



G2C ingénierie

3 rue de Tasmanie

44115 BASSE GOULAIN

COMMUNE DE LAVAL
DEPARTEMENT DE LA MAYENNE



REVISION DU ZONAGE D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL VILLE DE LAVAL

RAPPORT FINAL

Mars 2015



Identification du document

Élément	
Titre du document	Révision du Zonage d'assainissement Pluvial Ville de Laval
Nom du fichier	Laval_Zonage_EP_FLC_V18.docx
Version	10/03/2015 12:01
Rédacteur	FLC
Vérificateur	HUQ
Chef d'agence	SEC



Sommaire

LEXIQUE	11
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	12
1.1. Contexte	12
1.2. Objectifs	12
2. ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC DU TERRITOIRE	13
2.1. Contexte territorial	13
2.2. Données démographiques	14
2.2.1. Population	14
2.2.2. Logements	16
2.2.3. Perspectives de développement – PLU	16
2.3. Milieu naturel	17
2.3.1. Contexte topographique	17
2.3.2. Contexte géologique	18
2.3.3. Contexte pédologique	20
2.3.4. Contexte hydrographique	23
2.3.5. Contexte climatologique	25
2.4. Contexte hydrologique	27
2.4.1. Description du bassin d'apport	27
2.4.2. Occupation des sols	27
2.4.3. Délimitation des bassins versants	28
2.4.4. Délimitation et caractéristiques des sous-bassins versants	29
2.4.5. Analyse pluviométrique	31
3. ETAT DES LIEUX DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT DES EAUX PLUVIALES EXISTANT	34
3.1. Données collectées et utilisées	34
3.2. Présentation générale	34
3.3. Réseau structurant	35
3.4. Exutoires	36
3.4.1. Généralités	36
3.4.2. Recensement des exutoires	37
3.4.3. Reportage photographique	38
3.5. Volumes de rétention	39
3.6. Dysfonctionnements connus	42
4. MODELISATION HYDRAULIQUE	43
4.1. Logiciel de modélisation utilisé : Mike Urban	43
4.1.1. Présentation du logiciel de simulation	43
4.1.2. Intérêt du logiciel de simulation	44
4.1.3. Etapes de la modélisation	44
4.2. Construction du modèle	45



4.2.1. Réseaux modélisés.....	45
4.2.2. Eaux claires parasites.....	47
4.2.3. Calage du modèle de ruissellement.....	48
5. DIAGNOSTIC QUANTITATIF EN SITUATION ACTUELLE	49
5.1. Contexte réglementaire	49
5.2. Sollicitations du réseau retenues	49
5.3. Simulations du fonctionnement des réseaux en situation actuelle.....	51
5.4. Cartographie des résultats et analyse des principaux dysfonctionnements.....	51
5.4.1. Débits maximaux	52
5.4.2. Mises en charge.....	53
5.4.3. Débordements	55
5.4.4. Principaux constats : occurrences de pluies 10 ans, 30 ans, 50 ans et 100 ans	56
6. DIAGNOSTIC QUANTITATIF EN SITUATION FUTURE.....	57
6.1. Principes généraux, bonnes pratiques.....	57
6.2. Projets d'urbanisme et modélisation en situation future	58
6.2.1. Identification des projets d'urbanisme	58
6.2.2. Impact inhérent au développement	59
6.2.3. Hypothèses retenues pour la modélisation en situation future	60
6.3. Etude du développement des zones à urbaniser.....	60
6.3.1. Modélisation de l'urbanisation de ces secteurs sans dispositif de gestion des eaux pluviales.....	60
6.3.2. Solutions pour limiter l'impact de l'urbanisation des zones à urbaniser	61
6.3.3. Limites des préconisations	63
7. DIAGNOSTIC QUALITATIF EN SITUATION ACTUELLE	64
7.1. Origines des flux de polluants générés	64
7.1.1. Eaux de lavage de voiries et eaux claires	64
7.1.2. Eaux de ruissellement.....	64
7.1.3. Eaux de ruissellement de toiture	66
7.2. Incidence de l'urbanisation sur la qualité écologique.....	69
8. DIAGNOSTIC QUALITATIF EN SITUATION FUTURE.....	71
8.1. Impact de l'urbanisation des zones AU sur les milieux récepteurs	71
8.1.1. Contexte hydrologique et hydraulique	71
8.1.2. Qualité du milieu récepteur	71
8.1.3. Incidences des rejets.....	73
8.2. Impact sur les milieux récepteurs de l'urbanisation des zones de potentialité en zone U	78
8.2.1. Evaluation des rejets futurs dans la Mayenne	78
8.2.2. Estimation des concentrations maximales à ne pas dépasser pour assurer le bon état écologique du cours d'eau récepteur.....	78
8.2.3. Estimation des concentrations au point de rejet suite à un abattement par décantation.....	79
8.3. Propositions de traitement.....	80
8.3.1. Protection des milieux récepteurs : limitation des rejets polluants	80
8.3.2. Maîtrise qualitative	81



8.3.3. Zonage des procédés de dépollution à mettre en œuvre.....	83
9. PHASE DE MISE EN COHERENCE AVEC LE PLU.....	84
9.1. Analyse des enjeux	84
9.2. Elaboration des prescriptions pour la gestion des eaux pluviales.....	84
10. REGLEMENT DU ZONAGE D'EAUX PLUVIALES.....	85
10.1. Généralités	85
10.1.1. Article 1 - Objectifs réglementaires	85
10.1.2. Article 2 – Définitions des eaux pluviales	85
10.1.3. Article 3 – Réglementations en vigueur	85
10.2. Prescriptions réglementaires relatives	88
10.2.1. Article 4 - Zonage pluvial	88
10.2.2. Article 5 - Diagnostic du réseau d'assainissement pluvial	88
10.2.3. Article 6 - Capacité d'infiltration des sols - Perméabilité	88
10.2.4. Article 7 - Gestion des imperméabilisations nouvelles.....	89
10.2.5. Article 8 - Gestion des réseaux pluviaux et fossés	89
10.2.6. Article 9 – Protection du milieu récepteur	91
10.3. Prescriptions réglementaires relatives aux nouvelles zones à imperméabiliser	92
10.3.1. Article 10 – Prescriptions générales	93
10.3.2. Article 11 - Prescriptions réglementaires relatives aux zones à urbaniser (AU)	94
10.3.3. Période de retour de protection et de dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales	94
10.3.4. Débits de fuites des ouvrages de régulation	95
10.3.5. Dimensionnement et préconisations détaillées	95
10.3.6. Article 12 – Mise en œuvre et règles de conception	95
10.3.7. Article 13 - Prescriptions réglementaires relatives aux développements des zones urbanisées (U), zones agricoles (A) ou zones naturelles (N)	98
10.3.8. Article 14 – Types de rejets non admis au déversement	103
10.3.9. Article 15 – Eaux souterraines et eaux de vidange des châteaux d'eau	103
10.3.10. Article 16 – Conditions générales de raccordement.....	104
10.3.11. Article 17 – Définition d'un branchement et modalités de réalisation	104
10.3.12. Article 18 – Caractéristiques techniques des branchements - Partie publique	105
10.3.13. Article 19 – Demande de branchement – Convention de déversement	105
10.3.14. Article 20 – Entretien, réparation et renouvellement.....	106
10.3.15. Article 21 – Cas des lotissements et réseaux privés communs	106
10.4. Suivi des travaux et contrôle des installations	107
10.4.1. Article 22 – Suivi des travaux.....	107
10.4.2. Article 23 – Conformité et contrôle des installations.....	107
10.4.3. Article 24 – Contrôle des ouvrages pluviaux.....	107
10.4.4. Article 25 – Contrôle des infrastructures privées	108
11. ANNEXES	109



Index des figures

Figure 1 : Situation géographique de la ville de Laval.....	13
Figure 2 : Evolution de la population de Laval et de ses communes limitrophes depuis 1968 [Source : INSEE]	14
Figure 3 : Courbe d'évolution de la population totale de Laval et de ses communes limitrophes depuis 1968 [Source : INSEE].....	15
Figure 4 : Topographie de la ville de Laval	17
Figure 5 : Carte des couches géologiques du département de la Mayenne [Source : INDIGGO]	19
Figure 6 : Carte pédologique	20
Figure 7 : Bassin versant de la Mayenne [Source : Setegue].....	23
Figure 8 : Températures normales maximales et minimales à Laval sur la période 1981-2010 [Source : Météo France]	25
Figure 9 : Durées d'ensoleillement mensuelles relevées à Laval en 2014 [Source : Météo France]	25
Figure 10 : Occupation des sols	27
Figure 11 : Délimitation des bassins versants	28
Figure 12 : Délimitation des sous-bassins versants.....	29
Figure 13 : Carte des coefficients de ruissellement	30
Figure 14 : Précipitations normales à Laval sur la période 1981-2010 [Source : Météo France]	31
Figure 15 : Hyéto gramme de la pluie de juillet 2012	33
Figure 16 : Hyéto gramme de la pluie de Juillet 2013	33
Figure 17 : Plan des réseaux d'eaux pluviales	34
Figure 18 : Cartographie du réseau structurant	36
Figure 19 : Localisation des exutoires et DO de la ville de Laval	37
Figure 20 : Photographies de quelques exutoires de la ville de Laval [Source : Setegue]	38
Figure 21 : Localisation des ouvrages de rétention de la ville de Laval	39
Figure 22 : Carte de l'enveloppe d'inondation pour T = 50 ans – Etude 1D/2D du centre-ville (G2C, 2014) ..	42
Figure 23 : Interface du logiciel Mike Urban	43
Figure 24 : Profil en travers du CRS 13 – canal SNCF.....	45
Figure 25 : Courbe de remplissage du bassin Le Cormier	46
Figure 26 : Modèle construit sous Mike Urban	47
Figure 27 : Pluie de projets pour une durée intense de 30 minutes	50
Figure 28 : Débits maximaux pour T = 10 ans	52
Figure 29 : Taux de remplissage maximal du réseau pour T = 10 ans	53
Figure 30 : Analyse des mises en charge pour T = 10 ans	54
Figure 31 : Volumes débordés pour T = 10 ans	55
Figure 32 : Profil en long – Exemple	55
Figure 33 : Localisation des zones AU et des dents creuses	58
Figure 34 : Volumes débordés pour T = 10 ans en situation future.....	61
Figure 35 : Bassins d'apport des principaux exutoires de la ville de Laval	68
Figure 36 : Localisation des stations de mesures retenues	72



Figure 37 : Exemple de fiche d'intégration des eaux pluviales dans les documents d'urbanisme réglementaire..... 84

Figure 38 : Exemples de curage et reprofilage de fossé..... 90

Figure 39 : Exemple de mise en place d'un bassin de rétention des eaux pluviales..... 97



Index des tableaux

Tableau 1 : Evolution de la population de Laval et de ses communes limitrophes depuis 1968 [Source : INSEE]	14
Tableau 2 : Evolution du parc immobilier de Laval et de ses communes limitrophes [Source : INSEE, RP2006 et RP2011 exploitations principales]	16
Tableau 3 : Forages présentant des traces d'eau [Source : Setegue].....	22
Tableau 4 : Affluents de la Mayenne à Laval [Source : Setegue].....	24
Tableau 5 : Synthèse des relevés climatologiques de Laval [Source : Météo France]	26
Tableau 6 : Estimations intensité-durée-fréquence pour des pluies hebdomadaire à bisannuelle [Source : Météo France]	31
Tableau 7 : Estimations intensité-durée-fréquence pour des pluies de période de retour 5 ans à 100 ans [Source : Météo France].....	32
Tableau 8 : Estimations intensité-durée-fréquence pour des pluies hebdomadaire à bisannuelle [Source : Météo France]	32
Tableau 9 : Caractéristiques des bassins de rétention de la ville de Laval.....	41
Tableau 10 : Périodes de retour de mise en charge et de débordement en fonction du type de couverture ..	49
Tableau 11 : Coefficients de Montana utilisés pour le diagnostic.....	50
Tableau 12 : Caractéristiques des pluies de projet.....	50
Tableau 13 : Modifications apportées aux coefficients de ruissellement pour le diagnostic.....	51
Tableau 14 : Volumes débordés pour les différentes périodes de retour modélisées.....	56
Tableau 15 : Caractéristiques des zones AU	59
Tableau 16 : Etude statistique des parcelles en zone U	59
Tableau 17 : Comparaison des volumes débordés pour différentes périodes de retour en situations actuelle et futures	60
Tableau 18 : Détails du dimensionnement des volumes de stockage à prévoir pour les zones à urbaniser...	62
Tableau 19 : Estimation de rejet pour différents polluants et pour différentes occupations du sol rejetées annuellement par hectare de projet imperméabilisé.....	68
Tableau 20 : Estimation de rejet pour différents polluants et pour différentes pluies	69
Tableau 21 : Estimation des concentrations de rejet pour différents polluants et pour différentes occupations du sol	69
Tableau 22 : Classes de qualité du référentiel SEQ Eau pour les eaux douces de surface	70
Tableau 23 : Caractéristiques hydrauliques de la Mayenne à L'Huisserie.....	71
Tableau 24 : Qualité et objectifs qualité du cours d'eau Mayenne.....	71
Tableau 25 : Analyse des débits de fuite susceptibles d'être rejetés au milieu récepteur après aménagement	73
Tableau 26 : Estimation de la concentration maximale des rejets en DCO, DBO5 et MES pour ne pas déclasser le milieu récepteur.....	74
Tableau 27 : Concentrations en MES, DCO et DBO5 utilisées pour l'évaluation des pollutions issues des zones AU.....	75
Tableau 28 : Coefficient d'abattement de la DCO et de la DBO5 par décantation.....	75
Tableau 29 : Estimation de la concentration aval sur chaque projet de développement des zones AU	76
Tableau 30 : Caval générées sur les surfaces imperméabilisées à urbaniser estimées après abattement des rejets dans un bassin de décantation (filière simple).....	77



Tableau 31 : Analyse des débits de fuite susceptibles d'être rejetés au milieu récepteur après aménagement	78
Tableau 32 : Estimation de la concentration maximale des rejets en DCO, DBO5 et MES pour ne pas déclasser le milieu récepteur	78
Tableau 33 : Concentrations en MES, DCO et DBO5 utilisées pour l'évaluation des pollutions issues des dents creuses	79
Tableau 34 : Caval générées sur les surfaces imperméabilisées des zones de potentialité	79
Tableau 35 : Dispositifs permettant l'abattement des matières en suspension	81
Tableau 36 : Coefficient pondérateur par paramètre de pollution	81
Tableau 37 : Prescriptions qualitatives générales applicables aux rejets d'eaux de ruissellement en cas de modification de l'occupation des sols	83
Tableau 38 : Classe de qualité du référentiel SEQ Eau pour les eaux douces de surface	94
Tableau 39 : Détails du dimensionnement des volumes de stockage à prévoir pour les zones à urbaniser ...	95



Index des annexes

Annexe 1 : Cartes illustrant la répartition de la population	109
Annexe 2 : Carte topographique	110
Annexe 3 : Carte des sols hydromorphes	111
Annexe 4 : Carte des bassins versants.....	112
Annexe 5 : Carte des sous-bassins versants.....	113
Annexe 6 : Carte des coefficients de ruissellement	114
Annexe 7 : Carte des réseaux d'eaux pluviales	115
Annexe 8 : Carte du réseau structurant.....	116
Annexe 9 : Carte de localisation des exutoires et DO.....	117
Annexe 10 : Carte de localisation des bassins de rétention.....	118
Annexe 11 : Carte des débits maximaux en situation actuelle.....	119
Annexe 12 : Carte des taux de remplissage en situation actuelle.....	120
Annexe 13 : Carte des mises en charge en situation actuelle.....	121
Annexe 14 : Cartes des débordements et des volumes débordés en situation actuelle	122
Annexe 15 : Cartes des zones à risque	123
Annexe 16 : Carte des dents creuses, des zones AU et de leurs exutoires	124
Annexe 17 : Cartes de synthèse du fonctionnement du réseau en situation future (débits maximaux, taux de remplissage, mises en charge, débordements et volumes débordés).....	125
Annexe 18 : Carte des surfaces actives des bassins d'apport des principaux exutoires	126
Annexe 19 : Carte des stations de mesures de la qualité des cours d'eau.....	127
Annexe 20 : Analyse du Règlement de PLU au regard des zonages d'assainissement EU et EP	128
Annexe 21 : Intégration des eaux pluviales dans les documents d'urbanisme réglementaire.....	129
Annexe 22 : Description et comparatif de techniques alternative de gestion des eaux pluviales.....	130
Annexe 23 : Carte du zonage d'assainissement des eaux pluviales	131



Lexique

A : Zone Agricole
AU : Zone A Urbaniser
BV : Bassin Versant
Cimp : Coefficient d'imperméabilisation
Cr : Coefficient de ruissellement
DCO : Demande Chimique en Oxygène
DBO5 : Demande Biologique en Oxygène pendant 5 jours
DC10 : Débit classé de fréquence 10 ans
DCE : Directive Cadre sur l'Eau
DREAL : Direction Régionale de l'Eau et de l'Aménagement et du Logement
ECP : Eaux Claires Parasites
MES : Matières en suspension
MNT : Modèle Numérique de Terrain
N : Zone Naturelle
PLU : Plan Local d'Urbanisme
PPR : Plan de Prévention des Risques
PPRI : Plan de Prévention du Risque d'Inondation
Q : Débit
QMNA5 : Valeur du débit mensuel d'étiage atteint par un cours d'eau pour une période de 5 ans
SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau
SCoT : Schéma de Cohérence Territorial
SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau
SEQ-Eau : Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau
SSBV : SouS Bassin Versant
STEP : Station de Traitement et d'EPuration
Ua, Ub,Uc,Ud, Up : Zone déjà urbanisée
ZAC : Zone d'Aménagement Concerté



1. Contexte et objectifs de l'étude

1.1. Contexte

La révision des zonages d'assainissement eaux usées et eaux pluviales s'inscrit dans la démarche de révision du Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la Ville de Laval. Elle se base notamment sur les articles 3D2 et 3D4 du SAGE et du SDAGE, qui stipulent que « la cohérence entre le plan de zonage pluvial et les prévisions d'urbanisme est vérifiée lors de l'élaboration et de chaque révision du plan local d'urbanisme ».

Le conseil Municipal a approuvé le zonage d'assainissement pluvial le 08/02/2007. Ce zonage comprend une carte de zonage calquée sur les zones urbanisables et un cahier prescriptif résumé dans un synoptique. Ce zonage a fait l'objet d'une enquête publique, qui s'est déroulée conjointement avec le PLU du 16 octobre au 16 novembre 2006.

Pour le zonage pluvial, le dimensionnement des mesures compensatoires se fait, aujourd'hui, uniformément sur tout le territoire de la ville pour une pluie de retour 10 ans. En fonction de leur sensibilité ou de leur vulnérabilité, certains secteurs de Laval ont fait l'objet de prescriptions supérieures qui ne sont aujourd'hui pas actées dans le PLU (période de retour de 30 ans pour les secteurs Bourny et centre ville). La norme européenne NF EN 752-2, relative aux réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments, définit les niveaux de protection pour les réseaux d'eaux pluviales et pourra servir de base de travail.

Il s'agit aussi de prendre en compte les objectifs de densification (Loi ALUR), qui sont en contradiction avec l'objectif de préservation du réseau unitaire contre les montées en charge et le transit d'eaux claires parasites.

1.2. Objectifs

La révision du zonage devra, à l'instar du précédent Schéma Directeur, satisfaire aux objectifs de la Ville de Laval qui sont récapitulés comme suit :

- une bonne gestion des eaux pluviales et la protection contre les inondations ;
- la maîtrise du développement de l'urbanisme ;
- la prévention des problèmes liés à la collecte et au traitement des eaux usées sur le réseau unitaire par la maîtrise de l'imperméabilisation des sols et la mise en œuvre de solutions compensatoires adaptées ;
- la préservation des ressources en eau potable en veillant à leur protection contre les pollutions ;
- la protection et la restauration de la qualité des eaux de surfaces et souterraines ;
- la mutualisation des équipements de gestion des eaux pluviales sur un bassin versant ;
- améliorer l'intégration des équipements de gestion des eaux pluviales à la trame urbaine ;
- la préservation et la reconquête du milieu naturel.

Souvent, la définition des zonages d'assainissement est intimement liée au diagnostic des réseaux. Cependant, ici, l'étude du réseau pluvial s'attachera surtout au volet préventif : **le zonage et son volet prescriptif**. L'objectif sera d'intégrer la notion d'enjeu aval aux prescriptions du zonage pluvial. Certains secteurs apparaissent plus vulnérables que d'autres. Une analyse multicritères permettra de déterminer les secteurs les plus sensibles et d'en déduire l'ampleur des mesures compensatoires à prendre. Ainsi, il s'agit de mettre en cohérence le règlement du PLU et les prescriptions de gestion des eaux pluviales. Les éléments des études diagnostiques précédentes seront repris pour l'analyse des dysfonctionnements détectés sur les réseaux.



2. Etat des lieux et diagnostic du territoire

2.1. Contexte territorial

Située en région des Pays de la Loire, la ville de Laval est la préfecture du département de la Mayenne (53). Elle compte **50 843 habitants** (source : INSEE, recensement 2011) et couvre une superficie de **34,22 km²**, soit une densité de 1 486 habitants/km².

Au sein de la communauté d'agglomération de Laval (plus 95 000 habitants), la ville de Laval est le cœur de la vie économique locale. Les dessertes les plus importantes sont l'autoroute A81 Paris – Rennes et la voie ferrée Le Mans - Rennes, ce qui permet à la ville d'être bien desservie au niveau national.

La commune est de plus traversée du Nord au Sud par la rivière Mayenne.

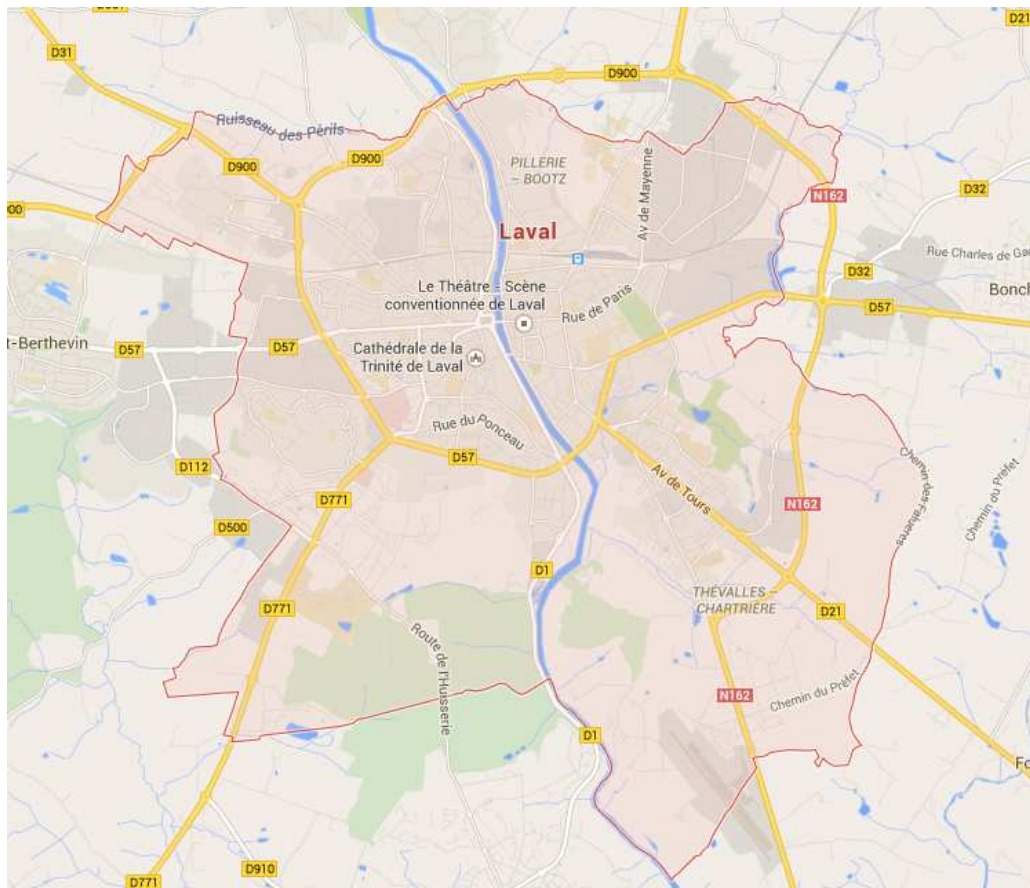


Figure 1 : Situation géographique de la ville de Laval



2.2. Données démographiques

2.2.1. Population

Afin de mieux comprendre le contexte démographique de Laval et des communes limitrophes, les variations de la population depuis la fin des années 1960 ont été étudiées.

Il apparaît qu'après une augmentation au début des années 1970, la population de la ville de Laval stagne depuis autour de 50 000 habitants. Dans le même temps, les communes de proche banlieue connaissent une augmentation constante de leur population, même si une stagnation est constatée à Montigné-le-Brillant et Forcé ces dernières années.

Le tableau et les figures suivantes présentent ces variations :

Evolution de la population	1968	1975	1982	1990	1999	2006	2011	Evolution entre 2006 et 2011
Laval	45 674	51 544	50 360	50 473	50 947	51 233	50 843	- 0,8 %
Saint-Berthevin	2 289	4 897	5 624	6 382	6 873	6 889	7 282	+ 5,4 %
Changé	1 414	2 002	2 889	4 323	4 909	5 261	5 606	+ 6,2 %
Bonchamp-lès-Laval	1 387	2 235	3 444	3 832	4 793	5 381	5 820	+ 7,5 %
Entrammes	1 019	1 183	1 582	1 802	1 847	2 076	2 219	+ 6,4 %
L'Huisserie	812	1 651	2 290	2 863	3 592	3 862	4 124	+ 6,4 %
Montigné-le-Brillant	559	616	825	1 038	1 088	1 247	1 261	+ 1,1 %
Forcé	342	524	635	809	873	999	992	- 0,7 %
Total	53 496	64 652	67 649	71 522	74 922	76 948	78 147	+ 1,5 %

Tableau 1 : Evolution de la population de Laval et de ses communes limitrophes depuis 1968 [Source : INSEE]

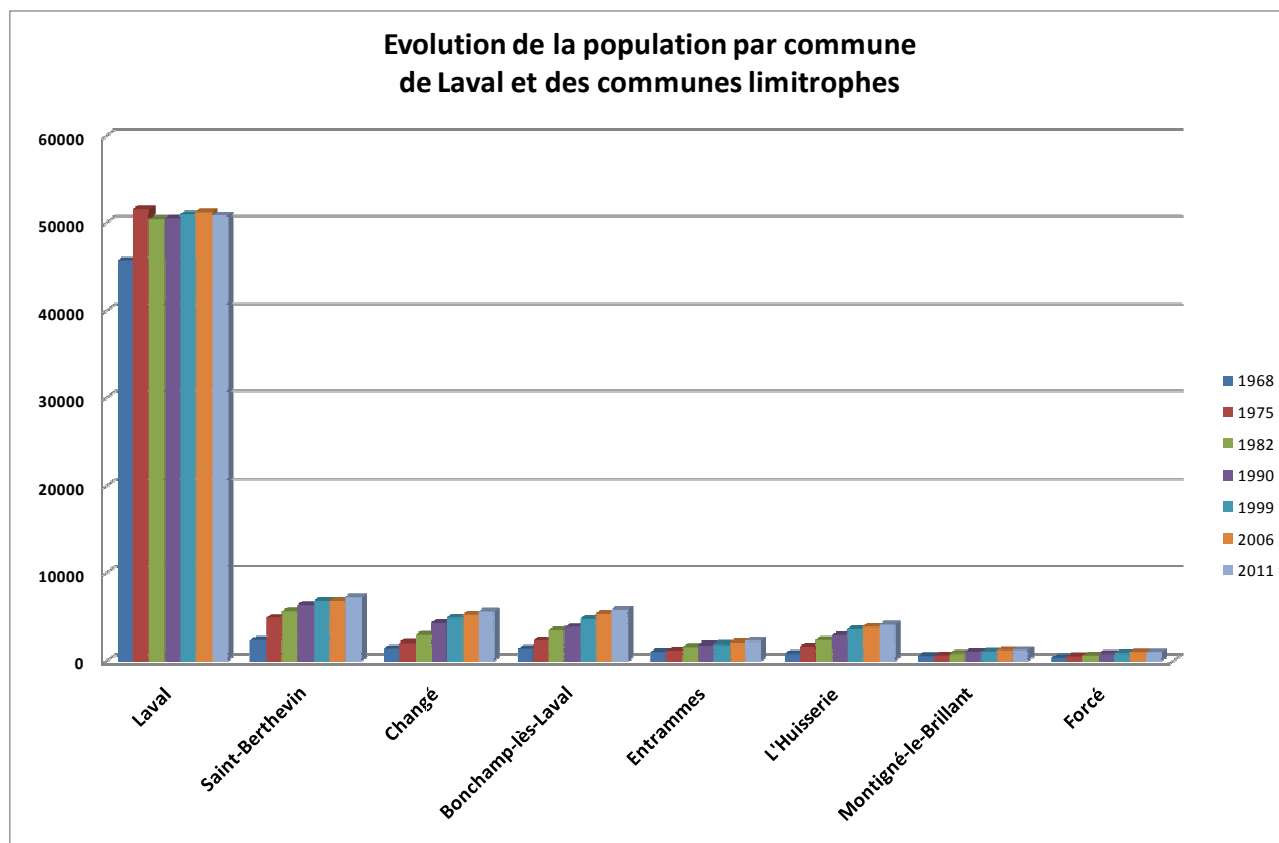


Figure 2 : Evolution de la population de Laval et de ses communes limitrophes depuis 1968 [Source : INSEE]

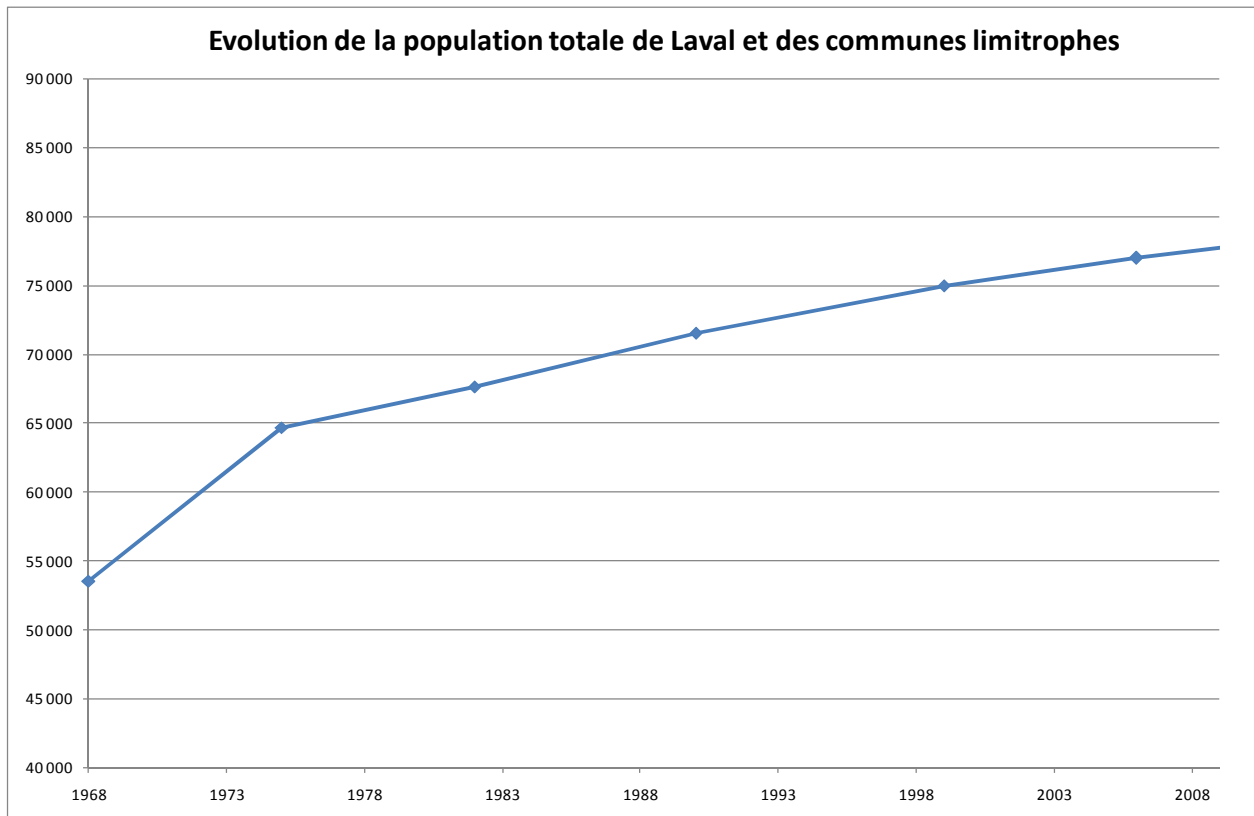


Figure 3 : Courbe d'évolution de la population totale de Laval et de ses communes limitrophes depuis 1968 [Source : INSEE]

Afin de déterminer avec précision les apports d'eaux usées strictes et la pression sur le réseau existant, des cartes de la population par îlot ainsi que de la densité de population par îlot ont été réalisées. La donnée de la population n'étant pas disponible à cette échelle, il a été estimé que le nombre d'habitants était proportionnel à la surface de bâti habité par îlot.

La même méthode a été utilisée pour réaliser la cartographie de la population par bassin de collecte.

De plus, une autre méthode a été mise en œuvre, se basant cette fois-ci sur la répartition des branchements d'eau potable. Un abonné représentant en moyenne 3,73 habitants, la population par bassin de collecte a aussi été estimée de cette manière.

Les cartes ainsi obtenues ont été comparées à celles présentes dans l'étude Setegue de 2003, afin de déterminer l'évolution de la population et donc de la répartition des rejets. Bien que quelques différences soient présentes, la population a globalement peu changé en considérant la méthode de la surface de bâti habité. Les différences sont plus importantes avec la méthode des branchements AEP, il semble donc que Setegue n'a pas utilisé cette méthode.

Les cartes citées ci-dessus sont disponibles en **Annexe 1**.



2.2.2. Logements

Le tableau suivant présente l'évolution du parc immobilier à Laval et dans l'ensemble des communes limitrophes :

LAVAL ET COMMUNES LIMITROPHES	2011	%	2006	%
Ensemble	38 965	100	36 512	100
Résidences principales	36 040	92.5	33 903	92.9
Résidences secondaires et logements occasionnels	402	1.0	542	1.5
Logements vacants	2 521	6.5	2 068	5.7
Maisons	20 990	53.9	19 387	53.1
Appartements	17 701	45.4	16 825	46.1

Tableau 2 : Evolution du parc immobilier de Laval et de ses communes limitrophes [Source : INSEE, RP2006 et RP2011 exploitations principales]

Suite à l'étude du parc de logements sur la période 2006-2011, il apparaît une légère augmentation du nombre de logements sur l'ensemble des communes. Cette hausse atteint environ 10% sur la majorité des communes et autour de 5% à Laval, Montigné-le-Brillant et Forcé.

2.2.3. Perspectives de développement – PLU

Actuellement en cours de révision, le plan local d'urbanisme (PLU) a notamment comme objectif une maîtrise de l'urbanisation, qui passe nécessairement par une gestion économe de l'espace et une densification des espaces construits. Le développement de Laval s'inscrit dans cette démarche. Son développement urbain se veut respectueux de l'équilibre entre l'espace urbain et l'espace rural.

La commune souhaite avoir une urbanisation raisonnée en intégrant pleinement les potentialités existantes en secteur déjà urbanisé. Des secteurs d'urbanisation future seront définis au travers du PLU et leur urbanisation devra répondre aux Orientations d'Aménagement et de Programmation.



2.3. Milieu naturel

2.3.1. Contexte topographique

La problématique pour l'assainissement de la commune de Laval peut être résumée par une coupe topographique Est-Ouest au centre de la ville, décrivant une vallée relativement plate encadrée par deux versants pentus. En effet, la rivière la Mayenne, orientée Nord-Sud, marque par un creusement la topographie de Laval. Le territoire de la commune, d'une superficie de 3 422 hectares, est ainsi séparé en deux rives : la rive droite et la rive gauche. La pente de la rive droite est plus forte à proximité immédiate de la Mayenne, la différence entre le fond de vallée et le plateau étant ainsi nettement établie. Sur la partie urbaine du centre-ville, les aménagements successifs ont mené à un certain nivellement, la déclivité se trouve plus douce sur la rive gauche. De plus, de nombreux affluents de la Mayenne sont venus creuser les coteaux, créant ainsi des entailles plus ou moins encaissées perpendiculairement à la Mayenne.

L'altitude varie de 50 mètres NGF au fond de la rivière jusqu'à un peu plus de 120 m au sud-ouest de la ville, tandis que des lignes de crête matérialisent la limite entre la ville et l'extérieur.

La carte ci-dessous, aussi présente en **Annexe 2**, illustre la topographie de la ville de Laval :

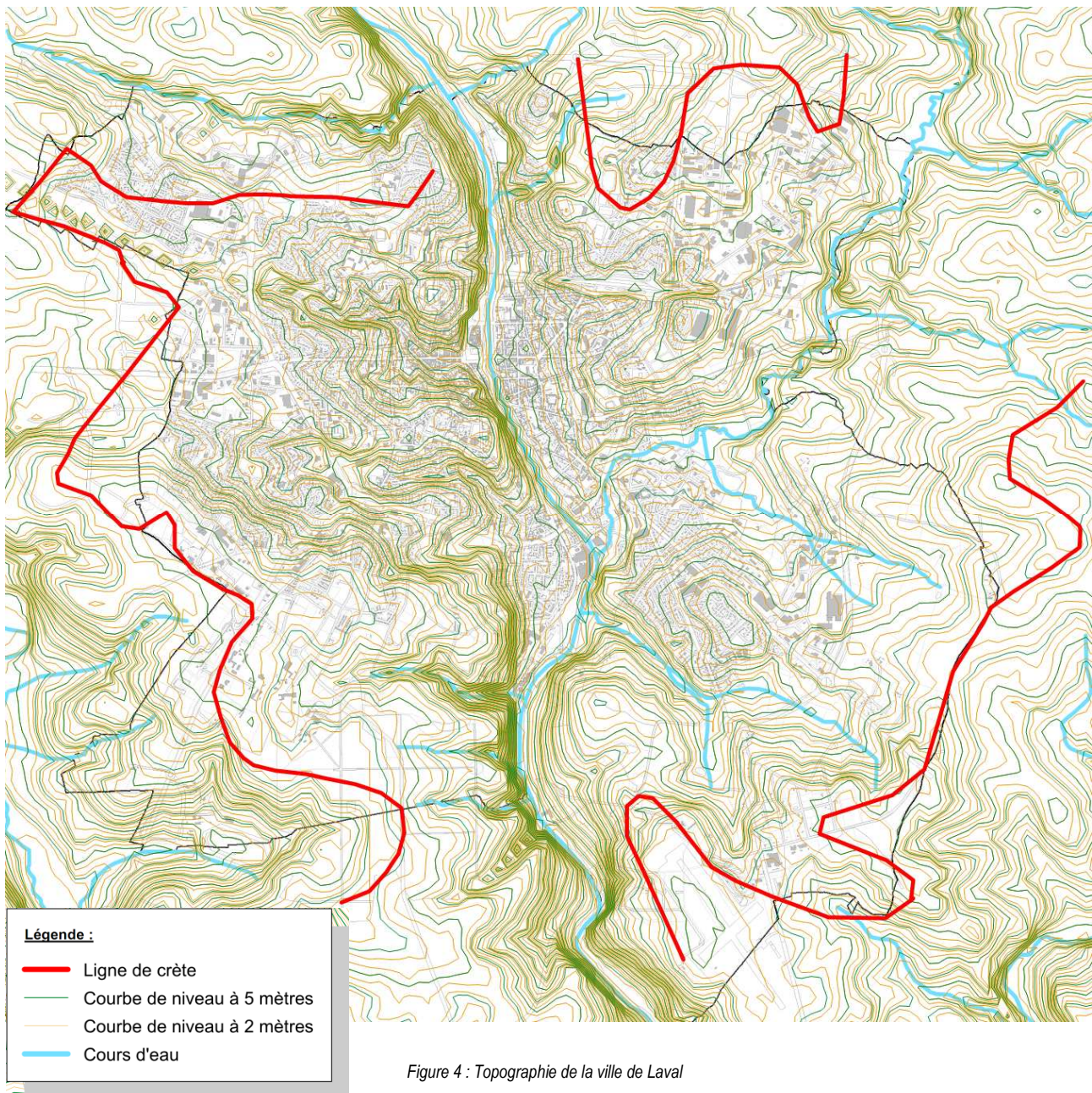


Figure 4 : Topographie de la ville de Laval



2.3.2. Contexte géologique

L'agglomération de Laval est entièrement occupée par des dépôts sédimentaires et des massifs éruptifs d'âge primaire du Paléozoïque. Ceux-ci supportent des lambeaux de terrains tertiaires du Pliocène, à l'exception des terrains alluvionnaires du quaternaire correspondant aux alluvions récentes et anciennes de la Mayenne et du ruisseau de Saint-Nicolas.

Les principales formations datent du Carbonifère, lequel se subdivise en :

- Carbonifère moyen constitué par les Schistes de Laval d'orientation Sud-est – Nord-ouest. La formation s'étend au Nord de l'agglomération, sa limite Sud se situant légèrement au Nord de l'axe formé par la Route de Fougères et l'Avenue de Tours en passant par le Pont de l'Europe. Ces schistes sont généralement argileux, de couleur noire, un peu ardoisier et prenant une couleur grise à jaunâtre par altération.
- Carbonifère inférieur constitué par le Viséen moyen et inférieur, qui se subdivisent en trois faciès calcaires :
 - le Calcaire de Laval : jouxtant la formation des Schistes de Laval et suivant la même orientation, il s'étend jusqu'à l'Avenue des Trappistines en rive gauche de la Mayenne et l'Avenue de Tours en rive gauche. Cette formation se caractérise par une roche massive de couleur claire, grise à verdâtre voire rosée ;
 - le faciès de Grauwache : occupe l'extrémité sud de l'agglomération. Cette formation se caractérise par une roche jaunâtre, relativement tendre et riche en fossiles ;
 - le Calcaire de Sablé : uniquement présent en rive droite de la Mayenne, il sépare sur une largeur de quelque 150 mètres les 2 faciès ci-dessus. Cette formation se caractérise par une roche calcaire compacte, stratifiée, de couleur noire, riche en fossiles.

En rive gauche de la Mayenne subsistent des lambeaux du Pliocène constitués par les Sables et Gravier d'Ille-et-Vilaine. Cette formation de faible amplitude se rencontre :

- au niveau du lieu-dit La Senelle, s'inscrivant entre la Rue de Paris au Nord, l'Avenue Chanzy au Sud, le Boulevard Félix Grat à l'Ouest et le cimetière à l'Est ;
- au Sud-est de l'agglomération, s'axant sur le triangle formé par les Avenues de Tours et d'Angers.

Une formation de l'Eocène s'inscrit au niveau du lieu-dit de Thévalles ; elle se compose d'argiles issues de l'altération des schistes et des marnes avec calcaire concrétionné.

Enfin, les alluvions modernes et anciennes, de texture principalement limoneuse, occupent les fonds de vallée de la Mayenne et du ruisseau de Saint-Nicolas.

La carte suivante présente le contexte géologique de la Mayenne :



-  Schistes, grès, poudingues du Cambrien
-  Grès armoricain et filons de porphyre de l'Ordovicien
-  Schistes noirs du Silurien
-  Schistes et calcaire du Dévonien
-  Terrains du Carbonifère
-  Terrains granitiques
-  Dépôts sédimentaires

Carte des couches géologiques sur le département de la Mayenne

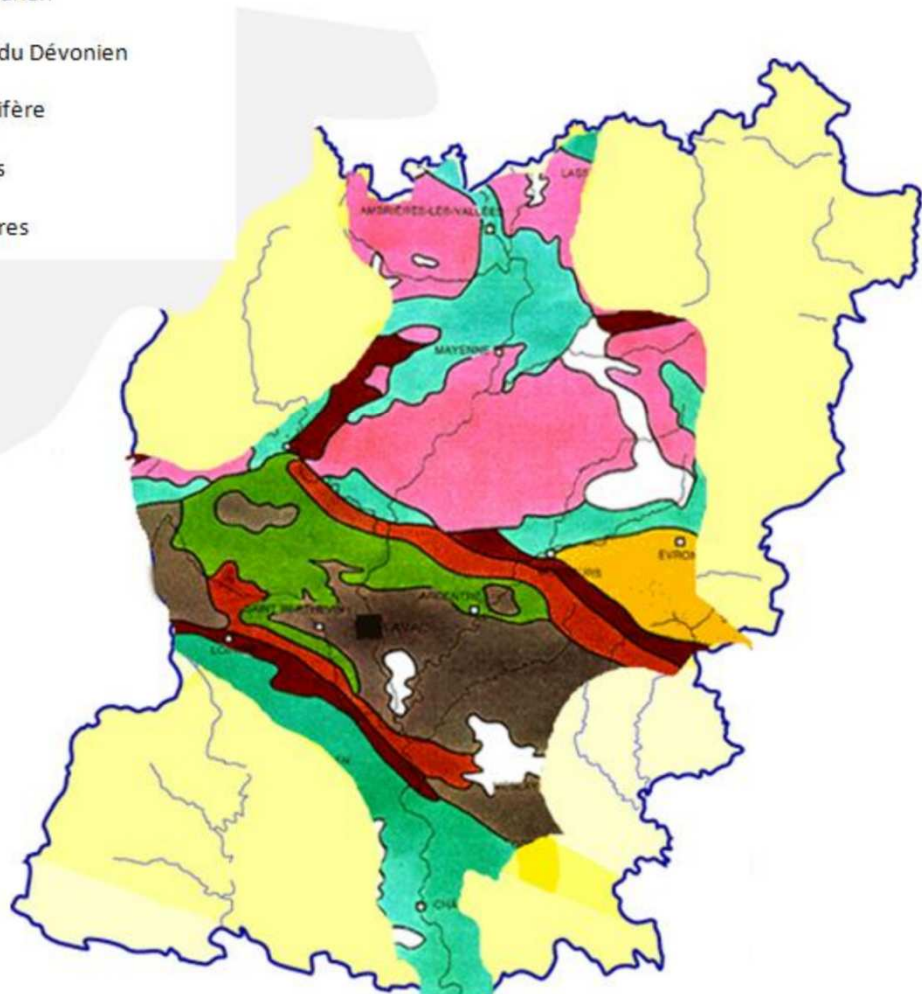


Figure 5 : Carte des couches géologiques du département de la Mayenne [Source : INDIGGO]



2.3.3. Contexte pédologique

La figure suivante présente la pédologie des sols de Laval :

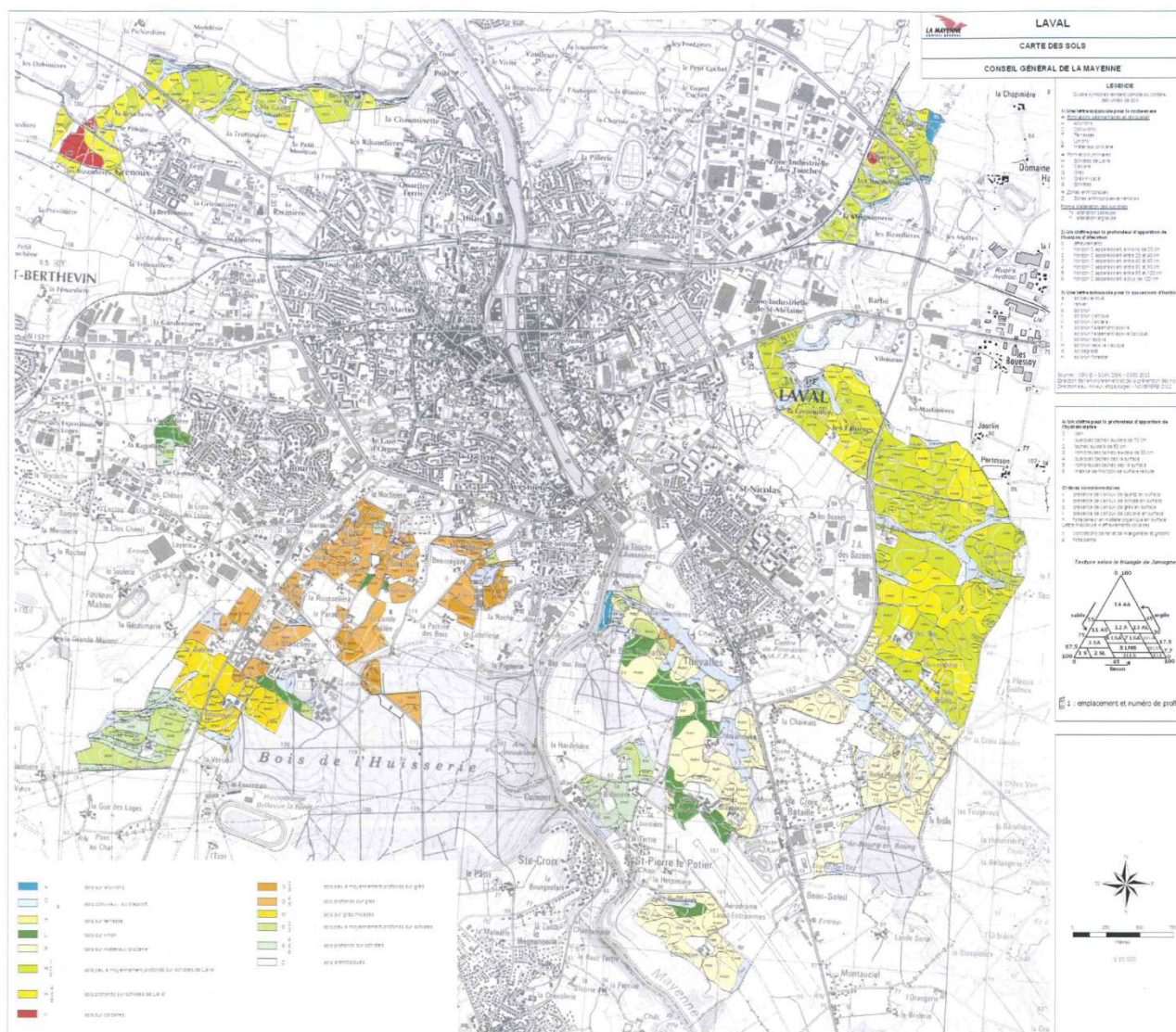


Figure 6 : Carte pédologique

La pédologie, les formations géologiques caractéristiques de la zone, ainsi que la topographie de l'agglomération conduisent à prendre en compte les risques de présence de nappes perchées permanentes ou temporaires proches de la surface du sol.

En effet, l'altération des schistes et des calcaires donne généralement naissance à des argiles peu perméables conduisant à la formation de nappes perchées temporaires lors d'événements pluvieux. De même, les nappes alluviales de la Mayenne ainsi que de ses affluents peuvent localement se retrouver à faible profondeur.

Les quelques informations disponibles et recueillies auprès du BRGM et du Service Eau et Assainissement concernent des forages réalisés au sein de l'agglomération ; au nombre de 57, ils sont réalisés sur 16 sites d'investigation.

Concernant ces sondages dont les descriptifs sont disponibles, 26 sondages répartis sur 11 sites indiquent la présence d'eau à une profondeur variant entre quelques centimètres et 12 mètres. Les couches géologiques en présence au niveau de ces sondages sont pour la plupart des argiles reposant sur des argiles schisteuses.

Quant aux forages dont les descriptifs ne précisent pas la présence d'eau, les formations en présence sont essentiellement constituées de schistes sains à peu altérés. Toutefois quelques exceptions existent, telle l'absence d'indication de présence d'eau dans des schistes altérés argileux et la présence d'une nappe au sein de schistes et calcaires sains.

Les renseignements issus de ces divers forages montrent que la présence d'eau dans le sol peut être très localisée puisque des sondages réalisés à quelques mètres de distance sont soit engorgés soit secs. Dans ces conditions de présence très localisée d'eau



en profondeur, il n'est pas permis d'extrapoler ces informations sur le reste de la zone d'étude et d'établir un zonage précis indiquant la profondeur d'apparition d'eau dans les sols.

Le tableau suivant renseigne uniquement sur les sites dont la présence d'eau dans le sol a été signalée lors de la réalisation des forages :

Localisation	Forage	Altitude	Matériau	Profondeur de l'eau
Bords de la Mayenne				
Immeuble Neptune (rue Jarry)	1	53 m	Argile (0.2-2 m) sur argile schisteuse (2-20 m)	0.6 m
	2	53 m	Argile (0.5-4.2 m) sur argile schisteuse (6.1-15 m)	1.2 m
	3	53 m	Argile (0.6-4.6m) sur argile et schiste (5.3-10 m)	1.4 m
	4	53 m	Remblais (0-5.8 m) sur argile puis schiste (7.1-10 m)	2.7 m
Collège Ste Croix (rue Magenta)	1	60 m	Argile (0.6-3.7 m) sur sables puis schiste (6.1-9.5 m)	1.95 m
	2	60 m	Argile (1.7 à 4 m) sur sables puis schiste (6.2-9 m)	2.0 m
	3	60 m	Remblais puis sables (0-5 m) sur schiste (5-8.5 m)	2.3 m
Quai B. de Grave (Pont Europe)	1	47 m	Argile (0-3.4 m) sur sables puis argile (6.3-12 m)	0.9 m
	2	47 m	Argile (0-3 m) sur sable puis argile (4.6-14 m)	0.9 m
Quai P. Boudet (n°203)	1	48 m	Argile (0.3-3 m) sur galets puis calcaires (5.5-32 m)	3.75 m
Ru d'Orger				
Le Haut Rocher	1	87 m	Argile et schistes altérés (0-6 m) sur schiste(6-10 m)	sec
	2	78 m	Argile et schiste (0-6 m) sur sable puis calcaire (10-11 m)	2.5 m
	3	82 m	Schiste altéré (0-3.5 m) sur schiste et argile (3.5-17 m)	sec
Rue du Gué d'Orger	1	79 m	Argile (0.9-6.1 m) sur schiste altéré (6.1-11 m)	0.3 m
	2	79 m	Argile (1.1-4.7 m) sur schiste altéré (4.7-10 m)	0.25 m
	3	79 m	Argile et vase (0-4.8 m) sur schiste altéré (4.8-6 m)	0.0 m
Route de Fougères/SNCF				
Pylône	1	75 m	Schiste altéré (0.2-0.7 m) sur schiste rocheux (0.7-5.5 m)	3.9 m
	2	75 m	Schiste altéré (0.3-1.2 m) sur schiste rocheux (1.2-4 m)	sec ?
Boulevard de Buffon				
Château d'eau des Touches	1	-	Schiste altéré (0.2-3.5 m) sur schiste rocheux (3.5-12 m)	10 m remontée à 6.5 m
	2	-	Schiste altéré (0.2-2 m) sur schiste rocheux (2-12 m)	11.5 m
	3	-	Schiste altéré (0.2-3 m) sur schiste rocheux (3-12 m)	10 m remontée à 2.5 m
	4	-	Schiste altéré (0.5-1.6 m) sur schiste rocheux (1.6-5 m)	sec
	5 à 7	-	Schiste altéré (0.6-2.5 m) sur schiste rocheux (2.5-11 m)	2 à 4.5 m, stabilisée de 4 à 5.4 m.



Localisation	Forage	Altitude	Matériau	Profondeur de l'eau
Rue de Bellesort				
Salle sportive	1 à 3 + 6	-	Schiste altéré (0.6 ~ 2 m) sur schiste rocheux (2-3 à 6 m)	secs
	4	-	Limons argileux schisteux (0-5 m) sur schiste (5-6 m)	sec
	5	-	Schiste altéré (0.6 ~ 2 m) sur schiste rocheux (2-3 à 6 m)	3 m
Rue Hillard				
Stade, salle de gymnastique	3, 5 et 6	-	Remblais (0-0.9 à 1.2) sur schiste rocheux (0.9-3 à 5 m)	secs
	2	-	Limons (0.3-1.7 m) sur schistes (1.7-3 à 5 m)	sec
	1 et 4	-	Remblais (0-0.3 à 0.5) sur schiste rocheux (0.3-3 à 5 m)	1.3 et 3 m
Rue Félicité de Laménais				
Plaine de jeux	1	100	Remblais (0-1 m) sur argile puis schiste altéré (2-5 m)	0.3 m
	2	100	Remblais(0-0.6 m) sur argile puis schiste argileux (3.5-5 m)	0.85 m
	3	100	Argile (0-1 m) sur schiste argileux (1-5 m)	0.9 m
	4	99	?	1.15 m
	5	99	?	1.10 m
	6	-	?	sec

Tableau 3 : Forages présentant des traces d'eau [Source : Setegue]

Concernant les forages non renseignés dans ce tableau, aucune trace d'accumulation d'eau n'a été répertoriée dans les divers sondages réalisés au sein des 5 sites restants.

Il s'avère donc que les caractéristiques géologiques et topographiques ne permettent pas de définir avec précision les zones présentant des risques d'apparition de nappe perchée ou de nappe alluviale.

En ce qui concerne les nappes perchées, la présence d'eau dans le sol résulte principalement des circulations au sein des filons quartzeux et des fissures caractérisant ces formations schisteuses ; circulations dépendant essentiellement des conditions pluviométriques. La présence de telles nappes concerne 4 sites situés au nord et à l'ouest de l'agglomération.

Pour les autres sites, au nombre de 7, mentionnant la présence d'eau dans le sol, ceux-ci se localisent au niveau des lits, ancien et actuel, de la Mayenne et des vallons et vallées des ruisseaux du Gué d'Orger, des Vaux et de Saint-Étienne. A ce niveau, l'eau correspond aux nappes alluviales et a donc un caractère de présence quasi permanente.

Un zonage de risque d'accumulation d'eau dans le sol peut donc être défini par rapport aux vallées et vallons de ces cours d'eau traversant l'agglomération. Dans ces secteurs la présence d'eau dans le sol est donc la plus probable bien que dans ce contexte un site, localisé aux abords de la Mayenne et à l'embouchure du Gué d'Orger, au Pont d'Avesnière, semble être en contradiction de ce risque. En effet, le descriptif des 3 forages réalisés à des profondeurs variant entre 10 et 17 mètres ne font pas mention de présence d'eau dans le sol.

En conclusion, les zones les plus susceptibles de présenter des engorgements du sol, à faible ou moyenne profondeur, correspondent principalement aux vallées actuelles et vallons anciens, dont certains sont canalisés, des divers affluents de la Mayenne. Pour le reste de l'agglomération, des circulations d'eau peuvent être rencontrées par recoupement des fracturations des formations schisteuses dans lesquels la présence d'eau est principalement en relation avec les conditions climatiques.

Une carte des sols hydromorphes est de plus disponible en **Annexe 3**.



2.3.4. Contexte hydrographique

2.3.4.1. La Mayenne et ses affluents

Le territoire de Laval appartient au grand bassin versant de La Mayenne (5 820 km²) et le sous bassin versant Mayenne région de Laval. A la sortie de l'agglomération de Laval, la Mayenne a drainé un bassin versant d'environ 2.890 km², cette surface correspondant à environ 69 % du bassin versant total, ce qui indique que la ville de Laval se situe nettement dans le cours aval du bassin versant. Longue de 202 kilomètres, la Mayenne prend sa source sous le sommet du Mont des Avaloirs à environ 15 kilomètres à l'Ouest d'Alençon, dans le département de l'Orne. Elle rejoint la Sarthe pour constituer la Maine qui se jette ensuite dans la Loire en aval de la ville d'Angers. Laval se situe à mi-chemin entre la source et la confluence (à environ 100 kilomètres).

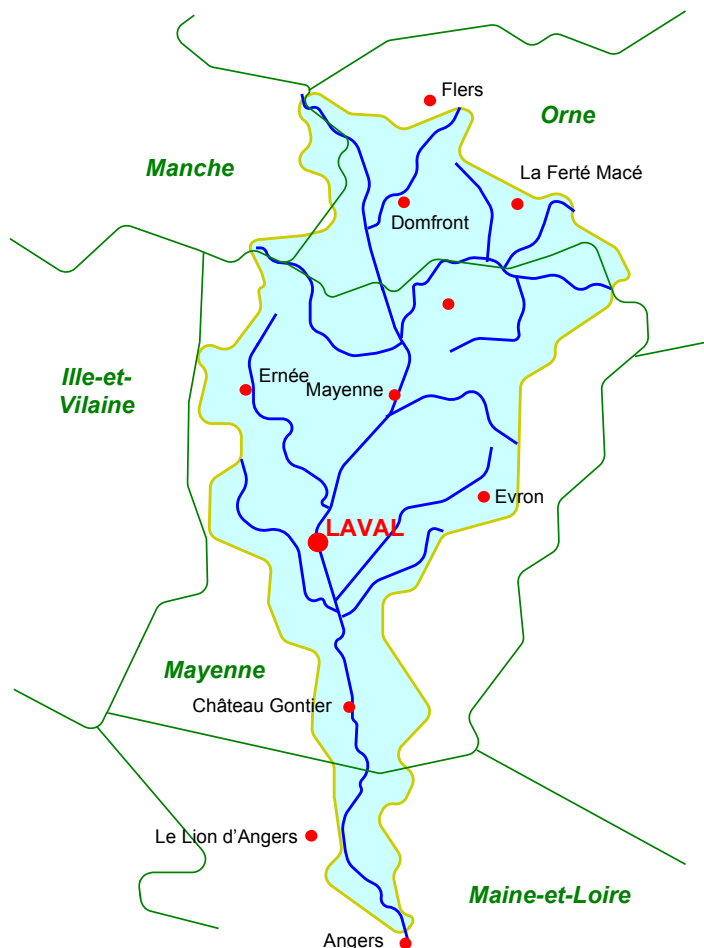


Figure 7 : Bassin versant de la Mayenne [Source : Setegue]

Malgré une pente moyenne très faible de 0,04 % qui provoque un écoulement lent, plusieurs écluses et barrages jalonnent la rivière dans son passage à Laval et permettent d'influer sur les débits de pointe et sur les niveaux d'eau pour les petites crues. Les barrages présents sont :

- Ecluse de Bootz, à l'entrée de Laval ;
- Ecluse de Laval, à l'aval du Pont A. Briand ;
- Ecluse d'Avesnière, à l'amont du Pont d'Avesnière ;
- Ecluse de Bonne à L'Huisserie.

La Mayenne présente un tracé assez sinueux et un profil plutôt large au sein de Laval. Elle se resserre quelque peu au niveau du centre-ville au droit du pont Aristide Briand.

Le cours d'eau traverse l'agglomération lavalloise sur une distance de près de 4 km en réceptionnant une dizaine de petits affluents, dont le plus important, situé rive gauche, est le ruisseau de Saint Nicolas :



Ruisseau	Confluence avec la Mayenne	Longueur (ml)	Observations
Périls	D	3 500	Bassin versant rural, longeant vers l'aval les extensions urbaines de Laval Limite communale avec Changé
Vaufleury	G	1 500	Limite communale avec Changé Bassin versant plutôt rural, en cours d'extension urbaine
Aubépin	G	1 500	Bassin versant urbanisé rapidement
Vaux	D	2 000	Totalement busé dans Laval, il traverse les bassins des Alignés
Saint Martin	D	1 000	Ruisseau totalement busé Raccordé, pour sa partie aval, à un collecteur spécifique jusqu'à la Mayenne, avec possibilité de trop-plein vers le réseau unitaire par temps de pluie Son affluent le ruisseau des Vaux est pour partie repris par un pompage qui refoule vers le ruisseau des Grenoux, affluent du ruisseau des Périls
Saint Etienne	G	1 500	Ruisseau totalement busé Utilisé en collecteur pluvial à l'amont Situé en domaine privé vers l'aval, recevant vraisemblablement des eaux usées
Gué d'Orger	D	2 600	Ruisseau totalement busé et intégré dans le réseau d'assainissement, depuis le Bourny et sous la rue du Ponceau Possède lui-même 3 petits affluents (eux aussi busés) : - la Saucinière venant du Petit Rouessé, - la Libergère, sous la RN 171, - les Trappistines, dans le secteur du couvent.
Saint Nicolas	G	19 500	Bassin versant rural sur l'amont, plus urbanisé à l'approche de Laval Traverse l'étang de Barbé Possède lui-même une dizaine d'affluents de faible importance, dont le ruisseau des Bozées dans Laval
Chevalerie	G	2 400	Aussi nommé autrefois « le Bois Gamat » ou « ruisseau de Thévalles » Zone d'urbanisation récente Possède lui-même un petit affluent « la Chouannerie »
Bas du Bois	D	2 000	Petit bassin versant rural et forestier
Poudrière	D	750	Talweg dans la forêt
Mare Noire	D	1 200	Talweg dans la forêt Limite communale avec l'Huisserie

Tableau 4 : Affluents de la Mayenne à Laval [Source : Setegue]

2.3.4.2. Les plans d'eau

Le territoire possède plusieurs plans d'eau d'importance variable, dont le plus étendu est l'étang de Barbé de 5,5 hectares. Situé à l'Est du territoire, il est alimenté par le ruisseau de Saint-Nicolas. D'autres petits plans d'eau tels que des étangs ou des mares parsèment l'ensemble du territoire.

2.3.4.3. Les eaux souterraines

Le contexte géologique conditionne la nature des aquifères. En effet, les schistes, grès et calcaires assurent une productivité importante des forages. Les différentes nappes sont :

- L'aquifère des alluvions de la Mayenne, constitués de sables et de graviers (peu productive) ;
- La nappe des sables et graviers du Pliocène (peu productive) ;
- La nappe des calcaires carbonifères (très productive) ;
- La nappe de schistes et grès paléozoïques (peu productive).



2.3.5. Contexte climatologique

Le département de la Mayenne, situé à l'interface des climats océanique et continental, est caractérisé par une certaine variabilité du temps. Cela peut se traduire par des changements rapides de la direction du vent, de la charge nuageuse ainsi que de la température. Ce climat, caractéristique de l'Ouest de la France et se rapprochant de celui du bassin de la Seine, est aussi marqué par de fréquentes averses et une quasi-absence de saison sèche.

2.3.5.1. Température

D'après les données enregistrées à la station de Laval entre 1981 et 2010, la température moyenne est de 11,7°C. Les températures sont sans excès tout au long de l'année, entre 19°C en moyenne l'été et autour de 6°C en hiver.

La figure suivante présente les normales mensuelles de température :

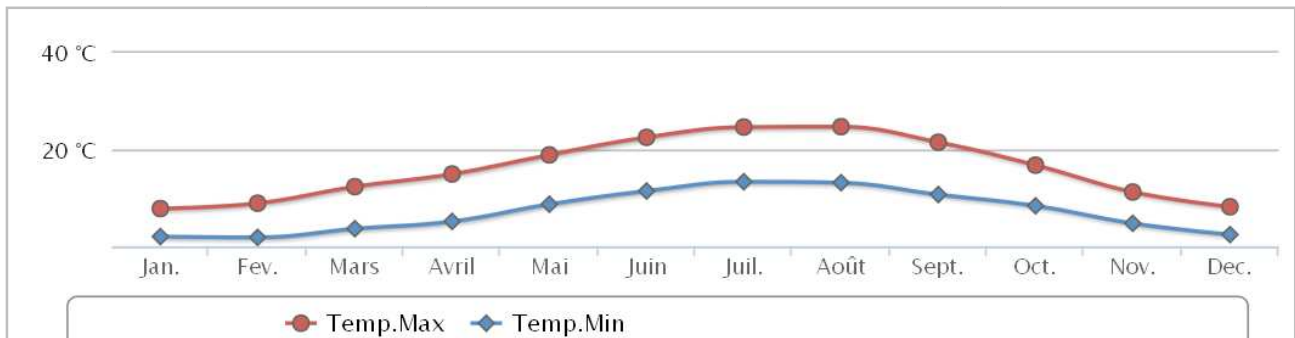


Figure 8 : Températures normales maximales et minimales à Laval sur la période 1981-2010 [Source : Météo France]

2.3.5.2. Ensoleillement

La durée moyenne de l'ensoleillement est de 1 628 heures/an, principalement répartie entre mars et septembre.

La figure suivante présente les relevés mensuels d'ensoleillement :

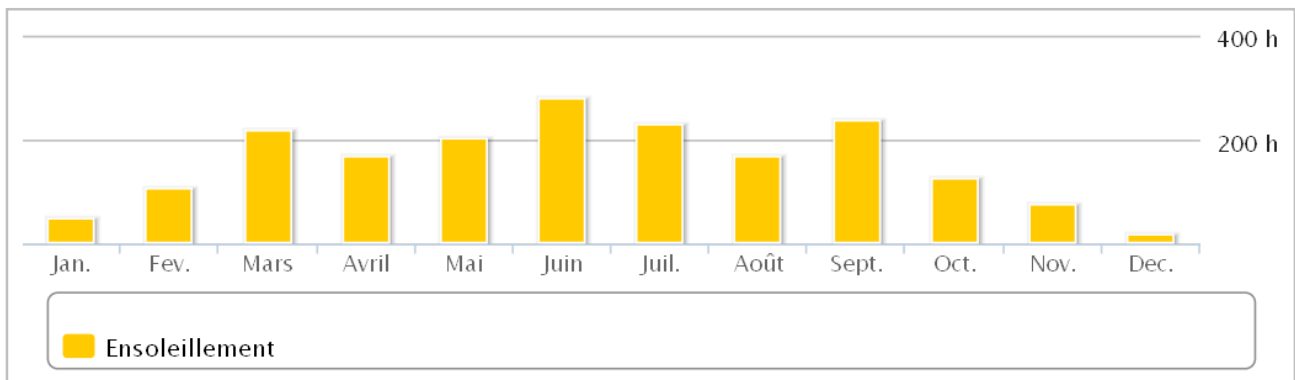


Figure 9 : Durées d'ensoleillement mensuelles relevées à Laval en 2014 [Source : Météo France]



Relevés 2014 des températures station de Laval		Température minimale	Température maximale
2014	Moyenne annuelle	8.4°C	16.8°C
	Valeur quotidienne la plus basse	-2.1°C 7 décembre 2014	3.6°C 4 décembre 2014
	Valeur quotidienne la plus haute	18.3°C 19 juillet 2014	32.6°C 17 juillet 2014
Normales 1981 - 2010	Moyenne annuelle	7.1°C	15.9°C
Records annuels	Moyenne annuelle la plus basse	7.5°C 2013	15.5°C 2013
	Moyenne annuelle la plus haute	8.3°C 2011	16.9°C 2011
	Valeur quotidienne la plus basse	-10.7°C 11 février 2012	-4.2°C 08 février 2012
	Valeur quotidienne la plus haute	19.4°C 28 juin 2012	35°C 01 août 2013

Relevés 2014 de la pluviométrie station de Laval		Hauteur de précipitations	Nb de jours avec précipitations
2014	Total	781.2mm (cumul)	130j
2014	Hauteur quotidienne la plus haute	40.2mm 19 juillet 2014	
Normales 1981 - 2010	Total annuel moyen	769.1mm (cumul)	118.4j
Records annuels	Total annuel	616.6mm 2011 (cumul le plus bas)	98j 2011
	Total annuel	939.5mm 2012 (cumul le plus haut)	128j 2013

Relevés 2014 des durées d'insolation station de Laval		Ensoleillement moyen	Nb de J fort ensoleillement	Nb de J faible ensoleillement
2014	Total	1864.3h (cumul)	54j	101j
Normales 1981 - 2010	Total annuel moyen	- (cumul)	-	-
Records annuels	Total annuel	1768.6h 2013 (cumul le plus bas)	64j 2012	145j 2013
		1843.5h 2012 (cumul le plus haut)		

Normales annuelles, station de Laval

Température minimale	Température maximale	Hauteur de précipitations	Nb de jours avec précipitations	Durée d'ensoleillement	Nb de jours avec faible ensoleillement	Nb de jours avec fort ensoleillement
7.1°C	15.9°C	769.1mm	118.4j	-	-	-

Tableau 5 : Synthèse des relevés climatologiques de Laval [Source : Météo France]



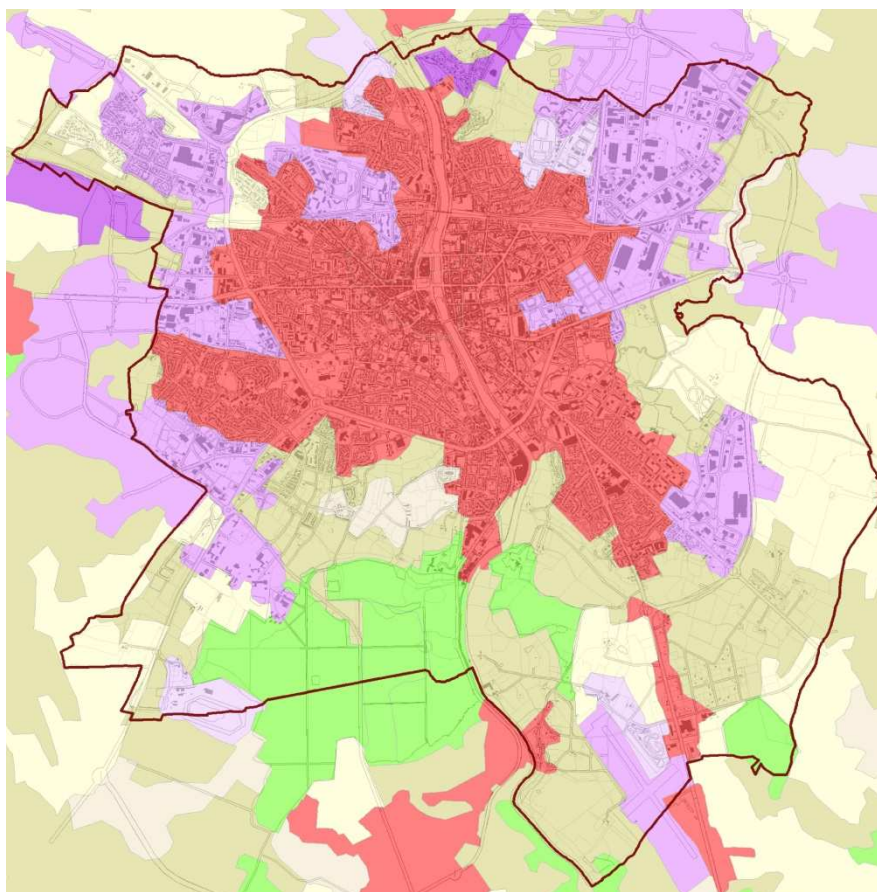
2.4. Contexte hydrologique

2.4.1. Description du bassin d'apport

Le **bassin d'apport** de la zone d'étude représente l'ensemble des écoulements en provenance d'un bassin versant, de surface et souterrain, susceptibles de se retrouver à l'exutoire du présent bassin. Ce bassin d'apport reste à **dominante urbaine**, avec des zones plus industrielles réparties sur divers endroits du territoire communal.

2.4.2. Occupation des sols

Le territoire de Laval est occupé à hauteur de 56% par des territoires urbanisés, 35% par des territoires agricoles et 9% par des forêts et milieux semi-naturels en 2006.



Légende	
Nomenclature Corine Land Cover - Niveau 2	
11. Zones urbanisées	
12. Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication	
13. Mines, décharges et chantiers	
14. Espaces verts artificialisés, non agricoles	
21. Terres arables	
22. Cultures permanentes	
23. Prairies	
24. Zones agricoles hétérogènes	
31. Forêts	
32. Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée	
33. Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation	
41. Zones humides intérieures	
42. Zones humides maritimes	
51. Eaux continentales	
52. Eaux maritimes	

Figure 10 : Occupation des sols

[Source : Union européenne – SOEs, CORINE Land Cover, 2006]



2.4.3. Délimitation des bassins versants

Le territoire de Laval est réparti entre 19 bassins versants. Ce découpage a été effectué à l'aide de courbes de niveaux à 2 m et 5 m créées à partir du Modèle Numérique de Terrain (MNT). La délimitation de ces bassins versants tient compte de la topographie, des exutoires et de la morphologie du bassin d'apport.

Les bassins versants sont délimités sur la carte suivante, aussi accessible en **Annexe 4** :

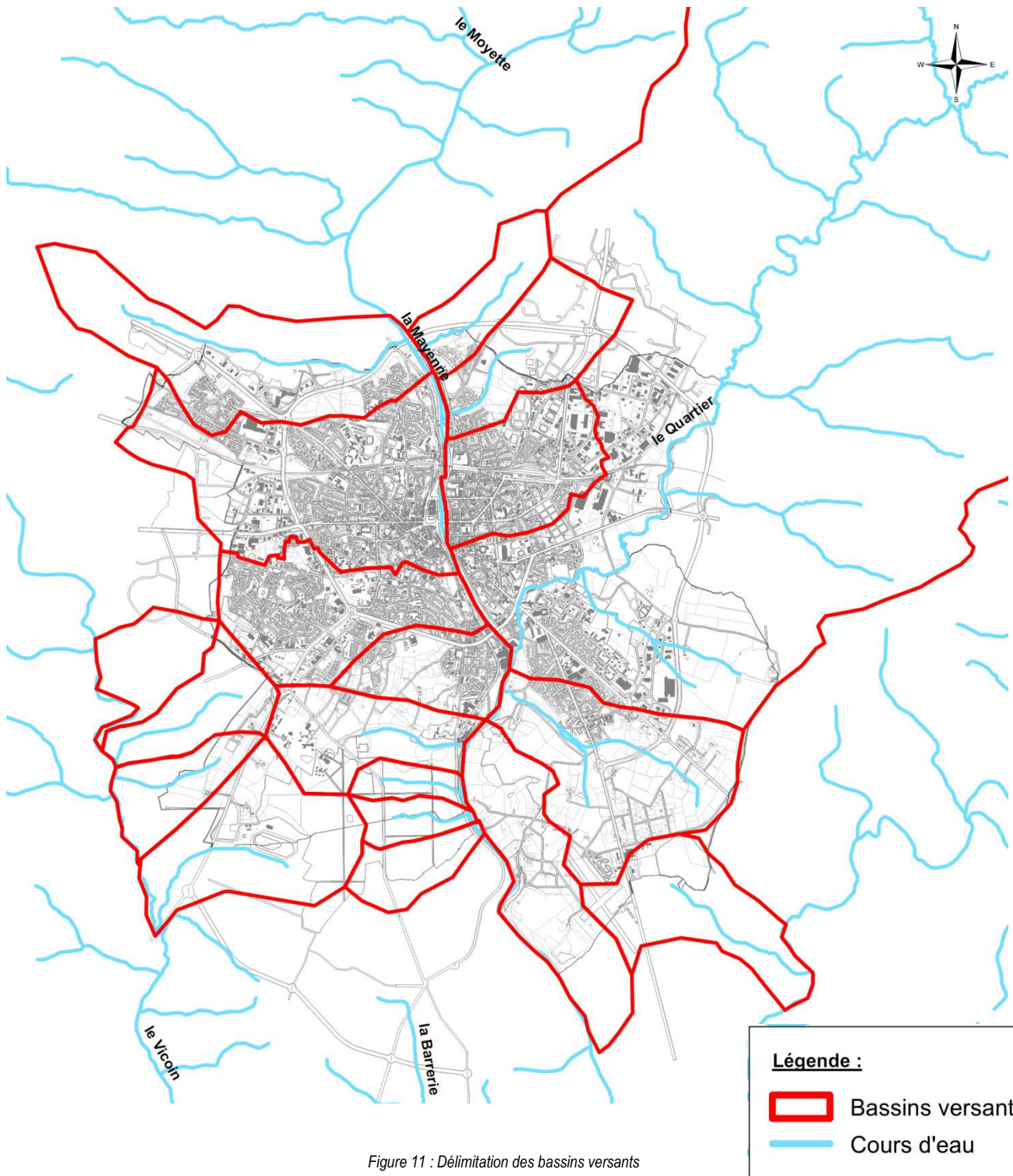


Figure 11 : Délimitation des bassins versants

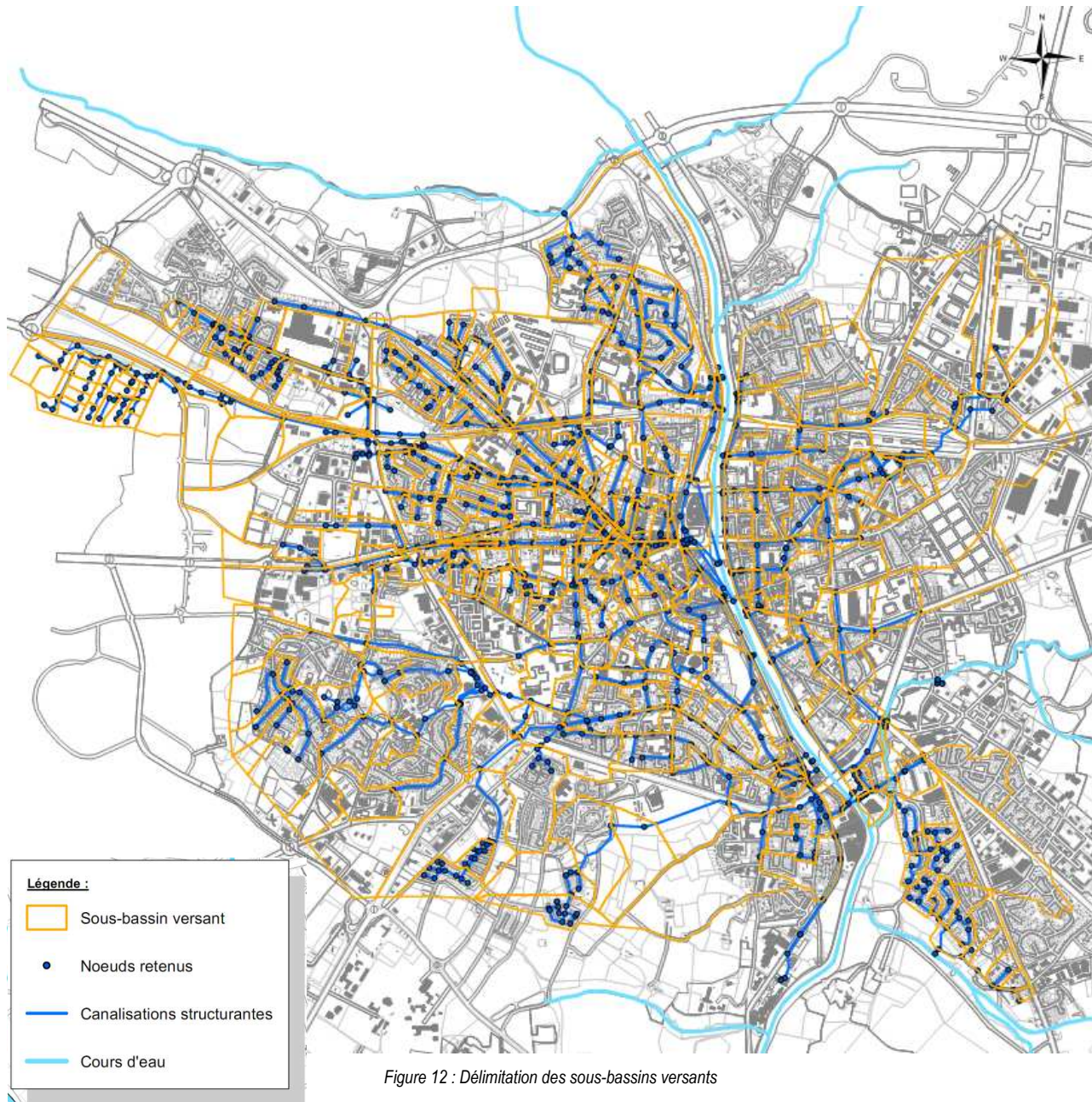


2.4.4. Délimitation et caractéristiques des sous-bassins versants

2.4.4.1. Découpage des sous-bassins versants

Une décomposition élémentaire plus fine des bassins versants en sous-bassins versants a été réalisée. Ce découpage s'est appuyé à la fois sur la topographie du terrain, sur le réseau structurant, mais aussi sur la voirie et les parcelles cadastrales. Au total, 373 sous-bassins versants ont été délimités sur l'ensemble de la commune.

Les sous-bassins versants figurent sur la carte suivante, présente en **Annexe 5** :



2.4.4.2. Calcul du coefficient d'imperméabilisation

Pour caractériser la capacité d'un bassin versant à ruisseler, un indice est très souvent utilisé en hydrologie de surface : le coefficient de ruissellement (Cr).

Ce coefficient est défini comme suit :

$$Cr = \frac{\text{Hauteur d'eau ruisselée [mm]}}{\text{Hauteur d'eau précipitée [mm]}}$$



Ce coefficient est fortement influencé par la couverture du sol. Au niveau de la modélisation, le coefficient de ruissellement a été pris égal au coefficient d'imperméabilisation.

La figure ci-dessous, reprise en **Annexe 6**, classe les sous-bassins versants selon la valeur de leur coefficient de ruissellement :

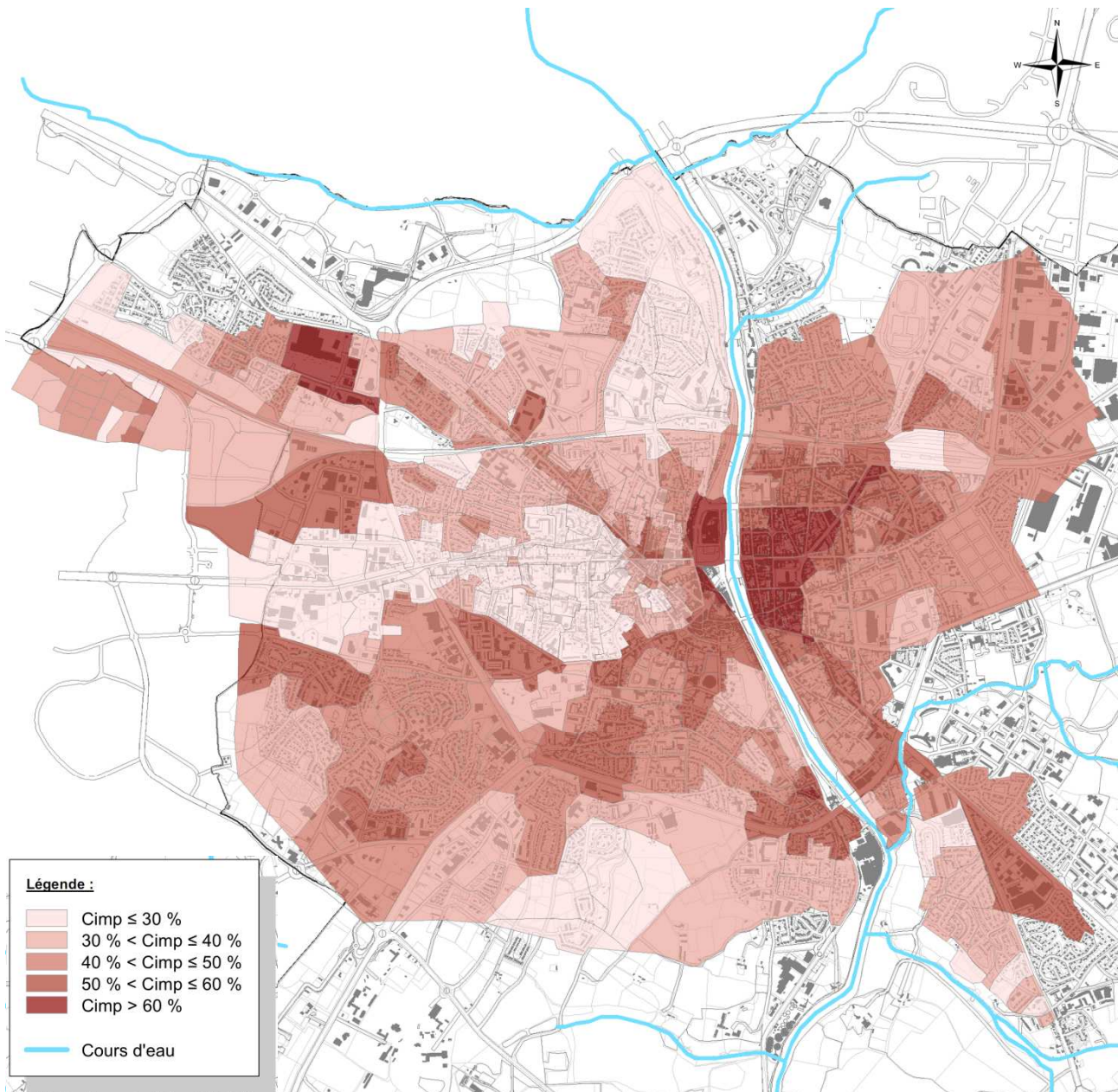


Figure 13 : Carte des coefficients de ruissellement



2.4.5. Analyse pluviométrique

2.4.5.1. Données générales

D'après les données enregistrées à la station départementale de Météo France Laval-Entrammes entre 1981 et 2010, la pluviométrie vaut 769 mm/an, soit une moyenne mensuelle d'environ 60 mm. Le mois d'octobre est le mois le plus pluvieux en moyenne avec 82,2 mm, tandis que le mois d'août est le mois le moins pluvieux avec une normale de 44,6 mm. Globalement, le territoire bénéficie d'une pluviométrie suffisante et régulière avec 118 jours de pluie par an.

La figure suivante présente les normales mensuelles de précipitations :

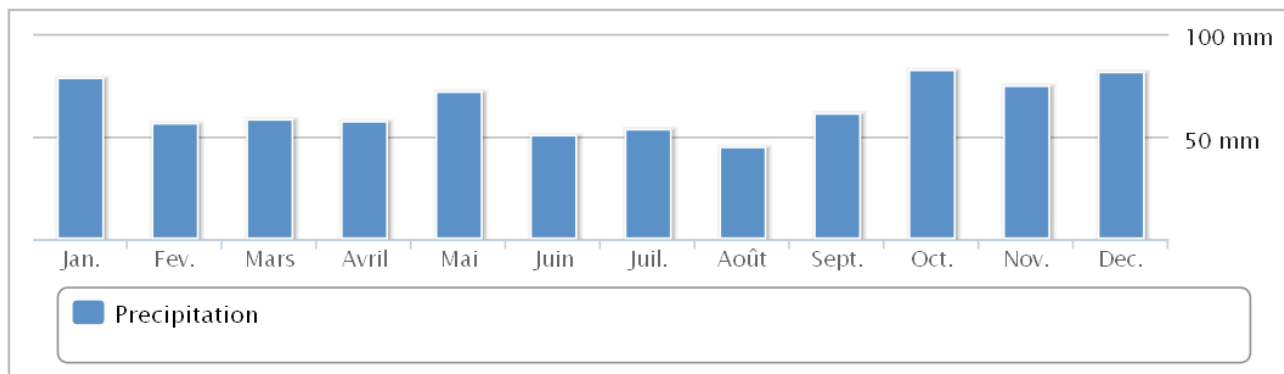


Figure 14 : Précipitations normales à Laval sur la période 1981-2010 [Source : Météo France]

2.4.5.2. Coefficients de Montana et estimations hauteur-durée-fréquence

Les éléments de traitement des pluies tels que les coefficients de Montana pour différentes périodes de retour et durée de pluie ont été acquis auprès de la station d'Entrammes. Ces données sont utiles notamment pour déterminer les caractéristiques des pluies de projet destinées à tester la capacité des réseaux.

Les hauteurs d'eau précipitées et leur intensité ont ensuite été calculées à l'aide de la formule de Montana :

$$i_T(t) = \frac{a}{t^b}$$

Avec :

i_T : intensité de la pluie pour une période de retour fixée
t : la durée de la pluie en min
a et b : coefficients de Montana

Les petites averses et les événements intermédiaires, qui déterminent les débits et volumes à intercepter, concernent essentiellement la problématique des rejets de temps de pluie au milieu naturel.

Le tableau suivant présente les hauteurs et intensités pour des pluies durant de 15 minutes à 6 heures et pour des périodes de retour hebdomadaire à bisannuelle :

Valeurs intermédiaires de précipitations (période 1990-2008)								
	Période de retour							
	Hebdomadaire	Bi-mensuelle	Mensuelle	Bimestrielle	Trimestrielle	Semestrielle	Annuelle	Bisannuelle
Intervalles	Quantité (mm)							
15'	1.5	2.1	3.0	4.0	4.8	6.8	8.8	11.4
30'	2.0	2.8	4.0	5.3	6.3	8.6	11.1	14.1
1h	2.5	3.8	5.3	7.0	8.3	11.0	14.0	17.4
3h	3.7	6.1	8.3	10.9	12.9	16.2	20.4	24.3
6h	4.8	8.3	11.1	14.5	17.0	20.7	25.8	29.9
Intervalles	Intensité (mm/h)							
15'	6.1	8.2	11.9	16.1	19.3	27.0	35.0	45.7
30'	3.9	5.6	7.9	10.6	12.7	17.2	22.2	28.2
1h	2.5	3.8	5.3	7.0	8.3	11.0	14.0	17.4
3h	1.2	2.0	2.8	3.6	4.3	5.4	6.8	8.1
6h	0.8	1.4	1.8	2.4	2.8	3.4	4.3	5.0

Tableau 6 : Estimations intensité-durée-fréquence pour des pluies hebdomadaire à bisannuelle [Source : Météo France]



En revanche, les averses exceptionnelles concernent particulièrement les problématiques de mise en charge et débordement. Ce sont donc de telles pluies qui seront exploitées et modélisées, afin de tester la capacité des réseaux.

Le tableau suivant présente les hauteurs et intensités de pluies durant de 6 minutes à 6 heures, pour des périodes de retour de 5 ans à 100 ans :

Valeurs intermédiaires de précipitations (période 1990-2008)						
	Période de retour					
	5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
Intervalles	Quantité (mm)					
6'	7.5	8.7	9.6	10.1	10.6	11.2
15'	13.2	15.4	17.3	18.4	19.6	21.2
30'	17.3	20.9	25.0	27.7	31.4	37.0
1h	21.6	24.8	27.8	29.5	31.5	34.1
3h	29.7	32.8	35.1	36.1	37.2	38.4
6h	33.3	38.7	45.0	49.3	55.2	64.6
Intervalles	Intensité (mm/h)					
6'	75.0	87.0	96.0	101.0	106.0	112.0
15'	52.8	61.6	69.2	73.6	78.4	84.8
30'	34.6	41.8	50.0	55.4	62.8	74.0
1h	21.6	24.8	27.8	29.5	31.5	34.1
3h	9.9	10.9	11.7	12.0	12.4	12.8
6h	5.6	6.5	7.5	8.2	9.2	10.8

Tableau 7 : Estimations intensité-durée-fréquence pour des pluies de période de retour 5 ans à 100 ans [Source : Météo France]

2.4.5.3. Pluies exceptionnelles

Ces dernières années, la collectivité a subi des inondations importantes en différents secteurs, notamment en juillet 2001, juillet 2012 et juillet 2013, en raison de pluies au caractère exceptionnel.

- Pluie de juillet 2001

La quantification de la pluviométrie a été enregistrée à Entrammes, c'est-à-dire à une distance de plus de 6 km à vol d'oiseau des secteurs où la catastrophe naturelle a été déclarée.

Il est donc vraisemblable, compte tenu des dégâts constatés, que la pluie a été plus intense sur le centre de Laval que sur Entrammes. En effet, la comparaison avec les hauteurs précipitées pour des durées homogènes avec la pluie considérée ne montre qu'une intensité au plus caractéristique d'une période de retour 5 ans :

Hauteurs d'eau pour différentes périodes de retour en comparaison avec la pluie observée				
Intervalles	2 ans	5 ans	27/07/2001	10 ans
6'	5,1	7,1	3,0	8,4
15'	9,2	12,2	7,3	14,2
30'	13,0	17,4	9,4	20,2
1h	16,1	21,1	10,6	24,5
2h	19,2	24,4	21,2	27,8
3h	21,0	26,7	27,4	30,5

Tableau 8 : Estimations intensité-durée-fréquence pour des pluies hebdomadaire à bisannuelle [Source : Météo France]

- Pluie de juillet 2012

Cette pluie particulièrement intense a été la pluie la plus impactante en termes d'inondation ces dernières années. Elle présente un premier pic d'intensité de 6.4 mm/5min qui a fortement sollicité les réseaux, avant qu'un deuxième pic d'intensité de 8 mm/5min n'aggrave la situation.

La figure suivante présente le hyétochrome de cette pluie :

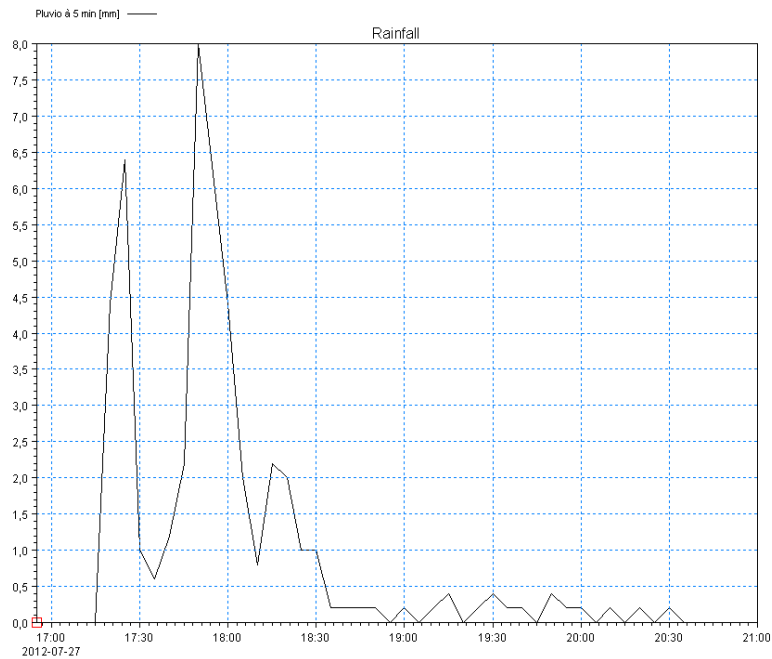


Figure 15 : Hyetogramme de la pluie de juillet 2012

- Pluie de juillet 2013

Cet événement pluvieux intense est le plus récent observé, il a aussi provoqué de nombreuses inondations, notamment au centre-ville. Un premier pic d'intensité est observé à 5.1 mm/5min, tandis qu'un deuxième d'une intensité de 4.3 mm/5min s'est produit 6 heures plus tard.

La figure suivante présente le hyetogramme de cette pluie :

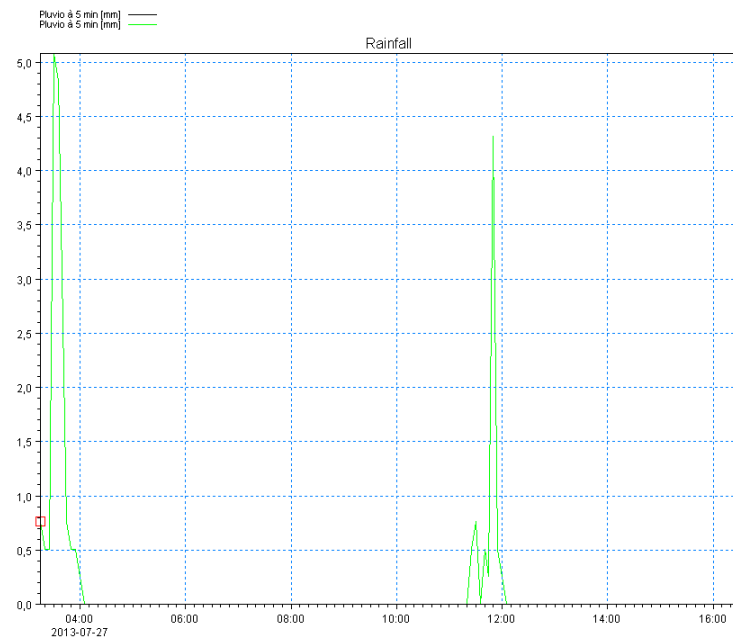


Figure 16 : Hyetogramme de la pluie de Juillet 2013



3. Etat des lieux du système d'assainissement des eaux pluviales existant

3.1. Données collectées et utilisées

Les analyses hydrologiques et hydrauliques ont été réalisées à partir des données suivantes :

- les plans des réseaux d'assainissement de la ville de Laval ;
- les plans de récolement disponibles ;
- les relevés topographiques des précédentes études et les levés Hydracos en cours ;
- le modèle numérique de terrain (MNT).

3.2. Présentation générale

La ville de Laval comporte un **réseau d'eaux pluviales composé majoritairement de canalisations type dalot ou canalisation circulaire, avec de manière ponctuelle quelques fossés de transfert.**

Une cartographie de ce réseau est présente ci-dessous, ainsi qu'en **Annexe 7**.

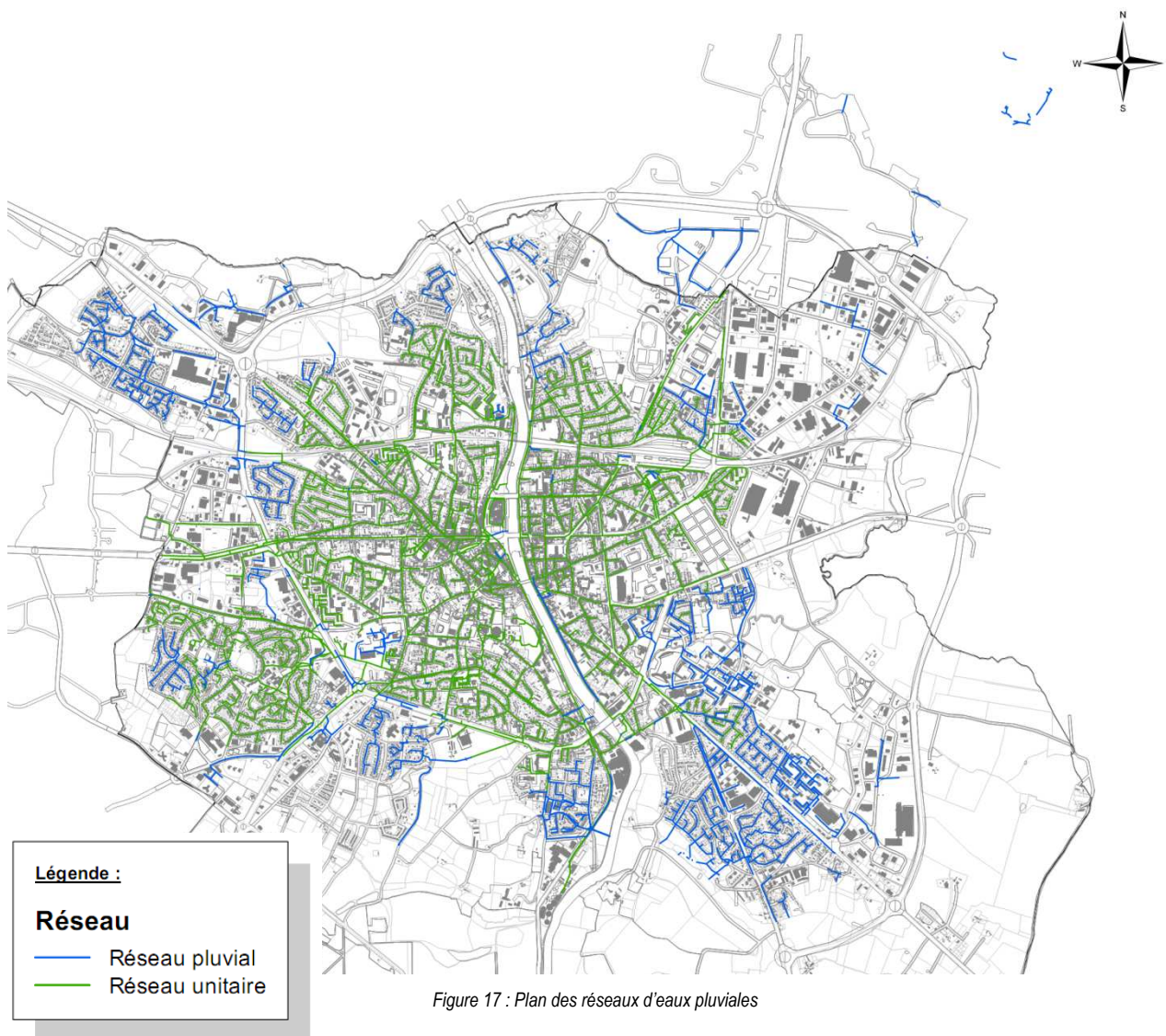


Figure 17 : Plan des réseaux d'eaux pluviales



3.3. Réseau structurant

La modélisation du système d'assainissement pluvial de la ville de Laval ne concerne que les réseaux pluviaux (unitaires et séparatifs), bassins d'orage et postes de refoulement principaux, ainsi que les ouvrages présents sur ces réseaux (déversoirs d'orage notamment) : il s'agit du **réseau structurant**.

Ainsi, le modèle comprend **69 kilomètres** de réseau structurant.

Afin d'assurer la cohérence de la modélisation et d'approcher au plus près le comportement réel du réseau, il est nécessaire que les canalisations modélisées soient découpées en **tronçons hydrauliquement homogènes**, c'est-à-dire des tronçons dont les caractéristiques en termes de capacité, de pente et de conditions d'écoulement sont les plus similaires possibles. Ce découpage tient compte de surcroît des points singuliers du réseau (intersection, injection, déversoir...).

Ainsi, plusieurs **regards particuliers sont retenus pour être intégrés au modèle** :

- les regards situés aux intersections (canalisations structurantes ou non) ;
- les regards situés au niveau des changements de diamètre des canalisations ;
- les regards au niveau des ouvrages (déversoirs d'orage, entrée et sortie de bassin...).

En outre, sur les longs linéaires de canalisation, il est judicieux de prévoir **un regard tous les 100 m** environ afin d'approcher au mieux le profil de la canalisation et de pouvoir localiser plus précisément les problèmes de débordements éventuels.

Ainsi, près de **904 nœuds sont intégrés au modèle**.

Les **caractéristiques des tronçons modélisés** sont renseignées : longueur, section, diamètre, cote du terrain naturel, cote fil d'eau, etc.

Le réseau structurant est issu des **données modélisées lors de deux précédentes études** : l'étude hydraulique du centre ville de Laval (G2C, 2012) et le Schéma Directeur d'Assainissement (Setegue, 2006). Les éléments modélisés par G2C sont retenus pour la partie centre ville, tandis que le reste du réseau provient du Schéma Directeur de 2006.

De plus, de nouveaux réseaux structurants ont été ajoutés à partir de plans de récolement existants et des levés topographiques de l'entreprise Hydracos. Ces derniers ayant été effectués uniquement sur la partie Ouest de la ville pour le moment (secteurs 1, 2 et 4), seuls les réseaux structurants de cette zone ont été intégrés à la modélisation.

Une cartographie du réseau structurant est présente ci-dessous, ainsi qu'en **Annexe 8**.

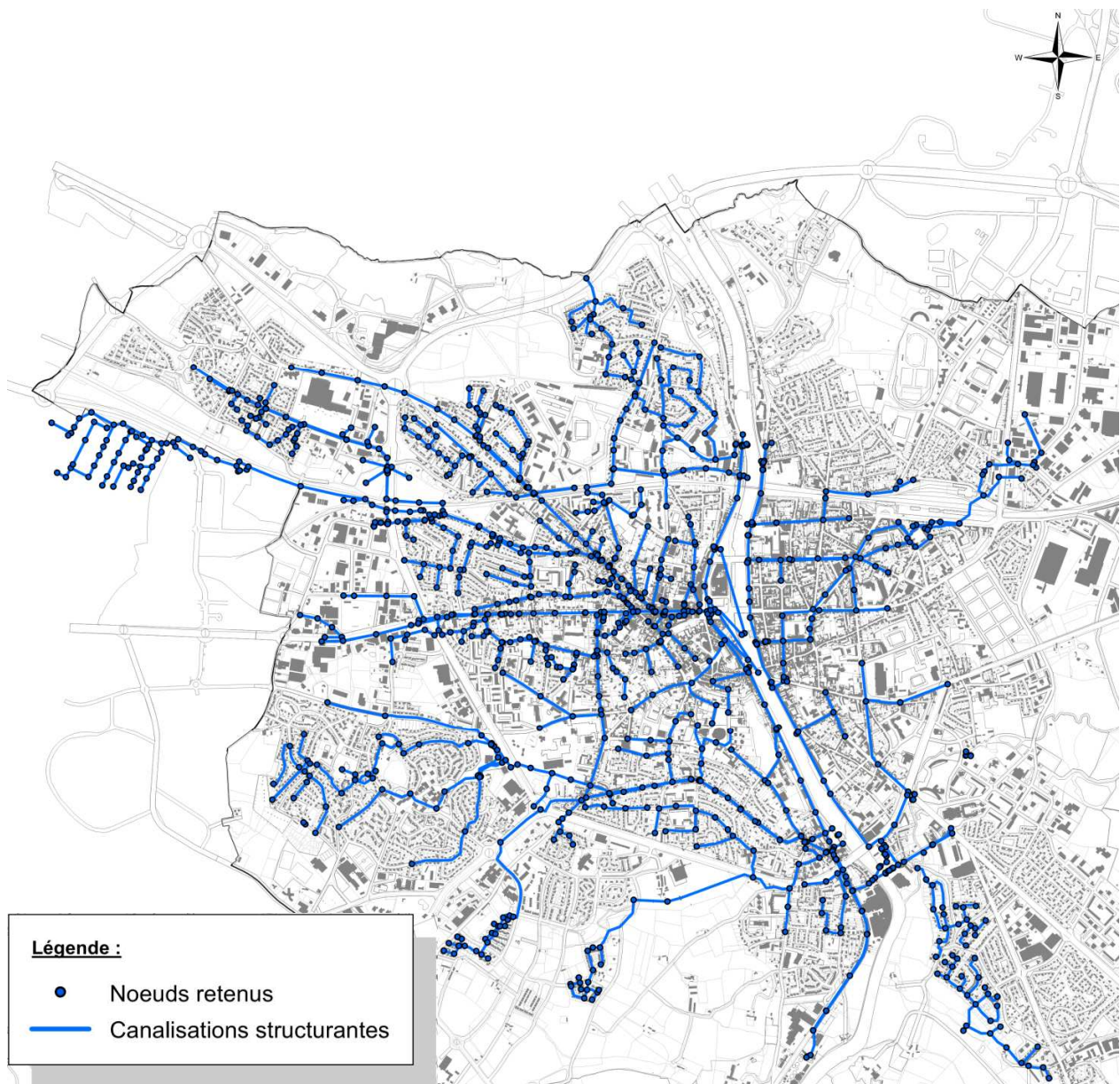


Figure 18 : Cartographie du réseau structurant

3.4. Exutoires

3.4.1. Généralités

L'agglomération de Laval comporte plusieurs grandes catégories d'exutoires sont à dénombrer au titre du système d'assainissement :

- les évacuateurs d'orage, implantés sur le réseau unitaire, rejetant seulement par temps de pluie une eau composée d'un mélange d'eaux usées et d'eaux de ruissellement pluvial ;
- les trop-pleins de postes de pompage, assimilables dans certains cas à des déversoirs d'orage, mais pouvant aussi simplement ne constituer qu'une sécurité de fonctionnement de l'ouvrage ;
- les collecteurs pluviaux, théoriquement secs par temps sec, reprenant les eaux de ruissellement par temps de pluie ;
- les rejets coulant par temps sec, étant des cas particuliers, ne devant rejeter qu'une pollution mineure ou quasi nulle :
 - le rejet des eaux épurées de la station d'épuration ;
 - les ruisseaux canalisés, raccordés sur des collecteurs pluviaux.



3.4.2. Recensement des exutoires

Les exutoires ont été reconnus dans les limites de l'exercice réalisé depuis la terre ferme. Ainsi, les ouvrages situés en domaine privé, sans accès autre que par la propriété ou par la rivière n'ont pas été, dans la plupart des cas, relevés.

Une cartographie de la commune, où tous les exutoires sont localisés, a été réalisée : au minimum une soixantaine d'exutoires sont comptés sur le territoire communal. Cette carte, localisant aussi les déversoirs d'orage, est située en **Annexe 9**.

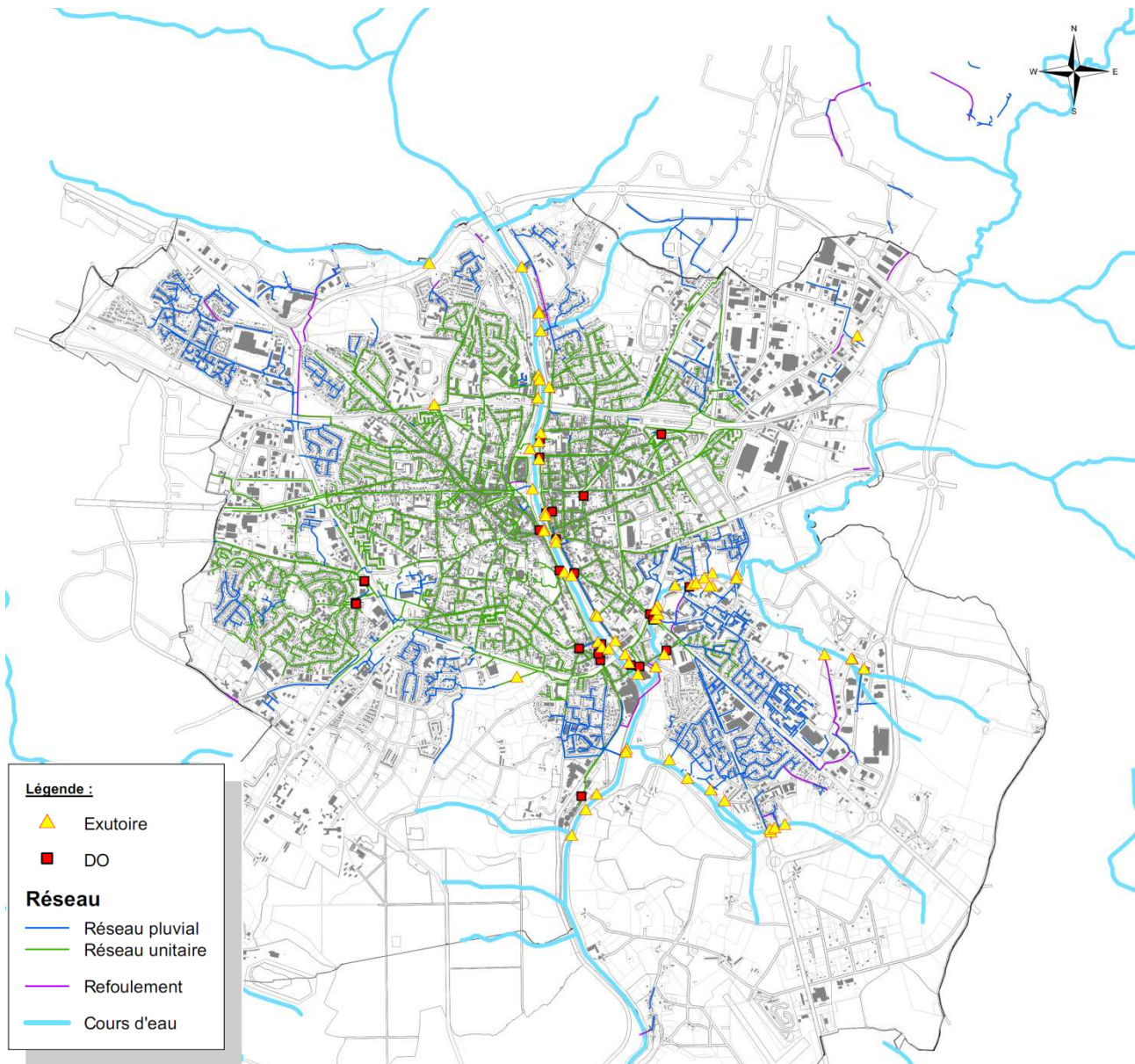


Figure 19 : Localisation des exutoires et DO de la ville de Laval

Remarque : Seuls les DO intégrés au modèle Setegue sont présents sur la carte précédente.



3.4.3. Reportage photographique



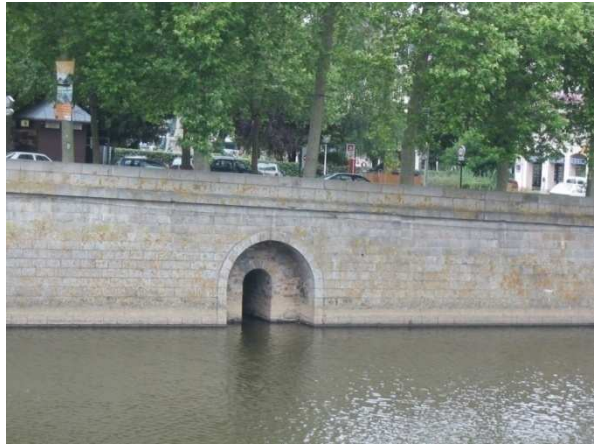



 <p>Exutoire en Mayenne – rive droite DO Sainte Anne</p>	 <p>Exutoire en Mayenne – rive droite DO Anvers</p>
 <p>Exutoire en Mayenne –rive gauche DO 11 novembre</p>	 <p>Exutoire dans le Saint Nicolas bd Mac Donald</p>
 <p>Exutoire dans le Chevallerie rue de la Tannerie</p>	 <p>Exutoires dans le rue des Bozées rue de Berlin</p>

Figure 20 : Photographies de quelques exutoires de la ville de Laval [Source : Setegue]

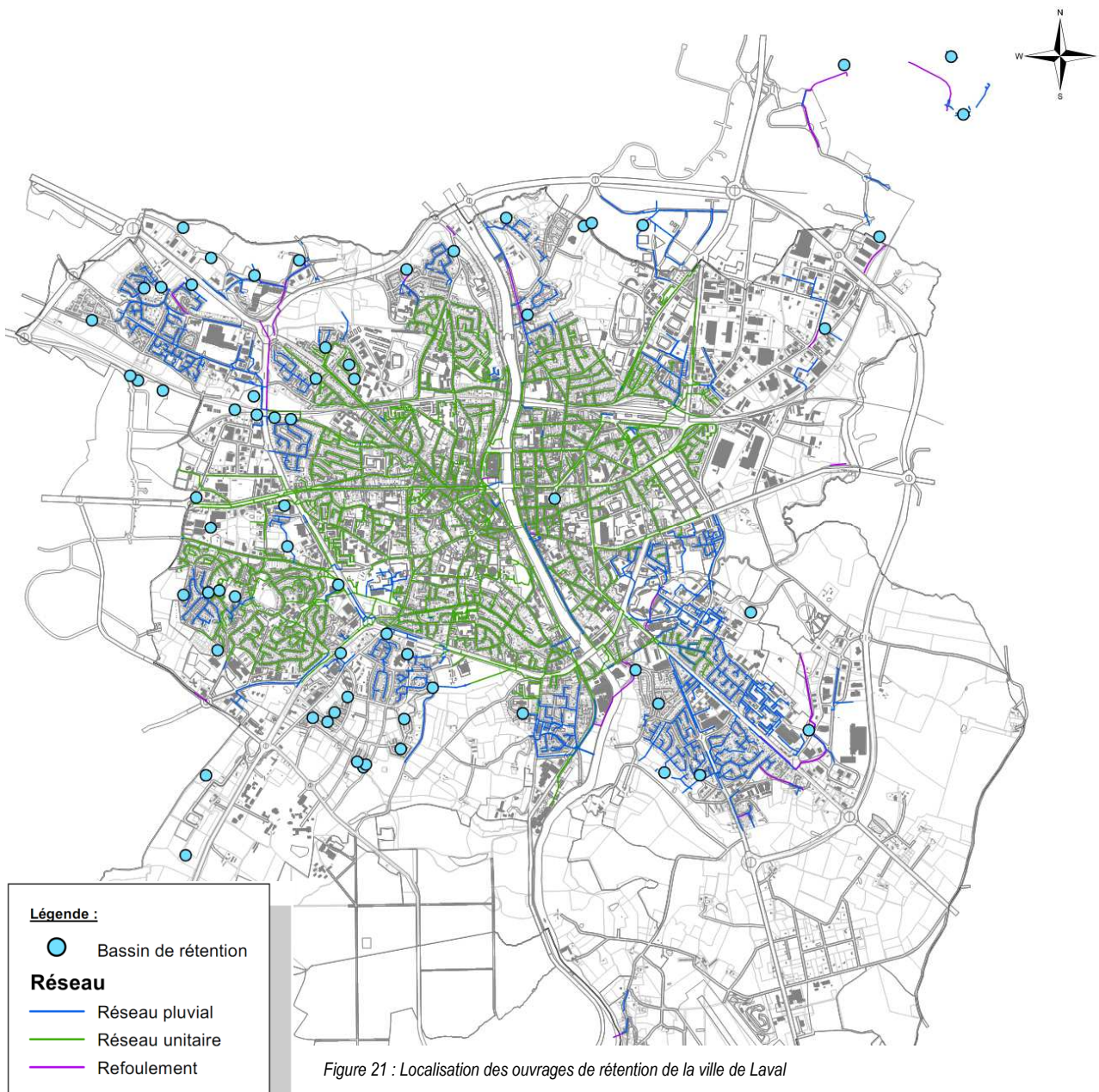


3.5. Volumes de rétention

La commune de Laval comporte une soixantaine de bassins de rétention au total, majoritairement situés à l'Ouest de la ville, où les principaux problèmes d'inondations sont recensés. Ils permettent de soulager le réseau lors des événements pluvieux importants en stockant temporairement l'eau collectée, avant de la restituer graduellement ou de l'infiltrer.

D'autres bassins ont pour rôle de traiter les pollutions issues du ruissellement sur la voirie. Ces bassins d'orage, pouvant être équipés d'un système de débouage/déshuilage, protègent ainsi le milieu naturel de potentielles pollutions, dues aux hydrocarbures notamment.

La carte suivante, aussi présente en **Annexe 10**, localise les différents ouvrages de rétention de la ville de Laval :



Le tableau suivant résume les caractéristiques connues des différents bassins :



Nom	Débouage/Déshuilage	Réseau entrant	Volume (m3)	Section entrée (mm)	Section sortie (mm)	Milieu récepteur
Millenium1	-	-	-	-	-	-
Millenium2	-	-	-	-	-	-
Millenium3	-	-	-	-	-	-
Beucherie1	-	-	-	-	-	-
Beucherie2	-	-	-	-	-	-
Gaufrie1	-	-	-	-	-	-
Gaufrie2	-	-	-	-	-	-
Bozées 1	Non	Eaux pluviales	3450	1000	800	-
Green Village 2	Non	Eaux pluviales	-	-	-	Réseau unitaire
Montrons 1	Oui	Eaux pluviales	1785	1000	800	Ruisseau des Périls
Montrons 2	Oui	Eaux pluviales	735	600	500	Ruisseau des Périls
Morandières	Oui	Eaux pluviales	6850	800 + 300	fossé	-
Parc Tertiaire	Oui	Eaux pluviales	2500	800	300	-
Touches	Non	Eaux pluviales	4350	1000	800	-
Zone Autoroutière 1	Oui	Eaux pluviales	4000	-	-	-
Zone Autoroutière 2	Oui	Eaux pluviales	2700	-	-	-
Zone Autoroutière 3	Oui	Eaux pluviales	3700	-	-	-
Alignés 1	Non	Eaux pluviales	1400	1200	500	Réseau Unitaire
Alignés 2	Non	Eaux pluviales	1000	500+400	800	Réseau Unitaire+Ruisseau des Périls 30m3/h
Alignés 3	Non	Eaux pluviales	2000	1000	1000	Réseau Unitaire
Aubépin 1	Non	Eaux pluviales	600	800	300 TP 600	Ruisseau de l'Aubépin
Bozées 2	Non	Eaux pluviales	8000	1000	600+300	Ruisseau st Nicolas
Centre Horticole	Non	Eaux pluviales	900	800	800	Réseau Unitaire
Chaminettes	Non	Eaux pluviales	750	800	800	la Mayenne
Clos des Fougères	Non	Eaux pluviales	1000	-	-	Réseau Unitaire
Coutils 1	Non	Eaux pluviales	750	-	-	Ruisseau st Nicolas
Croix des Landes	Oui	Eaux pluviales	450	-	-	Réseau Unitaire
Dimerie	Non	Eaux pluviales	350	800	800	Ruisseau des Périls
Flandres Dunkerque1	Non	Unitaire	445	250 +300	400	Réseau Unitaire
Flandres Dunkerque2	Non	Eaux pluviales	100	-	-	Réseau unitaire
Gendrie 1	Non	Eaux pluviales	300	-	-	Ruisseau Trapistines
Gendrie 2	Oui	Eaux pluviales	250	-	-	Ruisseau Trapistines
Grivonnière	Non	Eaux pluviales	10400	1400	800	Réseau Unitaire
Harmoniques	Non	Eaux pluviales	100	800	300	Ruisseau des Périls
J. Monnet	Non	Eaux pluviales	1000	300	300	Réseau unitaire
Jean Moulin	Non	Unitaire	220	500	300	Réseau Unitaire
Knindick M.	Non	Eaux pluviales	1000	800	500	Ruisseau des Périls
Le Bourny	Non	Unitaire	7000	1600	Pompage 200l/s	Réseau Unitaire
Le Cormier	Non	Eaux pluviales	1800	800+800	800	Réseau Unitaire
Le Tertre	Non	Eaux pluviales	1200	800+800	800	Ruisseau Trapistines
Marin Marie	Non	Eaux pluviales	350	800+500	500	Ruisseau de la Chevalerie
Polyclinique	Non	Eaux pluviales	1000	500	300	Réseau Unitaire
Ribaudières	Non	Eaux pluviales	1100	500	-	Ruisseau des Périls
Sainte Barbe	Non	Eaux pluviales	100	400 + 500	300	la Mayenne
St Benoit	Non	Eaux pluviales	2200	800+1000+ 160	400	Ruisseau Trapistines
St Exupery1	Non	Eaux pluviales	70	-	-	Réseau Unitaire
St Exupery2	Non	Eaux pluviales	90	-	-	Réseau Unitaire
Thévalle Chevalerie	Non	Eaux pluviales	2000	1000 +600	500	Ruisseau de la Chevalerie
Aquabulle	Non	Eaux pluviales	-	400	200	
Brettonnière	Non	Eaux pluviales	-	-	-	Ruisseau des Périls
CHSP	Non	Eaux pluviales	200	-	-	
Coutils 2	Non	Eaux pluviales	-	-	-	Ruisseau st Nicolas
Décathlon	Non	Eaux pluviales	-	-	-	
Dubois	Non	Eaux pluviales	100	-	-	Réseau Unitaire



Nom	Débouillage/Déshuilage	Réseau entrant	Volume (m3)	Section entrée (mm)	Section sortie (mm)	Milieu récepteur
Green Cottage	Oui	Eaux pluviales	-	-	-	la Mayenne
Green Village 1	Non	Eaux pluviales	100	-	-	
Jardin d'Helios1	Oui	Eaux pluviales	-	-	-	Réseau Unitaire
Jardin d'Helios2		Eaux pluviales	-	-	-	-
Jardin d'Helios3		Eaux pluviales	-	-	-	-
Jardin d'Helios4		Eaux pluviales		-	-	-
La Fuye	Non	Eaux pluviales	200	-	-	-
Sauvé	Non	Eaux pluviales	-	-	-	-
Roussellière1	Oui	Eaux pluviales	55	-	-	Ruisseau du Bas des Bois
Roussellière2	Non	Eaux pluviales	180	-	-	Ruisseau du Bas des Bois
Roussellière3	Non	Eaux pluviales	85	-	-	Ruisseau du Bas des Bois

Tableau 9 : Caractéristiques des bassins de rétention de la ville de Laval



3.6. Dysfonctionnements connus

Comme indiqué précédemment, la ville de Laval, plus particulièrement le centre-ville, est régulièrement touchée par des inondations lors de forts orages. Ces inondations touchent à la fois des activités commerciales et des riverains. L'intensité de ces pluies provoque la mise en charge des réseaux, dont les eaux ruissellent sur des chaussées aux pentes importantes.



Stagnation des eaux Place du 11 novembre le 27/07/2012



Ruissellement sur chaussée le long des commerces le 27/07/2013

En réponse à ces événements, différentes études ont été réalisées, notamment un schéma directeur d'assainissement à l'issue d'une étude de diagnostic comprenant, notamment l'élaboration d'un modèle hydraulique.

De plus, en 2011-2012, une étude complémentaire sur le bassin versant du centre ville a été réalisée, afin d'affiner le modèle hydraulique et d'intégrer les aménagements prévus sur le site du 42^{ème} régiment de transmission. Ce modèle (XPSWMM) a permis d'établir le comportement de 36 km de réseau et des ouvrages associés pour différentes pluies. Le choix d'un niveau de protection trentennal a permis d'établir un programme de travaux.

Un complément a aussi été effectué en 2014, visant à simuler le comportement des ruissellements pluviaux sur la voirie publique du centre-ville, lors d'événements très intenses (25 Juin 2009, 27 Juillet 2012 et 27 Juillet 2013), ainsi qu'à réaliser un diagnostic de vulnérabilité des commerces pour ce type d'événements.

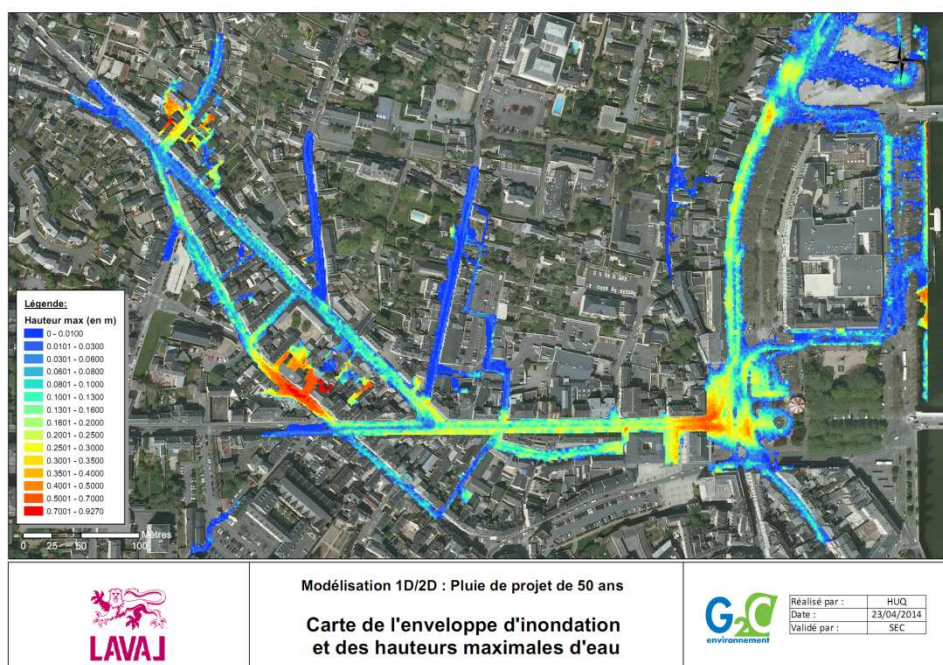


Figure 22 : Carte de l'enveloppe d'inondation pour T = 50 ans – Etude 1D/2D du centre-ville (G2C, 2014)

En réponse à ces différents éléments, le présent zonage s'appliquera à préconiser des mesures contraignantes en termes d'imperméabilisation dans les zones présentant des risques, en cas d'impossibilité d'infiltration ou de stockage.



4. Modélisation hydraulique

Les objectifs et étapes de l'analyse du fonctionnement hydraulique du réseau sont les suivants :

- la construction du modèle hydraulique, par l'intégration des réseaux pluviaux et ouvrages au logiciel de modélisation ;
- l'étude de la réponse hydrologique des bassins versants ;
- le calage du modèle ;
- l'étude du comportement hydraulique du réseau ;
- le diagnostic des réseaux, avec identification des réseaux insuffisants et détermination de l'origine des dysfonctionnements.

Mike Urban permettra donc de construire un modèle capable de simuler le fonctionnement du réseau des eaux pluviales, afin d'effectuer l'analyse des écoulements.

4.1. Logiciel de modélisation utilisé : Mike Urban

4.1.1. Présentation du logiciel de simulation

Le logiciel informatique utilisé dans le cadre de cette étude est le **logiciel Mike Urban** de la société DHI, outil dédié à la gestion des eaux urbaines (réseau de collecteurs et de distribution) complètement intégré sous Système d'Information Géographique (SIG).

Il permet la gestion des données structurales du réseau, l'interfaçage SIG, la modélisation hydraulique, la visualisation et l'analyse des résultats dans une interface unique.

Mike Urban utilise le **moteur de calcul MOUSE**.

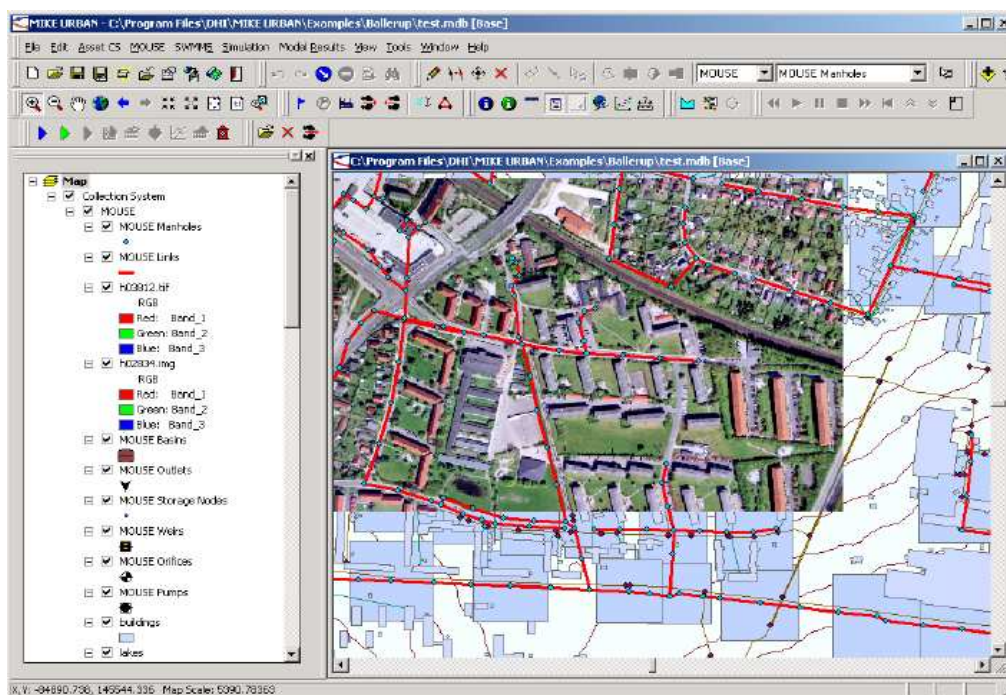


Figure 23 : Interface du logiciel Mike Urban

Fonctionnant sur tous les réseaux de canalisations comprenant des écoulements à surface libre et des écoulements en charge, ce logiciel s'applique aussi bien à des réseaux simples qu'à des réseaux complexes.

Il permet de **modéliser les écoulements en réseau maillé et/ou ramifié** comportant :



- des tronçons d'écoulements en section fermée (circulaire, cadre, ponceau, ovoïde, quelconque) ou naturelle avec lit composé (lit mineur et lit majeur actif) ;
- des contre-pentes ;
- des ouvrages particuliers (déversoirs, ouvrages de régulations statiques et temps réel, ouvrages de rétention à ciel, ponts, ouvrages de décharge, seuils, pompes, etc.) ;
- des zones de stockage permettant notamment la modélisation du lit majeur passif dans le cas de rivière ou de zone de débordement sans écoulement en pluvial ;
- des écoulements en régime fluvial ou torrentiel.

Mike Urban peut **modéliser le fonctionnement de quasiment tous les types d'ouvrages de rétention** à ciel ouvert ou sous terrain dont le volume peut être décrit par une loi hauteur-surface ou hauteur-volume, associés à n'importe quel type d'ouvrage de régulation (orifice, déversoir, pompe...) simple ou multiple.

Les calculs résolvant les équations complètes de Barré de Saint Venant, **les problèmes de mise en charge, de remous et d'incidence aval sont pris en compte complètement** dans les simulations. Les options de calcul permettant, en cas de débordement, la réinjection des volumes débordés dès que la capacité du réseau le permet garantissent la continuité des volumes.

Les puissantes capacités de **représentation des résultats de calcul** (animation, profil en long, cartographie des insuffisances, cartographie des volumes débordés, etc.) permettent d'**aider à l'identification et l'analyse des désordres**.

4.1.2. Intérêt du logiciel de simulation

D'un point de vue général, la **mise en œuvre d'un modèle** suppose une **schématisation préalable du réseau** (topologie du système d'évacuation des eaux pluviales) et le **découpage de la zone d'étude en bassins versants** d'apport de caractéristiques homogènes, puis la **traduction de cette schématisation** dans le logiciel de simulation Mike Urban.

Une fois calé, un modèle hydraulique permet, pour différentes pluies modélisées, d'**établir un diagnostic fiable du comportement du réseau** face à une pluie, et ainsi de :

- représenter les apports d'eaux claires parasites (injection constante ou variable en fonction de la saisonnalité, sur un ou plusieurs nœuds) ;
- localiser précisément les éventuels débordements ;
- comprendre l'origine de ces désordres hydrauliques (collecteur insuffisamment dimensionné, contrainte aval...) ;
- étudier le comportement des ouvrages existants de décharges (déversoirs d'orage), de rétention (bassin de rétention, bassin d'orage, bassin d'infiltration) ;
- optimiser le fonctionnement des ouvrages (optimisation du stockage...) et infrastructures (limitation des rejets...) existantes ou à créer.

4.1.3. Etapes de la modélisation

Cette phase s'organise autour de **trois étapes principales** :

- la construction du modèle ;
- le calage du modèle ;
- le diagnostic hydraulique.

La **construction du modèle hydraulique** sous le logiciel Mike Urban se fait **à partir des données issues d'études précédentes**. Les canalisations, ravines, fossés et regards du réseau sont intégrés au modèle, ainsi que les principaux ouvrages (bassins d'orage, déversoirs, postes de refoulement...).



Etant donné qu'aucune campagne de mesures n'est réalisée dans le cadre de cette mission, le modèle théorique est **calé à partir des mesures et des calages déjà menés** sur certains bassins versants. Pour des bassins de typologie similaire, nous procéderons donc par **extrapolation des résultats de calages existants** sur le territoire de la ville de Laval.

Enfin, la phase de **diagnostic hydraulique du réseau** consiste à utiliser le modèle précédemment construit et calé pour des pluies de projet, dans le but d'étudier le comportement du réseau de l'aire d'étude **face à des pluies de différentes périodes de retour**.

Afin de répondre aux objectifs de l'étude, ce diagnostic portera principalement sur :

- les insuffisances capacitaires et dysfonctionnements quantitatifs actuels des réseaux (mises en charge, débordements) ;
- l'impact de l'urbanisation future des zones à urbaniser présentes sur le territoire.

4.2. Construction du modèle

4.2.1. Réseaux modélisés

Le **modèle hydraulique des réseaux pluviaux** de Laval a été construit sous Mike Urban, à partir des données issues d'études précédentes (Etude hydraulique du centre ville de Laval, G2C, 2012 et Schéma Directeur d'Assainissement, Setegue, 2006). Le réseau structurant présentés précédemment et les ouvrages importants sont intégrés au modèle.

Parmi ceux-ci, certains éléments ont des profils particuliers (CRS), pour chacun desquels il a fallu renseigner la géométrie et les dimensions.

La figure suivante présente le profil en travers d'un réseau à ciel ouvert :

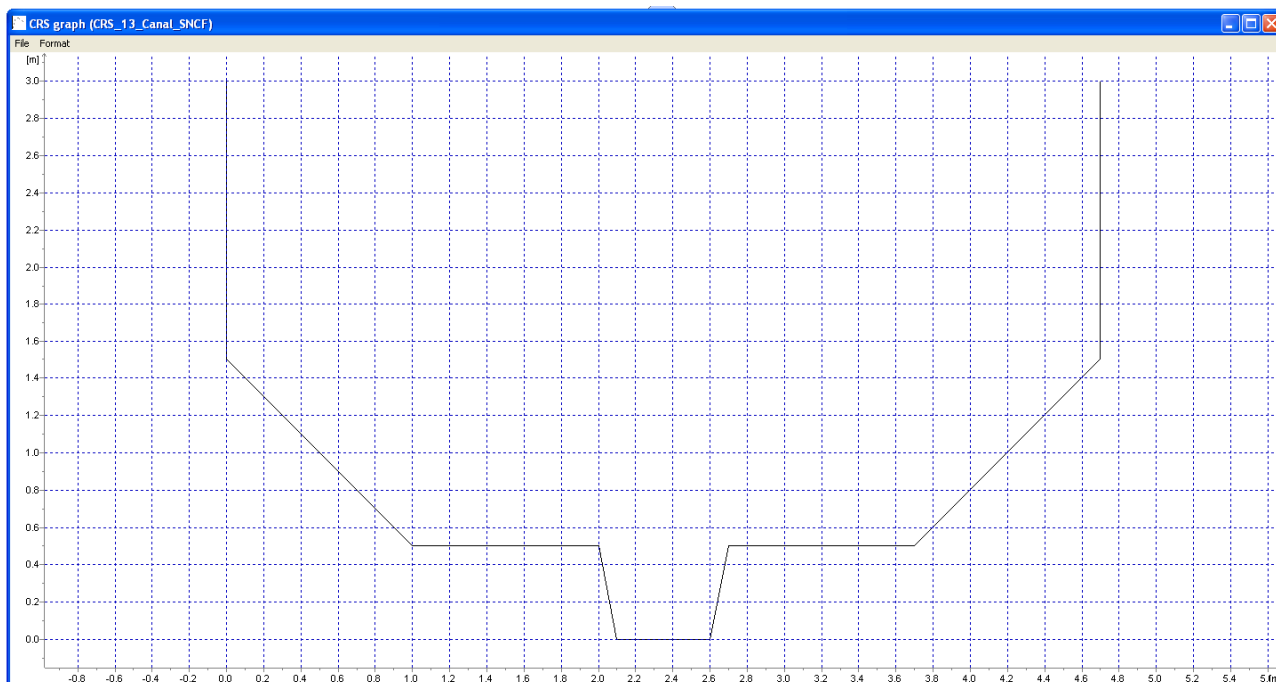


Figure 24 : Profil en travers du CRS 13 – canal SNCF

Les bassins d'orage et de rétention ont aussi été pris en compte, leurs dimensions ont été indiquées, ainsi que leur courbe de remplissage :

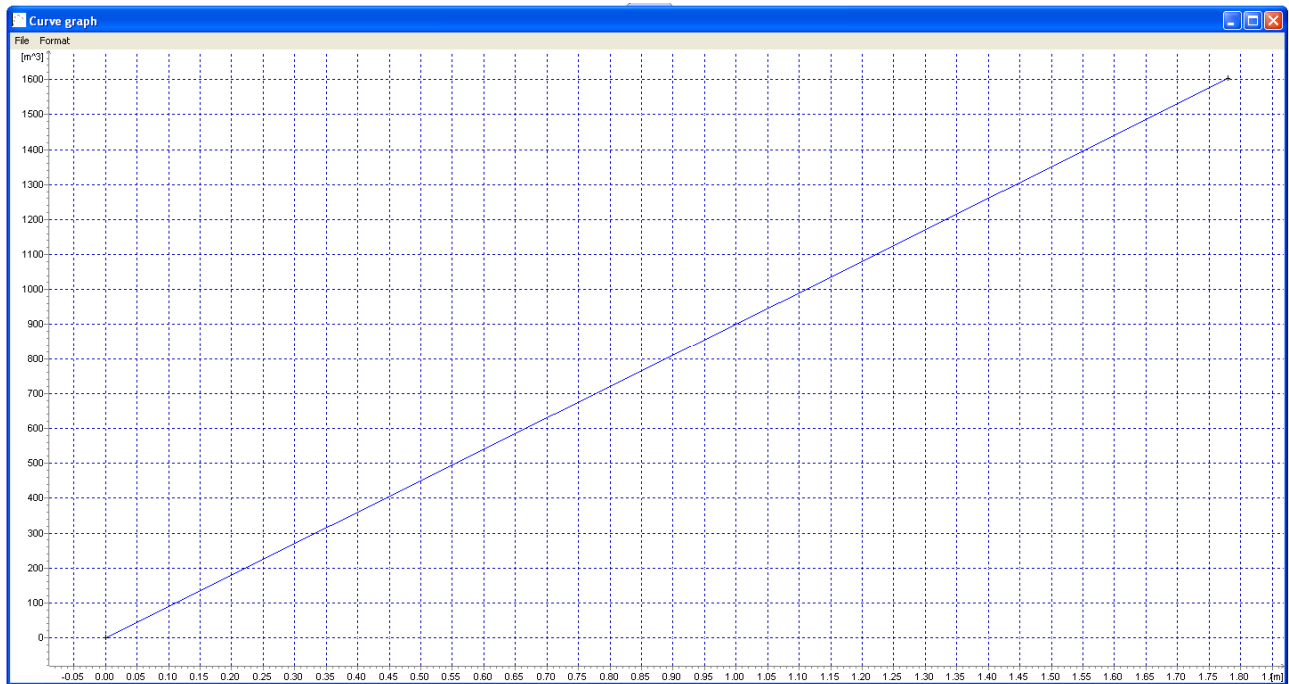


Figure 25 : Courbe de remplissage du bassin Le Cormier

Au final, le modèle retenu a engendré la **création sous le logiciel Mike Urban** de :

- 1053 regards ;
- 34 exutoires ;
- 14 bassins de rétention ;
- 2 postes de refoulement ;
- 39 déversoirs d'orage ;
- 1079 canalisations et fossés ;
- 373 sous-bassins versants.

Pour chaque catégorie d'éléments, les **entrées de définition** sont les suivantes :

- Nœud et exutoire :
 - Coordonnées X, Y ;
 - Cote TN et cote radier.
- Tronçon :
 - Nœud amont et nœud aval ;
 - Longueur ;
 - Rugosité ;
 - Section (type et dimensions) ;
 - Hauteur de chute amont / aval.



- Sous-bassin versant :
 - Délimitations ;
 - Nœud d'injection dans le réseau ;
 - Longueur du chemin hydraulique ;
 - Pente ;
 - Caractéristiques d'imperméabilisation.

La figure suivante présente le modèle construit :

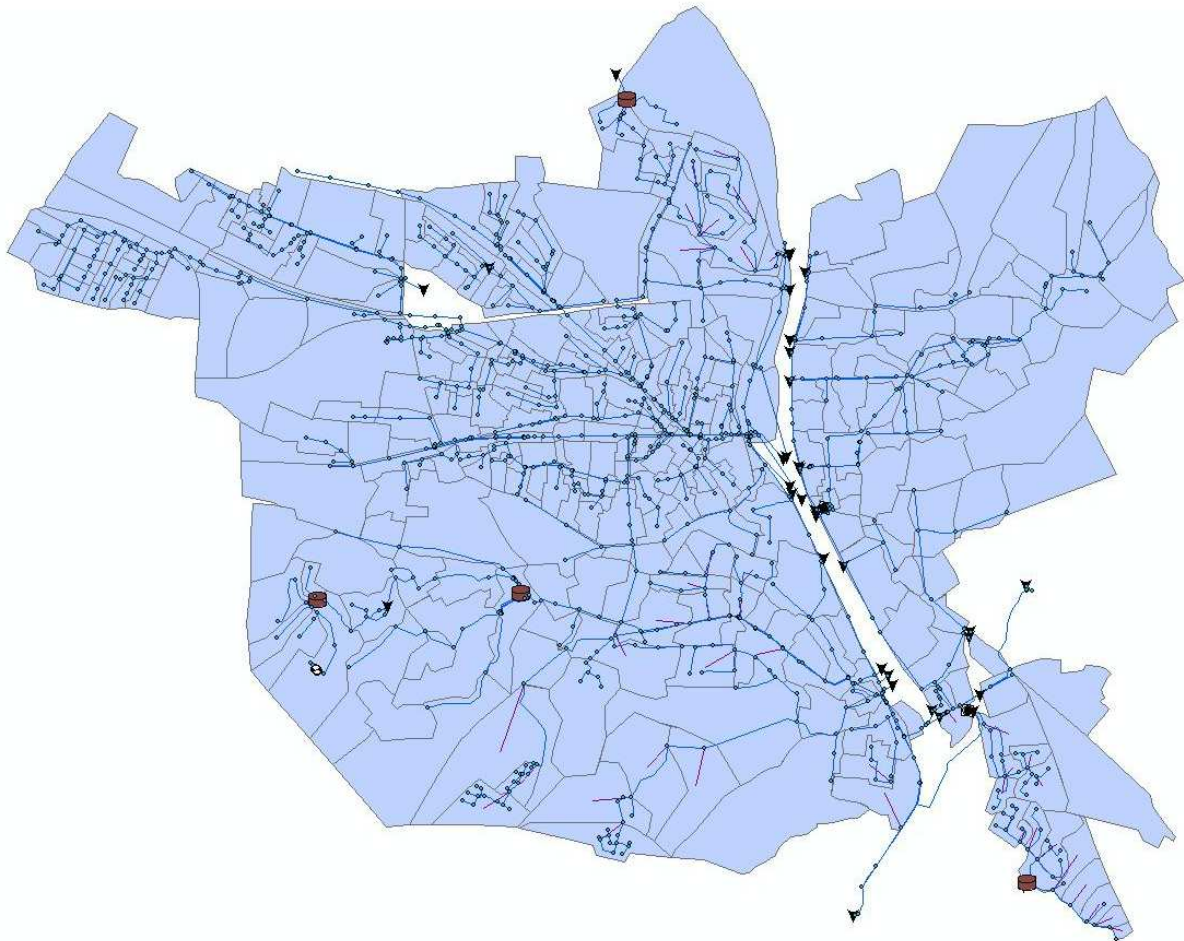


Figure 26 : Modèle construit sous Mike Urban

4.2.2. Eaux claires parasites

Les volumes d'ECP ont été récupérés dans le schéma directeur d'assainissement et **affectés de manière ponctuelle** sur les zones potentiellement les plus sujettes à récupérer ces eaux claires. Néanmoins, dans la réalité, ces apports peuvent être diffus et s'infiltrer de manière linéaire sur une partie de réseau.

Il convient de nuancer l'affectation de ces eaux claires parasites. La prise en compte de ces débits est importante pour réaliser les bilans volumiques globaux par temps sec et par temps de pluie. Néanmoins, ces **débits restent négligeables** au vu des débits pluviaux générés par le ruissellement, l'objectif de la présente étude étant d'identifier les dysfonctionnements et de quantifier le volume rejeté au milieu récepteur.

Lors de la modélisation sur un événement pluvieux, il sera fait l'hypothèse que les **volumes d'eaux claires parasites** intégrés dans le modèle sont **constants**.



4.2.3. Calage du modèle de ruissellement

Etant donné qu'aucune campagne de mesures n'est réalisée dans le cadre de cette mission, le modèle théorique est **calé à partir des mesures et des calages déjà menés** sur certains bassins versants. Pour des bassins de typologie similaire, nous procéderons donc par **analogie, en ajustant les coefficients de ruissellement des sous-bassins versants non calés de la même manière que ceux des sous-bassins versants instrumentés**. Les coefficients de ruissellement calés sont récupérés de l'étude hydraulique de G2C sur le centre ville, afin d'adapter les coefficients des sous-bassins nouvellement créés.



5. Diagnostic quantitatif en situation actuelle

5.1. Contexte réglementaire

La maîtrise hydraulique des eaux pluviales urbaines doit répondre aux objectifs suivants :

- n'engendrer aucune gêne pour les pluies fréquentes ;
- ne pas provoquer d'inondation, ni de risque de dégradation des infrastructures, pour des événements de période de retour de quelques années ;
- limiter les risques aux biens et aux personnes lors des événements exceptionnels, pour les périodes de retour variant de une à plusieurs dizaines années.

La norme NF EN 752-2 (1996) relative aux réseaux d'évacuation et d'assainissement a introduit trois notions essentielles :

- le concept d'insuffisance des réseaux doit être précisé, en distinguant notamment les risques de mise en charge et les risques de débordement ;
- le niveau de protection assuré par les ouvrages d'assainissement doit être adapté à la vulnérabilité du site ;
- le concepteur doit utiliser les intensités de précipitation propres à la zone considérée.

La norme propose de retenir les **critères** du tableau suivant, **relatifs aux périodes de retour de mise en charge et à celles de débordement** :

Type d'occupation du sol	Période de retour sans mise en charge	Période de retour de débordement
Zones rurales	1	10
Zones résidentielles	2	20
Centre ville	5	30
Zones industrielles ou commerciales	5	30
Passage souterrains routiers ou ferrés	10	50

Tableau 10 : Périodes de retour de mise en charge et de débordement en fonction du type de couverture

5.2. Sollicitations du réseau retenues

Les pluies de projet retenues sont des **pluies synthétiques de type « Desbordes »**.

Doublement triangulaire, ce type de pluie est défini par les paramètres suivants :

- durée totale de la pluie et hauteur totale précipitée ;
- position de la période intense sur une abscisse de temps ;
- durée de la période intense et hauteur précipitée sur la période intense.

Quatre périodes de retour différentes sont étudiées : 10, 30, 50 et 100 ans.

La discrétisation est effectuée pour un **pas de temps de 2 minutes** sur la durée totale de l'événement pluvieux. En revanche, la modélisation s'effectue à la seconde, pour un maximum de précision dans le rendu.

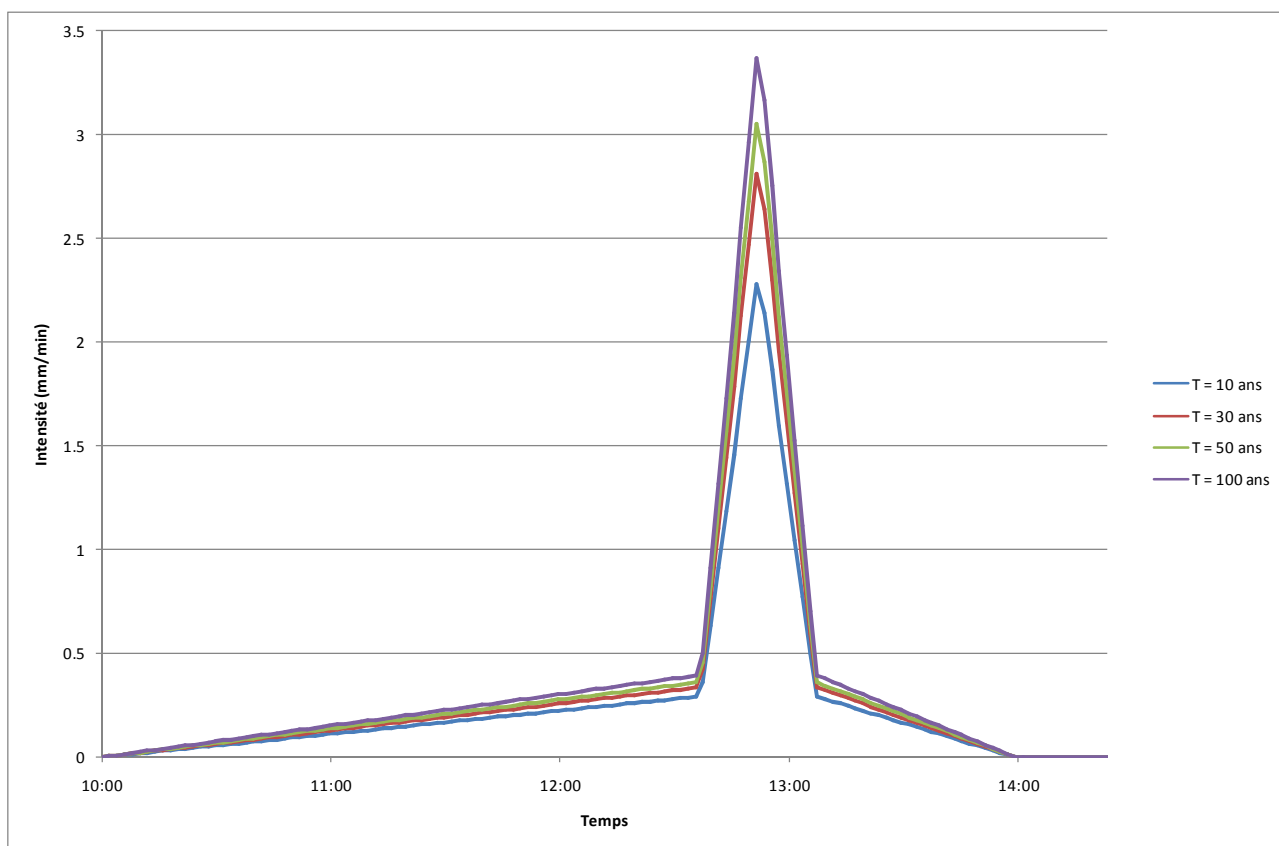


Figure 27 : Pluie de projets pour une durée intense de 30 minutes

La **durée totale de la pluie retenue** pour les calculs en zone urbaine est de **4 heures**, pour une **durée intense de 30 minutes**. La hauteur totale de la pluie pendant cette durée de 4 heures a une période de retour inférieure à la période de retour de la période intense. Les pluies synthétiques sont construites sur la base des coefficients de Montana locaux :

T (ans)	a	b
10	7,722	0,723
30	9,879	0,736
50	10,789	0,738
100	11,991	0,74

Tableau 11 : Coefficients de Montana utilisés pour le diagnostic

La **position de la période intense** par rapport à l'épisode pluvieux est **décentrée aux 3/4 de la durée totale** de la pluie, car c'est dans cette position que sont obtenus en règle générale les débits maximaux dans les réseaux (prise en compte optimale de l'effet de stockage en début de pluie dans les collecteurs pluviaux). Ces pluies sont les pluies synthétiques utilisées de manière classique dans le test et le dimensionnement des réseaux pluviaux.

T (ans)	Intensité moyenne (mm/h)	Intensité maximum (mm/h)	Hauteur cumulée (mm)
10	8,8	2,3	35
30	10,5	2,8	42
50	11,3	3,1	45
100	12,5	3,4	50

Tableau 12 : Caractéristiques des pluies de projet



5.3. Simulations du fonctionnement des réseaux en situation actuelle

Des hypothèses hydrauliques et hydrologiques ont été prises en compte pour la simulation des périodes de retour décrites :

- les rugosités employées pour le calage sont conservées pour les simulations de période de retour évoquées ;
- les coefficients de ruissellement sont augmentés en fonction de la période de retour, afin de prendre en compte la saturation des sols.

Les modifications apportées sont présentées dans le tableau suivant :

Période de retour	10 ans	30 ans	50 ans	100 ans
Modification du coefficient de ruissellement par rapport à la situation actuelle	+ 10 points	+ 20 points	+ 30 points	+ 40 points

Tableau 13 : Modifications apportées aux coefficients de ruissellement pour le diagnostic

Remarque : Le diagnostic étant effectué sur un réseau structurant partiel, certaines mises en charge et certains points de débordement pourraient ne pas être pris en compte par la suite.

5.4. Cartographie des résultats et analyse des principaux dysfonctionnements

Les simulations des pluies de projet ont pour but d'**étudier la capacité des réseaux**, afin de **mettre en évidence les zones où des mises en charge et des débordements risquent de survenir**. Elles permettent également de distinguer les causes de ces dysfonctionnements (insuffisance des collecteurs, influence aval).

Ces cartes indiquent les **principaux désordres recensés** pour les différentes pluies modélisées, à savoir :

- les nœuds présentant des débordements, ainsi que les volumes débordés ;
- le taux de remplissage maximal des canalisations ;
- les causes de l'insuffisance des collecteurs ;
- les débits maximaux.



5.4.1. Débits maximaux

Pour chacune des pluies de projet étudiées, une cartographie des débits maximaux est présente en **Annexe 11**.

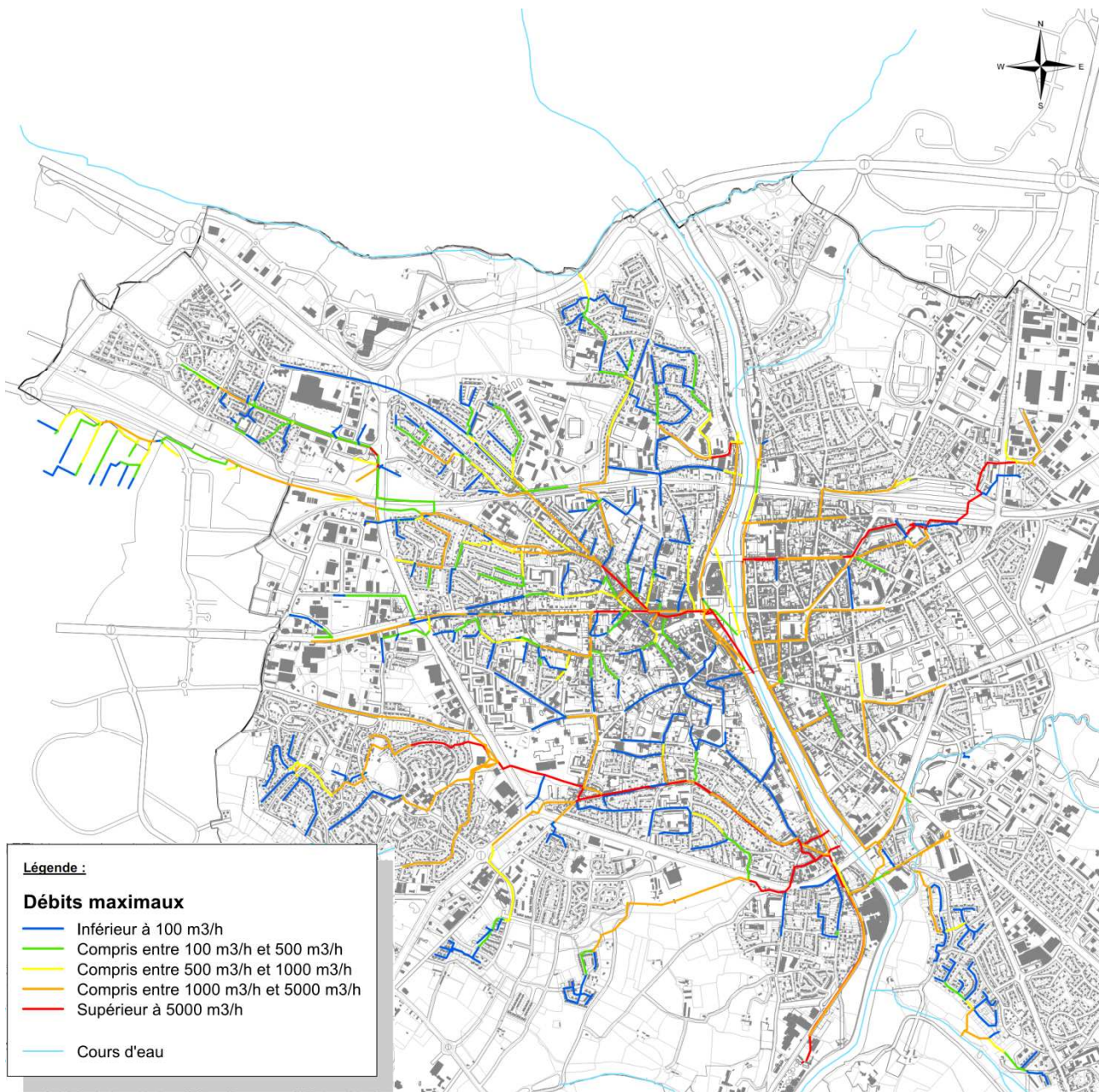


Figure 28 : Débits maximaux pour T = 10 ans



5.4.2. Mises en charge

Les cartes en **Annexe 12** présentent le **taux de remplissage maximal du réseau** pour les pluies de projet considérées. Ceci permet de mettre en évidence les collecteurs en charge d'une part et les collecteurs possédant une capacité résiduelle d'exploitation d'autre part.

Ainsi, si leur taux de remplissage maximal est :

- inférieur à 75% : les collecteurs possèdent une réserve d'exploitation ;
- compris entre 75% et 100% : les collecteurs sont exploités normalement ;
- compris entre 100% et 150% : les collecteurs subissent des mises en charge faibles à moyennes ;
- supérieure à 150% : les collecteurs subissent de très fortes mises en charge.

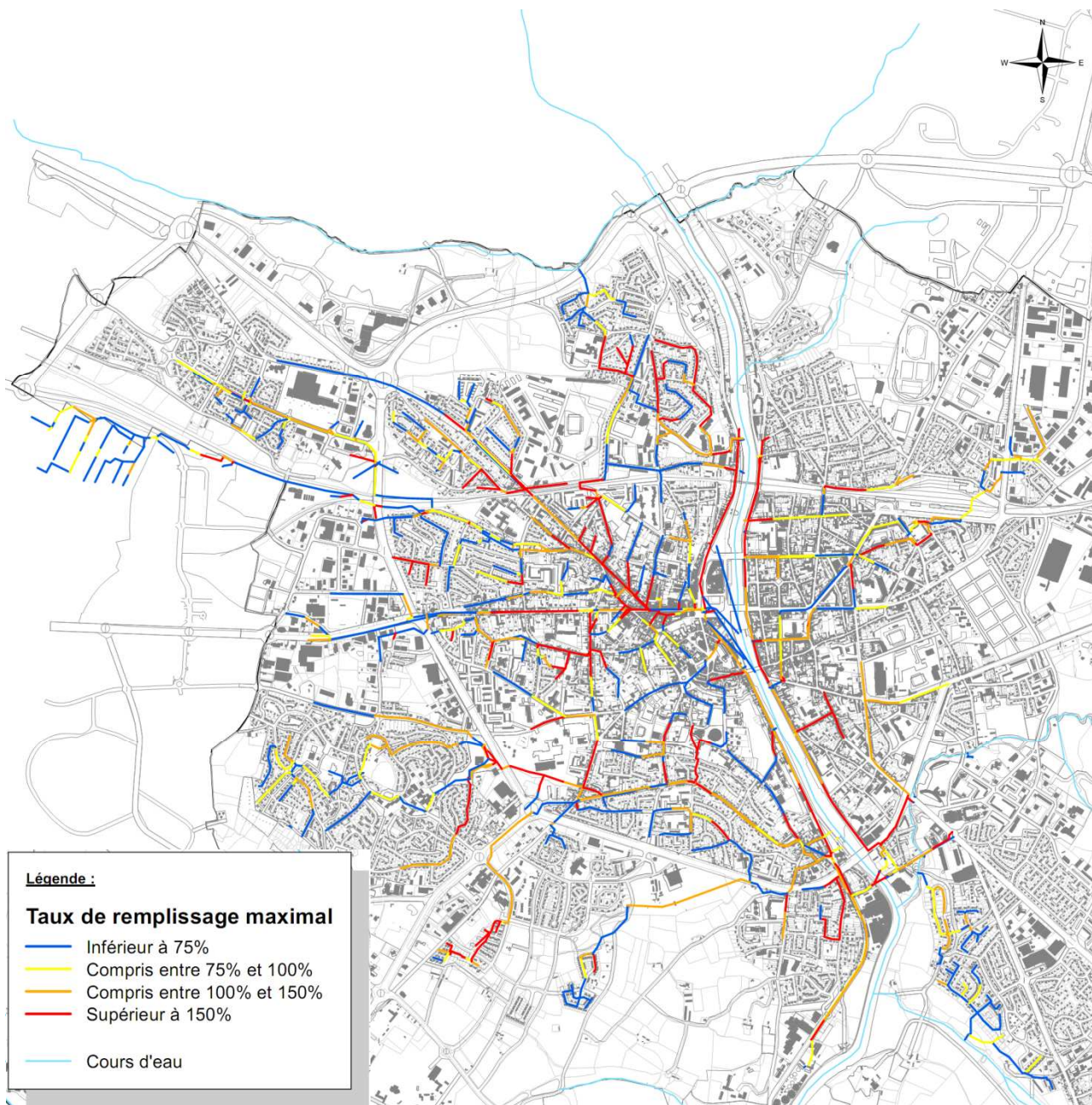


Figure 29 : Taux de remplissage maximal du réseau pour T = 10 ans



Quant aux cartes en **Annexe 13**, elles présentent les causes des mises en charge (insuffisance des collecteurs ou influence aval).

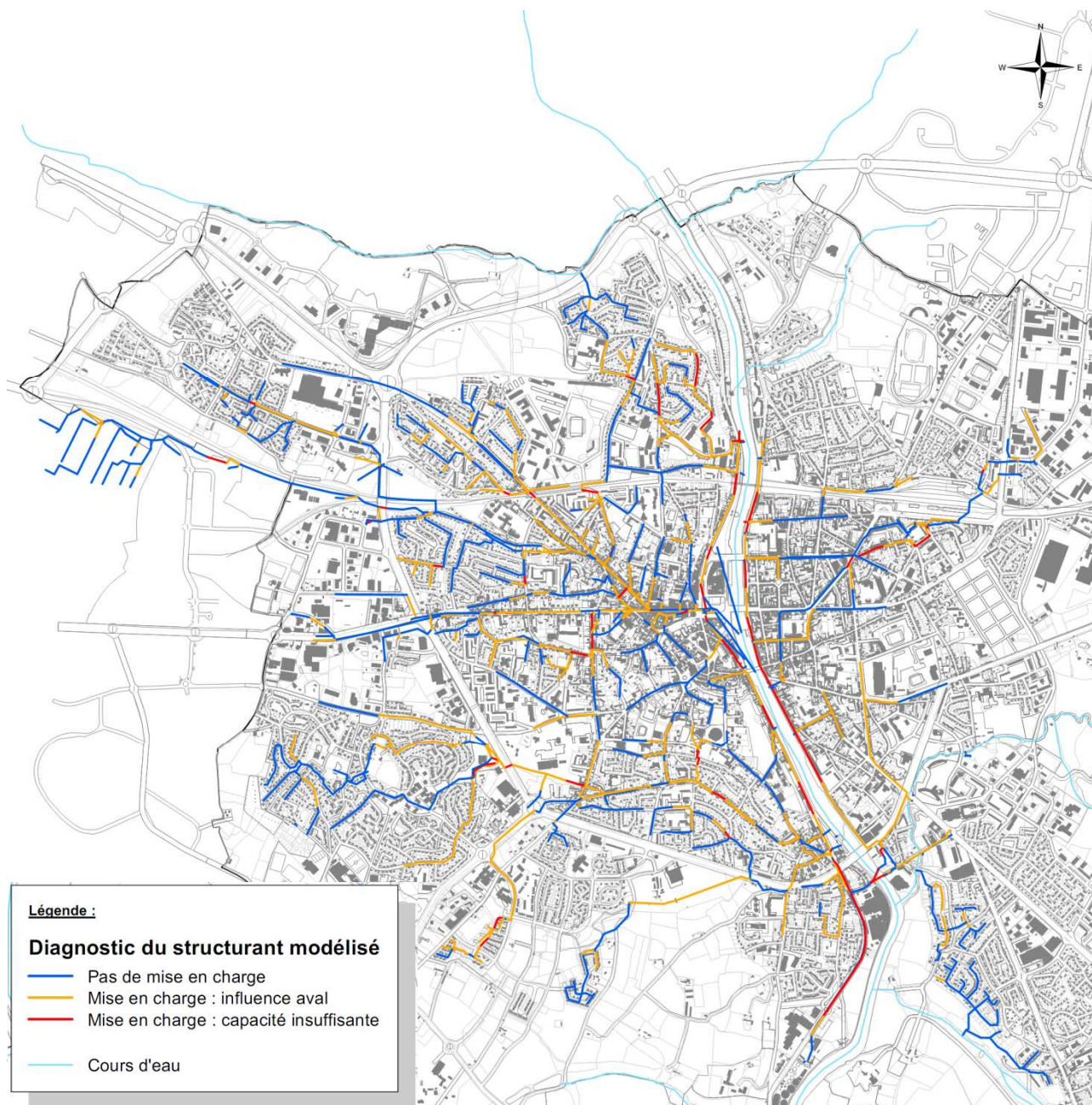


Figure 30 : Analyse des mises en charge pour $T = 10$ ans



5.4.3. Débordements

Pour chacune des pluies de projet étudiées, une cartographie des débordements est présentée en **Annexe 14**.

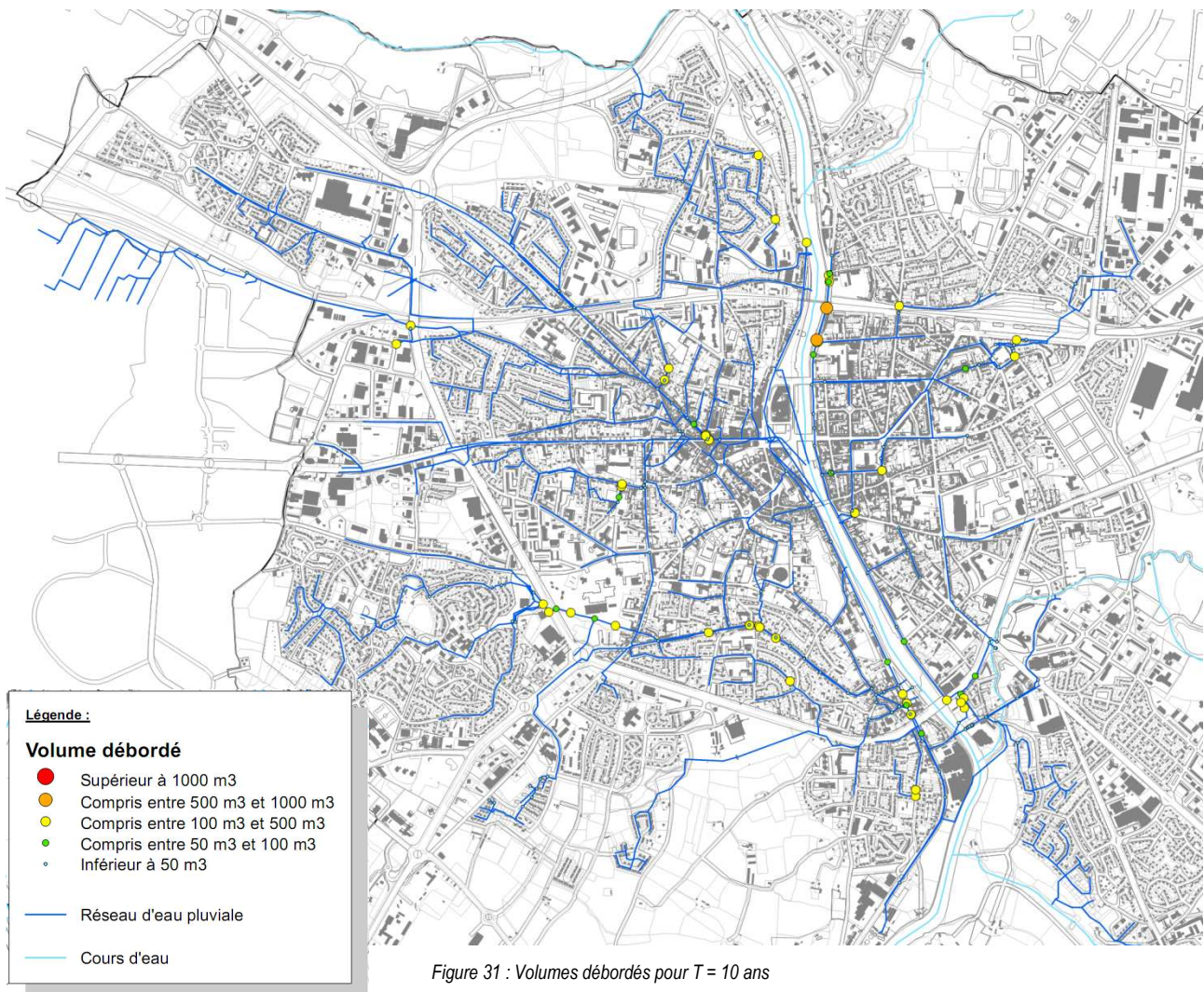


Figure 31 : Volumes débordés pour T = 10 ans

Ces phénomènes de mise en charge et débordement sont visualisables sur des **profils en long**.

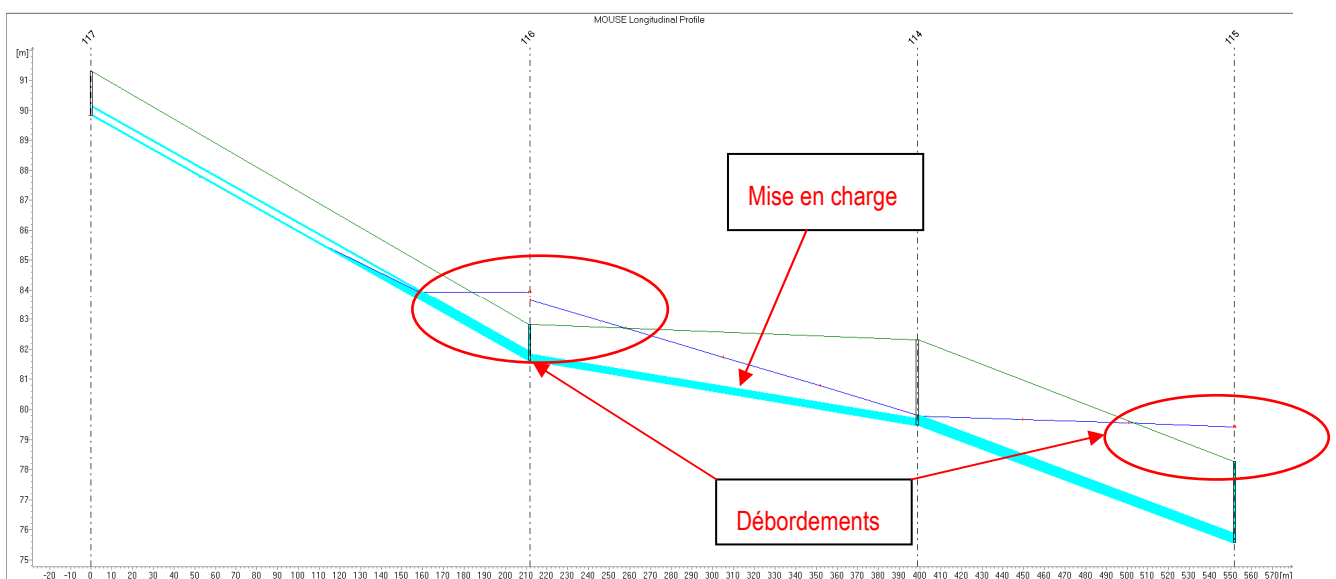


Figure 32 : Profil en long – Exemple



Le tableau ci-dessous récapitule les **volumes débordés** pour une pluie de projet de 4 heures avec une durée intense de 30 minutes pour **différentes périodes de retour** :

Période de retour	10	30	50	100
Volume débordé (m ³)	14 448	45 523	88 135	142 442

Tableau 14 : Volumes débordés pour les différentes périodes de retour modélisées

5.4.4. Principaux constats : occurrences de pluies 10 ans, 30 ans, 50 ans et 100 ans

Sur ces périodes de retour, des points sont toujours observés, où des débordements sont présents et peuvent être importants.

Des débordements sont notamment constatés :

- Rue Bernard le Pecq ;
- Rue Sainte-Catherine ;
- Rue du Ponceau ;
- Rue Salvador Allende ;
- Rue de la Fleurière ;
- Rue du Préfet Bonnefoy...

Il ressort que plus la période de retour est importante, plus ces débordements s'aggravent. D'autres perturbations apparaissent, ce que les cartes de diagnostic permettent de constater.

Cette étude quantitative en situation actuelle aboutit à la carte des zones à risque, disponible en **Annexe 15**.

Les différentes zones déterminées sont les suivantes :

- **R0** = Zone au risque d'inondation par ruissellement pluvial faible ;
- **R1R2R3** = Zone au risque d'inondation par ruissellement pluvial faible, mais participant aux débordements à l'aval ou zone au risque d'inondation par ruissellement pluvial modéré ou élevé.



6. Diagnostic quantitatif en situation future

L'objectif de cette analyse est d'étudier l'impact de l'urbanisation future probable (constructions en zones AU et dans les dents creuses) sur le fonctionnement du réseau. Cette analyse passe par une modélisation et un diagnostic, après prise en compte de l'augmentation des coefficients de ruissellement due à l'accroissement des surfaces imperméabilisées.

6.1. Principes généraux, bonnes pratiques

Au cours des dernières années, la **gestion des eaux pluviales** a beaucoup évolué, notamment grâce au **développement de « techniques alternatives »**.

Néanmoins, le principe de fonctionnement reste le même : l'eau est collectée, stockée dans un ou plusieurs ouvrages, puis restituée à débit régulé, soit par un ouvrage vers un exutoire de surface (rétention/régulation), soit par infiltration dans le sol (rétention/infiltration).

La mise en œuvre optimale de ces techniques (atouts et contraintes) nécessite une **conception pluridisciplinaire du projet d'aménagement**.

Dans le cadre des projets d'aménagement, la gestion des eaux pluviales doit être étudiée de manière transversale.

Il s'agit de prendre en compte :

- la **limitation de l'imperméabilisation des sols**, en étudiant notamment les possibilités d'infiltration des eaux, ainsi que les dispositions qui permettent de contrôler le ruissellement à la parcelle et d'inciter à réutiliser les eaux pluviales ;
- l'**optimisation du schéma d'assainissement**, qui doit répondre de manière précise à la sensibilité des exutoires. Cette optimisation peut s'appuyer sur le choix, voire la combinaison, de « techniques alternatives » (infiltration, stockage intégré, réutilisation des eaux pluviales) et de systèmes de rétention plus classiques, tels des bassins pouvant être multifonctionnels et donc valorisés (espace vert, espace de loisir, réserve d'eau, vitrine paysagère, zone humide pédagogique, etc.).

Le **choix du dispositif de stockage** doit garantir :

- le **respect des normes de rejet** retenues en quantité et qualité : débit de fuite, efficacité d'abattement de la pollution, intervention d'urgence... ;
- la **sécurité des biens et personnes** : gestion de l'accessibilité du public, surverse de sécurité, revanche minimale avant débordement, seuil de submersion des espaces publics ;
- l'**entretien** nécessaire à l'efficacité et à la pérennité des ouvrages et de leur fonction : accès adapté, visitabilité des ouvrages, grilles de protection, dispositifs de contrôle et d'alerte...



6.2. Projets d'urbanisme et modélisation en situation future

6.2.1. Identification des projets d'urbanisme

Le **Plan Local d'Urbanisme** de la ville de Laval est actuellement en cours de révision.

Ce PLU a pour objectif de permettre une **gestion cohérente et harmonieuse de l'espace communal** et notamment de maîtriser le développement de la commune, pour limiter la consommation d'espace foncier et lutter contre l'étalement urbain.

La ville souhaite ainsi définir les conditions d'un **véritable projet d'aménagement urbain, favorisant une gestion économe de l'espace et un développement durable du territoire** de Laval. Le PLU permettra ainsi d'anticiper les besoins des populations actuelles et futures et de proposer un projet de développement global et cohérent de la commune.

Le projet proposé à la commune intègre de **nouvelles zones à urbaniser** ; l'ensemble de ces zones d'urbanisation future est localisé sur la carte suivante, aussi située en **Annexe 16** :

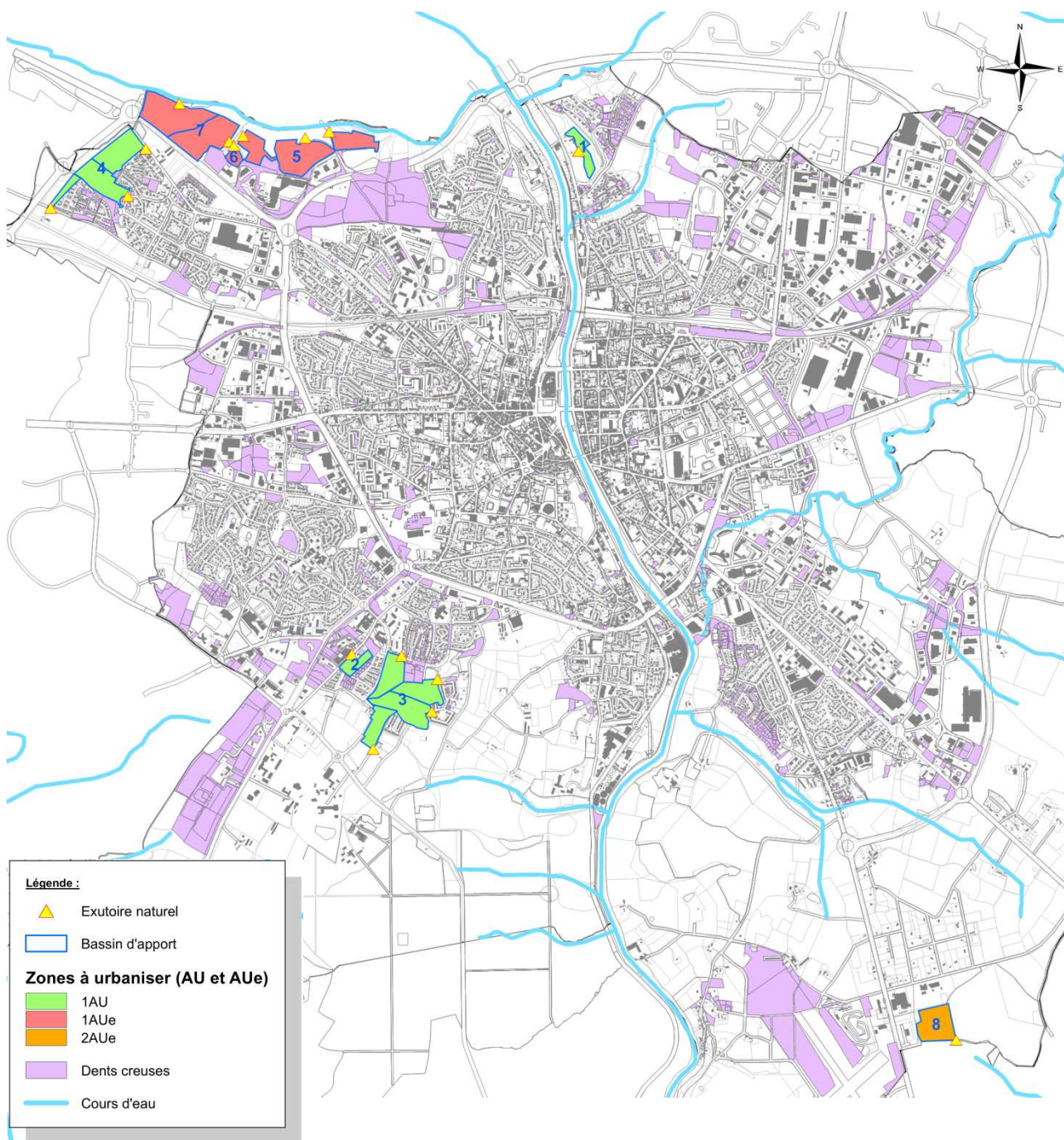


Figure 33 : Localisation des zones AU et des dents creuses



Le tableau suivant présente, quant à lui, les caractéristiques des zones AU :

Identifiant	Type	Nom	Surface (ha)
1	Zone 1AU	-	1,9
2	Zone 1AU	-	1,6
3	Zone 1AU	-	14,7
4	Zone 1AU	-	10,1
5	Zone 1AUe	-	11,9
6	Zone 1AUe	-	0,9
7	Zone 1AUe	Zone de la Beucherie	14,4
8	Zone 2AUe	Site INERGY	4,8

Tableau 15 : Caractéristiques des zones AU

Afin d'éviter des problèmes d'évacuation des débits pluviaux générés par l'urbanisation, les projets d'urbanisation future devront prendre en compte, lors du dimensionnement des réseaux, les **zones potentiellement urbanisables situées en amont**.

6.2.2. Impact inhérent au développement

Une augmentation et une densification de l'habitat aura obligatoirement pour conséquence une **augmentation des surfaces imperméabilisées**, ainsi qu'une **augmentation des volumes** d'eaux pluviales à collecter.

Par conséquent, il convient d'étudier l'impact du développement de ces zones ou des parcelles constructibles sur le fonctionnement du réseau d'eaux pluviales, afin d'établir des préconisations spécifiques et adaptées à tout futur projet d'aménagement.

Ces zones présentant des potentialités de développement, aussi appelées « dents creuses », sont localisées sur la carte en **Annexe 16**.

Ces parcelles potentiellement développables appartiennent à différentes zones U du PLU, dont la répartition surfacique (ensemble des parcelles de chaque zone) est présentée dans le tableau ci-dessous. La prise en compte de ces données permettra d'adapter les préconisations du zonage en fonction des caractéristiques des parcelles sur lesquelles elles s'appliquent.

Classes de surface	Répartition des parcelles par zone du PLU selon leur surface									
	UA		UB		UC		UD		UE	
Moins de 200 m ²	2 609	54%	1 503	21%	502	14%	145	38%	154	14%
Entre 200m ² et 500m ²	1 329	27%	3 236	45%	1 806	49%	93	24%	128	12%
Entre 500m ² et 1 000m ²	548	11%	1 583	22%	1 038	28%	67	17%	103	10%
Entre 1 000m ² et 2 000m ²	225	5%	345	5%	144	4%	30	8%	155	14%
Plus de 2 000m ²	128	3%	453	6%	195	5%	49	13%	535	50%
Total	4 839	100%	7 120	100%	3 685	100%	384	100%	1 075	100%
Surface moyenne d'une parcelle (m²)	456		979		888		1 551		5 682	

Tableau 16 : Etude statistique des parcelles en zone U

Il apparaît que plus les parcelles sont en périphérie de la ville, plus leur taille augmente. Les terrains à vocation économique sont par nature plus étendus que les terrains à vocation d'habitat. Ainsi, les parcelles en zone UA sont en majorité inférieures à 200 m² tandis que celles en zone UE font pour la plupart plus de 2 000 m².



6.2.3. Hypothèses retenues pour la modélisation en situation future

Les potentialités de développement de la commune ont été intégrées à la modélisation en situation future.

A noter que pour la modélisation, des **hypothèses hautes de développement** ont été retenues, à savoir :

- Pour les **potentialités en zone U** (« dents creuses »), un coefficient d'imperméabilisation maximal est considéré :
 - de 75% pour les zones UB ;
 - de 92,5% pour les zones UBf ;
 - de 70% pour les zones UC.
- Pour les **secteurs à urbaniser**, un coefficient d'imperméabilisation maximal est considéré :
 - de 60% pour les zones d'urbanisation future à dominante habitat ;
 - de 70% pour les zones d'urbanisation future à dominante activités.

6.3. Etude du développement des zones à urbaniser

6.3.1. Modélisation de l'urbanisation de ces secteurs sans dispositif de gestion des eaux pluviales

Dans un premier temps, l'urbanisation des zones à urbaniser a été **modélisée, sans considérer d'aménagement de gestion des eaux pluviales**. Ainsi, il a été considéré que les eaux ruisselées sur ces secteurs se rejettent directement dans le réseau existant.

L'urbanisation de l'ensemble des zones AU et AUe engendre une **augmentation des volumes débordés sur le réseau pluvial de la ville de Laval**, le tableau suivant présente ces résultats :

<i>Situation actuelle</i>	Période de retour	10	30	50	100
	Volume débordé (m ³)	14 448	45 523	88 135	142 442
<i>Situation future</i>	Période de retour	10	30	-	-
	Volume débordé (m ³)	15 029	47 706	-	-
<i>Augmentation du volume débordé par rapport à la situation actuelle</i>	Différence en m ³	581	2 183	-	-
	Différence en %	4	4.8	-	-

Tableau 17 : Comparaison des volumes débordés pour différentes périodes de retour en situations actuelle et futures

Les **cartes des dysfonctionnements** recensés pour des périodes de retour de 10 et 30 ans, suite à l'urbanisation des potentialités en zone U et des zones à urbaniser, est disponible en **Annexe 17**. Parmi ces cartes se trouve la carte des volumes débordés en situation future pour une période de retour 10 ans, présentée en exemple ci-dessous :

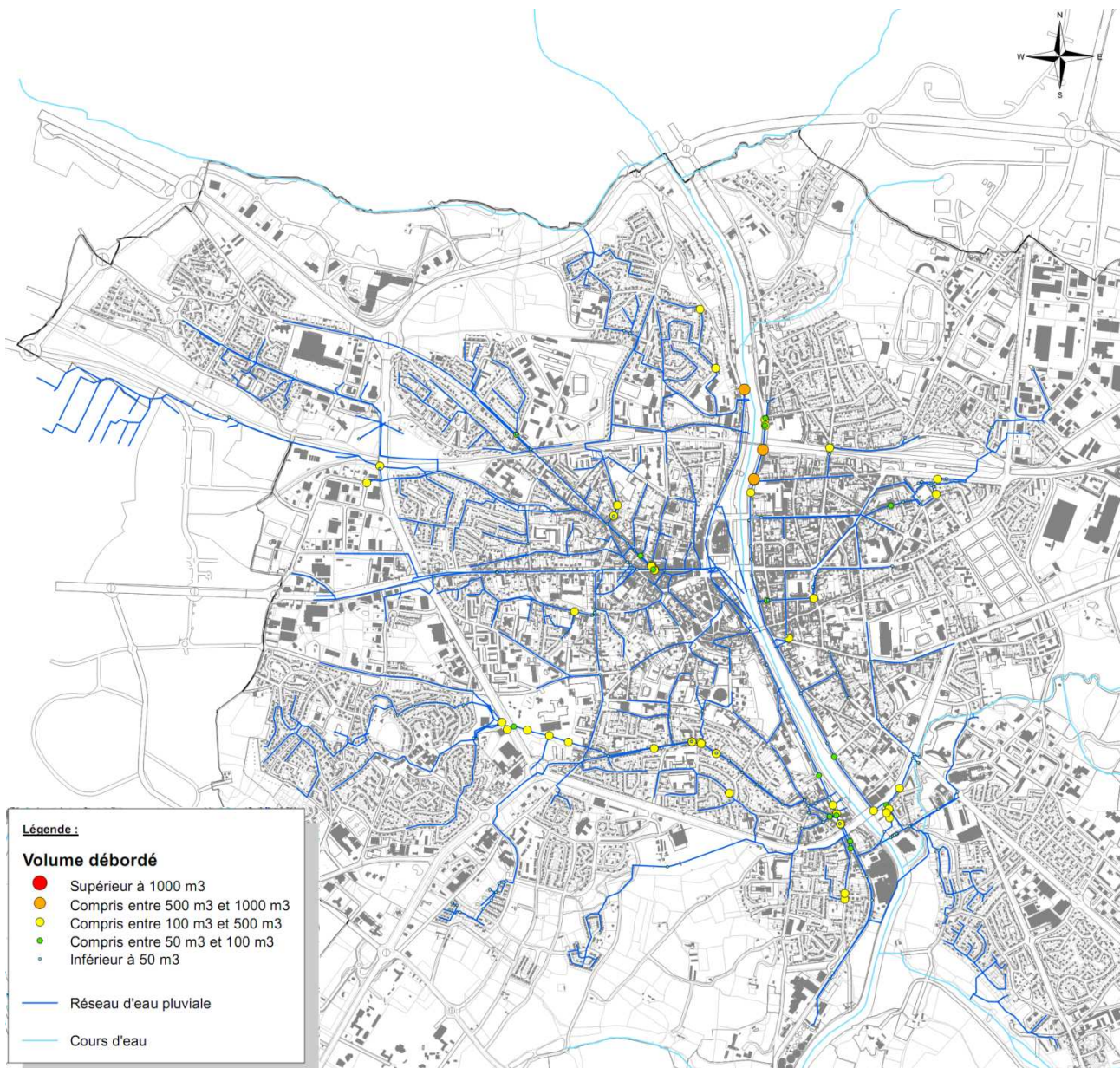


Figure 34 : Volumes débordés pour T = 10 ans en situation future

Force est de constater qu'une telle urbanisation engendre une **augmentation des volumes débordés**, sans toutefois impacter de nouveaux secteurs de la commune.

Par conséquent, **l'urbanisation de ces zones devra obligatoirement être accompagnée de la mise en place d'ouvrages de gestion des eaux pluviales**. La gestion des eaux pluviales sur la zone pourra être envisagée de manière collective ou individuelle. Dans le cadre d'une gestion collective, ces ouvrages pourront être des bassins de stockage, mais aussi des noues ou des systèmes d'infiltration par exemple.

6.3.2. Solutions pour limiter l'impact de l'urbanisation des zones à urbaniser

Tout nouvel aménagement ne doit pas aggraver la situation actuelle en termes d'écoulement. C'est pourquoi un ou plusieurs **volumes de rétention** sont envisagés pour permettre de réguler les eaux pluviales des zones à urbaniser.



6.3.2.1. Emplacement et exutoires des ouvrages

L'emplacement des ouvrages de rétention se fera en étudiant à la fois la **topographie** de chaque zone, le **réseau** actuel et le projet d'aménagement de la zone. Les volumes de rétention sont souvent placés aux **points bas des zones à urbaniser**. Néanmoins, ils pourront être **répartis de manière cohérente le long de l'axe de l'écoulement**.

Les **exutoires de ces aménagements** sont :

- soit les canalisations ou les fossés du réseau d'eaux pluviales actuel ;
- soit le milieu naturel (cas majoritaire ici).

La carte en **Annexe 16** présente à titre indicatif les exutoires naturels des zones à urbaniser.

Remarque : La localisation de ces exutoires a été déterminée à partir du MNT et n'est donc pas forcément d'une grande précision. Il peut y avoir plusieurs exutoires sur une zone AU ou AUe.

6.3.2.2. Dimensionnement des volumes de rétention

Ces aménagements sont dimensionnés pour une **pluie de protection de période de retour de 10 ans**.

Le volume de rétention à prévoir pour chacun de ces ouvrages a été dimensionné à l'aide de la **méthode des pluies**, en considérant sur la zone étudiée :

- un **coefficient d'imperméabilisation** :
 - **de 60%** pour les secteurs à dominante habitat ;
 - **de 70%** pour les zones à dominante activités.
- un **débit de fuite** qui, d'après la réglementation en vigueur, est égal à la valeur du débit spécifique instantané multiplié par la surface totale du projet, avec le débit spécifique instantané pris égal à **3 L/s/ha** en fonction des contraintes hydrauliques imposées par le milieu récepteur, comme recommandé par la DREAL.

Les **caractéristiques des volumes de rétention** prévus pour chaque secteur d'urbanisation future sont présentées dans le tableau suivant :

Identifiant cartographique	Zonage PLU	Surface (ha)	Cimp futur	Qfuite fixé		Dimensionnement pour T= 10ans
				Qfuite fixé (l/s/ha)	Qfuite fixé (l/s)	Volume de régulation (m3)
1	1AU	1.9	60	3	5.7	384
2	1AU	1.6	60	3	4.8	316
3	1AU	14.7	60	3	44.1	2 947
4	1AU	10.1	60	3	30.4	2 030
5	1AUe	11.9	70	3	35.7	2 955
6	1AUe	0.9	70	3	2.7	227
7	1AUe	14.4	70	3	43.2	3 580
8	2AUe	4.8	70	3	14.3	1 188

Tableau 18 : Détails du dimensionnement des volumes de stockage à prévoir pour les zones à urbaniser

Le débit de 3 L/s/ha préconisé à l'échelle du SDAGE Loire-Bretagne est très restrictif et peut s'avérer trop contraignant. En effet, l'implantation d'ouvrages dimensionnés sur un ratio de 3 L/s/ha mobilise un foncier important, ce qui peut s'avérer impossible au vu des contraintes foncières. De plus, le temps de vidange des ouvrages est dans ce cas allongé, ce qui multiplie les risques de surverse, notamment pour des pluies fréquentes et proches dans le temps. Enfin, un surstockage dans les zones qui ruissellent à l'origine est évité.



Les volumes de rétention proposés peuvent être une **combinaison de techniques alternatives** (noues, voiries stockantes, etc.) ou des **ouvrages de stockage** plus classiques (bassin de rétention, etc.). Néanmoins, l'aménageur devra **s'assurer de l'efficacité et de la compatibilité de ces techniques**, en termes de stockage et de débit de fuite.

6.3.3. Limites des préconisations

L'ensemble des préconisations établies précédemment reste **lié aux hypothèses considérées**. En effet, les projets sur ces zones étant susceptibles d'évoluer, il est difficile d'établir un dimensionnement, tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif, qui conviendra exactement aux futurs projets d'aménagement.

Ainsi, le **dimensionnement des aménagements**, en particulier des bassins, sera **à revoir** en fonction du type d'habitat mis en place et du choix d'aménagement (chaussée drainante, noue d'infiltration, etc.), ceci dans le but d'**optimiser le projet et les investissements structurels** à réaliser.

Néanmoins, les futurs aménagements devront **respecter les préconisations de coefficient d'imperméabilisation**, fixées par le zonage pluvial.



7. Diagnostic qualitatif en situation actuelle

Le diagnostic qualitatif en situation actuelle consiste à calculer les flux de polluants issus des zones d'apport dans leur état actuel, en fonction des ratios tirés de la bibliographie ou des doctrines départementales existantes. L'origine et la genèse de cette pollution sont aussi étudiées.

7.1. Origines des flux de polluants générés

7.1.1. Eaux de lavage de voiries et eaux claires

Peu d'informations sont disponibles sur la quantité et la qualité de ces eaux.

Les **eaux claires** sont par définition **peu chargées**, ce qui conduit à une **dilution des effluents**. Cependant, elles induisent une **augmentation des débits** d'écoulement dans le réseau, donc une **augmentation de la capacité de transport** de l'écoulement.

Les **eaux de lavage de chaussées** (laveuse balayeuse) sont susceptibles de véhiculer le même type de polluants que ceux trouvés dans les eaux de ruissellement de voiries. Ce sont donc une **source potentielle de MES**, mais aussi **de métaux lourds et d'hydrocarbures**.

7.1.2. Eaux de ruissellement

La pollution des eaux de ruissellement urbaines a pour origine d'une part le **lessivage de l'atmosphère**, d'autre part **le lessivage et l'érosion des surfaces urbaines**.

7.1.2.1. Lessivage de l'atmosphère

La condensation de la vapeur d'eau atmosphérique autour des particules et la solubilisation d'un certain nombre de polluants dans les gouttelettes nuageuses conduit à un **lessivage de l'atmosphère** par les eaux météoriques. Ce lessivage détermine la **pollution de l'eau de pluie** au moment où elle touche le sol, également désignée sous le terme de « retombées atmosphériques humides ».

L'importance de la pollution de l'atmosphère dépend :

- des **sources locales de pollution** atmosphérique ;
- de la **topographie du site** (vallée encaissée ou plaine aérée...) ;
- des **conditions météorologiques** (importance et direction du vent, fréquence des pluies...).

Bien qu'il existe des sources naturelles de pollution atmosphérique (érosion éolienne, éruptions volcaniques, aérosols marins, incendies...), ce sont les **sources anthropiques** qui dominent en milieu urbain. Il est possible de citer en particulier l'industrie (métaux, résidus pétroliers, micropolluants organiques), les transports, les chauffages collectifs et individuels, la combustion des ordures ménagères et industrielles.

Il est généralement estimé que pour la plupart des paramètres, 15 à 25 % de la pollution contenue dans les eaux de ruissellement est imputable à la pollution de l'eau de pluie. Cette proportion peut être nettement plus forte pour certains polluants, en particulier les métaux lourds, pour lesquels elle pourrait atteindre 50 à 75 %. D'autres études confirment ces dires et estiment que les retombées humides sont la principale source de présence de métaux dans les eaux de ruissellement.

Remarque : A partir d'un bilan de masse sur quatre événements pluvieux sur un bassin versant expérimental situé près de Londres, il a été noté que la masse de métaux entraînés dans l'eau de ruissellement est inférieure à celle apportée par l'eau de pluie. Ce résultat signifierait qu'une partie des métaux contenus dans les retombées humides peuvent être retenus par les surfaces urbaines.



7.1.2.2. Lessivage des zones urbaines

L'importance de la pollution issue du lessivage des surfaces urbaines dépend :

- du **stock de polluant** disponible sur les surfaces en début de pluie ;
- de la **quantité érodée** par les gouttes d'eau et par l'écoulement ;
- de la **quantité pouvant être transportée** par l'écoulement jusqu'à l'entrée du réseau d'assainissement.

Les **trois mécanismes à prendre en compte** sont donc : l'accumulation du stock de polluants, son érosion et son transport.

Le **stock de polluant** disponible sur la surface est d'origines diverses : retombées atmosphériques sèches, circulation automobile, déchets rejetés par l'homme, animaux, végétation. Chacune de ces origines favorise un certain type de polluant (circulation automobile → hydrocarbure ; animaux → matières organiques...).

Par ailleurs, certains polluants trouvés dans les eaux de ruissellement peuvent provenir de l'érosion ou de la corrosion par la pluie des surfaces urbaines, en particulier :

- l'apport de terre, sable et graviers en provenance des surfaces non imperméabilisées ;
- l'apport d'hydrocarbures provenant de l'usure du goudron ;
- l'apport de métaux provenant des surfaces métalliques, notamment les toitures.

7.1.2.3. Mécanisme d'accumulation et d'entraînement sur les surfaces imperméabilisées

ACCUMULATION

La **masse totale de dépôts présente sur la voirie** est égale à la masse déposée au cours du temps sec moins la masse érodée par le vent, la pluie, la circulation, le nettoyage de la voirie, la biodégradation... ; auxquelles s'ajoute un **stock permanent non mobilisable**. Ce stock permanent, qui représente la fraction de dépôt non érodable par la pluie ou le nettoyage, est fonction de la texture du revêtement. Il sera d'autant plus important que la chaussée est rugueuse et donc capable de piéger une grande quantité de solides dans ses anfractuosités.

Par temps sec et en l'absence de nettoyage, la masse de dépôts présents sur la chaussée augmente suivant un **taux d'accumulation**, égal au taux de sédimentation (masse de solides déposés par unité de temps) moins le taux d'érosion (érosion éolienne essentiellement, mais aussi érosion due à la circulation et pertes par dégradation des dépôts).

Le **taux de sédimentation** dépend essentiellement du mode d'occupation du sol.

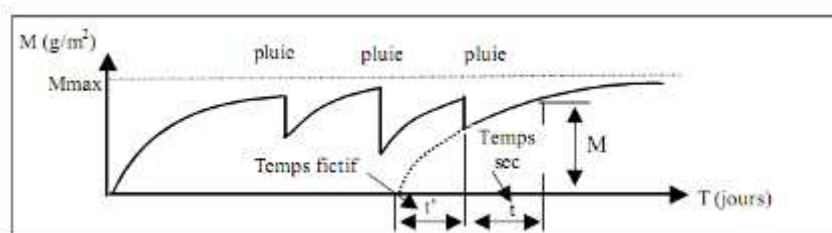
Le **taux d'érosion** par temps sec est quant à lui fonction du stock. Négligeable lorsque le stock est faible, il devient équivalent au taux de sédimentation au bout d'une durée de temps sec très longue. Le taux d'accumulation devient alors nul et la masse totale de dépôt atteint une asymptote, dont la valeur dépend de la nature du revêtement et de son usure.

Ce phénomène est illustré par la figure suivante :

$M(t)$: masse de dépôt mobilisable à l'instant T

M_{max} : masse maximale de dépôt mobilisable

t : durée de temps sec précédente





ENTRAÎNEMENT

La plupart des auteurs s'accordent à dire que **le nettoyage de la voirie ne permet pas une réduction significative des polluants accumulés sur la chaussée.**

Le nettoyage de routine pratiqué dans la plupart des villes est efficace contre la pollution visuelle, mais pas pour les particules fines. Il permettrait d'éliminer au maximum 95 à 100 % des débris grossiers, 50 % de l'ensemble des solides, 48 % des particules inférieures à 246 µm et 15 % des particules inférieures à 43 µm.

Les expérimentations ont montré qu'un nettoyage à une fréquence de trois fois par semaine conduit au maximum à une réduction de 30% des solides et 40% du plomb contenu dans les eaux de ruissellement.

Au vu des phénomènes qui régissent l'accumulation et l'érosion des polluants, il sera fait comme hypothèse que :

- l'ensemble des paramètres ont la même dynamique d'accumulation et d'entraînement ;
- le processus d'accumulation étant un phénomène asymptotique, il n'y a plus de dépôts supplémentaires après **20 jours de temps sec**.

Le **modèle d'accumulation des dépôts** le plus répandu est celui proposé initialement par Sartor et Boyd :

$$M(T) = M_{\max} (1 - e^{-k(t+t')})$$

Avec :

$M(t)$: masse de dépôt mobilisable à l'instant T

M_{\max} : masse maximale de dépôt mobilisable

k : constante d'accumulation

t : durée de temps sec précédente

t' : temps fictif pour lequel on aurait eu $M(T-t-t')=0$

L'hypothèse est faite que **$M(T) \approx M_{\max}$ pour $T = 20$ jours environ.**

Pour l'étude, faute de données plus **précises, des hypothèses issues de la bibliographie et retenues sur des collectivités semblables à la ville de Laval (exemple : ville de Bourges) ont été choisies**, qui considèrent que :

- la pollution particulaire déposée après **1 jours** est de **0,8 % de la masse annuelle** ;
- la pollution particulaire déposée après **5 jours** de temps sec (durée approximative de temps sec) est de **2,4% de la masse annuelle**.

7.1.3. Eaux de ruissellement de toiture

Les eaux de ruissellement de toiture ont longtemps été considérées comme peu polluées. Ce n'est que récemment qu'elles ont soulevé l'intérêt des chercheurs.

7.1.3.1. Eaux de toitures et techniques alternatives

Les eaux de toitures représentent environ la **moitié du volume de ruissellement** d'une zone urbaine. Elles sont de ce fait un **enjeu majeur dans le développement des techniques alternatives** à l'assainissement pluvial.

Des **études de caractérisation et de quantification de la pollution** des eaux de toitures ont été menées en vue de :

- leur stockage et leur réutilisation locale, comme eau potable ou comme eau « grise » destinée à l'arrosage, à l'alimentation des toilettes, au lavage des voitures... ;
- leur infiltration dans le sous-sol.



Ces solutions permettent une **réduction considérable du volume de ruissellement**, donc une réduction des risques d'inondation, ainsi que du coût de transport et de traitement des eaux pluviales. Elles ont également un **impact positif sur la gestion de la ressource en eau potable**, en diminuant la consommation (cas de la réutilisation) ou en réalimentant les nappes (cas de l'infiltration).

En revanche, une bonne connaissance de la qualité des eaux de ruissellement de toiture s'avère indispensable, afin d'**évaluer les risques sanitaires**, ainsi que les **risques de contamination des sols et de pollution des nappes**.

7.1.3.2. Rôle des toitures vis-à-vis de la pollution

A l'heure actuelle, les avis divergent sur le fait que les toitures soient une **source de pollution** ou au contraire une **source de dilution** des rejets urbains de temps de pluie.

Quelques études ont observé une **diminution de la concentration en polluants des eaux de pluie lors de leur ruissellement sur la toiture**. Dans certains cas, les toits agiraient donc comme des puits de pollution. Pour six événements pluvieux, il a été observé des concentrations inférieures dans l'eau de ruissellement d'une toiture en ciment que dans l'eau de pluie. Cette diminution était très marquée pour les métaux lourds, en particulier le plomb et le zinc. Un phénomène similaire a été observé dans le cas d'une toiture en tuiles. Il est attribué à des **processus de précipitation et d'adsorption** sur la toiture.

Deux hypothèses ont été émises sur le **devenir des polluants adsorbés** sur les particules de la toiture : soit ces particules ne sont entraînées que par les fortes pluies, soit elles s'accumulent, sèchent, puis sont érodées par le vent.

Cependant, la plupart des études ont mis en évidence une **importante contamination des eaux de pluie lors de leur ruissellement sur la toiture**. L'apparente disparité des observations semble s'expliquer par un comportement différent des toitures suivant le polluant considéré, suivant le type de toiture et suivant les caractéristiques de l'événement pluvieux.

Les **concentrations métalliques dans l'eau** de ruissellement de toiture résultent de deux processus concomitants et d'effets opposés. L'augmentation du pH (provoquée par la dissolution soit de particules amassées à la surface du toit, soit de matériel composant le revêtement du toit lui-même, en général du CaCO_3) au cours du ruissellement favorise l'adsorption des métaux sur la toiture. En effet, le pH acide des eaux de pluie favorise la désorption et la solubilisation par la lame d'eau ruisselante de certains éléments, notamment les éléments métalliques. En parallèle, des métaux sont relargués de la toiture par lessivage des dépôts et par corrosion des surfaces métalliques. L'importance relative de l'un et de l'autre des phénomènes dépend de l'intensité de la pluie. Pour les pluies de très faible intensité, les toits (exception faite des toitures métalliques) se comportent comme des puits de métaux. Pour une pluie d'intensité plus importante et succédant à une durée de temps sec plus longue, ils deviennent pour la plupart, au moins en début de pluie, source de métaux. D'autre part certains types de revêtement, tels que les feuilles goudronnées, sont de nature hydrophobe, ce qui favorise l'adsorption des composés organiques tels que les HAP.

Le **pH** est un **facteur déterminant** pour la qualité des eaux de ruissellement de toiture. Le pH acide des eaux de pluie favorise la désorption et la solubilisation par la lame d'eau ruisselante de certains éléments, notamment des éléments métalliques. Par ailleurs, le pH des eaux de ruissellement est susceptible d'influencer la répartition des différents polluants entre les phases dissoutes et particulaires.

7.1.3.3. Caractéristiques des concentrations en polluants des eaux de ruissellement des surfaces imperméabilisées

Des **estimations de rejets polluants** ont été considérées pour les bassins d'apport urbains des exutoires les plus importants. Ces bassins, dont la surface active et le coefficient de ruissellement vont permettre de déterminer les rejets, sont représentés sur la figure suivante, ainsi qu'en **Annexe 18**. Les estimations ont été établies d'après les chiffres donnés par les services de l'Etat et d'après les surfaces imperméabilisées de ces bassins.

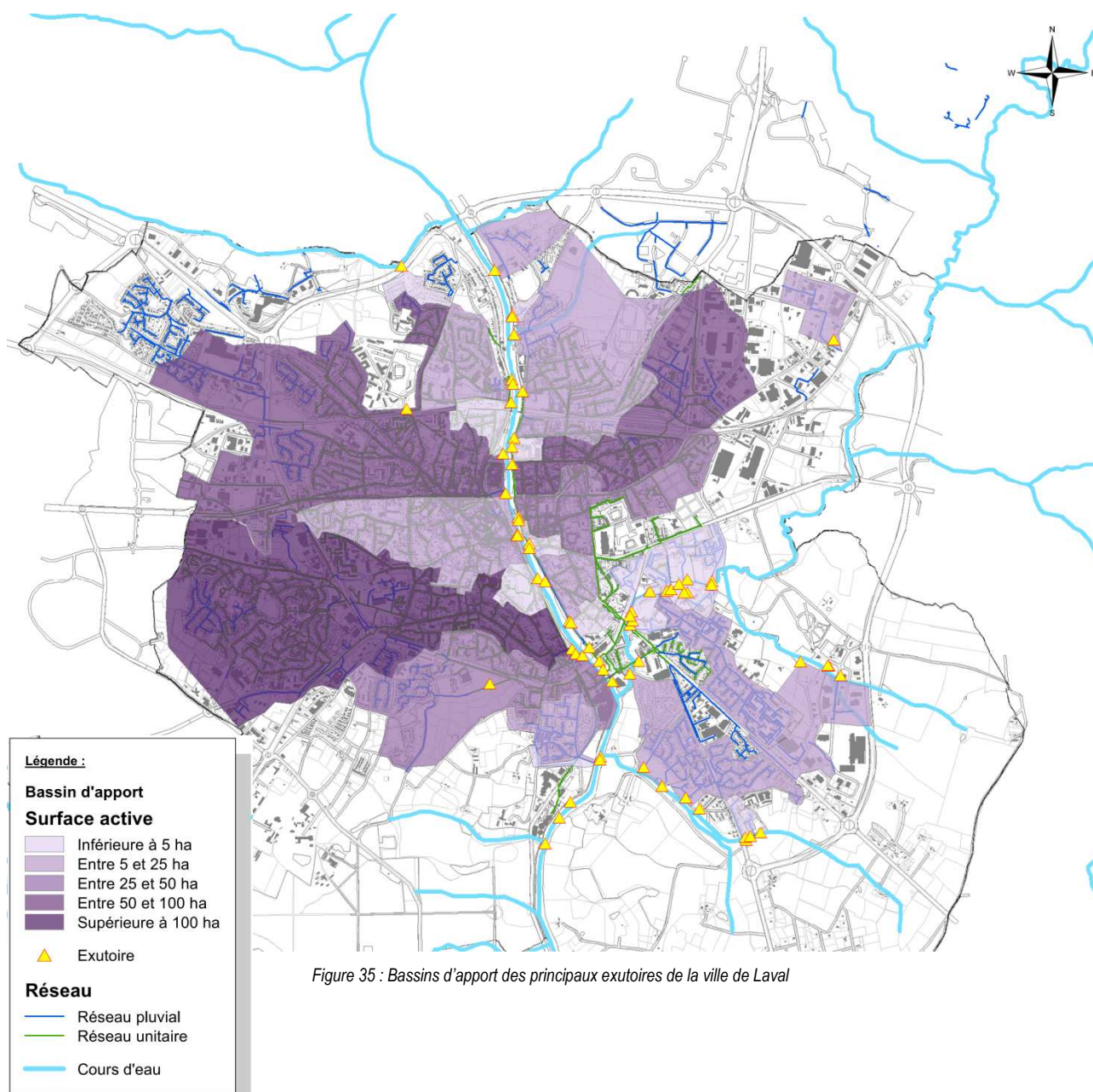


Figure 35 : Bassins d'apport des principaux exutoires de la ville de Laval

Les masses polluantes annuellement rejetées à l'aval des collecteurs pluviaux sont très variables. Le tableau suivant fournit des ordres de **grandeur des masses moyennes produites annuellement par hectare actif**. Il permet d'évaluer les **effets chroniques**.

Nature du polluant *	Rejets pluviaux lotissement - Parking - ZAC	Rejets pluviaux zone urbaine dense - ZAC importante	Estimations pour la zone d'étude (Sa = 567 ha)
MES	660 kg/ha	1 000 kg/ha	369 060 kg
DCO	630 kg/ha	820 kg/ha	351 880 kg
DBO5	90 kg/ha	120 kg/ha	50 280 kg
Hydrocarbures	15 kg/ha	25 kg/ha	8 394 kg
Plomb	1 kg/ha	1,3 kg/ha	560 kg

* en kg/ha de surface imperméabilisée

Tableau 19 : Estimation de rejet pour différents polluants et pour différentes occupations du sol rejetées annuellement par hectare de projet imperméabilisé



Remarque : Les surfaces imperméabilisées retenues pour les calculs ont été estimées à partir des $C_{\text{ruissellement}}$. Les sous-bassins versants ayant un coefficient de ruissellement moyen estimé supérieur à 60 % sont considérés comme ayant des rejets pluviaux de type zone urbaine et ZAC importante.

Le tableau suivant, élaboré à partir de données bibliographiques, fournit des ordres de grandeur de différents ratios de masses pour un événement polluant. Il permet d'évaluer les **effets de choc**.

Estimations pour la zone d'étude ($S_a = 567$ ha)				
Nature du polluant *	Episode pluvieux de fréquence annuelle	Episode pluvieux plus rare (2 à 5 ans)	Episode pluvieux de fréquence annuelle	Episode pluvieux plus rare (2 à 5 ans)
MES	65 kg/ha	100 kg/ha	36 240 kg	55 760 kg
DCO	40 kg/ha	100 kg/ha	22 300 kg	55 760 kg
DBO5	6,5 kg/ha	10 kg/ha	3 620 kg	5 580 kg
Hydrocarbures	0,7 kg/ha	0,8 kg/ha	390 kg	450 kg
Plomb	0,04 kg/ha	0,09 kg/ha	20 kg	50 kg

* Masses (en kg) véhiculées par hectare de surface imperméabilisée pour des événements de 6 mois à 5 ans de période de retour

Tableau 20 : Estimation de rejet pour différents polluants et pour différentes pluies

Cet autre tableau, issu du guide CERTU « La ville et son assainissement » (CERTU, 2003 - § 8.3.8.2), présente une fourchette des valeurs de rejets de masses pendant une pluie selon la densité du tissu urbain :

Type d'aménagement	Quartiers résidentiels (habitat individuel)	Quartiers résidentiels (habitat collectif)	Habitations denses : zones industrielles et commerciales	Quartiers très denses : centre-villes, parkings
Coefficient de ruissellement	0,2 à 0,4	0,4 à 0,6	0,6 à 0,8	0,8 à 1
MES	100-200 mg/L	200-300 mg/L	300-400 mg/L	400-500 mg/L
DCO	100-150 mg/L	150-200 mg/L	200-250 mg/L	250-300 mg/L
DBO5	40-50 mg/L	50-60 mg/L	60-70 mg/L	70-80 mg/L

Tableau 21 : Estimation des concentrations de rejet pour différents polluants et pour différentes occupations du sol

Ces masses de polluants sont une **estimation** : l'intégralité de cette pollution ne sera pas retrouvée aux exutoires de la commune, notamment grâce aux bassins de rétention, chambres à sables, déshuileurs et à tous les autres ouvrages qui permettent un abattement de la pollution en suspension non négligeable.

Le rôle de ces organes est difficilement quantifiable à une échelle communale par sous-bassin versant, d'autant plus que les données à disposition communiquées lors de l'étude ne nous permettent pas d'apprécier leur capacité d'épuration. Néanmoins, si ces ouvrages présents sur le réseau sont correctement entretenus et dimensionnés, un abattement conséquent des matières polluantes peut être espéré.

Pour un bassin de décantation conçu pour des vitesses de chute comprises entre 0,5 et 5 m/h, il est possible d'atteindre un abattement de 60-90 % sur les MES et la DCO. Pour une **chambre à sable**, les études montrent que des taux d'abatteurs de 60 % sur les MES et de 40 % sur DCO et DBO5 peuvent être retenus.

7.2. Incidence de l'urbanisation sur la qualité écologique

L'impact des rejets sur la qualité des eaux dépend de la proportion de leur débit par rapport au débit du cours d'eau récepteur, ainsi que de la sensibilité des usages sur celui-ci. Le principe de base est le non-déclassement pour un débit du cours d'eau égal au QMNA5 (valeur du débit mensuel d'étiage atteint par un cours d'eau, dont la probabilité de se reproduire est au plus une fois tous les 5 ans). Dans tous les cas, il ne doit pas y avoir de remise en cause de l'usage ou de la vocation du milieu récepteur.

L'utilisation d'un tel débit de référence a pour objectif de se placer dans la situation la moins favorable pour le cours d'eau, lorsque celui-ci est le plus sensible, afin de déterminer sa capacité à assimiler la pollution même dans les situations les plus extrêmes. En effet, les rejets sont moins dilués quand le milieu récepteur a un faible débit, les concentrations dans le cours d'eau augmentent alors plus fortement.

Dans le cadre de l'évaluation de l'incidence d'un rejet pluvial sur un cours d'eau, les valeurs de la circulaire **DCE n° 2005-12 du 28 juillet 2005** définissent l'état écologique du cours d'eau. Ces valeurs sont rappelées dans le tableau suivant :



Paramètres (mg/l)	Très bon état écologique	Bon état écologique	Etat moyen	Etat médiocre	Mauvaise état écologique
DBO₅	3	6	10	25	-
DCO	20	30	40	80	-
MES	25	50	100	150	-

Tableau 22 : Classes de qualité du référentiel SEQ Eau pour les eaux douces de surface



8. Diagnostic qualitatif en situation future

A partir de l'état des lieux actuel, le diagnostic qualitatif en situation future a pour objectif d'estimer l'accroissement des flux de polluants. Celui-ci a pour cause l'augmentation de l'imperméabilisation des sols dans les zones AU et dans les zones potentielles de développement en zone U. Cette démarche permettra d'étudier un déclassement possible de la Mayenne due à ces nouveaux rejets, à l'aide de calculs de dilution. Des pistes de traitements pourront enfin être abordées en cas de déclassement.

8.1. Impact de l'urbanisation des zones AU sur les milieux récepteurs

8.1.1. Contexte hydrologique et hydraulique

Le tableau suivant présente le débit classé de fréquence 10 % et le QMNA5 (valeur du débit mensuel d'étiage atteint par un cours d'eau, dont la probabilité de se reproduire est au plus une fois tous les 5 ans) de la Mayenne à L'Huisserie, soit juste à l'aval de Laval :

	La Mayenne à L'Huisserie
Code station hydrométrique	M3340910
Producteur des données	DREAL Pays-de-Loire
Surface BV (km ²)	2 890
Débit moyen annuel (m ³ /s)	29,9
QMNA5 (m ³ /s)	2,8
DC10 (m ³ /s)	4,11

Tableau 23 : Caractéristiques hydrauliques de la Mayenne à L'Huisserie

[Source : banque Hydro]

8.1.2. Qualité du milieu récepteur

Le tableau suivant présente une synthèse des mesures de qualité de la Mayenne entre 2000 et 2015, ainsi que les objectifs de qualités fixés dans le SDAGE. Les stations retenues sont les stations de Saint-Jean-sur-Mayenne et de L'Huisserie, localisée sur la figure ci-dessous. Cette carte est aussi présente en **Annexe 19**.

Paramètre	Station	Moyenne	Ecart-type	9e décile	Objectif
DCO (mgO ₂ /L)	Saint-Jean-sur-Mayenne (4125400)	23,9	8,9	32,2	Bon état écologique [20 - 30]
	L'Huisserie (4126500)	22,1	7,8	31	Bon état écologique [20 - 30]
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	Saint-Jean-sur-Mayenne (4125400)	2,4	1,2	4	Bon état écologique [3 - 6]
	L'Huisserie (4126500)	2,6	1,5	4,7	Bon état écologique [3 - 6]
MES (mg/L)	Saint-Jean-sur-Mayenne (4125400)	18,4	14,5	31	Bon état écologique [25 - 50]
	L'Huisserie (4126500)	20,7	24,8	36	Bon état écologique [25 - 50]

Tableau 24 : Qualité et objectifs qualité du cours d'eau Mayenne

[Source : Osur-Web - Agence de l'eau Loire-Bretagne]

Les concentrations moyennes en DCO, DBO₅ et MES de ces 15 dernières années respectent le bon état écologique, objectif fixé par la DCE pour 2015. Seules quelques valeurs ponctuelles extrêmes expliquent l'écart-type important observé pour les différents paramètres. La valeur du 9^{ème} décile, c'est-à-dire telle que 90% des mesures soient inférieures à cette valeur, respectent aussi la limite du bon état écologique, à part la DCO pour laquelle les dépassements sont plus fréquents.

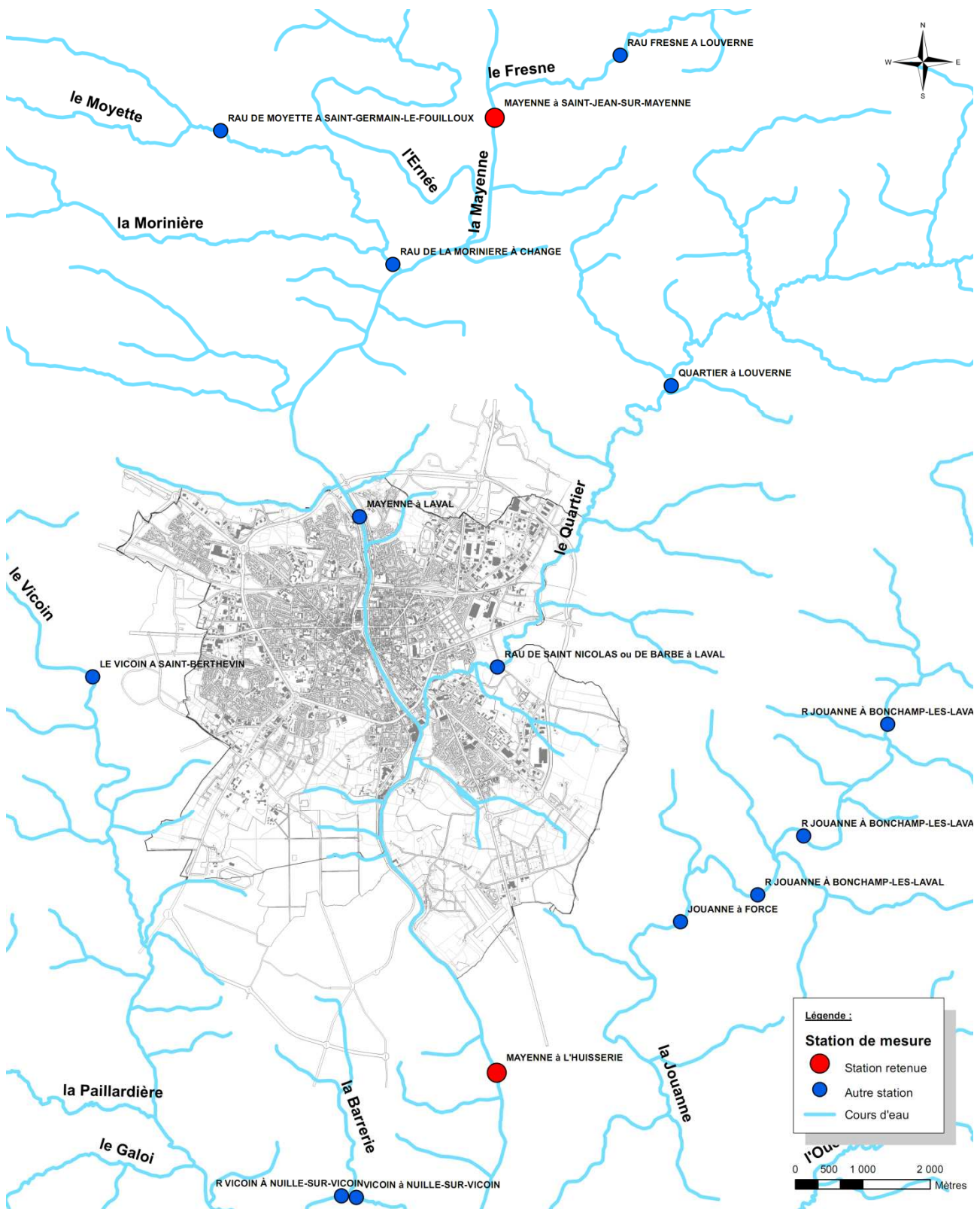


Figure 36 : Localisation des stations de mesures retenues



8.1.3. Incidences des rejets

L'incidence des rejets liés à la création de nouvelles surfaces imperméabilisées, telles que les chaussées, parkings ou autres, sont de deux ordres :

- **aspect quantitatif** : les surfaces imperméables accélèrent le ruissellement des eaux pluviales, qui rejoignent alors plus rapidement le milieu naturel et augmentent ainsi le débit de pointe lors des crues. Elles diminuent également la part de l'infiltration ;
- **aspect qualitatif** : les dépôts de polluants liés à la circulation, les risques de pollution accidentelle et les travaux réalisés sont susceptibles de perturber la qualité des cours d'eau et des eaux souterraines, si aucun traitement préalable n'est réalisé.

Le principe de base est donc de chercher à limiter au maximum les impacts de l'aménagement, notamment en visant le respect des objectifs de qualité du milieu récepteur.

8.1.3.1. Evaluation des rejets futurs dans la Mayenne

L'augmentation de l'imperméabilisation génère une pollution chronique brute plus importante. L'évaluation de l'ampleur de cette pollution passe par une estimation des débits rejetés au niveau des zones nouvellement urbanisées.

Ainsi, pour chaque zone AU, le débit de fuite a été fixé à 3 L/s/ha.

Zonage PLU	Somme des surfaces (ha)	Cimp futur	Somme des surfaces actives (ha)	Somme des Qfuite fixés (L/s)
1AU	28.3	60	17	85
1AUe	27.1	70	19	82
2AUe	4.8	70	3.4	14

Tableau 25 : Analyse des débits de fuite susceptibles d'être rejetés au milieu récepteur après aménagement

Une cartographie de ces zones est disponible précédemment, ainsi qu'en **Annexe 16**



8.1.3.2. Estimation des concentrations maximales à ne pas dépasser pour assurer le bon état écologique du cours d'eau récepteur

L'impact des rejets sur la qualité des eaux dépend de son importance relative, ainsi que de la sensibilité du milieu récepteur et des usages.

Le principe de base est le non-déclassement pour un débit du cours d'eau égal au QMNA5. Dans tous les cas, il ne doit pas y avoir de remise en cause de l'usage ou de la vocation du milieu récepteur.

Dans le cadre de l'évaluation de l'incidence d'un rejet d'eau pluviale sur un cours d'eau, les valeurs de la circulaire de juillet 2005 définissant le « bon état écologique » ont été considérées et ont été rappelées précédemment.

Le tableau suivant présente la concentration maximale à ne pas dépasser en aval des rejets issus des différents projets.

Cette concentration est estimée à partir de la formule de dilution suivante :

$$C_{aval} = [(Q_{amont} \cdot C_{amont}) + (Q_{rejet} \cdot C_{rejet})] / (Q_{amont} + Q_{rejet})$$

Avec :

Q_{rejet} : débit du rejet

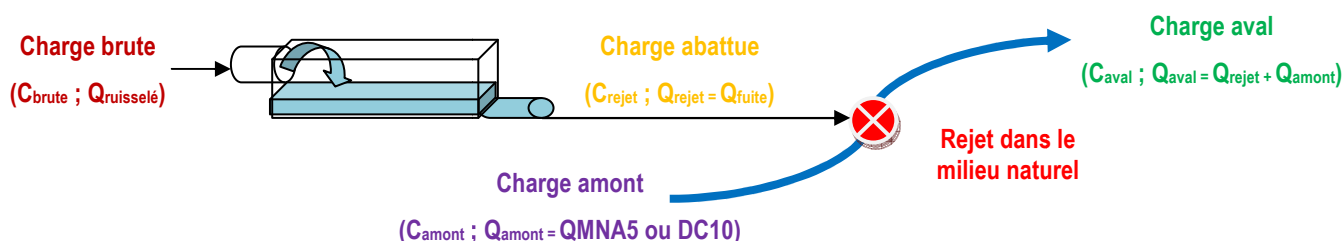
C_{rejet} : concentration en éléments polluants du rejet

Q_{amont} : débit du cours d'eau au droit du projet, avant rejet

C_{amont} : concentration en éléments polluants du cours d'eau au droit du projet, avant rejet

C_{aval} : concentration en éléments polluants du cours d'eau après rejet

Schéma de principe :



Paramètres	Milieu récepteur : Mayenne		
	QMNA5 (L/s)	2 800	
	Qfuite rejet fixé (L/s)	181	
	Concentration amont (mg/L)	Objectif de qualité - limite supérieure Caval (mg/L)	Concentration maximale du rejet Qfuite fixé (mg/L)
DCO	23.9	30	124.4
DBO5 à 20°C	2.4	6	61.7
MES	18.4	50	539.2

Tableau 26 : Estimation de la concentration maximale des rejets en DCO, DBO5 et MES pour ne pas déclasser le milieu récepteur

Les concentrations maximales du rejet sont les concentrations moyennes en aval des zones AU, telles que la qualité du milieu récepteur n'est pas dégradée.

Ces concentrations peuvent être supérieures en amont de l'ouvrage de rétention ou de dépollution tant que l'abattement de pollution induit par le transit des flux dans le bassin et/ou dans un autre ouvrage de dépollution (déshuileur, déboureur...) permet de respecter les concentrations moyennes de rejets présentées ci-dessus.



8.1.3.3. Estimation des concentrations au point de rejet suite à un abattement par décantation

Les concentrations des rejets issus des zones à urbaniser sont estimées selon le type d'occupation des sols, selon les valeurs du guide CERTU citées précédemment :

	Concentration (mg/L)		
	MES	DCO	DBO5
Quartiers résidentiels (habitat collectif) : AU	250	175	55
Habitations denses, zones industrielles et commerciales : Aue	350	225	65

Tableau 27 : Concentrations en MES, DCO et DBO5 utilisées pour l'évaluation des pollutions issues des zones AU

Chaque zone fera par la suite l'objet d'un dimensionnement de bassin de rétention, afin d'assurer la gestion quantitative de l'eau sur le projet.

Les bassins de rétention seront optimisés et dimensionnés de manière à permettre la décantation. Les études, expérimentations et retours d'expériences montrent que pour un bassin de décantation classique, un abattement sur les MES compris entre **60 et 90 %** peut être espéré.

Pour les besoins des calculs, l'abattement considéré a été pris à **75 %** sur les MES.

Les autres paramètres caractéristiques de la pollution chronique des eaux pluviales urbaines dépendent directement du rendement sur les MES. En effet, les polluants se fixent sur la matière en suspension et un simple coefficient pondérateur est appliqué pour tenir compte de leur spécificité :

Paramètre de pollution	MES	DCO	DBO5
Coefficient de pondération moyen (« Eléments pour le dimensionnement des ouvrages de pollution des rejets urbains par temps de pluie » - SAGET A., CHEBBO G., BACHOC A., 1993.)	1	0,875	0,925

Tableau 28 : Coefficient d'abattement de la DCO et de la DBO5 par décantation

Le tableau suivant estime pour les différents débits de fuite la concentration théorique en aval (C_{aval}) du point de rejet dans le cas d'un abattement des charges brutes à 75 % sur les MES par simple décantation :



Identifiant cartographique	Zonage PLU	Surface (ha)	Cimp futur	Qfuite fixé (L/s)	Qfuite naturel (L/s)	Camont ouvrage de décantation théorique (mg/L)			Crejet après abattement dans ouvrage de décantation (75 % sur les MES et coefficient correcteur sur DCO et DBO5) (mg/L)			QMNA5 (milieu récepteur)	Camont cours d'eau (mg/L)			Caval (mg/L) après rejet Qfuite fixé		
						MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	(L/s)	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5
1	1AU	1.9	60	5.7	590	250	175	55	63	38	13	2800	18.4	23.9	2.4	18.5	23.9	2.4
2	1AU	1.6	60	4.8	90	250	175	55	63	38	13	2800	18.4	23.9	2.4	18.5	23.9	2.4
3	1AU	14.7	60	44.1	410	250	175	55	63	38	13	2800	18.4	23.9	2.4	19.1	24.1	2.6
4	1AU	10.1	60	30.4	500	250	175	55	63	38	13	2800	18.4	23.9	2.4	18.9	24.1	2.5
5	1AUe	11.9	70	35.7	680	350	225	65	88	49	15	2800	18.4	23.9	2.4	19.3	24.2	2.6
6	1AUe	0.9	70	2.7	90	350	225	65	88	49	15	2800	18.4	23.9	2.4	18.5	23.9	2.4
7	1AUe	14.4	70	43.2	1750	350	225	65	88	49	15	2800	18.4	23.9	2.4	19.5	24.3	2.6
8	2AUe	4.8	70	14.3	240	350	225	65	88	49	15	2800	18.4	23.9	2.4	18.8	24.0	2.5

Tableau 29 : Estimation de la concentration aval sur chaque projet de développement des zones AU

Enfin, la concentration aval globale est calculée pour chaque paramètre à l'aide de la formule de dilution suivante :

$$C_{aval\ global} = \frac{\sum_i C_i * Q_i}{\sum_i Q_i}$$

Avec :

- C_i : concentration du rejet issu de la zone de projet i en mg/L ;
- Q_i : débit de fuite de la zone de projet i en L/s.



Cette concentration est ensuite comparée à la concentration aval déterminée précédemment pour ne pas déclasser le milieu récepteur :

Débit de fuite	Caval DCO (mg/L)	Concentration DCO maximale du rejet à ne pas dépasser (mg/L)	Caval MES (mg/L)	Concentration MES maximale du rejet à ne pas dépasser (mg/L)	Caval DBO5 (mg/L)	Concentration DBO5 maximale du rejet à ne pas dépasser (mg/L)
Fixé (3 L/s/ha)	25.1	124.4	21.9	539.2	3.1	61.7

Tableau 30 : Caval générées sur les surfaces imperméabilisées à urbaniser estimées après abattement des rejets dans un bassin de décantation (filrière simple)

Avec un débit de fuite fixé à 3 L/s/ha, les concentrations maximales sont respectées et aucun aménagement supplémentaire n'est nécessaire. Un simple abattement par décantation suffit pour assurer le non déclassement de la Mayenne. En effet, les préconisations qui visent à limiter les débits d'eaux pluviales dans la partie consacrée aux aspects quantitatifs ont débouché sur la proposition de création de bassins d'écroulement. La faiblesse des débits de fuite retenus aboutit à des ouvrages qui présenteront un volume suffisamment important pour qu'ils se prêtent à une décantation performante des effluents qui y transiteront. Comme la pollution des eaux de ruissellement urbain se caractérise en premier lieu par sa nature particulière, il est proposé de valoriser les ouvrages qui seront réalisés pour répondre aux préconisations justifiées par une maîtrise quantitative des eaux pluviales, en les concevant de façon à ce qu'ils remplissent un rôle efficace en termes de dépollution, et notamment de décantation.

Les projets veilleront tout de même à minimiser les surfaces imperméabilisées et à privilégier l'infiltration.



8.2. Impact sur les milieux récepteurs de l'urbanisation des zones de potentialité en zone U

8.2.1. Evaluation des rejets futurs dans la Mayenne

L'augmentation de l'imperméabilisation génère une pollution chronique brute plus importante.

A partir des différentes parcelles non bâties et des zones du PLU dans lesquelles elles se situent, il a été déterminé pour chaque zone potentielle de développement en zone U le débit de fuite, estimé notamment suivant les préconisations du zonage présenté par la suite. Les coefficients d'imperméabilisation ont ainsi été choisis comme le maximum autorisé dans le règlement du présent zonage et 60% pour les zones A. Ces coefficients ont permis de déterminer les surfaces actives, c'est-à-dire les surfaces participant réellement au ruissellement. Une cartographie de ces zones est disponible dans le présent rapport, ainsi qu'en **Annexe 16**.

Zonage PLU	Zonage EP	Somme des surface (ha)	Cimp futur	Somme des surface actives (ha)	Somme des Qfuite estimés (L/s)
UA	R0	0.2	60	0.1	0.5
UA	R1	0.6	60	0.4	1.9
UA	R2	1.6	60	0.9	4.7
UA	R3	0.6	60	0.3	1.0
UAaer	R0	27.2	60	16.3	81.7
UB	R0	13.7	75	10.3	51.4
UB	R1	25.1	60	15.0	75.2
UB	R2	2.9	60	1.8	8.8
UB	R3	3.3	50	1.7	5.0
UBf	R0	23.8	85	20.2	60.7
UBf	R1	4.2	70	2.9	8.8
UBf	R2	0.1	70	0.04	0.1
UBg	R1	0.9	60	0.5	1.5
UBg	R2	0.0	60	0.01	0.0
UBg	R3	3.2	60	1.9	5.7
UC	R0	17.8	70	12.4	62.2
UC	R1	14.0	60	8.4	42.0
UC	R2	4.0	60	2.4	11.9
UC	R3	0.3	50	0.1	0.4
UCb	R0	1.2	70	0.8	4.2
UD	R0	2.8	60	1.7	8.5
UE	R0	76.1	70	53.2	266.2
UE	R1	7.2	70	5.0	15.1
UE	R2	10.7	70	7.5	22.4
UEM	R0	7.2	70	5.1	15.2

Tableau 31 : Analyse des débits de fuite susceptibles d'être rejetés au milieu récepteur après aménagement

8.2.2. Estimation des concentrations maximales à ne pas dépasser pour assurer le bon état écologique du cours d'eau récepteur

Comme pour les zones AU, les concentrations maximales à ne pas dépasser sont calculées pour les zones de potentialité. Le débit Qfuite rejet fixé correspond à la somme des débits de fuite estimés pour toutes les dents creuses.

Paramètres	Milieu récepteur : Mayenne		
	QMNA5 (L/s)	2 800	
	Qfuite rejet fixé (L/s)	755	
	Concentration amont (mg/L)	Objectif de qualité - limite supérieure Caval (mg/L)	Concentration maximale du rejet Qfuite fixé (mg/L)
DCO	23.9	30	52.6
DBO5 à 20°C	2.4	6	19.4
MES	18.4	50	167.2

Tableau 32 : Estimation de la concentration maximale des rejets en DCO, DBO5 et MES pour ne pas déclasser le milieu récepteur

Les concentrations maximales du rejet sont les concentrations moyennes en aval des dents creuses, telles que la qualité du milieu récepteur n'est pas dégradée.



8.2.3. Estimation des concentrations au point de rejet suite à un abattement par décantation

Les concentrations des rejets issus des zones à urbaniser sont estimées selon les préconisations du zonage présenté par la suite et selon les valeurs du guide CERTU citées précédemment :

Zonage PLU	Zonage EP	Concentration (mg/L)		
		MES	DCO	DBO5
UA	R0	250	175	55
UA	R1	250	175	55
UA	R2	250	175	55
UA	R3	250	175	55
UAaer	R0	250	175	55
UB	R0	350	225	65
UB	R1	250	175	55
UB	R2	250	175	55
UB	R3	250	175	55
UBf	R0	450	275	75
UBf	R1	350	225	65
UBf	R2	350	225	65
UBg	R1	250	175	55
UBg	R2	250	175	55
UBg	R3	250	175	55
UC	R0	350	225	65
UC	R1	250	175	55
UC	R2	250	175	55
UC	R3	250	175	55
UCb	R0	350	225	65
UD	R0	250	175	55
UE	R0	350	225	65
UE	R1	350	225	65
UE	R2	350	225	65
UEM	R0	350	225	65

Tableau 33 : Concentrations en MES, DCO et DBO5 utilisées pour l'évaluation des pollutions issues des dents creuses

Enfin, la concentration aval globale est calculée pour chaque paramètre à l'aide de la formule de dilution suivante :

$$C_{aval\ global} = \frac{\sum_i C_i * Q_i}{\sum_i Q_i}$$

Avec :

- C_i : concentration du rejet issu de la zone i en mg/L ;
- Q_i : débit de fuite de la zone i en L/s.

Cette concentration est ensuite comparée à la concentration aval déterminée précédemment pour ne pas déclasser le milieu récepteur :

Paramètre	Caval	Concentration maximale du rejet à ne pas dépasser (mg/L)
DCO	64.0	52.6
MES	83.5	167.2
DBO5	15.2	19.4

Tableau 34 : Caval générées sur les surfaces imperméabilisées des zones de potentialité



Il apparaît donc, par comparaison avec les valeurs limites précédemment déterminées, un déclassement de la Mayenne pour le paramètre DCO à l'aval des dents creuses. Ainsi, les projets veilleront à minimiser les surfaces imperméabilisées, à privilégier l'infiltration, mais aussi à mettre en place les ouvrages de traitements nécessaires pour garantir la qualité du milieu récepteur. Une gestion globale sera privilégiée, afin notamment d'optimiser les gains en termes d'abattement de pollution pour les milieux récepteurs, mais aussi de diminuer le nombre d'ouvrages et ainsi faciliter leur exploitation et leur entretien.

De plus, si pour certaines habitations les suivis du milieu et des écoulements d'eaux pluviales venaient à démontrer que les effluents qu'elles rejettent peuvent porter préjudice à la qualité, aux vocations et usages des milieux récepteurs, des mesures spécifiques concernant la collecte et ou le rejet des eaux de ruissellement qu'elles émettent pourraient leur être imposées par la collectivité ou les services de l'Etat.

8.3. Propositions de traitement

8.3.1. Protection des milieux récepteurs : limitation des rejets polluants

L'importance des volumes rejetés, donc de la charge polluante déversée au milieu récepteur, font de la **gestion de la qualité de l'eau pluviale un enjeu important en termes de retour au bon état écologique des masses d'eau.**

Le **choix d'une période de retour de protection**, ou même d'une pluie de projet comme objectif d'interception de l'intégralité de la pollution unitaire, soulève **plusieurs questions.**

Les **rejets polluants de temps de pluie** font l'objet d'une **réglementation** (directives cadre sur l'eau, arrêtés...), fixant les échéances et cadrant les orientations souhaitables en matière de protection des milieux récepteurs.

Malgré tout, la **mise en place des mesures** de gestion quantitative de ces rejets est **laissée à la charge et à l'appréciation des collectivités** et des autorités locales de tutelles. Or, au vu des investissements importants, qui peuvent parfois atteindre des proportions considérables pour une légère augmentation de l'interception, il semble parfois délicat pour la collectivité de **définir des objectifs technico-financiers fiables et viables.**

La définition des objectifs doit donc clairement être une **étape concertée** avec les acteurs en charge de la protection du milieu récepteur, mais ne doit **pas occulter la rentabilité des investissements.** En effet, la performance technico-économique doit être impérativement intégrée pour ne pas déconnecter l'investissement financier d'un aménagement dont le bénéfice sur le milieu récepteur est important, mais où l'impact financier est difficilement supportable pour la collectivité.

C'est pourquoi, **l'effort d'investissement doit être mutualisé** et réparti de manière juste et proportionnelle entre les collectivités et l'ensemble des émetteurs de pollution.

De plus, un dimensionnement trop restrictif pour un événement pluvieux peut parfois être trop contraignant en termes d'investissement, alors qu'un **dimensionnement sur une chronique plus longue de pluviométrie réelle** permet une approche plus globale et plus réaliste en termes de propositions d'aménagements.

Les périodes de retour de protection, classiquement envisagée en l'absence de contrainte précise, sont généralement comprises **entre 1 mois et 6 mois.** Les durées d'averse considérées varient, quant à elles, **de 2 heures à 6 heures. Des durées intenses de l'ordre de 30 min** au plus seront considérées, pour éviter une répartition trop homogène de la pluie, sans réel pic de pluie, qui ne refléterait pas le comportement du réseau face à un événement soudain et aurait tendance à minimiser les volumes de stockage à mettre en place.

Afin de répondre à ces objectifs, au vu du constat précédemment établi, les enjeux en termes de rejets polluants sont présentés ci-dessous :

- **Améliorer le traitement des rejets** actuellement rejetée par temps de pluie ;
- **Mettre en place des ouvrages adaptés de traitement des eaux pluviales sur les zones AU du PLU** (selon les débits de fuite choisis) et à l'aval des bassins d'apport les plus étendus comportant des dents creuses ;
- **Mettre en place un schéma cohérent et efficace de gestion des ouvrages de dépollution** (chambre à sable, bassin de décantation, déshuileur, débourbeur...) ;
- **Contrôler les installations privées et s'assurer de la conformité des installations de traitements** (station service, aire de lavage...) et du respect des conventions de rejet.



8.3.2. Maîtrise qualitative

Les MES représentent la cible majeure de tout dispositif de dépollution consacré aux eaux de ruissellement urbain, non spécialement contaminées par des substances ayant pour une origine une activité humaine particulière ou par des déversements causés accidentellement ou pour cause de négligence. L'interception de la majeure partie des MES contenues dans ces effluents s'effectue par décantation.

Le tableau ci-dessous présente des dispositifs permettant un **abattement des matières en suspension (MES)** :

Type de dispositif	Efficacité sur la décantation des MES
Bassin de décantation conçu pour des vitesses de chute comprises entre 0,5 et 5 m/h	60-90 %
Noüe, fossé enherbé présentant les caractéristiques suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • pente de fond nulle ; • longueur minimale 100 m ; • section hydraulique (m²) ≥ à 5 fois le débit à traiter (m³/s) ; • surface au miroir (m²) ≥ à 250 fois le débit à traiter (m³/s) ; • dispositif de stockage des boues de décantation ; • peut être équipé en complément d'un ouvrage de sortie muni d'une cloison siphonide. 	65%
Filtre planté de roseaux	75-90 %
Filtre à sable	

Tableau 35 : Dispositifs permettant l'abattement des matières en suspension

Pour rappel, les **autres paramètres caractéristiques de la pollution chronique** des eaux pluviales urbaines dépendent directement du rendement sur les MES, les polluants se fixant sur la matière en suspension. Il suffit ainsi d'appliquer un **coefficient pondérateur** pour tenir compte de leur spécificité :

Paramètre de pollution	MES	DCO	DBO5
Coefficient de pondération moyen (« Eléments pour le dimensionnement des ouvrages de pollution des rejets urbains par temps de pluie » - SAGET A., CHEBBO G., BACHOC A., 1993.)	1	0,875	0,925

Tableau 36 : Coefficient pondérateur par paramètre de pollution

Les dispositifs de filtration peuvent être mis en œuvre dans les cas suivants :

- Pour une dépollution « à la source » des eaux de ruissellement si elles ne sont pas trop chargées en MES ;
- En complément d'une décantation lorsque des performances poussées pour l'abattement des MES sont justifiées par la vulnérabilité des milieux récepteurs ;
- Directement par l'intermédiaire de filtres plantés de macrophytes si leur capacité en termes de débit est suffisamment élevée pour ne pas nécessiter l'implantation de bassins de stockage à leur amont visant à laminar les débits provenant du bassin-versant.

La possibilité d'infiltrer les eaux pluviales dans les sols est liée aux conditions suivantes :

- Sols présentant une perméabilité suffisante pour limiter l'emprise des surfaces d'infiltration et garantir un horizon non saturé sous ces surfaces d'une épaisseur d'au moins 1 mètre par conditions de nappe haute ;
- Eaux présentant les caractéristiques des eaux de ruissellement urbain, c'est-à-dire exemptes de pollutions solubles indésirables ou toxiques ou seulement très faiblement contaminées par des pollutions liquides non miscibles à l'eau (hydrocarbures...) ;
- Absence de risque de contamination de nappes utilisables comme ressource en eau et/ou de résurgence rapide des effluents dans des milieux récepteurs vulnérables.



D'une façon générale, en dehors d'implantations à la source (à l'intérieur même des parcelles ou le long des voiries), l'infiltration des eaux de ruissellement requiert un ouvrage de stockage préalable parce que le débit auquel elles parviennent à l'ouvrage d'infiltration est supérieur au débit d'infiltration durant les précipitations. Cet ouvrage de stockage permet alors aussi une décantation des eaux, qui contribue à limiter le colmatage de la surface d'infiltration et peut éventuellement aussi assurer, grâce à une conception adaptée (compartimentation, étanchéification, ajout de dispositifs de vannage...), un piégeage des pollutions accidentelles ou exceptionnelles (eaux d'extinction d'incendie...).

Les eaux de ruissellement urbain voient leur pollution « chronique » rapidement croître avec l'intensité des fréquentations humaines, automobiles et animales des bassins-versants d'où elles proviennent. La pollution des eaux d'un bassin versant s'avère ainsi être directement en rapport avec son taux d'imperméabilisation. Aussi, les charges de pollution annuellement générées s'expriment-elles en masses ramenées à l'hectare imperméabilisé.

Il est nécessaire de trouver le meilleur compromis possible entre la surface des aires qui vont être imperméabilisées et l'étendue des aires qui seront affectées aux ouvrages de gestion quantitative et qualitative des eaux de ruissellement générées, ouvrages de stockage et ouvrages d'infiltration, la surface de ces derniers étant d'autant plus grande que la perméabilité des terrains est faible.

En effet, vu l'ampleur des débits générés lors des événements pluviométriques qui mettent en jeu les plus grandes masses de polluants, seules les techniques extensives de dépollution sont susceptibles, dans des conditions technico-économiques acceptables, de parvenir à une dépollution très performante des eaux de ruissellement.

Si leur infiltration ne s'avère pas possible, leur stockage-décantation suivi d'une filtration sur « zone humide artificielle » (supports rapportés et plantés pour en éviter le colmatage, tels que lits plantés de macrophytes...), aboutissent aussi à de très bons résultats. Dans tous les cas, un très faible taux d'imperméabilisation favorise le recours à de telles stratégies.

Pour les zones dans lesquelles les eaux pluviales pourraient être contaminées par des substances polluantes solubles, éventuellement de façon accidentelle, les procédés usuellement utilisés pour la dépollution des eaux de ruissellement, basés sur les principes de décantation et filtration, ne sont pas efficaces. Le danger de contamination des nappes ou des milieux dans lesquels seront rejetées les eaux ayant préalablement transité dans de tels ouvrages demeure important.

En tel cas, il conviendra d'évaluer les impacts qu'aurait l'implantation d'activités susceptibles de contaminer les eaux de ruissellement par ces polluants solubles, en fonction de la vulnérabilité du milieu récepteur exposé et selon la nature des substances pouvant être émises.

Par exemple, sur de grands bassins versants urbains, le confinement de tels rejets peut quelquefois se limiter à des faibles volumes (temps sec et pluies faibles) car pour de fortes pluies, la dilution dans les eaux pluviales peut fortement contribuer à abaisser les concentrations initialement émises, donc le danger lié à ces pollutions. Si le rejet a lieu dans un cours d'eau présentant un débit significatif, les conséquences d'un tel rejet peuvent alors être minimisées.

Par contre, un rejet direct ou quasiment direct dans un milieu peu renouvelé peut avoir des conséquences beaucoup plus dommageables. Il n'existe alors pas d'autres solutions que celles qui consistent à intercepter en totalité ces pollutions, même pour une très forte pluie, pour ensuite les confiner puis les évacuer, soit vers un réseau d'eaux usées si leur nature le permet, soit vers des centres de traitement de produits toxiques. Cette stratégie se heurte cependant à différents problèmes. Il faut d'abord détecter à temps la pollution pour l'intercepter. Il faut aussi que les volumes contaminés demeurent suffisamment faibles pour que leur évacuation soit économiquement possible. Ainsi, si une telle pollution se conjugue à un événement pluviométrique très intense, l'importance des volumes qui pourraient être interceptés sera telle qu'il n'est pas réaliste d'envisager leur évacuation par des camions...

Pour les zones à vocation commerciale ou tertiaire, des dispositifs permettant l'interception des macro-déchets devront être systématiquement installés. Vis à vis des hydrocarbures, la mise en place de séparateurs à hydrocarbures est tout à fait inappropriée quand il s'agit d'eaux de ruissellement urbain. De tels dispositifs sont à réserver pour les exutoires des bassins versants pour lesquels des déversements accidentels massifs représentent un risque vraiment avéré, ainsi qu'à l'aval des bassins-versants sur lesquels des stockages ou de la manutention d'hydrocarbures a lieu. Si une dépollution très poussée des eaux pluviales apparaissait nécessaire à l'aval de certains bassins-versants, des dispositifs de filtration extensive des eaux pluviales (filtres plantés de macrophytes) compléteront les ouvrages de stockage-décantation.



8.3.3. Zonage des procédés de dépollution à mettre en œuvre

La sectorisation des mesures de dépollution des eaux de ruissellement a été effectuée pour trois types de zones :

- Zones à vocations « habitat » et « tertiaire », ainsi que les voiries les desservant ;
- Zones à vocation « commerciale » ou abritant des « activités sans risque pour la qualité des eaux de ruissellement » et voiries les desservant ;
- Zones abritant des « activités à risque pour la qualité des eaux de ruissellement », voiries les desservant et voiries fortement exposées au transport de matières présentant ce même risque.

Les activités considérées ici comme « à risque pour la qualité des eaux de ruissellement » sont celles qui mettent en jeu, soit au niveau des procédés de fabrication, soit lors de transports ou manutentions, éventuellement de façon accidentelle, des substances polluantes solubles qui peuvent contaminer les eaux de ruissellement. Les substances polluantes sont celles pouvant présenter un danger pour la santé publique ou l'environnement.

Il sera considéré qu'il y a « extension sur une parcelle déjà urbanisée », à partir de la création d'une surface imperméabilisée excédant 40 m².

De plus, quelque soit la zone du PLU concernée, une surface de projet supérieure à 1 ha sera soumise à une procédure d'autorisation/déclaration. Il est notamment proposé, entre autres, de mettre en place des mesures de débit avec prélèvements dans un tel cas.

En outre, les préconisations dans les zones non dangereuses s'appliquent à partir de 1 000 m² en zone AU et 2 000 m² en zone U, l'espace étant plus contraint dans les zones déjà urbanisées. Des mesures d'infiltration, de stockage-décantation ou de rétention des macro-déchets sont alors proposées. A cela s'ajoutent des procédés de dépollution pour les zones à risque.

Enfin, la gestion des eaux pluviales ressortissant d'activité soumises à la législation sur les « Installations Classées pour la Protection de l'Environnement » (« ICPE ») devra aussi prendre en compte les contraintes s'y rapportant.

Les « prescriptions générales » de dépollution des eaux de ruissellement retenues selon cette sectorisation sont présentées dans le tableau qui suit.

Prescriptions qualitatives générales applicables aux rejets d'eaux de ruissellement en cas de modification de l'occupation des sols					
Secteurs	Superficie S des parcelles concernées		Nature de l'occupation des sols		
			Vocations "habitat" et "tertiaire"	Vocation "commerciale" et "activités sans risque pour la qualité des eaux de ruissellement"	"Activités à risque pour la qualité des eaux de ruissellement"
A urbaniser	S > 1 ha		Décantation + rétention des macro-déchets + Aménagements permettant de procéder à des mesures de débit avec prélèvements + Examen dans le cadre des procédures "A / D" d'éventuelles mesures justifiées par la vulnérabilité des milieux récepteurs		
	S < 1 ha	S > 1 000 m ²	Stockage-Décantation (et infiltration si possible)	Rétention des macro-déchets + Stockage-décantation (et infiltration si possible)	Rétention des macro-déchets + Stockage-décantation + Procédés de dépollution adaptés résultant de l'examen lors de la demande de Permis de construire, des risques liés à des pollutions spécifiques
		S < 1 000 m ²	Aucune prescription	Aucune prescription	
Extension sur parcelle déjà urbanisée	S > 1 ha		Idem que ci-dessus pour surface "S > 1 ha"		
	S < 1 ha	S > 2 000 m ²	Stockage-Décantation (et infiltration si possible)	Rétention des macro-déchets + Stockage-décantation (et infiltration si possible)	Idem que ci-dessus pour surface "S < 1 ha"
		S < 2 000 m ²	Aucune prescription	Aucune prescription	

Tableau 37 : Prescriptions qualitatives générales applicables aux rejets d'eaux de ruissellement en cas de modification de l'occupation des sols



9. Phase de mise en cohérence avec le PLU

9.1. Analyse des enjeux

L'évaluation des enjeux et risques est réalisée à partir du croisement des données suivantes :

- La préservation de la qualité des milieux récepteurs ;
- Les perspectives d'urbanisation future ;
- La sensibilité du milieu récepteur ;
- L'adéquation des projets de développement et d'urbanisation avec les réseaux d'eaux pluviales.

9.2. Elaboration des prescriptions pour la gestion des eaux pluviales

Afin de s'assurer de la faisabilité réglementaire des propositions et prescriptions qui seront faites et qui seront intégrées au règlement du PLU, une analyse du règlement de PLU au regard des zonages d'assainissement EU et EP a été effectuée, après échange avec le service urbanisme de la ville de Laval (**Annexe 20**).

De plus, une réflexion avancée a été menée sur des sujets tels que :

- la nature et l'implantation des ouvrages de régulation ;
- la gestion des voiries, trottoirs et parkings ;
- l'infiltration des eaux à la parcelle ;
- la mise en œuvre de l'utilisation des eaux pluviales à la parcelle.

Cela se traduit par les fiches suivantes, présentes en **Annexe 21**, qui précisent l'intégration des eaux pluviales dans les documents d'urbanisme réglementaire :

<div>  Intégration des eaux pluviales dans les documents d'urbanisme réglementaire  </div>				
Technique de gestion alternatives des eaux pluviales pour lutter contre le risque d'inondation par ruissellement pluvial :	Intérêt et enjeux de l'aménagement :	Type d'ouvrages :	Article du PLU dans lequel les prescriptions peuvent être émises :	Possibilités d'intégration dans l'article du PLU adapté :
<p>Réseau à ciel ouvert</p> <p>Travailler sur la variété des profils en fonction des situations, des paysages et des ambiances souhaitées.</p> <p>Quelques exemples :</p>  <p>→ Un mode de gestion des eaux commun</p>  <p>→ Deux voies d'eau, deux traitements distincts adaptés au type de pollution</p>  <p>Caniveau à ciel ouvert-surface imperméable Réseau pour traitement d'eau de voirie vers un langage spécifique</p>	<p>Gestion qualitative et quantitative des eaux améliorée ainsi que le retour de la nature en ville</p> <p><u>Caniveaux et rigoles :</u></p> <p>Bien travaillés, les caniveaux et les rigoles peuvent contribuer à la qualité du paysage urbain.</p> <p>Ils peuvent également avoir d'autres fonctions comme celles de ralentir la vitesse des véhicules, de « calibrer » et dimensionner les voiries, de séparer les voies, ...</p> <p><u>La noue :</u></p> <p>La multiplication des fossés et canaux donne un paysage plus varié et constitue un maillage d'espaces verts de proximité à utiliser de plusieurs façons : stockage des eaux, transport des flux, infiltration dans les sols...</p> <p>Les noues sont faciles à intégrer dans le paysage et permettent d'accueillir une végétation de zone humide soulignant la présence d'eau.</p> <p>Son entretien aisé et son pouvoir auto-épurateur (si noue végétalisée) en font un outil de gestion des EP complet et pertinent.</p>	<p>- Noue - Fossé enherbé - Caniveau à ciel ouvert</p>          	<p>Art 3 : Accès et voirie Art 4 : Desserte par les réseaux Art 13 : Espaces libres et plantations Art 15 : Performances énergétiques et environnementales</p>	<p>Art 3 : Pour les nouvelles voiries, les fossés existants seront conservés et/ou des noues paysagères seront créées. - La gestion à ciel ouvert des eaux pluviales et de ruissellement en surface, est à privilégier. Le réseau enterré ne pourra se faire que si l'aménageur prouve l'impossibilité technique de la réalisation du réseau à ciel ouvert.</p> <p>Art 4 : La gestion des eaux pluviales et de ruissellement se réalisera par un réseau de noues et fossés, afin de maîtriser le débit et la quantité d'eau. Ce réseau sera développé afin de gérer au mieux le stockage des eaux par temps de pluie. Plus il sera développé, plus la répartition des masses d'eau permettra une gestion de la quantité d'eau. S'il est démontré l'impossibilité de mettre en place un maillage de noues et fossés sur certains endroits du site, un réseau de canaux pourra alors servir de réseau de transfert récupérant les eaux de pluies et de ruissellement. Elles seront dirigées vers les noues, fossés et espaces verts paysagers les plus proches. S'il est techniquement et physiquement démontré que le simple maillage de noues et fossés reste insuffisant, et dans un esprit de mesure compensatoire, l'agrandissement ou la création de zones humides en points bas du site permettra l'augmentation du système de gestion des eaux qui s'intégrera naturellement dans l'organisation du paysage existant. Ces extensions ou créations de zones humides se localiseront en fin de parcours de ruissellement de l'eau et seront aménagées de manière à permettre le passage et l'accueil du public. Elles constitueront de véritables espaces publics.</p> <p>Art 13 ou art 15 : - Les terrains de plus de X m² ne devront pas avoir une surface imperméabilisée de plus de X% de la surface du terrain (Coefficient d'Imperméabilisation des Sols / CIS)</p> <p>Le ruissellement de manière générale :</p> <p>Le PLU peut limiter le ruissellement des eaux pluviales par des dispositions spécifiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - affecter une exigence de densité de population et de construction (optimisation de la gestion de l'eau, espaces verts plus grands pour gérer les eaux en surface et de manière paysagère), <ul style="list-style-type: none"> - défendre des zones naturelles et des champs d'expansion des crues, - donner la possibilité d'instaurer une part de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables : mettre en place des coefficients d'imperméabilisation des Sols, un % de surface réalisée avec des matériaux perméables, un % d'espaces de plaines terres, <ul style="list-style-type: none"> - donner des règles de gestion des eaux pluviales (collecte, ouvrages, débit de fuite, etc...), - interdire les affouillements ou les plans d'eau, - établir des emplacements réservés, permettant par exemple la création de bassins de rétention, <ul style="list-style-type: none"> - en milieu rural : maintenir les éléments tels que les haies agricoles. <p>Le règlement peut comporter des prescriptions portant sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la limitation du débit de fuite vers les réseaux ; - la fixation d'un coefficient d'imperméabilisation maximum autorisé après aménagement (mesures compensatoires précisées au-delà d'un seuil d'imperméabilisation) ; - l'indication d'un exutoire spécifique pour recevoir les eaux de ruissellement.

Figure 37 : Exemple de fiche d'intégration des eaux pluviales dans les documents d'urbanisme réglementaire



10. Règlement du zonage d'eaux pluviales

10.1. Généralités

10.1.1. Article 1 - Objectifs réglementaires

Dans le cadre de la révision de son PLU et conformément à l'article 3D-4 du SDAGE Loire-Bretagne, la ville de Laval a souhaité mettre en place un schéma de gestion cohérent de ses eaux pluviales grâce à l'élaboration d'un règlement et d'un zonage pluvial.

Le règlement, ainsi que le plan de zonage de l'assainissement pluvial, sont destinés à définir sur la commune les secteurs auxquels s'appliquent **différentes prescriptions d'ordre technique et/ou réglementaire**.

En pratique, ce plan correspond à un découpage de la commune en secteurs homogènes du point de vue soit du risque inondation par ruissellement pluvial, soit des mesures à prendre pour ne pas aggraver la situation actuelle en aval.

Dans le cas de Laval, il est en partie envisageable d'**adapter le réseau existant** aux apports nouveaux. Néanmoins, **les possibilités d'infiltration à la parcelle devront obligatoirement et systématiquement être vérifiées via une étude de perméabilité à l'endroit même de l'infiltration projetée**. Si les résultats sont supérieurs à 20 mm/h, l'absorption sur l'unité foncière sera obligatoire au maximum de sa capacité. De la même manière, la mise en place de solutions alternatives sera privilégiée au détriment de la solution dite du "tout tuyau", afin de limiter au maximum l'impact de l'urbanisation sur les écoulements.

Toutefois, dans les zones de risques d'affaissement des sols telles que définies au POS, dans le secteur des rues J. Jaurès et L. Jouhaux, l'infiltration des eaux pluviales est interdite.

Les rejets au réseau dans les zones couvertes par le PPRI sont tolérés, les techniques alternatives n'étant pas techniquement réalisables.

10.1.2. Article 2 – Définitions des eaux pluviales

Sont désignées par le terme eaux pluviales les eaux issues des précipitations atmosphériques.

10.1.3. Article 3 – Réglementations en vigueur

Les prescriptions du présent règlement s'accordent à l'ensemble des réglementations en vigueur. Les principales dispositions et orientations réglementaires relatives aux eaux pluviales sont rappelées ci-dessous :

➤ Code Civil

Il institue des servitudes de droit privé, destinées à régler les problèmes d'écoulement des eaux pluviales entre terrains voisins.

Article 640 : « 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. Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement. Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur. »

Le propriétaire du terrain situé en contrebas ne peut s'opposer à recevoir les eaux pluviales provenant des fonds supérieurs, il est soumis à une servitude d'écoulement.

Article 641 : « Tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds. Si l'usage de ces eaux ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d'écoulement établie par l'article 640, une indemnité est due au propriétaire du fonds inférieur. »

Un propriétaire peut disposer librement des eaux pluviales tombant sur son terrain à la condition de ne pas aggraver l'écoulement naturel des eaux pluviales s'écoulant vers les fonds inférieurs.

Article 681 : « Tout propriétaire doit établir des toits de manière que les eaux pluviales s'écoulent sur son terrain ou sur la voie publique ; il ne peut les faire verser sur le fonds de son voisin. »



Cette servitude d'égout de toits interdit à tout propriétaire de faire s'écouler directement sur les terrains voisins les eaux de pluie tombées sur le toit de ses constructions.

➤ Code de l'Environnement

SDAGE Loire-Bretagne :

Tout aménagement touchant au domaine de l'eau doit être compatible avec le contenu du SDAGE, institué par la Loi sur l'eau de janvier 1992, vise à atteindre 7 objectifs principaux, parmi lesquels 4 points seront retenus dans le cadre de la présente étude :

- la sauvegarde et la mise en valeur des milieux humides (biodiversité) ;
- l'amélioration de la qualité des eaux de surface (retour aux bons états écologiques des masses d'eau) ;
- une meilleure gestion et un retour aux rivières vivantes (continuité écologique) ;
- savoir vivre avec les crues (gestion du risque).

SDAGE Loire-Bretagne :

Article 3D-2 : Réduire les rejets d'eaux pluviales (réseaux séparatifs collectant uniquement des eaux pluviales).

Le rejet des eaux de ruissellement résiduelles dans les réseaux séparatifs eaux pluviales puis le milieu naturel sera opéré dans le respect des débits et charges polluantes acceptables par ces derniers, ainsi que dans la limite des débits spécifiques suivants relatifs à la pluie décennale de manière à ne pas aggraver les écoulements naturels avant aménagement :

- Dans les hydroécorégions de niveau 1 suivantes : Massif central et Massif armoricain
 - dans les zones devant faire l'objet d'un aménagement couvrant une superficie comprise entre 1 ha et 20 ha : 20 L/s au maximum ;
 - dans les zones devant faire l'objet d'un aménagement couvrant une superficie supérieure à 20 ha : 3L/s/ha.
- Dans les autres hydroécorégions du bassin :
 - dans les zones devant faire l'objet d'un aménagement couvrant une superficie comprise entre 1 ha et 20 ha : 20 L/s au maximum ;
 - dans les zones devant faire l'objet d'un aménagement couvrant une superficie supérieure à 20 ha : 1L/s/ha.

Ces valeurs peuvent être localement adaptées :

- lorsque des contraintes particulières de sites le justifient, notamment lorsque la topographie influe sensiblement sur la pluviométrie ou sur les temps de concentration des bassins versants ;
- en cas d'impossibilité technique ou foncière et si les techniques alternatives (noues enherbées, chaussées drainantes, bassins d'infiltration, toitures végétalisées) adaptées ne peuvent être mises en œuvre ;
- s'il est démontré que le choix retenu constitue la meilleure option environnementale.

Déclaration d'Intérêt Général ou d'urgence :

L'article **L.211-7** habilite les collectivités territoriales à entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, ouvrages ou installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence, visant à la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement, ainsi qu'à la défense contre les inondations et contre la mer.

Entretien des cours d'eau : La loi impose aux riverains l'entretien des cours d'eau « dans le respect des équilibres naturels ». La loi sur l'eau de 2006 art 8 (LEMA) remplace le concept ancien de curage par celui de l'entretien régulier. L'entretien régulier a pour but de maintenir le cours d'eau dans son profil d'équilibre, de permettre l'écoulement naturel des eaux et de contribuer à son bon état écologique ou, le cas échéant, à son bon potentiel écologique, notamment par l'enlèvement d'embâcles, débris et atterrissements, flottants ou non, par élagage ou recépage de la végétation des rives...



Opérations soumises à autorisation ou à déclaration (Articles L.214-1 à L.214-10) :

L'article R 214-1 précise la nomenclature des opérations soumises à autorisation (A) ou à déclaration (D).

Sont notamment visées les rubriques suivantes :

2. 1. 5. 0. Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :

1° Supérieure ou égale à 20 ha (A) ;

2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D).

3. 2. 3. 0. Plans d'eau, permanents ou non :

1° Dont la superficie est supérieure ou égale à 3 ha (A) ;

2° Dont la superficie est supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha (D).

3. 2. 5. 0. Barrage de retenue et digues de canaux :

1° De classes A, B ou C (A) ;

2° De classe D (D).

3. 2. 6. 0. Dignes à l'exception de celles visées à la rubrique 3. 2. 5. 0 :

1° De protection contre les inondations et submersions (A) ;

2° De rivières canalisées (D).

3. 3. 2. 0. Réalisation de réseaux de drainage permettant le drainage d'une superficie :

1° Supérieure ou égale à 100 ha (A) ;

2° Supérieure à 20 ha mais inférieure à 100 ha (D).

Rappel : Comme toutes les collectivités, la ville de Laval n'a pas d'obligation de collecte des eaux pluviales issues des propriétés privées. En effet, aucun texte n'oblige la collecte des eaux pluviales privées, l'Article L 211-7 du Code de l'Environnement précise uniquement les habilitations des collectivités mais n'impose aucune contrainte réglementaires sur la collecte des eaux pluviales privées. La commune est donc libre de collecter ou non ces eaux.

➤ Code générale des Collectivités Territoriales

Zonage d'assainissement : il a pour but de réduire les ruissellements urbains, mais également de limiter et de maîtriser les coûts de l'assainissement pluvial collectif, conformément à l'article 35 de la loi sur l'Eau et aux articles 2, 3 et 4 du décret du 03/06/94. L'article L.2224-10 du CGCT oriente clairement vers une gestion des eaux pluviales à la source, en intervenant sur les mécanismes générateurs et aggravants des ruissellements et tend à mettre un frein à la politique de collecte systématique des eaux pluviales.

➤ Code de l'urbanisme

Le droit de l'urbanisme ne prévoit pas d'obligation de raccordement à un réseau public d'eaux pluviales pour une construction existante ou future. De même, il ne prévoit pas de desserte des terrains constructibles par la réalisation d'un réseau public. La création d'un réseau public d'eaux pluviales n'est pas obligatoire. Une commune peut interdire ou réglementer le déversement d'eaux pluviales dans son réseau d'assainissement. Si le propriétaire d'une construction existante ou future veut se raccorder au réseau public existant, la commune peut le lui refuser (sous réserve d'avoir un motif objectif, tel que la saturation du réseau). L'acceptation de raccordement par la commune fait l'objet d'une convention de déversement ordinaire.



➤ Code de la santé publique

Règlement sanitaire départemental (**article L1331-1**) : il contient des dispositions relatives à l'évacuation des eaux pluviales. En effet, il est stipulé dans cet article que : « *la commune peut fixer des prescriptions techniques pour la réalisation des raccordements des immeubles au réseau public de collecte des eaux usées et des eaux pluviales* ».

Règlement d'assainissement : toute demande de branchement au réseau public donne lieu à une convention de déversement, permettant au service gestionnaire d'imposer à l'usager les caractéristiques techniques des branchements, la réalisation et l'entretien de dispositifs de prétraitement des eaux avant rejet dans le réseau public, si nécessaire le débit maximum à déverser dans le réseau, et l'obligation indirecte de réaliser et d'entretenir sur son terrain tout dispositif de son choix pour limiter ou étaler dans le temps les apports pluviaux dépassant les capacités d'évacuation du réseau public.

➤ Code de la voirie routière

Lorsque le fonds inférieur est une voie publique, les règles administratives admises par la jurisprudence favorisent la conservation du domaine routier public et de la sécurité routière. Des restrictions ou interdictions de rejets des eaux pluviales sur la voie publique sont imposées par le code de la voirie routière dans les articles **L.113-2** : « *l'occupation du domaine public routier n'est autorisée que si elle a fait l'objet, soit d'une permission de voirie dans le cas où elle donne lieu à emprise, soit d'un permis de stationnement dans les autres cas. Ces autorisations sont délivrées à titre précaire et révocable* », et l'**article R.116-2** : « *Seront punis d'amende prévue pour les contraventions de la cinquième classe ceux qui :[...] 4° Auront laissé écouler ou auront répandu ou jeté sur les voies publiques des substances susceptibles de nuire à la salubrité et à la sécurité publiques ou d'incommoder le public* ».

Ces restrictions sont étendues aux chemins ruraux par le code rural dans les articles **R.161-14** : « *Il est expressément fait défense de nuire aux chaussées des chemins ruraux et à leurs dépendances ou de compromettre la sécurité ou la commodité de la circulation sur ces voies, notamment : [...] 7° De rejeter sur ces chemins et leurs dépendances des eaux insalubres ou susceptibles de causer des dégradations, d'entraver l'écoulement des eaux de pluie, de gêner la circulation ou de nuire à la sécurité publique* » ; et l'**article R.161-16** qui stipule qu'il est interdit d'ouvrir sans autorisation du maire, des fossés ou canaux le long des chemins ruraux et d'établir sans autorisation un accès privé à ces chemins.

10.2. Prescriptions réglementaires relatives

10.2.1. Article 4 - Zonage pluvial

Conformément à l'article L.2224-10 du Code Général des Collectivités Territoriales, l'étude du zonage d'assainissement pluvial de la ville de Laval a fixé différents objectifs :

- la maîtrise des débits de ruissellement et la compensation des imperméabilisations nouvelles et de leurs effets, par la mise en œuvre de bassins de rétention ou d'autres techniques alternatives ;
- la préservation des milieux aquatiques, avec la lutte contre la pollution des eaux pluviales par des dispositifs de traitement adaptés et la protection de l'environnement.

10.2.2. Article 5 - Diagnostic du réseau d'assainissement pluvial

Le diagnostic hydraulique réalisé dans le cadre de la présente étude a mis en évidence des zones d'insuffisances du réseau. Ces dysfonctionnements sont de plusieurs natures, soit des réseaux sous dimensionnés, soit des contraintes aval (pentes, ...).

De plus, certains dysfonctionnements observés par la ville de Laval sont souvent la cause d'un réseau déficient de collecte superficiel des eaux pluviales qui ruissellent. Le manque d'entretien des grilles, avaloirs et fossés peut être aussi parfois à l'origine de dysfonctionnements.

10.2.3. Article 6 - Capacité d'infiltration des sols - Perméabilité

Une perméabilité inférieure à 20 mm/h n'est pas suffisante pour infiltrer la totalité des eaux de ruissellement.

Dans le cas de la présence d'une nappe souterraine, les puits d'infiltration doivent avoir une couche non saturée sous-jacente d'au moins 1 mètre entre le fond du puits et le niveau des plus hautes eaux.



En secteur de protection des champs captants d'eau potable, l'infiltration est interdite sauf avis favorable de l'hydrogéologue agréé par la préfecture.

10.2.4. Article 7 - Gestion des imperméabilisations nouvelles

Toute augmentation du ruissellement induite par de nouvelles imperméabilisations de sols (création ou extension de bâtis ou d'infrastructures existants) doit être compensée par la mise en œuvre de dispositifs de rétention des eaux pluviales ou d'autres techniques alternatives.

L'extension, l'adaptation et le redimensionnement des réseaux traditionnels coûtent cher, c'est pourquoi à l'heure actuelle les nouvelles stratégies d'assainissement pluvial offrent la possibilité et l'intérêt d'un **transfert partiel ou complet de charge sur les particuliers** (solutions alternatives traitant les problèmes à la source), en combinaison avec l'intervention publique.

Ainsi, plutôt que de limiter systématiquement l'imperméabilisation des sols, il peut être envisagé d'axer la politique communale en matière d'urbanisme vers des **principes de compensation** des effets négatifs de cette imperméabilisation. Il sera exigé des aménageurs qu'ils compensent toute augmentation du ruissellement induit par la création ou l'extension de bâtis, par la mise en œuvre de dispositifs de rétention des eaux pluviales ou d'autres **techniques alternatives**, comme la mise en place de système d'infiltration à la parcelle.

L'objectif de base demeurant la **non-aggravation de l'état actuel**, la réponse offerte par l'imposition de ces techniques privatives est équivalente à une limitation de l'imperméabilisation, **sans toutefois priver la collectivité des aménagements** (individuels ou collectifs) auxquels elle peut prétendre.

Les techniques alternatives sus évoquées reposent sur la **réattribution aux surfaces de ruissellement de leur rôle initial de régulateur avant leur imperméabilisation**, par rétention et/ou infiltration des volumes générés localement. Elles présentent l'avantage d'être globalement **moins coûteuses que la mise en place ou le renforcement d'un réseau pluvial classique**.

Elles englobent les procédés suivants :

- A l'échelle du particulier : citernes, bassins d'agrément, puisards, toitures terrasses, infiltration dans le sol, noue... ;
- A l'échelle semi collective : chaussées poreuses, adjonctions de noues, stockage dans des bassins à ciel ouvert puis évacuation vers un exutoire, bassin enterrés ou infiltration...

Remarque : La mise en œuvre de techniques basées sur l'infiltration nécessite préalablement une étude de sol à la parcelle, comprenant notamment des **tests de perméabilité**, afin de vérifier la capacité d'infiltration au plus près de la zone à infiltrer. Les tests de perméabilité devront être réalisés suivant la méthode Porchet suivant les instructions de la **norme XPDTU64.1P1-1Mars2007-annexeC**.

Une **liste de ces techniques alternatives** avec un tableau comparatif avantages/inconvénients est disponible en **Annexe 22**.

10.2.5. Article 8 - Gestion des réseaux pluviaux et fossés

10.2.5.1. Les règles d'aménagements à suivre

Les facteurs hydrauliques visant à freiner la concentration des écoulements vers les secteurs situés en aval et à préserver les zones naturelles d'expansion ou d'infiltration des eaux, font l'objet de règles générales à respecter :

- Conservation des cheminements naturels ;
- Ralentissement des vitesses d'écoulement ;
- Maintien des écoulements à l'air libre plutôt qu'en souterrain ;
- Réduction des pentes et allongement des tracés dans la mesure du possible ;
- Augmentation de la rugosité des parois ;
- Profils en travers plus larges.

Ces mesures sont conformes à la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003, qui s'attache à rétablir le caractère naturel des cours d'eau et valide les servitudes de passage pour l'entretien.



10.2.5.2. Entretien des réseaux pluviaux

Afin qu'ils conservent leurs propriétés hydrauliques, il est important d'entretenir les réseaux EP, que ce soit les réseaux à ciel ouvert (caniveau, noue,...) ou les réseaux enterrés (canalisations, buses...).

Par conséquent, il est recommandé de nettoyer les ouvrages (avaloirs, grilles) après chaque événement pluvieux important et régulièrement tout au long de l'année, en particulier au cours de l'automne (débris végétaux plus importants). Lors de ces nettoyages, les regards doivent être inspectés : si un ensablement important est marqué, il peut être judicieux d'envisager d'effectuer un hydrocurage des réseaux concernés.

10.2.5.3. Entretien des fossés

Il est important pour assurer le bon fonctionnement du réseau, aussi bien dans le centre de Laval que sur les extérieurs de la ville, de **curer et redessiner régulièrement les fossés**.

En effet, les fossés jouent non seulement un **rôle essentiel dans le fonctionnement hydraulique** d'un réseau d'eaux pluviales, mais ils assurent aussi un **rôle d'autoépuration** dans le traitement des pollutions présentes dans les eaux pluviales.

Remarque : Cette opération ne doit toutefois pas être trop fréquente car elle supprime toute végétation.



Figure 38 : Exemples de curage et reprofilage de fossé

Une à deux tontes annuelles permettra de maintenir la végétation en place tout en favorisant la diversité floristique. La végétation sera maintenue haute (10-15 cm minimum) afin de garantir l'efficacité du système. L'utilisation des produits phytosanitaires est interdite.

Remarque : En fonction de la domanialité du fossé, l'entretien est réglementairement à la charge des propriétaires riverains (article L215-14 du Code de l'Environnement).

Les déchets issus de cet entretien ne seront en aucun cas déversés dans les fossés.

10.2.5.4. Maintien des fossés à ciel ouvert

Sauf cas spécifique lié à des obligations d'aménagement (création d'un ouvrage d'accès à une propriété, nécessité de stabilisation de berges...), la couverture et le busage des fossés sont interdits, ainsi que leur bétonnage. Cette mesure est destinée, d'une part à ne pas aggraver les caractéristiques hydrauliques, d'autre part à faciliter leur surveillance et leur nettoyage.

Les remblaiements ou élévations de murs dans le lit des fossés ou roubines sont proscrits. L'élévation de murs, de digues en bordure de fossés ou de tout autre aménagement ne sera pas autorisée, sauf avis dérogatoire du service gestionnaire dans le cas où ces aménagements seraient destinés à protéger des biens sans créer d'aggravation par ailleurs. Une analyse hydraulique pourra être demandée suivant le cas.



10.2.5.5. Gestion et préservation des zones humides et des axes hydrauliques

Les mesures visant à **limiter la concentration des flux de ruissellement** vers les secteurs situés à l'aval et à préserver les zones d'expansion naturelle des cours d'eau en période de crue sont à prendre en compte et à encourager sur l'ensemble des fossés du territoire communal.

A titre d'exemples, il peut s'agir des mesures suivantes :

- conservation des cheminements naturels ;
- ralentissement des vitesses d'écoulement ;
- augmentation de la rugosité des parois ;
- limitation des pentes ;
- élargissement des profils en travers ;
- conservation des zones d'expansion ;
- etc.

Les **axes d'écoulement naturels** existants ou connus mais ayant disparus, doivent être maintenus et/ou restaurés. Cette restauration des axes naturels d'écoulements, si elle fait l'objet d'une amélioration du contexte local, pourra être exigée par le service gestionnaire.

De même, les **zones d'expansion des eaux** devraient être soigneusement maintenues et préservées, dans la mesure où elles participent grandement à la protection des secteurs à l'aval.

Lorsque la parcelle à aménager est bordée ou traversée par un fossé, les constructions nouvelles devront se faire en retrait du fossé, afin d'éviter un busage et de conserver les caractéristiques d'écoulement des eaux.

La largeur libre à respecter, comme la distance minimale de retrait, seront étudiées au cas par cas, en concertation avec le service gestionnaire et en accord avec les préconisations du SAGE et les obligations du PLU si celles-ci existent.

Outre leurs rôles hydrauliques importants, les zones humides constituent des réservoirs faunistiques et floristiques d'une extrême richesse, mais dont l'équilibre est souvent fragile.

10.2.5.6. Réseau et contraintes

Aucun réseau ne pourra être implanté à l'intérieur des collecteurs pluviaux, que ce soit dans les nouveaux projets comme pour l'existant. Dans ce dernier cas, les réseaux exogènes empruntant les collecteurs publics d'eaux pluviales devront être déposés. Le service gestionnaire se réservera alors le droit d'exiger du propriétaire de procéder, à ses frais, aux travaux nécessaires à cette dépose ainsi qu'à la remise en état du réseau public.

De la même manière, tout réseau non autorisé et connecté au réseau de la ville devra faire l'objet d'une demande de régularisation par le propriétaire au service gestionnaire. Le service gestionnaire se réservera alors le droit d'accepter ce rejet ou d'obliger le propriétaire à procéder, à ses frais, aux travaux nécessaires à la remise en conformité du rejet.

De même, aucune restriction des sections d'écoulement ne sera tolérée, chaque collecteur à risque devra régulièrement être inspecté et dégagé de toute source potentielle d'embâcle.

Les projets qui se superposent à des collecteurs pluviaux d'intérêt général ou se situent en bordure proche, devront réserver des emprises pour ne pas entraver la réalisation de travaux ultérieurs de réparation ou de renouvellement par la Commune. Ces dispositions seront prises en considération dès la conception.

10.2.6. Article 9 – Protection du milieu récepteur

10.2.6.1. Lutte contre la pollution des eaux pluviales

Lorsque la pollution apportée par les eaux pluviales risque de nuire à la salubrité publique ou au milieu naturel aquatique, le service gestionnaire peut prescrire au maître d'ouvrage la mise en place de dispositifs spécifiques de prétraitement ou de traitement, tels que la filtration et/ou décantation et/ou tout autre traitement permettant de ne pas dégrader la qualité du milieu récepteur et de lutter efficacement contre les pollutions.



Ces mesures s'appliquent notamment aux aires industrielles, aux eaux de drainage des infrastructures routières, stations services et aux parkings.

Il sera également demandé aux maîtres d'ouvrage d'infrastructures existantes (Conseil Général, Etat, commune, privés) de réaliser les mises à niveau de leurs ouvrages de gestion des eaux pluviales lors d'opérations de maintenance ou de modifications importantes (travaux de voiries, réalisation de tapis d'enrobés...).

L'entretien, la réparation et le renouvellement de ces dispositifs sont à la charge du propriétaire sous le contrôle du service gestionnaire.

10.2.6.2. Protection de l'écosystème

Les aménagements réalisés dans le lit ou sur les berges des cours d'eau devront faire l'objet de demandes particulières auprès des services de l'Etat compétents et devront respecter les obligations au titre de la loi sur l'eau. Ces aménagements ne devront pas porter préjudice à la flore aquatique et rivulaire d'accompagnement, qui participe directement à la qualité du milieu.

Les travaux de terrassement ou de revêtement des terres devront être réalisés en retrait des berges.

La suppression de la ripisylve devra être suivie d'une replantation compensatoire avec des essences adaptées.

Le recours à des désherbants pour l'entretien des fossés sera interdit, sauf dérogation particulière du service gestionnaire.

10.3. Prescriptions réglementaires relatives aux nouvelles zones à imperméabiliser

Le zonage pluvial a pour objectif de définir, sur l'ensemble du territoire communal, différentes **zones pour lesquelles un coefficient d'imperméabilisation maximal à ne pas dépasser a été fixé**. Ainsi, lors du développement, du renouvellement urbain et d'éventuels projets d'extension dans le cadre des permis de construire et autres déclarations préalables, chaque projet devra intégrer ces préconisations.

Le zonage pluvial a donc été élaboré sur la base, entre autres, d'hypothèses d'imperméabilisation maximale sur les différentes zones du PLU.

Remarque : Le coefficient d'imperméabilisation est le rapport entre l'ensemble des surfaces imperméabilisées d'un projet et la surface totale de ce projet.

Les **surfaces imperméabilisées** correspondent aux :

- Toitures ;
- Terrasses ;
- Allées et voiries ;
- Parkings ;
- Piscines ;
- Cours de tennis ;
- Et toutes surfaces au niveau desquelles les eaux de pluie ne peuvent plus s'infiltrer dans le sol et qui sont alors susceptibles, soient d'être collectées par les réseaux pluviaux de la ville, soient de ruisseler sur l'espace public.

Un abattement de **50%** est admis pour les **surfaces semi-perméables** :

- De type toiture végétalisée ;
- En mur végétalisé ;
- En matériaux semi-perméables (parking Evergreen, allées stabilisées...)
- etc.



Sur certaines zones du PLU, un coefficient d'emprise au sol future maximale a été fixé.

Ces coefficients ont valeur réglementaire.

Ils fixent l'imperméabilisation maximale autorisée sur chaque zone du PLU et devront être respectés :

- *A l'échelle de la parcelle ou de l'unité foncière sur les zones urbanisées ;*
- *A l'échelle de l'aménagement sur les zones à urbaniser ;*
- *A l'échelle du bassin versant sur les zones naturelles et agricoles.*

Les coefficients ont été choisis en fonction de l'imperméabilisation actuellement observée sur les différentes zones et en fonction de la vocation de celles-ci. Ils se veulent à la fois restrictifs, de manière à tendre vers une limitation des volumes d'eaux pluviales ruisselés à l'avenir et à la fois cohérents avec les perspectives d'urbanisation voulues par la commune.

10.3.1. Article 10 – Prescriptions générales

10.3.1.1. Cas général

Les imperméabilisations nouvelles sont soumises à la création d'ouvrages spécifiques de rétention et/ou infiltration. Ces dispositions s'appliquent à tous les projets soumis à autorisation d'urbanisme (permis de construire, permis groupés, autorisation de lotir, déclaration de travaux...), ainsi qu'aux projets non soumis à autorisation d'urbanisme.

Les travaux structurants d'infrastructures routières ou ferroviaires et les aires de stationnement devront intégrer la mise en place de mesures compensatoires. Ainsi, les parcs de stationnement à l'air libre devront être traités afin de limiter le ruissellement.

Pour les permis de construire passant par une démolition du bâti existant (superstructures), le dimensionnement des ouvrages devra prendre en compte la totalité des surfaces imperméabilisées de l'unité foncière, quel que soit son degré d'imperméabilisation antérieur.

L'aménagement devra comporter :

- un système de collecte des eaux (collecteurs enterrés, caniveaux, rigoles...) ;
- un ou plusieurs ouvrages d'infiltration ou de régulation (rétention...), dont l'implantation devra permettre de collecter la totalité des surfaces imperméabilisées de l'unité foncière ;
- un dispositif d'évacuation par déversement dans les fossés ou réseaux pluviaux, infiltration ou épandage sur la parcelle, la solution adoptée étant liée aux caractéristiques locales et à l'importance des débits de rejet.

Les ouvrages de rétention créés dans le cadre de permis de lotir devront être dimensionnés pour la voirie et pour les surfaces imperméabilisées totales susceptibles d'être réalisées sur chaque lot.

Ces mesures seront examinées en concertation avec le service gestionnaire et soumises à son agrément.

10.3.1.2. Qualité pour les projets soumis à autorisation au titre du Code de l'Environnement

Pour les projets soumis à déclaration (D) ou autorisation (A) au titre de l'article 10 du Code de l'Environnement, la notice d'incidence à soumettre aux services de la Préfecture devra vérifier que les obligations faites par le présent règlement sont suffisantes pour annuler tout impact potentiel des aménagements sur le régime et la qualité des eaux pluviales.

Dans le cas contraire, des mesures compensatoires complémentaires devront être mises en œuvre.

Afin de s'assurer de la qualité globale des masses d'eau sur son territoire, la ville de Laval impose que les concentrations de tous les rejets issus d'un nouveau projet d'aménagement respectent les concentrations seuils d'atteinte du « bon état écologique », tel que défini par la Directive Cadre sur l'Eau et repris dans le SDAGE.



Le tableau suivant reprend ces objectifs :

Paramètres (mg/l)	Très bon état écologique	Bon état écologique	Etat moyen	Etat médiocre	Mauvaise état écologique
DBO₅	3	6	10	25	-
DCO	20	30	40	80	-
MES	25	50	100	150	-

Tableau 38 : Classe de qualité du référentiel SEQ Eau pour les eaux douces de surface

10.3.1.3. Cas exemptés

Les réaménagements de terrains ne touchant pas (ou touchant marginalement) au bâti existant et n'entraînant pas d'aggravation des conditions de ruissellement (maintien ou diminution des surfaces imperméabilisées, pas de modifications notables des conditions d'évacuation des eaux) pourront, après avis du service gestionnaire, être dispensés d'un ouvrage de régulation.

10.3.2. Article 11 - Prescriptions réglementaires relatives aux zones à urbaniser (AU)

Ces prescriptions s'appliquent sur les zones zonées au PLU :

- 1AU ;
- 1AUe ;
- 2AUe.

Remarque : AU = A Urbaniser

10.3.2.1. Généralisation des mesures compensatoires à toutes les zones AU

L'urbanisation de toute zone de type AU du PLU devra nécessairement s'accompagner de la mise en œuvre de mesures compensatoires nécessaire pour réguler efficacement les débits d'eaux pluviales.

Préalablement à l'urbanisation et au développement de chaque zone, un dossier justifiant du dimensionnement des mesures compensatoires et de leur conformité par rapport aux préconisations stipulées dans le présent document sera soumis à l'approbation des services compétents.

Les bases de dimensionnement des ouvrages nécessaires sont développées ci-après.

Dans tous les cas, le recours à des solutions globales, permettant de gérer le ruissellement de plusieurs zones au niveau d'un aménagement unique, est à privilégier lorsque cela est techniquement possible et économiquement intéressant.

Ceci permet d'éviter la multiplication d'ouvrages et d'économiser le foncier disponible ainsi que les frais liés à l'entretien des ouvrages.

Les possibilités d'infiltration à la parcelle devront obligatoirement et systématiquement être vérifiées via une étude de perméabilité à l'endroit même de l'infiltration projetée. Si les résultats sont supérieurs à 20 mm/h, l'absorption sur l'unité foncière sera obligatoire au maximum de sa capacité.

10.3.3. Période de retour de protection et de dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales

Pour le dimensionnement des ouvrages de régulation sur les zones d'urbanisation future, **le niveau de protection retenu est au moins la période de retour 10 ans.**

Cela signifie que les ouvrages devront présenter un volume suffisant pour pouvoir gérer au moins la pluie décennale.

Le service gestionnaire se réserve le droit de choisir une période de retour plus contraignante que 10 ans, si les enjeux aussi bien d'un point de vue quantitatif (zones d'enjeux commerciales en aval, dysfonctionnements récurrents à l'aval ...) que qualitatif (qualité du milieu récepteur...) le justifient.



10.3.4. Débits de fuites des ouvrages de régulation

Selon la réglementation en vigueur, les débits de régulation à respecter en aval des zones d'urbanisation future sont, selon les cas :

- Débit maximum admissible par les réseaux aval en cas de rejet au réseau existant, avec comme limite supérieure le débit actuellement ruisselé en aval de la zone : l'urbanisation future ne doit pas engendrer d'augmentation des débits ;
- Débit correspondant au ratio de 3 L/s/ha en cas de rejet direct vers un cours d'eau.

Les possibilités d'infiltration à la parcelle devront obligatoirement et systématiquement être vérifiées via une étude de perméabilité à l'endroit même de l'infiltration projetée. Si les résultats sont supérieurs à 20 mm/h (ou 5.5×10^{-6} m/s), l'absorption sur l'unité foncière sera obligatoire au maximum de sa capacité.

10.3.5. Dimensionnement et préconisations détaillées

A partir des critères détaillés précédemment, les ouvrages de régulation et de gestion des EP à mettre en œuvre sur les différentes zones à urbaniser définies au PLU ont été dimensionnés conformément à la méthode des pluies. Chaque volume obtenu a été corrigé à partir de la loi de vidange orifice ou déversoir.

Le tableau suivant présente les caractéristiques des ouvrages de régulation dimensionnés pour une pluie de période de retour 10 ans pour chaque zone AU :

Identifiant cartographique	Zonage PLU	Surface (ha)	Cimp futur	Qfuite fixé		Dimensionnement pour T= 10ans
				Qfuite fixé (l/s/ha)	Qfuite fixé (l/s)	Volume de régulation (m3)
1	1AU	1.9	60	3	5.7	384
2	1AU	1.6	60	3	4.8	316
3	1AU	14.7	60	3	44.1	2 947
4	1AU	10.1	60	3	30.4	2 030
5	1AUe	11.9	70	3	35.7	2 955
6	1AUe	0.9	70	3	2.7	227
7	1AUe	14.4	70	3	43.2	3 580
8	2AUe	4.8	70	3	14.3	1 188

Tableau 39 : Détails du dimensionnement des volumes de stockage à prévoir pour les zones à urbaniser

Dans la mesure du possible, la mutualisation des ouvrages de régulation sera privilégiée afin d'optimiser les gains en termes d'abattement de pollution pour les milieux récepteurs, mais aussi de diminuer le nombre d'ouvrages et ainsi faciliter leur exploitation et leur entretien. En fonction des programmes d'aménagements, s'il s'avère pertinent de mutualiser les ouvrages de régulation, alors les dimensionnement des ouvrages pourront intégrer les surfaces imperméabilisées des futurs projets qui ne sont pas encore finalisés.

10.3.6. Article 12 – Mise en œuvre et règles de conception

10.3.6.1. Choix de la technique compensatoire et mise en œuvre

Lorsque les solutions de la ou des techniques compensatoires sont choisies par le pétitionnaire, celles-ci seront présentées au service gestionnaire pour validation.

Rappel des techniques alternatives :

- A l'échelle du particulier : citernes, bassins d'agrément, puisards, toitures terrasses, infiltration dans le sol, noues... ;
- A l'échelle semi collective : chaussées poreuses, adjonctions de noues, stockage dans des bassins à ciel ouvert puis évacuation vers un exutoire, bassin enterrés ou infiltration...



Il est nécessaire que les solutions retenues par le concepteur en matière de collecte, de rétention, d'infiltration et d'évacuation soient adaptées aux constructions et infrastructures à aménager.

Pour les cas sensibles, complexes ou pour tout projet dont l'emprise foncière est importante, le service gestionnaire se réserve le droit de convoquer le pétitionnaire pour lui notifier les contraintes locales notamment en matière d'évacuation des eaux.

Il est recommandé que le pétitionnaire demande en amont de la réalisation de l'étude du projet une réunion préparatoire, afin d'avoir à disposition toutes les contraintes en termes d'eaux pluviales à respecter sur la zone à aménager. **En l'absence de concertation préalable avec le service gestionnaire, il sera considéré que les conditions du présent zonage ont été toutes comprises et intégrées par le pétitionnaire.**

10.3.6.2. Citernes de récupération des eaux pluviales

Les citernes destinées à la récupération des eaux pluviales des bâtiments destinés à l'habitation seront conformes à l'arrêté du 21 août 2008. Un complément de volume disponible de 1 m³ minimum sera mis en place pour répondre à la régulation des eaux pluviales.

Les citernes seront intégrées dans la construction, soit enfouies avec système de pompage, soit à défaut, dissimulées par une haie d'arbustes d'essences locales.

10.3.6.3. Règles de conception et recommandations sur les bassins de rétention

La solution « bassin de rétention » est la plus classique.

Les bassins à vidange gravitaire devront être privilégiés par rapport aux bassins à vidange par pompe de relevage, ce dernier cas étant réservé en solution extrême si aucun dispositif n'est réalisable en gravitaire.

Pour les programmes de construction d'ampleur, le concepteur recherchera prioritairement à regrouper les capacités de rétention, plutôt qu'à multiplier les petites entités.

La conception des bassins devra permettre le contrôle du volume utile lors des constats d'achèvement des travaux (certificats de conformité, certificats administratifs...) et lors des visites ultérieures du service gestionnaire.

Le choix des techniques mises en œuvre devra garantir une efficacité durable et un entretien aisé. Un dispositif de protection contre le colmatage sera aménagé pour les petits orifices de régulation, afin de limiter les risques d'obstruction.

Afin d'assurer un **fonctionnement correct des bassins**, il faudra installer un **ouvrage spécifique** qui regroupera :

- une **vanne de fond** ou plaque d'ajutage, permettant la vidange des bassins ;
- une **vanne de fermeture**, qui permet de se servir des bassins comme d'une enceinte de confinement en cas de pollution accidentelle ;
- un **évacuateur de crue**, permettant de gérer les pluies au-delà de la fréquence décennale ou fonctionnant uniquement après remplissage total du bassin par des apports pluviaux supérieurs à la période de retour de dimensionnement. Cette surverse devra se faire préférentiellement par épandage diffus sur la parcelle, plutôt que de rejoindre le réseau public ou privé.

Les bassins enterrés implantés sous une voie devront respecter les prescriptions de résistance mécanique applicables à ces voiries. Les volumes des bassins de rétention des eaux pluviales devront être clairement séparés des volumes destinés à la réutilisation des eaux de pluies.

Toutes les mesures nécessaires seront prises pour sécuriser l'accès à ces ouvrages.



Figure 39 : Exemple de mise en place d'un bassin de rétention des eaux pluviales

Dans un **souci d'intégration paysagère** des ouvrages de régulation à ciel ouvert, ces derniers devront a minima respecter l'ensemble des règles d'intégration suivantes :

- L'emprise du bassin (en m²) sera en règle générale au moins égale à trois fois son volume (en m³) : par exemple, un stockage utile de 300 m³ entraînera une emprise de bassin minimale de 900 m². Pour des ouvrages dépassant 1 500 m³, l'emprise peut être réduite à un rapport de 2.
- Les pentes autorisées pour les talus devront respecter un fruit maximal de 1/3 (33%), l'idéal étant un fruit supérieur à 1/6.
- En cas de rétrocession au service de la collectivité, les pentes des bassins à ciel ouvert seront au minimum de 4 pour 1.
- Le fond de bassin devra respecter une pente minimale de 5% pour assurer un drainage correct de l'ouvrage. La création d'un caniveau (ou d'un fossé) central permettra de drainer l'ouvrage en période hivernale et ainsi d'en améliorer l'accessibilité. Ce dernier pourra permettre de limiter la pente au fond de l'ouvrage.

Par ailleurs, il est préconisé :

- de réaliser les réseaux d'eaux pluviales au-dessus des réseaux d'eaux usées : cela permet d'une part d'obtenir des cotes fil d'eau permettant de faciliter la création de réseau et d'ouvrage à ciel ouvert et donc d'avoir une intégration paysagère des infrastructures pluviales (réseau ciel ouvert, bassin, noue...), d'autre part d'éviter le branchement "d'eaux grises" sur le réseau d'eaux pluviales (problème souvent rencontré en présence d'habitations en sous-sol) ;
- de rechercher l'équilibre des déblais/remblais en utilisant au mieux la topographie (création d'une digue) : cette technique permet ainsi de maximiser les stockages et évite le transport de déblais vers les "bas fonds".

10.3.6.4. Modalités d'évacuation des eaux pluviales après rétention

Pour évacuer les débits de fuite des ouvrages de rétention, trois cas de figure se présentent :

➤ Cas n° 1 : En présence d'un exutoire public (réseau existant, fossé...)

Si le pétitionnaire choisit de se raccorder au réseau public, il demandera une autorisation de raccordement au réseau public.

Le service gestionnaire pourra refuser le raccordement au réseau public, notamment si ce dernier est saturé. Le pétitionnaire devra alors se conformer aux prescriptions applicables en cas d'une évacuation des eaux en l'absence de collecteur.

➤ Cas n° 2 : En présence d'un exutoire privé

S'il n'est pas propriétaire du fossé ou du réseau récepteur, le pétitionnaire devra obtenir une autorisation de raccordement du propriétaire privé.

Lorsque le réseau pluvial privé présente un intérêt général (écoulement d'eaux pluviales provenant du domaine public par exemple), les caractéristiques du raccordement seront validées par le service gestionnaire.



➤ Cas n° 3 : Absence d'exutoire naturel ou de collecteur

En l'absence d'exutoire, les eaux seront préférentiellement infiltrées sur l'unité foncière. Le dispositif d'infiltration sera adapté aux capacités des sols rencontrés sur le site.

Le débit de fuite des ouvrages de rétention devra être compatible avec les capacités d'infiltration de ces dispositifs.

En cas d'impossibilité d'infiltration, les modalités d'évacuation des eaux seront arrêtées au cas par cas avec le service gestionnaire.

10.3.6.5. Entretien et maintenance des bassins de rétention

Les talus et le fond des bassins devront **être végétalisés** (gazon ou plantes hydrophytes). Ceci permettra d'éviter les problèmes d'érosion du sol et favorisera ainsi la rétention des particules en suspension lors de l'arrivée du premier flot de précipitations.

Au même titre que les autres espaces verts publics, les bassins feront l'objet d'un **entretien régulier** par tonte ou fauchage (manuel ou mécanique selon les contraintes). Après un remplissage, la portance du fond du bassin peut être faible, il faudra alors attendre le ressuyage de l'ouvrage avant d'intervenir. Les débris végétaux seront dans tous les cas évacués.

Après chaque événement pluvieux, le gestionnaire devra procéder à une **visite de contrôle de l'ouvrage** et à un éventuel entretien : évacuation des débris (sacs plastiques, feuilles...), nettoyage du piège à MES (amont de l'ouvrage de régulation), dégagement de l'exutoire...

Concernant l'ouvrage de sortie du bassin, ce dernier devra faire l'objet d'un entretien annuel a minima : récupération des hydrocarbures contenus dans l'ouvrage siphonide, vérification de bon fonctionnement, curage des matières décantées.

Pour l'entretien du bassin d'orage, l'**utilisation des produits phytosanitaires** est strictement **interdite**.

L'entretien régulier des voiries et du réseau de collecte permettra de limiter la charge particulaire lors des épisodes pluvieux et donc la fréquence des entretiens. Il permettra également d'obtenir un impact moindre sur le milieu récepteur.

Lorsque le bassin d'orage est paysager, des aménagements peuvent y être réalisés : tables de pique-nique, bancs, espace de jeux... Il faudra toutefois tenir compte du danger que peut présenter une montée rapide de l'eau dans ce type d'ouvrage. Un panneau signalétique compréhensible de tous devra dans ce cas être mis en place.

Pour récapituler, l'entretien devra comprendre :

- La surveillance régulière de l'arrivée des eaux et du bon écoulement en sortie ;
- La tonte régulière des surfaces enherbées ;
- Une visite mensuelle avec l'enlèvement des gros obstacles (branches...), des flottants et déchets piégés dans les dégrilleurs. Ces déchets devront être évacués avec les ordures ménagères ;
- Un faucardage deux fois par an ;
- Le nettoyage des avaloirs et ouvrages de vidange, avec actionnement régulier de la vanne de confinement ;
- Le nettoyage de la cloison siphonide ;
- La vérification de la stabilité et de l'étanchéité des berges ;
- Le curage des ouvrages. Ce curage devra être fait à intervalles réguliers (délais moyens de l'ordre de 2 à 5 ans), afin de récupérer les boues de décantation. Une analyse de la toxicité des boues devra être faite chaque fois que cette opération de curage sera réalisée et permettra de déterminer la filière de valorisation à terme.

10.3.7. Article 13 - Prescriptions réglementaires relatives aux développements des zones urbanisées (U), zones agricoles (A) ou zones naturelles (N)

Ces prescriptions s'appliquent sur les zones suivantes du PLU :

- UA, UB, UC, UD, UE ;
- A ;
- N.

Remarque : U = zone Urbanisée ; A = Agricole ; N = Naturelle



10.3.7.1. Généralisation des mesures compensatoires à toutes les zones U

L'urbanisation de toute zone de type U du PLU devra nécessairement s'accompagner de la mise en œuvre de mesures compensatoires nécessaire pour réguler efficacement les débits d'eaux pluviales.

Préalablement à l'urbanisation (dents creuses, extensions...), un dossier justifiant du dimensionnement des mesures compensatoires et de leur conformité par rapport aux préconisations stipulées dans le présent document sera soumis à l'approbation des services compétents.

Les bases de dimensionnement des ouvrages nécessaires sont développées ci-après.

Les possibilités d'infiltration à la parcelle devront obligatoirement et systématiquement être vérifiées via une étude de perméabilité à l'endroit même de l'infiltration projetée. Si les résultats sont supérieurs à 20 mm/h (ou 5.5×10^{-6} m/s), l'absorption sur l'unité foncière sera obligatoire au maximum de sa capacité.

Si l'infiltration est insuffisante, le rejet de l'excédent non infiltrable sera dirigé de préférence vers le milieu récepteur. En cas d'autorisation de rejet dans le réseau public, le rejet sera soumis aux prescriptions des services de l'Etat.

L'excédent d'eau pluviale n'ayant pu être infiltré ou rejeté au milieu récepteur est soumis à des limitations de débit avant rejet au réseau d'assainissement communal.

10.3.7.2. Période de retour de protection

Pour le dimensionnement des ouvrages de régulation sur les zones d'urbanisation future, le niveau de protection retenu est une période de retour 10 ans.

Cela signifie que les ouvrages devront présenter un volume suffisant pour pouvoir gérer la pluie décennale.

Le service gestionnaire se réserve le droit d'ajuster la période de retour de protection en fonction du contexte et des enjeux. Ainsi, il a été préconisé de retenir une période de retour 30 ans pour les zones UBf et le secteur Bourny.

10.3.7.3. Règles de rejets

Ce règlement s'applique à toute nouvelle construction et à toute extension du bâti existant.

Ces règles s'appliquent sur tout le territoire de la ville de Laval avec des mises en œuvre différentes pour les zones listées ci-dessous, basées sur l'intersection entre les zones à risque présentées en **Annexe 15** et les zones du PLU.

Le zonage pluvial ainsi obtenu est disponible en **Annexe 23**.

Pour rappel :

➤ Les **surfaces imperméabilisées** correspondent aux :

- Toitures ;
- Terrasses ;
- Allées et voiries ;
- Parkings ;
- Piscines ;
- Cours de tennis ;
- Et toutes surfaces au niveau desquelles les eaux de pluie ne peuvent plus s'infiltrer dans le sol et qui sont alors susceptibles, soit d'être collectées par les réseaux pluviaux de la ville, soit de ruisseler sur l'espace public.

Un abattement de 50% est admis pour les **surfaces semi-perméables** :

- De type toiture végétalisée ;
- En mur végétalisé ;
- En matériaux semi-perméables (parking Evergreen, allées stabilisées...).

➤ Le **coefficient d'imperméabilisation C** est le rapport entre l'ensemble des surfaces imperméabilisées d'un projet et la surface totale de ce projet.

Les prescriptions d'ordre réglementaire attachées aux différents types de zones énoncées précédemment sont les suivantes :



- **Zone Z1** (zone UA du PLU) : zone urbaine au risque d'inondation par ruissellement pluvial **faible** destinée à l'habitat et aux activités compatibles avec l'habitat. **Les possibilités d'infiltration à la parcelle devront obligatoirement et systématiquement être vérifiées via une étude de perméabilité à l'endroit même de l'infiltration projetée. Si les résultats sont supérieurs à 20 mm/h (ou 5.5×10^{-6} m/s), l'absorption sur l'unité foncière sera obligatoire au maximum de sa capacité.**

Infiltration obligatoire et/ou toute(s) autre(s) technique(s) alternative(s).

En dernier recours si stockage à la parcelle alors :

$V_{\text{rétention}} = 35 \text{ L/m}^2$ imperméabilisé, avec $Q_{\text{fuite}} = 5 \text{ L/s/ha}$ de projet pour une pluie décennale.

Le réseau d'eaux pluviales mis en place pour évacuer les débits de fuite pourra être raccordé si besoin à un exutoire privé ou public, s'il existe, selon les modalités définies dans l'article 12 du présent zonage.

- **Zone Z2** (zone UB du PLU avec un risque d'inondation par ruissellement pluvial **faible**) : zone urbaine au risque d'inondation par ruissellement pluvial **faible** destinée à l'habitat et aux activités compatibles avec l'habitat. **Les possibilités d'infiltration à la parcelle devront obligatoirement et systématiquement être vérifiées via une étude de perméabilité à l'endroit même de l'infiltration projetée. Si les résultats sont supérieurs à 20 mm/h (ou 5.5×10^{-6} m/s), l'absorption sur l'unité foncière sera obligatoire au maximum de sa capacité.**

C imperméabilisation \leq à 75 % (habitat dense)

Si l'infiltration est impossible, le réseau d'eaux pluviales mis en place pour évacuer les débits ruisselés pourra être raccordé si besoin à un exutoire privé ou public, s'il existe, selon les modalités définies dans l'article 12 du présent zonage.

- **Zone Z3** (zone UB du PLU engendrant ou subissant un risque d'inondation par ruissellement pluvial) : zone urbaine au risque d'inondation par ruissellement pluvial **modéré, important ou participant aux débordements à l'aval**. Cette zone est destinée à l'habitat et aux activités compatibles avec l'habitat. **Les possibilités d'infiltration à la parcelle devront obligatoirement et systématiquement être vérifiées via une étude de perméabilité à l'endroit même de l'infiltration projetée. Si les résultats sont supérieurs à 20 mm/h (ou 5.5×10^{-6} m/s), l'absorption sur l'unité foncière sera obligatoire au maximum de sa capacité.** Dans le cas où l'infiltration n'est pas suffisante et si les disponibilités foncières et les contraintes techniques le permettent, des bassins de rétention adaptés ou toutes autres techniques alternatives devront être programmés et intégrés de façon optimale au projet.

C imperméabilisation \leq à 75 % (habitat dense)

Infiltration obligatoire et/ou toute(s) autre(s) technique(s) alternative(s).

En dernier recours si stockage à la parcelle alors :

$V_{\text{rétention}} = 40 \text{ L/m}^2$ imperméabilisé, avec $Q_{\text{fuite}} = 3 \text{ L/s/ha}$ de projet pour une pluie décennale.

Le réseau d'eaux pluviales mis en place pour évacuer les débits de fuite pourra être raccordé si besoin à un exutoire privé ou public, s'il existe, selon les modalités définies dans l'article 12 du présent zonage.

- **Zone Z4** (zone UBf du PLU avec un risque d'inondation par ruissellement pluvial **faible**) : zone concernée par la réhabilitation de la ZAC Ferrié au risque d'inondation par ruissellement pluvial **faible**. **Les possibilités d'infiltration à la parcelle devront obligatoirement et systématiquement être vérifiées via une étude de perméabilité à l'endroit même de l'infiltration projetée. Si les résultats sont supérieurs à 20 mm/h (ou 5.5×10^{-6} m/s), l'absorption sur l'unité foncière sera obligatoire au maximum de sa capacité.** Dans le cas où l'infiltration n'est pas suffisante et si les disponibilités foncières et les contraintes techniques le permettent, des bassins de rétention adaptés ou toutes autres techniques alternatives devront être programmés et intégrés de façon optimale au projet.

C imperméabilisation \leq à 92,5 %

Infiltration obligatoire et/ou toute(s) autre(s) technique(s) alternative(s)

Si l'infiltration est impossible, le réseau d'eaux pluviales mis en place pour évacuer les débits ruisselés pourra être raccordé si besoin à un exutoire privé ou public, s'il existe, selon les modalités définies dans l'article 12 du présent zonage. La ville de Laval se laisse le droit d'ajuster les préconisations suivant le projet déposé, cette zone devant en tout état de cause rester majoritairement naturelle.



- **Zone Z5** (zone UBf du PLU engendrant ou subissant un risque d'inondation par ruissellement pluvial) : zone concernée par la réhabilitation de la ZAC Ferrié au risque d'inondation par ruissellement pluvial **modéré, important ou participant aux débordements à l'aval. Les possibilités d'infiltration à la parcelle devront obligatoirement et systématiquement être vérifiées via une étude de perméabilité à l'endroit même de l'infiltration projetée. Si les résultats sont supérieurs à 20 mm/h (ou 5.5×10^{-6} m/s), l'absorption sur l'unité foncière sera obligatoire au maximum de sa capacité.** Dans le cas où l'infiltration n'est pas suffisante et si les disponibilités foncières et les contraintes techniques le permettent, des bassins de rétention adaptés ou toutes autres techniques alternatives devront être programmés et intégrés de façon optimale au projet.

C imperméabilisation \leq à 92,5 %

Infiltration obligatoire et/ou toute(s) autre(s) technique(s) alternative(s)

En dernier recours si stockage à la parcelle alors :

$V_{\text{rétention}} = 40 \text{ L/m}^2$ imperméabilisé, avec $Q_{\text{fuite}} = 3 \text{ L/s/ha}$ de projet pour une pluie trentennale.

Le réseau d'eaux pluviales mis en place pour évacuer les débits de fuite pourra être raccordé si besoin à un exutoire privé ou public, s'il existe, selon les modalités définies dans l'article 12 du présent zonage.

- **Zone Z6** (zone UBg du PLU) : zone urbaine faisant l'objet de la ZAC de la gare au risque d'inondation par ruissellement pluvial **faible. Les possibilités d'infiltration à la parcelle devront obligatoirement et systématiquement être vérifiées via une étude de perméabilité à l'endroit même de l'infiltration projetée. Si les résultats sont supérieurs à 20 mm/h (ou 5.5×10^{-6} m/s), l'absorption sur l'unité foncière sera obligatoire au maximum de sa capacité.** Dans le cas où l'infiltration n'est pas suffisante et si les disponibilités foncières et les contraintes techniques le permettent, des bassins de rétention adaptés ou toutes autres techniques alternatives devront être programmés et intégrés de façon optimale au projet.

Infiltration obligatoire et/ou toute(s) autre(s) technique(s) alternative(s).

En dernier recours si stockage à la parcelle alors :

$V_{\text{rétention}} = 30 \text{ L/m}^2$ imperméabilisé, avec $Q_{\text{fuite}} = 3 \text{ L/s/ha}$ de projet pour une pluie décennale.

Si l'infiltration est impossible, le réseau d'eaux pluviales mis en place pour évacuer les débits ruisselés pourra être raccordé si besoin à un exutoire privé ou public, s'il existe, selon les modalités définies dans l'article 12 du présent zonage.

- **Zone Z7** (zone UC du PLU avec un risque d'inondation par ruissellement pluvial faible) : zone urbaine constituée d'ensembles pavillonnaires situés en limite d'urbanisation au risque d'inondation par ruissellement pluvial **faible. Les possibilités d'infiltration à la parcelle devront obligatoirement et systématiquement être vérifiées via une étude de perméabilité à l'endroit même de l'infiltration projetée. Si les résultats sont supérieurs à 20 mm/h (ou 5.5×10^{-6} m/s), l'absorption sur l'unité foncière sera obligatoire au maximum de sa capacité.**

C imperméabilisation \leq à 70 % (habitat dense)

Si l'infiltration est impossible, le réseau d'eaux pluviales mis en place pour évacuer les débits ruisselés pourra être raccordé si besoin à un exutoire privé ou public, s'il existe, selon les modalités définies dans l'article 12 du présent zonage.

- **Zone Z8** (zone UC du PLU engendrant ou subissant un risque d'inondation par ruissellement pluvial) : zone urbaine constituée d'ensembles pavillonnaires situés en limite d'urbanisation au risque d'inondation par ruissellement pluvial **modéré, important ou participant aux débordements à l'aval. Les possibilités d'infiltration à la parcelle devront obligatoirement et systématiquement être vérifiées via une étude de perméabilité à l'endroit même de l'infiltration projetée. Si les résultats sont supérieurs à 20 mm/h (ou 5.5×10^{-6} m/s), l'absorption sur l'unité foncière sera obligatoire au maximum de sa capacité.** Dans le cas où l'infiltration n'est pas suffisante et si les disponibilités foncières et les contraintes techniques le permettent, des bassins de rétention adaptés ou toutes autres techniques alternatives devront être programmés et intégrés de façon optimale au projet.

C imperméabilisation \leq 70 % (habitat dense)

Infiltration obligatoire et/ou toute(s) autre(s) technique(s) alternative(s).

En dernier recours si stockage à la parcelle alors :

$V_{\text{rétention}} = 35 \text{ L/m}^2$ imperméabilisé, avec $Q_{\text{fuite}} = 3 \text{ L/s/ha}$ de projet pour une pluie décennale.



Le réseau d'eaux pluviales mis en place pour évacuer les débits de fuite pourra être raccordé si besoin à un exutoire privé ou public, s'il existe, selon les modalités définies dans l'article 12 du présent zonage.

- **Zone Z9** (zone UC Quartier **Bourny** du PLU engendrant ou subissant un risque d'inondation par ruissellement pluvial) : zone urbaine constituée d'ensembles pavillonnaires situés en limite d'urbanisation au risque d'inondation par ruissellement pluvial **modéré, important ou participant aux débordements à l'aval. Les possibilités d'infiltration à la parcelle devront obligatoirement et systématiquement être vérifiées via une étude de perméabilité à l'endroit même de l'infiltration projetée. Si les résultats sont supérieurs à 20 mm/h (ou 5.5×10^{-6} m/s), l'absorption sur l'unité foncière sera obligatoire au maximum de sa capacité.** Dans le cas où l'infiltration n'est pas suffisante et si les disponibilités foncières et les contraintes techniques le permettent, des bassins de rétention adaptés ou toutes autres techniques alternatives devront être programmés et intégrés de façon optimale au projet.

C imperméabilisation ≤ à 70 % (habitat)

Infiltration obligatoire et/ou toute(s) autre(s) technique(s) alternative(s).

En dernier recours si stockage à la parcelle alors :

$V_{\text{rétention}} = 45 \text{ L/m}^2$ imperméabilisé, avec $Q_{\text{fuite}} = 3 \text{ L/s/ha}$ de projet pour une pluie trentennale.

Le réseau d'eaux pluviales mis en place pour évacuer les débits de fuite pourra être raccordé si besoin à un exutoire privé ou public, s'il existe, selon les modalités définies dans l'article 12 du présent zonage.

- **Zone Z10** (zone UD du PLU) : zone urbaine regroupant les cœurs de bourgs anciens de Saint Pierre le Potier, Thévalles et Grenoux au risque d'inondation par ruissellement pluvial **faible. Les possibilités d'infiltration à la parcelle devront obligatoirement et systématiquement être vérifiées via une étude de perméabilité à l'endroit même de l'infiltration projetée. Si les résultats sont supérieurs à 20 mm/h (ou 5.5×10^{-6} m/s), l'absorption sur l'unité foncière sera obligatoire au maximum de sa capacité.**

Si l'infiltration est impossible, le réseau d'eaux pluviales mis en place pour évacuer les débits ruisselés pourra être raccordé si besoin à un exutoire privé ou public, s'il existe, selon les modalités définies dans l'article 12 du présent zonage.

- **Zone Z11** (zone UE, UEm et UEaer du PLU) : zones mixtes destinées aux activités professionnelles, industrielles, commerciales, logistiques, artisanales, de services et de bureaux. **Les possibilités d'infiltration à la parcelle devront obligatoirement et systématiquement être vérifiées via une étude de perméabilité à l'endroit même de l'infiltration projetée. Si les résultats sont supérieurs à 20 mm/h (ou 5.5×10^{-6} m/s), l'absorption sur l'unité foncière sera obligatoire au maximum de sa capacité.** Dans le cas où l'infiltration n'est pas suffisante et si les disponibilités foncières et les contraintes techniques le permettent, des bassins de rétention adaptés ou toutes autres techniques alternatives devront être programmés et intégrés de façon optimale au projet.

C imperméabilisation ≤ à 70 % (activités).

Infiltration obligatoire et/ou toute(s) autre(s) technique(s) alternative(s).

En dernier recours si stockage à la parcelle alors :

$V_{\text{rétention}} = 35 \text{ L/m}^2$ imperméabilisé avec $Q_{\text{fuite}} = 3 \text{ L/s/ha}$ de projet pour une pluie décennale.

Le réseau d'eaux pluviales mis en place pour évacuer les débits de fuite pourra être raccordé si besoin à un exutoire privé ou public, s'il existe, selon les modalités définies dans l'article 12 du présent zonage.

- **Zone Z12** (zone STECAL Agg du PLU) : Il s'agit d'une aire de grand passage sur laquelle les possibilités de constructions sont réduites, permettant de conserver une très faible densité de bâti. Cette zone ne disposant pas d'assainissement collectif, l'infiltration sera privilégiée en cas d'urbanisation. Le rejet vers le réseau pluvial de la ville de Laval sera interdit.

C imperméabilisation ≤ à 30 % (naturel)

- **Zone Z13** (zone A du PLU) : Il s'agit de terrains à protéger en raison du potentiel agronomique, biologique ou économique des terres agricoles. Ces zones ne disposant pas d'assainissement collectif pour la plupart, l'infiltration sera privilégiée en cas d'urbanisation. Le rejet vers le réseau pluvial de la ville de Laval sera interdit.

C imperméabilisation ≤ à 40 % (naturel)



- **Zone Z14** (zone N du PLU) : Zone à protéger en raison soit de la qualité des sites des milieux naturels, des paysages et de leur intérêt, soit de l'existence d'une exploitation forestière, soit de son caractère d'espace naturel. Sur cette zone, les possibilités de nouvelles constructions sont théoriquement réduites. Cette zone ne disposant pas d'assainissement collectif, l'infiltration sur l'unité foncière sera obligatoire en cas d'urbanisation.

Cimpérméabilisation < à 10 % (naturel)

D'une manière générale, s'il s'avère que l'infiltration à la parcelle n'est pas possible et qu'aucune technique alternative ne peut être techniquement mise en place, alors le pétitionnaire devra demander une dérogation, qui fera l'objet d'une délibération du conseil municipal.

10.3.8. Article 14 – Types de rejets non admis au déversement

Ne sont pas admises dans le réseau pluvial (liste non exhaustive) :

- les eaux issues du rabattement de nappe, du détournement de nappe phréatique ou de sources souterraines, ou de vidange de châteaux d'eau comme précisé dans l'article 15 ;
- les eaux chargées issues des chantiers de construction n'ayant pas subi de prétraitement adapté ;
- toute matière solide, liquide ou gazeuse susceptible d'être la cause directe ou indirecte d'un danger pour le personnel d'exploitation des ouvrages d'évacuation et de traitement, d'une dégradation de ces ouvrages ou d'une gêne dans leur fonctionnement (rejets de produits toxiques, d'hydrocarbures, de boues, gravats, goudrons, graisses, déchets végétaux...).

Les raccordements des eaux de vidange des piscines, fontaines, bassins d'ornement et bassins d'irrigation se conformeront aux règlements d'assainissement des eaux usées et des eaux pluviales.

10.3.9. Article 15 – Eaux souterraines et eaux de vidange des châteaux d'eau

Les eaux issues du rabattement de nappe, du détournement de nappe phréatique ou de source souterraine ne sont pas admises dans les réseaux d'eaux pluviales et d'eaux usées.

Seules sont susceptibles d'être déversées dans le réseau pluvial, les eaux de rabattement de nappe lors des phases provisoires de construction, après autorisation de la ville et par convention spéciale de déversement, sous les conditions suivantes :

- les effluents rejetés n'apporteront aucune pollution bactériologique, physico-chimique et organoleptique dans les ouvrages et/ou dans le milieu récepteur ;
- les effluents rejetés ne créeront pas de dégradation aux ouvrages d'assainissement, ni de gêne dans leur fonctionnement.

Des dérogations, formalisées par des conventions spéciales de déversement, pourront être accordées pour les constructions existantes ne disposant pas d'autre alternative.

Les eaux de vidange des châteaux d'eau sont susceptibles d'être déversées dans le réseau pluvial et devront également respecter les conditions indiquées ci-dessus, après autorisation de la ville et par convention spéciale de déversement.



10.3.10. Article 16 – Conditions générales de raccordement

Le raccordement des eaux pluviales ne constitue pas un service public obligatoire. La demande de raccordement pourra être refusée si les caractéristiques du réseau récepteur ne permettent pas d'assurer le service de façon satisfaisante.

Tout propriétaire peut solliciter l'autorisation de raccorder son projet au réseau pluvial à la condition que ses installations soient conformes aux prescriptions techniques définies par le service gestionnaire.

D'une façon générale, seul l'excès de ruissellement doit être canalisé après qu'aient été mises en œuvre toutes les solutions susceptibles de favoriser l'infiltration ou le stockage et la restitution des eaux, afin d'éviter la saturation des réseaux.

Le déversement d'eaux pluviales sur la voie publique est formellement interdit dès lors qu'il existe un réseau d'eaux pluviales. En cas de non respect de cet article, le propriétaire sera mis en demeure d'effectuer les travaux nécessaires de raccordement au réseau public.

Remarque : Si des investigations de type test à la fumée révèlent des mauvais raccordements du réseau EP sur le réseau EU, alors le propriétaire du mauvais branchement sera contraint de reprendre à sa charge dans les meilleurs délais son branchement pour se rejeter au réseau d'eaux pluviales, si les capacités hydrauliques de ce dernier le permettent.

10.3.11. Article 17 – Définition d'un branchement et modalités de réalisation

Le branchement comprend :

- une partie publique située sur le domaine public, avec trois configurations principales :

- raccordement sur un réseau enterré ;
- raccordement sur un caniveau, fossé à ciel ouvert, canal ;
- rejet superficiel sur la chaussée.

- une partie privée amenant les eaux pluviales de la construction à la partie publique.

Les parties publique et privée du branchement sont réalisées aux frais du propriétaire. Les travaux sous domaine public sont réalisés exclusivement par la ville et facturés au pétitionnaire.

Lorsque la démolition ou la transformation d'une construction entraîne la création d'un nouveau branchement, les frais correspondants sont à la charge du pétitionnaire, y compris la suppression des anciens branchements devenus obsolètes.

La partie des branchements sur domaine public est exécutée après accord du service gestionnaire.

La partie publique du branchement est incorporée ultérieurement au réseau public de la ville de Laval.



10.3.12. Article 18 – Caractéristiques techniques des branchements - Partie publique

La conception des réseaux et ouvrages sera conforme aux prescriptions techniques applicables aux travaux publics et aux réseaux d'assainissement (circulaire 92-224 du ministère de l'Intérieur notamment).

Le service gestionnaire se réserve le droit d'examiner les dispositions générales du raccordement et de demander au propriétaire d'y apporter des modifications.

➤ *Cas d'un raccordement sur un réseau enterré*

Le branchement comportera :

- une canalisation de branchement ;
- un regard de visite (raccordement à un collecteur enterré) ou d'une tête de buse (raccordement à un ouvrage à ciel ouvert) ;
- dans certains cas, un regard intermédiaire de branchement.

Le branchement sera étanche et constitué de tuyaux conformes aux normes françaises.

Le regard intermédiaire de branchement ne sera créé que lorsque les caractéristiques du réseau l'exigent (linéaire de raccordement important...). Le service gestionnaire se réserve le droit de demander le déplacement de réseaux de concessionnaires en place, aux frais du pétitionnaire, pour éviter ce regard.

Les raccordements seront réalisés sur les collecteurs dans un regard ou au milieu naturel mais en aucun cas sur des regards grilles ou des avaloirs, ces derniers étant dimensionnés pour recevoir les eaux de ruissellements issues du domaine public.

➤ *Cas d'un raccordement sur un caniveau ou un fossé*

Le raccordement à un caniveau ou à un fossé à ciel ouvert sera réalisé de manière à ne pas créer de perturbation : pas de réduction de la section d'écoulement par une sortie de la canalisation de branchement proéminente, ni de dégradation ou d'affouillement des talus.

➤ *Cas d'un rejet sur la chaussée*

Les gouttières seront prolongées sous les trottoirs par des canalisations.

La sortie se fera dans le caniveau lorsque la chaussée publique en est équipée.

Un regard en pied de façade pourra être demandé par le service gestionnaire pour faciliter son entretien.

10.3.13. Article 19 – Demande de branchement – Convention de déversement

➤ *Nouveau branchement*

Tout nouveau branchement sur le domaine public communal fait l'objet d'une demande écrite auprès du service gestionnaire de la ville du Laval.

Le coût de ce nouveau branchement est à la charge exclusive du pétitionnaire.

Après instruction, le service compétent délivre une autorisation ou un arrêté de raccordement au réseau pluvial. Cette demande implique l'acceptation des dispositions du présent règlement. Elle est établie en deux exemplaires, un pour le service gestionnaire, un pour le propriétaire.

➤ *Modification ou régularisation d'un branchement existant*

Le service gestionnaire se réserve le droit de demander le dépôt d'un nouveau dossier de demande de raccordement au réseau pluvial, pour régulariser le branchement existant (cas d'un branchement borgne par exemple) ou pour compléter le dossier antérieur.



10.3.14. Article 20 – Entretien, réparation et renouvellement

La surveillance, l'entretien et les réparations des branchements accessibles et contrôlables depuis le domaine public sont à la charge du service gestionnaire. La surveillance, l'entretien, les réparations et la mise en conformité des branchements non accessibles et non contrôlables depuis le domaine public restent à la charge exclusive des propriétaires.

Pour la partie privée du branchement, chaque propriétaire assurera ses frais d'entretien, les réparations et le maintien en bon état de fonctionnement de l'ensemble des ouvrages de la partie privée du branchement jusqu'à la limite de la partie publique.

10.3.15. Article 21 – Cas des lotissements et réseaux privés communs

➤ Dispositions générales

Les lotissements et les permis groupés de la ville de Laval sont soumis au présent règlement. Les caractéristiques techniques décrites dans les articles précédents s'appliquent aux lotissements. Le réseau privé principal sera implanté dans la mesure du possible sous des parties communes (voies...) pour faciliter son entretien et ses réparations.

➤ Demande de nouveau branchement

Le pétitionnaire de l'autorisation de lotir déposera une demande de branchement générale au service gestionnaire. Le plan de masse coté des travaux comportera l'emprise totale de la voie, le profil en long du réseau jusqu'au raccordement sur collecteur public, l'ensemble des branchements sur le réseau. Les branchements sur des ouvrages privés devront être autorisés par leurs propriétaires.

De plus, le lotisseur devra rappeler les surfaces imperméabilisables maximales par lot (toitures de l'ensemble des surfaces bâties, voirie et chemin d'accès propre à chaque lot, terrasse et toutes autres surfaces imperméabilisées...).

Si le projet est amené à évoluer, alors les surfaces maximales autorisées devront faire l'objet d'une révision intégrant la superficie définitive des lots.

➤ Exécution des travaux, conformité des ouvrages

Le service gestionnaire se réserve le droit de contrôler en cours de chantier la qualité des matériaux utilisés et le mode d'exécution des réseaux privés et branchements.

L'aménageur lui communiquera obligatoirement, à sa demande, les résultats des essais de mécanique des sols relatifs aux remblais des collecteurs, des tests d'étanchéité des canalisations et des regards, ainsi que le rapport de l'inspection vidéo (rapport accompagné d'un plan et de la vidéo) permettant de vérifier l'état intérieur du collecteur et des regards.

En l'absence d'éléments fournis par l'aménageur, un contrôle d'exécution pourra être effectué par le service gestionnaire, par inspection télévisée ou par tout autre moyen adapté, aux frais des aménageurs ou des copropriétaires. Dans le cas où des désordres seraient constatés, les aménageurs ou les copropriétaires seraient tenus de mettre en conformité les ouvrages, cela à leurs charges exclusives.

Le réseau ne pourra être raccordé au réseau public et mis en service que s'il est conforme aux prescriptions du présent règlement et si les plans de récolement fournis ont été approuvés.

➤ Entretien et réparation des réseaux privés

Les branchements, ouvrages et réseaux communs à plusieurs unités foncières devront être accompagnés d'une convention ou d'un acte notarié, définissant les modalités d'entretien et de réparation de ces ouvrages. Lorsque les règles ou le cahier des charges du lotissement ne sont plus maintenus, il devra être créé une nouvelle identité (association syndicale libre...) qui définira les modalités d'entretien et de réparation future des branchements et du réseau principal. La répartition des charges d'entretien et de réparation du branchement commun à une unité foncière en copropriété sera fixée par le règlement de copropriété.



➤ Conditions d'intégration au domaine public

Les installations susceptibles d'être intégrées au domaine public devront satisfaire aux exigences suivantes :

- Intérêt général : collecteur susceptible de desservir d'autres propriétés, collecteur sur domaine privé recevant des eaux provenant du domaine public ;
- Etat général satisfaisant des canalisations et des ouvrages, un diagnostic général préalable du réseau devra être réalisé (plan de récolement, inspection vidéo...) ;
- Emprise foncière des canalisations et ouvrages suffisante pour permettre l'accès et l'entretien par camion hydrocureur, les travaux de réparation ou de remplacement du collecteur.

L'emprise foncière devra être régularisée par un acte notarié. La collectivité se réserve le droit d'accepter ou de refuser l'intégration d'un collecteur privé, des bassins de rétention et des ouvrages spéciaux au domaine public, ainsi que de demander leur mise en conformité.

10.4. Suivi des travaux et contrôle des installations

Tous les rejets issus du réseau pluvial de la ville de Laval sont de la responsabilité de la ville, tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif. A ce titre, chaque rejet privé ou public est soumis au droit de regard de la commune aussi bien lors de la réalisation des travaux, que de la conformité des installations et/ou ouvrages après exécution de ces dits travaux.

10.4.1. Article 22 – Suivi des travaux

Afin de pouvoir réaliser un véritable suivi des travaux, le service gestionnaire devra être informé par le pétitionnaire au moins **8 jours** avant la date prévisible du début des travaux. L'agent du service gestionnaire est autorisé par le propriétaire à entrer sur la propriété privée pour effectuer ce contrôle. Il pourra demander le dégagement des ouvrages qui auraient été recouverts.

10.4.2. Article 23 – Conformité et contrôle des installations

La mairie procédera, lors de la mise en service des ouvrages, à une visite de conformité dont l'objectif est de vérifier notamment :

- pour les ouvrages de rétention : le volume de stockage, le calibrage des ouvrages de régulation, les pentes du radier, le fonctionnement des pompes d'évacuation en cas de vidange non gravitaire, les dispositions de sécurité et d'accessibilité, l'état de propreté générale ;
- les dispositifs d'infiltration ;
- les conditions d'évacuation ou de raccordement au réseau.

Par ailleurs, le service gestionnaire se réserve le droit de vérifier, avant tout raccordement au réseau public, que les installations intérieures remplissent bien les conditions requises. Dans le cas où des défauts seraient constatés, le propriétaire devrait y remédier à ses frais.

En cas d'un contrôle non conforme, les frais du contrôle et la remise en état sont à la charge exclusive du pétitionnaire. Un autre contrôle sera ensuite réalisé.

10.4.3. Article 24 – Contrôle des ouvrages pluviaux

Les ouvrages de rétention doivent faire l'objet d'un suivi régulier, à la charge des propriétaires : curages et nettoyages réguliers, vérification des canalisations de raccordement, vérification du bon fonctionnement des installations (pompes, ajutages) et des conditions d'accessibilité. Une surveillance particulière sera faite pendant et après les épisodes de crues. Il en sera de même pour les autres équipements spécifiques de protection contre les inondations : clapets, portes étanches... Ces prescriptions seront explicitement mentionnées dans le cahier des charges de l'entretien des copropriétés et des établissements collectifs publics ou privés. Des visites de contrôle des bassins seront effectuées par le service gestionnaire. Les agents devront avoir accès à ces ouvrages sur simple demande auprès du propriétaire ou de l'exploitant. En cas de dysfonctionnement avéré, un rapport sera adressé au propriétaire ou à l'exploitant pour une remise en état dans les meilleurs délais.

Le service gestionnaire pourra demander au propriétaire d'assurer en urgence l'entretien et le curage de ses ouvrages.



10.4.4. Article 25 – Contrôle des infrastructures privées

Le service gestionnaire pourra être amené à effectuer tout contrôle qu'il jugera utile pour vérifier le bon fonctionnement du réseau et des ouvrages spécifiques (dispositifs de prétraitement...). L'accès à ces ouvrages devra lui être permis. En cas de dysfonctionnement avéré, le propriétaire devra remédier aux défauts constatés en faisant exécuter à ses frais les nettoyages ou réparations prescrits. Le service gestionnaire pourra demander au propriétaire d'assurer en urgence l'entretien et la réparation de ses installations privées.



11. Annexes

ANNEXE 1 : CARTES ILLUSTRANT LA REPARTITION DE LA POPULATION



ANNEXE 2 : CARTE TOPOGRAPHIQUE



ANNEXE 3 : CARTE DES SOLS HYDROMORPHES



ANNEXE 4 : CARTE DES BASSINS VERSANTS



ANNEXE 5 : CARTE DES SOUS-BASSINS VERSANTS



ANNEXE 6 : CARTE DES COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT



ANNEXE 7 : CARTE DES RESEAUX D'EAUX PLUVIALES



ANNEXE 8 : CARTE DU RESEAU STRUCTURANT



ANNEXE 9 : CARTE DE LOCALISATION DES EXUTOIRES ET DO



ANNEXE 10 : CARTE DE LOCALISATION DES BASSINS DE RETENTION



ANNEXE 11 : CARTE DES DEBITS MAXIMAUX EN SITUATION ACTUELLE



ANNEXE 12 : CARTE DES TAUX DE REMPLISSAGE EN SITUATION ACTUELLE



ANNEXE 13 : CARTE DES MISES EN CHARGE EN SITUATION ACTUELLE



ANNEXE 14 : CARTES DES DEBORDEMENTS ET DES VOLUMES DEBORDES EN SITUATION ACTUELLE



ANNEXE 15 : CARTES DES ZONES A RISQUE



ANNEXE 16 : CARTE DES DENTS CREUSES, DES ZONES AU ET DE LEURS EXUTOIRES



**ANNEXE 17 : CARTES DE SYNTHESE DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU EN SITUATION
FUTURE (DEBITS MAXIMAUX, TAUX DE REMPLISSAGE, MISES EN CHARGE,
DEBORDEMENTS ET VOLUMES DEBORGES)**



ANNEXE 18 : CARTE DES SURFACES ACTIVES DES BASSINS D'APPORT DES PRINCIPAUX EXUTOIRES



ANNEXE 19 : CARTE DES STATIONS DE MESURES DE LA QUALITE DES COURS D'EAU



ANNEXE 20 : ANALYSE DU REGLEMENT DE PLU AU REGARD DES ZONAGES D'ASSAINISSEMENT EU ET EP



ANNEXE 21 : INTEGRATION DES EAUX PLUVIALES DANS LES DOCUMENTS D'URBANISME REGLEMENTAIRE



ANNEXE 22 : DESCRIPTION ET COMPARATIF DE TECHNIQUES ALTERNATIVE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES



ANNEXE 23 : CARTE DU ZONAGE D'ASSAINISSEMENT DES EAUX PLUVIALES