



Schéma directeur d'assainissement SAN de Sénart 77

Phase 2.1

Modélisation hydraulique des réseaux pluviaux

R. 22551-XH/SN

Décembre 2007



hydratec

104, avenue Albert Premier – 92563 Rueil-Malmaison
Téléphone : 01.41.39.96.52 – Télécopie : 01.57.69.11.02

S O M M A I R E

PAGES

1.	<u>INTRODUCTION</u>	1
1.1.	Généralités.....	1
1.2.	Contenu du rapport de phase 2.2.....	3
2.	<u>LA CONSTRUCTION DU MODELE HYDRANET</u>	4
2.1	Modèle utilisé.....	4
2.2	Montage et description du modèle.....	6
2.2.1	Emprise du modèle.....	6
2.2.2	Branches principales du modèle	8
2.2.3	Bassins versants du modèle.....	8
2.2.4	Bassins de stockage du modèle.....	10
3.	<u>CALAGE DU MODELE</u>	11
3.1	Méthodologie du calage	11
3.2	Choix des événements et périodes de calage	11
3.2.1	Suivi pluviométrique	11
3.2.2	Pluies de calage	13
3.3	Suivi débitmétrique	14
3.4	Résultats du calage.....	15
3.5	Impact sur la précision du modèle	17
4.	<u>LES SIMULATIONS DES PLUIES DE PROJETS</u>	18
4.1	Pluies de projet.....	18
4.2	Simulations des pluies	18
4.2.1	Pluie 1 an.....	19
4.2.2	Pluies 10 et 20 ans	20
4.2.3	Pluie 100 ans.....	26
5.	<u>ACTIONS A MENER</u>	31



1. Introduction

1.1. Généralités

La présente étude porte sur l'élaboration du **nouveau schéma directeur d'assainissement** du **SAN de Sénart (77)**.

Sa réalisation a été confiée au bureau d'études **Hydratec**, avec le concours financier de l'**Agence de l'Eau Seine-Normandie**, le **Conseil Général de Seine et Marne**, et le **Conseil Régional Ile de France**.

Afin d'harmoniser les programmes d'actions en matière d'eaux usées et d'eaux pluviales au regard des orientations adoptées par le schéma directeur d'urbanisation de la Ville nouvelle de Sénart (horizon 2015), l'étude doit répondre aux objectifs suivants :

1. **Objectif n°1 : Élaborer un outil de planification des actions et travaux à réaliser pour :**
 - accompagner le développement et l'aménagement du territoire (notamment : construction d'infrastructures nouvelles),
 - résoudre les dysfonctionnements et améliorer hydrauliquement le fonctionnement des réseaux d'assainissement :
 - la réduction des apports parasites ou non conformes aux réseaux,
 - la réduction des flux polluants dirigés vers le milieu naturel,
 - l'amélioration hydraulique du fonctionnement des réseaux (notamment la suppression des dysfonctionnements sur réseaux EU et EP, et la maîtrise des eaux pluviales),
 - la mise en conformité de l'assainissement autonome.
 - contribuer à l'amélioration de la qualité et de la diversité écologique du milieu naturel :
 - l'amélioration de la qualité des eaux pluviales,
 - la réduction des rejets polluants générés vers le milieu naturel par temps sec et par temps de pluie,
 - l'amélioration des usages et la valorisation de la ressource en eau (notamment : mise en œuvre de techniques alternatives pour la gestion des eaux pluviales à l'échelle de la parcelle, du quartier, ...).
 - optimiser les actions dans le cadre des capacités financières de la Collectivité.

2. Objectif n°2 : Établir le zonage d'assainissement en délimitant :

❑ pour les eaux usées :

- les zones d'assainissement collectif où la Collectivités est tenue d'assurer la collecte des eaux usées domestiques et le stockage, l'épuration et le rejet ou la réutilisation de l'ensemble des eaux collectées,
- les zones relevant de l'assainissement non collectif où la Collectivité est seulement tenue, afin de protéger la salubrité publique, d'assurer le contrôle des dispositifs d'assainissement autonome et, si elle le désire, leur entretien.

❑ pour les eaux pluviales :

- les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement,
- les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel, et en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement.

L'ensemble des travaux et préconisations sera proposé avec le souci :

- d'une mise en conformité vis-à-vis de la législation,
- la prise en compte et la recherche d'une adéquation du programme pluriannuel avec les lignes directrices inscrites au sein du Schéma Directeur d'Urbanisation établi par le SYMEP,
- de la recherche du meilleur compromis technico-économique.

Cette étude entre dans le cadre d'application de la **Loi sur l'Eau n° 92-3 du 3 janvier 1992**, de la nouvelle **Loi sur l'Eau n° 2006-1772 du 30 décembre 2006**, du **SDAURIF** et du **SDAGE**. Elle a pour but de permettre au SAN de Sénart 77 d'asseoir une politique cohérente pour la mise en conformité réglementaire et technique de l'assainissement des eaux usées et pluviales sur le territoire de ses huit communes adhérentes.

1.2. Contenu du rapport de phase 2.2

Le présent rapport 2.2. constitue le rapport de la phase 2 qui présente la construction et les résultats du modèle numérique HYDRANET des principales antennes structurantes du réseau pluvial du SAN, en vue de l'élaboration d'un diagnostic hydraulique.

Cette étude diagnostic porte essentiellement sur les insuffisances du réseau d'assainissement par **temps de pluie**.

Les grandes étapes du rapport sont :

- La construction du modèle hydraulique du réseau en vue d'évaluer son fonctionnement hydraulique et ses insuffisances,
- Le calage et la validation de ce modèle sur des événements pluvieux réels mesurés au cours de campagne de mesure. Cette étape est cruciale car un bon calage conditionne la pertinence du diagnostic et des actions à engager réalisés dans les phases suivantes.
- La simulation de pluies de projet d'occurrence variant de 1 an à 100 ans (1,10, 20 et 100 ans).

La présentation du modèle et des résultats est largement illustrée par des résultats synthétiques de types cartographiques, profils en longs, hydrogrammes, ...

2. Construction du modèle

2.1 *Modèle utilisé*

« HYDRANET » est une évolution d'« HYDRA » développé par HYDRATEC depuis le début des années 1980.

C'est un logiciel de simulation dynamique des écoulements basé sur la résolution des équations de Barré de Saint-Venant comportant également un module d'hydrologie et de calcul de pollution. Il prend en compte les phénomènes de remous et d'inertie, les mises en charge et les maillages. Tout type de collecteur peut être modélisé, ainsi que les ouvrages particuliers, tels que déversoirs d'orage, postes de pompage, vannes mobiles, ouvrages introduisant des pertes de charge (siphon, obstacles, etc.).

Deux modules de simulation sont mis en œuvre :

- Le module hydrologie de génération des apports à partir de la pluviométrie, calculant les hydrogrammes à l'exutoire de chaque bassin versant,
- Le module hydraulique simulant le fonctionnement dynamique du réseau.

Le module hydrologique assure la production des pluies nettes (qui correspondent aux pluies ruisselées à la différence des pluies brutes qui sont celles enregistrées par les pluviographes) et la transformation «pluie – débit» sur les bassins versants.

La transformation « pluie – débit » caractérise le système donné par le hyétogramme du bassin versant en entrée et son hydrogramme en sortie. La résolution de ce système est celle du réservoir linéaire : chaque bassin versant est vu comme un réservoir qui tempore l'arrivée des pluies pour en restituer du débit tout en conservant le volume. En outre, cette temporisation s'effectue d'une manière linéaire.

Dans la méthode du réservoir linéaire, le seul paramètre de calage explicite est le coefficient K caractérisant la temporisation. Ce calage concerne essentiellement la pointe de l'hydrogramme de sortie : temps et débit de pointe.

Hydranet dispose de la totalité des fonctionnalités implémentées dans les logiciels du commerce :

- Interface graphique,
- Support cartographique,
- Imagerie dynamique,
- Simulation de séquences de pluies (chroniques de pluies réelles, classes de pluies),
- Modélisation pollution,



Schéma directeur d'assainissement
SAN de Sénart 77

- Régulation locale et globale.

Ses principaux points forts sont :

- Logiciel en français,
- Rapidité d'exécution (pour une simulation de 12000 noeuds, 400 km de réseau et plus de 100 stations de gestion il permet la simulation sur 24 heures en moins de 3 minutes),
- Possibilité de simuler des pluies Radar,
- Compacité et portabilité des données (un seul fichier contient l'ensemble du modèle),
- Interfaçage avec l'extérieur (SIG, Imports/Exports divers, possibilité de transposition avec d'autres logiciels...),
- Ses capacités d'échange dynamique vers d'autres systèmes (modules de pilotage externes dans le cadre d'une gestion des flux par exemple ...),
- La possibilité de développement d'un modèle en sous-modèle (plusieurs équipes peuvent travailler simultanément sur un seul projet).

2.2 *Montage et description du modèle*

2.2.1 *Emprise du modèle*

Le modèle s'étend sur l'ensemble des principales communes qui composent le SAN de SENART :

- Combs-la-Ville,
- Lieusaint,
- Moissy-Cramayel,
- Nandy,
- Savigny-le-Temple,
- Cesson,
- Vert-Saint-Denis.

sur un secteur qui s'étend sur environ 14 km sur un axe Nord-Sud et sur 8 km sur un axe Est-Ouest.

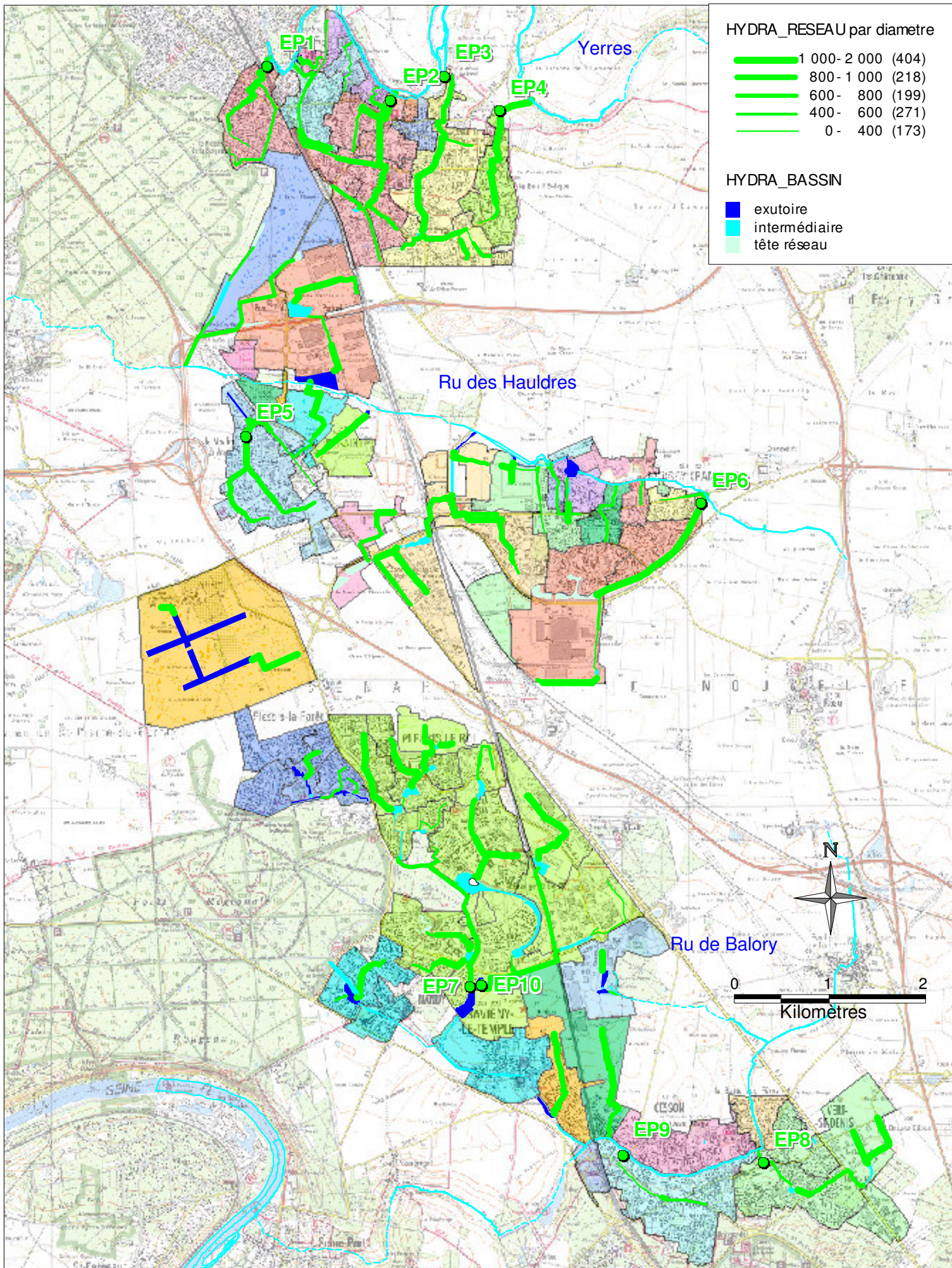
Il est composé de :

- **138 branches principales**, soit 60 km de réseau et 974 regards,
- **116 bassins versants** d'une superficie totale de 3 013 hectares,
- **56 bassins de stockages**, d'une superficie totale de 7.34 hectares

L'arborescence des principales branches et leurs bassins versants associés sont illustrés sur la cartographie située page suivante.

On y distingue 3 grands ensembles caractérisés par leur exutoire naturel respectif :

- L'Yerres, au nord (Combs),
- Le ru des Hauldres, au centre (Lieusaint-Moissy),
- Le ru de Balory, au sud (Savigny, Nandy, Cesson, Vert, Noisement).



SAN de Senart

Schéma directeur d'assainissement

Modélisation hydraulique pluviale

Grands ensembles hydrographiques

hydratec
(gr ouge sélec)

Les Passerelles
104 Avenue Albert Premier - 92563 Rueil-Malmaison Cedex
TEL : 01 41 39 86 50 - FAX : 01 47 69 11 52
e-mail : hydratec@hydratec.fr

FIGURE N° : 1

ECHELLE : sur vue

DATE : 25 octobre 2007

FICHER : Rapport1BV grands systèmes.wor

VERSION : 1.20.10.07

ETUDE NUMERO : 01622551

2.2.2 Branches principales du modèle

La géométrie des branches principales du modèle (138), dont le diamètre est compris entre Ø400 et Ø2000, provient essentiellement des données de la Lyonnaise des Eaux :

- Plan Autocad : réseau, diamètre et numérotation de regards,
- Tableaux Excel : caractéristiques regards (cotes terrain naturel et radier).

Des données topographiques complémentaires ont fait l'objet d'un levé géomètre spécifique afin de connaître les regards manquants ainsi que la cote des plans d'eau modélisés.

Le réseau est découpé en branches définies par les paramètres suivants :

- le type de section (circulaire, ovoïde...),
- la longueur (m),
- la cote du radier du collecteur et celle du terrain naturel (mNGF),
- le coefficient de rugosité (Strickler).

Les conditions limite aval des branches sont fixées par les cotes des plans d'eau et ru relevées lors de la campagne topographique complémentaire.

2.2.3 Bassins versants du modèle

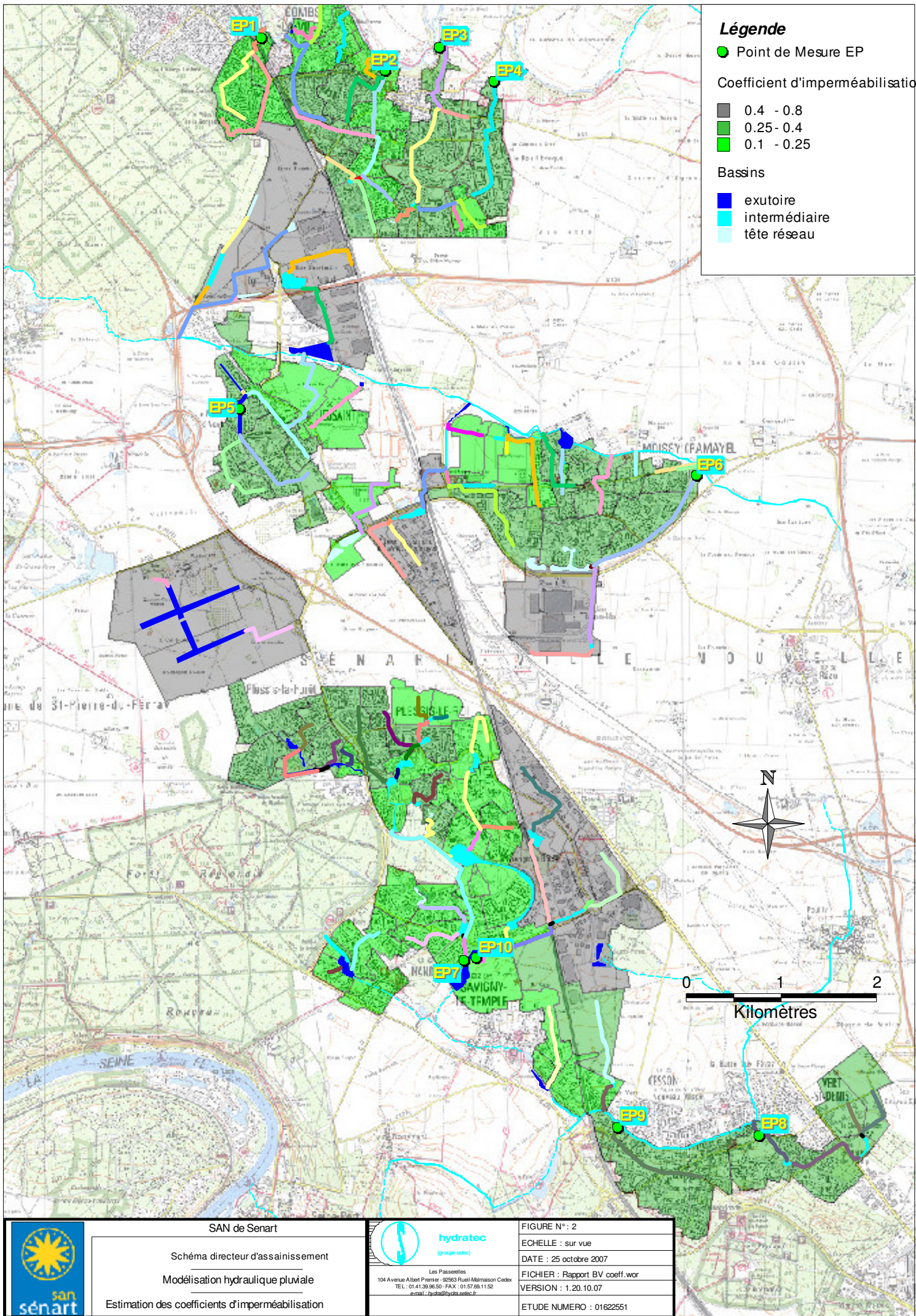
Les 116 bassins versants modélisés sont définis par plusieurs paramètres hydrologiques :

- Leur surface (ha),
- Leur coefficient d'imperméabilisation,
- leur parcours hydraulique le plus long (m),
- Leur pente (m/m), calculée le long du parcours hydraulique le plus long,
- leur coefficient de ruissellement,

Ces paramètres hydrologiques permettent d'évaluer le temps de concentration de chaque bassin versant ainsi que leur potentiel de ruissellement.

Le coefficient d'imperméabilisation est calculé à partir des zones définies par le mode d'occupation des sols pour lesquels des coefficients type tirés de la littérature ont été affectés à chaque zone. Le coefficient retenu est calculé par pondération sur chaque sous-bassin. Ce coefficient varie sur le SAN de SENART de 0.1 pour un espace naturel boisé à 0.8 pour un secteur de type zone d'activité (Paris-Sud, Carré Sénart, ...).

La carte page suivante localise l'imperméabilisation générale des bassins versants modélisés.



Légende

● Point de Mesure EP

Coefficient d'imperméabilisation

- 0.4 - 0.8
- 0.25 - 0.4
- 0.1 - 0.25

Basins

- exutoire
- intermédiaire
- tête réseau

SAN de Senart

Schéma directeur d'assainissement
Modélisation hydraulique pluviale

Estimation des coefficients d'imperméabilisation



Les Passerelles
104 Avenue Albert Premier - 92563 Rueil-Malmaison Cedex
TEL : 01.41.39.96.50 - FAX : 01.57.69.11.52
e-mail : hydratec@hydratec.fr

FIGURE N° : 2

ECHELLE : sur vue

DATE : 25 octobre 2007

FICHER : Rapport BV coeff.wor

VERSION : 1.20.10.07

ETUDE NUMERO : 01622551



2.2.4 Bassins de stockage du modèle

Les 56 bassins de stockage modélisés nécessitent d'être caractérisés par :

- Une loi de remplissage hauteur-volume,
- Une règle de régulation de la vidange :
 - Pompage : Débit, cotes de marche et d'arrêt des pompes,
 - Seuil : largeur et cote de surverse,
 - Vannes : TOR ou asservie au niveau,
 -

Parmi les données recueillies susceptibles de caractériser les bassins (fiches bassins Lyonnaise, dossier loi sur l'eau des projets), peu de bassins peuvent être convenablement renseignés hormis les ouvrages récemment étudiés dans les données existant (Carré Sénart, Paris-Sud, ...) :

- Loi de remplissage des bassins : Faute de données disponibles précises, une loi de remplissage hauteur-surface est alors définie pour la plupart des bassins en considérant la surface des bassins issue du plan général d'assainissement à laquelle on applique une cote de plan d'eau initiale issue d'un levé géomètre complémentaire.
- Règle de régulation de la vidange : A défaut de données disponibles précises, le débit de fuite réglementaire associé aux bassins versants du bassin de retenu est appliqué à l'exutoire.

3. Calage du modèle

3.1 Méthodologie du calage

Le calage des modèles doit permettre d'obtenir pour tout type d'évènement simulé des résultats hydrauliques représentatifs du fonctionnement réel des réseaux d'assainissement.

La procédure de calage consiste à ajuster certains paramètres du modèle de manière à obtenir des résultats de calculs équivalents aux résultats des mesures hydrauliques.

Les paramètres d'ajustement sont de nature hydrologique, hydraulique ou qualitative :

- coefficient de ruissellement,
- débits initiaux,
- coefficient de Strickler,
- pertes de charge aux points singuliers,
- ...

Les paramètres de calage aux différents points de contrôle sont les suivants :

- volume écoulé ou déversé
- débit maximum, variation du débit au cours de l'évènement

Le calage est réalisé de l'amont vers l'aval. La valeur retenue de chacun des paramètres est celle qui permet de se rapprocher le plus des valeurs observées.

3.2 Choix des événements et périodes de calage

Le calage du modèle sur des événements pluvieux non exceptionnels est réalisé à partir des mesures pluviométriques et débitométriques réalisées lors de la présente étude. Les enregistrements des deux pluviomètres (SAN de Sénart et Brie-Comte-Robert) installés sur le secteur d'études ont été utilisés lors des simulations.

3.2.1 Suivi pluviométrique

Le suivi pluviométrique (Cf. rapport mesures 2.1) a été effectué entre le 29 mars et le 14 mai 2007, soit une période de mesures de plus de 6 semaines par l'intermédiaire de 4 pluviographes uniformément répartis sur le secteur d'études pour mesurer les événements pluvieux sur le bassin versant du ru des Hauldres :

- Pluvio 1 - Lieusaint : un pluviographe hydratec à auget basculant d'une précision de 0,2 mm de hauteur d'eau a été installé sur l'ancien site du SAN de Sénart 77 (rue de Paris à Lieusaint) ; il est complété par 3 autres pluviographes exploités par la Lyonnaise :
- Pluvio 2 - Brie-Comte-Robert (au Nord de Combs-la-Ville) : sur RD50 (bassin versant de l'Yerres),
- Pluvio 3 - Cesson : à proximité du PR19 (bassin versant du ru de Balory),
- Pluvio 4 – Réau (finalement hors service)

Deux remarques concernant le suivi pluviométrique sont apportées :

- ✓ **Une période peu pluvieuse** : Le rapport de mesures concernant la pluviométrie montre une période anormalement sèche pour un mois d'avril, plutôt représentative d'une période estivale, **19 mm seulement ont été enregistrés en 6 semaines**. Les rares pluies enregistrées, malgré une prolongation de deux semaines complémentaires jusqu'à la mi-mai, sont inférieures à 6 mm, hauteur cumulée bien inférieure à la hauteur minimale de 10 mm nécessaire à un bon calage du modèle. Le suivi pluviométrique montre de plus une grande hétérogénéité des pluies due à des événements ponctuels ; une pluie observée à un pluviographe ne l'est pas systématiquement sur un autre.

Pour cette raison, et malgré les tentatives de calage d'hydratec, les conditions pluviométriques n'ont pu être remplies pour obtenir un calage convenable du modèle.

- ✓ **Dysfonctionnement de 2 pluviographes sur 4** (Lyonnaise) : Hormis les deux premiers pluviographes (hydratec – Lieusaint et Lyonnaise - Brie-Comte-Robert) qui ont été en mesure de fournir des résultats à la précision attendue (précision 0.2 mm), les résultats de 2 autres pluviographes gérés par la Lyonnaise n'ont finalement pu être exploités pour des raisons de dysfonctionnement (Réau) et de difficultés d'extractions (Cesson – précision maximale : mesure journalière, bien insuffisante pour un calage).

Cependant cet incident reste mineur compte tenu de l'insuffisance exceptionnelle pluviométrique. L'importance de la couverture du secteur d'étude reste indépendante de la qualité du calage compte tenu de la pluviométrie ici insuffisante et peu homogène.

Toutefois, si à l'avenir une nouvelle campagne de mesure était engagée à l'échelle du SAN, il faudra veiller à couvrir correctement le secteur d'étude en pluviographes (faible rayon d'action entre pluvio et bassin versant mesuré et s'assurer de leur bon fonctionnement.

3.2.2 Pluies de calage

Malgré la remarque précédente concernant la nette insuffisance pluviométrique défavorable à un bon calage, des essais de calage sont réalisées sur les pluies les moins faibles. Les deux « plus fortes » pluies atteignent 5 mm et sont très locales ; la hauteur minimale de calage est en principe de 10 mm minimum.

Les caractéristiques des pluies mesurées lors de la campagne figurent dans le tableau suivant ; figurent en vert les pluies sur lesquelles un calage a été tenté :

▣ Pluviomètre Pluvio 1 (Lieuxaint)

Nombre d'événements pluvieux retenus (h > 1,5 mm) : 5
Lame d'eau cumulée sur la période des mesures : 19,4 mm

Évènement	Début évènement	Fin évènement	Durée en h:mm	Lame d'eau cumulée mm	Intensité moyenne mm/h	Intensité max		Pluies de calage	Points concernés
						durée (min)	mm/h		
P1-2	30/03/2007 07:26	13:55	6:29	5.4	0.8	27	1.3	la plus longue et la plus homogène (P1~P2)	10 points : EP1-EP10
P1-3	29/04/2007 18:22	20:04	1:41	1.6	0.9	4	9.0		
P1-6	08/05/2007 13:54	14:04	0:09	2.8	17.1	4	30.0		
P1-7	13/05/2007 07:49	08:47	0:58	1.8	1.9	10	3.6	hauteur très faible	6 points : EP5-EP10
P1-8	13/05/2007 14:44	14:47	0:03	3.2	58.2	2	72.0	très locale et très courte	6 points : EP5-EP10

▣ Pluviomètre Pluvio 2 (Brie)

Nombre d'événements pluvieux retenus (h > 1,5 mm) : 4
Lame d'eau cumulée sur la période des mesures : 19,6 mm

Évènement	Début évènement	Fin évènement	Durée en h:mm	Lame d'eau cumulée mm	Intensité moyenne mm/h	Intensité max		Pluies de calage	Points concernés
						durée (min)	mm/h		
P2-1	28/03/2007 16:48	17:18	0:30	1.8	3.6	18	4.0		
P2-2	30/03/2007 07:24	13:18	5:54	5.4	0.9	27	1.3	la plus longue et la plus homogène (P1~P2)	10 points : EP1-EP10
P2-4	04/05/2007 18:24	21:06	2:42	1.6	0.6	18	3.0		
P2-5	08/05/2007 02:54	03:42	0:48	5.8	7.3	12	14.0	la plus importante mais peu homogène (P1=0mm)	4 points : EP1-EP4

: Pluie de calage

3.3 Suivi débitmétrique

Le suivi débitmétrique en continu pendant la durée de la campagne de mesures a été réalisé par la mise en œuvre de capteurs débitmètres de type Mainstream associés à des centrales d'acquisition permettant un enregistrement simultané des hauteurs et des vitesses d'écoulement du fil d'eau dans le collecteur (HV). Le tableau suivant identifie les 10 points de mesures EP, ils sont aussi localisés sur les cartes précédentes :

N°	Antenne / Localisation	Commune	Ouvrage		Objectifs	Suivi débit
			Type	Regard		
PM1EP	Exutoire dans l'Yerres 1 (X3 et X4) Rue des Acacias	Combs-la-Ville	DN800	P665	Débit TS+TP	HV
PM2EP	Exutoire dans l'Yerres 2 (X9) Rue de l'Yerres (dans propriété privée)	Combs-la-Ville	DN800	P1998	Débit TS+TP	HV
PM3EP	Exutoire dans l'Yerres 3 (X74) Chemin rural de Varennes à Moissy	Combs-la-Ville	DN800	P480	Débit TS+TP	HV
PM4EP	Exutoire dans l'Yerres 4 (X11) Rue du Haut du Breuil	Combs-la-Ville	T130x80	P880 (aval)	Débit TS+TP	HV
PM5EP	Amont bassin n°12 (allée d'Ormoy) Mail des Pépinières	Lieusaint	DN1200	P916 (aval)	Débit TS+TP	HV
PM6EP	Exutoire dans le ru des Hauldres Avenue Pierre Auberge	Moissy-Cramayel	DN1200	P1063	Débit TS+TP	HV
PM7EP	Amont étang n°40 Place du 19 mars 1962	Savigny-le-Temple	DN900	P1510 (aval)	Débit TS+TP	HV
PM8EP	Exutoire dans le ru de Balory Rue Pasteur	Vert-Saint-Denis	DN1200	P350 (aval)	Débit TS+TP	HV
PM9EP	Exutoire dans le ru de Balory Rue de Paris	Cesson	DN700	P421 (aval)	Débit TS+TP	HV
PM10EP	Amont étang n°41 Avenue de Suède	Savigny-le-Temple	DN800	P3845	Débit TS+TP	HV

Légende du tableau :

Instrumentation : HV = Hauteur-Vitesse

Objectifs : TS = Temps Sec ; TP = Temps de Pluie

Notons que les débits et hauteurs maximum mesurés (entre 10 et 60 l/s) restent faibles et bien inférieurs au débit capable des collecteurs de l'ordre de 1 m³/s.

3.4 Résultats du calage

L'exceptionnel déficit pluviométrique observé en 6 semaines de mesures (seulement 19 mm) au mois d'avril-mai 2007 et la faible intensité des rares événements pluvieux sont défavorables à un calage convenable du modèle.

Cependant, une des conclusions importante du calage montre que pour les événements pluviaux observés, les principaux bassins de stockage ne réagissent pas puisque qu'aucune restitution n'est mesurée à leur exutoire. Ceci a permis de paramétrer plus finement les lois de restitutions des bassins modélisés en rehaussant les cotes d'activation de la vidange.

Les résultats faisant l'objet des graphes suivants concernent l'événement le plus important (5.4 mm le 30 mars), seule pluie mesurée simultanément sur les 2 pluviographes en service (P1 & P2).

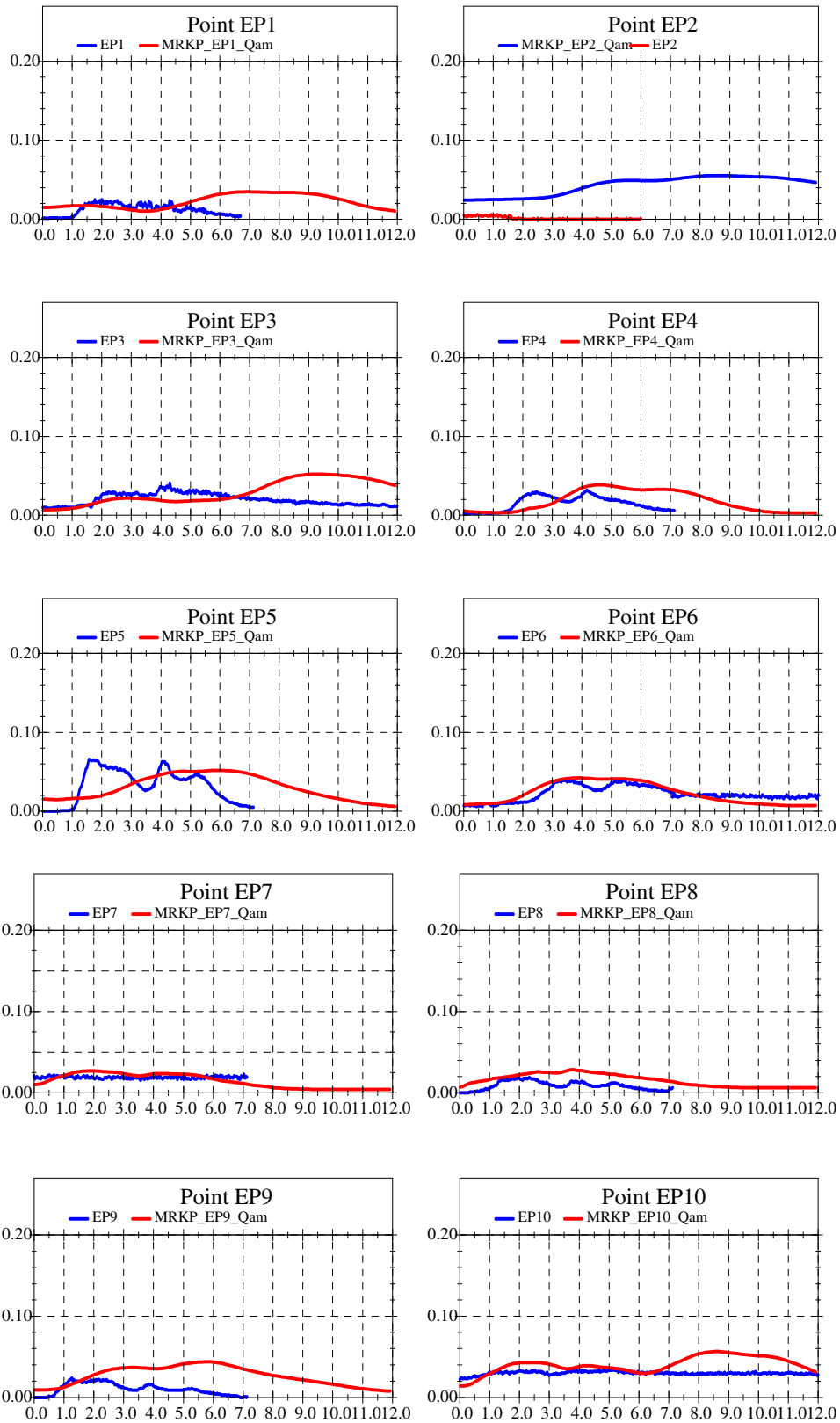
Notons que les débits et hauteurs maximum (entre 10 et 60 l/s) mesurés restent faibles et bien inférieurs au débit capable des collecteurs de l'ordre de 1 m³/s. L'échelle de grandeur des graphiques est ici très faible et accentue les écarts observés.

- ✓ Point EP1 : Le modèle suit la mesure jusqu'au moment où la pluie n'est vraisemblablement plus sur le bassin versant,
- ✓ Point EP2 : Il ne pleut pas sur ce bassin versant puisque qu'aucun débit n'est enregistré alors que le modèle réagit,
- ✓ Point EP3- EP4 : Cas similaire au point 1,
- ✓ Point EP5 : Cas similaire au point 1
- ✓ Point EP6-7 : Calage correct,
- ✓ Point EP 8-9-10 : Points trop éloignés des pluviomètres en service pour être interprétés.

Les résultats de tentatives de calages des autres pluies (présenté en réunion) , plus faibles et plus hétérogènes ne sont pas présentés dans ce rapport car non représentative d'un calage.

Schéma directeur d'assainissement
SAN de Sénart 77

P1-2 : Pluvio 1 (Lieuxaint) Evénement 2 (30/03/07) - 5.4 mm en 6:29



Hydranet, scenario ScnP1-2 - début simulation = 30/03/2007 07:26:00

3.5 *Impact sur la précision du modèle*

La faible pluviométrie a engendré des conditions de calage pénalisantes. Cependant, l'impact sur la précision du modèle reste faible car :

- La représentation des réseaux structurants dans le modèle est très poussée et reste fidèle à la réalité (nombre de regards important : ~1000 regards, 138 branches, 56 bassins de stockage),
- Le découpage en bassin versant (116) demeure très fin à l'échelle du secteur d'étude et les caractéristiques hydrogéologiques correspondantes bien maîtrisées (surface, linéaire de cheminement, pente, coefficient d'imperméabilisation).

Le seul véritable paramètre susceptible d'être modifié lors d'un calage reste alors le coefficient d'imperméabilisation des bassins versants, paramètre bien maîtrisé en fonction de l'aménagement des sols et variant par expérience peu lors d'un calage.

La précision du modèle comparée à celle des outils de calcul plus sommaires préalablement utilisés dans les anciens schémas directeur d'assainissement reste incomparablement meilleure.

Les règles de gestions des bassins restent au moins aussi précises que celles précédemment utilisées (volume de stockage et débit de fuite). Ce point aurait cependant pu être mieux renseigné, notamment pour :

- Les lois de remplissage en fonction de la géométrie complexe des bassins paysagers,
- Les règles de vidange suivant le type d'équipement (largeur et cote de seuil de surverse, cotes de marche-arrêt des pompes, vannes régulées ...), précisions non renseignées dans les fiches bassins et plans bassins rarement disponibles malgré de nombreuses recherches.

Le calage apporte par ailleurs sur ce dernier point une précision sur la vidange des bassins car les faibles pluies mesurées n'entraînent pas automatiquement une vidange des bassins au débit théorique de rejet, on note d'ailleurs aucune restitution, précision apportée au modèle (rehausse de la cote d'activation de la vidange).

Les résultats issues des futures simulations (Cf. §4) pour les calculs capacitaires et l'estimation de la pollution à l'échelle des grandes antennes structurantes ne sont donc pas remis en cause par le calage.

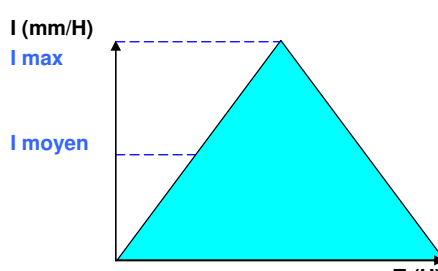
4. Les simulations des pluies de projets

4.1 Pluies de projet

Les occurrences des pluies de projet simulées sont de 1, 10, 20 et 100 ans. Elles sont issues des coefficients de Montana calculés par la station Météo-France de Melun-Villaroche. La durée choisie de l'événement pluvieux est de 1H.

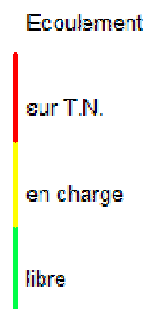
Les caractéristiques des pluies sont détaillées dans le tableau suivant :

Coefficient de Montana Météo-France Melun-Villaroche				
$I \text{ (mm/min)} = a \cdot t \text{ (min)}^{\text{-b}}$				
Période	a	b	H (mm)	I _{max} (mm/H)
1 an	4.65	0.733	13.87	27.75
10 ans	9.35	0.775	23.49	46.98
20 ans	10.97	0.786	26.35	52.71
100 ans	14.68	0.802	33.02	66.05



4.2 Simulations des pluies

Pour chaque simulation, HYDRANET est en mesure de fournir une imagerie dynamique en 2D du modèle et des niveaux de remplissage des collecteurs (écoulement libre, mise en charge, débordement sur TN) au moyen du code de couleur suivant :

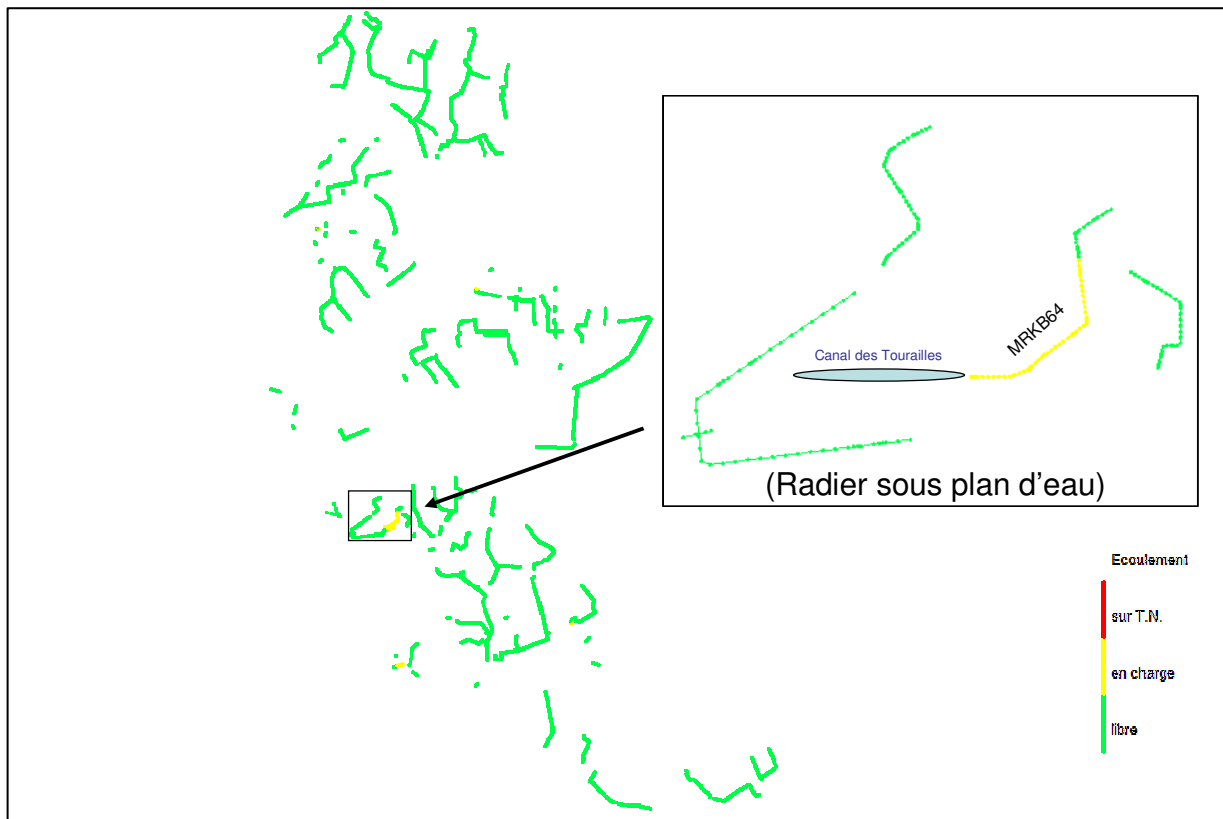


Il est possible alors de visualiser un profil en long dynamique d'un ou plusieurs tronçons. Un hydrogramme et un limnigramme peuvent-être calculés en tout nœud de calcul du modèle.

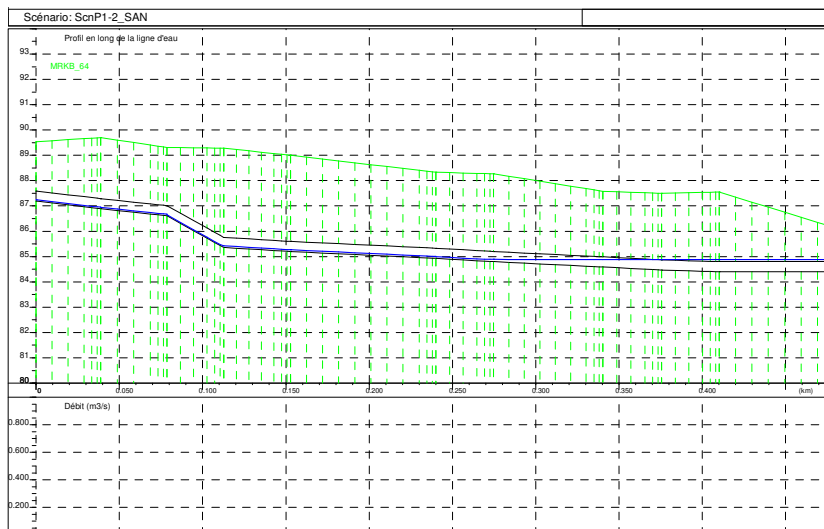
Les sorties 2D HYDRANET suivantes montrent les niveaux maximum des lignes d'eau pour les occurrences 1, 10, 20 et 100 ans. Des zooms spécifiques des secteurs sensibles avec superposition cartographiques sont ensuite présentés et commentés.

4.2.1 Pluie 1 an

Aucun débordement, ni même de mise en charge significative n'est observée sur les antennes structurantes. Une mise en charge permanente mais faible est due au niveau du canal des Tourailles le radier de la conduite étant sous le plan d'eau.



Le profil en long de la conduite est présenté ci-dessous :



4.2.2 *Pluies 10 et 20 ans*

Il s'agit des occurrences maximales pour lesquels la plupart des réseaux sont en principe dimensionnés (Les bassins du Carré Sénart et des derniers secteurs Paris-Sud sont dimensionnés pour une occurrence de 100 ans). Aucun débordement significatif n'est calculé. Les points de débordement que l'on peut observer correspondent dans le modèle au point d'injection d'un bassin versant qui est en réalité réparti sur plusieurs avaloirs. Un modèle, surtout à l'échelle de l'ensemble du SAN, ne peut reprendre l'ensemble des avaloirs en points d'injection de bassins versant.

Des mises en charge significatives sont observées mais n'entraînent pas de débordements, résultat démontrant le bon dimensionnement pour ces occurrences.

Les deux cartes pages suivantes localisent pour ces deux occurrences les branches structurantes en charge (en jaune). On note que les mises en charge évoluent très peu entre les occurrences 10 et 20 ans.

Des cartes plus précises montrent les secteurs sensibles aux mises en charge. Les profils en long correspondants sont présentés ci-après.

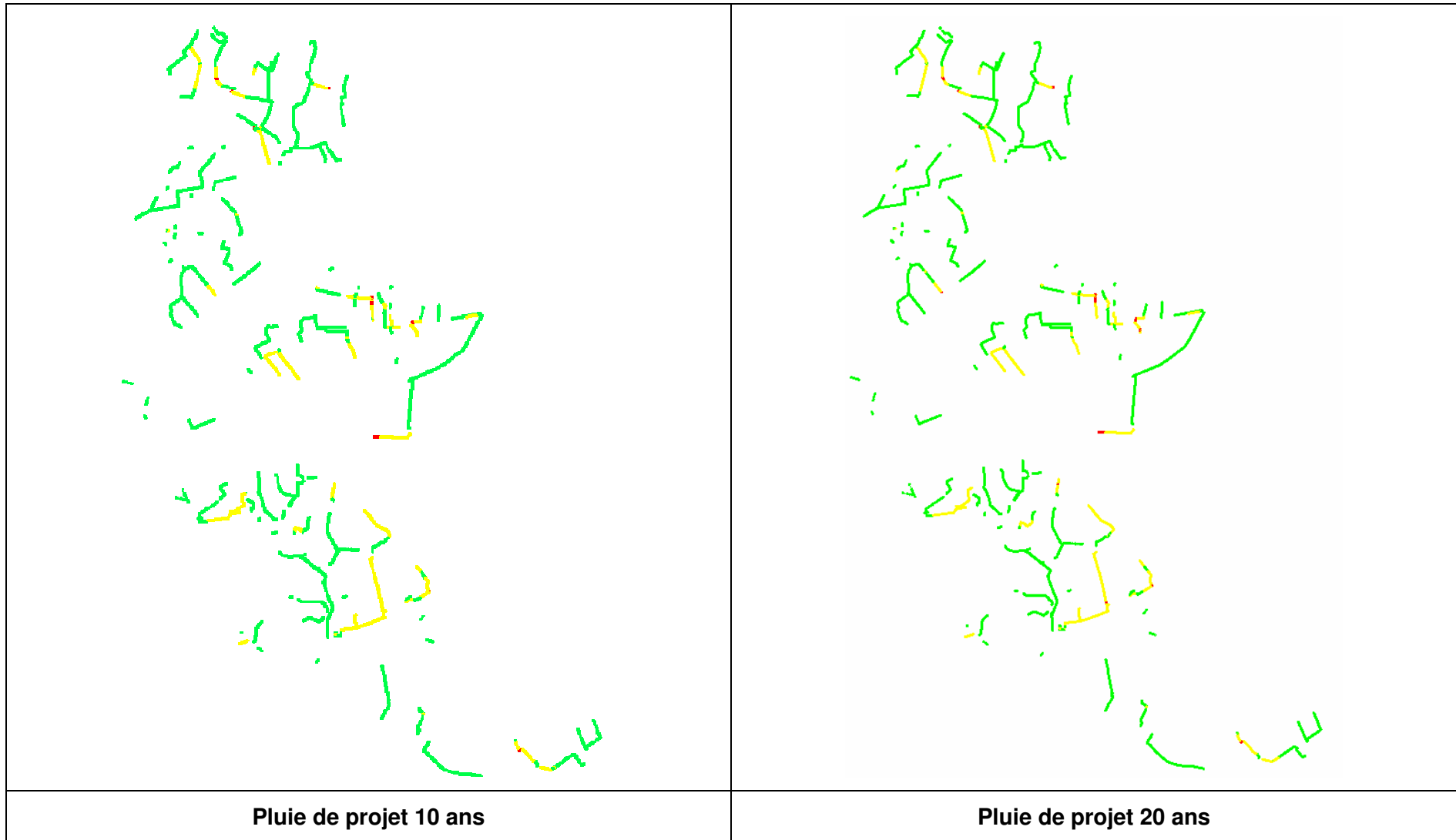
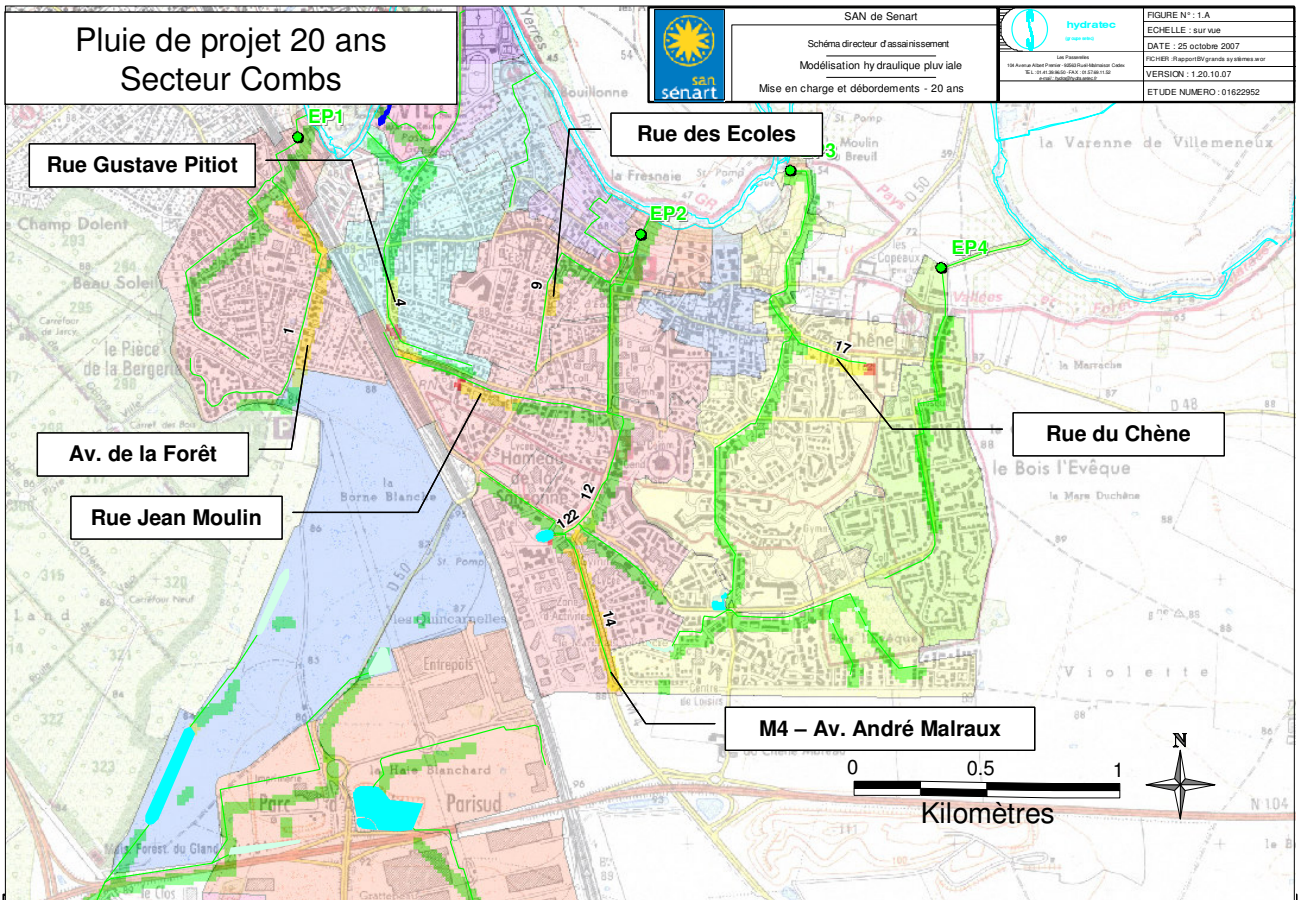


Schéma directeur d'assainissement
SAN de Sénart 77



Combs : Av. de la Forêt

Combs : Av. A. Malraux (M4)

Scénario: Scn20a1h_SAN

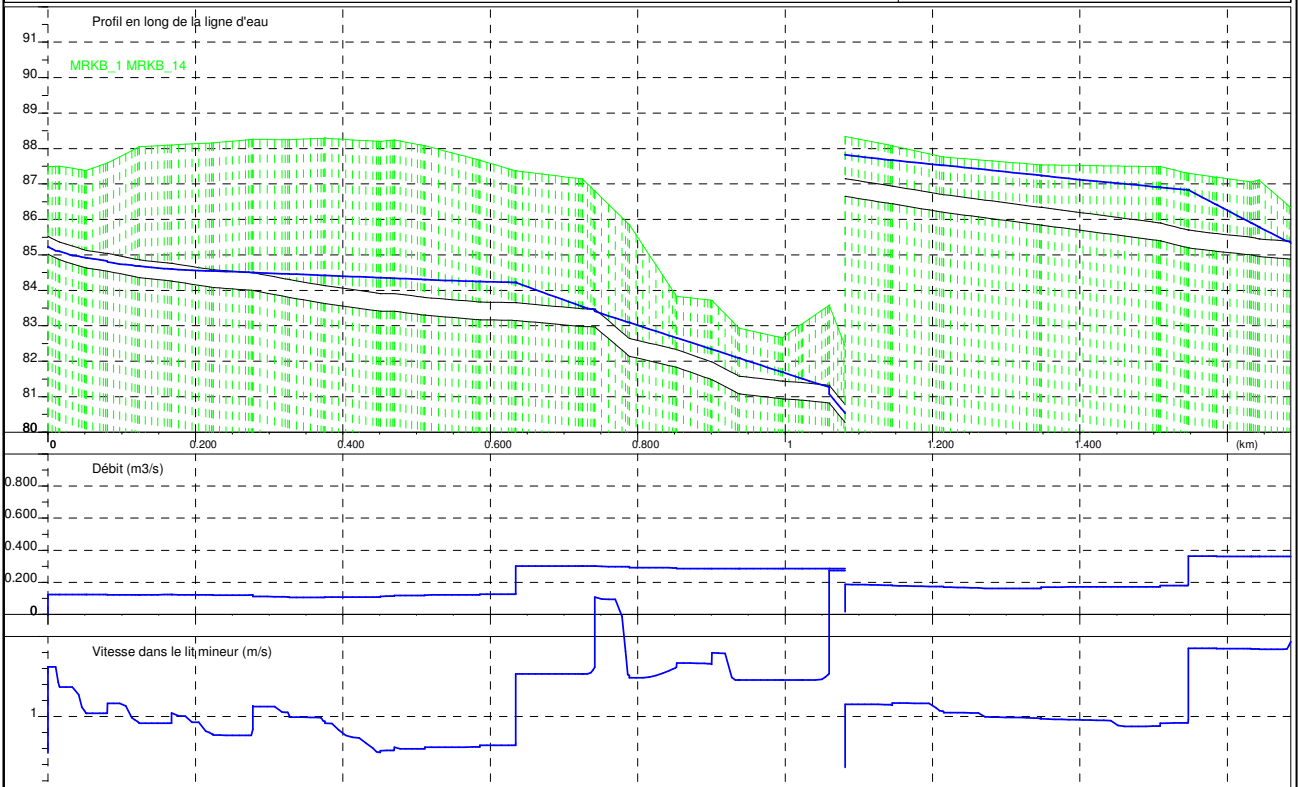


Schéma directeur d'assainissement
SAN de Sénart 77

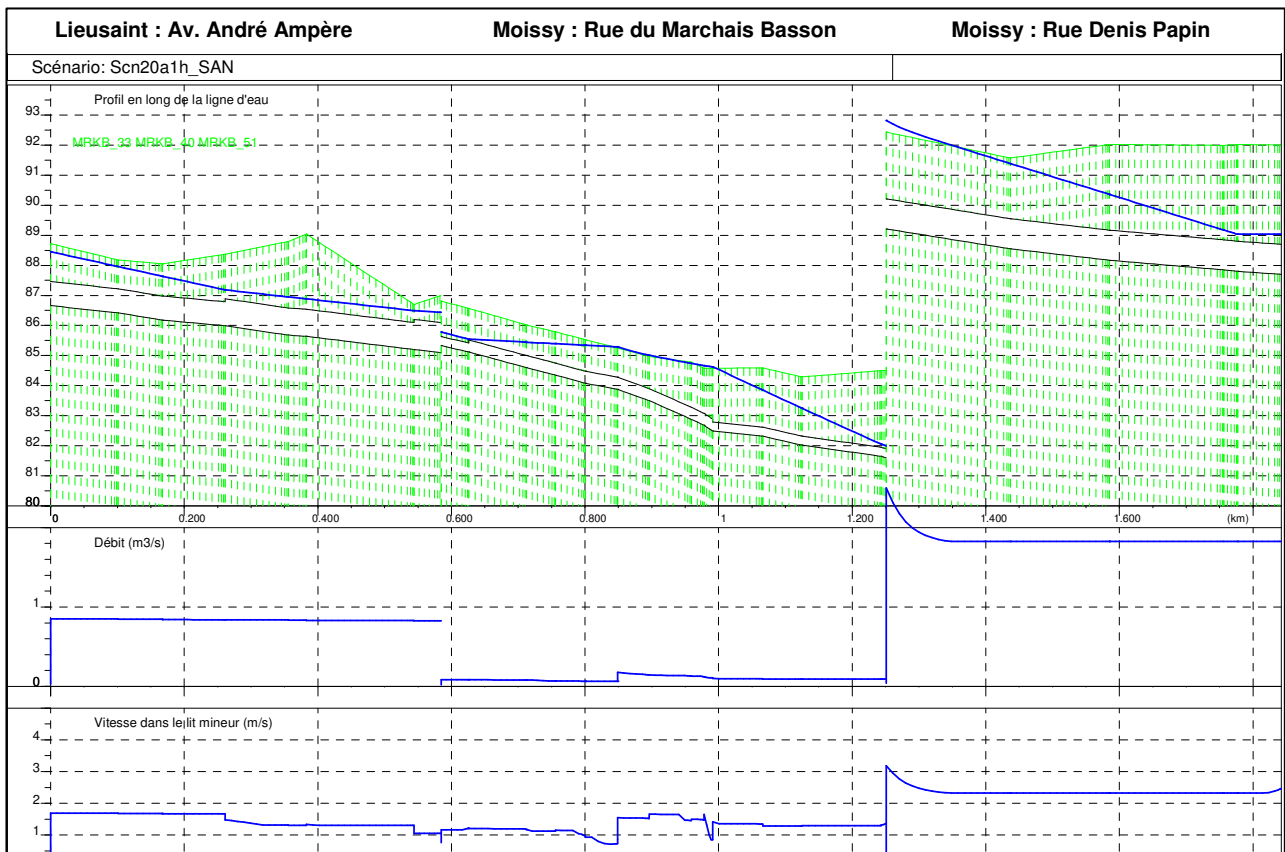
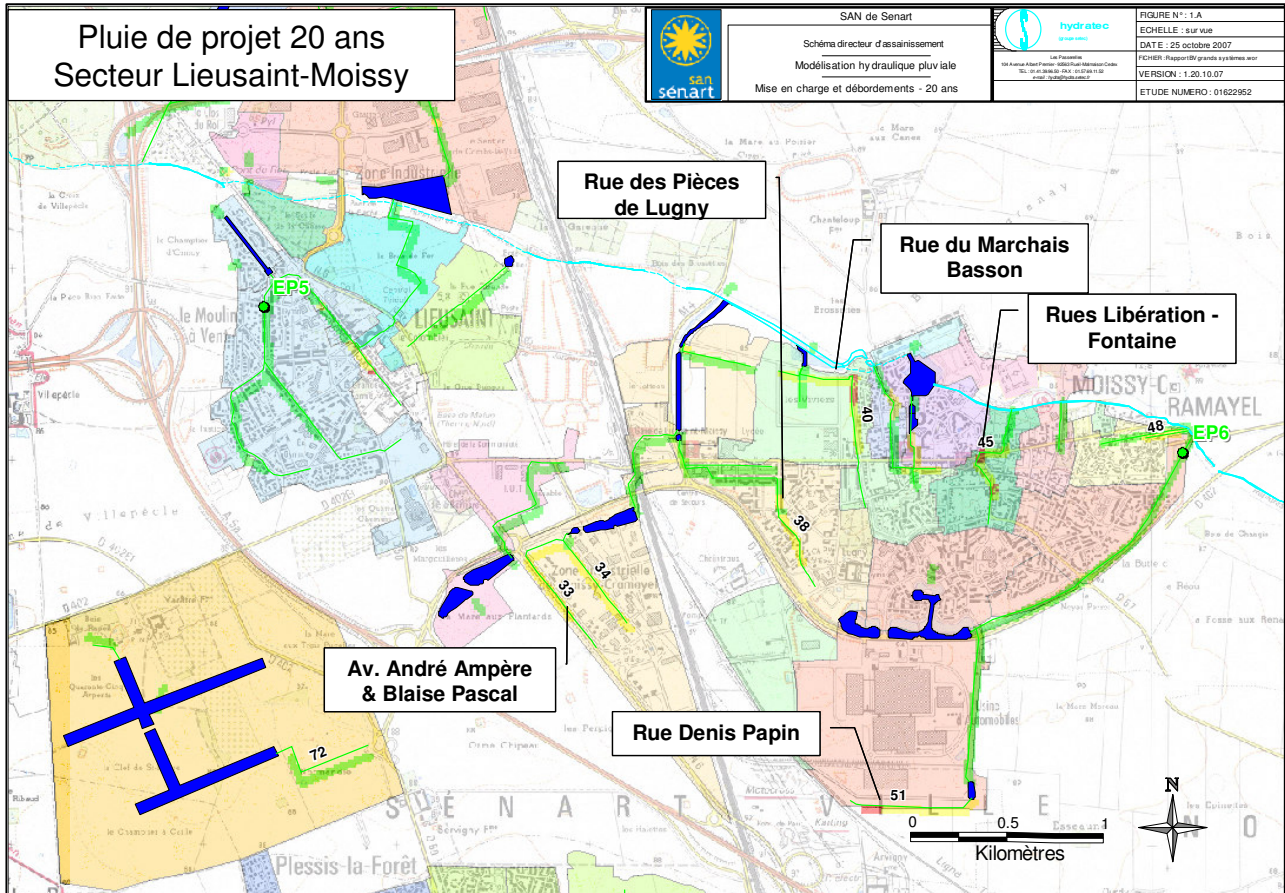


Schéma directeur d'assainissement
SAN de Sénart 77

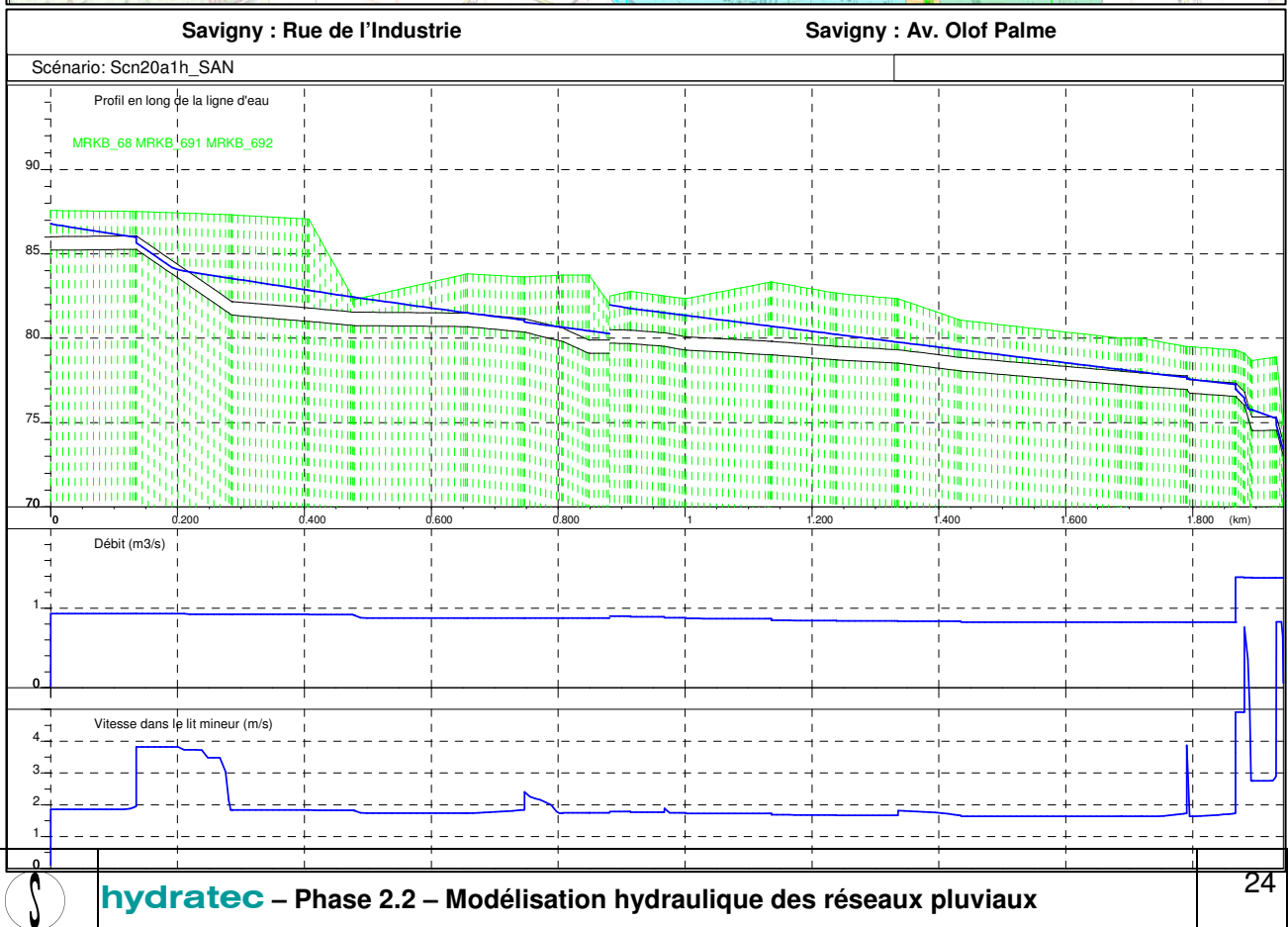
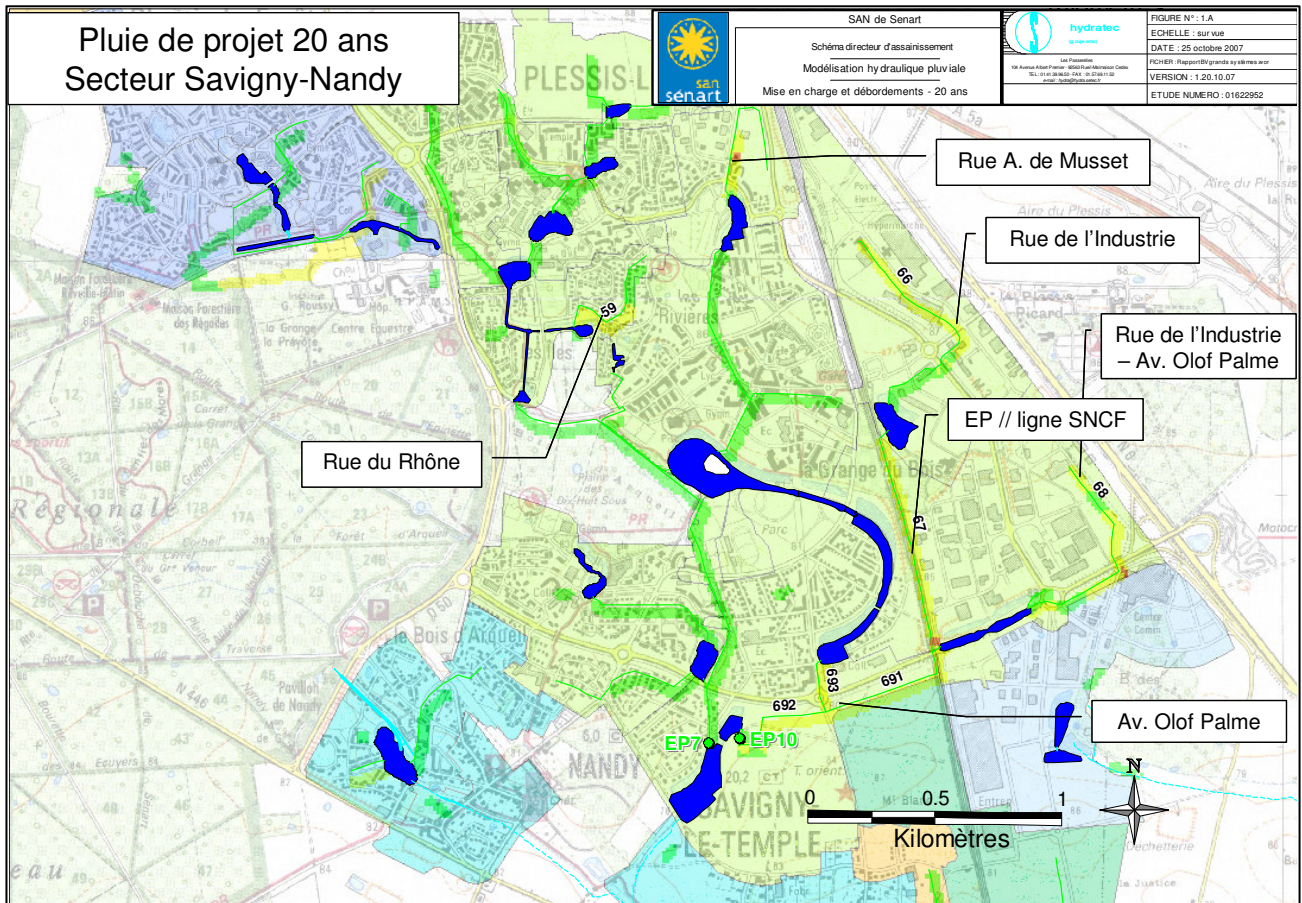
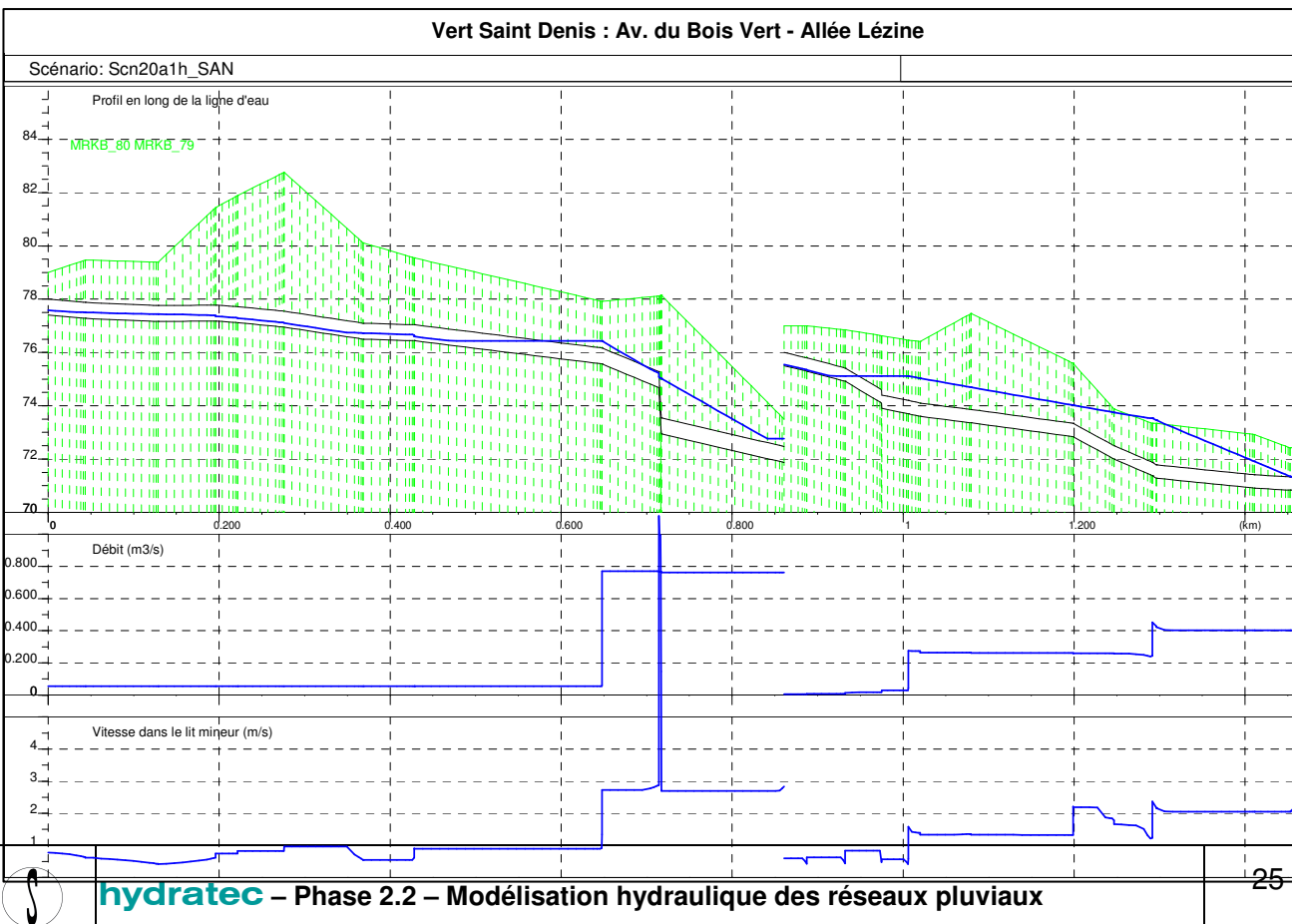
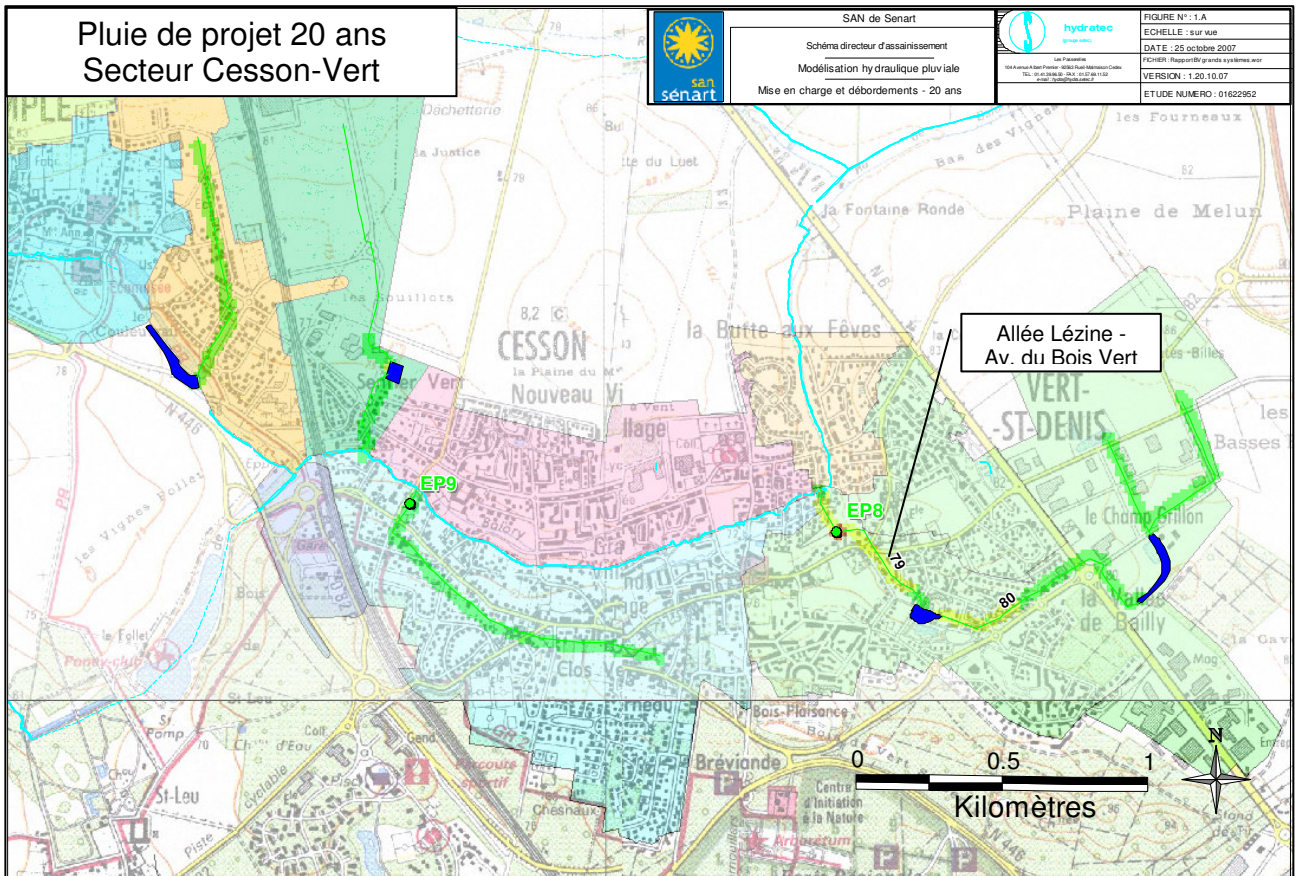


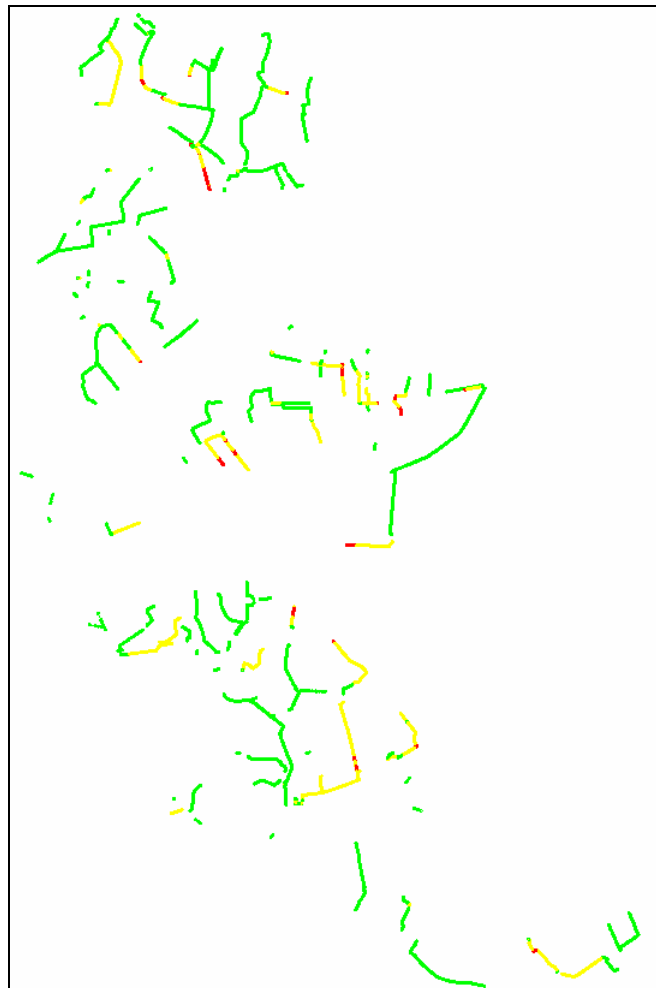
Schéma directeur d'assainissement
SAN de Sénart 77



4.2.3 Pluie 100 ans

Très peu d'ouvrages d'assainissement urbains sont dimensionnés pour cette occurrence exceptionnelle. Cependant, la simulation de cette occurrence montre que le dimensionnement des antennes structurantes et des bassins supportent relativement bien un événement pluvieux exceptionnel car les débordements restent rares (Combs : Av. André Malraux, Savigny : Alfred de Musset, Lieusaint : Avenue A. Ampère). Les mises en charge sont quand à elle souvent en limite de débordement.

Notons que le modèle ne calcule aucun débordement sur la carré Sénart et les secteurs Paris-Sud, secteurs conçus pour cette occurrence.



Carte hydranet – occurrence 100 ans

Les mises en charges et débordement sont retranscrits sur des cartes plus précises pages suivantes :

Schéma directeur d'assainissement
SAN de Sénart 77

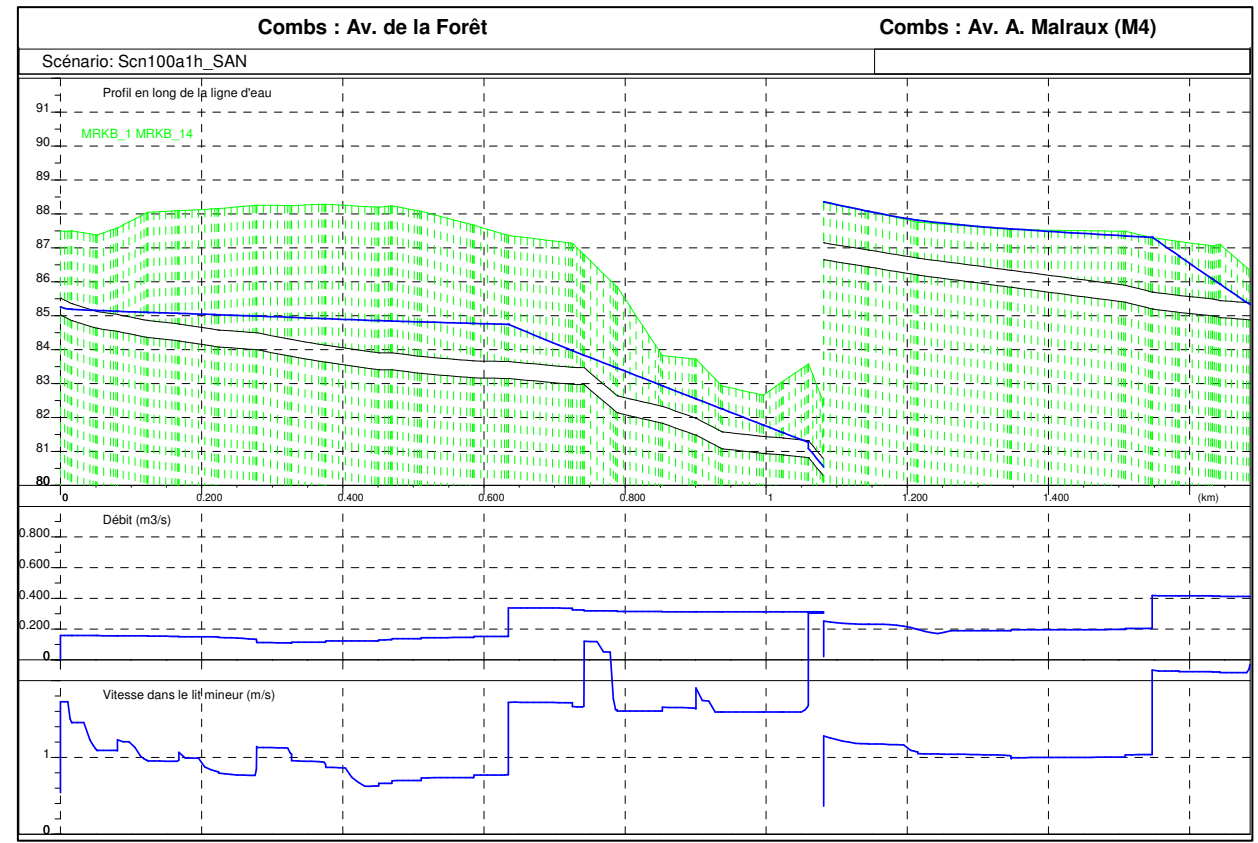
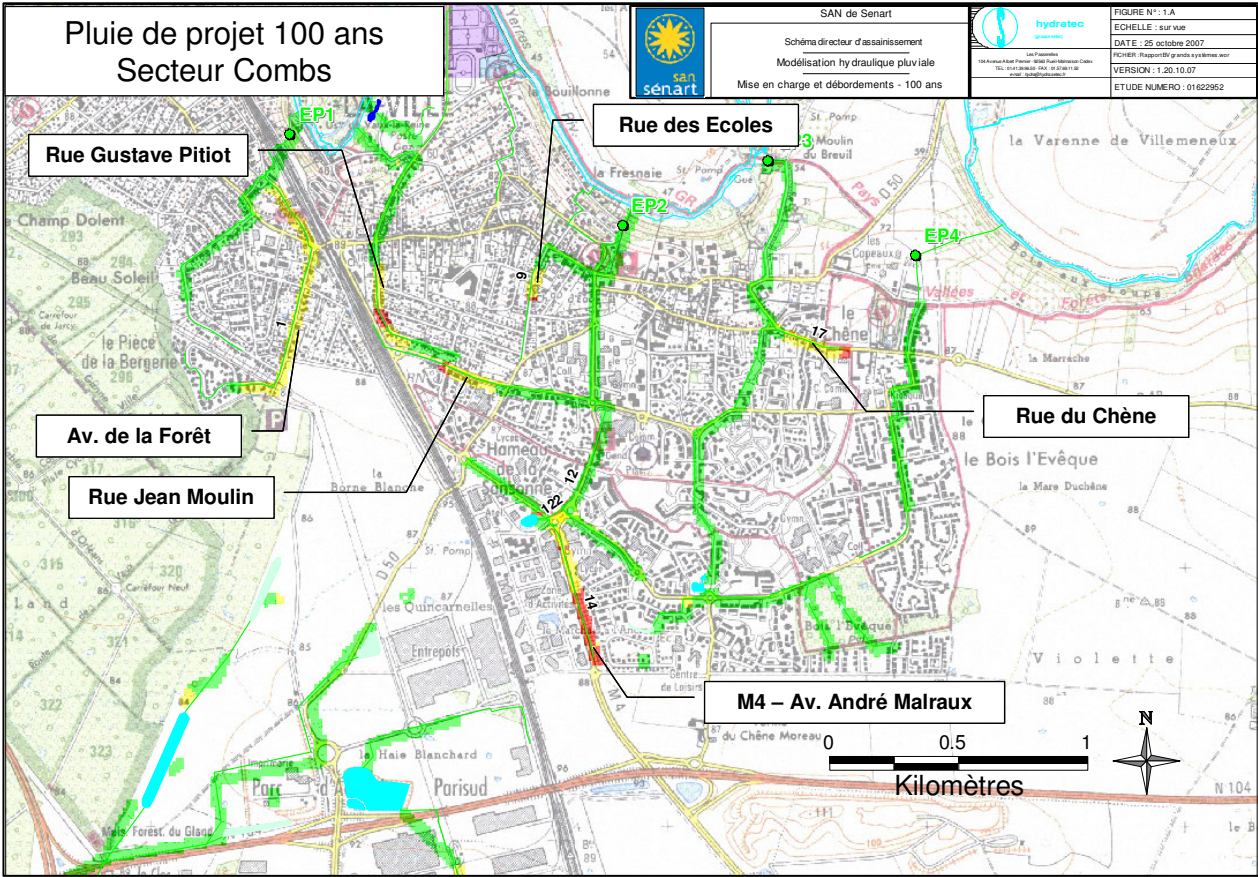
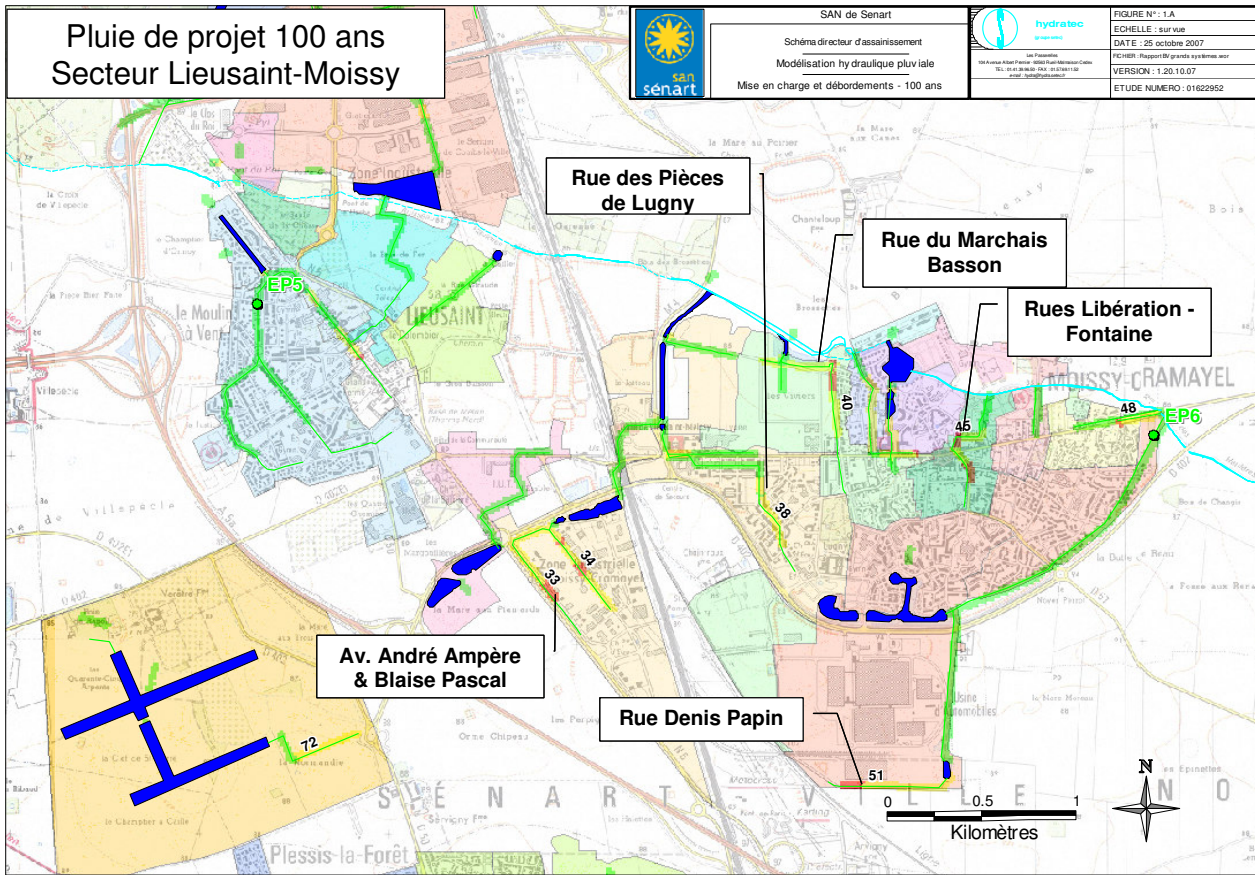


Schéma directeur d'assainissement
SAN de Sénart 77



Lieusaint : Av. André Ampère

Moissy : Rue du Marchais Basson

Moissy : Rue Denis Papin

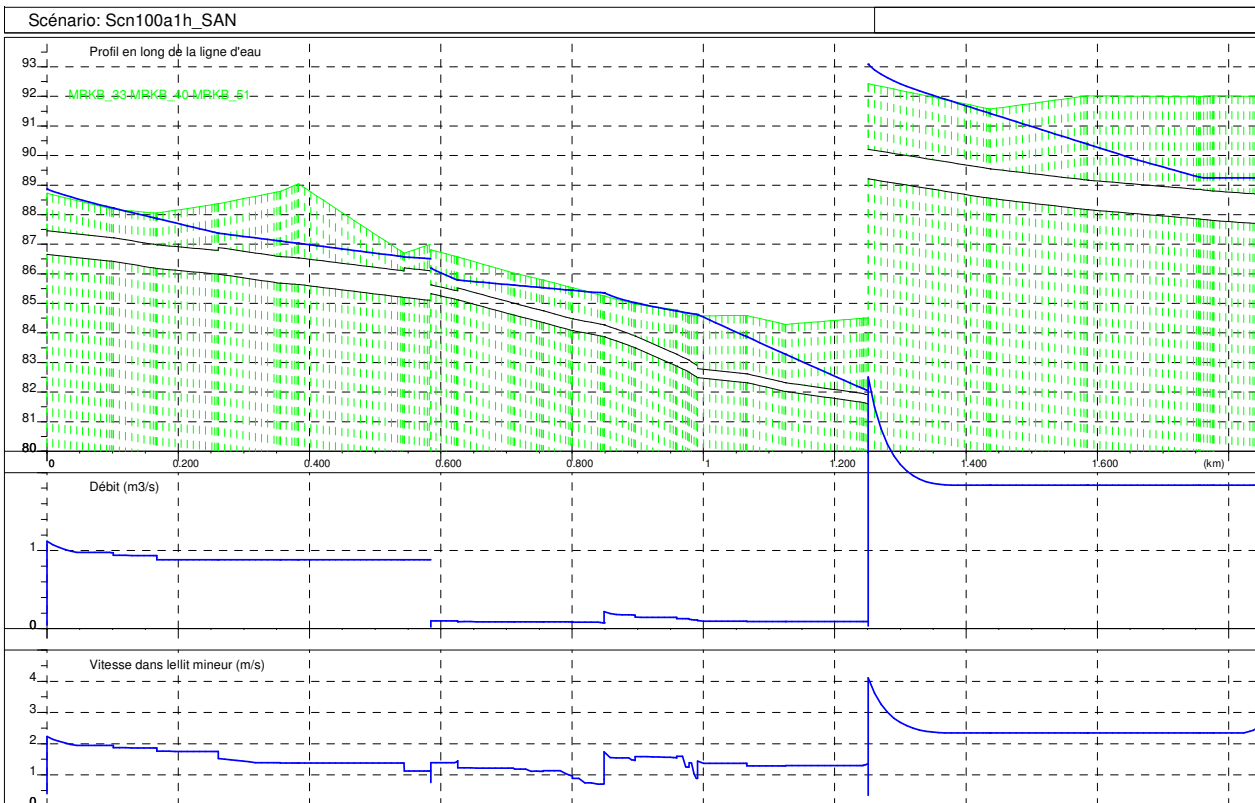
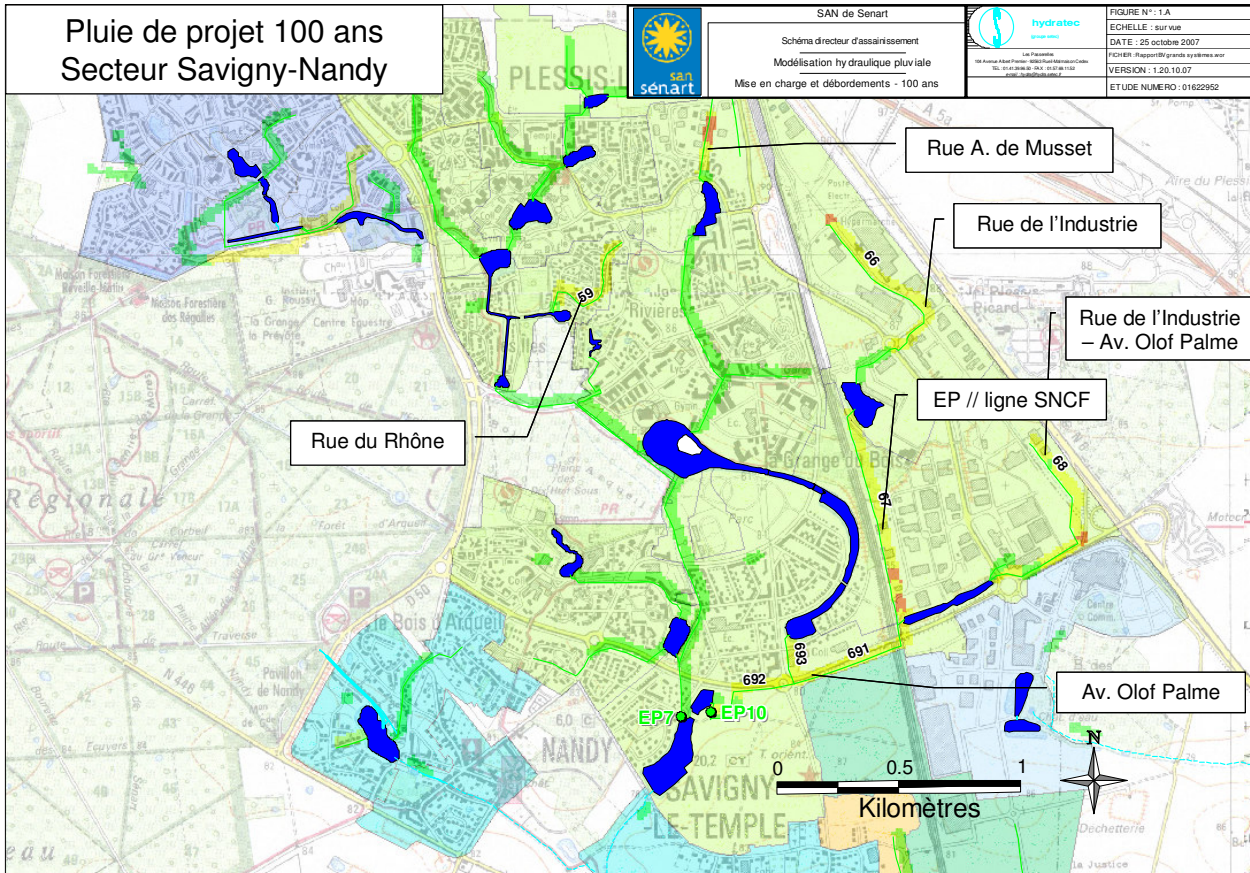


Schéma directeur d'assainissement
SAN de Sénart 77



Savigny : Rue de l'Industrie

Savigny : Av. Olof Palme

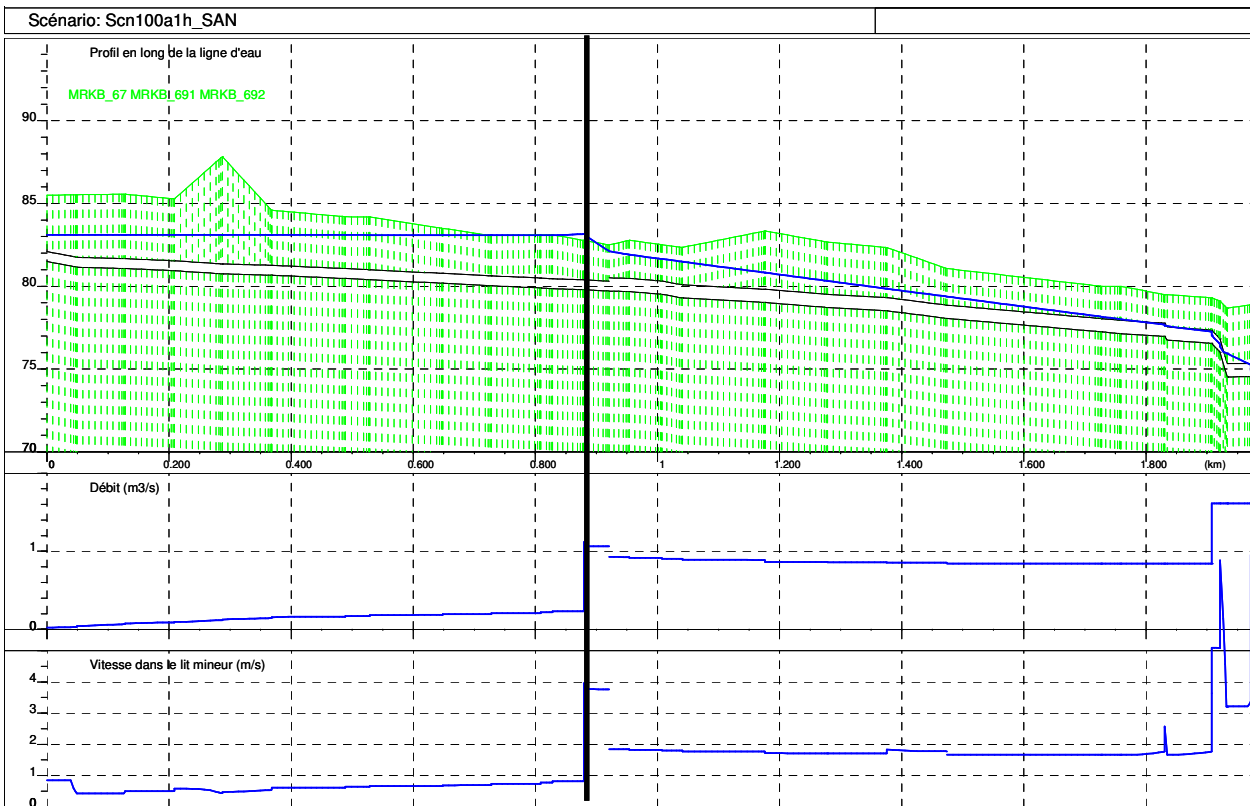
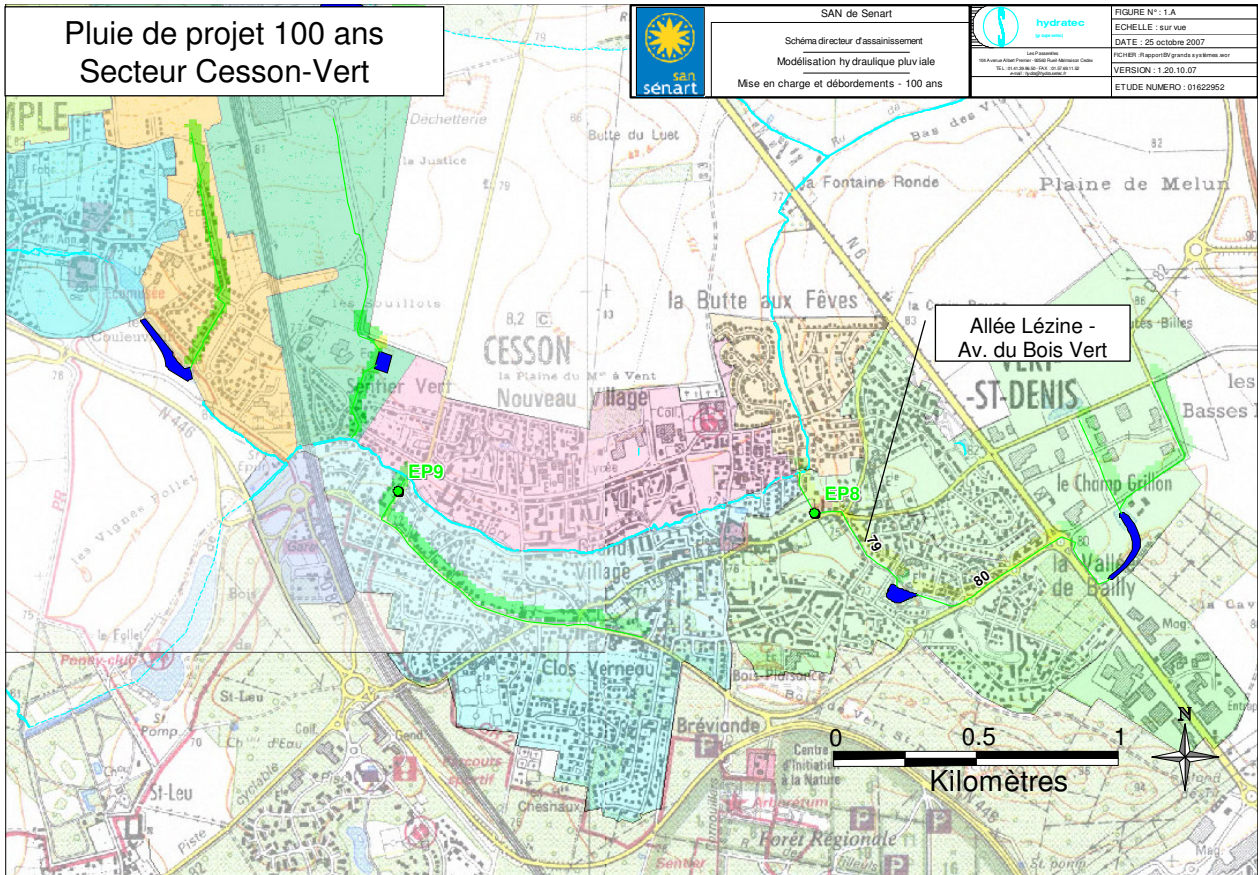
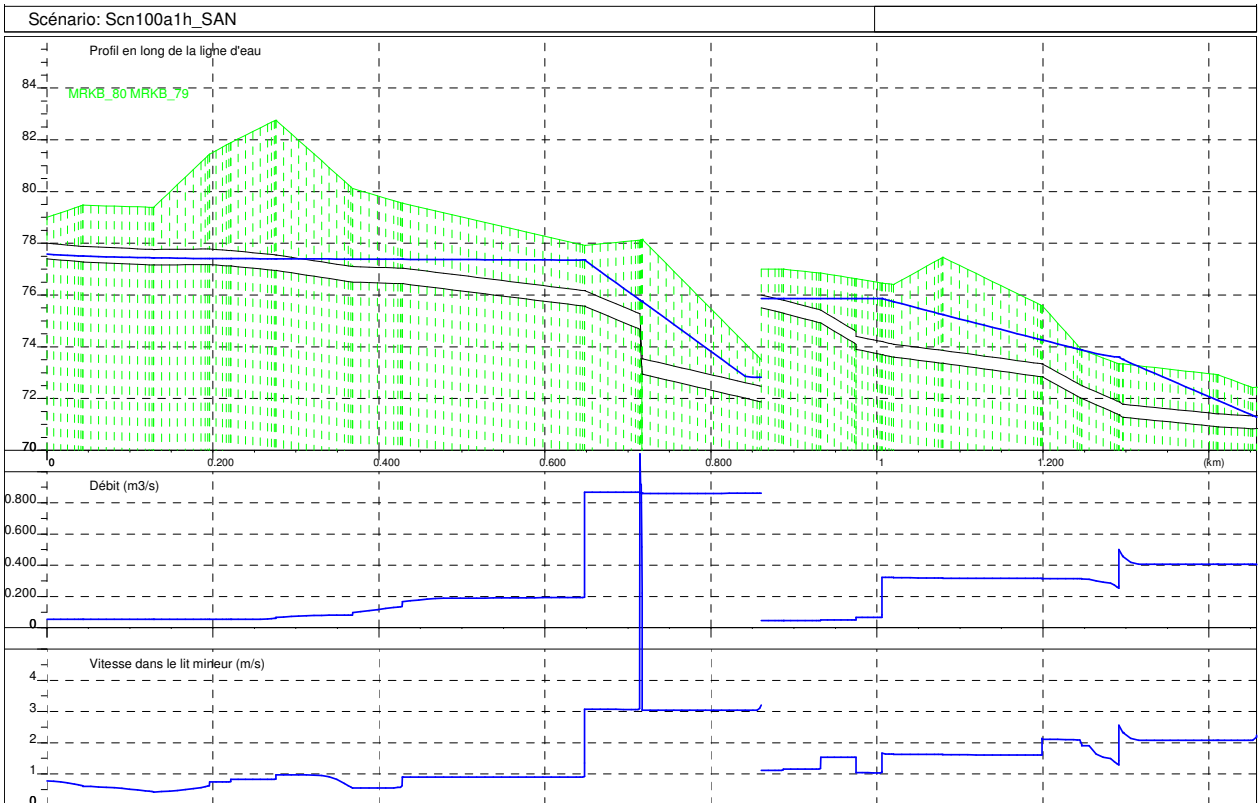


Schéma directeur d'assainissement
SAN de Sénart 77



Vert Saint Denis : Av. du Bois Vert - Allée Lézine



5. Actions à mener

Le modèle hydraulique montre que les antennes structurantes pluviales du SAN de SENART sont dimensionnées au-delà des occurrences classiques de 10, voire 20 ans car peu de débordements sont calculés pour l'occurrence exceptionnelle de 100 ans. Cela confirme le dimensionnement initialement étudié lors de la création et du développement de la ville nouvelle.

Aucune insuffisance capacitaire notable n'est constatée sur les antennes structurantes et volumes de bassins de stockage pluviaux. Les grandes capacités de stockage impactent favorablement sur les débits transitant dans les antennes structurantes.

Aucun aménagement pluvial n'est préconisé à cette échelle.

Toutefois, des inondations ne sont pas impossibles sur les réseaux secondaires (non modélisés) de chaque commune du SAN alimentant les antennes structurantes. Il serait alors à l'avenir judicieux de compléter le modèle global du SAN avec les réseaux secondaires.

Le modèle global pourrait quand à lui gagner en précision en le complétant avec :

- des caractéristiques de bassins encore plus précises (loi de remplissage, règles de vidanges),
- des données d'autosurveillance de débits dans les principales branches.

Enfin, en ce qui concerne les futurs aménagements sur le territoire du SAN et bien qu'il est démontré que le système pluvial dispose d'un potentiel capacitaire important, il sera convenable d'y limiter autant que possible de futurs apports pluviaux en privilégiant les techniques dites alternatives, soit la gestion des eaux de pluie à la parcelle.