
Annexe 3

Schéma directeur AMODIAG - MAI 2012



AMODIAG Environnement

Tel : 03.27.20.11.80 Fax : 03.27.20.11.89

VILLE D'YVETOT

**ETUDE COMPLEMENTAIRE DE MODELISATION DU
RESEAU EAUX PLUVIALES EN FONCTION DE LA
TOPOGRAPHIE**

RAPPORT FINAL

MAI 2012

Rédacteur
X. MISIAK

Approbateur
S. SISSOKO



EN ISO 9001
Certificat N°71 100 G 262

SOMMAIRE

1	PREAMBULE	3
2	DESCRIPTION DU MODELE HYDRAULIQUE INFOWORKS ET MISES A JOUR	
5	JOUR	
2.1	OBJECTIFS DE LA MODELISATION HYDRAULIQUE	5
2.2	EMPRISE DU MODELE	6
2.2.1	Description générale	6
2.2.2	Définition du réseau structurant	6
2.3	PRESENTATION DU LOGICIEL INFOWORKS CS V6.0	6
2.3.1	Fonctionnalités	7
2.3.2	Présentation du module de simulation de réseau	7
2.3.3	Calcul hydraulique	8
2.3.4	Capacités	8
2.4	ACQUISITION INFORMATIQUE DU RESEAU STRUCTURANT	9
2.4.1	Principe	9
2.4.2	Définition des bassins versants	9
2.4.3	Coefficient de ruissellement	10
2.4.4	Définitions des nœuds	12
2.4.5	Définition des tronçons	12
2.4.6	Saisie des exutoires	13
2.4.7	Remarque spécifique : prise en compte des apports des communes voisines.	14
2.5	CALAGE DU MODELE	14
2.6	CONSTRUCTION DES PLUIES DE PROJET	16
2.7	MISE A JOUR DU MODELE	17
2.7.1	Projets d'urbanisation future	17
2.7.2	Bassin de stockage des eaux pluviales rue du Vieux Moulin	17
2.7.3	Bassin de stockage des eaux pluviales au carrefour des rues d'Arcques et Coddeville	18
3	SIMULATIONS DES ECOULEMENTS PAR DEBORDEMENTS	20
3.1	RUES CONCERNEES	20
3.2	MISE EN PLACE DU MODELE D'ECOULEMENTS PAR DEBORDEMENTS	20
3.2.1	Modélisation des échanges avec le réseau d'eaux pluviales	20
3.2.2	Prise en compte des caractéristiques propres aux écoulements de surface	21
3.3	LEVES TOPOGRAPHIQUES	22
4	LOCALISATION DES DEBORDEMENTS SUR TROTTOIRS	23
4.1	LISTING DES INTERVENTIONS POMPIERS	23
4.2	SECTORISATION DES DEBORDEMENTS SUR TROTTOIR	24

1 PREAMBULE

La ville d'Yvetot est située au nord de la vallée de la Seine, entre Rouen et Le Havre. Elle présente la particularité de ne pas disposer de cours d'eau permanent. En effet, le sous-sol karstique piègent les eaux et entraîne la formation de vallons secs uniquement alimentés par les fortes pluies. Les écoulements de "surface" se résument donc à quelques fossés et aux réseaux d'eaux pluviales.

Ces derniers sont organisés en 12 grands bassins versants presque entièrement urbains avec pour exutoire des bassins ou bétoires. Le tableau ci-après récapitule les différents exutoires pour les bassins versants construits lors de l'étude diagnostique des réseaux d'assainissement de 2006.

Bassin versant	Localisation	Exutoire
BV EP Y1	φ300 Zone industrielle	Bétoire
BV EP Y2	φ300 route de Doudeville	Réseau de commune voisine
BV EP Y3	φ600 rue Jean Moulin	Bassin + puit filtrant
BV EP Y4	φ300 secteur Leclerc	Bassin + puit filtrant 35 m
BV EP Y5	φ1000 rue du Mont Joly	Lagune 3500 m3 + débit de fuite
BV EP Y6	φ600 rue du Mont Joly	Fossé
BV EP Y7	φ800 rue des Fonds	Bassin 3000 m3 + fossé
BV EP Y8	φ800 rue du Cordier	Bassin 3 000 m3 + fossé
BV EP Y9	φ500 rue Mensire	Prairie inondable
BV EP Y10	φ300 rue Landais	Bétoire
BV EP Y11	φ1000 rue de la Corderie	Lagune + puit filtrant
BV EP Y12	T130 rue de la République	Lagune + puit filtrant

Plusieurs débordements, essentiellement lors des orages d'été, ont été constatés ces dernières années, en particulier dans le secteur de la rue du Mont Joly et du Pont de Cany.

La modélisation conduite dans le cadre de l'étude diagnostique des réseaux d'assainissement a confirmé ces difficultés de fonctionnement. Elle a ainsi mis en évidence :

- une nette insuffisance à l'origine de débordements le long de l'axe pluvial reliant la rue Rétimare à la rue du Mont Joly via la rue d'Arques au sein du plus gros bassin versant de la ville,
- des débordements ponctuels sur d'autres bassins versants : Pont de Cany (BV EP Y12), rue Niatel (BV EP Y7), route de Doudeville (BV EP Y2),

Un programme de travaux a été mis en place pour diminuer progressivement ces points noirs en mettant l'accent sur l'axe Rétimare – Arques – Mont Joly, le plus critique. Il repose sur la création de plusieurs bassins de rétention morcelés en raison d'un parcellaire très urbanisé.

Ces ouvrages représentant un coût d'investissement très important pour la commune, ils ne peuvent donc pas être mis en place du jour au lendemain.

En attendant l'achèvement du programme d'aménagements, certains secteurs restent exposés aux risques de débordements ou d'inondations. L'enjeu en matière d'urbanisation est de définir et respecter des règles d'urbanisation strictes en vue de ne pas aggraver la situation actuelle tout en maintenant une dynamique d'aménagement indispensable pour l'avenir de la commune.

Pour conserver une possibilité d'urbaniser, il est donc nécessaire de hiérarchiser les débordements des réseaux en fonction des risques qu'ils font courir aux habitations riveraines. Pour cela, une modélisation complémentaire, ayant trait aux écoulements de surface, est requise. Elle devra permettre à la commune d'édicter des règles claires pour son urbanisation future.

Le présent document a pour objet :

- De présenter les résultats de la modélisation de l'écoulement sur voirie des rues concernées,
- d'identifier les secteurs où il existe des risques de débordements sur trottoirs pour une pluie centennale.

Il est accompagné:

- du plan récapitulatif des interventions pompiers ces dernières années
- du plan de l'urbanisation future,
- du plan de modélisation,
- du plan des résultats de simulation.

2 DESCRIPTION DU MODELE HYDRAULIQUE INFOWORKS ET MISES A JOUR

Lors de l'étude diagnostique des réseaux d'assainissement de la commune d'Yvetot réalisée en 2006, le réseau eaux pluviales a été modélisé sous le logiciel INFOWORKS. Les paragraphes à venir récapitule les caractéristiques du modèle qui sera utilisé dans le cadre de la présente étude.

2.1 OBJECTIFS DE LA MODELISATION HYDRAULIQUE

L'étude hydraulique a pour objectif d'appréhender l'ensemble des problèmes liés à la capacité hydraulique.

Les résultats obtenus doivent permettre l'étude du fonctionnement des réseaux lors d'évènements pluvieux d'occurrence rare (période de retour 5, 10, 20 et 100 ans) :

- Etablissement d'un diagnostic du fonctionnement actuel : mise en évidence des zones d'insuffisances hydrauliques (en particulier pour les tronçons de profondeur importante au niveau desquels des habitations sinistrées ont été signalées) ;
- Dimensionnement d'ouvrages hydrauliques assurant l'évacuation sans débordements des débits de pointe importants générés ;
- Positionnement et dimensionnement d'ouvrages permettant un abattement de la pollution générée par temps de pluie.

La réalisation de cet objectif nécessite la représentation des phénomènes hydrauliques en continu et de manière dynamique sur toute la durée des pluies. C'est pourquoi, il a été utilisé un outil performant, le logiciel INFOWORKS, permettant le calcul des volumes déversés et transités pour une pluie, de prendre en compte les spécificités de la zone de l'étude :

- La structure maillée des réseaux d'assainissement ;
- Les ouvrages spéciaux : bassins de stockage,
- Les influences du milieu naturel aux interfaces réseaux/milieu naturel ;
- La nécessité de modéliser le raccordement des bassins versant ruraux à l'amont du secteur d'étude

Le logiciel INFOWORKS permet la résolution complète des équations de Barré Saint-Venant.

2.2 EMPRISE DU MODELE

2.2.1 Description générale

Le modèle numérique intègre le réseau structurant de la commune d'Yvetot;

Le modèle a été étendu de manière à :

- englober les collecteurs principaux et secondaires d'eaux pluviales
- prendre en compte les ouvrages de transfert importants susceptibles de stocker des effluents en raison de leur taille.

Le modèle construit comprend :

- 305 nœuds de calcul et 260 tronçons
- 98 bassins versants

représentant 21 km de réseau modélisé et une surface de 522 ha

2.2.2 Définition du réseau structurant

L'analyse des réseaux d'assainissement et de la topographie du site a permis de préciser le découpage en bassin versant du secteur en particulier du point de vue des apports d'eaux pluviales. Des sous-bassins versants d'apport représentatifs ont ainsi été délimités. Ce découpage est présenté sur les « plans des bassins versants et nœuds de modélisation » de l'étude diagnostique de 2006.

Le modèle a été construit à partir des données recueillies au cours des reconnaissances de terrain et à partir des résultats d'une campagne de relevés topographique réalisée. Les côtes TN et radier des différents points levés lors de cette campagne ont été présentés, sur le plan des relevés topographiques lors de l'étude diagnostique de 2006.

2.3 PRESENTATION DU LOGICIEL INFOWORKS CS V6.0

Le logiciel InfoWorks CS V6.0 est développé par la Société Wallingford Software Ltd (filiale du Laboratoire Britanique HR Wallingford). Il constitue un système informatique modulaire de gestion et d'ingénierie, destiné à la maîtrise de l'eau en environnement urbain.

InfoWorks CS permet à la fois de gérer les ressources au jour le jour et d'établir une stratégie pour planifier à long terme les services qui interviennent aux différentes phases du cycle de l'eau.

InfoWorks CS permet la modélisation mathématique des phénomènes hydrologiques et hydrauliques affectant les réseaux d'assainissement urbains. Il permet aussi de reproduire le comportement d'automate de régulation ou même simuler une politique globale de régulation.

2.3.1 Fonctionnalités

Ce logiciel, évolution du logiciel HYDROWORKS dont il utilise le moteur de calcul, possède de très nombreuses fonctionnalités. Il permet notamment :

- la gestion des données descriptives du réseau,
- la gestion de données pluviométriques,
- la gestion de formes de conduites,
- la simulation du comportement hydraulique et/ou hydrologique d'un élément quelconque d'un système d'assainissement,
- la simulation du fonctionnement d'un réseau d'assainissement soumis à une pluie quelconque,
- la production de documents

La gestion des données et la présentation des résultats s'effectue par le biais d'une interface SIG permettant également l'import et l'export de données vers les logiciels de dessin (AUTOCAD) et logiciels SIG (Arcview, MapInfo).

2.3.2 Présentation du module de simulation de réseau

Le logiciel offre un très grand nombre de modèles possibles, dont les principaux sont les suivants :

- traitement de bassins versants ruraux et / ou urbains,
- utilisation du modèle de propagation en réseau de Barré de Saint-Venant,
- simulation d'un très grand nombre d'ouvrages spéciaux (déversoirs d'orage, stations de pompage, singularités hydrauliques diverses,...),
- injection en tout point d'hydrogrammes mesurés ou calculés,...

Son mode de calcul repose sur la procédure de transformation pluie débit suivante :

Le calcul s'effectue en deux étapes :

- le calcul du débit de pluie nette, par exemple par la formule rationnelle:

$$Q_e(t) = C.S.i(t)$$

où Q_e est le débit ruisselé, C le coefficient de ruissellement et $i(t)$ l'intensité de la pluie déduite du hyétogramme de la pluie simulée;

- le calcul de l'hydrogramme à l'exutoire du bassin versant, $Q_s(t)$, est établi à partir du modèle à réservoir linéaire ou de modèle de Muskingum:

$$dV(t)/dt = Q_e(t) - Q_s(t)$$

$$V(t) = K.Q_s(t)$$

où $V(t)$ est le volume stocké à l'instant t , et K un coefficient calculé à partir d'un ajustement de Desbordes.

Des modèles inclus dans le logiciel utilisé, permettent de prendre en compte, si cela est nécessaire, les pertes d'infiltration pour les parties rurales.

2.3.3 Calcul hydraulique

La modélisation de la propagation des débits dans les réseaux est basée sur la résolution des équations complètes de Barré de St-Venant.

La modélisation permet donc de prendre en compte les effets de stockage provoqués par la mise en charge des conduites, ainsi que les limitations de débit provoquées par les débordements.

2.3.4 Capacités

InfoWorks CS permet de manipuler de nombreux objets représentatifs d'une zone d'étude et d'un réseau :

- | | |
|--|------------------------------|
| - nœuds et bassins versants associés, | - singularités hydrauliques, |
| - tronçons, | - confluences, |
| - ouvrages spéciaux (déversoirs, vannes, bassins,...), | - défluences, |
| - exutoires, | - retenues. |

Chaque réseau peut comporter jusqu'à **400 nœuds**, ainsi que tous ouvrages spéciaux ou points singuliers.

2.4 ACQUISITION INFORMATIQUE DU RESEAU STRUCTURANT

2.4.1 Principe

L'acquisition informatique du réseau unitaire et pluvial nécessite chronologiquement :

- la segmentation de la structure des branches principales des réseaux (définition du réseau structurant),
- le découpage de la zone d'étude en bassins versants élémentaires,
- la saisie des caractéristiques géométriques, topographiques, physiques,... des entités considérées.

La typologie du système d'assainissement de la zone d'étude permet de mettre en évidence les éléments constitutifs suivants :

- les nœuds, où sont rattachées les cotes et qui sont matérialisés par un regard de visite, un ouvrage particulier, ou un point de raccordement ;
- les tronçons, limités par un nœud d'origine et un nœud d'extrémité, caractérisant une section de canalisation (longueur, pente) ;
- les branches, ensemble de tronçons consécutifs limités ;
- les zones, aires élémentaires appartenant à un sous-bassin et ayant des caractéristiques spécifiques (coefficient de ruissellement constant,...) ;
- les sous-bassins, secteurs de bassin(s) élémentaire(s) situés séquentiellement de l'amont vers l'aval ;
- les bassins versants (de type urbain et rural), découpés en bassins élémentaires, collectés par un collecteur principal, aboutissant à l'exutoire.

2.4.2 Définition des bassins versants

La découpe en bassins versants élémentaires est intervenue après la définition du réseau structurant modélisé.

Nous avons intégré les bassins versants rattachés au réseau structurant, aboutissant aux différents exutoires de la zone d'étude. Ces bassins versants sont desservis par des réseaux séparatifs pluviaux.

La découpe s'est attachée à définir des bassins versants homogènes, tant au niveau de la structure des réseaux qu'au niveau du comportement hydrologique de leurs surfaces.

Un tel découpage a donc résulté d'un compromis entre les surfaces des bassins versants et les coefficients d'imperméabilisation à prendre en compte. Nous avons considéré comme la plus représentative de la réalité la démarche consistant à délimiter les sous-bassins versants en fonction des réseaux rencontrés, tout en limitant leurs surfaces, et à optimiser les coefficients d'imperméabilisation selon le type de couverture et la densité de l'urbanisation.

2.4.3 Coefficient de ruissellement

La Nouvelle Instruction Technique de 1977 sur l'assainissement des agglomérations a défini, pour les zones typiquement urbaine ($C > 0,2$), le coefficient de ruissellement comme le taux d'imperméabilisation :

$$C = \frac{A'}{A}$$

A' : superficie de surface revêtue

A : surface totale du bassin versant.

La détermination du coefficient de ruissellement pour chaque bassin versant a été faite en plusieurs étapes :

- La première étape a consisté à définir une typologie des couvertures des surfaces drainées: dans la zone de l'étude, deux groupes de couverture des sols ont été définis en fonction du caractère urbain ou rural du bassin versant concerné :
 - **Zones urbaines**
 - Les zones commerciales et industrielles et les grands établissements collectifs (hôpital, collège, lycée, écoles...) caractérisés par des bâtiments de grande ampleur, des parkings et des espaces verts;
 - Les zones de lotissement, regroupant les bâtiments et les surfaces d'espaces libres privatifs (cours, jardins, allées de garage). Deux types de lotissements ont été définis selon l'espacement des maisons,
 - Les zones d'habitat plus dense (centre-ville),
 - Les parcs et jardins, espaces de jeu;
 - Les zones de logements collectifs.
 - **Zones rurales**
 - Les prés et champs;
 - Les zones boisées;

- Les fermes;

Pour chaque occupation du sol concernée, le coefficient de ruissellement de base a été augmenté dans les zones de fortes pentes.

Des valeurs théoriques de coefficient de ruissellement ont été attribuées à chaque type de couverture :

Occupation du sol en zone urbaine	Coefficient de ruissellement	Occupation du sol en zone rurale	Coefficient de ruissellement
Voirie, parking	0.76	Zone boisée / lande arbustive	0.04
zone de centre ville (urbain dense avec peu ou pas d'espaces verts)	0.48	Zone boisée / lande arbustive en forte pente	0.08
Zone résidentielles types HLM pente modérée	0.32	Pré en pente modérée	0.06
Zone pavillonnaire avec faible surface attenante (type allée Buffon)	0.26	Pré en forte pente	0.1
Zone pavillonnaire avec faible surface attenante en forte pente (P > 7%)	0.32	Terrain sans végétation en pente modérée	0.12
Zone de pavillons espacés	0.2	Terrain sans végétation en forte pente	0.22
Cimetière Urbain	0.26	Axe de voirie en pente modérée	0.6
Zone industrielle, centre commercial, établissements scolaires	0.36	Axe de voirie en forte pente	0.7
Parc / Espace vert / pelouse	0.06	Cimetière périurbain en pente modérée	0.4
Parc / Espace vert / pelouse en forte pente	0.14	Habitat rural (lotissement ou corps de ferme) sans réseau et peu dense	0.18
Lotissement dense type closerie des Monts	0.32		
Zone HLM en forte pente	0.64		

- En deuxième étape, la surface de chaque bassin versant ou sous-bassin versant a été répartie entre ces types de couverture des sols à partir des résultats des reconnaissances et des plans ;

Ainsi, pour chaque bassin versant, il est calculé une valeur théorique du coefficient de ruissellement : cette approche théorique de l'estimation des surfaces imperméabilisées suppose :

- que l'ensemble des surfaces imperméables considérées est effectivement raccordé,
- que pour chaque habitation ou immeuble collectif, les descentes situées sur la façade arrière sont aussi connectées au réseau d'assainissement pluvial,

2.4.4 Définitions des nœuds

Dans un premier temps, nous avons mis en évidence les nœuds principaux du réseau, matérialisés par :

- les têtes de réseau,
- les intersections principales,
- les exutoires et organes annexes.

Ensuite, nous avons défini certains nœuds "fictifs", indispensables pour la mise en forme numérique du réseau.

Les nœuds principaux ont fait l'objet de relevés topographiques sur le terrain, afin de déterminer, dans chaque cas, la cote du terrain naturel et la cote radier (fil de l'eau). Le report de ces levés topographiques figure sur le plan de présentation du modèle.

Pour certains nœuds intermédiaires, fictifs ou réels, nécessaires à la modélisation, nous avons déterminé les cotes du terrain naturel et les cotes radier par extrapolation (ou interpolation) linéaire (méthode de Newton).

Pour chaque nœud, nous devons renseigner les champs suivants :

- . les coordonnées X,Y du nœud dans le repère Cartésien orthonormé de base $\begin{pmatrix} i \\ j \end{pmatrix}$ considérée et servant de référentiel ; l'utilisation du fond de plan informatique et de l'interface SIG permet l'intégration directe de ces coordonnées
- . la cote du terrain naturel,
- . la cote du radier (fil de l'eau).

Le modèle numérique, décrivant le réseau structurant étudié, est constitué d'environ 305 Nœuds.

2.4.5 Définition des tronçons

Les tronçons ont tous une longueur supérieure ou égale à 5 m, afin d'éviter les instabilités numériques.

Pour chacun d'entre eux sont précisées les données suivantes :

- . les nœuds amont et aval,
- . les cotes amont et aval,

- . le type de canalisation (ou section),
- . la rugosité au sens de Manning-Strickler,
- . les hauteurs de seuil ou de chute.

L'Instruction Technique préconise en général un coefficient de rugosité, au sens de Manning-Strickler de :

- 60 pour les réseaux d'Eaux Pluviales et Unitaires,
- 70 pour les réseaux d'Eaux Usées.

Nous avons dans un premier temps pris ces valeurs par défaut avant calage du modèle.

Le modèle numérique réalisé, est constitué d'environ 260 tronçons.

2.4.6 Saisie des exutoires

Un exutoire est associé à un nœud du réseau. Trois types de loi de fonctionnement sont disponibles :

- . pas d'influence aval : régime permanent uniforme à l'exutoire,
- . hauteur constante (HC) : hauteur d'eau du milieu récepteur reste constante à l'aval de l'exutoire,
- . hauteur variable (HV) : les hauteurs d'eau à l'exutoire sont saisies sous la forme d'histogrammes.

Le modèle numérique, décrivant le réseau structurant étudié, est constitué de 13 exutoires, exutoires « réels ». Ces exutoires sont tous des bassins de stockage des eaux pluviales. Ces ouvrages n'ont pas été modélisés mais des levés topographiques ont été effectués et ont permis d'estimer de manière précise leur volume, figurant dans le tableau ci-après :

Nom du Bassin	Bassin de collecte	Capacité de remplissage
Bassin du cimetière	BV05	290 m ³
Bassin du centre de loisir	BV05	400 m ³
Bassin aval STEP	BV05-06	3 500 m ³
Bassin des fonds d'Auzbosc	BV07-08	2 200 m ³
Bassin rue Mensire	BV09	770 m ³
Bassin du Champ de Course	BV11-12	1 600 m ³
Lagune n°1 Sainte Marie	BV01	3 600 m ³
Bassin Leclerc	BV04	3 120 m ³
Bassin lycée Queneau	BV04	1 550 m ³
Bassin aval Mac Do	BV03-04	3 200 m ³

2.4.7 Remarque spécifique : prise en compte des apports des communes voisines.

Plusieurs bassins de collecte de la commune d'Yvetot reçoivent des apports en provenance de communes voisines :

Bassin de collecte	Commune	Type d'apport
BV01	Sainte Marie des Champs	urbain (ZI et lotissement)
BV05-06	Touffreville	rural et routier
BV07-08	Auzebosc	rural
BV09	Valliquerville	rural / périurbain
BV11	Valliquerville	rural / périurbain

Ces apports ont été considérés et un découpage de ces zones en secteurs de ruissellement homogène a été effectué à l'instar du travail fait sur Yvetot, avec toutefois une précision moindre du fait de l'absence de plans valables à notre disposition pour ces secteurs.

2.5 CALAGE DU MODELE

Le calage du modèle consiste à réajuster certains paramètres numériques (coefficient de ruissellement, surface totale des bassins versants, rugosité des canalisations, etc.) afin de faire converger les résultats obtenus par modélisation numérique avec ceux constatés au cours de la phase de mesures.

Le calage a été réalisé à partir de la chronique de pluie de la campagne de mesures de 2006 entre le 06 novembre et le 04 janvier 2007 ainsi que de la campagne complémentaire réalisée en juin 2007, enregistrées par le pluviographe situé aux services techniques de la ville d'Yvetot.

La simulation de temps de pluie est réalisée sur 1440 minutes, au pas de temps de temps de 5 minutes.

Les bilans de volume entre les différents points de mesure nous ont permis de définir sur des ensembles de bassins versants les surfaces actives correspondantes et d'en déduire ainsi les coefficients de ruissellement des différents bassins versants. Des comparaisons par points de mesure avec les résultats du modèle nous ont alors permis de préciser les autres paramètres (coefficient de Strickler, envasement des canalisations...).

Les caractéristiques des différents bassins versants de la zone d'étude obtenus à l'issue de ce calage sont les suivants :

	Surface totale	Surface Active
BV01	42.88 ha	12.75 ha
BV02	17.44 ha	4.37 ha
BV03	12.11 ha	3.64 ha
BV04	15.88 ha	5.15 ha
BV05	136.39 ha	34.57 ha
BV06	26.62 ha	5.03 ha
BV07	38.27 ha	11.63 ha
BV08	17.97 ha	4.60 ha
BV09	30.97 ha	6.87 ha
BV10	1.94 ha	0.58 ha
BV11	77.30 ha	11.22 ha
BV12	64.1 ha	18.9 ha
BV081	4.50 ha	0.31 ha
BV071	6.56 ha	1.62 ha
BV05 aval STEP	21.00 ha	1.44 ha
BV07-08 R	8.00 ha	0.64 ha

2.6 CONSTRUCTION DES PLUIES DE PROJET

La construction de ces pluies de projet a pris pour base les données suivantes :

Le poste le plus proche de la zone de l'étude sur lequel les analyses statistiques de type Intensité/Durée/Fréquence ont été réalisées est celui de ROUEN BOOS(76).

METEOFRANCE a établi par la méthode du renouvellement, des valeurs statistiques des hauteurs de pluie en fonction de durée de précipitations.

Ces valeurs ont été utilisées afin de définir une formule de type Montana permettant de calculer les hauteurs de pluies en fonction des durées et des fréquences de retour (courbes IDF) et utilisable dans le cadre de la modélisation du fonctionnement des réseaux: cette formule s'écrit comme suit :

$$H = a \times t^{1-b} \text{ avec :}$$

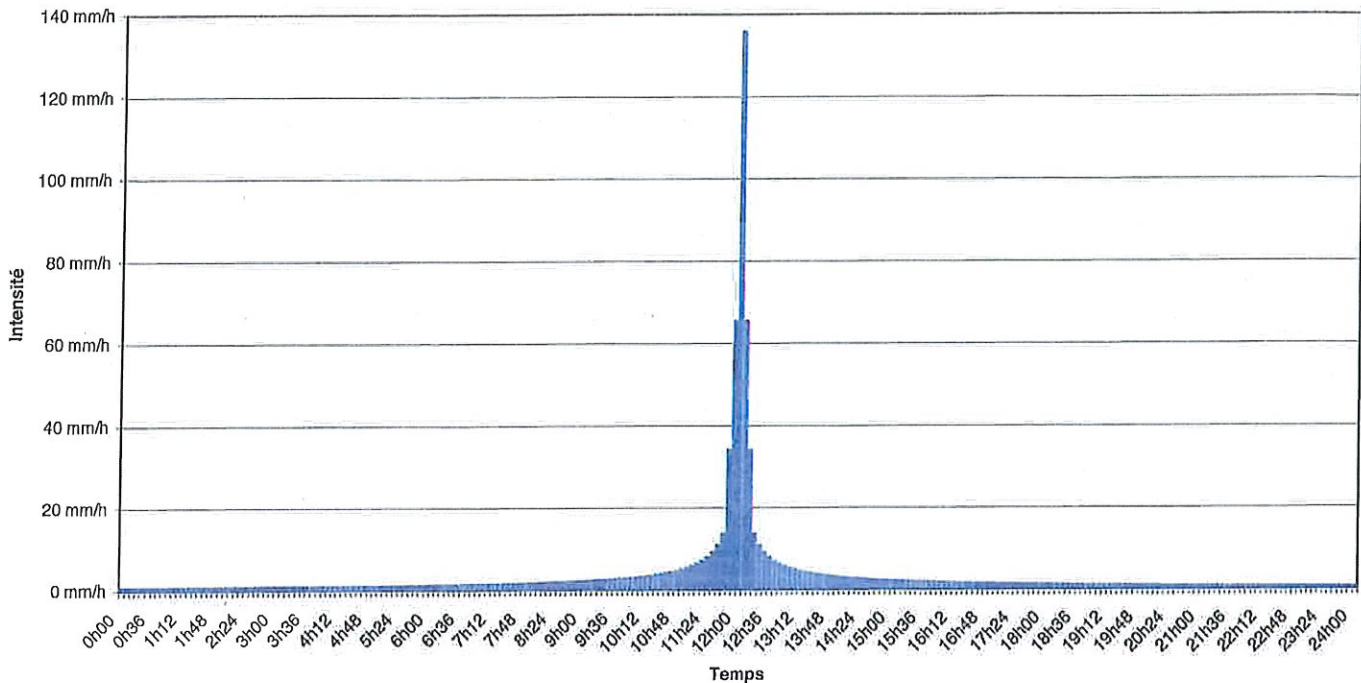
- H : hauteur en mm de la pluie de durée t en minutes
- a et b : coefficients de Montana, déterminés par ajustement des hauteurs de pluies .

Le tableau suivant résume les données d'intensité maximale et de hauteur précipitée sur le site de Rouen Boos pour des pluies de périodes de retour 10, 20 et 100 ans :

Période de retour	intensité maximale (mm/h)	Hauteur totale précipitée sur 24h (mm)
10 ans	95.00 mm/h	49.5 mm
20 ans	108.00 mm/h	0.0 mm
100 ans	136.00 mm/h	73.3 mm

Ces données permettent de déterminer le hyétogramme suivant :

Hyétogramme des pluies de période de retour 100 ans - Rouen Boos (76)



2.7 MISE A JOUR DU MODELE

2.7.1 Projets d'urbanisation future

Les projets d'urbanisation ont été fournis par les Services Technique de la ville d'Yvetot. La prise en compte de ces projets sous le logiciel INFOWORKS a consisté :

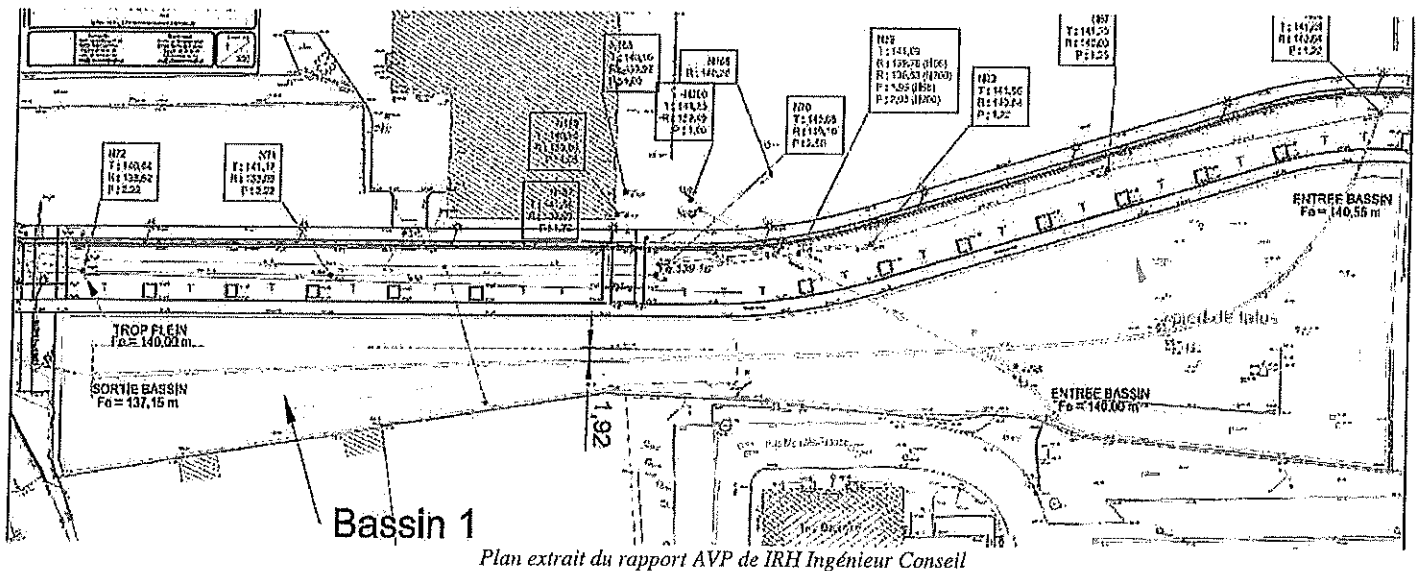
- o pour quelques cas, en la création de nouveaux bassins versants,
- o pour la majeure partie des cas à un réajustement des coefficients de ruissellement sur les bassins versants existants. Pour fixer le coefficient de ruissellement, nous nous sommes basés sur le tissu urbain à proximité.

Le plan des projets d'urbanisme fournie par la commune est joint au présent rapport.

2.7.2 Bassin de stockage des eaux pluviales rue du Vieux Moulin

Un bassin de retenue des eaux pluviales est projeté, rue du Vieux du Moulin. Il est en cours de projet, la maîtrise d'œuvre ayant été confiée au bureau d'études IRH Ingénieur Conseil et sera réalisé en fin d'année 2011.

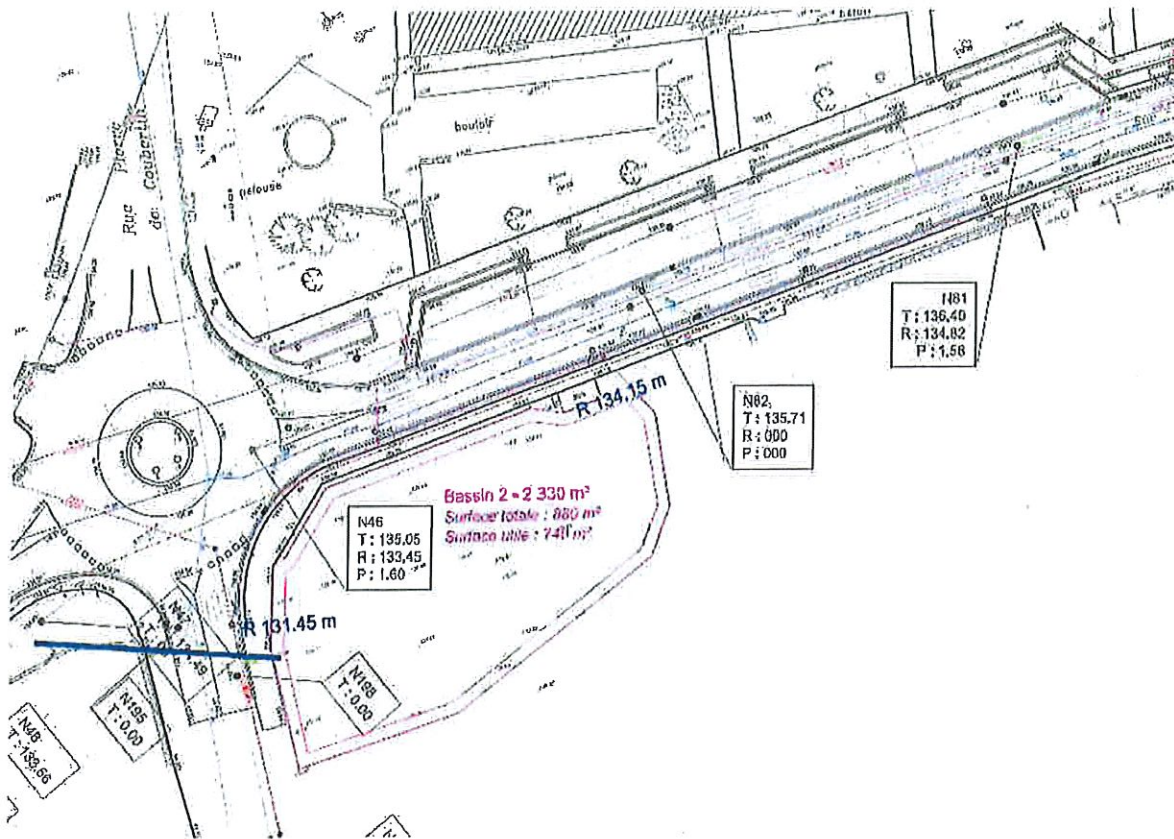
Ce bassin sera construit le long de la rue du Vieux Moulin. Il permettra de stocker 7 620 m³ sur une surface d'environ 4 000 m². Le schéma ci-après (extrait du rapport AVP de IRH Ingénieur Conseil) fixe l'implantation du bassin de stockage.



L'ensemble des caractéristiques du bassin ont été repris dans le modèle hydraulique sous INFOWORKS.

2.7.3 Bassin de stockage des eaux pluviales au carrefour des rues d'Arcques et Coddeville

Un bassin de retenue des eaux pluviales est projeté au carrefour des rues d'Arcques et de Coddeville. Il permettra de stocker 2 330 m³ sur une surface d'environ 880 m². Le schéma ci-après fixe l'implantation du bassin de stockage.



L'ensemble des caractéristiques du bassin ont été repris dans le modèle hydraulique sous INFOWORKS.

3 SIMULATIONS DES ECOULEMENTS PAR DEBORDEMENTS

Les simulations des écoulements sur voiries ont été réalisées pour une pluie de période de retour 100 ans.

Le plan de modélisation est joint au présent rapport.

3.1 RUES CONCERNEES

Les rues qui ont faits l'objet d'une simulation des écoulements de voiries sont celles dont le réseau d'assainissement présente un débordement pour la pluie centennale. Ces rues ont été répertoriées lors de l'étude diagnostique Il s'agit des rues suivantes :

Route de Doudeville	Rue des Deux Ponts
Rue Sainte Marie	Rue de la République
Rue de l'Enfer	Rue des Chouquettes
Rue de la Corderie	Rue Clovis Cappon
Rue Niatel	Rue Gautier d'Yvetot
Rue des Fonds	Rue Reimare
Rue Pierre Vieillot	Rue de l'Etang
Rue de Bailly	Rue d'Arcques
Rue du Mont Joly	Rue Joseph Coddeville

3.2 MISE EN PLACE DU MODELE D'ECOULEMENTS PAR DEBORDEMENTS

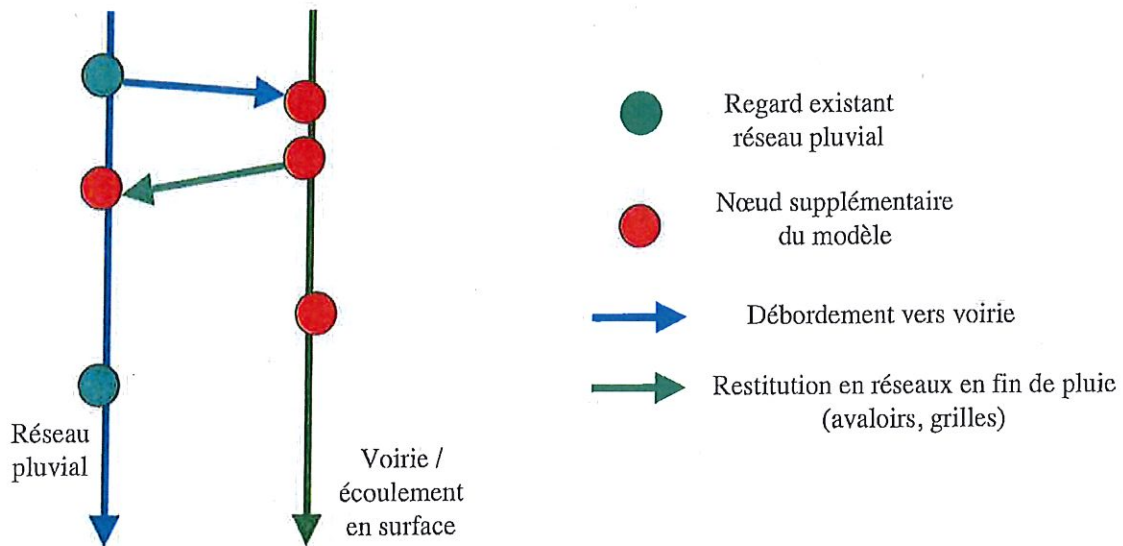
3.2.1 Modélisation des échanges avec le réseau d'eaux pluviales

L'alimentation de l'écoulement en voirie ou sur toute autre surface d'inondation s'est fait par débordement du réseau.

La première étape dans la construction du modèle a été donc de concevoir les possibles interactions entre les deux axes d'écoulement :

- sorties d'eau par débordement du réseau vers la voirie,
- retour d'écoulement de la voirie vers le réseau via les avaloirs et les grilles,

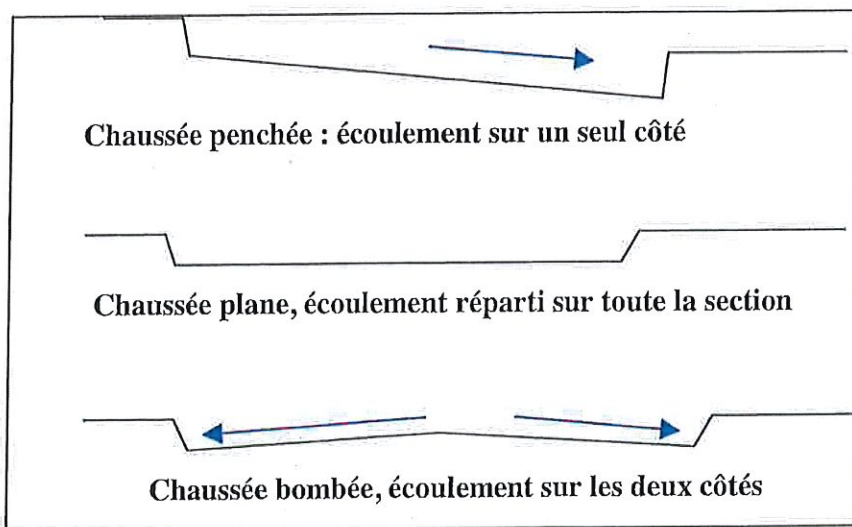
La figure suivante résume le modèle que nous avons utilisé.



3.2.2 Prise en compte des caractéristiques propres aux écoulements de surface

➤ Sections d'écoulement

Les sections d'écoulement en voirie sont très larges et généralement peu profondes. Cependant elles peuvent présenter de nombreuses configurations. La réalisation d'un levé géomètre reproduisant les sections transversales d'écoulement a permis de prendre en compte les différents cas et de préciser les conditions d'écoulement :



➤ Obstacles, rugosité de la voirie

La rugosité de la voirie a été choisie égale à 100 (coefficient de Manning Strickler).

3.3 LEVES TOPOGRAPHIQUES

Des relevés en long et en travers des voiries ont été réalisés sur les rues citées précédemment. Ces relevés ont été effectués par le cabinet de géomètres CALDEA Géomètres experts à Elbeuf.

4 LOCALISATION DES DEBORDEMENTS SUR TROTTOIRS

4.1 LISTING DES INTERVENTIONS POMPIERS

Le Groupement Opérations Prévision des Sapeurs Pompiers de Seine Maritime nous ont fournis les données relatives aux interventions consécutives à des inondations provoquées par des intempéries sur la commune d'Yvetot. Le tableau récapitule ces interventions pour les mois de décembre 1999 et d'août 2008.

Date	Adresse	Observations
13/12/1999	96, rue Ferdinand Lechevallier	Caves inondées sur environ 1 m
20/12/1999	96, rue Ferdinand Lechevallier_ Résidence de Bretonne	Cave inondée
25/12/1999	2, rue Cauchoise	Inondation du sous-sol
	44, rue du Cornet	Inondation dans la cave
	11, rue Clovis Cappon	Sous sol inondé
	7, rue du docteur Marcel Richard	Maison inondée
	41, rue de la République	Cave inondée
	Rocade d'Yvetot _ Lycée agricole	
	Route de Héricourt	
	Auberge du Val au Cesne	
	Rue du docteur Marcel Richard	Inondation
	1, route de Cany	Rdc inondé
	7, rue de la Briqueterie	Inondation
	Quartier du Fay	
	38, rue du Mont Joly	Plaque d'égout sautée
26/12/1999	2, rue des Arpents	Maison inondée
	11, rue Clovis Cappon	Maison inondée
	21, rue des Champs	Cave inondée
	6, route de Gremonville	
	3, rue du Colonel Trupel	
	16, rue de la Briqueterie	Cave inondée
	21, rue de la Briqueterie	Sous sol inondée

	33, rue du Cornet	
	96, rue Ferdinand Lechevallier	Caves inondées
	Rue de la Briqueterie	Inondation sur voirie
	4, allée Emile Zola	Cave inondée
	40, rue du Clos des Parts	
03/08/2008	Rue de la Breme	Route inondée
	45, rue de l'Etang	
	Gare SNCF	
	Immeuble Tour Ile de France	Inondation route
	40, avenue Georges Clemenceau	Epuisement
	Rue Clovis Cappon	Cave inondée
	4, rue Refigny	
04/08/2008	14, rue Niatel	Cave inondée
	1, rue Refigny	Cour inondée
28/08/2008	54, rue Félix Faure	Inondation
	27, rue des Petits Bezos	

On observe des interventions récurrentes :

- Rue Ferdinand Lechevallier
- Rue Clovis Cappon.

4.2 SECTORISATION DES DEBORDEMENTS SUR TROTTOIR

Pour chaque rue ayant fait l'objet d'une simulation, nous avons calculé la hauteur d'eau sur la voirie et la hauteur du trottoir de chaque côté de la voirie. Les hypothèses suivantes ont été considérées :

- Dès débordement sur la voirie, nous avons considéré qu'il y avait risque d'inondation pour les habitations. Par conséquent, il n'est pas pris en compte par exemple la présence de muret en bordure d'habitations ou encore le fait que les maisons soient situées en hauteur....
- Au point bas des voiries (Rue Rétimare et au droit du pont Cany à l'extrémité de la rue de la République), nous avons considéré que les eaux restées sur voirie, ce qui explique les hauteurs d'eau importantes calculées à ces points.

L'ensemble des résultats est reporté sur le *plan des résultats de modélisation pour la pluie centennale joint au présent rapport*.

Des débordements sur trottoir sont observés :

- **Rue de la République et rue des Chouquettes** : Le point critique se situe au droit du pont Cany à l'extrémité de la rue de la République où les eaux de ruissellement proviennent de la rue des deux Ponts et de la rue de la République : les avaloirs ne suffisent pas à « absorber » la totalité des eaux. A noter que le réseau d'assainissement de la rue des deux ponts est en charge.
- **Route de Doudeville et rue Sainte Marie**. Les parcelles 125 et 145 constituent le point bas de la rue Sainte Marie et présentent un risque d'inondation. Sur la route de Doudeville, on observe des débordements de trottoirs, le risque majeur se trouvant à l'aval pour les parcelles 37 et 39 (point bas).
- **Rue Rétime** : On observe des débordements sur trottoir des deux côtés après le carrefour avec l'avenue Georges Clemenceau. Le point plus critique se situe au carrefour avec la rue Mendès France (point bas de la rue).
- **Rue Niatel et rue des Fonds** : Le long de la rue Niatel, on observe des débordements sur voirie à l'aval de la rue (avant le carrefour avec la rue des Fonds). Cependant le danger est moindre car les maisons sont surélevées à cet endroit. Le long de la rue des Fonds entre la rue Niatel et la rue de Bailly, on observe des débordements sur trottoir de chaque côté de la rue. Sur l'aval de la rue des Fonds (après le carrefour avec la rue Bailly), les hauteurs d'eau sur voirie sont plus faibles. Des débordements sont néanmoins observés en rive droite puis en rive gauche.
- **Rue Du Mont Joly** : La rue Mont Joly constitue le secteur le plus critique sur la commune d'Yvetot.
 - Entre la rue Joseph Coddeville et la rue du Fort Rouge, il existe des débordements sur trottoir des deux côtés de la voirie. La rive gauche est la plus sujette à des inondations (parcelles 5 à 41) car les habitations possèdent des garages en contrebas de la voirie et les hauteurs de trottoir sont souvent faibles. La rive droite présente un risque moindre car les habitations sont situées au dessus de la voirie et la voirie est légèrement inclinés vers la rive gauche.

- A l'aval du carrefour avec la rue du Fort Rouge, les deux rives sont sujettes aux débordements. Cependant la rive gauche présente un risque plus faible car située en hauteur par rapport à la voirie
- **Rue Du Vieux Moulin** : On observe des débordements sur trottoir sur le côté droit de la rue. Des débordements sont également observés dans le chemin en prolongement de la rue du colonel Trupel et dans l'espace vert à l'aval.
- **Rue d'Arques** : les risques de débordement se situent sur la rive gauche
- **Rue Joseph Coddeville** : Les débordements sur trottoir sont observés en amont de la rue où les hauteurs de trottoirs sont les plus faibles, le risque le plus fort étant pour la rive gauche étant donnée l'inclinaison de la chaussée.
- **Aval de la rue de l'Étang (entre la rue Saint François et la rue d'Arques)** : Les débordements sur trottoir sont observés sur la rive droite où les hauteurs de trottoir sont les plus faibles.

Il est à noter qu'il n'existe pas de corrélation entre les interventions pompiers et les inondations observées par la simulation.

Fait à Prouvy,
AMODIAG Environnement,
Mai 2012

PLANS

PLAN DES PROJETS D'URBANISME

PLAN DES INTERVENTIONS POMPIERS DE DECEMBRE 1999 ET AOUT 2008

Ville d'YVETOT

Etude complémentaire de modélisation du réseau d'eaux pluviales en fonction de la topographie

Rapport Révision 1

Page 29

PLAN DE MODELISATION

PLAN DES RESULTATS DE SIMULATION POUR LA PLUIE CENTENNALE

Ville d'YVETOT

Etude complémentaire de modélisation du réseau d'eaux pluviales en fonction de la topographie

Rapport Révision 1

Page 31