

ETUDE DU VERSANT BOURG
SECTEUR DU CENTRE-BOURG

SOMMAIRE

| | Page |
|--|------|
| A – ETAT INITIAL | 4 |
| 1 – Caractéristiques des versants | 5 |
| 2 – Description des réseaux | 5 |
| 3 – Calcul des débits de pointes | 7 |
| 3.1 – Pas sous-bassin | 7 |
| 3.2 – Assemblage des bassins | 8 |
| B – RECHERCHE DES DYSFONCTIONNEMENTS | 11 |
| 1 – Adéquation des réseaux | 12 |
| 2 – Simulations hydrauliques | 13 |
| 3 – Résultats de l'enquête de terrain | 14 |
| 4 – Autres facteurs de dysfonctionnement | 14 |
| C – SOLUTIONS PROPOSÉES | 15 |
| 1 – Choix des options | 16 |
| 2 – Propositions de travaux | 17 |
| 2.1 – Redimensionnement des réseaux | 17 |
| <i>a – Modifications à réaliser</i> | 17 |
| <i>b – Récapitulatif des réseaux modifiés ou créés du projet</i> | 18 |
| 2.2 – Débits générés après redimensionnement | 19 |
| 3 – Phasage des travaux et estimatif financier | 21 |
| ANNEXES | 23 |

Carte : plan de situation 1/25000

Carto A3 Hydro et Topo

A – ETAT INITIAL

1 – Caractéristiques des versants

2 – Description des réseaux

3 – Calcul des débits de pointes

3.1 – Par sous-bassin

3.2 – Assemblage des bassins

I – CARACTERISTIQUES DES VERSANTS

Le versant du Bourg comprend huit exutoires qui collectent les eaux de ruissellement d'une surface de 21,5 ha. Ces exutoires correspondent aux traversées busées de la route des ponts (RD n°37) et se jettent dans le canal du Bardet.

En fonction de l'inventaire des réseaux et de la topographie du versant, il a été possible de déterminer des bassins élémentaires. Ils sont au nombre de huit, chacun correspondant à un exutoire du projet et ils sont divisés en plusieurs sous-versants.

Afin de déterminer le type de pluie qui est susceptible de provoquer le maximum de ruissellement, nous avons déterminé pour chaque sous-versant son temps de concentration.

| Versant et sous-versants | | Surface (ha) | Pente (m/m) | Coefficient imperméable (%) | SCS Curve Number | Temps de concentration (min) |
|-----------------------------|----|-----------------|----------------|-----------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| BV 1 | | 0,95 | 0,050 | 85 | 90 | 2,0 |
| BV 2 | 2a | 0,88 | 0,011 | 75 | 88 | 4,5 |
| | 2b | 0,76 | 0,011 | 65 | 88 | 8,5 |
| | 2c | 0,93 | 0,014 | 62 | 88 | 4,5 |
| | 2d | 1,15 | 0,040 | 45 | 88 | 2,0 |
| BV 3 | 3a | 1,24 | 0,005 | 75 | 88 | 8,0 |
| | 3b | 1,34 | 0,017 | 85 | 88 | 2,5 |
| | 3c | 1,09 | 0,025 | 60 | 86 | 4,5 |
| BV 4 | | 0,68 | 0,030 | 65 | 88 | 4,0 |
| BV 5 | 5a | 0,72 | 0,011 | 85 | 88 | 3,0 |
| | 5b | 0,42 | 0,035 | 85 | 88 | 2,5 |
| | 5c | 0,78 | 0,026 | 35 | 86 | 6,0 |
| BV 6 | 6a | 3,29 | 0,014 | 50 | 88 | 6,5 |
| | 6b | 0,69 | 0,033 | 50 | 88 | 3,0 |
| | 6c | 0,92 | 0,031 | 50 | 88 | 3,0 |
| | 6d | 0,85 | 0,006 | 30 | 86 | 7,5 |
| | 6e | 0,47 | 0,011 | 25 | 86 | 3,5 |
| BV 7 | 7a | 0,72 | 0,014 | 60 | 88 | 3,0 |
| | 7b | 1,12 | 0,030 | 45 | 88 | 5,0 |
| BV 8 | | 2,27 | 0,028 | 45 | 86 | 4,5 |
| Versant du Bourg | | 21,27 | / | 58 | 88 | / |

2 – DESCRIPTION DES RESEAUX

Dans ce tableau, la description des tronçons sera surtout effectuée pour les zones recensées problématiques ou susceptibles de le devenir. La capacité des tronçons a été calculée en écoulement libre (pas de mise en charge) réseau plein par Manning-Strickler en tenant compte de l'état des réseaux.

Il est à noter que le tracé de quelques tronçons n'a pu être exactement déterminé en raison de leur inaccessibilité (notamment pour le BV3). Nous avons donc extrapolé leurs caractéristiques d'après les tronçons en amont et aval et demandé confirmation aux services techniques communaux.

Le détail du réseau est fourni en annexe.

| <i>Versant</i> | <i>Tronçon</i> | <i>Diamètre (m)</i> | <i>Pente %</i> | <i>Rugosité</i> | <i>Longueur (m)</i> | <i>Capacité (m³/s)</i> |
|-------------------|----------------|---------------------|----------------|-----------------|---------------------|-----------------------------------|
| BV 1 | L10 | 0,500 | 2,84 | 0,017 | 43 | 0,49 |
| BV 2a | L20 | 2*0.250 | 0,48 | 0,015 | 46 | 2*0.036=0.07 |
| | L21 | 0,300 | 0,50 | 0,017 | 22 | 0,05 |
| | L22 | 0,300 | 1,86 | 0,017 | 7 | 0,10 |
| BV 2 a+b | L24 | 0,400 | 2,63 | 0,017 | 43 | 0,26 |
| BV 2c | L25 | 0,300 | 5,38 | 0,017 | 8 | 0,17 |
| BV 2 a+b+c | L26 | 0,400 | 3,80 | 0,017 | 65 | 0,31 |
| | L27 | 0,400 | 4,21 | 0,017 | 33 | 0,33 |
| BV 2 (a-d) = BV2 | L28 | 0,400 | 4,03 | 0,017 | 40 | 0,32 |
| BV 3a | L30 | 0,300 | 1,33 | 0,017 | 9 | 0,09 |
| | L31 | 0,300 | 1,64 | 0,017 | 97 | 0,09 |
| BV 3 a+b | L32 | 0,400 | 2,90 | 0,017 | 103 | 0,27 |
| | L33 | 0,400 | 1,81 | 0,017 | 89 | 0,21 |
| BV 3 (a-c) = BV 3 | L34 | 0,65*0,65 | 2,88 | 0,022 | 8 | 1,17 |
| | L35 | 0,400 | 3,10 | 0,017 | 31 | 0,28 |
| BV 4 | L40 | 0,300 | 4,90 | 0,017 | 41 | 0,16 |
| BV 5a | L50 | 0,300 | 1,47 | 0,017 | 137 | 0,09 |
| | L51 | 0,400 | 4,41 | 0,017 | 69 | 0,33 |
| BV 5 a+b | L52 | 0,400 | 2,17 | 0,017 | 18 | 0,23 |
| | L53 | 0,400 | -0,43 | 0,017 | 7 | Contre-pente |
| BV 5 (a-c) = BV5 | L54 | 0,400 | 3,67 | 0,017 | 33 | 0,31 |
| BV 6a | L60 | 0,300 | 2,46 | 0,017 | 41 | 0,12 |
| BV 6 a+b | L61 | 0,300 | 3,88 | 0,017 | 84 | 0,15 |
| | L62 | 0,700 | 0,22 | 0,033 | 120 | 0,77 |
| BV 6c | L63 | 0,400 | 3,83 | 0,017 | 40 | 0,31 |
| BV 6d | L64 | 0,300 | 1,30 | 0,017 | 24 | 0,08 |
| BV 6 c+d | L65 | 0,400 | 3,84 | 0,017 | 31 | 0,31 |
| BV 6 a+b+c+d | L66 | 1,300 | 0,21 | 0,033 | 24 | 3,95 |
| BV 6e | L67 | 0,300 | 6,75 | 0,020 | 28 | 0,16 |
| BV 6 (a-e) = BV6 | L68 | 0,400 | 3,04 | 0,020 | 26 | 0,24 |
| BV 7a | L70 | 0,300 | 4,33 | 0,017 | 9 | 0,15 |
| | L71 | 1,000 | 3,44 | 0,033 | 16 | 3,92 |
| | L71a | 1,000 | 49,00 | 0,033 | 1 | - |
| BV 7b | L72 | 0,300 | 4,88 | 0,017 | 8 | 0,16 |
| | L73 | 1,000 | 1,94 | 0,033 | 16 | 2,94 |
| | L73a | 1,000 | 49,00 | 0,033 | 1 | - |
| BV 7 a+b = BV7 | L74 | 0,500 | 1,87 | 0,020 | 47 | 0,33 |
| BV 8 | L80 | 0,300 | 2,92 | 0,015 | 60 | 0,14 |

Les tronçons notés en italique représentent des réseaux superficiels. Leur diamètre correspond à leur hauteur.

Le réseau L53 est à contre-pente et n'a donc pas, en théorie, de capacité. Il permet quand même l'évacuation des eaux grâce à sa mise en charge par l'amont.

3 – CALCUL DES DEBITS DE POINTES

3.1 – Par sous-bassin

Par la méthode SCS (Soil Conservation Service) du logiciel XP-SWMM, nous avons calculé les débits de pointe théoriques pour chaque sous-bassin afin de les injecter dans le réseau.

Nous avons retenu plusieurs pluies décennales de durées différentes (5 à 60 min). Cette distinction a été faite pour tenir compte de tout le réseau. En effet, plus la pluie considérée est courte plus elle sera proche des temps de concentration des petits versants et les risques de saturation sensibles en amont. Pour les pluies plus longues, les réseaux testés seront en aval. Dans tous les cas, il a été retenu une pluie de 240 min d'une période de retour 5 ans avec, à 120 min, un pic décennal correspondant à la pluie considérée.

Le tableau suivant présente les résultats de trois pluies, les autres sont annexés. Le schéma de principe pour la modélisation des pluies de projet est également en annexe.

| <i>Versant</i> | <i>Débits théoriques décennaux (m³/s) en fonction de la durée de pluie</i> | | |
|----------------|---|---------------|---------------|
| | <i>5 min</i> | <i>10 min</i> | <i>15 min</i> |
| BV 1 | 0,25 | 0,22 | 0,19 |
| BV 2a | 0,15 | 0,16 | 0,15 |
| BV 2b | 0,08 | 0,10 | 0,10 |
| BV 2c | 0,14 | 0,15 | 0,14 |
| BV 2d | 0,23 | 0,20 | 0,18 |
| BV 3a | 0,15 | 0,18 | 0,18 |
| BV 3b | 0,32 | 0,30 | 0,27 |
| BV 3c | 0,16 | 0,17 | 0,16 |
| BV 4 | 0,11 | 0,12 | 0,11 |
| BV 5a | 0,16 | 0,15 | 0,14 |
| BV 5b | 0,10 | 0,09 | 0,08 |
| BV 5c | 0,08 | 0,09 | 0,09 |
| BV 6a | 0,38 | 0,43 | 0,43 |
| BV 6b | 0,12 | 0,12 | 0,11 |
| BV 6c | 0,16 | 0,15 | 0,14 |
| BV 6d | 0,07 | 0,09 | 0,09 |
| BV 6e | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| BV 7a | 0,14 | 0,13 | 0,12 |
| BV 7b | 0,15 | 0,16 | 0,15 |
| BV 8 | 0,29 | 0,31 | 0,29 |

3.2 – Assemblage des bassins

Le logiciel XP-SWMM permet d'effectuer l'assemblage des sous-versants et de déterminer la transmission des débits de l'amont vers l'aval en intégrant les déphasages des pointes de débits. Différents nœuds et tronçons vont nous intéresser, correspondant aux zones de saturations actuelles.

Dans ces simulations, nous avons considéré les réseaux comme non réducteurs, de manière à obtenir des débits de pointe théoriques. Ces simulations sont également annexées, ainsi que celles des débits de pointe actuels avec le profil des tronçons.

| Nœud | Versant | Tronçon | Débits de pointe théoriques 10 ans (m ³ /s) | | | |
|-------------|--------------|---------|--|-------------|-------------|--------|
| | | | 5 min | 10 min | 15 min | 30 min |
| BV 1 | BV 1 | L10 | 0,24 | 0,21 | 0,19 | 0,15 |
| BV 2a | BV 2a | L20 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,12 |
| N21 | | L21 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,12 |
| N22 | | L22 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,12 |
| BV 2b & N24 | BV 2 a+b | L24 | 0,20 | 0,23 | 0,23 | 0,20 |
| BV 2c | BV 2c | L25 | 0,14 | 0,15 | 0,14 | 0,12 |
| N26 | BV 2 a+b+c | L26 | 0,30 | 0,36 | 0,36 | 0,31 |
| N27 | | L27 | 0,30 | 0,36 | 0,36 | 0,31 |
| BV 2d & N28 | BV 2 | L28 | 0,38 | 0,46 | 0,47 | 0,43 |
| BV 3a | BV 3a | L30 | 0,15 | 0,17 | 0,18 | 0,16 |
| N31 | | L31 | 0,14 | 0,17 | 0,18 | 0,16 |
| BV 3b & N32 | BV 3 a+b | L32 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,32 |
| N33 | | L33 | 0,35 | 0,35 | 0,36 | 0,32 |
| BV 3c & N34 | BV 3 | L34 | 0,48 | 0,51 | 0,51 | 0,45 |
| N35 | | L35 | 0,48 | 0,51 | 0,51 | 0,45 |
| BV 4 | BV 4 | L40 | 0,11 | 0,12 | 0,11 | 0,09 |
| BV 5a | BV 5a | L50 | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,11 |
| N51 | | L51 | 0,15 | 0,15 | 0,13 | 0,11 |
| BV 5b & N52 | BV 5 a+b | L52 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,17 |
| N53 | | L53 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,17 |
| BV 5c & N54 | BV 5 | L54 | 0,29 | 0,31 | 0,29 | 0,24 |
| BV 6a | BV 6a | L60 | 0,37 | 0,43 | 0,42 | 0,36 |
| BV 6b & N61 | BV 6 a+b | L61 | 0,41 | 0,50 | 0,50 | 0,44 |
| N62 | | L62 | 0,38 | 0,48 | 0,49 | 0,43 |
| BV 6c | BV 6c | L63 | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,11 |
| BV 6d | BV 6d | L64 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,08 |
| N65 | BV 6 c+d | L65 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 0,17 |
| N66 | BV 6 a+b+c+d | L66 | 0,48 | 0,55 | 0,56 | 0,54 |
| BV 6e | BV 6e | L67 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,04 |
| N68 | BV 6 | L68 | 0,49 | 0,56 | 0,57 | 0,56 |
| BV 7a | BV 7a | L70 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,09 |
| N71 | | L71 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,09 |
| BV 7b | BV 7b | L72 | 0,14 | 0,16 | 0,15 | 0,13 |
| N73 | | L73 | 0,14 | 0,16 | 0,15 | 0,13 |
| N74 | BV 7 | L74 | 0,24 | 0,27 | 0,25 | 0,21 |
| BV 8 | BV 8 | L80 | 0,28 | 0,31 | 0,29 | 0,24 |

Il est à noter que le nœud choisi comme indicateur sur chaque tronçon est celui situé à l'amont. Ce point est important car il indique le sens d'écoulement. Certains nœuds sont associés à des nœuds dits « bassins versants » car les réseaux les reliant sont fictifs. Ces réseaux fictifs sont utilisés pour obtenir une étude plus claire et plus sûre.

Les pluies les plus défavorables sont celles inférieures à 15 minutes. En effet, les différentes distances entre les têtes de réseau et leurs exutoires respectifs est petites et les réseaux sont donc plus sensibles aux pluies courtes.

CARTO A0 E.I

B – RECHERCHE DES DYSFONCTIONNEMENTS

1 – Adéquation des réseaux

2 – Simulations hydrauliques

3 – Résultats de l'enquête de terrain

4 – Autres facteurs de dysfonctionnement

I - ADEQUATION DES RESEAUX

Dans le tableau ci-dessous, nous avons reporté les données des deux tableaux précédents. Pour les débits de pointe théoriques de chaque tronçon, nous avons utilisé le résultat le plus défavorable entre les différentes pluies simulées en décennal (5 à 60 min).

| <i>Nœud</i> | <i>Versant</i> | <i>Tronçon</i> | <i>Débit de pointe (m3/s)</i> | <i>Capacité du tronçon (m3/s)</i> | <i>Rapport Débit / Capacité</i> |
|-------------|----------------|----------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| BV 1 | BV 1 | L10 | 0,24 | 0,49 | 0,50 |
| BV 2a | BV 2a | L20 | 0,14 | 0,07 | 2,00 |
| N21 | | L21 | 0,14 | 0,05 | 2,85 |
| N22 | | L22 | 0,14 | 0,10 | 1,40 |
| BV 2b & N24 | | L24 | 0,23 | 0,26 | 0,90 |
| BV 2c | BV 2c | L25 | 0,15 | 0,17 | 0,90 |
| N26 | BV 2 a+b+c | L26 | 0,36 | 0,31 | 1,15 |
| N27 | | L27 | 0,36 | 0,33 | 1,10 |
| BV 2d & N28 | BV 2 | L28 | 0,47 | 0,32 | 1,50 |
| BV 3a | BV 3a | L30 | 0,18 | 0,09 | 1,95 |
| N31 | | L31 | 0,18 | 0,09 | 1,95 |
| BV 3b & N32 | BV 3 a+b | L32 | 0,36 | 0,27 | 1,35 |
| N33 | | L33 | 0,36 | 0,21 | 1,70 |
| BV 3c & N34 | BV 3 | L34 | 0,51 | 1,17 | 0,45 |
| N35 | | L35 | 0,51 | 0,28 | 1,80 |
| BV 4 | BV 4 | L40 | 0,12 | 0,16 | 0,75 |
| BV 5a | BV 5a | L50 | 0,16 | 0,09 | 1,75 |
| N51 | | L51 | 0,15 | 0,33 | 0,45 |
| BV 5b & N52 | | L52 | 0,23 | 0,23 | 1,00 |
| N53 | BV 5 a+b | L53 | 0,23 | Contre-pente | / |
| BV 5c & N54 | BV 5 | L54 | 0,31 | 0,31 | 1,00 |
| BV 6a | BV 6a | L60 | 0,43 | 0,12 | 3,60 |
| BV 6b & N61 | BV 6 a+b | L61 | 0,50 | 0,15 | 3,35 |
| N62 | | L62 | 0,49 | 0,77 | 0,65 |
| BV 6c | BV 6c | L63 | 0,16 | 0,31 | 0,50 |
| BV 6d | BV 6d | L64 | 0,09 | 0,08 | 1,05 |
| N65 | BV 6 c+d | L65 | 0,20 | 0,31 | 0,65 |
| N66 | BV 6 a+b+c+d | L66 | 0,56 | 3,95 | 0,15 |
| BV 6e | BV 6e | L67 | 0,06 | 0,16 | 0,35 |
| N68 | BV 6 | L68 | 0,57 | 0,24 | 2,35 |
| BV 7a | BV 7a | L70 | 0,14 | 0,15 | 0,90 |
| N71 | | L71 | 0,13 | 3,92 | 0,05 |
| BV 7b | BV 7b | L72 | 0,16 | 0,16 | 1,00 |
| N73 | | L73 | 0,16 | 2,94 | 0,05 |
| N74 | BV 7 | L74 | 0,27 | 0,33 | 0,80 |
| BV 8 | BV 8 | L80 | 0,31 | 0,14 | 2,20 |

Dans le tableau ci-dessus, un code de couleur a été attribué en fonction des rapports débit théorique décennal / capacité du réseau. Les couleurs rouge et orange indiquent des émissaires trop réduits entraînant des dysfonctionnements importants. Les couleurs bleu ou vert signalent un léger dysfonctionnement ou non, avec pas ou peu de perturbations.

Au vu de ce tableau, la moitié des tronçons semble en charge avec seulement quelques réseaux busés vraiment sous-dimensionnés qui peuvent entraîner des débordements sur voirie.

La saturation de ces réseaux entraîne des ruissellements par faibles laminages sur voirie peu importants (inférieurs à 50 m³) pour chacun des versants suivants : BV 2, 3, 5, 8. Le dysfonctionnement le plus important se produit au niveau du versant BV 6, avec des eaux excédentaires avoisinant les 200 m³.

Il faut noter que ces débordements se produisent souvent en tête de réseau et constituent des pôles de réduction de débit. Les tronçons aval sont donc moins sensibles aux saturations.

2 – SIMULATIONS HYDRAULIQUES

Nous avons effectué des simulations de débits avec les mêmes pluies que précédemment en considérant les réseaux actuels. Ces simulations sont annexées. Les résultats obtenus sont en corrélation avec les rapports « débit afférent / capacité ». La moitié des réseaux du versant est en charge avec plusieurs petits débordements.

Il est à noter que les points de saturation en tête de réseau des différents versants étudiés soulagent les tronçons en aval, si bien que les dysfonctionnements sont moins conséquents dans la partie aval où les réseaux sont théoriquement les plus sous-dimensionnés.

Nos simulations ont montré des dysfonctionnements notables aux nœuds suivants :

BV 2a, N21, N22, BV 2c et N28 : Tronçons légèrement insuffisants au vu des débits afférents. Le versant 2 connaît donc plusieurs débordements qui, du fait de leur nombre, sont très courts (environ 5 minutes) et peu conséquents. En effet, ils ruissellent sur la voirie et dans le jardin de la maison de retraite avant d'être récupérés par les différents avaloirs.

BV 3a et N33 : Réseaux mis en charge (L30, 31 et 32 – Ø300) avec un léger débordement au niveau du nœud BV 3a. Le débordement observé au nœud N33 est probable, mais il faut noter que ces trois tronçons étant extrapolés du fait de leur inaccessibilité, ont des pentes approximatives. Le versant 3 est donc également sujet à des débordements par faibles laminages sur voirie qui peuvent être gênants pour les riverains. En effet, les rues concernées (rues de Bretagne et du Stade) sont très fréquentées.

BV 5a : Entrée en réseau de capacité insuffisante qui entraîne des débordements sur voirie. A noter que le tronçon N53 est à contre-pente et que sans cette zone tampon involontaire, il occasionnerait également des ruissellements.

BV 6a : Réseaux Ø300 (L60 et 61) de capacité nettement inférieure aux débits afférents. La rue des Chapellenies est le secteur le plus problématique du bourg. En effet, les ruissellements sur voirie y sont volumineux (200 m³ pour une pluie d'une heure) et assez long (environ 30 minutes). Ces eaux excédentaires peuvent éventuellement ruisseler à travers quelques terrains privés. De plus, les eaux captées par le fossé L62 ne peuvent être correctement évacuées car un chemin piéton le traverse et la buse d'évacuation est complètement obstruée.

BV 7a et BV7b : Les deux traversées de route (L70 et L72 – Ø300) sont légèrement sous-dimensionnées, mais les minis-débordements engendrés sont immédiatement récupérés par le fossé de l'autre côté de la route.

BV 8 : Réseau récent (L80 – Ø300 PVC) de capacité insuffisante pour évacuer le débit afférent. Les débordements ne durent qu'une dizaine de minutes et sont ensuite récupérés par les avaloirs à proximité.

Il est important d'assimiler le fait que les diverses zones problématiques entraînent des dysfonctionnements plus nombreux mais moins conséquents. En revanche, la réfection seule des tronçons en tête de réseau entraînerait des dysfonctionnements plus importants et donc plus néfastes pour les secteurs aval.

Afin de vérifier nos calculs et nos interprétations, nous avons confronté ces résultats à une enquête de terrain et demandé confirmation aux services techniques communaux.

3 – RESULTATS DE L'ENQUETE DE TERRAIN

L'enquête auprès des riverains et services techniques communaux valide les résultats obtenus. Les quelques débordements observés sont peu volumineux et ruissellent sur voirie. Ils ne sont donc pas très gênants pour les riverains.

Les dysfonctionnements sur le versant sont observés pour des fréquences quinquennales sauf pour le versant 6 où les tronçons L60 et L61 saturent pour une pluie biannuelle.

4 – AUTRES FACTEURS DE DYSFONCTIONNEMENT

Un des problèmes rencontré est le réseau à faible pente qui limite les vitesses d'écoulement de l'eau, favorisant ainsi les dépôts des particules les plus importantes lors des faibles pluies. Les sédiments demandent alors des vitesses de plus en plus élevées pour être mobilisés et constituent ensuite des réductions artificielles de ces réseaux et accentuent la fréquence des dysfonctionnements.

En plus de tous les dysfonctionnements hydrauliques décrits précédemment, il faut noter que l'état des réseaux est un facteur loin d'être négligeable qui entraîne des dysfonctionnements importants même pour des pluies d'intensité moyenne.

C – SOLUTIONS PROPOSEES

1 – Choix des options

2 – Propositions de travaux

2.1 – Redimensionnement des réseaux

a – Modifications à réaliser

b – Récapitulatif des réseaux modifiés ou créés du projet

2.2 - Débits générés après redimensionnement

3 – Phasage des travaux et estimatif financier

1 – CHOIX DES OPTIONS

Le versant étudié est un secteur urbain collecté par buses enterrées. Ainsi, nous nous attacherons à proposer les travaux les plus limités afin de restreindre les ouvertures de voiries. De plus, le dimensionnement de ces propositions devra tenir compte des exigences de pentes minimales et de couverture des canalisations.

Les exutoires des huit versants du bourg correspondent à des traversées de la route des Ponts (RD n°37). Il existe deux orientations possibles pour supprimer les dysfonctionnements observés :

- Redimensionnement de la totalité des tronçons défectueux et par conséquent, les traversées de la route des Ponts ;
- Redimensionnement des tronçons les plus insuffisants, entraînant des dysfonctionnements conséquents. Les autres réseaux seront mis en charge et certains entraîneront de légers ruissellements par faibles laminages sur voirie.

Pour des raisons techniques et financières et sachant que la plupart des dysfonctionnements sont minimes, la solution 2 (conservation de quelques ruissellements) semble la plus appropriée. Seul, le versant 3 sera présenté avec les deux solutions car les ruissellements peuvent y être gênant pour les riverains (rues de Bretagne et du Stade). En effet, la première cité correspond à une rue semi-piétonne mélangeant commerçants et habitations privées et la seconde est la route principale empruntée par les véhicules pour entrer dans la commune de Saint-Julien de Concelles.

2 – PROPOSITIONS DE TRAVAUX

2.1 – Redimensionnements des réseaux

a – Modifications à réaliser

➤ *Versant 2*

Les tronçons L20, L21 et L22 seront modifiés. Actuellement sous-dimensionnés, ils provoquent des ruissellements dès le début du réseau, leur réfection est donc nécessaires. Les tronçons L20 et L21 (2xØ250 PVC et Ø300) seront remplacés respectivement par une buse Ø400 et un dalot de 0,3m*0,5m. Ce dernier a été préféré à une Ø400 pour conserver une couverture sous trottoir minimale au niveau du nœud N22 (30cm). Le tronçon L22 sera, pour les mêmes raisons, doublé avec une autre buse Ø300.

Les tronçons L25, L26 et L27 seront conservés avec cependant quelques ruissellements, notamment à travers le jardin de la maison de retraite, dus à leurs capacités légèrement insuffisantes.

Il faut noter que des débordements sont susceptibles d'avoir lieu sur la rue de la Basse Rivière au niveau du nœud N28. Ils ne seront que très effémèrent (moins de 5 minutes) et peu volumineux (10m³ au maximum).

➤ *Versant 3*

Ce versant est problématique dans le sens où tous les réseaux sont sous-dimensionnés et la réfection d'un tronçon oblige celle des autres sans quoi les ruissellements seront plus importants et donc plus néfastes. C'est pourquoi, les deux solutions énumérées dans le paragraphe I seront présentées pour ce versant :

- La première consiste à redimensionner les tronçons L30 à L33 et L35 avec le diamètre de buse supérieur (Ø300 en Ø400 et Ø400 en Ø500) en recreusant de quelques centimètres leurs radiers pour conserver une couverture sous voirie d'au moins 50cm. Cette solution à l'avantage de supprimer tous les ruissellements et risques de débordements, en revanche elle sera plus coûteuse (330ml de réseau à refaire) avec, en plus, le remplacement de la traversée de la route des Ponts assez contraignante.
- La seconde consiste à conserver les réseaux actuels avec les risque de ruissellements sur les voiries en sachant que ces rues sont des plus fréquentées par les riverains et les automobilistes. En revanche, ces ruissellements sur voirie diminuent les débits de pointe (fonction d'écrêteur) et les réseaux aval, tout particulièrement, la traversée de la route des Ponts, s'en trouvent soulagés.

➤ **Versant 5**

Le tronçon L50, en tête de réseau, sera conservé malgré le risque de ruissellements, en sachant que ces eaux excédentaires seront récupérées par le tronçon L51. En revanche, le tronçon L53, actuellement à contre-pente et sous-dimensionné, sera remplacé par un dalot pour conserver une couverture minimale. Afin d'obtenir une pente correcte, le radier aval du réseau sera abaissé de 15cm (nœud N54) et rattrapera le radier actuel au nœud N54b. Les tronçons L53 et L54a (dalot de 0,4m*0,6m) sont légèrement sur-dimensionnés pour compenser la rupture de pente (4,5% pour L51 et de 1 à 2% pour L52 à L54a)

➤ **Versant 6**

Les tronçons L60 et L61, les plus sous-dimensionnés de l'étude, seront repris en Ø500. Les débits afférents à l'exutoire (L68) seront augmentés et la traversée de la route des Ponts devient insuffisante. Afin d'éviter son redimensionnement, un des bord du fossé L62, côté espace vert, sera remblayé d'au moins 20 cm et jouera ainsi un rôle d'écrêteur de débit avec L66.

➤ **Versant 8**

Le dernier tronçon de ce réseau (L80 – Ø300 PVC) semble insuffisant, malgré qu'il soit récent. Il pourra être remplacé par une buse Ø400.

b - Récapitulatif des réseaux modifiés ou créés du projet

Le tableau ci-après recense l'ensemble des tronçons réhabilités, redimensionnés ou créés sur toute la zone d'étude :

| Versant | Tronçon | Diamètre (m) | Pente (%) | Rugosité | Longueur (m) | Capacité (m3/s) |
|------------------------------------|---------|--------------|-----------|----------|--------------|-----------------|
| 2 | L20 | 0,400 | 0,57 | 0,016 | 46 | 0,12 |
| | L21 | 0,3*0,5 | 0,41 | 0,020 | 22 | 0,13 |
| | L22b | 0,300 | 1,57 | 0,016 | 7 | 0,10 |
| 3 (solution sans ruissellement) | L30 | 0,400 | 1,78 | 0,016 | 9 | 0,23 |
| | L31 | 0,400 | 1,64 | 0,016 | 97 | 0,22 |
| | L32 | 0,500 | 2,86 | 0,016 | 103 | 0,52 |
| | L33 | 0,500 | 1,81 | 0,016 | 89 | 0,41 |
| | L35 | 0,500 | 3,10 | 0,016 | 31 | 0,54 |
| 5 | L53 | 0,4*0,6 | 1,71 | 0,020 | 7 | 0,48 |
| | L54a | 0,4*0,6 | 1,17 | 0,020 | 6 | 0,40 |
| 6 | L60 | 0,500 | 2,46 | 0,016 | 41 | 0,48 |
| | L61a | 0,500 | 3,95 | 0,016 | 60 | 0,61 |
| | L61b | 0,500 | 3,71 | 0,016 | 24 | 0,59 |
| | L62 | Fossé - 0,9 | 0,22 | 0,033 | 120 | 1,03 |
| 8 | L80 | 0,400 | 2,92 | 0,016 | 60 | 0,29 |

2.2 – Débits générés après redimensionnement

Du fait des modifications apportées par les projets proposés plus haut, l'assemblage des sous-versants et les débits en résultants sont différents.

| Réseau | | Débit de pointe 10 ans (m3/s) | | | | Capacité du tronçon (m3/s) | Qpte _{10ans} / Capacité |
|-------------------------------------|---------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Versant | Tronçon | 5 min | 10 min | 15 min | 30 min | | |
| 1 | L10 | 0,24 | 0,21 | 0,19 | 0,15 | 0,49 | 0,49 |
| 2 | L20 | 0,14 | 0,15 | 0,14 | 0,12 | 0,12 | 1,24 |
| | L21 | 0,13 | 0,15 | 0,14 | 0,12 | 0,13 | 1,13 |
| | L22a | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,10 | 0,70 |
| | L22b | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,10 | 0,70 |
| | L24 | 0,19 | 0,22 | 0,22 | 0,20 | 0,26 | 0,86 |
| | L25* | R=0.10 V=0.02 | R=0.10 V=0.05 | R=0.10 V=0.05 | R=0.10 V=0.01 | 0,17 | 0,88 |
| | L26* | R=0.30 V=0.00 | R=0.33 V=0.01 | R=0.32 V=0.01 | R=0.31 V=0.00 | 0,31 | 1,16 |
| | L27* | R=0.30 V=0.00 | R=0.31 V=0.01 | R=0.31 V=0.03 | R=0.30 V=0.00 | 0,33 | 1,08 |
| | L28 | 0,34 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,32 | 1,10 |
| | N28 | Volume et temps de débordement | | | | | - |
| | 0 m3 | 0 m3 | 7m³-4min | 7 m ³ -4min | | - | |
| 3 (solution avec ruissellements) | L30* | R=0.10 V=0.07 | R=0.10 V=0.10 | R=0.10 V=0.11 | R=0.11 V=0.09 | 0,09 | 1,96 |
| | L31* | R=0.11 V=0.01 | R=0.11 V=0.05 | R=0.11 V=0.07 | R=0.11 V=0.05 | 0,09 | 1,96 |
| | L32* | R=0.27 V=0.00 | R=0.27 V=0.00 | R=0.27 V=0.01 | R=0.27 V=0.00 | 0,27 | 1,34 |
| | L33* | R=0.26 V=0.00 | R=0.25 V=0.00 | R=0.26 V=0.00 | R=0.25 V=0.00 | 0,21 | 1,70 |
| | L34 | 0,37 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 1,29 | 0,29 |
| | L35 | 0,34 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,28 | 1,25 |
| 3 (solution sans ruissellement) | L30 | 0,15 | 0,17 | 0,18 | 0,16 | 0,23 | 0,77 |
| | L31 | 0,14 | 0,17 | 0,18 | 0,16 | 0,22 | 0,80 |
| | L32 | 0,37 | 0,36 | 0,36 | 0,32 | 0,52 | 0,71 |
| | L33 | 0,35 | 0,35 | 0,36 | 0,32 | 0,41 | 0,88 |
| | L34 | 0,48 | 0,51 | 0,51 | 0,45 | 1,17 | 0,44 |
| | L35 | 0,49 | 0,51 | 0,51 | 0,45 | 0,54 | 0,95 |
| 4 | L40 | 0,11 | 0,12 | 0,11 | 0,09 | 0,16 | 0,72 |
| 5 | L50* | R=0.07 V=0.03 | R=0.08 V=0.03 | R=0.08 V=0.03 | R=0.07 V=0.02 | 0,09 | 1,75 |
| | L51 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,09 | 0,33 | 0,32 |
| | L52 | 0,17 | 0,17 | 0,16 | 0,14 | 0,23 | 0,73 |
| | L53 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,14 | 0,48 | 0,34 |
| | L54a | 0,22 | 0,24 | 0,24 | 0,21 | 0,40 | 0,60 |
| | L54b | 0,22 | 0,24 | 0,24 | 0,21 | 0,31 | 0,78 |

| Réseau | | Débit de pointe 10 ans (m3/s) | | | | Capacité du tronçon (m3/s) | Qpte _{10ans} / Capacité |
|---------|---------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Versant | Tronçon | 5 min | 10 min | 15 min | 30 min | | |
| 6 | L60 | 0,37 | 0,43 | 0,42 | 0,36 | 0,48 | 0,90 |
| | L61a | 0,41 | 0,50 | 0,50 | 0,44 | 0,61 | 0,83 |
| | L61b | 0,42 | 0,50 | 0,50 | 0,43 | 0,59 | 0,85 |
| | L62 | 0,39 | 0,45 | 0,43 | 0,37 | 1,03 | 0,43 |
| | L63 | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,11 | 0,31 | 0,52 |
| | L64 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 1,06 |
| | L65 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 0,17 | 0,31 | 0,65 |
| | L66 | 0,35 | 0,36 | 0,39 | 0,36 | 3,95 | 0,10 |
| | L67 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,04 | 0,16 | 0,43 |
| | L68 | 0,32 | 0,35 | 0,35 | 0,36 | 0,24 | 1,49 |
| 7 | L70 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,09 | 0,15 | 0,90 |
| | L71 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,09 | 3,92 | 0,03 |
| | L72 | 0,14 | 0,16 | 0,15 | 0,13 | 0,16 | 0,98 |
| | L73 | 0,14 | 0,16 | 0,15 | 0,13 | 2,94 | 0,05 |
| | L74 | 0,24 | 0,27 | 0,25 | 0,21 | 0,33 | 0,81 |
| 8 | L80 | 0,28 | 0,31 | 0,29 | 0,24 | 0,29 | 1,07 |

Les tronçons notés en rouge correspondent aux réseaux à modifier, tandis que ceux qui sont notés avec une * sont conservés avec des faibles ruissellements sur voirie. Pour ces derniers, le débit passant dans le réseau est indiqué par la lettre R, et celui ruissellant sur la voirie par la lettre V.

3 – PHASAGE DES TRAVAUX ET ESTIMATIF FINANCIER

Les différents versants du bourg étant indépendants du point de vue hydraulique, les travaux pourront être effectués versant par versant.

Les travaux concernant le versant 6 semblent être les plus urgents.

Estimatif financier :

| | <i>Unité</i> | <i>Prix unitaire</i> | <i>Quantité</i> | <i>Montant H.T.</i> |
|---|--------------|----------------------|-----------------|---------------------|
| <i>Versant 2</i> | | | | |
| Fourniture et pose Ø300 | ml | 200,00 € | 7 | 1 400,00 € |
| Fourniture et pose Ø400 | ml | 220,00 € | 46 | 10 120,00 € |
| Arche 0,3m*0,5m | ml | 250,00 € | 22 | 5 500,00 € |
| <i>Versant 3 (solution sans ruissellement)</i> | | | | |
| Fourniture et pose Ø400 | ml | 220,00 € | 106 | 23 320,00 € |
| Fourniture et pose Ø500 | ml | 250,00 € | 223 | 55 750,00 € |
| <i>Versant 5</i> | | | | |
| Arche 0,4m*0,6m | ml | 280,00 € | 13 | 3 640,00 € |
| <i>Versant 6</i> | | | | |
| Recalibrage fossé | ml | 3,00 € | 120 | 360,00 € |
| Fourniture et pose Ø500 | ml | 250,00 € | 125 | 31 250,00 € |
| <i>Versant 8</i> | | | | |
| Fourniture et pose Ø400 | ml | 220,00 € | 60 | 13 200,00 € |
| <i>Versant total du Bourg</i> | | | | |
| Sous-total | | | | 144 540,00 € |
| Divers et imprévus | 10% | | | 14 454,00 € |
| Total avec versant 3 | | | | 158 994,00 € |
| Total sans versant 3 | | | | 72 017,00 € |

Carte travaux A0

ANNEXES

- 1 – Schéma de principe des pluies de projet
- 2 – Inventaire des bassins versants et des réseaux (Etat initial et projet)

SIMULATIONS XP-SWMM :

- 3 – Feuilles explicatives
- 4 – Fonctionnement hydraulique : Etat initial
- 5 – Débits théoriques : Etat initial
- 6 – Fonctionnement hydraulique après projet.