SCHEMA DE GESTION DES EAUX PLUVIALES DE GODERVILLE

PHASE 2 : EVALUATION DU FONCTIONNEMENT DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT DES EAUX PLUVIALES ACTUEL DE LA COMMUNE DE GODERVILLE

VERSION DEFINITIVE

AOUT 2019

SOMMAIRE

CHAPITRE I : PREAMBULE 5

I.1 Rappel du contexte et objectifs de l'étude 7

I.2 Cadre législatif et règlementaire 7

I.3 Phasage de l'étude et contenu du présent document 8

CHAPITRE II : METHODOLOGIE UTILISEE 9

II.1 Définition des secteurs à enjeux 11

II.1.1 Synthèse des dysfonctionnements identifiés en phase 1 11

II.1.2 Les projets de développement communaux 11

II.2 Les méthodes d'estimations hydrologiques et hydrauliques 15

II.2.1 La méthode Rationnelle et la méthode des Volumes 15

II.2.2 La méthode de l'hydrogramme unitaire du S.C.S. 17

II.3 Caractérisation physique et hydraulique des sous bassins versants 20

II.3.1 Détermination des sous-bassins versants 20

II.3.2 Paramètres physiques 20

II.3.3 Paramètres hydrauliques 21

II.4 Détermination des pluies de projets « locales » 24

II.4.1 Données pluviométriques 24

II.4.2 Elaboration des pluies de projet 24

II.4.3 Hauteur et intensité des pluies de projet 25

II.4.4 Elaboration des hyétogrammes 26

II.5 Détermination de la capacité hydraulique du réseau de gestion des eaux pluviales 27

II.5.1 Ecoulements gravitaires 27

II.5.2 Ecoulements en charge 28

II.5.3 Infiltration 28

CHAPITRE III : RESULTATS DE LA QUANTIFICATION DES ECOULEMENTS 29

III.1 Quantification des écoulements sur le réseau pluvial 31

III.2 Résultats hydrologiques 35

III.3 Estimation du niveau d'insuffisance 35

III.3.1 Saturation des canalisations 35

III.3.2 Saturation des ouvrages de rétention et d'infiltration 36

III.4 Analyse des résultats 41

III.5 Conclusion sur la quantification des écoulements 44

TABLES DES MATIERES 45

ANNEXES DU DOCUMENT 49

CHAPITRE I : PREAMBULE

I.1 Rappel du contexte et objectifs de l'étude

Dans le cadre de l'élaboration de son Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi), la communauté de communes Campagne de Caux souhaite réaliser un schéma de gestion des eaux pluviales sur le territoire de la commune de Goderville.

Le schéma de gestion des eaux pluviales doit permettre de prendre en compte les écoulements d'eau pluviale, naturels ou anthropiques, dans le document d'urbanisme. Les dysfonctionnements existants et les projets de développement communaux y sont recensés.

L'étude permettra donc d'intégrer au document d'urbanisme :

- Les zones présentant un risque d'inondation sur lesquelles l'implantation de nouvelles constructions doit être évitée.
- Les éléments du paysage qui seront à conserver du fait de leur intérêt hydraulique.
- Un règlement d'assainissement des eaux pluviales, qui définit des modes de gestion des eaux pluviales adaptés à chaque zone du document d'urbanisme.
- Les emprises de futurs aménagements hydrauliques, communaux et intercommunaux, nécessaires au projet de développement de la commune.

I.2 Cadre législatif et règlementaire

Conformément aux prescriptions relatives à l'aménagement et à l'utilisation de l'espace de l'article L 110 du Code de l'Urbanisme, la collectivité compétente – en l'occurrence **la communauté de communes Campagne de Caux –** doit assurer la sécurité et la salubrité publique.

L'article L121-1 de ce même code fixe les objectifs généraux que les documents d'urbanisme communaux - tels que le Plan Local d'Urbanisme - doivent prendre en compte. Y figurent notamment la prévention des risques naturels prévisibles et la prise en compte de la gestion des eaux.

Le schéma de gestion des eaux pluviales permet à la communauté de communes de satisfaire à ces prescriptions législatives et réglementaires, en aboutissant à la définition d'un zonage d'assainissement pluvial.

Le schéma de gestion des eaux pluviales respecte également les articles 640 et 641 du Code Civil, qui précisent respectivement que :

- « Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué ».
- « Tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds ».

I.3 Phasage de l'étude et contenu du présent document

L'étude se décompose en six phases :

- Phase 1 : Etat des lieux hydrologiques et hydrauliques
- Phase 2 : Fonctionnement du système d'assainissement pluvial actuel
- Phase 3 : Zonage de l'aléa inondation et prescriptions
- Phase 4 : Zonage de l'assainissement pluvial
- Phase 5 : Propositions d'aménagements
- Phase 6 : Fiches pédagogiques

Le présent document correspond à la seconde phase de l'étude :

« Evaluation du fonctionnement du système d'assainissement pluvial actuel de la commune de Goderville ».

Ce rapport présente la méthodologie utilisée et les résultats des modélisations hydrologiques réalisées. La capacité du système d'assainissement pluvial actuel a ainsi pu être évaluée.

Les estimations hydrologiques permettront également la réalisation de propositions d'aménagements hydrauliques dimensionnées en phase 5, visant à résoudre les dysfonctionnements.

CHAPITRE II : METHODOLOGIE UTILISEE

II.1 Définition des secteurs à enjeux

Les estimations hydrologiques et hydrauliques effectuées dans le cadre de la deuxième phase du schéma de gestion des eaux pluviales de la commune de Goderville ont porté sur des secteurs considérés à enjeu, à savoir :

- Les zones urbaines sur lesquelles des dysfonctionnements hydrologiques et/ou hydrauliques ont été recensés,
- Les secteurs sur lesquels des projets de développement communaux sont envisagés et pour lesquels le contexte hydrologique implique un risque potentiel d'inondation.

II.1.1 Synthèse des dysfonctionnements identifiés en phase 1

Le tableau en page suivante synthétise les principales caractéristiques des dysfonctionnements hydrologiques recensés sur la commune de Goderville lors de la phase 1 de l'étude.

D'après le tableau de synthèse en pages suivantes, 20 dysfonctionnements hydrauliques ont été recensés sur la commune de Goderville. Parmi eux 5 sont situés dans le centre-bourg de la commune dont 2 ont d'ores et déjà été résolus.

Une hiérarchisation a également été réalisée lors de la phase 1 pour chacun de ces dysfonctionnements, intégrant la fréquence d'apparition et l'enjeu des éléments touchés. Trois classes ont ainsi été distinguées et figurent dans le Tableau 1 dans les pages suivantes.

Les 3 zones de dysfonctionnement identifiées dans le bourg de Goderville appartiennent aux trois catégories de priorité, notamment le dysfonctionnement DH_GO_07, situé rue Emile Bernard, qui appartient à la classe de priorité 1.

II.1.2 Les projets de développement communaux

La modélisation du réseau de gestion des eaux pluviales de Goderville va permettre une quantification des débits dans le réseau et une évaluation des risques potentiels d'inondation des zones urbanisées ou à urbaniser ainsi que de leurs voies d'accès (présence d'un axe de ruissellement sur voirie par exemple).

Dans ce cadre, les projets de développement communaux ont été recensés à l'issue de la première phase de l'étude et sont présentés sur la carte en page suivante.

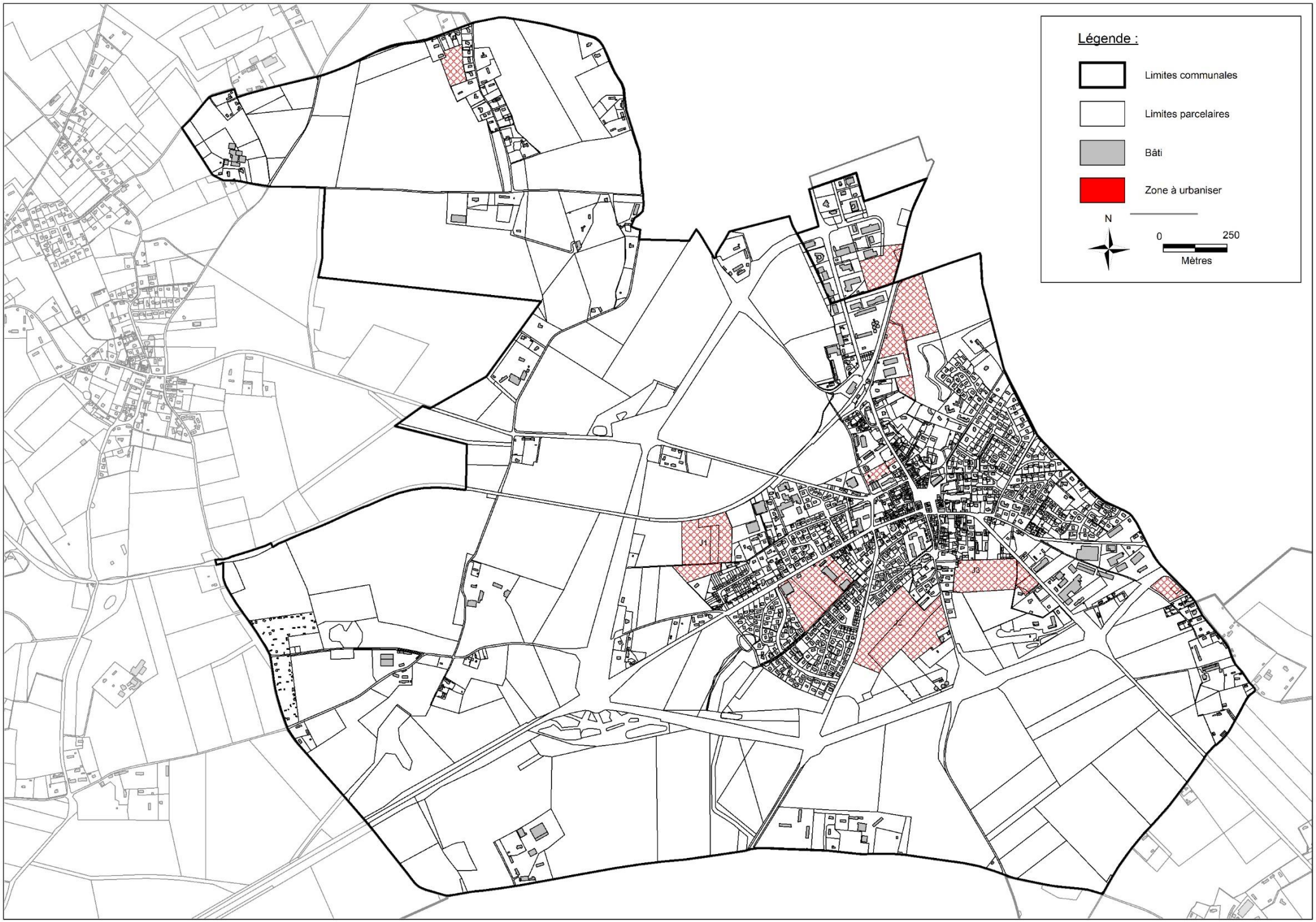
Légende :
Limites communales
Limites parcelaires
Bâti
Zone à urbaniser
N
0
250
Mètres

Tableau 1 : Liste des dysfonctionnements hydrauliques sur la commune de Goderville

IDENTIFIANT	LOCALISATION	TYPE D'INONDATION	BIENS TOUCHES	TYPOLOGIE DE L'ENJEU	FREQUENCE D'APPARITION	ORIGINE PRESUMEE DU DYSFONCTIONNEMENT	SOURCE DE L'INFORMATION	REMARQUE	FREQUENCE (F) *	ENJEU (E) **	HIERAR-CHISATION (H) ***	PRIORITE ****
DH_GO_01	Basse rue du Crétot	Ruissellements naturels	Terrain, sous-sol et voirie	Parcelle urbaine et voirie	Régulier	Pente forte, concentration des écoulements et réseau pluvial en surface	SMBV Pointe de Caux Etretat Marie	Proposition d'aménagement : un bassin de rétention en amont du hameau de Crétot Conserver la parcelle amont en prairie	3	2	7	I
DH_GO_02	Ferme Duboc	Ruissellements naturels	Bâtiment	Parcelle urbaine	Exceptionnel	Parcelle située dans l'axe de ruissellement	SMBV Pointe de Caux Etretat	/	1	2	5	II
DH_GO_03	Mare des Gernaux	Ruissellements anthropiques	Voirie et culture	Voirie et parcelle agricole	Exceptionnel	Mauvaise évacuation de la mare du Gernaux	EGI Etretat	/	1	2	5	II
DH_GO_04	La maison Brûlée	Ruissellements naturels	Terrain et habitation	Parcelle urbaine	/	Parcelle située dans l'axe de ruissellement	SMBV Pointe de Caux Etretat	40 cm d'eau avant les aménagements en 2016	2	3	8	Dysfonctionnement résolu
DH_GO_05	Rue Saint-Jacques	Inondation habitation	Habitation	Parcelle urbaine	/	Parcelles situées au point bas	SMBV Pointe de Caux Etretat	/	1	2	5	Dysfonctionnement résolu
DH_GO_06	Rue du vieux château	Inondation habitation	Sous-sol	Parcelle urbaine	/	Axe de ruissellement	Mairie	/	1	2	5	Dysfonctionnement résolu
DH_GO_07	Carrefour de la rue Emile Bernard et rue de la Voie Romaine	Inondation du parking et de la voirie	Parking et voirie	Voirie	Régulier	Saturation du réseau et ruissellement sur la chaussée	Mairie	Proposition d'aménagement par la commune de Goderville : Continuer le réseau séparatif au niveau du carrefour	3	2	7	I
DH_GO_08	Près de la déchèterie	Ruissellements naturels	Prairie	Parcelle agricole	Exceptionnel	Saturation du bassin d'infiltration	SMBV Pointe de Caux Etretat	/	1	1	3	III
DH_GO_09	Sous la déchèterie	Ruissellements naturels	Prairie	Parcelle agricole	Exceptionnel	Saturation des bassins d'infiltration	SMBV Pointe de Caux Etretat	Risque de pollution dû à la proximité de la déchèterie	1	1	3	III
DH_GO_10	STEP	Stagnation d'eau	Terrain	Parcelle urbaine	Occasionnel	Pente faible et parcelle talutée	ALISE	Présence de gravats et dépôts de terre	2	1	4	III
DH_GO_11	STEP	Ruissellements naturels	Prairie et arboriculture	Parcelles urbaines et cultures	Exceptionnel	Saturation du puisard	Remembrement de Goderville	Bassin de rétention au niveau du puisard	1	2	5	II
DH_GO_12	Le Bocage	Ruissellements anthropiques	Prairie et voirie	Parcelle agricole et voirie	Exceptionnel	Obstruction de la buse d'évacuation	EGI Etretat	/	1	2	5	II
DH_GO_13	La Renardière	Ruissellements	Terrain et chemin	Parcelle urbaine et voirie	Exceptionnel	Imperméabilisation	SMBV Pointe de Caux Etretat	/	1	2	5	II
DH_GO_14	Route de la Veslière	Ruissellements naturels	Garage	Parcelle urbaine	Occasionnel	Parcelle située dans l'axe de ruissellement	SMBV Pointe de Caux Etretat	1m80 d'eau	2	2	6	II

IDENTIFIANT	LOCALISATION	TYPE D'INONDATION	BIENS TOUCHES	TYPOLOGIE DE L'ENJEU	FREQUENCE D'APPARITION	ORIGINE PRESUMEE DU DYSFONCTIONNEMENT	SOURCE DE L'INFORMATION	REMARQUE	FREQUENCE (F) *	ENJEU (E) **	HIERAR-CHISATION (H) ***	PRIORITE ****
DH_GO_15	Route de la Veslière	Ruissellements naturels	Voirie et prairie	Voirie et parcelle agricole	Occasionnel	Obstruction du réseau d'évacuation	EGI Etretat	/	2	2	6	Dysfonctionnement résolu
DH_GO_16	Route de la Veslière	Obstruction du réseau d'évacuation	Voirie	Voirie	Exceptionnel	Sous-dimensionnement du réseau	SMBV Pointe de Caux Etretat ALISE	Inondation lors des longues pluies d'hivers (ex : 2013, 2018)	2	1	4	III
DH_GO_17	Ferme de la Veslière	Ruissellements naturels	Bâtiment agricole et terrain	Parcelle urbaine	Occasionnel	Parcelle située dans l'axe de ruissellement	SMBV Pointe de Caux Etretat	/	2	2	6	II
DH_GO_18	Camping	Ruissellements naturels	Terrain de camping	Parcelle urbaine	Occasionnel	Obstruction du réseau d'évacuation	SMBV Pointe de Caux Etretat ALISE	Est situé dans l'axe de ruissellement	2	3	8	I
DH_GO_19	Route de Longueil	Ruissellements naturels	Prairie et voirie	Parcelles agricoles et voirie	Régulier	Surverse du bassin d'infiltration et obstruction de la buse passant sous la route	SMBV Pointe de Caux Etretat	Surverse régulière du bassin Buse insuffisante	3	1	5	II
DH_GO_20	Ferme de Longuemare	Ruissellements naturels	Prairies et voirie	Parcelles agricole et voirie	Exceptionnel	Saturation du fossé	SMBV Pointe de Caux Etretat	Zone forestière en dépression	1	1	3	III

(*) Fréquence F : 3 = plusieurs fois par an, 2 = une fois tous les 5 ans et 1 = exceptionnel

(**) Enjeu E : 3 = habitations (pièces à vivre), 2 = routes principales, constructions (non habitées) et parcelles bâties et 1 = routes secondaires et parcelles non bâties

(***) Hiérarchie H = F+2xE : des dysfonctionnements à traiter prioritairement (8) aux dysfonctionnements les moins importants (3)

(****) Trois classes de priorité : priorité I (les moins importants) à priorité III (à traiter prioritairement)

II.2 Les méthodes d'estimations hydrologiques et hydrauliques

Dans le cadre du schéma de gestion des eaux pluviales de la commune de Goderville, l'objectif des estimations hydrologiques et hydrauliques est de définir, pour une pluie prédéfinie :

- Les débits et volumes d'eau pluviale ruisselés convergeant vers les points de dysfonctionnement (cf. Synthèse des dysfonctionnements identifiés en phase 1) ;
- La capacité hydraulique des éventuels éléments récepteurs (ex : bassins).

Les valeurs de débit et de volume d'eau ruisselé seront comparées avec la capacité hydraulique des éléments récepteurs, afin de quantifier le dysfonctionnement (fréquence de saturation, volume excédentaire…).

Deux méthodes d'estimation hydrologique ont été utilisées :

- La « Méthode Rationnelle », associée à la « Méthode des Volumes », permettant respectivement l'estimation des débits et des volumes d'eau pluviale ruisselés ;
- La méthode de l'« hydrogramme unitaire du S.C.S.[1] ».

Les résultats obtenus avec chacune des méthodes seront comparés, entre eux d'une part et avec les descriptions recueillies sur le terrain d'autre part. La méthode décrivant au mieux la réalité sera retenue ou, à défaut, une moyenne des résultats des deux méthodes sera faite.

II.2.1 La méthode Rationnelle et la méthode des Volumes

II.2.1.1 La méthode Rationnelle

La méthode rationnelle est considérée comme le premier *modèle hydrologique*. Pourtant, elle demeure la plus connue et la plus utilisée des méthodes. Elle permet le calcul des débits de pointe pour une pluie de fréquence et d'intensité données, en fonction des caractéristiques suivantes du bassin versant : superficie, longueur et dénivelée du plus long parcours hydraulique, et occupation des sols.

La méthode rationnelle est particulièrement bien adaptée pour les estimations appliquées sur des bassins versants de taille réduite (généralement inférieure à 500 ha). Son application implique la validation de quelques hypothèses préalables :

- L'intensité de la précipitation doit être identique durant tout l'événement pluvieux et sur toute la superficie du bassin versant ;
- Le débit est maximum lorsque toute la surface du bassin versant contribue à l'écoulement ;
- Le coefficient de ruissellement moyen du bassin versant est constant durant toute la durée de l'averse ;
- Les surfaces imperméables sont uniformément réparties sur l'ensemble du bassin versant.

[1] Soil Conservation Service ou service de conservation des sols américains

En considérant les hypothèses précédentes, cette méthode permet de dire que pour une averse « idéale », d'intensité constante et de durée infinie, le débit augmente jusqu'à atteindre un maximum tel que :

$Qp = 0,278 \times C \times I \times A$

Avec :

- Qp le débit de pointe (m^3/s)
- 0,278 le facteur de conversion des unités
- C le coefficient de ruissellement moyen du bassin versant
- A la superficie du bassin versant (km^2)
- I l'intensité des précipitations de durée égale au temps de concentration « Tc » du bassin versant (mm/h)

II.2.1.2 La méthode Rationnelle « modifiée »

Afin de modéliser les débits de ruissellement pour des durées de précipitation différentes du temps de concentration du bassin versant, la méthode rationnelle dite « modifiée » a également été utilisée.

Dans ce cas, l'intensité des précipitations utilisées dans la formule de la méthode rationnelle peut différer de celle estimée au temps de concentration et peut être prise pour toute durée différente du temps de concentration. Le coefficient de ruissellement moyen du bassin versant doit dans ce cas être adapté à la pluie de projet choisie.

II.2.1.3 La méthode des Volumes

Le calcul des débits de pointe par la méthode rationnelle, pour une pluie donnée, permet en outre l'estimation des volumes d'eau ruisselés, par utilisation de la méthode dite « des Volumes ». La formule de la méthode des Volumes est la suivante :

$V = Qp \times Tc$

Avec :

- V le volume ruisselé (m^3)
- Qp le débit de pointe (m^3/s)
- Tc le temps de concentration (s)

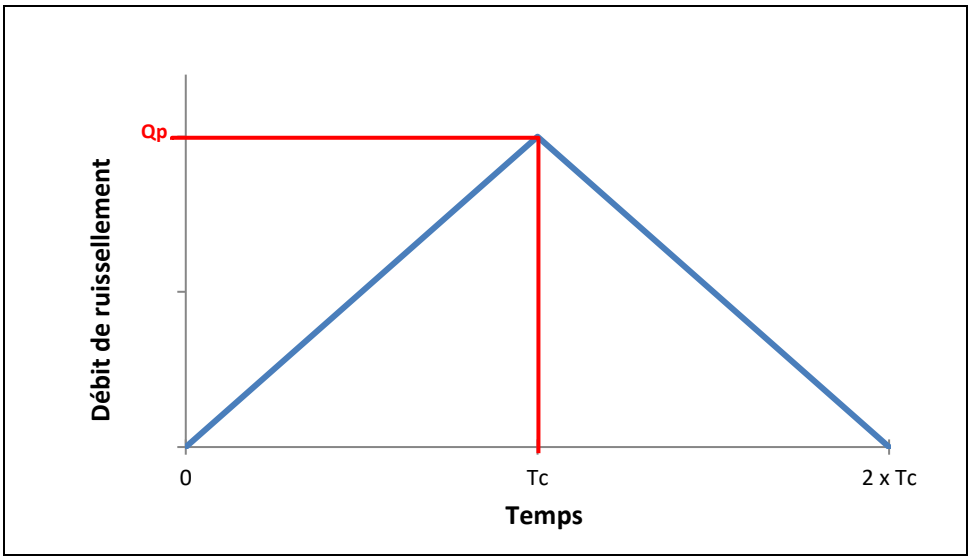

Figure 1 : Hydrogramme théorique de la méthode des volumes

Comme pour la méthode Rationnelle « modifiée », le temps de concentration « Tc » peut être remplacé par une durée de pluie « T » quelconque **supérieure à Tc**.

II.2.2 La méthode de l'hydrogramme unitaire du S.C.S.

La méthode de l'hydrogramme unitaire considère que, sur un bassin-versant donné, la durée du ruissellement superficiel consécutif à des pluies unitaires présentant la même répartition spatiale et temporelle est indépendante de l'intensité de la pluie. Est appelée pluie unitaire une averse suffisamment inférieure au temps de concentration du bassin versant (entre 1/3 et 1/5 du temps de concentration).

La méthode de l'hydrogramme unitaire permet donc de transformer une pluie nette (ou pluie ruisselante) en débit. Elle nécessite au préalable la définition du temps de concentration du bassin-versant étudié et l'élaboration d'un hyétogramme de pluie nette.

Le S.C.S. (Soil Conservation Service, le service de conservation des sols américains) a développé une méthode pour obtenir les paramètres permettant de définir la forme approximative de l'hydrogramme de ruissellement. Cette méthode considère qu'à chaque élément de pluie nette tombée (discrétisation de R, avec $dR = R_{i+1} - R_i$) pendant l'intervalle de temps dt correspond un hydrogramme élémentaire triangulaire, qui est la réponse du bassin versant à cet élément de pluie.

Cet hydrogramme triangulaire est défini par :

- Un volume égal à dR (en mm), ramené ensuite en m^3/s
- Un temps de pointe Tp = dt/2 + 0,6 x Tc (1), avec Tc le temps de concentration du bassin versant en minute
- Un temps de base Tb = 2,67 x Tp (2)
- Un débit maximal Qmax = 33,333 x dR x A /Tb, avec Qmax en m^3/s, dR en mm ; A la surface du bassin-versant considéré en km^2.

La somme de ces hydrogrammes élémentaires correspondant à chaque pas de temps du hyétogramme de pluie nette constitue l'hydrogramme de ruissellement du bassin versant, qui permet de connaître le débit de pointe et le volume ruisselé.

Remarque : Les deux formules (1) et (2) sont empiriques et issues d'analyses statistiques sur un grand nombre de bassins versants. Elles restent valables pour **des bassins versants de superficies inférieures à 1 000 ha**.

Ces calculs sont réalisés grâce à un logiciel de modélisation hydrologique et hydraulique nommé MIKE Urban, qui intègre le moteur de calcul MOUSE. MIKE Urban permet le couplage des simulations hydrodynamiques des modèles hydrologique et hydraulique établis à partir des données techniques recueillies sur le terrain.

Pour la présente étude, les modèles hydrologiques et hydrauliques ont donc été construits sous MIKE Urban afin de réaliser dans un second temps avec son puissant moteur de calcul, les simulations du ruissellement en surface, et au sein du réseau pluvial pour différents évènements pluvieux.

Pour cela le logiciel utilise différents paramètres hydrologiques tels que les précipitations, le ruissellement direct et les pertes par infiltration ou évapotranspiration. Ainsi qu'un grand nombre de paramètres relatifs au réseau, entre autres la forme, le diamètre, le matériau, la pente.

Une architecture de modèle similaire à celle présentée sur la Figure 2 a été créée pour la commune de Goderville. Y sont positionnés un grand nombre de nœuds de calculs, afin d'obtenir des résultats précis sur le fonctionnement hydrologique de chacune des zones étudiées de la commune.

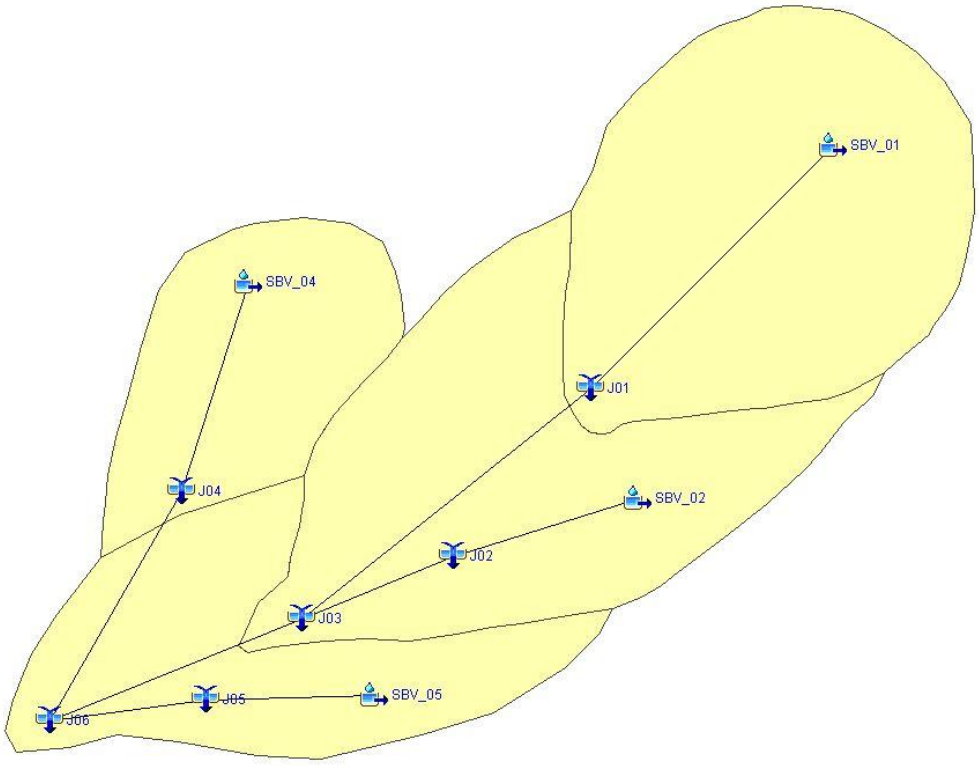

Figure 2 : Exemple d'architecture utilisée du modèle hydrologique

Sur ces bassins versants élémentaires, sont ensuite appliquées différentes pluies de projets dont l'un des hyétogrammes est présenté ci-dessous.

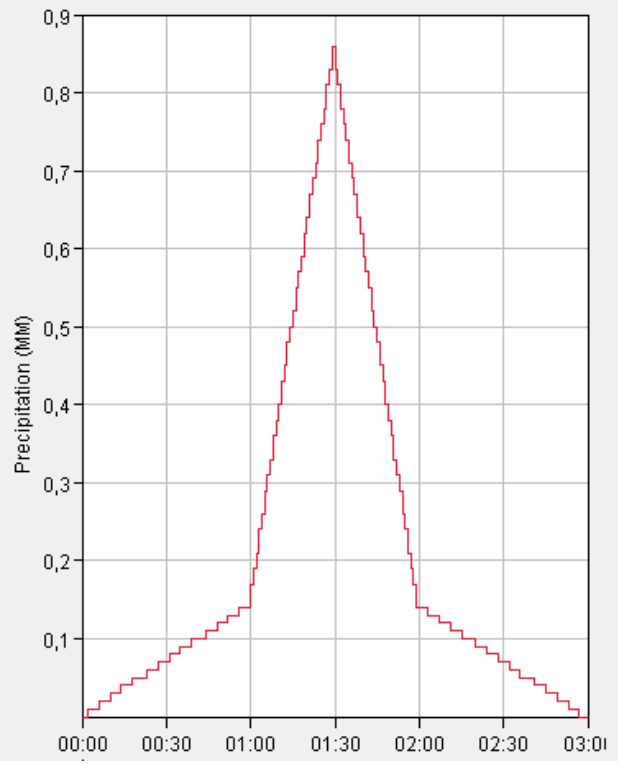

Figure 3 : Hyétogramme de projet d'une pluie d'orage 3h et d'occurrence 10 ans

La méthodologie permettant l'élaboration de ces pluies de projet est présentée ensuite, dans la partie II.4

Ainsi, nous obtenons sur chacun des bassins versants élémentaires étudiés, un graphique présentant la réponse hydraulique à leur exutoire. Ce graphique donne l'évolution du débit en m^3/s tout au long de l'évènement pluvieux simulé, tel que l'on peut le voir sur l'exemple ci-dessous.

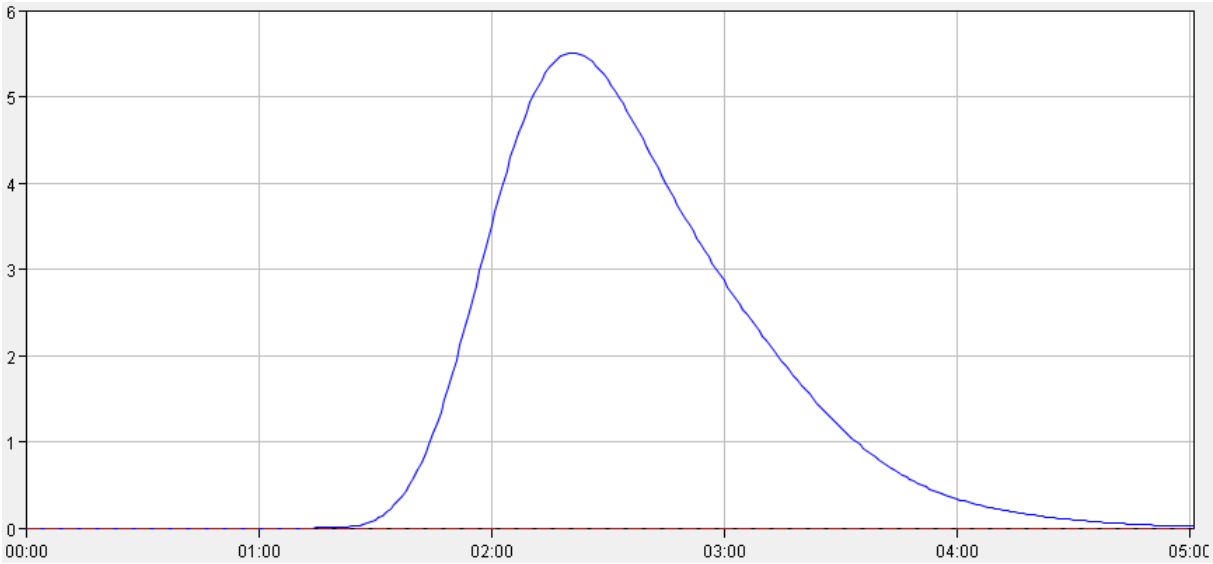

Figure 4 : Courbe d'évolution du débit durant l'évènement pluvieux sur un nœud de calcul

II.3 Caractérisation physique et hydraulique des sous bassins versants

Afin d'appliquer les méthodes d'estimation hydrologiques précédemment décrites, différents paramètres doivent être définis pour chacun des sous bassins-versant étudié :

- Superficie des sous-bassins versants ;
- Occupation des sols ;
- Coefficient moyen de ruissellement ;
- Longueur du plus long parcours hydraulique ;
- Dénivelé du plus long parcours hydraulique ;
- Temps de concentration.

Ces différents paramètres seront définis par l'utilisation du Système d'Information Géographique (S.I.G.) mis en place par le bureau d'études ALISE lors de la première phase de l'étude. Ils sont présentés ci-après.

II.3.1 Détermination des sous-bassins versants

Le territoire de la commune de Goderville a été divisé en sous-bassins versants, dont les exutoires sont situés au niveau des dysfonctionnements identifiés et des zones à urbanisées. Des nœuds de calculs pertinents ont en outre été placés sur le réseau de gestion des eaux pluviales, afin d'estimer les volumes et débits au niveau des zones à enjeux. Les délimitations des sous-bassins versant sont présentées sur la Carte 2 au paragraphe III.1.

II.3.2 Paramètres physiques

II.3.2.1 Occupation des sols et superficie

La superficie totale de chaque sous-bassin versant à modéliser a été définie ainsi que la superficie relative à chaque type d'occupation des sols. Ces données figurent en Annexe 1

II.3.2.2 Plus long parcours hydraulique

Le plus long parcours hydraulique correspond au « chemin » le plus long, parcouru par une « goutte d'eau » qui tombe sur le bassin versant pour arriver à l'exutoire. Il a été défini pour chaque bassin versant modélisé à l'aide du SIG mis en place pour l'étude.

Le dénivelé du plus long parcours hydraulique correspond à la différence d'altitude entre les points amont et aval du plus long parcours hydraulique. Les altitudes ont été évaluées à l'aide de la carte topographique au 1 / 25 000, de l'I.G.N.[2].

La longueur du plus long parcours hydraulique et son dénivelé servent à l'estimation de la pente hydraulique moyenne, nécessaire au calcul du temps de concentration des sous bassins versants. Ces différentes données figurent dans le tableau situé en Annexe 1.

[2] Institut Géographique National

II.3.3 Paramètres hydrauliques

II.3.3.1 Le temps de concentration

Le temps de concentration « Tc » se définit comme le temps mis par une « goutte d'eau » pour atteindre l'exutoire du bassin versant en empruntant le plus long parcours hydraulique. Diverses formules existent pour estimer le temps de concentration d'un bassin versant. Trois d'entre elles sont couramment utilisées :

- La formule de « Kirpich » : $Tc = 0,02 \times L^{0.77} \times I^{-0.385}$

Avec : Tc le temps de concentration en min

L la longueur du plus long parcours hydraulique en m

I la pente moyenne du plus long parcours hydraulique en m/m

- La formule de « Passini » : $Tc = 0,14 \times (A \times L)^{1/3} / I^{1/2}$

Avec : A la surface du bassin versant en ha

L la longueur du plus long parcours hydraulique en m

I la pente moyenne du plus long parcours hydraulique en m/m

- La formule de « Ventura » : $Tc = 7,62 \times (A / I)^{1/2}$

Avec : Tc le temps de concentration en min

A la surface du bassin versant en km²

I la pente moyenne du plus long parcours hydraulique en m/m

Les temps de concentration retenus pour les estimations hydrologiques correspondent aux moyennes des valeurs obtenues par les trois formules précédemment citées. Les temps de concentration considérés pour chaque sous bassin versant figurent en annexe 1.

II.3.3.2 Les coefficients de ruissellement moyens

Le ruissellement sur un bassin versant est dépendant de nombreux facteurs. Certains paramètres sont toutefois prépondérants et permettent d'expliquer en grande partie le ruissellement. Il s'agit essentiellement des caractéristiques du sol (type, occupation, pente), et des caractéristiques de précipitation (intensité, quantité).

La méthode de calcul des coefficients de ruissellement, utilisée pour la présente étude, est la méthode du « Curve Number » (développée par le S.C.S.). Cette méthode permet de déterminer le ruissellement uniquement à partir du hyétogramme de pluie brute et d'un coefficient appelé « Coefficient d'Indexation » (ou Curve Number).

Ce coefficient est lui-même fonction de deux paramètres : les antécédents de la pluie et le complexe hydrologique sol-végétation.

La hauteur de la pluie nette cumulée R (en mm) est donnée, à chaque instant, en fonction de la pluie brute cumulée P (en mm) par les formules suivantes :

- si $P > 0,2 \times S$ $R = (P - 0,2 \times S)^2 / (P + 0,8 \times S)$ (en mm)
- si $P < 0,2 \times S$ $R = 0$

Avec $S = 25,4 \times ((1000 / CN) - 10)$ (en mm)

CN : le Curve Number

Le coefficient CN, utilisé pour le calcul du paramètre S, est choisi sur des tables mises au point par le S.C.S. et adaptées localement par l'AREAS[3] suite à des mesures sur bassins versants expérimentaux. Les valeurs locales des CN, pour les différents types et occupations de sol, en conditions hydrologiques de sol défavorables et pour des pluies de **courtes durées** (pluies orageuses), sont présentées en annexe 2. Quatre classes de sol sont différenciées :

- La classe « a ». Elle regroupe les sols avec le potentiel de ruissellement le plus bas, à forte perméabilité (sables profonds avec un peu de limons et d'argile, lœss profonds),
- La classe « b ». Elle regroupe les sols sableux et lœss moins profonds ou moins structurés que ceux du groupe « a ». Les sols de cette classe ont une infiltration moyenne plus grande après humification totale.
- La classe « c ». Elle regroupe les sols contenant de l'argile et des colloïdes, mais moins que le groupe « d ». Les sols de cette classe ont une moyenne d'infiltration plus basse après saturation.
- La classe « d ». Elle regroupe les sols à haut potentiel de ruissellement, comprenant surtout des argiles à haut pourcentage de gonflement. Elle peut également inclure les sols à horizons inférieurs presque imperméables à proximité de la surface.

D'après les informations recueillies en première phase de l'étude (cf. § Pédologie), les sols en présence sur la commune de Goderville appartiennent majoritairement à la classe « b ».

[3] Association de recherche sur le Ruissellement, l'Erosion et l'Aménagement du Sol

La figure ci-dessous montre les valeurs de coefficient de ruissellement appliquées sur la commune Goderville, en fonction du type d'occupation des sols et de la hauteur d'eau précipitée.

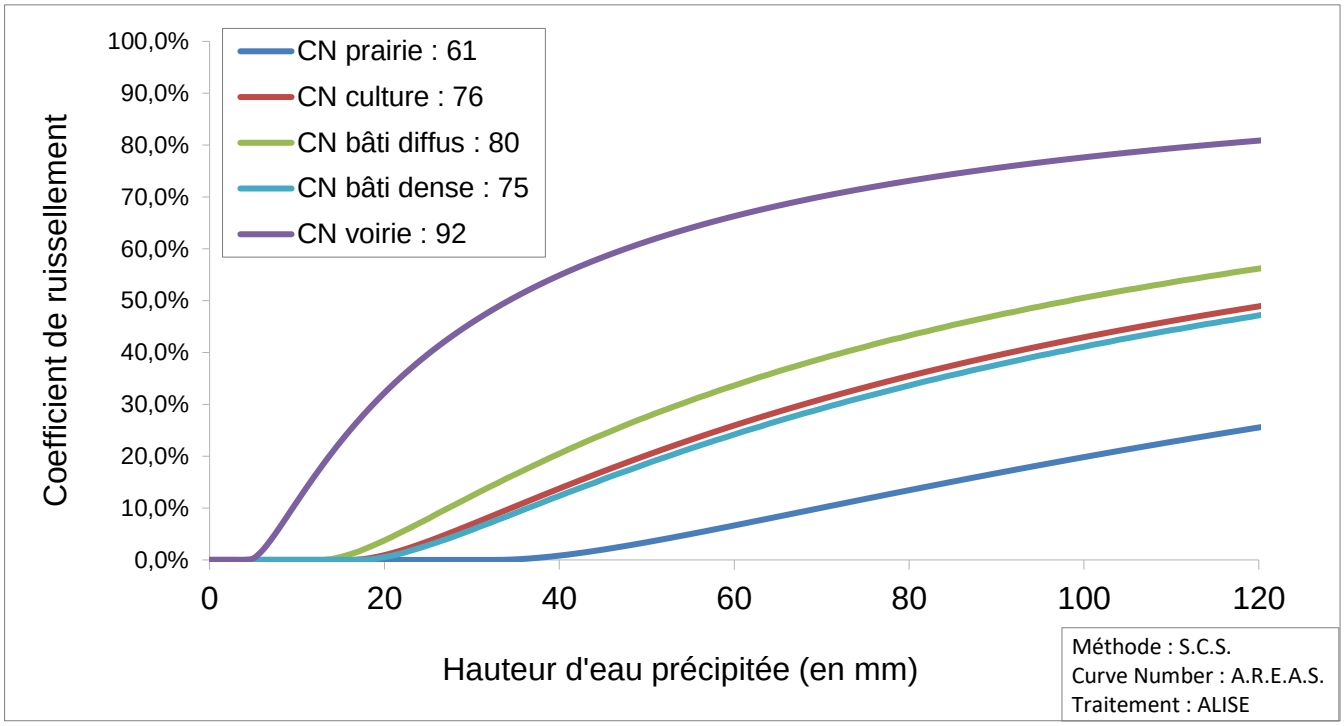

Figure 5 : Coefficients de ruissellement appliqués sur la commune de Goderville

Différents types d'occupation des sols étant généralement présents sur un même bassin versant, le coefficient de ruissellement moyen « Cr » de chaque sous bassin versant sera obtenu en faisant une moyenne pondérée à partir des superficies de chaque type d'occupation des sols recensées et de la valeur du coefficient de ruissellement correspondant.

Les coefficients de ruissellement moyens de chaque sous bassin versant pour les différentes pluies de projet figurent dans le tableau en Annexe 3.

II.4 Détermination des pluies de projets « locales »

II.4.1 Données pluviométriques

Les estimations hydrologiques nécessitent de définir les types d'évènements pluviométriques pour lesquels les débits et volumes d'eau ruisselés doivent être connus. Dans le cadre du schéma de gestion des eaux pluviales de la commune de Goderville, les évènements pluviométriques utilisés pour la modélisation hydrologique ont été les pluies de courtes durées (3 heures) pour représenter le type de pluie le plus défavorable. Les périodes de retour appliquées sont de 1, 2, 5 et 10 ans ;

Ces évènements pluviométriques, également appelés « pluies de projet », doivent :

- Être représentatifs de la pluviométrie locale ou ressembler à une pluie enregistrée et caractéristique d'un aléa donné (évènement de référence) ;
- Provoquer des effets dans le réseau d'évacuation des eaux (en débit et en volume) auxquels il est possible d'associer une période de retour (c'est-à-dire une fréquence d'apparition).

II.4.2 Elaboration des pluies de projet

Les caractéristiques des pluies de projet ont été estimées à partir des données mesurées par une station météorologique, représentative des conditions climatiques locales : la station du Havre Seine Métropole sur Goderville.

Tout évènement pluviométrique peut être caractérisé par sa durée, sa fréquence (ou période de retour) et son intensité. Ces trois caractéristiques sont synthétisées par les courbes « I.D.F. » (Intensité / Durée / Fréquence), classiquement représentées par la formule de Montana :

$i(t) = a \times t^{-b}$

Avec :

- i(t) l'intensité moyenne de précipitation (en mm/min)
- t la durée de l'événement considéré (en min)

Cette formule permet également de relier de manière théorique une quantité de pluie h(t) tombée au cours d'un épisode pluvieux avec la durée de cet épisode pluvieux t :

$H(t) = a \times t^{1-b}$

Avec :

- h(t) la hauteur de pluie précipitée (en mm)
- t la durée de l'événement considéré (en min)

Les coefficients « a » et « b », dits « de Montana », sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantités de pluie ayant une période de retour donnée. Ils ont été calculés à partir des relevés de la station météorologique du Havre Seine Métropole sur Goderville, entre 2009 et 2019, et sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Coefficients de Montana représentatifs de la station météorologique de Goderville (2009–2019)

Durée de la pluie	Pluies de durée de 1 heure à 24 heures	
Période de retour	**Coefficients de MONTANA**	
	a	**b**
Station Météo de Goderville		
1 an	2,49	0,61
2 ans	2,64	0,59
5 ans	3,18	0,55
10 ans	3,57	0,54

Source : ALISE Environnement

II.4.3 Hauteur et intensité des pluies de projet

La pluie retenue pour les simulations du réseau d'assainissement est la pluie la plus défavorable à savoir une pluie d'orage de 3 heures comprenant une pluie intense d'une heure.

Par application de la formule et des coefficients de MONTANA présentés ci-avant, pour une période de retour et une durée de pluie prédéfinies, les intensités moyennes et hauteurs cumulées suivantes ont pu être calculées :

Tableau 3 : Hauteurs précipitées et intensités moyennes des pluies de projet

Durée de la pluie	3 heures	
Période de retour	**Intensités moyennes (en mm/min)**	**Hauteurs cumulées (en mm)**
1 an	0,10	18,87
2 ans	0,12	22,20
5 ans	0,18	32,91
10 ans	0,22	38,91

Source : ALISE Environnement

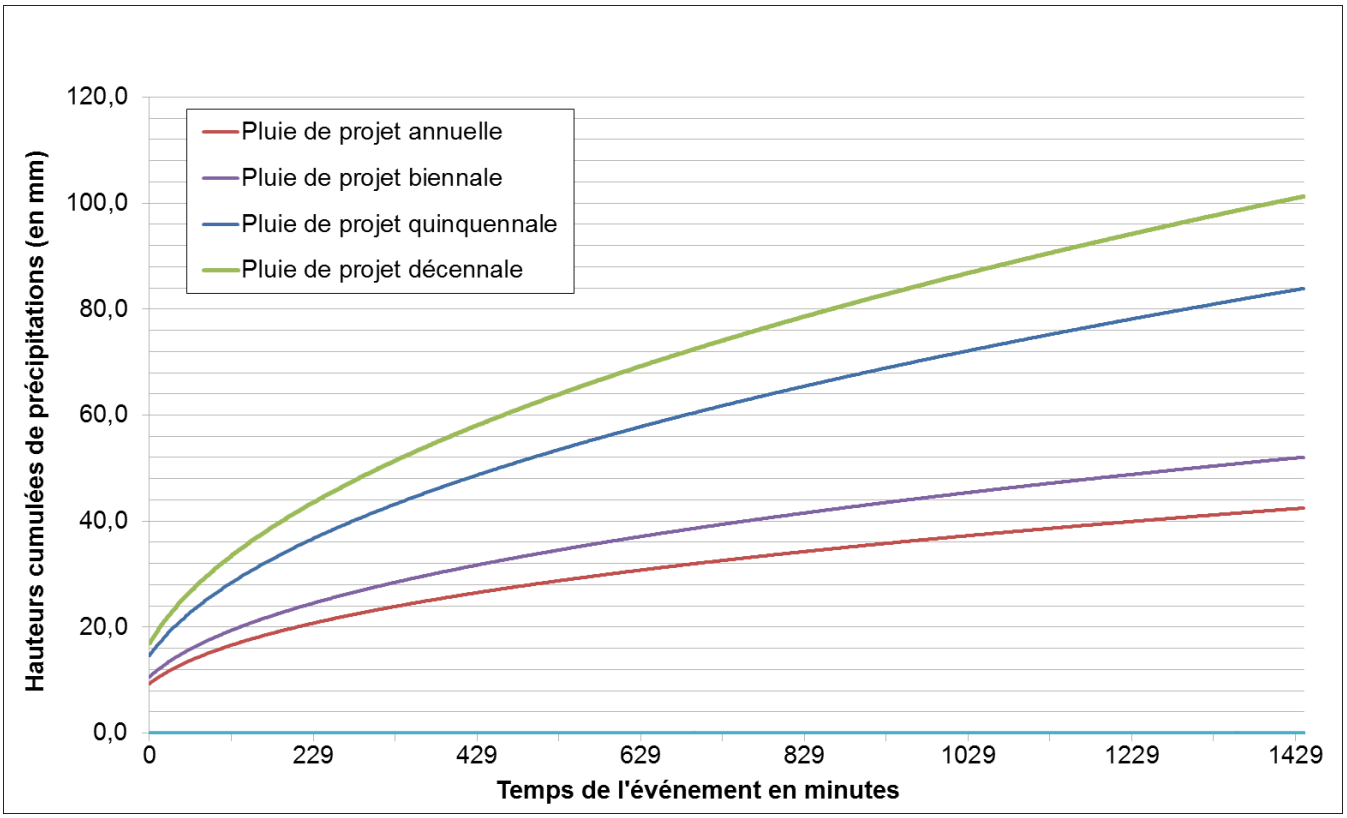

Figure 6 : Hauteurs cumulées de précipitation des pluies de projet

Les coefficients de Montana permettent d'estimer les intensités moyennes et hauteurs de précipitation pour des pluies de périodes de retour et de durées prédéfinies. Ces données suffisent pour l'application de la méthode Rationnelle. En revanche, la méthode de l'Hydrogramme Unitaire requiert en plus la définition des hyétogrammes de pluie.

II.4.4 Elaboration des hyétogrammes

Le hyétogramme d'une pluie présente l'évolution de l'intensité de la pluie durant l'évènement pluvieux.

Dans le cadre de la présente étude, la forme des hyétogrammes de la pluie d'orage a été considérée en « double triangle ». La hauteur totale précipitée est celle précédemment calculée avec la formule de Montana. L'intensité maximale de précipitation a été fixée à la moitié de la durée totale de l'événement.

L'Annexe 4 présente les hyétogrammes ainsi que l'évolution de la hauteur précipitée pour les pluies de période de retour annuelle, biennale, quinquennale et décennale de trois heures.

II.5 Détermination de la capacité hydraulique du réseau de gestion des eaux pluviales

Sur la commune de Goderville, les éléments de réseau permettent localement l'organisation des écoulements d'eau pluviale. La détermination de la capacité hydraulique de ces éléments consiste à déterminer leurs débits théoriques admissibles par application de formules théoriques présentées ci-après.

II.5.1 Ecoulements gravitaires

Les réseaux d'évacuation des eaux pluviales fonctionnent généralement par gravité, c'est-à-dire que les écoulements sont considérés « à surface libre » et uniquement générés par la pente du fond (écoulement sans pression).

Le fonctionnement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales est représenté au travers des équations complexes de Saint Venant.

Les équations de Saint Venant sont tirées des équations simplifiées de Navier-Stockes pour lesquels plusieurs hypothèses particulières doivent être respectées. Elles intègrent notamment les équations de continuité par la conservation de la masse, et les équations dynamiques de conservation des mouvements. La validité de ces équations est conditionnée par le respect des hypothèses suivantes :

- Le fluide est incompressible et homogène
- La faible variation longitudinale des paramètres de la section
- La distribution hydrostatique des pressions
- Une faible pente

Lorsque ces hypothèses sont respectées, les équations de Saint Venant permettent ainsi la simulation d'écoulement au travers d'une section, et donc l'estimation des hauteurs et des vitesses d'écoulement.

Au sein de la section, les frottements sont estimés par la formule empirique de Manning & Strickler. Cette formule implique de considérer l'écoulement permanent et turbulent. Elle est notée :

$Q = K \times Rh^{2/3} \times I^{1/2} \times SM$

Avec :

- Q le débit admissible en m^3/s
- K un coefficient de perte de charge dépendant de la rugosité des matériaux (K = 80 pour les parois en ciment et K = 40 pour les parois en herbe)
- Rh le rayon hydraulique en m
- I la pente moyenne en m/m
- SM la section mouillée en m^2

II.5.2 Ecoulements en charge

Les ouvrages de rétention ont un débit de fuite fonctionnant en charge, c'est-à-dire que la hauteur d'eau dans l'ouvrage implique une pression au niveau de l'orifice de fuite.

Dans ce cas, le débit théorique est estimé par la formule empirique de Torricelli. Cette formule implique de considérer l'écoulement permanent. Elle est notée :

$Q = \phi \times (2 \times g \times h)^2 \times SM$

Avec :

- Q le débit théorique en m^3/s
- ϕ un coefficient de contraction dépendant de la forme de l'orifice ($\phi = 60$ pour les orifices circulaires)
- g l'accélération de la pesanteur en m/s^2
- h la charge sur l'orifice en m de colonne d'eau
- SM la section mouillée en m^2

II.5.3 Infiltration

Pour les ouvrages de rétention d'eau pluviale se vidangeant entièrement ou partiellement par infiltration, le débit d'infiltration est estimé par la formule théorique de Darcy, notée :

$Q = K \times S$

Avec :

- Q le débit d'infiltration en m^3/s
- K le coefficient d'infiltration du sol en m/s
- S la surface d'infiltration en m^2 (prise égale à l'emprise au sol de l'ouvrage)

CHAPITRE III : RESULTATS DE LA QUANTIFICATION DES ECOULEMENTS

III.1 Quantification des écoulements sur le réseau pluvial

A partir de l'ensemble des informations recensé au cours de la première phase du schéma de gestion des eaux pluviales, le niveau d'insuffisance du réseau d'assainissement pluvial dans le bourg de Goderville a pu être défini.

En premier lieu, le réseau d'assainissement des eaux pluviales au niveau des secteurs à enjeux de la commune, a été découpé en tronçons de dimension et de pente homogène.

Conjointement, des quantifications hydrologiques ont été réalisées afin d'estimer les débits théoriques à faire transiter au sein du réseau dans le cas d'une pluie d'orage d'une durée de 3h (cas le plus pénalisant) et de temps de retour 1, 2, 5 et 10 ans.

Les estimations hydrologiques ont été réalisées selon la même méthode que celle présentée précédemment dans le paragraphe II.2, à savoir :

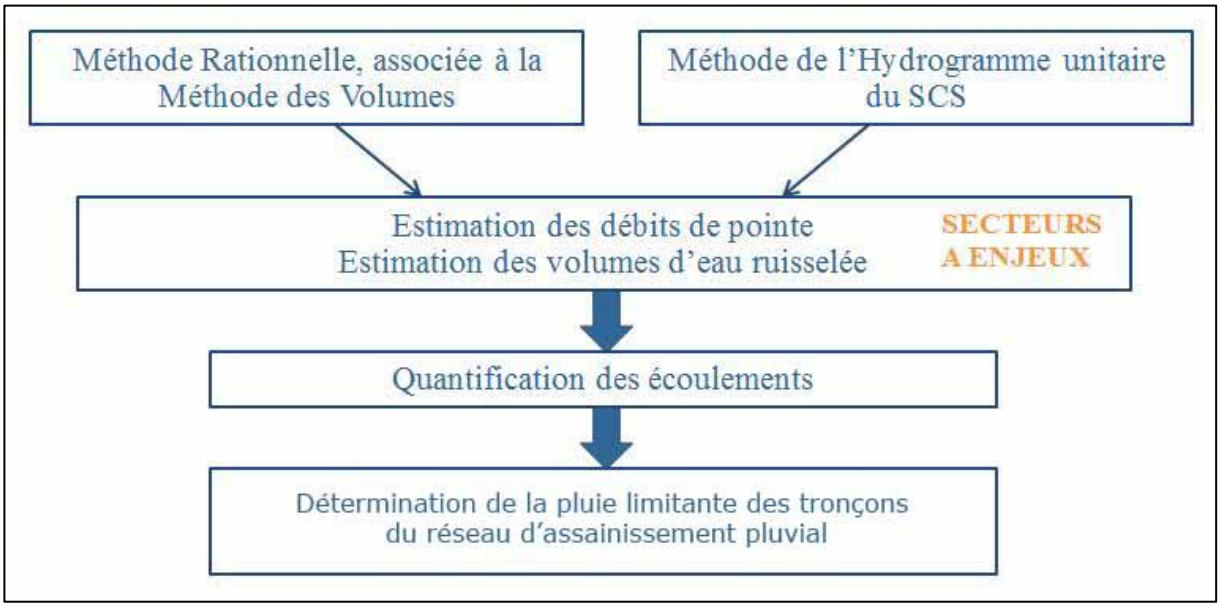

Figure 7 : Processus et objectifs de la quantification des écoulements

La carte suivante présente le découpage en sous bassins versant du bourg de Goderville. Ces sous-bassins élémentaires serviront d'entités hydrologiques pour les estimations de la quantification des écoulements.

SCHEMA DE GESTION DES EAUX PLUVIALES DE GODERVILLE

CARTOGRAPHIE DES SOUS-BASSINS VERSANT DU RÉSEAU D'EAU PLUVIAL DE LA COMMUNE DE GODERVILLE

CAMPAGNE DE CAUX

Alise Environnement

Legende :

- Limite communale
- Limite des sous-bassins versant
- Ouvrage hydraulique
- Noeud de calcul
- Axe de ruissellement anthropique
- Axe de ruissellement naturel
- Réseau des eaux pluviales
- Fossé
- Noue

0 180

Mètres

N

x

III.2 Résultats hydrologiques

Le tableau en annexe 5 présente les résultats des estimations hydrologiques appliquées aux différents tronçons du réseau pluvial de la commune. Ces estimations hydrologiques sont issues de pluies d'orages (3 heures) de périodes de retour de 1, 2, 5 et 10 ans.

L'ensemble des paramètres utilisés pour la caractérisation des sous-bassins versants élémentaires est présenté en Annexe 1.

Les résultats issus de la modélisation Rationnelle et de la Méthode des Volumes sont disponibles en Annexe 6. Ils seront utilisés dans le cadre de la phase 5 de l'étude, pour le dimensionnement des aménagements.

III.3 Estimation du niveau d'insuffisance

III.3.1 Saturation des canalisations

Les résultats des estimations capacitives des différents tronçons du réseau sont synthétisés au travers des cartes en pages suivantes. Le pourcentage de remplissage maximal du tronçon a été représenté par un code couleur. Cette distinction met ainsi en évidence les secteurs pour lesquels la capacité du réseau est adaptée à l'événement simulé, et les secteurs pour lesquels le réseau parait sous-dimensionné ou inadapté.

Sur chacun de ces tronçons, la capacité maximale d'évacuation du réseau a été estimée à un remplissage à 100 % des canalisations et des fossés.

Les cartes en pages suivantes présentent les niveaux de remplissage du réseau de gestion des eaux pluviales pour des pluies de périodes de retour 5 et 10 ans.

Lors d'un épisode pluvieux de période de retour 10 ans, 11 tronçons sur l'ensemble du réseau de Goderville sont mise en charge. L'analyse de ces insuffisances est présentée dans la suite du rapport au paragraphe III.4.

III.3.2 Saturation des ouvrages de rétention et d'infiltration

Les résultats des estimations capacitives ont été réalisés pour l'ensemble des ouvrages de rétention et d'infiltration du réseau de gestion des eaux pluviales de Goderville. Un numéro de saturation a été attribué aux ouvrages dont le taux de saturation calculé dépasse les 75%. Les causes de saturation sont analysées dans la suite du rapport au paragraphe III.4.

Sur chacun des ouvrages, la capacité maximale du bassin a été estimée à un remplissage à 100 %.

Lors d'un épisode pluvieux de période de retour 10 ans, aucun ouvrage de gestion des eaux pluviale n'est mis en charge. Seuls quatre ouvrages présentent un taux de remplissage supérieur à 75%.

SCHEMA DE GESTION DES EAUX PLUVIALES DE GODERVILLE

CARTOGRAPHIE DE L'ESTIMATION DU NIVEAU D'INSUFFISANCE DU RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT PLUVIALE POUR UNE PLUIE D'ORAGE DE FRÉQUENCE QUINQUENNALE

COMMUNAUTÉ DE COMMUNES CAMPAGNE DE CAUX

Alise Environnement

Legende :

- Limite communale
- Zone à urbaniser
- Ouvrage hydraulique
- Mare

Taux de remplissage du réseau pour une pluie d'orage de 3h et de période de retour 5 ans

- entre 0 et 50%
- entre 50 et 75%
- entre 75 et 100%
- > 100 %

0 150 300

mètres

N

SCHEMA DE GESTION DES EAUX PLUVIALES DE GODERVILLE

CARTOGRAPHIE DE L'ESTIMATION DU NIVEAU D'INSUFFISANCE DU RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT PLUVIALE POUR UNE PLUIE D'ORAGE DE FRÉQUENCE DÉCENNALE

COMMUNAUTÉ DE COMMUNES CAMPAGNE DE CAUX

Alise Environnement

Legende :

- Limite communale
- Zone à urbaniser
- Ouvrage hydraulique
- Mare

Taux de remplissage du réseau pour une pluie d'orage de 3h et d'occurence 10 ans

- entre 0 et 50%
- entre 50 et 75%
- entre 75 et 100%
- > 100 %

0 150 300
mètres

N

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

III.4 Analyse des résultats

Les estimations hydrologiques et hydrauliques ont mis en évidence la capacité du réseau de Goderville à gérer les pluies d'orage d'occurrence décennales. La présence de nombreux ouvrages de gestion des eaux pluviales ainsi que le diamètre important des canalisations permettent une gestion des épisodes décennaux sur l'ensemble du réseau. Cependant une dizaine de tronçons présentent des insuffisances lors d'un orage d'occurrence décennale.

- **Saturation des tronçons**

Dans la majorité des cas, les insuffisances observées s'expliquent par une congestion du réseau ou par la hauteur d'eau dans le bassin de gestion des eaux pluviales en aval L'autre principale cause de mise en charge du réseau est la présence d'une rupture de pente. Le dernier cas correspond aux canalisations servant de débit de fuite aux ouvrages de gestion des eaux pluviales. Dans ce cas la mise en charge de la canalisation permet de limiter le débit d'eau pluvial vers le réseau.

Le tableau suivant synthétise les causes de saturation théoriques et les conséquences locales pour chaque tronçon identifié. Un code couleur permet de distinguer les zones de saturation découlant d'un fonctionnement normal du réseau (vert) ou d'une insuffisance du réseau (orange).

Tableau 4 : Cause des saturations théoriques de canalisation mesurées

N° de saturation	Dysfonctionnement hydraulique identifié	Type de réseau	Cause du débordement	Conséquences locales
N°1	/	Canalisation Ø 500 mm	Une légère contre pente sur la section rend l'écoulement difficile	Mise en charge du réseau sans débordements
N°2	/	Canalisation Ø 400 mm	Mise en charge du réseau par augmentation du niveau d'eau dans l'ouvrage Cam-Go-Ba035	Mise en charge du réseau sans débordements
N°3	/	Canalisation Ø 300 mm	Mise en charge du réseau par augmentation du niveau d'eau dans l'ouvrage Cam-Go-Ba026	Mise en charge du réseau sans débordements
N°4	/	Canalisation Ø 300 mm	Mise en charge du réseau par augmentation du niveau d'eau dans l'ouvrage Cam-Go-Ba026	Mise en charge du réseau sans débordements
N°5	/	Canalisation Ø 500 mm	Mise en charge du réseau par augmentation du niveau d'eau dans l'ouvrage Cam-Go-Ba026 Mais la noue située au-dessus n'est pas remplie	Mise en charge du réseau sans débordements
N°6	/	Canalisation Ø 100 mm	Canalisation contrôlant le débit de fuite de l'ouvrage Cam-Go-Ba025.	Mise en charge du réseau sans débordements
N°7	DH_GO_09	Canalisation Ø 300 mm	Canalisation contrôlant le débit de fuite de l'ouvrage Cam-Go-Ba019.	Inondation de la prairie et risque accru de pollution dû à la présence de bétoires

N°8	DH_GO_07	Canalisation Ø 600 mm	Mise en charge du réseau par la mauvaise évacuation en aval (point de saturation n°10)	Inondation du parking et de la voirie
N°9	/	Canalisation Ø 600 mm	Mise en charge du réseau par la mauvaise évacuation en aval (point de saturation n°10)	Ruissellements sur voirie rue de la Poste
N°10	DH_GO_11	Canalisation Ø 600 mm	Point de rencontre de deux grosses canalisations couplées à une rupture de pente (passage de 1 % à 0,5%)	Inondation de prairie et de l'arboriculture
N°11	/	Canalisation Ø 400 mm	Mise en charge du réseau par augmentation du niveau d'eau dans l'ouvrage Cam-Go-Ba014	Mise en charge du réseau sans débordements

- **Le remplissage des bassins**

La simulation du réseau d'assainissement pour une pluie de période de retour décennale n'a montré aucun débordement des ouvrages de gestion des eaux pluviales situés dans le bourg de Goderville.

Seuls quatre ouvrages situés respectivement près du Club de tennis de Goderville, dans la ZAC de Bretteville du Grand-Caux (Cam-BdGC-Ba017 et Cam-BdGC-Ba019) près de l'entreprise Silitex et l'ouvrage Cam-Go-Ba026 situé rue de la Voie Romaine présentent un remplissage supérieur à 75% de leur capacité lors d'une pluie d'occurrence décennale.

Ces taux de saturation élevés sont liés au fonctionnement normal des ouvrages. Les canalisations gérant les débits de fuite sont situées en hauteur dans les bassins, favorisant ainsi la gestion par infiltration des eaux pluviales. La simulation ne prévoit pas le débordement de ces ouvrages pour une pluie de période de retour décennale.

Tableau 5 : Cause des saturations théoriques de bassin mesurées

N° de saturation	Taux de saturation pour une pluie décennale	Type de réseau	Cause du taux de saturation	Conséquences locales
N°12	80 %	Bassin d'infiltration Cam-BdGC-Ba019	La canalisation de fuite de l'ouvrage se situe en hauteur pour favoriser l'infiltration.	Pas de débordement
N°13	76 %	Bassin d'infiltration Cam-BdGC-Ba017	La canalisation de fuite de l'ouvrage se situe en hauteur pour favoriser l'infiltration.	Pas de débordement
N°14	94 %	Bassin d'infiltration Cam-Go-Ba026	La canalisation de fuite de l'ouvrage se situe en hauteur pour favoriser l'infiltration.	Pas de débordement
N°15	87 %	Bassin d'infiltration Cam-Go-Ba031	La canalisation de fuite de l'ouvrage se situe en hauteur pour favoriser l'infiltration.	Pas de débordement

- **La partie unitaire du réseau**

Il est à noter que le réseau d'assainissement des eaux pluviales de la place de Verdun se jette dans le réseau de gestion des eaux usées de la commune au niveau du carrefour de la Rue de la Voie Romaine et de la Rue Emile Bernard. D'après la mairie, lors de fortes pluies, cet afflux d'eau pluvial dans le réseau des eaux usées peut induire des inondations de la voirie. Cependant la saturation du réseau n'apparait pas sur les cartes précédentes car le débit des eaux usées sur ce secteur n'est pas connu et n'a pas été modélisé.

Le réseau de gestion des eaux pluviales du bourg de Goderville est donc globalement satisfaisant pour gérer une pluie d'orage d'occurrence décennale. Cependant certains tronçons ne sont pas suffisants et induisent une saturation des canalisations.

III.5 Conclusion sur la quantification des écoulements

Le réseau de gestion des eaux pluviale du bourg de Goderville est dimensionné pour gérer au moins un épisode pluvieux de période retour 10 ans. Cependant certains tronçons présentent des insuffisances pouvant causer des inondations et/ou des ruissellements sur la voirie en cas de problème d'entretien. C'est le cas rue Emile Bernard (numéro de saturation 8) ou encore au niveau de la station de traitement des eaux usées (numéro de saturation 10). D'autres secteurs ne sont pas inondés mais une rupture de pente entraine la montée du réseau en charge pouvant conduire à des inondations en cas de mauvais entretien ou lors d'un évènement pluvieux plus intense.

Des propositions d'aménagement visant à résoudre les dysfonctionnements présentés précédemment seront faites dans la suite de cette étude (cf. Phase 4 & 5). Celles-ci se baseront sur les résultats des estimations hydrologiques obtenus dans la présente phase et la suivante.

Deux orientations d'actions pourront être faites :

- Les actions dites **curatives**, visant au stockage ou à l'évacuation des eaux ruisselantes (bassins de rétention, canalisations d'évacuation…) ;
- Les actions dites **préventives** au ruissellement, visant à augmenter le temps de concentration pour diminuer le débit de pointe (haies, talus, fossés, bandes enherbées ou réorganisation parcellaire, petites mares...)

TABLES DES MATIERES

Table des cartes

Carte 1 : Zone à urbaniser sur le territoire communal de Goderville 12

Carte 2 : Carte des sous-bassins versant du réseau pluvial de Goderville 33

Carte 3 : Résultats des estimations de capacité du réseau d'assainissement communal pour une pluie quinquennale 37

Carte 4 : Résultats des estimations de capacité du réseau d'assainissement communal pour une pluie décennale 39

Table des figures

Figure 1 : Hydrogramme théorique de la méthode des volumes 17

Figure 2 : Exemple d'architecture utilisée du modèle hydrologique 18

Figure 3 : Hyétogramme de projet d'une pluie d'orage 3h et d'occurrence 10 ans 19

Figure 4 : Courbe d'évolution du débit durant l'évènement pluvieux sur un nœud de calcul 19

Figure 5 : Coefficients de ruissellement appliqués sur la commune de Goderville 23

Figure 6 : Hauteurs cumulées de précipitation des pluies de projet 26

Figure 7 : Processus et objectifs de la quantification des écoulements 31

Table des tableaux

Tableau 1 : Liste des dysfonctionnements hydrauliques sur la commune de Goderville 13

Tableau 2 : Coefficients de Montana représentatifs de la station météorologique de Goderville (2009–2019) 25

Tableau 3 : Hauteurs précipitées et intensités moyennes des pluies de projet 25

Tableau 4 : Cause des saturations théoriques de canalisation mesurées 41

Tableau 5 : Cause des saturations théoriques de bassin mesurées 42

ANNEXES DU DOCUMENT

Annexe 1 : Caractéristiques physiques des sous-bassins versant modélisés 51

Annexe 2 : Curve Number appliqué en fonction de l'occupation des sols 53

Annexe 3 : Les coefficients de ruissellement moyens de chaque sous bassin versant 55

Annexe 4 : Hyétogrammes de pluie et évolution de la hauteur d'eau précipitée 57

Annexe 5 : Résultats hydrologique de la méthode du SCS-CN 59

Annexe 6 : Résultats hydrologique de la méthode rationnelle 61

Annexe 1 : Caractéristiques physiques des sous-bassins versant modélisés

Annexe 2 : Curve Number appliqué en fonction de l'occupation des sols

Annexe 3 : Les coefficients de ruissellement moyens de chaque sous bassin versant

Annexe 4 : Hyétogrammes de pluie et évolution de la hauteur d'eau précipitée

Annexe 5 : Résultats hydrologiques de la méthode du SCS-CN

Annexe 6 : Résultats hydrologique de la méthode rationnelle