



Élaboration d'un protocole pour la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagements

Salim Chettah

► To cite this version:

Salim Chettah. Élaboration d'un protocole pour la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagements. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2011. dumas-01661944

HAL Id: dumas-01661944

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01661944>

Submitted on 7 Jan 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ÉCOLE NATIONALE DU GÉNIE DE L'EAU ET
DE L'ENVIRONNEMENT DE STRASBOURG

MÉMOIRE DE PROJET DE FIN D'ÉTUDES
MASTÈRE SPÉCIALISÉ EAU POTABLE ET ASSAINISSEMENT

**ELABORATION D'UN PROTOCOLE POUR LA GESTION
DES EAUX PLUVIALES DANS LES PROJETS
D'AMÉNAGEMENTS**



Auteur : Salim CHETTAH

Tuteur d'entreprise : Jean- Pierre CALLAIS assisté de Matthieu BARTHE

Directeur d'Activité-Direction Nord –Est/Chef de projet –Direction Nord Est

Octobre 2011

REMERCIEMENTS

En préambule du présent document, Je tiens à adresser mes remerciements à l'ensemble du personnel d'Egis France pour leur accueil chaleureux et leur disponibilité durant les 6 mois, ce qui a facilité mon intégration au sein de leur structure à Lyon.

Je remercie tout particulièrement :

- M. Jean-Pierre CALLAIS Directeur d'activité - Direction Nord-Est et animateur national du métier 'Hydraulique urbaine-en charge du chantier 'Eau'
- M. Matthieu BARTHE - Chef de projet hydraulique urbaine et aménagement urbain

au sein d'Egis France pour m'avoir permis d'accéder à tous les outils et aux informations nécessaires pour diriger les travaux de l'étude.

- Mme .Françoise MARCINKOWSKI, Animatrice national du métier 'Environnement' au sein d'Egis France, pour son dynamisme et ses encouragements.
- M. Pierre OLAGNON, Directeur d'activités Centre Est, pour m'avoir accueilli dans ses locaux et mis à ma disposition les moyens logistiques, techniques et humains pour la bonne réalisation de mon stage.
- M. Karim BENSIAM, Directeur Opérationnel des Grands Projets Urbains d'Egis France pour m'avoir fourni toute la documentation et les outils nécessaires à mon travail.
- M. Régis BERLIER, Responsable Production et Synthèse, Direction des Grands Projets Urbains, pour sa disponibilité à répondre à l'ensemble de mes questions techniques.

Je tiens également à remercier les personnes qui ont souhaité être associées à mes travaux et en particulier :

- M. Didier FERRUIT, Chef de Projet, Direction Région Centre Est, pour l'aide qu'il m'a fourni sur le projet du Grand Lyon.
- M. Benjamin FRUGIER, chargé d'études, Direction des Grands Projets Urbains, pour ses conseils et ses orientations.
- M. Patrick BERTRAND, Chef de Projet Environnement, Direction Région Centre Est, pour le temps qu'il m'a accordé.

J'adresse mes remerciements à l'ensemble de mes collègues de promotion.

RESUME

Depuis le début du XIX^{ème} siècle, les réseaux d'assainissement sont traditionnellement chargés d'évacuer le plus loin possible et le plus rapidement les eaux usées. C'est la politique du « tout-à-l'égout ». Bien qu'efficaces pendant de nombreuses années, ils montrent leurs limites à l'heure actuelle du fait notamment, du développement de l'urbanisation et de l'augmentation de l'imperméabilisation des surfaces. Ainsi, de nombreuses agglomérations observent désormais une saturation de leur réseau d'assainissement d'une part, et d'autre part, une détérioration du milieu récepteur.

Consciente de ces enjeux, Egis France a entamé en 2009, une réflexion transversale et pluridisciplinaire sur la prise en compte de la gestion des eaux pluviales dans les opérations de Maîtrise d'Oeuvre des projets d'aménagement. Cette démarche concerne tous les acteurs du projet intervenant de près ou de loin (urbanistes, hydrauliciens, environnementalistes, VRDistes, paysagistes,...). Elle vise essentiellement à harmoniser les pratiques au sein de ses équipes par l'établissement d'un protocole à partir de retours d'expériences de cas concrets d'opérations de Maîtrise d'Oeuvre. Le contenu de ce protocole est une démarche globale qui décrira comment une équipe de projet ou un chargé d'étude doit mener son projet en faisant participer tous les acteurs et les faire travailler dans une harmonie et une complémentarité loin des conflits.

Ce présent guide doit être regardé comme un outil d'aide à la décision par les équipes d'Egis France, que ce soit en termes de faisabilité, de réglementation et de conception. Il devrait enfin permettre à la société de poursuivre sa démarche de « Chantier Eau » qu'elle a entamée en 2009.

ABSTRACT

Since the beginning of the 19th century, sewer systems have traditionally served us for the disposal of waste water, as far and as rapidly as possible. This is based upon an approach for a mixed foul and storm water system. Even if this was effective for a long time; this approach reached its limits, due to the increase of impermeable surfaces urban areas. The result is that many cities are experiencing of their sewer systems and degradation of receiving environment.

As a result of this situation, Egis France launched in 2009, a transversal and multidisciplinary research program on rainwater management. This research program concerns all the participants for the urban design projects (city planners, hydraulic engineers, environment engineers, landscape designers...).

The goal of this research is to harmonize all the studies within the different teams by a common operating procedure based on experience feedback. The content of this operating procedure is a global approach which describes how the project team or the project manager should lead the project in harmony with all the participants and thus avoiding any conflicts.

This guide must be used, by egis France teams, to assist decision making in terms of feasibility, regulation and conception. This guide also permits should also permit the company to continue its research started «Water Projects» started in 2009.

SOMMAIRE

LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS	8
LISTE DES FIGURES	9
LISTE DES TABLEAUX	9
INTRODUCTION	11
PARTIE I : PRESENTATION ET ENJEUX	12
1. Présentation des techniques alternatives	12
1.1. Les enjeux de la gestion des eaux pluviales	12
1.2. La définition des techniques alternatives ou compensatoires	12
1.3. Présentation des différents systèmes alternatifs de gestion des eaux pluviales	13
1.3.1. Les ouvrages aériens de gestion des eaux pluviales	13
1.3.1.1. Les noues et les fossés	13
1.3.1.2. Les bassins paysagers à ciel ouvert	14
1.3.2. Les ouvrages enterrés de gestion des eaux pluviales	14
1.3.2.1. Puits d'infiltration	14
1.3.2.2. Les tranchées	15
1.3.2.3. Les structures réservoirs	15
1.4. Le montage d'un projet de technique alternative	15
1.4.1. Planification	15
1.4.2. Conception (Maîtrise d'Oeuvre)	16
1.4.2.1. Etude amont (esquisse)	16
1.4.2.2. Etude d'avant projet et projet	16
1.4.3. Phase travaux (direction de l'exécution du contrat de travaux ou DET)	17
2. Cadre réglementaire et juridique	17
2.1. Historique	17
2.2. Réglementation relative à la gestion des eaux pluviales	17
2.3. Résumé	18
PARTIE II : ETUDES DE CAS-RETOUR D'EXPERIENCE -CAS 1 : « Création d'une voie nouvelle de desserte par le Sud du parc d'exposition d'Eurexpo »	19
1. Présentation	19
1.1. Consistance du projet	19
1.2. Objectifs et enjeux du projet	19
2. Diagnostic et préconisation : Recueil, analyse et hiérarchisation des données	20
3. Cadrage du projet - identification de la faisabilité du projet	21
3.1. Confrontation avec le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux pluviales (SAGE)	21
3.2. Confrontation avec le Guide de Préconisations des Techniques Applicables aux Rejets des Eaux Pluviales dans le département du Rhône (Doctrine de la MISE)	21
3.2.1. Critères de dimensionnement	22
3.2.2. Contraintes spécifiques pour le choix d'un système d'infiltration	22
3.3. Contrainte relative a la décharge	22
4. Choix du scénario d'aménagement et des solutions techniques	23
4.1. Dimensionnement de l'ouvrage	23
4.1.1. Evaluation du volume à stocker par la méthode des pluies	25

4.1.2. Evaluation du volume à stocker par la méthode dite « pluie simple triangle »	25
4.1.3. Evaluation du volume à stocker par la méthode dite « Rationnelle »	26
4.2. Traitement de la pollution	28
Cas 2 : Aménagement de la ZAC « Les Résidences Vertes » à PULNOY	29
1. Présentation	29
2. Diagnostic et préconisations : recueil, analyse et hiérarchisation des données	29
3. Cadrage ou faisabilité du projet	30
3.1. Confrontation avec le SDAGE RHIN-MEUSE :	30
3.2. Confrontation avec le cahier des charges pour la gestion des eaux pluviales	30
3.2.1. Contraintes de dimensionnement	31
3.2.1.1. Méthode de calcul du débit spécifique	31
3.2.2. Détermination du volume de rétention	31
3.2.3. Contrainte de pollution	32
3.2.4. Techniques de dépollution préconisées	32
4. Choix du scénario d'aménagement et des solutions techniques	33
4.1. Consistance du projet	33
4.2. Dimensionnement des ouvrages de rétention	33
4.2.1. Calcul du débit avant aménagement	33
4.2.2. Calcul du débit après aménagement	34
4.2.3. Calcul des volumes de stockage	35
4.2.3.1 Dimensionnement de l'orifice de sortie des ouvrages de stockage(noues)	36
4.3. Traitement de la pollution	36
4.4. Analyse critique des projets	37
PARTIE III : ECRITURE DU PROTOCOLE	40
Pourquoi ce protocole ?	40
1. Le diagnostic du site et les préconisations	40
1.1. Analyse du programme par l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre	40
1.2. Recueil, analyse et hiérarchisation des données	41
2. Le cadrage ou la faisabilité du projet	42
2.1. Interface gestion des eaux pluviales et paysages : intérêts et atouts ?	42
2.2. Gestion des eaux pluviales : un projet partagé	43
2.3. L'apport du paysagiste pour les techniques alternatives	45
2.4. Les critères de choix des techniques alternatives durant la phase faisabilité	46
2.5. Faisabilité des techniques d'infiltration	48
2.5.1. Quels sont les besoins en espaces des techniques d'infiltrations ?	48
2.5.2. Dans quels cas peut-on avoir besoin d'un exutoire ?	48
2.5.3. Le sol terrain est-il approprié pour l'infiltration ? comment le savoir ?	48
2.5.4. L'influence des sols hétérogènes sur le fonctionnement d'un ouvrage d'infiltration ?	49
2.5.5. Comment remédier à cette hétérogénéité ?	49
2.5.6. Quelle est l'Influence du niveau des plus hautes eaux de la nappe sur la faisabilité du système d'infiltration ?	49
2.5.7. Y a-t-il une Pente limite du site d'infiltration ?	49
2.5.8. Quels paramètres doivent être pris en compte pour évaluer le risque de pollution du milieu récepteur ?	49
2.5.9. Quelle réglementation est applicable en matière d'infiltration ?	49
3. Différents étapes de dimensionnement des systèmes de stockage et d'infiltration	50

3.1. Méthodes de dimensionnement	50
3.1.1. Détermination de la période de retour suivant le risque hydrologique	50
3.1.2. Détermination du débit de fuite.....	50
a. Cas de l'Infiltration.....	50
b. Cas rejet à débit limité au réseau	51
3.1.3. Détermination du coefficient de ruissellement (C_r) et du coefficient d'apport (C_a)	51
3.1.4. Détermination de la surface active	52
3.1.5. Méthode des pluies.....	52
3.1.5.1. Comparaison du le volume calculé (V_{max}) avec le volume réel (Volume disponible)	53
3.1.5.2. Dimensionnement des orifices	54
3.1.6. La méthode des réservoirs linéaires (pluie de projet double triangle).....	56
3.1.7. Tableau comparatif entre les deux méthodes	58
3.2. Origine et définition des principaux paramètres de pollution	58
3.2.1. Type de pollution.....	60
3.2.1.1. Pollution chronique	60
a. Effets cumulatifs.....	60
b. Les effets de choc (effet immédiat et violent)	60
3.2.1.2. Pollution accidentelle	60
3.2.1.3. Pollution saisonnière.....	61
3.3. Estimation de la pollution.....	61
3.4. Les techniques de dépollution	61
3.4.1. Décantation.....	61
3.4.2. Filtration	62
3.4.3. Phyto -Remédiation ou dépollution par les plantes	62
3.5. Efficacité des techniques alternatives.....	62
3.5.1. Noues - Fossés enherbés	62
3.5.2. Les tranchées drainantes	62
3.3.3. Les puits d'infiltration	63
3.5.4. Bassins secs et en eau.....	63
4. Place de l'outil de calcul « MENSURA » dans la démarche.....	64
4.1. Principales caractéristiques de l'outil	64
4.2. Conclusion	65
5. Approche des produits et matériaux dans la mise en œuvre des techniques alternatives	65
5.1. Définition du cahier des clauses générales (CCTG fascicule 70 titre II).....	65
5.2. Contenu du fascicule 70 titre II	66
5.3. Définition des géotextiles.....	66
5.4. Définition des géomembranes.....	67
5.5. Nature et qualité des matériaux	67
5.5.1. Matériaux poreux	67
a. Matériaux structure et de stockage de l'eau	69
b. Matériaux de surface (perméable).....	70
c. Autres matériaux.....	71
CONCLUSION	72
BIBLIOGRAPHIE.....	73
ANNEXES	76
Annexe 1 : Synthèse de l'aspect juridique et réglementaire	76
A.1. Le code civil : La servitude d'écoulement	76

A.2. La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 et la lema du 30 décembre 2006-----	76
A.3. Les outils de la planification : LE SDAGE et le SAGE -----	76
A.4. Le zonage d'assainissement-----	76
A.5. Les dispositions du code de l'environnement -----	77
A.6. La police des eaux et la MISE -----	78
a. La police de l'eau : -----	78
b. La MISE -----	78
A.7. La Directive Cadre sur l'Eau et les objectifs de qualité des eaux rejetées -----	78
A.8. Le code de l'urbanisme -----	79
A.9. Le plan de prévention des risques naturels prévisibles pour les inondations (PPRNI) -----	79
A.10. Le code de la santé publique –article L 1331-1-----	80
A.11. Le fascicule 70 titre II -----	80
A.12. La norme NF EN 752-2 de novembre 1996-----	80
A.13. Les permis de construire : article L. 421-3 du code de l'urbanisme -----	80
Annexe 2 : Plan d'implantation des sondages et caractéristiques des sondages au niveau de la zone de décharge-----	81
Annexe 3 : Choix de la période de retour selon la norme NF EN 752-2 -----	84
Annexe 4 : Grille d'analyse de la pollution établis par le Grand Lyon-----	84
Annexe 5 : Calculs par la méthode des pluies -----	86
Annexe 5 : Courbes hauteur cumulée vidangée et hauteur de pluie cumulée -----	87
Annexe 6 : Estimation du volume de stockage par les méthodes « simple triangle » et rationnelle -----	88
Annexe 7 : Etude géotechnique élaborée par le bureau d'étude FONDASOI « agence de NANCY -----	90
Annexe 8 : Calcul du débit spécifique selon la doctrine de la MISE -----	91
Annexe 9 : Découpage du bassin versant et calcul des débits décennaux après aménagement -----	92
Annexe 10 : Calcul des volumes par la méthode des pluies-----	93
Annexe 11 : Calcul des largeurs nécessaires des biefs-----	95
Annexe 12 : Calcul des diamètres des orifices-----	96
Annexe 13 : Calcul des concentrations et des volumes rejetés dans le cas d'une pollution chronique -----	96
Annexe 14 : Planning des études -----	97
Annexe 15 : Différents outils nécessaires au diagnostic -----	98
Annexe 16 : Exemple de calcul sur MENSURA-----	101
Annexe 16 : Exemple de calcul sur MENSURA-----	102
Annexe 16 : Exemple de calcul sur MENSURA-----	103

LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS

- EUROEXPO : Centre de convention et d'expositions
- ZAC : Zone d'aménagement concerté
- DLE : Dossier Loi sur l'Eau
- CCTP : Cahier des clauses techniques particulières
- MISE : Mission Inter-service de l'Eau
- SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau
- SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
- PLU : Plan Local d'Urbanisme
- LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques
- ZI mi- plaine : Zone industrielle de la mi- plaine
- Ø : Diamètre de la conduite circulaire
- CERIB : Centre d'Études et de Recherche de l'Industrie du béton
- CERTU : Centre d'études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques
- ODUC : Logiciel de dimensionnement mécanique et hydraulique des canalisations d'assainissement
- DDT : Direction départementale des territoires
- DIREN : Direction régionale de l'environnement
- MES : Matière en suspension
- T : Période de retour
- VRD : Voirie et réseaux divers
- IDF : Courbes intensité –durée –fréquence
- HDF : Courbes hauteur –durée- fréquence
- CCTG : Cahier des Clauses Techniques Générales
- SOPAQ : Schéma Organisationnel du Plan d'Assurance de la Qualité
- PAQ : Plan d'Assurance Qualité
- DEG : Dispositif d'Étanchéité par Géosynthétique
- ECO PLUIES : Programme Écotechnologies et Développement Durable (programme menée depuis 1999 au sein de l'Observatoire de Recherche en Hydrologie Urbaine, OTHU à Lyon)
- INSA : Institut National des Sciences Appliquées
- IGN : Institut Géographique National
- DDAF : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt
- SETRA : Service d'études sur les transports, les routes et les aménagements

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Ouvrages de surfaces de gestion des eaux pluviales	13
Figure 2: Photos illustrant différentes techniques alternatives.....	14
Figure 3: Ouvrages enterrés de gestion des eaux pluviales	14
Figure 4: Photos illustrant différentes techniques alternatives utilisées.....	15
Figure 5: Plan de situation	19
Figure 6 : Profil en travers +croquis élaborés par le paysagiste (Transversalité de l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre)	23
Figure 7: Plan de situation de la ZAC " Les Résidences Vertes" à PULNOY	29
Figure 8: Profils d'une noue (Guide pratique -Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)	35
Figure 9: Les divers secteurs concernés par le programme	41
Figure 10: Schéma de principe d'un bassin après aménagement.....	43
Figure 11: Photos illustrant des bassins de retenue	45
Figure 12: Photos illustrant l'intervention du paysagiste	46
Figure 13: Coupe de principe d'une tranchée avec géotextile.....	49
Figure 14: Schéma expliquant la méthode des pluies.....	53
Figure 15: Photos illustrant l'utilisation des cloisons et orifices	54
Figure 16: Régulateurs, limitateurs de débits et courbes de fonctionnement théoriques	55
Figure 17: Schéma illustrant la notion du lagtime et de pluie de projet.....	57
Figure 18: Origine de la pollution.....	59
Figure 19: Relation entre le fascicule 70 titre II et d'autres fascicules.....	66
Figure 20 : Coupe illustrant la composition d'un DEG	67
Figure 21: photos illustrant la pose d'un geosynthétique.....	67
Figure 22: Structure de chaussée (fonction mécanique et fonction de stockage).....	68

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Coefficients de Montana (Source : Grand Lyon)	23
Tableau 2 : Calcul du coefficient d'apport	24
Tableau 3: Calcul de la surface active	24
Tableau 4: Dimensions d'une tranchée (Source : Guide pratique –Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)	24
Tableau 5: Calcul du débit de fuite	25
Tableau 6: Calcul du débit spécifique	25
Tableau 7: Les entrants " Méthode pluie simple triangle" Oduc V6 "	26
Tableau 8: Résultats obtenus par la méthode "pluie simple triangle"	26
Tableau 9: Calcul de la vitesse de saturation	27
Tableau 10: Tableau comparatif entre les trois méthodes	27
Tableau 11: Illustration des dimensions de l'ouvrage par les trois méthodes.....	27
Tableau 12: Masses de polluants rejetées par an dans les eaux de ruissellements en kg /ha de surface imperméabilisée.....	32
Tableau 13: Masses de polluants (en kg) véhiculées par ha/surface imperméabilisée (pour T =6 mois à 5 ans).	32
Tableau 14: Abattements particuliers / abattement total (Source : STU, Lavoisier, 1994)	32
Tableau 15: Abattement de la pollution au bout de 24 heures de décantation en % de la pollution totale (Source : STU, LAVOISIER ,1994)	33
Tableau 16: Détermination du temps de concentration.....	34
Tableau 17: Débit de rejet avant aménagement	34
Tableau 18: Paramètres équivalents dans le cas de l'assemblage de bassins versants en série ou en parallèle	35
Tableau 19: Coefficients de passage entre le débit décennal et centennal (Source : Instruction 77)	35
Tableau 20: Calcul du volume de la zone de stockage pour T= 100 ans	35
Tableau 21: Dimensions classiques d'une noue (Source : Guide pratique des eaux pluviales sur le territoire du grand Lyon).....	36
Tableau 22: Illustration du processus d'échanges entre le paysagiste et l'hydraulicien	44
Tableau 23: Documents à produire lors de la phase faisabilité	45
Tableau 24: Critères discriminants pour appréhender la faisabilité des techniques alternative (Azzout, 1996)	47

Tableau 25: Choix des techniques alternatives durant la phase choix des scénarios en fonction des différents critères (Source : Grand Lyon)	48
Tableau 26: Grandeurs de la conductivité hydraulique dans les différents sols (Source : Musy et Soutter ,991)	48
Tableau 27 : Choix du risque hydrologique selon la norme NF EN 752-2 (Source : Guide de préconisation des techniques applicables aux rejets des eaux pluviales dans le département du Grand Lyon)	50
Tableau 28: Valeurs des coefficients de ruissellements en fonction du type de sol (Source/fiche 00 Grand Lyon)	51
Tableau 29: Résumé de la démarche de dimensionnement.....	56
Tableau 30: Comparaison des deux différentes méthodes utilisées (Source : Barraud et Alfakih, 1999)	58
Tableau 31: Variation de quelques paramètres de pollution dans les eaux de pluie (Source : Valiron 1992). ...	59
Tableau 32: Recommandations pour la faisabilité, la conception et la gestion des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain "document réalisé dans le cadre du programme maîtrise et gestion durable des ouvrages d'infiltration en 2006 »	61
Tableau 33: Rendement sur les flux annuels (Source : mémoire fin d'étude, Nicolas LUTZ, INSA de Strasbourg 2010)	62
Tableau 34: Abattement de tranchée d'infiltration (Source : mémoire fin d'étude, Nicolas LUTZ, INSA de Strasbourg 2010)	63
Tableau 35: Taux d'abattement des MES (Source : mémoire fin d'étude, Nicolas LUTZ, INSA de Strasbourg, 2010)	63
Tableau 36: Rendement épuratoire en fonction du temps de séjour (Source : mémoire fin d'étude, Nicolas LUTZ, INSA de Strasbourg, 2010).....	64
Tableau 37: Points commun avec le fascicule 70 titre 1 et les spécificités du titre	66
Tableau 38: Illustration des familles des matériaux poreux	67
Tableau 39 : Différents matériaux de structure et de stockage (Source : fascicule 70, titre II)	69
Tableau 40: Différents matériaux de surface (Source : fascicule 70, titre II)	70
Tableau 41: Autres matériaux (Source : fascicule 70, titre II)	71

INTRODUCTION

Dans le cadre de ma formation professionnelle, « Master Spécialisé en Eau Potable et Assainissement », j'ai effectué mon stage de fin d'études chez le groupe Egis France. Le travail de fin d'études a pour objet l'écriture d'un protocole pour la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement, cette écriture se fera sur la base des études de cas de différents projets en phase de Maîtrise d'Oeuvre au sein du groupe Egis France.

Le présent travail est subdivisé en trois parties, la première partie du document définit les enjeux de la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement, elle montre aussi l'évolution de l'assainissement pluvial dans le temps et l'apparition de nouvelles techniques pour gérer les eaux pluviales autrement. D'autre part, cette partie fait référence au cadre juridique et réglementaire des eaux pluviales, en exposant les différents outils d'urbanisme et d'assainissement qui réglementent la gestion des eaux pluviales qualitativement et quantitativement pour atteindre le bon état écologiques des écosystèmes.

La deuxième partie, montre à partir de retour d'expérience de deux projets d'aménagement urbain, la démarche suivie par les équipes de Maîtrise d'Oeuvre lors de conceptions de leurs projets. Il s'agit dans le premier cas d'une création d'une voie de desserte pour le centre de convention et d'exposition à Lyon (EUROEXPO) avec une gestion des eaux pluviales par infiltration. Le deuxième projet est une zone d'aménagement concerté (ZAC), les « Résidences Vertes » dans la commune de Pulnoy, près de Nancy avec un mode gestion des eaux pluviales par stockage dans des noues.

Enfin, la troisième partie s'attache à écrire le protocole ou guide en se basant sur le retour d'expérience des deux projets, l'objectif de ce guide est d'homogénéiser les pratiques au sein des équipes de Maîtrise d'Oeuvre d'Egis France, en leur donnant les outils et en les alertant sur la nécessité de pratiquer une démarche intégrée faisant participer tous les acteurs du projet. L'objectif final est de gagner les enjeux et mieux gérer les eaux pluviales au sein des projets d'aménagement.

PARTIE I : PRESENTATION ET ENJEUX

Le présent travail a principalement pour objectif l'élaboration d'un protocole à destination des équipes d'Egis France, pour une gestion transversale et pluridisciplinaire des eaux pluviales dans les projets d'aménagements, le but principal est d'homogénéiser les pratiques des différents acteurs des opérations de Maîtrise d'Oeuvre au sein de la même structure. Ce guide complètera et concrétisera les premières réflexions transversales entamées en 2009 et en 2010 qui ont été l'occasion de mettre à plat les compétences, les profils et les méthodes en cours au sein des sept anciennes sociétés régionales devenu au fil du temps Egis Aménagement puis Egis France. La recherche de l'harmonisation des pratiques au sein des équipes pour une gestion adaptée de l'eau dans le déroulé d'un projet reste le fil conducteur. 2011 est consacrée essentiellement sur les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales. Le retour d'expériences de projets concrets, est l'outil adopté en 2011 pour la poursuite de la réflexion associée à une démarche d'analyse et de critique sur les pratiques exercées au sein de cette structure.

1. PRÉSENTATION DES TECHNIQUES ALTERNATIVES

1.1. LES ENJEUX DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

Les principaux enjeux d'une bonne gestion des eaux pluviales sont :

- L'aménagement du territoire : une meilleure gestion des eaux pluviales permet une urbanisation des zones où les réseaux classiques (tout à l'égout) sont saturés ;
- L'amélioration du cadre de vie en intégrant l'eau dans le paysage urbain : ces techniques de gestion des eaux pluviales peuvent se combiner avec d'autres fonctions urbaines, tels que des aménagements d'espaces verts, d'aires de loisirs, des cheminements piétons paysagers. Elles réintroduisent l'eau dans l'espace public et participent à son aménagement ;
- La maîtrise de l'inondation : par la limitation des surfaces imperméables, ou l'utilisation de techniques compensatoires pour diminuer le risque à l'aval et les raccordements aux réseaux qui sont déjà saturés : les réseaux enterrés coûtent chers et accélèrent la montée des eaux dans les rivières : réfection de chaussée pour chaque intervention, problème de détection des fuites... ;
- La maîtrise des risques environnementaux : par la préservation de la ressource en eau (protection des nappes et des milieux récepteurs) ;
- L'Optimisation des coûts d'investissements et d'exploitation : le retour d'expériences a montré que pour un même niveau de protection, les coûts des techniques classiques sont supérieurs aux techniques dites « alternatives », le soulagement des réseaux chargés permet aussi de ne pas construire de nouvelles stations d'épurations.

1.2. LA DÉFINITION DES TECHNIQUES ALTERNATIVES OU COMPENSATOIRES

La genèse des premiers principes du réseau d'assainissement remonte aux grandes épidémies de choléra de 1032 à Paris, suivies de la deuxième épidémie en 1948. Le principe énoncé à l'époque est d'évacuer rapidement les eaux loin de la ville, ce postulat est officialisé par un vote de loi en 1894 (loi le tout à l'égout à Paris). Dans les années 1960-1970, la généralisation de l'automobile et le développement de l'habitat individuel et des grandes zones commerciales conduisent à une augmentation considérable de l'urbanisation et des surfaces imperméabilisées. Ce développement révèle les limites des réseaux et de leur structure qui ramènent les flux hydrauliques de la périphérie nouvellement urbanisée vers les centres urbains. Les débordements de réseaux sont de plus en plus importants, se développe alors un concept hydraulique, notamment préconisé par l'Instruction Technique de 1977 avec la réalisation de bassins de retenue qui visent à ralentir l'écoulement sur les surfaces urbanisées. Depuis certains événements catastrophiques marquants (notamment de type inondations), d'autres principes ont vu le jour avec un mode de gestion de l'eau dans la ville différent

du « tout à l'égout », Ces principes se placent aujourd'hui au cœur des préoccupations des élus et de tous les acteurs intervenant dans les projets d'aménagements.

Les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales sont des techniques qui s'opposent au principe le tout à l'égout, leur concept principal est de retarder le transfert de l'eau vers les exutoires, pour cela, il faut pratiquer des modes de gestion à la source, autrement dit un mode de gestion le plus proche du point de chute de la goutte d'eau sans modifier son cheminement naturel. Nombre d'experts (voir exemple CERTU, 2003 ; Wong, 2005 ; Field et al., al 2006 ; Chocat et al , 2007 ; Novotny et Brown, 2007) considèrent qu'il est aujourd'hui nécessaire de changer le paradigme et de remplacer le concept « tout à l'égout » par le concept de « la gestion des eaux urbaines », autrement dit faire passer les eaux pluviales et usées du statut de déchets à celui de ressource.

1.3. PRÉSENTATION DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES ALTERNATIFS DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

1.3.1. LES OUVRAGES AÉRIENS DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

La description de ce type d'ouvrages se résume dans le schéma ci-dessous :

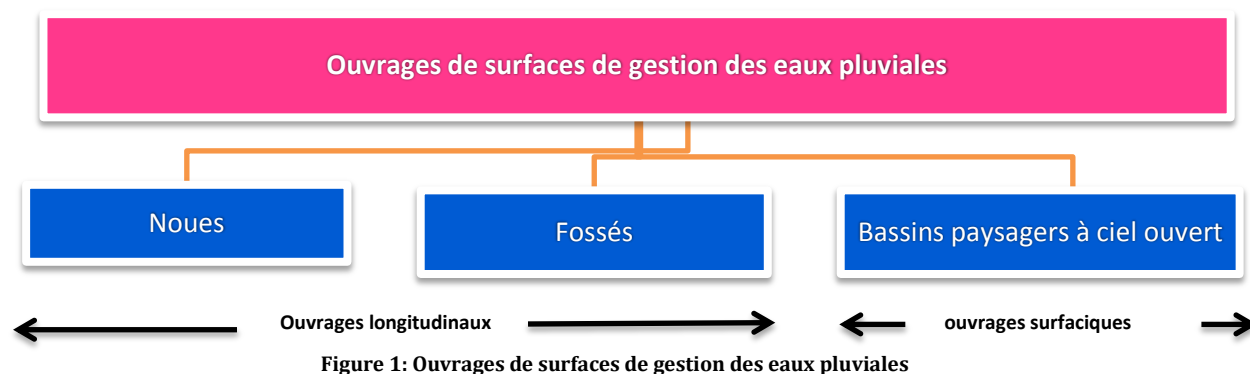


Figure 1: Ouvrages de surfaces de gestion des eaux pluviales

Ces ouvrages permettent :

- Le stockage à l'air libre des eaux de ruissellement, évitant ainsi les inondations, de piéger la pollution par décantation, de restituer un débit de fuite soit dans le réseau, soit dans le milieu récepteur ;
- De traiter les eaux pluviales (ces eaux sont polluées, chargées en métaux lourds et hydrocarbures entre autre, suite au lessivage des surfaces urbaines (chaussées...) ;
- D'évacuer les eaux pluviales, soit vers un exutoire (réseau, bassin, cours d'eau), soit par infiltration dans le sol ;
- Ils jouent un rôle paysager en s'adaptant à la nature de l'aménagement, en se combinant avec d'autres techniques, qui introduisent l'eau dans l'espace public.

1.3.1.1. LES NOUES ET LES FOSSÉS

Ce sont des ouvrages longitudinaux, très pratiques pour les surfaces imperméabilisées linéaires (chaussées, trottoirs, pistes cyclables...). Ils sont aussi des fossés très élargis, aux berges en pente très douce de section triangulaire, trapézoïdale ou autre forme qui suit les lignes de niveaux pour s'intégrer dans son environnement. La section des noues n'est pas obligatoirement identique sur toute la longueur, elle peut être évasée par endroit pour intégrer un espace vert ou rétrécissement ponctuel. Les noues recueillent les eaux de ruissellement sur des sols enherbés, donc favorables à l'abattement de la pollution.

1.3.1.2. LES BASSINS PAYSAGERS À CIEL OUVERT

Ils sont, quant à eux, des ouvrages surfaciques, de géométries variables adaptées à l'aménagement paysager et au site. Ils nécessitent des emprises foncières importantes. Les premiers (noues, fossés) sont plus ou moins larges, ont un rôle paysager et peuvent s'adapter à la géographie et à l'aménagement du site. Les seconds (bassins), d'emprise plus importante, sont soit uniquement techniques (bassins routiers, ...), soit des espaces permettant la pratique de différents usages (bassins d'agrément, espaces verts, aires de jeu...). Toutes ces techniques sont mises en œuvre dans les zones périurbaines pour des questions de disponibilité d'espace.



Fossé d'infiltration équipéant le quartier Vauban à Fribourg



Sathonay-Camp - Noue linéaire le long de la voirie

Figure 2: Photos illustrant différentes techniques alternatives

1.3.2. LES OUVRAGES ENTERRÉS DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Comme les ouvrages aériens, les ouvrages enterrés ont pour vocation la gestion des eaux pluviales. Ils stockent les eaux de ruissellement en limitant les inondations, les traitent et restituent un débit de fuite limité vers l'exutoire. Ils peuvent prendre différentes formes (ouvrages ponctuels, ouvrages longitudinaux ou ouvrages surfaciques). Ils peuvent être placés sous voirie ou espaces verts. Le schéma suivant décrit les principaux ouvrages :

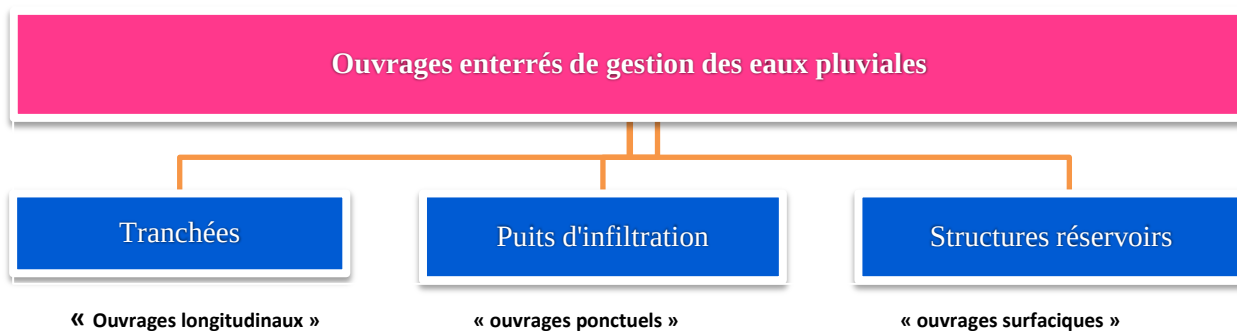


Figure 3: Ouvrages enterrés de gestion des eaux pluviales

1.3.2.1. PUIITS D'INFILTRATION

Ce sont des ouvrages plus ou moins profonds, entre 2,5 m et 5 m de profondeur, qui permettent un stockage temporaire et une évacuation directe des eaux de ruissellement vers le sol. Les eaux peuvent être collectées à l'aide de grilles avaloirs puis amenées au puits à l'aide de canalisations ou par ruissellement.

On distingue deux types de puits, à savoir les puits d'infiltration n'ayant pas de contact avec la nappe phréatique et les puits d'injection plongeant dans la nappe dans lesquels seules des eaux de ruissellement très peu polluées peuvent être infiltrées.

1.3.2.2. LES TRANCHÉES

Ce sont des ouvrages longitudinaux de faible profondeur, c'est-à-dire adaptés et adaptables aux surfaces imperméabilisées linéaires (chaussées, trottoirs, pistes cyclables...). Leur largeur est généralement comprise entre 0,50 m et 2 m. Les tranchées drainantes recueillent les eaux de ruissellement, généralement perpendiculairement à leur longueur, puis les évacuent soit par infiltration, soit vers un exutoire (réseau, puits...). Elles sont remplies de matériaux poreux tels que des graves et galets (porosité $\approx 30\%$), des matériaux alvéolaires en plastique (porosité $\approx 90\%$), des pneus de récupération (porosité $\approx 70\%$). Elles peuvent revêtir en surface divers matériaux tels que des enrobés drainants, des pavés à joints larges, des galets ou de la pelouse, selon leur usage superficiel : parkings de centres commerciaux, trottoirs le long de la voirie, pistes cyclables ou jardins. L'eau est collectée soit localement par un système classique d'avaloirs et de drains qui conduisent l'eau dans le corps de la tranchée, soit par infiltration répartie à travers un revêtement drainant en surface. On distingue ainsi, suivant la nature de l'évacuation des eaux stockées dans la tranchée :

- Les tranchées d'infiltration ou absorbantes (infiltration dans le sol des eaux recueillies) ;
- Les tranchées de rétention (restitution des eaux vers un exutoire avec un débit régulé).

1.3.2.3. LES STRUCTURES RÉSERVOIRS

Ce sont, quant à elles, des ouvrages volumiques, de géométries variables, adaptés à l'aménagement. La structure réservoir permet le stockage provisoire de l'eau sous une chaussée, un trottoir ou un espace piéton. Ces ouvrages sont adaptés à la gestion collective des eaux pluviales générées par le ruissellement de grandes surfaces imperméabilisées, que ce soit en milieu urbain dense ou périurbain. L'injection de l'eau dans la structure se fait soit par infiltration au travers d'un revêtement perméable, soit, si le revêtement est étanche, par l'intermédiaire d'un système de collecte (avaloirs-canalisation). L'eau stockée est évacuée par infiltration directe dans le sol support, ou par restitution à débit limité vers un exutoire (réseau d'assainissement ou cours d'eau).



Figure 4: Photos illustrant différentes techniques alternatives utilisées

1.4. LE MONTAGE D'UN PROJET DE TECHNIQUE ALTERNATIVE

Dans ce qui suit, nous illustrerons le montage d'un processus théorique d'un projet d'aménagement, ce dernier sera par la suite détaillé et bien étudié à partir de cas concrets qui nous serviront pour l'élaboration de notre protocole et notre démarche. Nous attirons l'attention sur le fait qu'il y a une différence de taille entre un montage type « techniques alternatives » et un montage type « assainissement classique ». D'autre part un projet de techniques alternatives peut être élaboré en même temps qu'un projet d'urbanisme (neuf ou de réhabilitation) ou bien une fois que le projet d'urbanisme est déjà construit pour réparer des problèmes d'assainissements existants. On peut distinguer cinq grandes étapes (ou phases de projets) pour chaque projet d'aménagement qui sont :

1.4.1. PLANIFICATION

La planification est souvent le résultat de négociations entre différents décideurs : services d'urbanisme, services des espaces verts et autres services de la ville, investisseurs privés, propriétaires de terrains et de bâtiments, habitants, associations de pêche, etc. C'est sans doute

l'étape la plus délicate d'un projet de techniques alternatives parce que tous les décideurs veulent faire valoir leurs arguments.

D'un côté, la concertation de tous les acteurs peut satisfaire la majorité d'entre eux et créer un meilleur projet. De l'autre, la satisfaction de tous les acteurs est souvent impossible et des compromis sont nécessaires pour l'avancement du projet. Des négociations très longues risquent de mettre en danger le projet car le facteur temps est toujours important. Dans les projets « d'assainissement classique » l'étape de planification est beaucoup plus courte puisqu'il s'agit de réseaux d'assainissements souterrains qui n'occupent pas davantage d'espace urbain. Les négociations sont donc beaucoup moins longues.

1.4.2. CONCEPTION (MAÎTRISE D'OEUVRE)

Une fois l'emplacement défini, la conception technique du projet commence. Le nombre de collaborateurs nécessaires varie selon le type de technique appliquée. L'avis des acteurs qui vont garantir l'entretien des installations est également nécessaire (service d'espaces verts, syndicat d'habitants, habitants, etc.). Là aussi, la conception d'un réseau d'assainissement est plus simple, elle dépend surtout des facteurs techniques et les avis d'un hydrologue-hydraulicien et ceux du service d'assainissement sont suffisants. De plus, la conception d'un réseau d'assainissement est une tâche beaucoup plus simple (car elle bénéficie déjà d'un vaste retour d'expérience) que la conception d'ouvrages de type technique alternative.

1.4.2.1. ETUDE AMONT (ESQUISSE)

A ce stade de l'étude, l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre veille à optimiser la gestion des eaux pluviales. Dès les premiers plans de masse, l'eau pluviale est intégrée dans l'espace vert du projet puis élargie aux autres espaces publics. La transversalité à ce niveau est plus que nécessaire pour la réussite du projet. Le choix d'une solution de gestion des eaux pluviales est présenté avec une note explicative et justificative. Une première analyse sera réalisée par le Maître d'Ouvrage et les différents services communautaires pour valider cette phase. Cette étape doit être marquée par une grande vigilance sur la collecte et la représentativité des données. La variante de gestion des eaux pluviales est définie et présentée au Maître d'Ouvrage. Elle comprendra notamment :

- Les grandes orientations des variantes envisagées ;
- Un pré-dimensionnement ;
- Une vision du mode d'entretien des ouvrages qu'ils soient dans une zone publique ou privative.

1.4.2.2. ETUDE D'AVANT PROJET ET PROJET

L'avant-projet approfondit le plan de composition (esquisse) et les différents détails afférents aux plans techniques et doit aboutir à une estimation, l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre établira :

- La note de calcul des ouvrages hydrauliques ;
- Le plan d'entretien et de gestion des espaces verts ;
- Le plan de gestion et d'entretien des ouvrages hydrauliques.

Le paysagiste précise les premiers principes de plantation des espaces verts. Pour cela il devra prendre en considération les caractéristiques du sol (rapport géotechnique). D'autre part, une importance de taille doit être donnée aux dossiers ci-dessous :

- Un dossier de déclaration ou d'autorisation « Loi sur l'eau » et prévention de la pollution est requis dès que l'emprise du projet, augmentée de la surface des bassins versants naturels interceptés, atteint 1 hectare. Ce dossier ne doit en aucun cas constituer un frein « réglementaire », mais une aide très précieuse pour la suite du projet. Nous suggérons que le dossier « Loi sur l'eau » soit déclenché dès le démarrage du projet et que transversalité entre l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre et le prestataire du dossier « Loi sur

l'Eau » se fait en même temps. L'idéal est de confier à l'équipe de conception le DLE. Il comporte impérativement 6 points, décrits à l'article R 214-32 ou R 214 -6 du code de l'environnement. La pollution est un volet très important, la conception d'ouvrages doit s'inscrire selon deux axes ; un premier axe qui vise à traiter la pollution accidentelle et un deuxième qui a pour cible de traiter la pollution chronique.

-Un cahier des clauses techniques particulières : l'élaboration d'un CCTP très précis sur le volet gestion des eaux pluviales est crucial, il doit mentionner le soin que doit apporter l'entreprise pour la mise en œuvre de telles techniques, il doit traiter des points suivants :

- Un rappel des principes de gestion des eaux pluviales ;
- La nécessité d'avoir un chantier propre qui respecte les concepts du développement durable ;
- La protection des ouvrages réalisés en prenant en considération les contraintes chantier ;
- L'intervention d'un paysagiste dans le suivi du chantier ;
- La création d'un planning prévisionnel de travaux précis y compris sur le volet de la gestion des eaux pluviales.

1.4.3. PHASE TRAVAUX (DIRECTION DE L'EXÉCUTION DU CONTRAT DE TRAVAUX OU DET)

Le choix des entreprises est très important car les techniques alternatives nécessitent un savoir-faire métier, l'équipe de suivi doit prendre en considération les éléments suivants :

- Les techniques alternatives sont très vulnérables au risque de « malfaçon » lors des travaux ;
- Les techniques alternatives sont très vulnérables aux risques d'endommagement.

2. CADRE RÉGLEMENTAIRE ET JURIDIQUE

2.1. HISTORIQUE

Les premiers textes modernes concernant le droit de l'eau remontent aux codes napoléoniens, ils visaient à cerner le régime de propriétés. Par la suite la qualité de l'eau est devenue un défi majeur pour le citoyen, d'où la naissance d'un ensemble de lois pour mieux gérer et protéger cette ressource fragile.

2.2. RÉGLEMENTATION RELATIVE À LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

Dans ce qui suit, nous allons exposer d'une manière synthétique le cadre juridique de la gestion des eaux pluviales. Une description détaillée de ces aspects règlementaires a été réalisée et jointe en annexe 1. La gestion des eaux est régie par plusieurs codes, (notamment le code civil, le code de l'urbanisme, code de la santé, code de l'environnement... etc.) et aussi dans de nombreux codes de lois et décrets non codifiés, complétés par des circulaires et des instructions, on retiendra plus particulièrement :

- La réglementation européenne (Directive Cadre Européenne sur l'eau) traduite dans les Schémas Directeurs d'Aménagements et de Gestion des Eaux qui a pour objectif le bon état des eaux souterraines et superficielles d'ici 2015 ;
- Le code de l'environnement, dont l'ancienne loi sur l'eau, applicable selon les aménagements ;
- La réglementation locale en terme d'urbanisme avec les SCOT, les PLU et la réglementation en lien avec le secteur eau tel que le règlement d'assainissement, les périmètres de protection de captages d'eau potable ;
- Les articles L 640, 641 et 681 du code civil qui légifèrent en matière de ruissellements des eaux pluviales, l'article L 640 instaure une servitude légale d'écoulement (de droit privé) des

eaux pluviales qui arrivent naturellement du fond supérieur, L 641 stipule que les eaux pluviales sont la propriété de l'occupant qui les reçoit sur son fond, L 681 établit une servitude légale d'égout des toits : « 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 » .

- Les dispositions de la Loi sur l'eau du 3 janvier 1992 imposant une planification de l'eau, avec l'élaboration de schémas directeurs (SDAGE et SAGE) ainsi que la délimitation d'un zonage d'assainissement. La police de l'eau est exercée par plusieurs services de l'État regroupés, sous l'autorité du préfet au sein des MISE (Missions Inter-services de l'Eau). Les MISE interviennent directement dans le domaine de l'eau à l'échelle locale (Département).
- Le code de l'urbanisme par l'intermédiaire des articles :

Le Plan Local d'Urbanisme, peut imposer ou préconiser des dispositions particulières, en matière de gestion des eaux pluviales. Ces dernières peuvent être imposées aux constructeurs et aménageurs en vue de favoriser l'infiltration ou le stockage temporaire des eaux pluviales. À titre indicatif le Grand Lyon intègre dans son volet règlement, des dispositions communes à l'ensemble des zones, dans la section 4/sous-section (accès voirie et réseaux)/article 4 : « Dessertes par les réseaux » :

Article 4.3 précise que le rejet des eaux de drainage des terrains dans le réseau n'est pas admis. Toutefois, il peut être autorisé ou imposé dans des secteurs particuliers, s'il contribue à la réduction des mouvements de terrain.

Article 4.4 indique que la gestion des eaux pluviales est de la responsabilité du propriétaire et que le rejet dans le milieu naturel est à privilégier. En l'absence de réseau, des dispositifs appropriés, tant sur le plan qualitatif que quantitatif, doivent être imposés afin de permettre la limitation des débits évacués et le traitement éventuel des eaux rejetées dans le milieu naturel.

Article 13.3 oblige d'insérer le volet paysager des ouvrages de gestion des eaux pluviales dans les aménagements préconisés. D'autre part la réglementation régissant la gestion des eaux pluviales est encadrée par des articles dans d'autres codes (code de la santé, code de la voirie...).

2.3. RÉSUMÉ

L'encadrement juridique de gestion des eaux pluviales relève de nombreuses dispositions législatives et réglementaires très dispersées. Cependant, la réglementation va globalement dans le sens de l'utilisation des techniques alternatives en contraignant les propriétaires immobiliers (Code Civil) et en donnant des moyens d'actions aux collectivités (Code de l'environnement, Code de l'Urbanisme, Code de la santé publique). Les collectivités, aux travers d'instruments de planification comme par exemple le SDAGE et les actions de la police de l'eau (MISE), peuvent mettre en adéquation leurs documents réglementaires d'urbanisme (PLU, carte communale, etc.) et leurs règlements d'assainissement pour mener une réelle gestion équilibrée de la ressource en eau dans l'intérêt générale recours aux techniques alternatives doivent être privilégiés dans les projets d'aménagements, en respectant les contraintes liées à la prévention des risques, et sans compromettre l'objectif de retour au bon état écologique des cours d'eau d'ici 2015. Ainsi, le contexte juridique par ses dispositions législatives et incitations financières découlant entre autres de la LEMA, a forcément remis en cause les stratégies habituelles d'assainissement et favorisera la recherche de solutions alternatives.

PARTIE II : ETUDES DE CAS-RETOUR D'EXPERIENCE -CAS 1 : « CRÉATION D'UNE VOIE NOUVELLE DE DESSERTE PAR LE SUD DU PARC D'EXPOSITION D'EUREXPO »

1. PRÉSENTATION

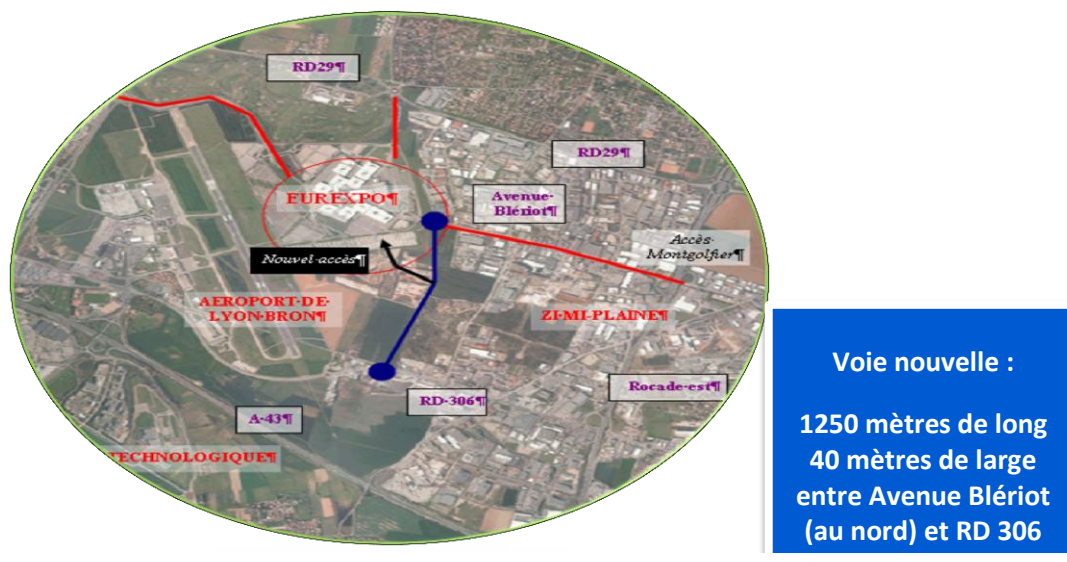


Figure 5: Plan de situation

Le projet de création d'une nouvelle voie de desserte d'EUREXPO est implanté sur la commune de Bron, entre la RD 306 et l'avenue Louis Blériot, au Sud-Est d'EUREXPO. Le projet est situé au cœur du secteur de la Porte des Alpes, un site très stratégique en termes d'image et de développement économique. Situé à l'Est, en entrée d'agglomération, il constitue un axe de développement et un point angulaire d'un ensemble de pôles économiques à savoir :

- le parc des chênes à l'Ouest de la porte des Alpes ;
- le parc technologique et EUREXPO au Sud de la porte des Alpes et ZI mi- plaine à l'Est de la porte des Alpes.

1.1. CONSISTANCE DU PROJET

Le principe d'aménagement est le suivant :

- Création d'une voie nouvelle d'une longueur de 1 250 m entre l'avenue Louis Blériot au Nord et la RD 306 au Sud (route de Grenoble) avec aménagement du carrefour avec l'avenue Louis Blériot ;
- Aménagement d'un carrefour d'accès à court terme pour EUREXPO.

1.2. OBJECTIFS ET ENJEUX DU PROJET

- Proposer un nouvel itinéraire d'accès à EUREXPO de manière à répartir différemment les flux de circulation autour du parc d'expositions ;
- Proposer un aménagement paysager de qualité ;
- Proposer une gestion des eaux pluviales par infiltration ;
- L'aménagement doit être conçu en cohérence, à court et à long terme, avec le développement du parc d'expositions d'EUREXPO et avec celui de la zone industrielle mi-plaine.

2. DIAGNOSTIC ET PRÉCONISATION : RECUEIL, ANALYSE ET HIÉRARCHISATION DES DONNÉES

Le Maître d'Ouvrage (Grand Lyon) a mis à la disposition de l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre une série de données à l'échelle du bassin versant, sous forme d'un ensemble d'études commandées auprès des bureaux d'ingénierie spécialisés, ces éléments constituent le programme du projet.

Recueil des données

- Rapport agro-pédologique (diagnostic des ressources en matériaux fertiles), bureau d'étude SOL PAYSAGE ;
- Diagnostic végétation, bureau d'étude SOL PAYSAGE ;
- Etude paysagère, bureau d'étude SOL PAYSAGE ;
- Bilan de concertation grand public, GRAND LYON ;
- Avant-projet sommaire (APS), d'aménagement et de fonctionnement entre la RD 306 et la commune de SAINT-PRIEST ;
- Rapport d'étude mission géotechnique, Bureau d'étude GROUPE J (les données du rapport sont résumées dans *l'annexe 2* ;
- Diagnostic environnemental des sols / Etude de gestion des terres, bureau d'étude TAUW France ;
- Diagnostic écologique, bureau d'étude SOBERCO ENVIRONNEMENT ;
- Levé topographique ;
- Etude de faisabilité et estimation financière, Bureau d'étude CAP VERT INGENIERIE.

Ce recueil de données et les différentes réunions (groupe de travail) avec les acteurs du projet ont permis d'établir un diagnostic global (analyse du site, diagnostic urbain, diagnostic hydraulique, ...) et de lister une série d'éléments importants ;

- Le raccordement du projet sur les deux voies existantes doit être optimisé pour ne pas aggraver les phénomènes de saturation, en tenant compte de l'extension vers l'autoroute A43 et le parc technologique ;
- La gestion des eaux pluviales doit se faire par des techniques d'infiltration, un dossier loi sur l'eau est nécessaire vu des modifications qu'apporte le projet sur l'état initial ;
- Existence d'une contrainte aéronautique liée à l'aéroport de Lyon-Bron notamment à proximité de la RD 306 (existence d'un cône d'envol, émissions radioélectriques...), en effet cette zone de protection impose des servitudes. Les règles de l'aviation civile imposent aux obstacles minces (luminaires et arbres) une hauteur minimale de 10 m en dessous du cône de protection ;
- Une contrainte environnementale, l'implantation de la voie LY12 engendrera un effet de coupure qui sera préjudiciable et nécessitera des mesures compensatoires par rapport aux espèces protégées (aménagement de zones refuges, pérennisation de la friche) ;
- Contraintes liées au passage de convois exceptionnels (notamment sur les RD 306) ;
- Contraintes d'urbanisme ;
- Création d'une voie d'accès à une plateforme de stockage des matériaux (STAL) à partir de la nouvelle voie (LY12) avec les mêmes caractéristiques du projet ;
- Intégration d'une voie pour desservir la parcelle AU3 avec des réservations pour intégrer les réseaux humides et secs pour la viabilisation de cette parcelle ;
- Le tracé du projet devra éviter le périmètre de protection de l'entreprise Brenntag ;
- Contrainte de la présence d'une ancienne zone de décharge ;
- Contrainte en termes de réseaux (existence d'un diamètre Ø 150 mm en fonte ductile, et d'un poteau d'incendie) sur l'avenue Louis Blériot. Un diamètre Ø 1800 mm d'assainissement sur la RD306 ;
- le projet doit être cohérent avec le schéma directeur d'accessibilité d'EUREXPO qui redéfinit les objectifs de développement (à court et à moyen terme).

3. CADRAGE DU PROJET - IDENTIFICATION DE LA FAISABILITÉ DU PROJET

L'objectif recherché est le recadrage de l'étude afin d'évaluer la faisabilité du projet, cette étude s'est déroulée en deux temps :

Dans un premier temps, les contraintes issues du diagnostic sont ramenées à l'échelle du projet, ce qui a permis de dégager les critères les plus importants pour conclure sur la viabilité du projet ;

- L'existence d'une zone de décharge au droit du projet, les sondages effectués sont insuffisants d'où l'obligation d'effectuer d'autres sondages afin de limiter avec précision cette zone ;
- L'analyse du schéma d'aménagement des eaux pluviales (SAGE) et des préconisations de la doctrine de la police des eaux apparaît comme un élément important pour cadrer le projet et décider de sa faisabilité ;
- D'autres éléments de cadrage qui concernent d'autres disciplines que la gestion des eaux pluviales sont également importants mais sortent du cadre de notre étude (contraintes aéronautiques, présence de quelques entreprises à proximité...).

Dans un deuxième temps, nous avons croisé ces contraintes avec les exigences d'évolution et d'extension. L'objectif est de déceler les opportunités et les objectifs qui seraient incompatibles. L'intervention concernait principalement des paysagistes, urbanistes et hydrauliciens..., qui ont travaillé sur :

- L'intégration paysagère (V vert ou corridor écologique) ;
- Le désenclavement des trois pôles (le parc technologique, EUREXPO et la ZI-mi plaine) en ouvrant le territoire à son environnement ;
- La mise en relation, physiquement et fonctionnellement des trois pôles, en créant une voie structurante de liaison, l'échelle de la Porte des alpes, le parkway ;
- La mise en cohérence des trois pôles en les dotant d'une voie principale interne en lien avec le parkway et d'un maillage secondaire de desserte.

3.1. CONFRONTATION AVEC LE SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX PLUVIALES (SAGE)

La confrontation fait ressortir les éléments suivants (éléments de cadrages) :

- Le projet est concerné par la nappe « l'aquifère fluvio-glaciaire » ;
- Cette nappe est très vulnérable à la pollution superficielle, du fait du recouvrement très faible.

Le SAGE estime aussi que des ouvrages de traitement doivent systématiquement être en capacité de rendre au milieu naturel une eau de qualité irréprochable. Le SAGE recommande aussi de se référer à la doctrine de la MISE (mission d'inter- services de l'eau) dans l'attente de l'élaboration d'un cahier de bonnes pratiques par la MISE.

3.2. CONFRONTATION AVEC LE GUIDE DE PRÉCONISATIONS DES TECHNIQUES APPLICABLES AUX REJETS DES EAUX PLUVIALES DANS LE DÉPARTEMENT DU RHÔNE (DOCTRINE DE LA MISE)

Cette confrontation avec la doctrine de la MISE vise, elle aussi, un meilleur cadrage, les éléments essentiels à prendre en compte sont :

- Le sol est perméable, le coefficient d'infiltration est de $K_{inf} = 8,7.10^{-5}$ m /s (essai in situ) ;
- La doctrine préconise de laisser une distance de deux mètres au-dessus de la ligne piézométrique de la nappe ;

- Les ouvrages d'infiltration doivent être intégrés au mieux dans l'environnement paysager ;
- Plusieurs critères de dimensionnement pour le choix du mode de gestion des eaux pluviales sont conseillés pour un bon cadrage, et qui sont :

3.2.1. CRITÈRES DE DIMENSIONNEMENT

- Si l'ouvrage d'infiltration au droit du projet, n'est pas protégé par une zone de décantation en amont, le dimensionnement se fera alors en prenant en compte les parois latérales (considération d'un éventuel colmatage) ;
- La capacité d'infiltration doit être mesurée in « situ » et devra être corrigée par un facteur de sécurité égal à $\frac{1}{2}$, l'objectif étant de limiter la pollution de la nappe ;
- Le risque hydrologique (période de retour) est fonction du niveau de protection souhaité, la MISE recommande la norme NF752-2 pour protéger les biens et personnes, voir annexe 3 ;
- Protéger le milieu récepteur, le débit de fuite maximal est de 5 à 10 l/s/ha (si un exutoire est existant) ;
- Utilisation de la méthode des pluies ou des volumes pour le dimensionnement des rétentions. Quelle que soit la protection recherchée, une période d'observation minimale de 10 ans est exigée ;
- Le débit de fuite est calculé en fonction des capacités d'infiltration du sol selon la formule suivante :

$$Q_f = \alpha \cdot K_{inf} \cdot S_{inf}$$

Avec :

Q_f : Débit de fuite en m^3/s

α : Coefficient minorateur

K_{inf} : Capacité d'absorption par unité de surface infiltrant en $m^3/s/m^2$

S_{inf} : Surface d'infiltration en m^2

3.2.2. CONTRAINTES SPÉCIFIQUES POUR LE CHOIX D'UN SYSTÈME D'INFILTRATION

- Le projet ne doit pas être situé dans une zone règlementée (champ de captage par exemple) ;
- Le sol doit être propice à l'infiltration (coefficient de perméabilité compris entre 10^{-2} m/s et 10^{-5} m/s) ;
- Un géotextile doit être prévu entre l'interface du sol adjacent et la tranchée, son rôle est de limiter la migration de fines à l'intérieur de la structure.

3.3. CONTRAINTES RELATIVES À LA DÉCHARGE

Les sondages effectués au niveau du site du projet indiquent la présence d'une zone polluée (ancienne décharge, présence de cuivre) au droit des sondages PM6 et PM7. L'infiltration des eaux de ruissellement peut avoir un impact négatif sur les eaux souterraines, le bureau d'étude géotechnique stipule que l'emprise sur le projet de voirie est d'au moins 120 m et au niveau de ce tronçon l'infiltration est à exclure (PM6-PM7). Ce constat est insuffisant, la zone polluée n'est pas bien délimitée, une étude complémentaire à ce stade du projet est plus que nécessaire pour bien préciser l'étendue de cette zone.

Recommandations

En l'absence de mesures précises, le Grand Lyon a établi une grille d'analyse qui propose des notes en fonction du risque d'apport en pollution et de la vulnérabilité du milieu récepteur. Des notes de 1 à 4 sont données en croisant le risque d'apport et la sensibilité du milieu, ces risques d'apports définissent le type de traitement préconisé, voir tableaux en annexe 4.

4. CHOIX DU SCÉNARIO D'AMÉNAGEMENT ET DES SOLUTIONS TECHNIQUES

L'ouvrage projeté est une technique alternative de type tranchées d'infiltration et noue de stockage, il est placé de part et d'autre de la chaussée. Il a pour rôle de recueillir les eaux de ruissellement issues de la chaussée en toit, de les stocker temporairement et de les infiltrer dans la nappe. Le paysagiste a proposé deux profils types à court et à long terme, un profil symétrique et un autre profil dissymétrique. Dans notre cas le profil symétrique a été retenu.

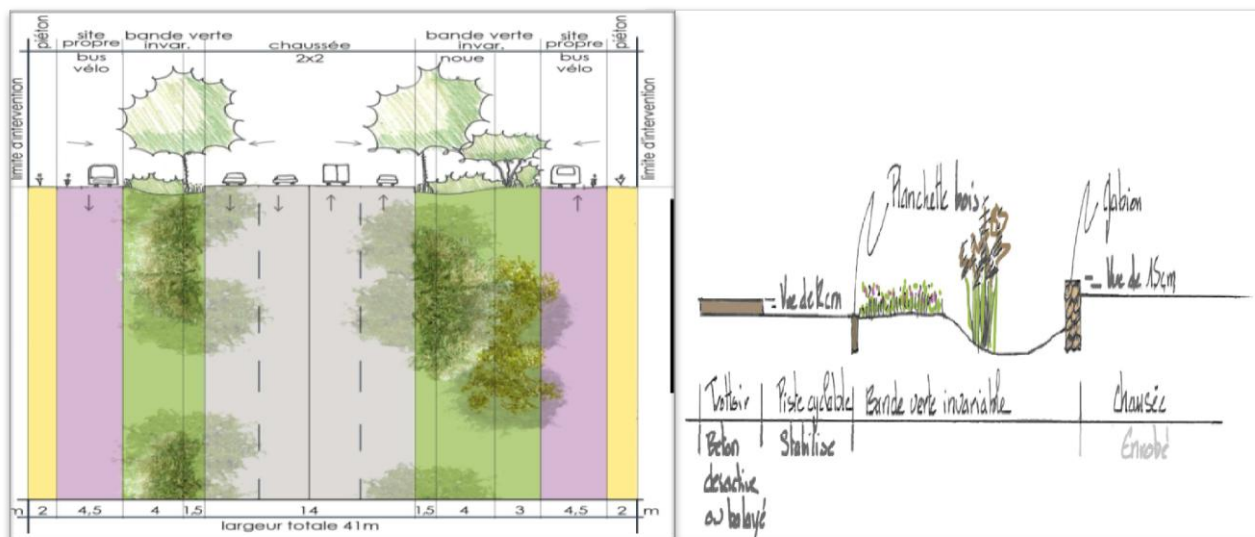


Figure 6 : Profil en travers +croquis élaborés par le paysagiste (Transversalité de l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre)

4.1. DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE

La tranchée d'infiltration est dimensionnée pour une période de retour $T=30$ ans, la méthode de calcul respecte les orientations de la doctrine de la police des Eaux. Donc pour $T=30$ ans, $a=18.251$, $b=0.765$ (Coefficients de Montana estimés à partir des données pluviométriques du Grand Lyon recueillies entre 1987 et 2007, pour des périodes de retour de 1 ans et 150 ans) et pour des pluies entre 6 et 30 mn et 30 mn à 1 jour. Un document donnant ces coefficients a été établi par L'INSA de Lyon en Août 2008(Voir tableau ci –dessous).

Selon document établi par l'insa en Août 2008

Coefficients a et b de Montana estimés à partir des données pluviométriques du Grand Lyon recueillies entre 1987 et 2007

pour des périodes de retour entre 1an et 150 ans

$I = a (At)^b$
 I en mm/mn
 At en minutes
 multiplier le résultat obtenu par 60 pour avoir I en mm/h

Période de retour	Pluie de 6 mn à 30 mn		Pluie de 30 mn à 1 jour	
	a	b	a	b
1	2.816	0.496	5.061	0.675
2	3.328	0.496	6.184	0.684
3	3.67	0.496	6.954	0.689
5	4.151	0.496	8.061	0.695
10	4.906	0.496	9.851	0.704
20	6.07	0.49	14.957	0.743
30	6.77	0.493	18.251	0.765
50	7.545	0.495	22.146	0.786
100	8.467	0.497	27	0.807
150	8.938	0.497	29.635	0.816

Tableau 1 : Coefficients de Montana (Source : Grand Lyon)

Estimation du coefficient d'apport

Le coefficient d'apport C_a : le calcul s'effectue à partir de la formule suivante :

$$C_{\text{global}} = \frac{\sum C_{\text{ri imperméabilisé}} \times S_{\text{imperméabilisée}} + \sum C_{\text{rnon imp}} \times S_{\text{végétalisée}}}{S_{\text{toale}}}$$

$$S_{\text{total}} = \sum (S_{\text{imper}} + S_{\text{végétalisée}})$$

Avec :

- C_{ri} : Coefficient de ruissellement
- S_{Totale} : Surface totale
- $S_{\text{imperméabilisée}}$: Surface imperméabilisée en enrobés
- $S_{\text{végétalisée}}$: Surface végétalisée (pelouse)
- S_i : zones homogènes de ruissellements

Le résultat de calcul est donné dans le tableau ci-dessous :

$S_{\text{imperméabilisée}}$ (enrobés) (m^2)	C_{ri} imperméabilisé	$S_{\text{végétalisée}}$ (m^2)	$C_{\text{non imp}}$	C_{global}
35 115	0 .9	14 785	0 .3	0.72

Tableau 2 : Calcul du coefficient d'apport

Détermination de la surface active :

La surface active de ruissellement (S_a en m^2) d'un aménagement complet représente le produit de la surface totale du bassin versant (S en m^2), par son coefficient d'apport (sans unité).

$$S_{\text{active}} = C_{\text{apport global}} \times S$$

S en (m^2)	C_{global}	S_a (m^2)
50.000	0 .72	36 000

Tableau 3: Calcul de la surface active

Capacité d'absorption du sol :

$$K_{\text{inf}} = 8,7.10^{-5} \text{ m /s}$$

Débit de fuite :

Le débit de fuite Q_f peut être estimé par le produit de la surface d'infiltration S_{inf} et la capacité d'absorption (d'infiltration), un éventuel colmatage peut être pris en compte en introduisant un coefficient de sécurité qui va dépendre de l'environnement de l'ouvrage et du type d'entretien.

$$Q_f = \alpha. K_{\text{inf}}. S_{\text{inf}}$$

α : Coefficient minorateur

K_{inf} : Capacité d'absorption par unité de surface infiltrante en $m^3 /s /m^2$

S_{inf} : Surface d'infiltration m^2

Pour la surface d'infiltration, l'hypothèse d'une infiltration par les parois verticales uniquement a été considérée (le fond n'est pas pris en considération, conformément aux préconisations de la MISE du Grand Lyon). La longueur de l'ouvrage étant estimée à 1 250 mètres, la zone polluée est estimée à 120 m, donc, il reste un linéaire d'infiltration à 1250-120=1130 m, la profondeur est à 0,5 m. D'après le Grand Lyon, les dimensions classiques des noues et fossés sont :

Tranchées drainantes ou infiltrantes disposées		
	Le long de la voirie	Dans les jardins privés
Profondeur	50 cm à 3 m	50 cm à 1.5 m
Largeur	0.50 m à 2 m	0.5 m à 1.5 m

Tableau 4: Dimensions d'une tranchée (Source : Guide pratique –Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)

La surface d'infiltration pour une noue est :

$$S_{inf}=1130 \times 0,5 \times 2=1130 \text{ m}^2$$

Pour les deux noues de part et d'autre de la voie, on a :

$$S_{inf} 1130 \times 2=2260 \text{ m}^2$$

Le débit de fuite pour les 2 noues sera alors :

α	$K_{inf} \text{ (m/s)}$	$S_{inf} \text{ (m}^2\text{)}$	$Q_f \text{ (m}^3 \text{ /s)}$
1/2	$8,7.10^{-5}$	2260	0.09831

Tableau 5: Calcul du débit de fuite

4.1.1. EVALUATION DU VOLUME À STOCKER PAR LA MÉTHODE DES PLUIES

Pour cela nous avons estimés dans un premier temps le débit spécifique :

$$q_s = \frac{60\,000 \times Q_f}{S_a}$$

$Q_f \text{ (m}^3 \text{ /s)}$	$S_a \text{ (m}^2\text{)}$	$q_s \text{ (mm /mn)}$
0.09831	36000	0.16385

Tableau 6: Calcul du débit spécifique

La hauteur d'eau évacuée est donnée par la formule :

$$h(t) = q_s \times t$$

Détermination de l'intensité moyenne

L'intensité moyenne de la pluie, exprimée en mm /mn est calculée selon la loi de Montana, en fonction du risque hydrologique (T) et le temps de concentration t_c , cette formule est du type

$$i(T, t) = a. t^{-b}$$

Avec :

a et b : coefficients de Montana pour une durée t (mn) et une période de retour de pluie T donnée
 $t = t_c$: en min

i : intensité moyenne de pluie en mm/mn

Les coefficients de Montana fournis par le Grand Lyon : T=30 ans, a=18.251 et b=0.765

$$V_{max} = 10 \times D_{hmax} \times S_{active}$$

D_{hmax} : Correspond à la hauteur max dans l'ouvrage

Les calculs des hauteurs de pluie et hauteurs de vidange pour différentes durées de pluie et pour une période de retour de 30 ans figurent dans l'annexe 5 :

$D_{hmax}=38.0637 \text{ mm}$, voir_aussi courbe annexe 5, $V_{max}=1371 \text{ m}^3$, le temps de vidange=279 min, le temps de remplissage=71 min.

4.1.2. EVALUATION DU VOLUME À STOCKER PAR LA MÉTHODE DITE « PLUIE SIMPLE TRIANGLE »

Nous avons estimé important de vérifier les volumes calculés par d'autres méthodes : la méthode des réservoirs linéaires en prenant un modèle de pluie dit 'pluie simple triangle' et la méthode 'rationnelle'. La modélisation s'est faite sur le logiciel ODUC version 6.1 (logiciel de dimensionnement mécanique et hydraulique des canalisations d'assainissement), réalisé par le CERIB

(Centre d'Études et de Recherches de l'industrie du béton). Les entrants pour ce logiciel figurent dans le tableau ci-dessous, l'expression de la pente moyenne I_k est la suivante :

$$I_k = \left(\frac{L}{\sum L_k} \right)^2$$

Notons que la durée de la pluie la plus intense a été prise égale à une heure, conformément aux préconisations du guide « ville et son assainissement, CERTU 2003 »

S_{totale} (ha)	C_r	C_{rmoyen}	I (mm/m)	Plus long chemin (L), m	a	b	$t_{durée\ de\ pluie\ la\ plus\ intense}$ (min)	Q_f (m ³ /s)
5	0,72	0,72	10	1130	18.25	0.76	60	0.098

Tableau 7: Les entrants " Méthode pluie simple triangle" Oduc V6 "

Résultats :

Volume total en sortie (m ³) du bassin	Débit de pointe en sortie de bassin (m ³ /s)	Volume max à stocker (m ³)	Durée de vidange (mn)
1755	0.5599	1120	308

Tableau 8: Résultats obtenus par la méthode "pluie simple triangle"

4.1.3. EVALUATION DU VOLUME À STOCKER PAR LA MÉTHODE DITE « RATIONNELLE »

De la même façon nous avons calculé le volume de stockage en utilisant la formule dite 'Rationnelle'. La durée de la pluie critique est prise égale au temps de concentration soit 60 minutes, le débit de fuite est toujours considéré constant. Le principe de calcul pour cette méthode est le suivant :

Etape 1 : Estimation du coefficient d'apport global C_a , pondéré par les surfaces.

$$C_{global} = \frac{\sum C_{ri\ impermeabilisé} \times S_{impermeabilisée} + \sum C_{rnon\ imp} \times S_{végetalisée}}{S_{toale}}$$

Etape 2 : Estimation du temps de concentration.

Etape 3 : Estimation de l'intensité critique de pluie pour T et de durée $t=t_c$

Etape 4 : Estimation des débits de pointe pour les différents temps de retour T d'après la formule rationnelle :

$$Q_{évacué} = 2.78 \times C \times I \times A$$

Avec :

$Q_{évacué}$: Débit évacué par le bassin versant (l/s)

A : Surface en (ha)

C : Coefficient de ruissellement pondéré

I : intensité de la pluie (mm/h) calculée selon la loi de Montana :

$$I = a \times t_c^{-b}$$

Estimation du temps de concentration t_c

Le temps de concentration (en minutes) retenu est selon le guide SETRA, défini de la façon suivante :

$$t_c = t_1 + t_2$$

Avec :

t_1 : temps nécessaire à l'eau de la plateforme pour atteindre l'ouvrage de recueil, dans la pratique, est pris égal à 3 minutes (source : guide de l'assainissement routier du SETRA) ;

t_2 : temps en min par l'écoulement dans l'ouvrage sur une longueur L

$$t_2 = \frac{l}{60 \times 0.85 \times V} = \frac{l}{51 \times V(\text{à saturation})} : \quad \text{Source guide technique assainissement routier SETRA}$$

l : Longueur de l'ouvrage en m

v: vitesse à saturation en m/s

$$V(\text{à saturation}) = \frac{Q_{\text{capable}}}{S_{\text{mouillé}}}$$

Le débit capable de la noue est :

$$Q_{\text{capable}} = 1000 \times K \times R_h^{\frac{2}{3}} \times \text{Pente}^{\frac{1}{2}} \times S_m$$

Avec :

Q_{capable} : Débit capable à pleine section en l/s

K : Coefficient de rugosité pris égale à

R_h : Rayon hydraulique mouillé en m

S_m : Section mouillée en m²

K (noues enherbées)	penste%	Hauteur dans la noue (m)	Largeur de la noue (m)	Débit capable l/s	Vitesse (m/s)
25	0.14	0.50	1.42	193	0.39

Tableau 9: Calcul de la vitesse de saturation

$$t_2 = 60 \text{ min}$$

Le tableau ci-dessous récapitule les différents résultats obtenus :

Caractéristiques hydrauliques	Méthode des pluies	Méthode « pluie simple triangle »	Méthode rationnelle
V_{max}	1371	1120	1420
Volume total en sortie du bassin (m ³)	-	1754.53	1755.28
Débit de pointe en sortie de bassin (m ³)/s)		0.56	0.97
Temps de vidange (mn)	280	308	302
Temps de remplissage (mn)	72	76	65

Tableau 10: Tableau comparatif entre les trois méthodes

Notons que le logiciel utilise la méthode 'pluie simple' pour calculer le volume de stockage de l'ouvrage à partir du débit de pointe obtenu par la méthode rationnelle.

Les figures en annexe 6, donnent les hyétogrammes de pluie et les hydrogrammes en sortie de bassin versant (exutoire) et en sortie de l'ouvrage de retenue avec un débit de fuite constant. Sachant que traditionnellement une tranchée à la forme d'un parallélépipède, et supposant ici que la tranchée est remplie d'une structure de porosité 0, 7, le volume de stockage maximum pour une tranchée d'infiltration étant :

$$\text{Volume de l'ouvrage} = \text{porosité} \times \text{hauteur} \times \text{longueur} \times \text{largeur}$$

Le profil de la voie étant en toit et symétrique, les ouvrages sont placés de part et d'autre de l'axe de la voie, chaque ouvrage aura à infiltré alors $V_{\text{max}}/2$

Caractéristiques hydrauliques	Méthode des pluies	Méthode « pluie simple triangle »	Méthode rationnelle
Volume de l'ouvrage (m ³)	685.5	560	710
Longueur(m)	1130	1130	1130
Profondeur(m)	0.5	0.5	0.5
Porosité	0.7	0.7	
Largeur de la tranchée	1.74	1.42	1.79

Tableau 11: Illustration des dimensions de l'ouvrage par les trois méthodes

Nous recommandons, la valeur 1.42 calculée par la méthode 'pluie simple triangle ', elle est réputée être plus précise puisqu'elle prend en compte une distribution temporelle de l'intensité pluviale à partir d'une pluie de projet triangulaire.

4.2. TRAITEMENT DE LA POLLUTION

L'analyse de la grille¹ de la pollution du Grand Lyon annexe 4 permet de dire que le risque d'apports en pollution est de type fort (routes à fort trafic), la sensibilité des milieux récepteurs et les impacts des usages sont de type (nappes sans usage immédiat). Le croisement du risque et de la sensibilité donne une note de 2, d'où un ouvrage de prétraitement obligatoire. Nous préconisons la végétalisation de la noue pour un prétraitement avant infiltration (retenir les matières en suspension) et les micropolluants. En cas de pollution accidentelle, le Maître d'Ouvrage devra dépêcher des agents pour dépolluer le site. Les mécanismes de traitement, se feront par filtration à travers le sol, le géotextile et la végétation : le passage de l'eau à travers la végétation et le sol se fait au ralenti : les polluants fixés dans l'eau ont le temps de se déposer dans le sol et les bactéries qui y vivent jouent pleinement leur rôle épurateur. La décantation des particules permettra une eau épurée à plus de 80%.

¹ Pour déterminer le traitement des eaux pluviales à mettre en œuvre, la Direction de l'Eau du Grand Lyon a établi une grille d'analyse qui propose des notes en fonction des risques d'apport en pollution et de la sensibilité du milieu récepteur. C'est une procédure utilisée en interne pour fixer les niveaux de traitement à mettre en œuvre sur les eaux pluviales, en fonction de leur origine et du milieu dans lequel elles seront déversées.

CAS 2 : AMÉNAGEMENT DE LA ZAC « LES RÉSIDENCES VERTES » À PULNOY

1. PRÉSENTATION

La commune de Pulnoy est située sur la rive droite de la Meurthe, elle est distante de sept kilomètres du centre de Nancy.

Géographiquement, elle est à une altitude de 225 mètres environ, sa population est estimée à 4 546 habitants (recensement 2008), l'opération d'aménagement de la ZAC « Résidences Vertes » recouvre pour la ville des enjeux importants liés au développement durable, ainsi qu'à la mise en valeur des éléments naturels de son territoire. La zone d'étude s'étend sur 28 hectares.

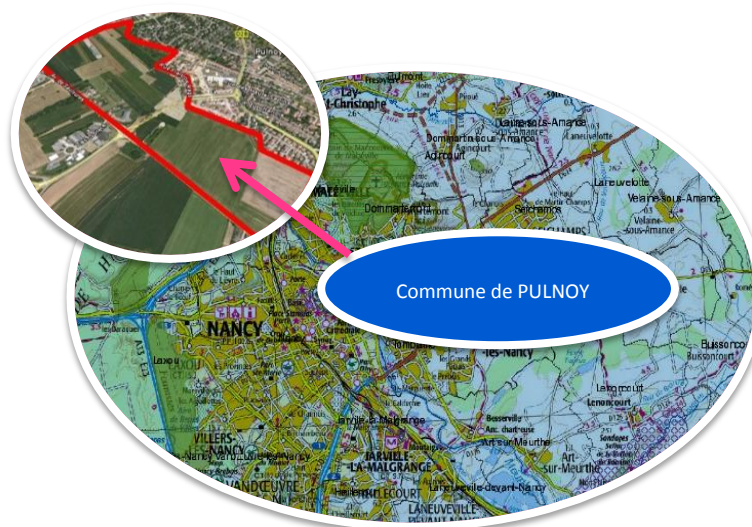


Figure 7: Plan de situation de la ZAC " Les Résidences Vertes" à PULNOY

2. DIAGNOSTIC ET PRÉCONISATIONS : RECUEIL, ANALYSE ET HIÉRARCHISATION DES DONNÉES

Les données mises à notre disposition sont :

- Un plan de masse ;
- Une note de calcul ;
- Plan d'aménagement ;
- Données Météo France donnant les coefficients de Montana pour la période 1969-2005 à la station de NANCY ESSEY ;
- Cahier des charges pour la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagements, version septembre 2006 DIREN Lorraine ;
- Etude géotechnique élaborée par le bureau d'étude FONDASOL « agence de NANCY », avec des coupes de sondages à la pelle mécanique et les résultats de perméabilité, voir annexe 7.
- Un compte rendu d'une réunion avec la Direction Départementale des Territoires de Meurthe-et-Moselle (DDT), sous le numéro N° 2 du lundi 20 juin 2011, regroupant les différents acteurs du projet à savoir :
 - Le maître d'ouvrage « CIRMAD EST », filiale Bouygues construction ;
 - Maître d'Oeuvre « Egis France » ;
 - Concessionnaires ;
 - Communauté Urbaine du Grand Nancy ;
 - Intervenants « Pertuy », Bouygues construction.

L'analyse de l'ensemble de ces données permet de faire ressortir les critères apparus comme prépondérants à l'échelle du projet, ces contraintes sont les suivantes :

- Le rejet de la ZAC doit se faire à travers un réseau communautaire $\varnothing=1000$ mm, au niveau de la rue Charles de Gaulle puis, le diamètre $\varnothing=1000$ mm se rejette à son tour dans un ruisseau «Le Grémillon » ;
- Le rejet dans le milieu récepteur «Le Grémillon » est sans autorisation (dossier loi sur l'eau), mais il se fera par le biais d'un dossier de régularisation qui permettra l'établissement d'un dossier de portée à connaissance, du fait de l'existence antérieure à 1992 du $\varnothing=1000$ mm ;
- La Communauté Urbaine du Grand Nancy précise que le milieu récepteur fait l'objet actuellement d'études en vue de la renaturation du cours d'eau et de la création d'un champ

d'expansion de crues prenant en compte le bassin versant du projet et que(les travaux sont programmés pour 2013) ;

- Les coefficients d'infiltration mettent en évidence un sol peu perméable, coefficients d'infiltrations compris entre 4.7×10^{-6} m/s et 2.2×10^{-7} m/s ;
- L'existence de deux collecteurs, un $\varnothing=1000$ mm et un $\varnothing=400$ mm à dévier sous les voiries projetées ;

Les calculs de dimensionnement devront prendre en compte les critères suivants :

- Pluie de retour 100 ans pour le dimensionnement des rétentions ;
- Rejet limité à 2.9 l/s /ha.

3. CADRAGE OU FAISABILITÉ DU PROJET

Vu l'absence de données sur les contraintes à l'échelle du bassin versant, le cadrage de l'étude (la faisabilité) tiendra uniquement compte de l'ensemble des critères déjà cités et d'une confrontation avec le cahier des charges pour la gestion des eaux pluviales de la région et le SDAGE RHIN-MEUSE.

3.1. CONFRONTATION AVEC LE SDAGE RHIN-MEUSE :

Le SDAGE Rhin -Meuse arrêté par le Préfet le 15 novembre 1996 fait référence à la préservation des eaux souterraines et du milieu aquatique associé. Ceci est mentionné dans son chapitre 4, les principales orientations sont :

- Gérer les eaux souterraines et l'écosystème associé ;
- Éviter l'infiltration des eaux pluviales provenant des zones urbaines si elles présentent des risques significatifs de contamination d'une nappe vulnérable ;
- Intégrer la gestion globale dans la conception globale des projets : « Inciter le Maître d'Ouvrage à acquérir le plus tôt possible dans la conception du projet, les connaissances qui seront nécessaires pour poursuivre la conception détaillée ultérieure » selon les principes d'une approche globale des questions relatives à l'eau ;
- De prendre en compte, les effets de rejets sur la qualité du milieu récepteur ;
- De considérer les impacts de l'imperméabilisation des sols.

3.2. CONFRONTATION AVEC LE CAHIER DES CHARGES POUR LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

Les principes de la MISE reposent sur deux grandes recommandations :

- Ne pas aggraver l'état initial du bassin versant (au niveau quantitatif) ;
- Traiter les eaux pluviales (niveau qualitatif).

3.2.1. CONTRAINTES DE DIMENSIONNEMENT

Il s'agit de déterminer le débit spécifique² rejeté dans le milieu récepteur, La règle générale retenue est de se positionner dans le premier cours d'eau qui reçoit les eaux de ruissellement. Les différents cas sont résumés dans *l'annexe 8*.

3.2.1.1. MÉTHODE DE CALCUL DU DÉBIT SPÉCIFIQUE

1^{er} cas : Si la surface du bassin est $> 100 \text{ km}^2$; La limitation du débit émis par la parcelle imperméabilisée peut être recommandée dans certains cas en fonction des contraintes locales (enjeux aval...). Dans le cas, ou les services considère souhaitable de limiter le débit de fuite :

- Si le cours d'eau est équipé de stations hydro, on pourra prendre comme référence le débit spécifique donné par la ou les stations les plus proches du point de calcul ;
- Sinon, on pourra prendre le débit spécifique d'un cours d'eau voisin qui a un bassin versant similaire et qui est équipé d'une station hydro.

2^{ème} cas : Si la surface du bassin $< 100 \text{ km}^2$, le débit de fuite sera limité.

- Si le cours d'eau est équipé d'une station hydrométrique, proche du point de calcul on prendra comme référence le débit spécifique donné en annexe 3 de la doctrine de MISE.
- Pour les petits bassins versant ($< 10 \text{ km}^2$, pour lesquels le cours d'eau n'est pas équipé de station hydro), la valeur de débit spécifique de référence pourra être calculée localement en deux étapes :

Calcul du débit décennal du bassin versant en utilisant :

- Méthode Rationnelle ;
- Méthode de CRUPEDIX ;
- Méthode intermédiaire Rationnelle –CRUPEDIX ;
- Méthode SOCOSE et SOGREAH

Puis, on calcule le débit spécifique (en l/s/ha) en divisant le débit décennal par la superficie du bassin versant

- A défaut, la valeur du débit spécifique sera fixée à 3 l/s/ha^3 .

3.2.2. DÉTERMINATION DU VOLUME DE RETENTION

Pour calculer le volume d'eau à gérer, la MISE incite à utiliser la méthode dite des pluies ou un modèle si les données sont disponibles.

² Le débit spécifique est le débit de fuite à l'exutoire par unité de surface (l/s/ha), c'est un débit qualitatif, qui doit être calculé ou limité pour ne pas déclasser l'objectif du bon état écologique.

³ La valeur 3 l/s/ha exprime le débit en litre par seconde par hectare de projet (imperméabilisé ou non), il faut donc prendre en compte la superficie globale du projet. C'est le débit régulé ne provoquant pas de déclassement du cours d'eau

3.2.3. CONTRAINTES DE POLLUTION

Le cahier des charges pour la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement réalisé à partir de la doctrine « eaux pluviales », construit en collaboration avec les services de police de l'eau de Lorraine (DDAF 54, 55,) oblige les aménageurs à traiter la pollution, sous ses deux formes (effets cumulatifs ou effets de choc). Pour les effets cumulatifs, elle reprend les valeurs de pollution du guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales (STU, LAVOISIER 1994) (voir tableau ci-dessous).

Paramètres de pollutions	Rejets pluviaux-parking-ZAC	Rejets pluviaux zone urbaine dense ZAC importante
MES	660	1000
DCO	630	820
DBO5	90	120
Hydrocarbures totaux	15	25
Métaux	1	1.3

Tableau 12: Masses de polluants rejetées par an dans les eaux de ruissellements en kg /ha de surface imperméabilisée

(Source : Résultats d'analyse provenant du document « les eaux pluviales dans les projets d'aménagements » d'octobre 2004 élaboré par le groupe de travail DDAF, DIREN, DDE, et validé au cours de la réunion du Club Eau Aquitaine Poitou-Charentes du 1^{er} juillet 2004)

Pour les effets de choc, la doctrine donne aussi un tableau constitué à partir de données bibliographiques sous forme de ratios de masse pour un événement polluant, qui permet d'estimer les apports dus aux effets de choc.

Paramètres de pollutions	Episode pluvieux de fréquence annuelle (5% à 10% de la masse annuelle)	Épisode pluvieux plus rare 2 à 5 ans
MES	65	100
DCO	40	100
DBO5	6.5	10
Hydrocarbures totaux	0.7	0.8
Métaux	0.04	0.09

Tableau 13: Masses de polluants (en kg) véhiculées par ha/surface imperméabilisée (pour T =6 mois à 5 ans)

D'autre part, elle met l'accent sur la nécessité de prévoir des dispositifs particuliers pour confiner la pollution par un isolement des biefs (vannage et fermetures d'orifices ...), ce qui facilitera le pompage de la pollution déversée.

3.2.4. TECHNIQUES DE DÉPOLLUTION PRÉCONISÉES

Ce même cahier de charge propose la technique de décantation et de séparation des matières en suspension par :

- La réduction de la vitesse d'écoulement (une augmentation de la section d'écoulement diminue la vitesse) ;
- La Diminution de la hauteur de chute des particules ;
- L'augmentation du temps de séjour dans le bassin.

Le tableau ci-dessous tiré du guide technique des bassins de retenue d'eau pluviale (STU, LAVOISIER 1994), donne les taux d'abattement pour différents polluants :

Paramètres de la pollution	DCO(%)	DBO ₅ (%)	Hydrocarbures(%)	Métaux(%)
Abattements	83 à 95	83 à 92	82 à 99	79 à 99

Tableau 14: Abattements particuliers / abattement total (Source : STU, Lavoisier, 1994)

Selon toujours le même guide, après 24 heures on observe les abattements de pollutions suivantes :

Paramètres de la pollution	MES	DCO	DB05	Hc totaux	Pb
Abattements	83 à 90 %	70 à 90 %	75 à 91%	>88%	65 à 81%

Tableau 15: Abattement de la pollution au bout de 24 heures de décantation en % de la pollution totale (Source : STU, LAVOISIER,1994)

4. CHOIX DU SCÉNARIO D'AMÉNAGEMENT ET DES SOLUTIONS TECHNIQUES

4.1. CONSISTANCE DU PROJET

Le projet consiste à gérer les eaux pluviales à la parcelle en construisant une série d'ouvrages aériens (noues divisées en biefs) reliés entre eux par des orifices circulaires. Le bassin versant total à une surface de 28 hectares. Le rejet se fera à travers un réseau communautaire de diamètre Ø=1000 mm au niveau de la rue Charles de Gaulle, puis le collecteur Ø=1000 se rejette dans le Grémillon (milieu récepteur). La période de retour retenue T=100 ans.

4.2. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE RÉTENTION

4.2.1. CALCUL DU DÉBIT AVANT AMÉNAGEMENT

Le débit est calculé avec la méthode rationnelle préconisée par la doctrine de la MISE, la période de retour T=100 ans (recommandations de la MISE).

$$Q_{\text{évacué}} = 2.778 \times C \times I \times A$$

Avec :

$Q_{\text{évacué}}$: Débit évacué par le bassin versant (l/s)

A : Surface en (ha)

C : Coefficient de ruissellement pondéré

I : intensité de la pluie (mm/h) calculée selon la loi de Montana :

$$I = a \times t_c^{-b}$$

Rappelons qu'une hypothèse de la méthode rationnelle est que la durée de la pluie est égale au temps de concentration.

a et b : Coefficients de Montana fournis par France - Météo à la station de Nancy pour T=100 ans

Temps de concentration (t_c)

Il est nécessaire dans un premier temps de déterminer le temps de concentration sur le bassin versant. Celui-ci caractérise le temps que met une particule d'eau, provenant de la partie du bassin versant la plus éloignée «hydrologiquement» de l'exutoire pour parvenir à celui-ci. Face aux nombreuses formules empiriques existantes et afin de minimaliser les incertitudes de chacune, il est décidé d'utiliser les trois suivantes et d'en choisir le temps minimal (cas le plus défavorable) :

Formule de Ventura : $t_c = 76.3 \times \frac{\sqrt{S}}{\sqrt{P}}$

Formule de Passini $t_c = 64.8 \times \frac{\sqrt[3]{L \times S}}{\sqrt{P}}$

Formule des vitesses $t_c = \sum \frac{L_j}{V_j}$ et $V = 1.4 \times P^{1/2}$

Avec :

S : surface (km²),

p : pente moyenne (%),=1.5 %

L : longueur de plus long cheminement hydraulique (Km),

L_j : Longueur d'écoulement en (m) ou la vitesse d'écoulement est V_j en m/s=1800 m

t_c : temps de concentration (min).

P : pente du bassin en m/m=0.015 m/m

Surface (km ²)	L_j (m)	Pente (%)	t_c (min) : Ventura	t_c (min) : Passini	t_c (min) : méthode des vitesses
0.28085	1800	1.5	33	42.13	17.54

Tableau 16: Détermination du temps de concentration

Le débit avant aménagement est alors :

t_c (min)	a	b	I (mm/h)	Surface (ha)	Coefficient de ruissellement	Q m ³ /s
17.54	6.381	0.504	90.37	28.085	0.2	1.41

Tableau 17: Débit de rejet avant aménagement

4.2.2. CALCUL DU DÉBIT APRÈS AMÉNAGEMENT

Les débits d'un bassin versant après aménagement sont calculés par la méthode de CAQUOT décrite dans l'instruction 1977 région 1, pour une période de retour T=10 ans et des coefficients de MONTANA a=5.9 et b=-0.59

$$Q_{\text{pointe}(10 \text{ ans})} = 1,430 \times I^{0.29} \times C^{1.20} \times A^{0.78} \text{ Pour } T=10 \text{ ans}$$

$Q_{\text{pointe}(10 \text{ ans})}$: Débit de pointe de période de retour 10 ans pour la région 1 de France

A : Surface en (ha)

C : Coefficient de ruissellement pondéré

I : pente du bassin versant (m/m)

Nota : Il était plus judicieux de calculer les débits de pointe avec les données METEO FRANCE de la station NANCY ESSEY, cependant la police des eaux à souhaiter l'utilisation de la formule préconisée dans l'INT77.

Pour un bassin versant urbanisé dont le plus long chemin est chemin hydraulique est L est constitué de tronçons successifs L_k , de pente sensiblement constante I_k , l'expression de la pente moyenne est la

suivante

$$I = \left(\frac{\sum L_k}{\sum \frac{L_k}{\sqrt{I_k}}} \right)^2$$

La formule donnant le débit de pointe est valable pour un bassin versant ayant un coefficient d'allongement

$$M = \frac{L}{A^{0.5}} \neq 2$$

Si le coefficient d'allongement du bassin versant est différent, il sera nécessaire de corriger la valeur du débit de pointe par :

$$Q_{\text{pointe}} = m \times Q_{\text{pointe}}$$

L'instruction technique de 1977 propose un abaque pour déterminer la valeur de m en fonction de celle de M. Cet abaque correspond à la formule suivante

$$m = (M/2)^u \quad \text{Et} \quad u = \frac{0.84b}{1+0.278b}$$

Notons que la valeur de M doit être supérieure à 0.8.

Les caractéristiques des bassins sont calculées selon leurs dispositions respectives par les formules ci-dessous :

Paramètres équivalents	A_{eq}	C_{eq}	I_{eq}	E_{eq}
Bassins en série	$\sum A_i$	$\frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i}$	$\left(\frac{\sum L_i}{\sum \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right)^2$	$\frac{\sum L_i}{\sqrt{\sum A_i}}$
Bassins en parallèle	$\sum A_i$	$\frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i}$	$\frac{\sum I_i \cdot Q_{pi}}{\sum Q_{pi}}$	$\frac{L(tc \max)}{\sqrt{\sum A_i}}$

Tableau 18: Paramètres équivalents dans le cas de l'assemblage de bassins versants en série ou en parallèle

Tous les calculs et le découpage de la zone d'étude figurent dans l'annexe 9.

Pour les événements extrêmes, on dispose de coefficients permettant de passer du débit décennal à un débit de période de retour supérieur :

Débâts	Q_2	Q_5	Q_{20}	Q_{30}	Q_{50}	Q_{100}
Coefficients	0.6	0.8	1.25	1.40	1.60	2

Tableau 19: Coefficients de passage entre le débit décennal et centennal (Source : Instruction 77)

Du fait de l'imperméabilisation des sols Les, débits après aménagements sont plus importants, que ceux calculés avant aménagement, le projet a donc un impact sur le bassin versant d'où la nécessité de mettre en œuvre des techniques compensatoires pour ne pas modifier l'état initial du bassin versant.

4.2.3. CALCUL DES VOLUMES DE STOCKAGE

Les calculs sont faits avec la méthode des pluies, en assimilant chaque bief du projet à un bassin de retenue et en considérant le débit spécifique constant de 2.9 l/s/ha. La période de retour $T=100$ ans et les coefficients de Montana sont donnés à la station de NANCY ESSEY, voir annexe 10. Les résultats du calcul figurent dans le tableau ci-dessous.

Sous bassin	Volume de la zone de stockage (m^3)
B_{ext}	484
B_{v5}	322
B_{v4}	650
B_{v3}	720
B_{v2}	1015
B_{v1}	478

Tableau 20: Calcul du volume de la zone de stockage pour $T=100$ ans

Le profil d'une noue peut se présenter sous différentes formes comme présenté dans le tableau ci-dessous

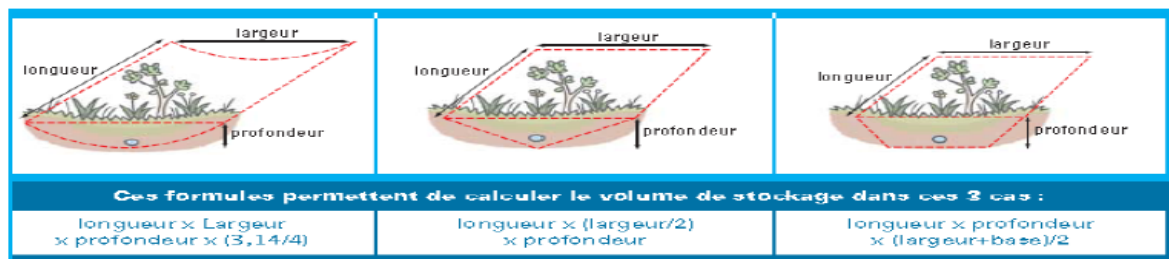


Figure 8: Profils d'une noue (Guide pratique -Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)

Noues disposées		
	Le long de la voirie	...dans les jardins privés
Profondeur	20 cm à 1 m	15 cm à 50 cm
Largeur	1 m à 5 m	0.5 m à 3 m

Tableau 21: Dimensions classiques d'une noue (Source : Guide pratique des eaux pluviales sur le territoire du grand Lyon)

Si on considère que pour chaque bief, on projette une noue dont la forme correspond au profil 1 du tableau ci-dessus, les volumes de stockage sont calculés par la formule suivante :

$$V_{\text{stockage}} = \text{Longueur} \cdot \text{Largeur} \cdot \text{Profondeur} \cdot \frac{3.14}{4}$$

La longueur de chaque bief étant connue et si on se fixe aussi des hauteurs max de 1 m, les différentes largeurs nécessaires sont calculées, annexe 11.

4.2.3.1 DIMENSIONNEMENT DE L'ORIFICE DE SORTIE DES OUVRAGES DE STOCKAGE(NUOES)

Les noues (ou biefs), seront équipées d'un orifice circulaire pour transiter le débit de fuite entre les différents tronçons. Le débit de transit (en m³/s) pour de telles structures peut être approché par la formule de la loi de Torricelli suivante :

$$Q_f = C \times S \times \sqrt{g \times h}$$

Avec :

Q_f : Débit de en m³/s

C : Coefficient dépendant de la forme de l'orifice (pour un orifice circulaire mince $m = 0,62$)

S : Section de l'orifice (en m²)

g : Accélération de la pesanteur ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

h : Charge hydraulique sur l'orifice (en m) (niveau entre l'axe de l'orifice et le niveau des plus hautes eaux)

De ce fait, dimensionner un volume de stockage avec un débit de fuite constant revient à considérer que le débit maximal alimentant l'ouvrage est effectif dès le début de l'orage. C'est pourquoi que la quantité d'eau évacuée est surestimée. Dans cette optique, plusieurs démarches peuvent être envisagées :

- Recourir à des ouvrages de régulation de débit (vanne à flotteur ou effet vortex) ;
- Majoration du volume de stockage, soit par application d'un coefficient, soit par la prise en compte d'un volume V_0 supplémentaire correspondant au début de l'orage ;
- Maintien du volume de stockage en l'état en considérant Q_f constant.

C'est cette dernière solution qui sera préférée. Considérer le débit de fuite comme constant reste une approximation qui ne doit pas impliquer de chercher des dispositifs complexes afin d'assurer la constance du débit. En outre, si le coefficient « c » a une influence sur l'évaluation de Q_f , la charge influe peu. Les diamètres calculés pour différents biefs de l'ouvrage figurent dans l'annexe 12.

4.3. TRAITEMENT DE LA POLLUTION

La pollution des eaux de ruissellement de ce projet aura pour principale origine la circulation automobile, l'usure des pneumatiques, les gaz d'échappement, les fuites d'huile et le lessivage des voiries et parkings. Les calculs des concentrations voir annexe 13 confirment l'ampleur du problème et justifient en même temps le recours aux techniques alternatives.

A. LES EFFETS CUMULATIFS

Connaissant la hauteur de pluie annuelle de la région évaluée à 800 mm et la surface imperméabilisée du projet 14.40 hectares, les concentrations rejetées sans abattement des différents polluants sont supérieures aux seuils, voir annexe 13.

B. LES EFFETS DE CHOC

Pour les effets de choc, on a considéré les hypothèses suivantes :

- Orage de 2 ans sur la zone, le débit spécifique intervenant dans le calcul (2.9 l/s/ha), équivalent à une lame d'eau de 100 mm, les calculs figurent en annexe 13.

PRÉCONISATION

Il a été établi que les techniques alternatives (études et retours d'expériences) sont une réponse très favorable pour dépolluer les eaux pluviales. Le recours à des ouvrages spécifiques de prétraitement n'a sa place que dans le cas d'un secteur à forte vulnérabilité (risque lié à l'activité). C'est pourquoi nous déconseillons le recours à des ouvrages de prétraitement étant donné les rendements très performants des techniques alternatives (noues). Il est plutôt conseillé de programmer un entretien très rigoureux de ces ouvrages. La majorité des techniques alternatives peuvent, grâce à une mise en œuvre adéquate, être actrices de cette « dépollution » en décantant les M.E.S et en filtrant l'effluent.

Le choix du noue pour traiter la pollution est justifié par le fait, que les eaux polluées ont une tendance naturelle à se déposer sur le sol selon une certaine vitesse appelée vitesse de sédimentation. L'effluent passe à travers un filtre (sable, géotextile) qui piège les particules, le retour d'expérience sur des ouvrages semblables a démontré que certaines plantes (mises en œuvre pour l'intégration paysagère de l'ouvrage) pouvaient avoir un grand pouvoir dépolluant par le phénomène de phyto-remédiation.

4.4. ANALYSE CRITIQUE DES PROJETS

L'objectif principal des études de cas est de comprendre la démarche suivie pour intégrer la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement et d'en tirer des conclusions pour l'écriture du protocole. C'est pourquoi nous avons procédé à une analyse critique et comparative du déroulement des deux projets.

Concernant « la création d'une voie nouvelle de desserte-EUREXPO- Lyon »

Les différents points d'analyse sont les suivants :

- Le retour d'expérience sur ce projet a permis d'illustrer et de tirer quelques enseignements, dont notamment la démarche menée par le Maître d'Ouvrage « Grand Lyon », et l'équipe de Maîtrise d'œuvre « d'Egis France » à Lyon ;
- En amont du projet et dans son mémoire technique, Egis France a mobilisé une équipe de Maîtrise d'Ouvre pluridisciplinaire composée essentiellement de sociétés du groupe Egis et d'Anne GARDONI, Architecte D.P.L.G Urbaniste, ce qui dénote d'un savoir-faire pour de tel projets ;
- Le planning prévoit le lancement du dossier loi sur l'eau après validation de l'avant-projet détaillé, voir annexe 14, comme nous l'avons signalé, le dossier « Loi sur l'eau », doit être déclenché dès le démarrage du projet, un tel retard peut porter préjudice à la démarche et mettre en cause les choix techniques ;
- Le mémoire technique prévoit l'intervention du paysagiste au niveau de la phase diagnostic, avec un nombre de jours travaillés (5,5 j) répartis entre Architecte Urbaniste, Architecte Paysagiste et assistant, ceci montre la bonne compréhension de la notion de transversalité de la part de l'équipe de maîtrise d'œuvre ;

- Le plan d'entretien et de gestion des espaces verts, le plan de gestion et d'entretien des ouvrages hydrauliques n'ont jamais été élaborés durant la phase avant-projet ;
- Le programme défini par le Maître de l'Ouvrage a bien recensé les objectifs de l'opération et les besoins qu'il doit satisfaire ainsi que les contraintes et exigences qui ont aidé l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre dans son travail de diagnostic et de cadrage ;
- Absence d'une compétence spécifique en termes de gestion intégrée des eaux pluviales (un hydraulicien de métier au sein de l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre) ;
- Absence de vigilance sur la représentativité des données telles que, les coefficients de Montana, l'utilisation de données réelles (pluie maximale, débits enregistrés au niveau des stations hydrométriques...) (lors de la période de diagnostic), vu l'absence de compétences spécifiques à la gestion des eaux pluviales au sein de l'équipe de Maîtrise d'œuvre ;
- Le chef de projet a joué un rôle important pour associer l'équipe paysage/chargé de l'aspect hydraulique ;
- L'équipe de Maîtrise d'Oeuvre n'a jamais songée lors des études d'utiliser un système d'information géographique(SIG), afin de faciliter la prise de décisions (élaboration des scénarios) ;
- L'équipe de Maîtrise d'Oeuvre a rencontré des difficultés, concernant les choix des modes futurs de la gestion des eaux pluviales. En effet les extensions du futur projet n'étaient pas assez définies ;
- L'enjeu de la gestion des eaux pluviales pour ce projet a été bien défini dès le démarrage des études.

Concernant : ZAC : «Les Résidences vertes, commune de PULNOY »

- Le Maître d'Ouvrage n'a jamais établi un programme. Cependant le Maître d'Ouvrage a exprimé sa volonté de concevoir le projet dans un esprit de développement durable.
- L'équipe de Maîtrise d'Oeuvre et en absence d'une série de diagnostic, devra réaliser un diagnostic global (pas spécifiquement hydraulique), pour mieux faire ressortir les contraintes prépondérantes et leur hiérarchisation, en vue d'une meilleure prise en charge de la gestion des eaux pluviales ;
- Les préconisations lors de la phase diagnostic ne touchent pas à l'ensemble des secteurs comme dans le projet d'EUREXPO ;
- Pas de trace d'une concertation de la part du Maître d'Ouvrage, mais une implication de la police des eaux, de la communauté urbaine du Grand Nancy(CUGN) ;
- La phase cadrage de l'étude (ou étude préalable), n'a pas réussi à rassembler assez d'éléments pour étudier la faisabilité du projet (Diagnostic végétal, étude paysagère globale, diagnostic environnemental...) ;
- Le choix des scénarios, en absence d'éléments pertinents, lors de la phase cadrage, s'est orienté vers le stockage par les noues uniquement, ce qui peut être une source d'erreurs dans le choix du meilleur scénario ;
- Les contraintes d'assainissement en aval sont très fortes, résultat, un dimensionnement des zones de stockage pour une période T=100 ans, ce choix du risque hydrologique a des conséquences sur le dimensionnement des ouvrages de rétention ;
- Le choix de la période de retour par la MISE, T=100 ans pour dimensionner la zone de stockage est justifié par les enjeux à l'aval, l'équipe de Maîtrise d'œuvre doit respecter le choix de son Maître d'Ouvrage ;

- Une grande disparité a été constatée entre les deux projets, les préconisations de chaque MISE sont différentes, rendant l'homogénéisation de méthodes pour l'ensemble des équipes d'Egis France, très délicate. Cependant l'esprit de la démarche est le même.
- La démarche de la gestion des eaux des eaux pluviales dans les projets d'aménagement, diffère selon que l'aménageur soit privé ou public (élaboration d'un programme de diagnostic) ;
- L'outil « GEOMENSURA⁴ », n'a jamais été utilisé durant la phase diagnostic (pour les deux projets), en effet, ce dernier offre des éléments d'analyse à ce niveau, modélisation du terrain et du bassin versant, délimitation des bassins versants, détermination des écoulements ,cheminement hydraulique le plus long et rendu 3D (paysage) ...
- Les outils réglementaire et juridique, (PPRI, Zonage d'assainissement, SCOT, PLU...), n'ont jamais été consultés durant la phase de diagnostic (pour les deux projets) ;
- La gestion des eaux pluviales dans un projet d'aménagement, ne dépend pas de la nature de l'aménageur (public pour EUROEXPO et privé pour la ZAC « Résidences Vertes »).La démarche est unique et le diagnostic en amont est essentiel pour une meilleure prise en charge des eaux pluviales.

⁴ GEOMENSURA est un éditeur de logiciel de conception et de calcul destinés aux métiers de l'infrastructure et du VRD. C'est un outil qui a pour objectif d'assurer aux clients compétitivité et gain de productivité.

PARTIE III : ECRITURE DU PROTOCOLE

POURQUOI CE PROTOCOLE ?

Ce guide s'adresse aux équipes de Maîtrise d'Oeuvre « d'Egis France », appelées à intégrer la gestion des eaux pluviales dans leurs projets d'aménagement. Il propose un protocole simple, à adapter aux besoins et aux moyens (outils) disponibles, pour accompagner l'ensemble des acteurs concernés par l'approche intégrée de la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagements.

Ce guide donne une méthodologie pour l'intégration de l'assainissement dans les projets d'aménagements, suite aux retours d'expériences sur deux projets, ZAC « Les Résidences Vertes » dans la commune de « PULNOY » et la création d'une voie nouvelle de desserte pour EUREXPO au « Grand Lyon », et sur d'autres projets lors de ma présence au sein de cette structure. Il répondra aux problématiques suivantes :

- Comment optimiser le rôle de chaque intervenant : concepteurs (urbanistes, paysagistes, VRD), hydrauliciens, VRDistes, environnementalistes..., selon une typologie de projets :
- A quels stades intervient la prise en compte du volet « Eau » ?
- A quels stades du projet interviennent les calculs hydrauliques ?
- Quels sont les risques ?
- Qui porte la responsabilité du projet vis-à-vis de la MISE ?
- Quelles méthodes de calculs, quels outils de conception préconisée et leurs conditions d'utilisation ?
- Quel lien faire avec les modules hydrauliques des outils de conception utilisés (Mensura,...) ?
- Quel argumentaire fournir sur le choix des matériels, des matériaux, des pratiques de développement durable ?
- A-t-on, peut-on valoriser des retours d'expériences (contentieux, références) ?
- Pourquoi et comment s'appuyer sur la veille juridique, technique, réglementaire dans les domaines hydrauliques ?
- Peut-on développer et promouvoir des techniques innovantes ?

Le protocole ou la démarche de projet devra comporter les étapes suivantes :

- Diagnostic et préconisation : recueil, analyse et hiérarchisation des données
- Cadrage du projet –Identification du projet
- Choix du scénario d'aménagement et des solutions techniques

1. LE DIAGNOSTIC DU SITE ET LES PRÉCONISATIONS

1.1. ANALYSE DU PROGRAMME PAR L'ÉQUIPE DE MAÎTRISE D'OEUVRE

Le programme s'étudie au niveau de l'appel d'offre. Une fois, gagnée, il est à reprendre pour en faire le contenu par le Maître d'ouvrage au moment du démarrage formel de l'opération. Le programme du Maître d'Ouvrage se définit comme étant l'ensemble des investigations, études et démarches destinées à évaluer l'opportunité puis la faisabilité du projet, à déterminer l'ensemble des contraintes et des exigences des projets et a spécifié correctement le besoin afin de satisfaire l'utilisateur final. L'équipe de projet chargée de rédiger le mémoire technique est appelée à bien comprendre et à maîtriser le contenu de ce programme, elle devra analyser et décortiquer les éléments suivants :

- S'assurer en premier lieu de la volonté du Maître d'Ouvrage d'intégrer la gestion des eaux pluviales dès la genèse du projet, en effet une volonté mal exprimée aura des conséquences sur les grandes orientations du plan de masse ;
- Cerner les objectifs et les enjeux du projet ;
- Être très vigilant sur l'ensemble des investigations et études menées par le Maître d'Ouvrage, ces dernières conditionnent la faisabilité du projet et définissent le mode privilégié pour gérer les eaux pluviales ;
- Analyser les contraintes formulées qui sont des éléments prépondérants pour la suite du projet.

Une mauvaise compréhension du programme par le chef de projet aura un impact sur l'estimation du coût de l'opération et une mauvaise prise en charge du mode de gestion des eaux pluviales dans son projet. D'où un choix non cohérent de l'équipe pluridisciplinaire, (ne pas intégrer une équipe de paysagistes par exemple dans le mémoire technique...). Les illustrations qui suivent montrent les différents secteurs d'un programme bien menés, le programme doit toucher l'ensemble des disciplines qui sont en relation directe avec le projet.



Figure 9: Les divers secteurs concernés par le programme

1.2. RECUEIL, ANALYSE ET HIÉRARCHISATION DES DONNÉES

Cette phase du diagnostic concerne les différentes réunions que le Maître d'Ouvrage organise en regroupant les différents acteurs du projet pour mettre en commun toutes les données recueillies. Le Maître d'Ouvrage présent doit veiller à être l'acteur majeur, représentant les différents métiers de la société et l'animateur principal de ces réunions.

Le chef de projet et son équipe ne devront en aucun cas se limiter à l'ensemble des données et investigations contenues dans le programme fourni par la Maîtrise d'Ouvrage. Ils devront élargir le champ de collecte à l'ensemble du bassin versant. La connaissance détaillée du site et de son bassin versant est un préalable indispensable pour la réussite d'une meilleure intégration de la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement, dans ce qui suit nous listons une série de diagnostics, censés être présents dans le programme d'un Maître d'Ouvrage ou que le Maître d'Ouvrage devrait demander auprès du Maître d'Ouvrage, pour bien cerner toutes les contraintes.

-Une analyse du site

Qui comprend essentiellement une évaluation de vulnérabilité par rapport aux inondations du site, au milieu récepteur sujet des rejets urbains, tout en recensant aussi les critères liés à l'activité humaine (urbanisation, utilisation de l'eau).

-Un Diagnostic urbain

Ici, il s'agit de comprendre les rapports qu'entretiennent la population et les services gestionnaires avec l'eau de la ville.

-Un Diagnostic du système d'assainissement existant

Vérifier si le réseau d'assainissement est sujet à des problèmes de saturation, de surcharges et de submersions, et quelles sont les propositions pour y remédier. D'autres éléments sont aussi importants les uns que les autres et doivent être consultés et sont dans la plupart des cas des outils réglementaires régissant la gestion des eaux pluviales. Nous les avons regroupés dans un tableau voir annexe 15. Ces données sont analysées par chaque acteur du projet, chacun dans son domaine de spécialisation, une série de préconisations par ordre de priorité est annoncée (c'est la hiérarchisation des priorités), elles permettraient d'aborder la prochaine phase avec une panoplie de recommandations pour bien cadrer le projet. D'autre part, mieux on connaît en détail les caractéristiques du site, moins l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre risque de commettre des erreurs. En effet la connaissance détaillée du site à l'échelle du bassin versant est un préalable de taille, le chef de projet ou son chargé d'études doivent maîtriser et comprendre les phénomènes qui vont apparaître en modifiant le bassin versant par l'urbanisation. Ce diagnostic permettra sans doute, la désignation d'un ou de plusieurs points de rejets, le chef de projet est appelé à sensibiliser le Maître d'Ouvrage sur la nécessité de l'établissement d'une convention de rejet avec le propriétaire ou le concessionnaire. Cette convention évitera sans doute les conflits de gestion des eaux pluviales.

2. LE CADRAGE OU LA FAISABILITÉ DU PROJET

La démarche doit être la même en cas de conception et d'aménagement paysager, l'urbaniste étant remplacé par le paysagiste. Le cadrage de l'étude ou, autrement, dit l'étude de faisabilité du projet doit être mené en optimisant la gestion des eaux pluviales et en tenant en compte de la transversalité entre les concepteurs (urbanistes/ paysagiste) et l'ingénieur hydraulicien.

Le concepteur doit prendre en charge le «paysage» dans sa globalité, concilier la dimension sensible et esthétique avec la résolution fiable des problèmes techniques, grâce à une méthode de travail en équipe qui permet d'intégrer dès la conception les données techniques et environnementales. C'est aussi souvent le paysagiste qui maîtrise aussi le mieux la gestion des opérations en lien avec l'espace vert (fréquence des tontes ,exportation ou pas de la matière organique ,traitements ,etc. Il peut être force de proposition voire de motivation pour une solution –non tuyaux.

L'objectif est de fournir des réponses innovantes et pertinentes aux contraintes du site et du programme. L'équipe de Maîtrise d'Oeuvre doit impérativement savoir, par le biais de son chef de projet, que l'insertion dans le paysage d'ouvrages de gestion des eaux pluviales est un élément d'un projet techniquement et qualitativement abouti .Pour réussir cette adéquation paysage /gestion des eaux pluviales, il a pour rôle majeur d'associer tous les acteurs du projet, quelle que soit la nature du projet : hydrauliciens, paysagistes, projeteurs, Maître d'Ouvrage, etc., de cette dynamique découlera la qualité finale de l'ouvrage. Des retours d'expériences montrent de plus en plus l'intérêt des démarches paysagères intégrées permettant de travailler la relation entre le projet et le territoire.

2.1. INTERFACE GESTION DES EAUX PLUVIALES ET PAYSAGES : INTÉRÊTS ET ATOUTS ?

Le travail d'insertion dans le paysage de la gestion des eaux pluviales est souvent mis de côté, pour des raisons qui n'ont pas de justification mais plutôt des aprioris :

- Solutions coûteuses ;
- Difficultés de conception ;
- Entretien très lourd.

Cette démarche aboutit souvent à des projets bien conçus techniquement, mais difficiles à entretenir ou mal intégrés dans le paysage, l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre doit impérativement prendre en considération le triptyque : performance de l'ouvrage/ intégration paysagère /rationalisation des

Opérations d'entretien, l'équipe de projet doit travailler conjointement entre toutes les disciplines, dès cette phase de faisabilité afin d'intégrer les contraintes de chacun.

Le projet d'aménagement vu par le paysagiste consiste à intégrer les différentes composantes et contraintes du site afin d'intégrer le projet dans son territoire. Le raisonnement à l'échelle du bassin versant permet de répondre à des problèmes techniques par le développement d'une stratégie globale dans laquelle s'inscrit la gestion des eaux pluviales, et de ne pas répondre aux difficultés techniques par des solutions uniquement techniques. Cette prise en compte du paysage ne devrait pas constituer un surcoût pour le chef de projet qui veut rentabiliser son opération, mais plutôt vue comme une source de gain et d'économie à long terme. En effet le projet d'aménagement paysager permet de s'approprier au mieux les différents éléments permettant de faciliter les opérations de surveillance, d'entretien et d'exploitation.

2.2. GESTION DES EAUX PLUVIALES : UN PROJET PARTAGÉ

L'équipe de Maîtrise d'Oeuvre doit travailler dans un esprit collectif entre les différentes disciplines, pour chaque phase de déroulement des études. Le chef de projet doit identifier les « moments clés » de concertation et d'échanges entre les différents intervenants, il a un rôle essentiel, d'une part pour créer des échanges, et d'autre part pour permettre l'intégration des différents enjeux. Les interfaces entre les deux thématiques, paysage et gestion des eaux pluviales peuvent se décliner de différentes manières en fonction de la nature du projet d'aménagement et des enjeux considérés. Dans le tableau n°22, nous schématisons les mécanismes ainsi que les moments clés d'échanges entre les intervenants de l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre. la figure ci –dessous montre un ouvrage de gestion des eaux pluviales avec une intégration paysagère bien travaillée par l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre.

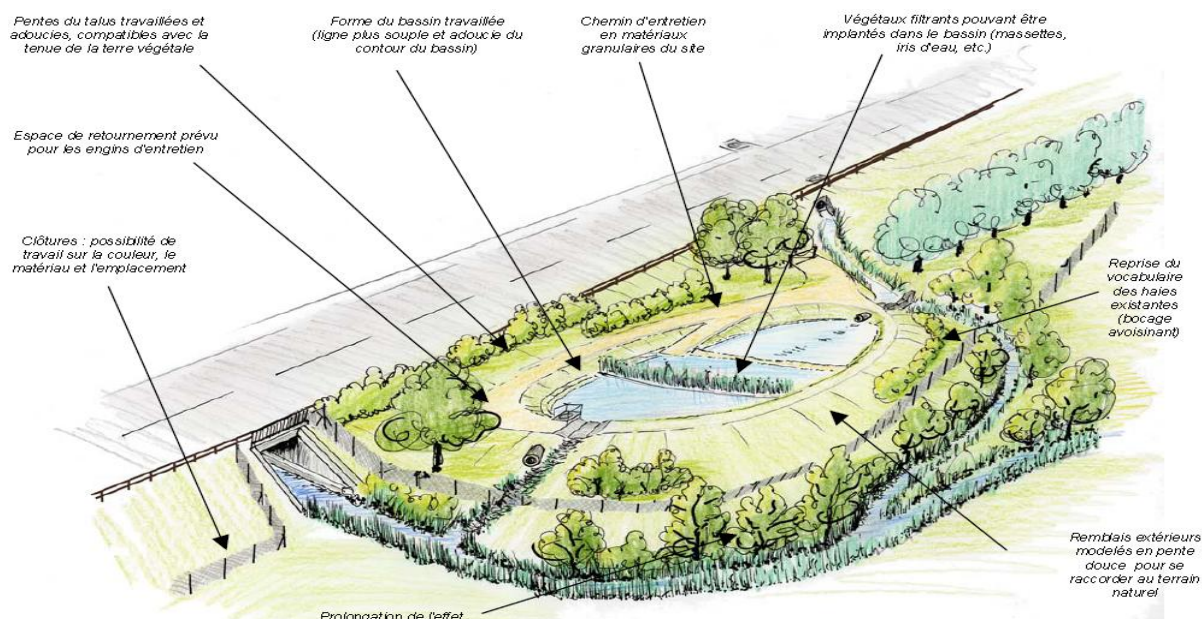


Figure 10: Schéma de principe d'un bassin après aménagement

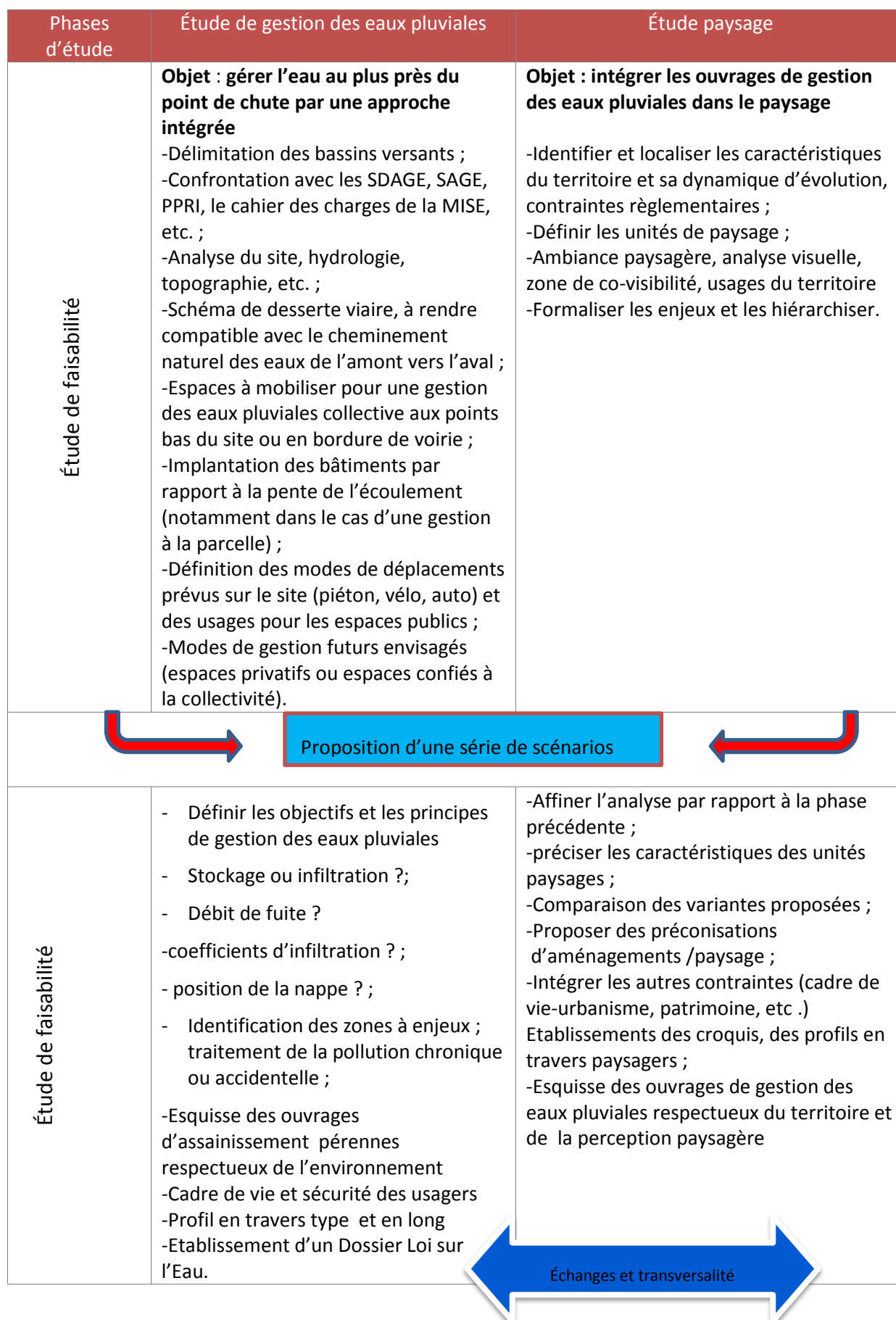


Tableau 22: Illustration du processus d'échanges entre le paysagiste et l'hydraulicien

Au niveau de cette phase, le choix commun entre paysage et gestion des eaux pluviales se traduit par la production de documents spécifiques à chacune des disciplines, que nous résumons dans le tableau suivant :

Phase étude	Étude hydraulique/gestion des eaux pluviales	Étude paysage
Cadrage de l'étude	-Cartes de délimitation des bassins versants délimités - Pré –dimensionnement -Vision du mode d'entretien des ouvrages	-Esquisse d'un schéma général d'aménagement

Tableau 23: Documents à produire lors de la phase faisabilité

2.3. L'APPORT DU PAYSAGISTE POUR LES TECHNIQUES ALTERNATIVES

Dans son travail, le paysagiste a besoin de données techniques, tels que les volumes de stockage, la nature et le type d'ouvrage technique alternatif, les contraintes de gestion, etc..., et des conclusions du diagnostic paysager élaboré lors du programme par exemple. Ces données lui permettront d'envisager des scénarii d'aménagement en conciliant technique et esthétique (voir figure 11).



Figure 11: Photos illustrant des bassins de retenue

À gauche la pente du bassin peut être plus douce en y intégrant des paliers (cette solution permet de créer des accès pour l'entretien et des effets sur le paysage, à droite un bassin possible avec des redans ou la partie basse peut se remplir d'eau en cas de fortes pluies

Choix des techniques alternatives pour le projet

Le paysagiste doit accompagner le processus du choix du type d'ouvrage en imposant des considérations d'ordre paysager et environnemental. C'est l'analyse du territoire qui va mettre en avant les spécificités du site auxquelles il faudra se référer.

Les ouvrages de stockage (bassin de rétention à ciel ouvert, noue de stockage ...), sont implantés en fonction des enjeux hydrauliques, mais le paysagiste peut intervenir en modifiant leurs formes et leurs géométries en fonction des enjeux paysagers recherchés, le travail du paysagiste permet d'adapter la forme du talus avec le contexte naturel local et de la topographie, les formes des ouvrages sont à travailler en fonction des techniques des ouvrages (épuration, hydrauliques, etc.).

Définir l'emprise

L'association du paysagiste, pour travailler sur la morphologie de l'ouvrage (bassins, noues, fossés...) sur l'ensemble du site est essentielle car l'emprise de l'ouvrage tient compte des principes d'aménagements (voir figure 12).

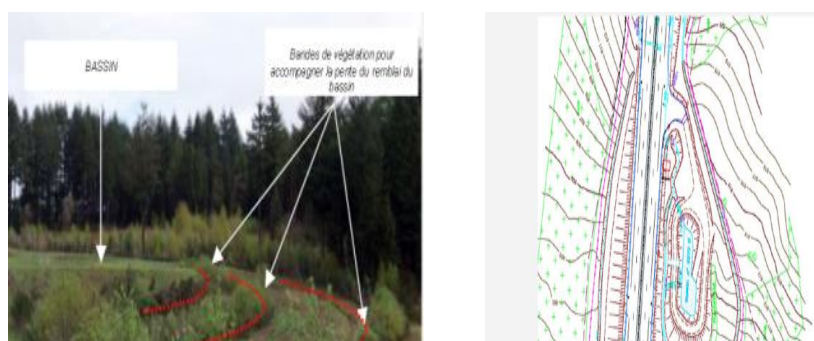


Figure 12: Photos illustrant l'intervention du paysagiste

À gauche un bassin après traitement paysagiste (traitement de la pente par des bandes de végétation), à droite le même bassin sans traitement paysagiste

2.4. LES CRITÈRES DE CHOIX DES TECHNIQUES ALTERNATIVES DURANT LA PHASE FAISABILITÉ

L'équipe de projet, doit statuer sur la faisabilité d'une technique alternative par rapport à une autre, pour cela plusieurs critères devront être pris en considération. Le tableau ci-dessous liste les critères discriminants permettant d'appréhender la faisabilité d'un principe de technique.

Critères	Évaluation (les classes contraignantes pour le critère sont en gras)	Incidence de l'évaluation par rapport aux classes contraignantes
Zone à assainir	Chaussées, bâtiments, espaces piétons, parcelles de petite importance, zones importantes	
Disponibilité de l'espace	Oui non	Impossibilité d'utiliser des techniques demandent des surfaces autres que la zone à assainir
Nature du sol propice à la présence d'eau	Oui non	Pas d'utilisation de technique d'infiltration
Vulnérabilité des eaux souterraines vis-à-vis des eaux de pluie	Oui non	Pas d'utilisation de technique d'infiltration
Niveau des hautes eaux de la nappe	Affleurantes (< 1.5 m) à profondeur moyenne, profondes ou absentes (>6 m)	Pas d'utilisation de technique d'infiltration, possibilité d'utilisation des puits d'injections
Risques d'eaux chargées en polluants	Faible, moyen , important	Utilisation d'un dispositif d'assainissement Pas d'utilisation de techniques d'infiltration et utilisation de dispositif d'épuration
portance	Faible (<2) Correcte ($P \geq 2$)	Pas d'utilisation des Chaussées à structure réservoir d'infiltration, ni de techniques linéaires dans le cas de l'assainissement d'une chaussée à trafic lourd

Capacité d'absorption superficielle du sol	Mauvaise ($<10^{-7}$ m /s) Correcte ($<10^{-7}$ m /s)	Pas d'utilisation de l'infiltration
Capacité d'absorption profonde du sol	Mauvaise ($<10^{-7}$ m /s) Correcte ($<10^{-7}$ m /s)	Pas d'utilisation de l'infiltration
Existence d'exutoire permanent	Possible impossible	Problème pour assainir la zone à l'aide à l'aide de techniques de rétention
Risques d'eaux chargées en fines	Non Oui	Nécessité d'un dispositif d'épuration et pas d'utilisation de revêtement drainant.
Pente du site	Inexistante à faible Moyenne importante	Pose de cloisons.
trafic	Faible ($< T2$) important ($\geq T2$)	Précautions d'utilisation pour les chaussées à structure réservoir
Existences des zones de cisaillement	Non oui	Pas d'utilisation de revêtement drainant pour les chaussées à structure réservoir.
Niveaux des basses eaux de la nappe	Affleurantes ou à profondeurs moyenne Profondes ou absentes	Pas d'utilisation de bassin en eau « perméables »
Apport d'eau permanent	Possible impossible	Pas d'utilisation de bassin en eau
Altitude	Basse (900 m) Élevée (≥ 900 m)	Pas de stockage en toit
Pente des toits	Faible ($<1\%$) Moyenne Importante ($>5\%$)	Pose de cloisons, sur toit, Pas de stockage sur toit
Bâtiment compatible avec le stockage de l'eau en toiture	Oui non	Pas de stockage sur toit

Tableau 24: Critères discriminants pour appréhender la faisabilité des techniques alternative (Azzout, 1996)

Le tableau ci-dessous, établi par les techniciens de l'urbanisme et de la voirie du Grand Lyon, propose un aide aux choix de la technique alternative en fonction du tissu urbain, des modes de déplacement utilisés et des usages prévus pour les espaces publics.

TECHNIQUES ALTERNATIVES POSSIBLES				
USAGES	Fossés/Noues/Tranchée végétale ou minérale	Structure réservoir ou bassin enterré	Bassin à ciel ouvert (hors circulation)	Puits
Centre urbain dense	déconseillé	Oui, sous espace public	Oui avec protection	Oui
Péri urbain	oui	Oui, sous chaussée Ou espace public	Oui	déconseillé
Rural	oui	non	Oui	non
Piétons/mode doux	oui	Oui	Oui	déconseillé
Trafic fort Véhicule léger+ poids lourds	oui	Oui	Oui	non
Trafic moyen Véhicule léger	oui	Oui	Oui	non

Desserte de zones industrielles	oui	Non	Oui	Non
Stationnements peu intenses	oui	Oui avec matériaux poreux	Oui	oui
Stationnements intenses	Oui avec protection	Oui	oui	non
Place public minéralisée	Oui avec protection	OUI	Oui avec protection	Oui avec protection
Loisir, promenade, parc urbain végétalisé	oui	OUI, accoupler avec l'arrosage	oui	déconseillé
Marchés /terrasses de cafés	non	Oui avec précautions	non	non
Événementiel	Oui avec protection	oui		Oui avec protection

Tableau 25: Choix des techniques alternatives durant la phase choix des scénarios en fonction des différents critères
(Source : Grand Lyon)

2.5. FAISABILITÉ DES TECHNIQUES D'INFILTRATION

En phase de faisabilité, les données sont généralement qualitatives, le chef de projet est amené à se poser un certain nombre de questions permettant d'adopter ou non le principe de l'infiltration (comme premier choix) des eaux de ruissellement et si l'infiltration est retenue, d'orienter le choix des solutions et d'identifier les contraintes et potentialités qu'il sera nécessaire de développer en phase de conception, pour cela, il devra trouver des réponses aux questions suivantes :

2.5.1. QUELS SONT LES BESOINS EN ESPACES DES TECHNIQUES D'INFILTRATIONS ?

Le rapport entre la surface nécessaire à l'infiltration et la surface du projet est difficile à déterminer, les surfaces nécessaires à l'infiltration dépendent de plusieurs facteurs :

- Le coefficient de perméabilité ;
- De la profondeur de la couche imperméable.

2.5.2. DANS QUELS CAS PEUT -ON AVOIR BESOIN D'UN EXUTOIRE ?

Si les capacités d'infiltration sur place sont insuffisantes, il faut alors chercher un exutoire pour coupler d'autres modes de gestion des eaux pluviales (rejet dans les réseaux d'assainissement, cours d'eau existant, etc.) ;

2.5.3. LE SOL TERRAIN EST-IL APPROPRIÉ POUR L'INFILTRATION ? COMMENT LE SAVOIR ?

A ce niveau on peut évaluer cette capacité sur des cartes géologiques, sondages et autres données disponibles, la capacité d'absorption hydraulique (capacité d'infiltration) d'un sol est un paramètre-clé de l'infiltration, les sols dans la conductivité est supérieure à 10^{-6} m/s sont bien adaptés pour les systèmes d'infiltration, une conductivité au-dessus de 10^{-2} m/s impose des précautions car elle conduit à des transferts rapides de pollution.

K (m/s)								
	10 ⁻¹	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹¹
Types de sol	Gravier sans sable, ni élément fin	Sables avec gravier, sable grossier à sable fin		Sable très fin Limon grossier à limon argileux		Argile limoneuse à argileuse homogène		
	Excellentes	Bonnes		Moyennes à faible		Faibles à nulles		

Tableau 26: Grandeurs de la conductivité hydraulique dans les différents sols (Source : Musy et Soutter ,991)

Selon le guide élaboré par le programme (Eco pluies), la valeur basse limite $2 \cdot 10^{-5}$ m/s est équivalente à une infiltration d'une lame d'eau de 70 mm/h. Le chef de projet doit veiller à ce que l'évaluation de ce coefficient soit affinée au niveau de la conception. Pour cela, il doit vérifier les surfaces d'infiltration envisagées avec le débit de fuite et le temps de séjour souhaités et surtout la capacité d'absorption, en pratiquant des mesures situées en différents points et à la profondeur des futurs ouvrages qui sont absolument impératives.

2.5.4. L'INFLUENCE DES SOLS HÉTÉROGÈNES SUR LE FONCTIONNEMENT D'UN OUVRAGE D'INFILTRATION ?

Un sol hétérogène est formé essentiellement de sédiments non homogènes, tels que le sable, les sables fins, limons, argiles. Ces sols ont des coefficients d'infiltrations très variables, qui entraîneraient des chemins privilégiés de l'eau, d'où la migration de particules entre les différentes couches (instabilité des couches).

2.5.5. COMMENT REMÉDIER À CETTE HÉTÉROGÉNÉITÉ ?

Afin de prémunir aux hétérogénéités du sol sous-jacent il est recommandé d'homogénéiser le sol par un géotextile le long de l'ouvrage d'infiltration. Cette homogénéisation des flux est particulièrement vraie avec des géotextiles thermoliés qui en plus présentent l'avantage d'accumuler les matières en suspension et donc de retenir les polluants. Ce type de procédé a donc l'avantage de préserver le milieu souterrain en maximisant la rétention des polluants dans cette première couche aménagée.

2.5.6. QUELLE EST L'INFLUENCE DU NIVEAU DES PLUS HAUTES EAUX DE LA NAPPE SUR LA FAISABILITÉ DU SYSTÈME D'INFILTRATION ?

Le niveau de la nappe (niveau piézométrique du niveau des plus hautes eaux) doit être au moins de 2 m du toit afin d'éviter la pollution du sol. Une nappe est considérée comme peu profonde par rapport à l'ouvrage si le niveau piézométrique des plus hautes eaux est situé à moins de 1 mètre du fond de la future structure. Cette profondeur est aujourd'hui également recommandée dans le Guide « La ville et son assainissement » édité par le CERTU (2003). On peut retrouver cette donnée dans les études hydrogéologiques, ou dans les archives (BSS : banque du sous-sol, archives des services concernés, des exploitants).

2.5.7. Y A-T-IL UNE PENTE LIMITE DU SITE D'INFILTRATION ?

La pente d'un site conditionne les capacités de rétention des ouvrages d'infiltration. Urbonas et Stahre (Storm water : Best management practices and détection for water quality, drainage, and CSO management) fixe à 7% la pente au-delà de laquelle il n'est pas possible d'infiltrer.

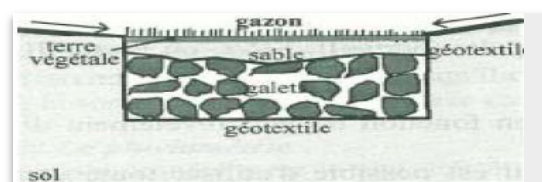


Figure 13: Coupe de principe d'une tranchée avec géotextile

2.5.8. QUELS PARAMÈTRES DOIVENT ÊTRE PRIS EN COMPTE POUR ÉVALUER LE RISQUE DE POLLUTION DU MILIEU RÉCEPTEUR ?

Le risque de pollution des eaux et des sols dépend du croisement de trois paramètres :

- La qualité des eaux recueillies ;
- La performance épuratoire des ouvrages d'infiltration ou des ouvrages placés en amont ;
- La vulnérabilité du milieu récepteur.

2.5.9. QUELLE RÉGLEMENTATION EST APPLICABLE EN MATIÈRE D'INFILTRATION ?

Vérifier si le rejet ne se fait pas dans une zone règlementée (un captage par exemple), c'est également le cas au travers du régime de déclarations et d'autorisations (article L 214-1 à L 214-6 du code de l'environnement), qui peut réglementer les rejets par infiltrations (notamment la rubrique 2.1.5.0 de la nomenclature « eau » de l'article R 214-1 du code de l'environnement).

3. DIFFÉRENTS ÉTAPES DE DIMENSIONNEMENT DES SYSTÈMES DE STOCKAGE ET D'INFILTRATION

Les méthodes qui peuvent être proposées pour la conception des ouvrages de stockage sont similaires à celles utilisées plus généralement pour les ouvrages d'infiltration des eaux pluviales. En France, aucune méthode formalisée ne traite de la conception vis-à-vis des problèmes de prévention de la pollution. Dans ce qui suit, nous avons préconisé l'utilisation de la méthode dite « méthode des pluies » (retour d'expérience assez positif), et la méthode des réservoirs linéaires (pluie double triangle, qui tient compte de la modélisation de la pluie, que le guide « ville et son assainissement », conseille d'utiliser. Dans ce guide, nous ne conseillons pas l'utilisation de la méthode « volumes » étant donné qu'elle nécessite l'utilisation d'un abaque qui fait appel à un découpage du territoire en trois zones de pluviométrie homogène qui est obsolète.

3.1. MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT

3.1.1. DÉTERMINATION DE LA PÉRIODE DE RETOUR SUIVANT LE RISQUE HYDROLOGIQUE

Le dimensionnement d'un système de gestion des eaux pluviales est influencé de façon importante par l'événement pluvieux pris comme référence, c'est-à-dire par la période de retour des précipitations retenue, mais aussi par les conséquences du dysfonctionnement de l'ouvrage en cas d'inondation éventuelle. Le choix de la période de retour est donc un compromis entre la préservation des biens et des personnes et le coût économique. En tout état de cause, il est de la responsabilité et de la décision du Maître d'Ouvrage. Dans ce guide et en absence de prescriptions de l'autorité compétente, nous conseillons au chef de projet de considérer la norme NF EN 752-2.

LIEU	FREQUENCE D'INONDATION
Zones rurales	1 tous les 10 ans
Zones résidentielles	1 tous les 20 ans
Centres villes, ZI ou commerciales	1 tous les 30 ans
Risque d'inondation vérifiée et non vérifié	
Passages souterrains routiers ou ferrés	1 tous les 50 ans

Tableau 27 : Choix du risque hydrologique selon la norme NF EN 752-2 (Source : Guide de préconisation des techniques applicables aux rejets des eaux pluviales dans le département du Grand Lyon)

Pour les événements pluvieux de période de retour supérieure à celle retenue pour le dimensionnement de l'ouvrage de rétention, il est nécessaire de s'interroger sur le fonctionnement de l'ouvrage. Il faut alors élaborer une étude qui permette de s'interroger sur la façon dont l'eau qui déborde va circuler et si elle va inonder des zones à enjeux. Cela permet de gérer activement une éventuelle "crise" et/ou de circonscrire des espaces inondables "préférentiellement" car peu vulnérables.

3.1.2. DÉTERMINATION DU DÉBIT DE FUITE

En fonction de la pollution des eaux, de la perméabilité du sol mais également du risque de pollution et de la sensibilité du milieu et de ses usages, il est possible :

- soit d'infiltrer les eaux pluviales, le débit de fuite correspond alors à la capacité du sol à infiltrer les eaux (fonction de la perméabilité) ;
- soit de les rejeter dans un cours d'eau ou au réseau d'assainissement collectif à débit limité.

Dans le cas d'un projet soumis à autorisation ou à déclaration au titre du Code de l'Environnement, c'est le rôle du dossier d'autorisation ou de déclaration de proposer un débit de fuite cohérent avec les enjeux à l'aval, de façon argumentée.

a. CAS DE L'INFILTRATION

Le débit de fuite est donné par la formule suivante :

$$Q_f = \alpha \cdot K_{inf} \cdot S_{inf}$$

α .: Coefficient minorateur

K_{inf} : Capacité d'absorption par unité de surface infiltrante en $m^3 / s / m^2$ estimé in situ

S_{inf} : Surface d'infiltration m^2

b. CAS REJET À DÉBIT LIMITÉ AU RÉSEAU

On calcule d'abord le débit de fuite théorique (Q_f en l/s), par la formule suivante :

$$Q_f = S \times q$$

Avec :

Q_f : Débit de fuite théorique (en l/s pour la surface totale).

S : Surface totale du projet d'urbanisation (en hectare

q : Débit de rejet autorisé (l/s/ha loti).

Si le débit est calculé est inférieur au débit autorisé, on prend le débit calculé, si par contre il lui est supérieur on prend le débit autorisé.

3.1.3. DÉTERMINATION DU COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT (C_R) ET DU COEFFICIENT D'APPORT (C_A)

Le concept de coefficient d'apport consiste à supposer à l'échelle d'un élément de surface réceptrice, voire la totalité du bassin versant, que la pluie nette, ou le débit ruisselé, peuvent s'exprimer sous la forme d'une fraction « C » de la pluie brute. Cette pluie brute à plusieurs devenir :

- Une partie peut s'infiltrer ;
- Une partie remplit les dépressions existant du sol et forme des flaques d'eau ;
- Une partie va ruisseler et rejoint soit les réseaux existants ou le milieu naturel.

À chaque type de sol, correspond un coefficient appelé coefficient de ruissellement

Type de surface	Coefficient de ruissellement (C_r) compris entre
Zones d'activités tertiaires centre villes autres	0,75 /0,95 0,50 /0,70
Zone résidentielle Pour un pavillon Ensemble de pavillons détachés Ensemble de pavillons attachés	0,30 /0,50 0,40 /0,60 0,60 /0,75
Zone industrielle	0,50/0,90
Zone de jeux	0,25 /0,35
Rue et trottoirs Asphalte Béton Pavé	0,95 0,95 0,85
Pelouse (sol sablonneux) Pente<2% 2%<pente<7% Pente supérieure 7%	0,05 /0,10 0,10/0,15 0,15/0,25
Pelouse (sol terreux) Pente<2% 2%<pente<7% Pente supérieure 7%	0,13 /0,17 0,18/0,22 0,25 /0,35

Tableau 28: Valeurs des coefficients de ruissellements en fonction du type de sol (Source/fiche 00 Grand Lyon)

Le coefficient d'apport « C_a » mesure le rendement global de la pluie qui arrive réellement à l'exutoire, il ne doit pas être confondu avec le coefficient de ruissellement, son évaluation est très délicate et doit tenir compte des conditions hydrogéologiques. Pour une première approche, et pour une surface urbaine, on peut déterminer le coefficient d'apport global à partir des surfaces de ruissellement C_{ri} , de surfaces homogènes S_i .

$$C_{\text{apport global}} = \frac{C_i \times S_i}{S}$$

Avec :

C_i : coefficient de ruissellement

S_i : surfaces homogènes

3.1.4. DÉTERMINATION DE LA SURFACE ACTIVE

La surface active de ruissellement (S_a en m^2) d'un aménagement complet représente le produit de la surface totale du bassin versant (S en m^2) par son coefficient d'apport (C_a , sans unité)

$$S_{\text{active}} = C_{\text{apport global}} \times S$$

3.1.5. MÉTHODE DES PLUIES

Les méthodes existantes se différencient les unes des autres en fonction des objectifs d'utilisation (diagnostic, dimensionnement d'ouvrage ...). Deux grandes familles de méthodes sont généralement utilisées : les méthodes simplifiées qui postulent pour un débit de fuite constant (méthodes de pluies et volumes) et les méthodes conceptuelles comme la méthode des débits. Cependant, dans la pratique, les ouvrages vont fonctionner pour des événements plus faibles et les simulations sur des périodes longues fournissent des informations très précieuses. Nous préconisons à l'équipe de projet de faire des simulations afin de mieux comprendre son système d'assainissement.

Elle repose essentiellement sur l'exploitation du graphique que nous avons schématisé dans la figure numéro 14 et qui représente les courbes de la hauteur d'eau précipitée $H(t, T)$ pour une période de retour donnée (T) et la variation des hauteurs évacuées $q_s \times t$ en fonction du temps de vidange (t), ce graphique se présente sous la forme suivante.

Principe :

On trace la courbe d'évolution des hauteurs d'eau évacuées en fonction du temps (droite verte sur le schéma ci-dessous) qui a pour équation :

$$h(t) = q_s \times t$$

Avec :

$h(t)$: Hauteur vidangée au temps t (mm)

t : temps en (min)

Il est nécessaire de déterminer la pente de cette droite (q_s). Pour cela on considère que l'ouvrage à un débit de fuite constant Q_f que l'on exprime sous la forme d'un débit spécifique.

$$q_s = \frac{60\,000 \times Q_f}{S_a}$$

q_s : Débit spécifique de vidange (en mm/min)

Q_f : Débit de fuite de l'ouvrage (en m^3/s)

S_{active} : Surface active en (en m^2)

À ce niveau, il y a lieu de s'interroger sur la valeur du débit spécifique de vidange, en effet des valeurs $q_s < 0.5$ mm/h (cette valeur correspond à un coefficient d'infiltration très faible de l'ordre de $1.7 \cdot 10^{-7}$ m/s) conduisent à des temps de vidange extrêmement longs.

Le temps de vidange maximal est défini comme le temps mis par l'ouvrage pour se vidanger après un remplissage complet idéalement, il doit être inférieur à 24 heures. Il peut être calculé comme le temps nécessaire pour écouler l'ensemble du volume stocké à débit constant :

$$t_{\max} = \left[\frac{a(1-b)}{q_s} \right]^{\frac{1}{b}} \quad \text{Ou} \quad t_{\max} = \frac{D_{h\max}}{q_s}$$

Avec :

q_s : Débit spécifique en mm/mn

$t_{\max}$: En mn

Ce temps maximal doit nécessairement être compris dans l'intervalle des durées correspondantes aux coefficients de Montana choisis, s'il tel n'est pas le cas, il convient de prendre de nouveaux coefficients a et b.

Le temps de fonctionnement est l'intervalle de temps pendant lequel l'ouvrage fonctionne en eau, il est défini par l'expression suivante :

$$\text{temps de fonctionnement} = \frac{H(D_p, T)}{q_s}$$

On trace ensuite la courbe de la hauteur précipitée qui suit une loi de Montana en fonction du temps et de la période de retour T

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

Avec :

a et b coefficients de Montana pour la période de retour choisie pour protéger l'ouvrage, $H(t, T)$ = mm

On trace alors la parallèle à la droite $h(t) = q_s \times t$ tangente à la courbe $H(t, T)$. La différence $D_{h\max}$ entre la courbe $h(t)$ et $H(t, T)$ correspond à la hauteur maximale à stocker pour qu'il n'y ait pas de débordement

$$V_{\max} = 10 \times D_{h\max} \times S_a$$

Sachant que la valeur 10 est un coefficient d'unité et S_a est en ha

3.1.5.1. COMPARAISON DU LE VOLUME CALCULÉ ($V_{\max}$) AVEC LE VOLUME RÉEL (VOLUME DISPONIBLE)

Le volume calculé ne correspond pas au volume réel de rétention, en effet ce volume dépend de

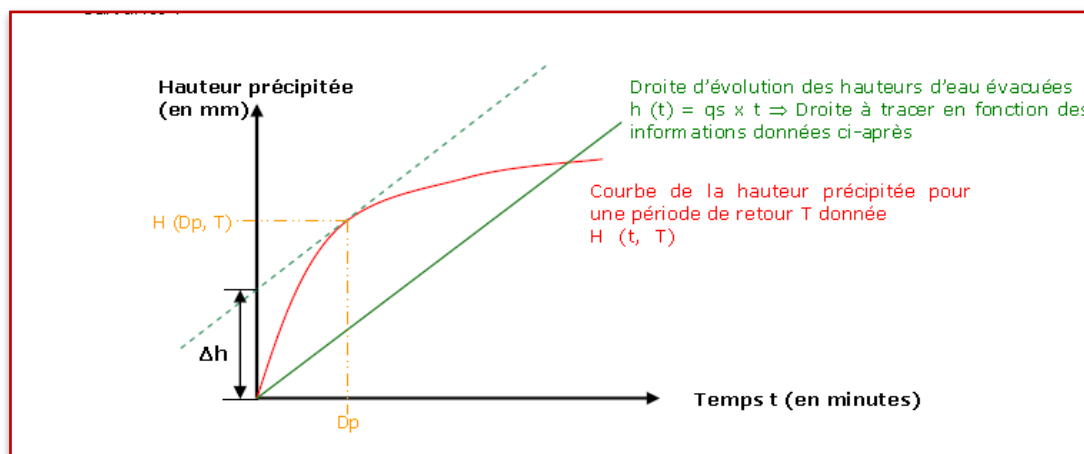


Figure 14: Schéma expliquant la méthode des pluies

plusieurs éléments à savoir :

- La pente du fond de l'ouvrage (perte de stockage) ;
- La profondeur de l'ouvrage ;
- La porosité du matériau (s'il y a lieu).

Cette comparaison peut se faire en pratiquant une modélisation de l'ouvrage sur un logiciel de la société (EX : MENSURA), si le volume est inférieur au volume calculé on peut envisager de réaliser des cloisons.



Figure 15: Photos illustrant l'utilisation des cloisons et orifices

La profondeur de l'ouvrage

Vérifier que la hauteur maximale de l'ouvrage, ne met pas en charge les réseaux qui sont en amont et peuvent ainsi perturber l'écoulement hydraulique.

La porosité du matériau

Le volume utile dans l'ouvrage dépend de l'indice des vides des matériaux utilisés (gravier, structure alvéolaire, etc. ...), l'expression utilisée pour calculer le volume réel est alors :

$$\text{Volume du matériau} = \frac{\text{volume à stocké}}{\text{porosité du matériau}}$$

3.1.5.2. DIMENSIONNEMENT DES ORIFICES

Le débit écoulé à travers un orifice circulaire, est donné par la formule générale :

$$Q_f = \mu \times S \times \sqrt{2gh}$$

Pour réguler le débit de fuite à l'exutoire d'une technique alternative de rétention des eaux pluviales, des régulateurs de débit sont nécessaires et ils sont de plusieurs types :

Orifice, ajutages et vannes

Il s'agit d'un orifice calibré dont la forme et les dimensions sont choisies de façon à réguler le débit en fonction de la charge hydraulique.

Les régulateurs de débits

Ils permettent de limiter ou réguler les rejets à l'aval des ouvrages de rétention des eaux pluviales (noues, fossés, tranchées drainantes, bassins...). Ils sont nécessaires pour notamment respecter les débits imposés par la réglementation vers un exutoire. Il existe plusieurs types de régulateurs ou de limiteurs de débit : guillotine, seuil flottant, vortex ou plaque. Ils sont présentés dans les illustrations suivantes.

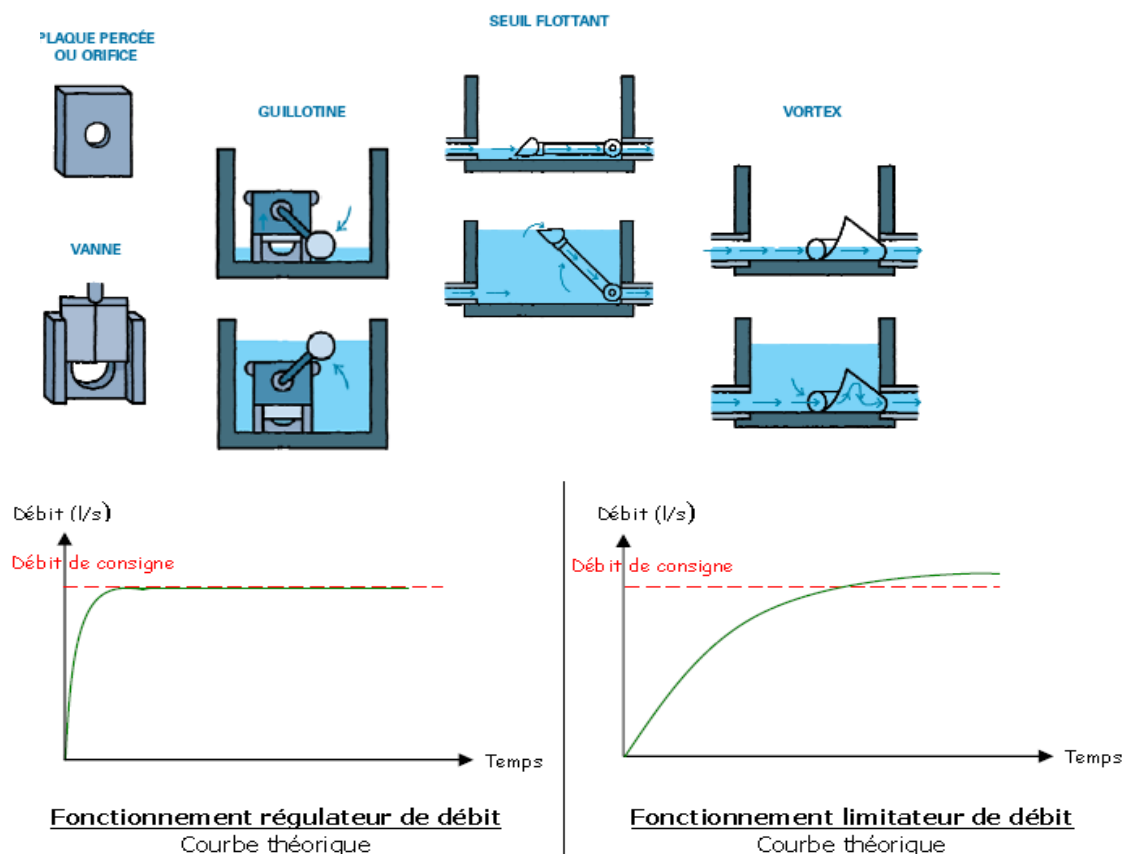


Figure 16: Régulateurs, limiteurs de débits et courbes de fonctionnement théoriques

Aide-mémoire de dimensionnement

	Valeur à calculer	
Données générales	Surface totale (S) Elle se décompose en générale en deux surfaces indentifiabiles : $S = S_{\text{imperméabilisée}} + \text{Surface végétalisée}$ Surface imperméabilisée = m^2 Surface végétalisée = m^2	$S = \text{m}^2$ Rappel = 1 ha = 10000 m^2
	Coefficient de ruissellement	$C_r \text{ imperméable} =$ $C_r \text{ végétalisée} =$
	Si rejet à débit limité, débit de rejet autorisé (q)	$q = \text{l/s/ha}$
	Si infiltration prévue, imperméabilité du sol (k) mesuré in situ	$k = \text{m/s}$
Choix du risque hydrologique	Période de retour (fourni par le maitre d'ouvrage)	$T = \text{ans}$
Débit de fuite	Débit de fuite (Q_f) Si rejet à débit limité $Q_f = S_{\text{inf}} q$ Si infiltration : $Q_f = \alpha \cdot S_{\text{inf}} K_{\text{inf}}$	$Q_f = \text{m}^3/\text{s}$ $Q_f = \text{m}^3/\text{s}$
Stockage ou infiltration	Surface active $S_{\text{active}} = C_{\text{global}} \times S$	$S_{\text{active}} = \text{m}^2$ $Q_f = \text{m}^3$
	Calcul du débit spécifique $q_s = \frac{60\,000 \times Q_f}{S_a}$	$q_s \text{ en mm/min}$
	Détermination de la hauteur vidangée $h(t) = q \times t$ Détermination de la hauteur précipitée $H(t, T) = a \times t^{1-b}$ Détermination de H_{max} $DH(t, T)_{\text{max}} - h(t)_{\text{max}}$ Calculer aussi les temps de fonctionnement et de vidange	$h(t) \text{ en mm}$ $H(t, T) \text{ en mm}$ $H_{\text{max}} \text{ en mm}$
	Calcul le volume Max à stocker	
	$V_{\text{max}} = 10 \times D_{\text{hmax}} \times S_{\text{active}}$	$V_{\text{max}} = \text{m}^3$

Tableau 29: Résumé de la démarche de dimensionnement

3.1.6. LA MÉTHODE DES RÉSERVOIRS LINÉAIRES (PLUIE DE PROJET DOUBLE TRIANGLE)

L'objectif principal de la méthode est de calculer la pluie de projet, elle est réputée être plus précise puisqu'elle prend en compte une distribution temporelle de l'intensité pluviale à partir d'une pluie de projet triangulaire. Sa mise en application nécessite la connaissance des coefficients de Montana et du plus long parcours de l'eau. Cette méthode est conseillée dans l'ouvrage "**La ville et son assainissement**" **publié par le CERTU en 2003**. D'après ce dernier, c'est un modèle très simple et

aussi le plus utilisé, il est caractérisé par une relation linéaire entre le volume stocké et le débit sortant $V_s(t) = KQ_s(t)$, le paramètre K correspond au décalage dans le temps entre les centres de gravité du débit entrant $Q_e(t)$ et l'hydrogramme ruisselé. Notons que ce paramètre ne doit en aucun cas être confondu avec le temps de concentration du bassin versant. Une analyse théorique de ce modèle a conduit Chocat et al(1981) à proposer les formules ci-dessous :

Le calcul s'effectue à partir des coefficients a et b d'un ajustement de type Montana de la pluviométrie locale et d'une estimation grossière du lagtime du bassin versant à étudier : Chocat et al (1981) ont proposé les formules suivantes :

$T_1 = 0.5 \cdot K$: Durée de pluie intense : quelques dizaines de minutes (15 à 30 min), le lagtime est exprimé en mn

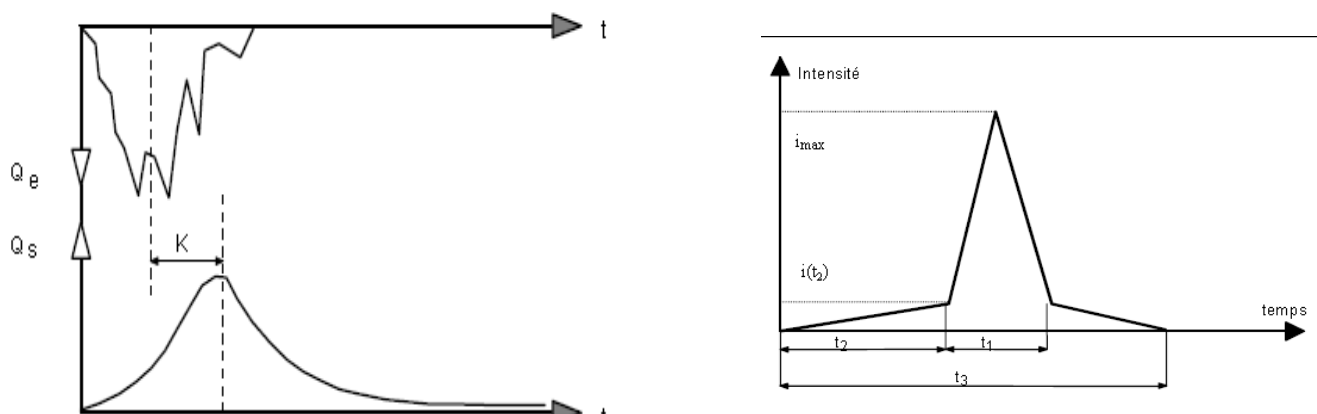


Figure 17: Schéma illustrant la notion du lagtime et de pluie de projet

$T_2 = 2.25 \cdot K$ Représente la position de la pluie intense par rapport au début de la pluie

$T_3 = 5 K$: Durée totale de la pluie généralement entre 4 et 6 heures

$$i_1 = 0.25K^b \frac{1-(0.1)^{b+1}}{0.9 \cdot 0.1^b} \cdot 120 \cdot a \cdot 2^b \text{ (mm/h)}$$

$$i_{2\text{ou } i_{\max}} = 0.25K^b \frac{(0.1)^{b+1}-1}{0.9 \cdot 0.1^b} \cdot 120 \cdot a \cdot 2^b \text{ (mm/h)}$$

Notons que cette méthode à l'avantage d'être utilisée dès lors que l'on connaît les coefficients de Montana a et b, les valeurs de débits de pointe calculées ne sont pas sensibles aux paramètres T1 et T2 (donc au paramètre k).

Calcul du lagtime : Cas des bassins versants urbains

$$\text{lagtime} = 0.254 \cdot S^{-0.0076} \cdot C_{\text{imper}}^{-0.512} \cdot I^{0.401} \cdot L^{0.6}$$

Calcul du lagtime : Cas des bassins versants périurbains

$$\text{lagtime} = 2 \cdot (0.254 \cdot S^{-0.0076} \cdot C_{\text{imper}}^{-0.512} \cdot I^{0.401} \cdot L^{0.6})$$

Avec

S : Surface du bassin versant en ha

C : % imperméabilisé entre (0 et 100)

I : Pente du bassin versant m/m

L : Longueur du plus long parcours de l'eau en mètre

3.1.7. TABLEAU COMPARATIF ENTRE LES DEUX MÉTHODES

Méthode	Type de résultats fournis /Conditions d'utilisation privilégiées	Hypothèses/données nécessaires	Avantages/limites
Méthodes des pluies	Fournit : - Un volume de stockage maximum ; - Une estimation de temps de vidange et de fonctionnement. Permet : - Dimensionnement d'ouvrages ou d'enchainements simples d'ouvrages.	- Débit de fuite constant ; - Coefficient d'apport constant ; - Transfert instantané de la pluie à l'ouvrage de retenue - Nécessité des courbes IDF/HDF pour des durées longues.	- Simple à utiliser
Méthode du réservoir linéaire (Pluie double triangle)	Fournit : - l'hydro gramme de sortie des ouvrages - L'évolution des hauteurs et des hauteurs de l'ouvrage - Un volume max de stockage et un temps de vidange Permet : - Dimensionnement des ouvrages ponctuels	- Débit de fuite variable quelconque nécessitant de définir des lois de vidange - Nécessité la connaissance du débit de projet ou pluies historiques	- Adapter à une gamme importante de problèmes - Permet la simulation des remplissages ou vidanges des ouvrages

Tableau 30: Comparaison des deux différentes méthodes utilisées (Source : Barraud et Alfakih, 1999)

3.2. ORIGINE ET DÉFINITION DES PRINCIPAUX PARAMÈTRES DE POLLUTION

Un polluant est un élément extérieur introduit dans un écosystème et contribuant à dégrader sa qualité, à perturber son fonctionnement ou à contraindre ses usages. L'équipe de Maîtrise d'Oeuvre est censée donner des réponses à plusieurs questions concernant la pollution des eaux pluviales. Cette interrogation ne concernera pas uniquement l'ingénieur hydraulicien mais aussi toute l'équipe du projet. La démarche préconisée est de ne pas rompre la transversalité déjà établie, en faisant participer le paysagiste, l'hydraulicien, l'environnementaliste et consiste à prendre en considération le problème de la pollution des eaux pluviales dans le processus de Maîtrise d'Oeuvre. Le tableau suivant donne une indication sur les concentrations que l'on trouve généralement dans les eaux de ruissellement.

Types de polluants	Concentrations dans les eaux de ruissellements
PH	4 à 7
DCO	20 à 30 mg/l
SO4	2 à 35 mg/l

Hc	1 à 4.3 mg /l
CU (cuivre)	0.5 à mg/l
Na (sodium)	0.5 à mg/l
Zn (zinc)	0 .02 à 0.08 mg /l
Pb (plomb)	0 à 0 .15 mg/l

Tableau 31: Variation de quelques paramètres de pollution dans les eaux de pluie (Source : Valiron 1992).

Origine de la pollution

La pollution a pour origine principalement :

- Dépôt et accumulation des polluants sur le sol pendant le temps sec (circulation automobiles, industrie, animaux, déchets solides, érosion du sol, végétation) ;
- Pollution atmosphérique et de la pluie.

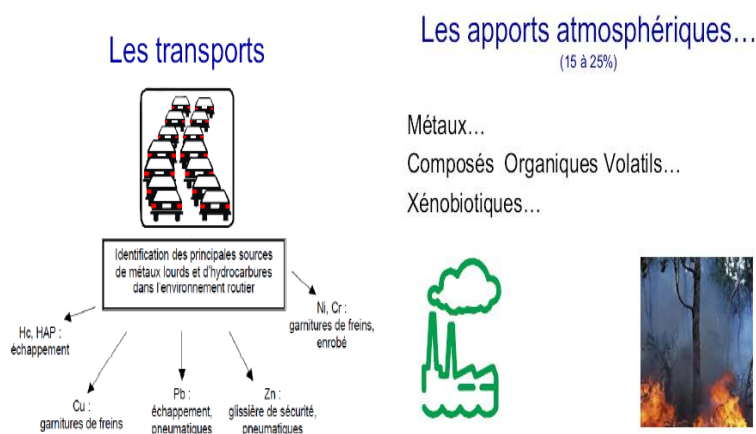


Figure 18: Origine de la pollution

Erosion et mobilisation des polluants

Lorsque la hauteur d'eau précipitée dépasse quelques millimètres, le ruissellement des eaux commence, entraînant dans son écoulement des particules. Ce phénomène dépend principalement des débits qu'elle est capable de générer et principalement de la hauteur d'eau totale d'eau précipitée et de l'intensité maximale sur une durée courte.

Les principaux paramètres de la pollution

- **Le potentiel hydrogène(PH)** : indicateur d'acidité ou d'alcalinité d'une solution, il joue un rôle très important dans la mobilisation des polluants et leur spéciation (apparition d'autres polluants à partir de l'existant).
- **Les matières en suspension (MES)** : Ensemble des particules minérales et/ou organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée. Les effets négatifs des matières en suspension sont notamment : l'augmentation de la turbidité de l'eau, le ralentissement du processus de la photosynthèse et la création de dépôts propices aux fermentations consommant de l'oxygène.

- **La demande biochimique en oxygène (DBO) :** Quantité d'oxygène à fournir nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques d'une eau par les micro-organismes du milieu. Ce paramètre traduit la consommation d'oxygène relative au phénomène d'autoépuration. On utilise généralement la DBO5 comme indicateur de la quantité de pollution biodégradable contenue dans l'eau. Elle se mesure par l'oxygène consommée après 5 jours d'incubation dans l'obscurité de l'échantillon à 20°.
- **La demande chimique en oxygène (DCO) :** Quantité d'oxygène consommée par l'ensemble des matières oxydables chimiquement contenues dans l'effluent, qu'elles soient biodégradables ou non. Le rapport DCO/DBO5 donne une indication sur la biodégradabilité des effluents. Pour un rapport inférieur à 3, l'effluent est facilement biodégradable ; au-delà de 5, l'effluent est difficilement biodégradable.
- **Les hydrocarbures totaux (H_c) :** Le taux d'hydrocarbures (H_c) est la quantité d'hydrocarbures présente par litre d'eau. Ces polluants (essence, pétrole, mazout, huiles...), qui sont nocifs pour le milieu naturel et ses écosystèmes résultent de l'activité humaine.
- **Les métaux lourds :** Plomb (Pb), Zinc (Zn), Cadmium (Cd), Cuivre (Cu) : Métaux dont la masse volumique est supérieure à 5 g/ cm³. On considère que le plomb, le cuivre ou le zinc sont les plus nocifs

3.2.1. TYPE DE POLLUTION

Il y a trois types de pollution qui concernent les eaux pluviales : la pollution chronique qui est inévitable, la pollution accidentelle qui résulte d'un événement non prévu, localisé dans le temps et l'espace, et enfin la pollution saisonnière.

3.2.1.1. POLLUTION CHRONIQUE

La pollution chronique est liée essentiellement au trafic automobile mais également à l'infrastructure routière (usure de la chaussée, corrosion des équipements de sécurité et de signalisation..., à cette pollution s'ajoutent les débris de consommation humaine (papier, plastique, verre...), les débris et rejets organiques (végétaux ou animaux), l'érosion des surfaces naturelles. Les apports d'eaux pluviales de ruissellement dans le milieu naturel peuvent entraîner deux types de conséquences dommageables à ces milieux : d'une part les effets cumulatifs et d'autre part les effets de choc.

a. EFFETS CUMULATIFS

Ils se définissent comme étant les déversements répétés de matière et l'absorption de certains polluants en suspension.

b. LES EFFETS DE CHOC (EFFET IMMÉDIAT ET VIOLENT)

Lors d'orages sur les secteurs imperméabilisés, le ruissellement des eaux de pluie peut amener des quantités non négligeables de polluants dans le milieu naturel sur un court laps de temps, notamment après une longue période de temps sec (concentrations importantes des eaux en polluants). En général, un épisode pluvieux de fréquence annuelle apporte environ 5 à 10 % de la masse totale annuelle. Ainsi, des effets de chocs peuvent provoquer une augmentation brutale de la concentration d'un produit toxique, de la turbidité, des colonies bactériennes... ou à une chute du taux d'oxygène dissout contenu dans l'eau.

3.2.1.2. POLLUTION ACCIDENTELLE

Nécessité de mettre en œuvre un dispositif de confinement des polluants afin d'éviter que les eaux atteignent le milieu récepteur. En cas d'accident, on limitera la zone polluée en isolant les biefs (fermetures des orifices) et en pompant la pollution déversée.

3.2.1.3. POLLUTION SAISONNIÈRE

La pollution saisonnière est surtout caractérisée par des rejets liés à la viabilité hivernale (fondants routiers, chlorures de sodium, chlorures de calcium...) ou à l'utilisation de produits phytosanitaires d'entretien (désherbants, désherbants sélectifs, débroussaillants, ralentisseurs de croissance...).

3.3. ESTIMATION DE LA POLLUTION

Souvent dans la pratique, l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre se heurte à l'indisponibilité des données, dans une première approche, elle peut se référer au tableau ci-dessous pour classer la qualité des eaux pluviales recueillies suivant la zone drainée. Notons que les valeurs fournies dans la littérature permettent de donner des ordres de grandeurs des concentrations et masses de polluants générés par temps de pluie et d'en montrer l'importance, elles ne peuvent se substituer à des mesures in situ.

Types de surfaces	Classes de la pollution
- Toitures en matériaux inertes, toits végétalisés sans traitement - Zones piétonnières ou cyclables (chemins accès, terrasses - Parkings privés	-Faible potentiel de pollution, l'infiltration est possible sans dispositif de traitement particulier.
- Parking public - Voiries urbaines - Routes à faible ou moyen trafic - Zones de stockages contrôlés - Zones étendues (plusieurs dizaines d'hectares)	-Potentiel moyen de pollution système de prétraitement sans doute nécessaire.
- Eaux de toitures possédant plusieurs parties métalliques (surfaces métalliques > 50m²/installation par exemple) -Zone agricole -Zone de stockage non maîtrisée -Zone d'activité potentiellement dangereuse (station de service par exemple) - Routes à très grand trafic avec articulation importante (poids lourds) - Zones ayant fait l'objet d'activités industrielles anciennes	- Potentiel élevé soit en pollution chronique soit en pollution accidentelle. Des études plus poussées doivent avoir lieu pour identifier les risques. En tout cas, l'infiltration devra s'accompagner de systèmes de traitement surveillance.

Tableau 32: Recommandations pour la faisabilité, la conception et la gestion des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain "document réalisé dans le cadre du programme maîtrise et gestion durable des ouvrages d'infiltration en 2006 »

3.4. LES TECHNIQUES DE DÉPOLLUTION

3.4.1. DÉCANTATION

La décantation est une méthode de séparation des MES dans un liquide sous l'effet d'une force de pesanteur et/ou force centrifuge. L'objectif recherché lors de la conception de ces ouvrages est :

- Réduire la vitesse d'écoulement (en augmentant la section d'écoulement) ;
- Diminuer la hauteur de chute des particules ;
- Augmenter le temps de séjour dans le bassin.

3.4.2. FILTRATION

Le principe de la filtration consiste à faire passer l'effluent à travers un filtre qui piège les particules. Concernant les techniques alternatives, la fonction de filtre est remplie par les différents matériaux ou structures suivantes :

- Des couches de matériaux drainants (roulés, concassés, graviers...) qui retiennent les particules plus petites ;
- Le sol (terre végétale, sable...) qui constitue un très bon filtre dans les techniques d'infiltration (très fines particules).

3.4.3. PHYTO -REMÉDIATION OU DÉPOLLUTION PAR LES PLANTES

Certaines espèces de plantes, outre leur contribution paysagère, permettent une action de dépollution efficace. On distingue :

- La phyto extraction : les polluants (essentiellement les métaux lourds dans notre cas) contenus dans les dépôts formés par décantation où interceptés par filtration, accumulés dans les couches superficielles du sol sont absorbés par les racines, puis amenés et accumulés dans les parties aériennes de la plante. On parle de plantes hyper accumulatrices.
- La phyto dégradation : c'est une biodégradation des composés organiques et des hydrocarbures réalisée par la plante elle-même et par les micro-organismes se développant sur ses tiges souterraines (les rhizomes) et ses racines.
- La phyto-remédiation permet d'éliminer des polluants difficiles à traiter comme les métaux lourds, les hydrocarbures et les composés organiques. Les végétaux les mieux adaptés à cette dépollution sont des plantes aquatiques telles que les roseaux, les joncs, les massettes et les nénuphars.

3.5. EFFICACITÉ DES TECHNIQUES ALTERNATIVES

3.5.1. NOUES - FOSSÉS ENHERBÉS

Les noues et les fossés jouent un rôle très important par rapport à la pollution particulaire chronique, en diminuant les vitesses d'écoulements. Le filtre sera d'autant plus efficace que la végétation herbacée sera maintenue haute (10 à 15 cm minimum), d'où l'intérêt de rechercher un compromis entre le paysagiste et l'hydraulicien (efficacité de la dépollution).

Paramètres	Abattements de la charge (%)
MES	50-60
DBO-DCO	40-60
Hydrocarbures totaux	50-70
Plomb	65-75
Zinc	60-70

Tableau 33: Rendement sur les flux annuels (Source : mémoire fin d'étude, Nicolas LUTZ, INSA de Strasbourg 2010)

3.5.2. LES TRANCHÉES DRAINANTES

L'efficacité de la dépollution de ces ouvrages dépend en grande partie de l'entretien. Ces ouvrages peuvent enlever les polluants solubles autant que les polluants particuliers. La rétention s'opère par absorption et par conversion biologique et chimique dans le sol. Le taux de rétention dépend en grande partie de la nature du sol. Les sols sablonneux étant moins efficaces que les sols imperméables pour retenir les nitrates et les métaux traces. Ces ouvrages permettent d'obtenir les abattements suivants :

	MES	DCO	DB05	PB
Tranchées d'infiltration (aux États –Unis)	95%	66%	66%	71%

Tableau 34: Abattement de tranchée d'infiltration (Source : mémoire fin d'étude, Nicolas LUTZ, INSA de Strasbourg 2010)

3.3.3. LES PUIITS D'INFILTRATION

Les ouvrages d'infiltration ont une efficacité semblable à celles des tranchées d'infiltration, la couche filtrante présente en dessous du puits doit être renouvelée lorsque l'eau stagne plus de 24 heures pour éviter le colmatage.

3.5.4. BASSINS SECS ET EN EAU

Pour lutter contre la pollution des bassins à sec et en eau, le chargé d'étude peut utiliser la méthode dite « méthode de la vitesse de sédimentation » pour dimensionner son bassin, Il s'agit de limiter la vitesse horizontale pour favoriser la chute de la particule dans un piège et en privilégiant la vitesse verticale dans l'ouvrage.

- Décanteur à niveau constant :

$$S > \frac{Q}{V_s}$$

Avec

S : Surface du décanteur ;

Q : Le débit permanent entrant dans le décanteur ;

V_s : Vitesse de sédimentation des particules les plus fines dont la décantation est désirée

- Décanteur à niveau variable :

$$S > \frac{(0.8 \times Q_e) - Q_f}{V_s \times \log\left(\frac{0.8 \times Q_e}{Q_f}\right)}$$

Avec :

Q_e : Débit de pointe d'entrée ;

Q_f : Débit de sortie régulé ;

V_s : Vitesse de sédimentation des particules les plus fines dont la décantaion est désirée.

Les paramètres pour le dimensionnement d'un bassin sont donc : la surface (longueur x largeur), les débits caractéristiques d'entrée-sortie et la taille de la particule de référence à décanter (on retient généralement 50 μm pour les eaux pluviales). La hauteur d'eau n'intervient pas dans le dimensionnement, ni la forme du bassin, le tableau ci-dessous donne le taux d'abattements des matières en suspension contenu dans les eaux pluviales

Vitesse de chute en (cm/s)	Vitesse de chute en (m/s)	Rendement
0.0003	0.01	100%
0.001	0.04	98%
0.003	0.1	95%
0.014	0.5	88%
0.027	1	80%

Tableau 35: Taux d'abattement des MES (Source : mémoire fin d'étude, Nicolas LUTZ, INSA de Strasbourg, 2010)

Remarquons que le taux d'abattement minimum après décantation ne pourra être inférieur à 80 % pour les MES ce qui correspond à une vitesse verticale de 1 m /h.

Temps de séjour

La dépollution dépend aussi du temps de séjour, le tableau ci-après donne les valeurs des rendements en fonction du temps de séjour à l'intérieur du bassin.

Temps de séjour	MES	DCO	DB05	Hc	Métaux
12 heures	20-40	20-40	20-40	20-30	10-20
14 heures	50-70	30-50	30-50	50-60	50-60

Tableau 36: Rendement épuratoire en fonction du temps de séjour (Source : mémoire fin d'étude, Nicolas LUTZ, INSA de Strasbourg, 2010)

D'autre part, les bassins de rétention permettent également d'oxygéner un effluent et d'assurer un rôle épuratoire vis-à-vis des charges polluantes des MES, DCO et de DB05 par le maintien d'une lame d'eau permanente à grand temps de séjour, d'où une meilleure décantation, par oxygénation accrue par simple aération de surface, par décomposition de la matière organique et enfin par assimilation de certains composés par les végétaux.

Concernant la pollution accidentelle, la Maîtrise d'Oeuvre doit prévoir un dispositif de vannage et de confinement qui permet de piéger cette pollution, le temps de permettre aux services spécialisés de la neutraliser. En conclusion, les techniques alternatives sont une réponse aux problèmes de la pollution, le chargé d'étude doit savoir que le recours à des ouvrages de prétraitement ne se fera que dans le cas où le milieu récepteur serait très vulnérable, ces ouvrages de prétraitement doivent être réservés aux sites d'usages industriels (stations de services – aires de lavage). D'autre part, la conception d'un projet d'aménagement doit être orientée vers la réduction des transferts de polluants en intervenant le plus près de la source d'émission, pour cela, il faut :

- Privilégier les techniques alternatives ;
- Prendre en compte l'ensemble du système d'ouvrages et l'état du milieu récepteur ;
- Il faut limiter la collecte et la concentration des flux (déconnexion).

4. PLACE DE L'OUTIL DE CALCUL « MENSURA » DANS LA DÉMARCHE

Pour répondre aux préoccupations d'Egis France sur l'intérêt de l'utilisation de « MENSURA » dans les différentes phases de conception et dimensionnement de différentes techniques alternatives, il était essentiel de trouver des réponses à un ensemble de questions qui sont principalement :

- L'outil en cours de déploiement est-il capable de répondre aux enjeux de la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement ?
- L'outil englobe-t-il l'ensemble des concepts de dimensionnement et de conception pour les équipes de Maîtrise d'Oeuvre ?
- Quelles sont les méthodes qu'ils utilisent et qui ont un lien avec les techniques alternatives ?

Pour cela, il fallait s'appuyer sur le retour d'expériences des deux cas, sur la démarche élaborée, ainsi que l'utilisation de l'outil au sein de la structure. Le résumé figurant sur les différents imprimés écran voir annexe 16, montre la démarche à suivre pour calculer des volumes de rétentions en utilisant la méthode des pluies et double triangle qui ont un lien direct avec le dimensionnement des noues, bassins, fossés, etc.....

4.1. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE L'OUTIL

- Acquisition des données de l'IGN : gamme complète de modèle numérique de terrain à partir de la base de données topographiques ;
- Analyse du relief et outils de contrôle (analyse et simulation des écoulements), l'outil peut être utilisé pour cartographier des flèches de pentes en indiquant le sens d'écoulements, affichage des points bas et hauts, afficher le cheminement du plus long parcours de la goutte d'eau ;

- Calcul automatique des contours des bassins versants ;
- Calcul de dimensionnement par différentes méthodes (rationnelle, réservoir linéaire)
- Elaborer le rendu 3D paysager en intégrant le projet dans le site.

4.2. CONCLUSION

La gestion des eaux pluviales présente un enjeu majeur pour les projets d'aménagements engagés par Egis France. En développant une stratégie de développement durable axé principalement sur la satisfaction de ses clients, l'outil ne répond pas en totalité à ses considérations et reste insuffisant.

Pour cela, il est nécessaire de former les utilisateurs qui le considèrent pour le moment comme un moyen spécialisé dans le domaine de la voirie et de terrassement (et de doter l'entreprise d'autres logiciels capable de donner des réponses aux préoccupations des différents acteurs du projet). Ces derniers doivent tenir compte des modifications que l'homme apporte en modifiant le bassin versant, des impacts sur le milieu récepteur (dossier loi sur l'eau, le problème de la pollution des eaux pluviales, des inondations,...). MENSURA peut être utilisé surtout durant la phase de diagnostic du bassin versant (Diagnostic hydraulique et paysager...).

Des logiciels de simulation et de modélisation sont nécessaires pour simuler le fonctionnement hydraulique des bassins versants sous l'effet des événements pluvieux, sur la base de données mesurées localement et présentées comme la méthode de référence.

5. APPROCHE DES PRODUITS ET MATÉRIAUX DANS LA MISE EN ŒUVRE DES TECHNIQUES ALTERNATIVES

L'approche matériaux a été bien décrite dans le fascicule 70 titre II. Ce guide expliquera les différentes notions nécessaires pour l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre dans la phase de conception pour le choix du type du matériau à utiliser.

5.1. DÉFINITION DU CAHIER DES CLAUSES GÉNÉRALES (CCTG FASCICULE 70 TITRE II)

Le CCTG (Cahiers des Clauses Techniques Générales) fixe les dispositions techniques applicables à toutes les prestations d'une même nature. Ces documents sont approuvés par un arrêté du Ministre chargé de l'économie et des ministres intéressés. La référence aux CCTG n'est pas obligatoire. Le nouveau fascicule 70 titre II du C.C.T.G. Travaux, concernant les ouvrages d'assainissement, a été adopté le 28 janvier 2003 par la Commission Technique des Marchés. Il a été publié par voie d'arrêté le 17 septembre 2003 et est applicable depuis le 1er mars 2004. La révision du fascicule 70 a été dictée par l'évolution des techniques et des outils de conception qui permettent de mieux traiter les aspects géotechniques et également par l'apparition de techniques alternatives d'assainissement des eaux pluviales. Ce dernier point a motivé la division du fascicule en deux titres :

- Les réseaux (Titre I) et les ouvrages de recueil, de stockage et de restitution des eaux pluviales (Titre II).

Comme dans les autres fascicules récents, l'accent est mis sur la démarche qualité qui s'appuie sur le SOPAQ fourni par l'entrepreneur avec son offre. La phase de préparation de chantier est à présent largement décrite et comprend une liste précise d'actions à mener et de documents à produire. Comme dans l'ancien fascicule, le titre II est complètement nouveau, l'ancien fascicule 70 ne traitant pas des ouvrages de rétention ou d'infiltration des eaux pluviales. Certains aspects relèvent des travaux de construction de réservoirs en béton, d'autres sont proches des techniques de corps de chaussées ; aussi, de nombreux articles du chapitre exécution renvoient aux fascicules interministériels correspondants. Le titre II met également l'accent sur l'assurance qualité en faisant notamment de nombreuses références dans la partie exécution aux prescriptions des documents qualité et notamment au PAQ qu'il y a lieu de faire évoluer en fonction des adaptations réalisées à chaque étape clef du chantier. Enfin, il faut souligner que le nouveau fascicule met à disposition des maîtres d'œuvres, en pièces annexes de chacun des deux titres, de nombreux documents afin de les aider dans leur rôle de prescripteurs techniques.

La mise à jour indispensable du fascicule 70 répond aux évolutions tant en terme technique qu'en terme d'assurance.

5.2. CONTENU DU FASCICULE 70 TITRE II

Le titre II, possède plusieurs points communs avec le titre I, à savoir :

Fascicule 70	Points commun avec le titre I	Spécificités du titre II
	Généralités - Nature et qualité des matériaux - Études préalables - Exécution des travaux réception - En annexe : guide de rédaction du CCTP	Insiste sur les points propres aux techniques alternatives ; - Matériaux poreux ; - Géosynthétiques ; - Géotextile (séparation, filtration géomembrane) ; - Organisation des chantiers pour éviter le colmatage.

Tableau 37: Points commun avec le fascicule 70 titre 1 et les spécificités du titre

D'autre part ce fascicule 70 titre II fait référence à plusieurs fascicules que nous résumons dans le schéma ci-dessous.

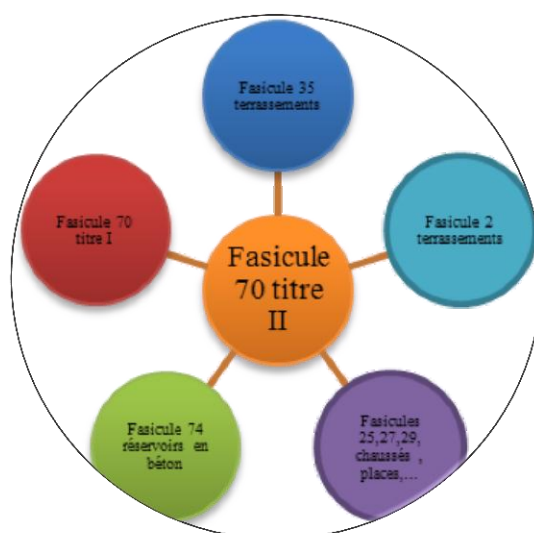


Figure 19: Relation entre le fascicule 70 titre II et d'autres fascicules

5.3. DÉFINITION DES GÉOTEXTILES

Les géotextiles sont par définition des fibres synthétiques utilisées dans le domaine des travaux publics, ils peuvent servir de surface de support, de séparation, d'armatures, de filtre ou de drain. Le géotextile joue plusieurs rôles, à savoir :

- Un rôle d'anticontamination en empêchant la migration des particules fines des sols hétérogènes ;
- Un rôle de drain, car le géotextile est perméable en accélérant la consolidation de la couche support et la couche superficielle.

5.4. DÉFINITION DES GÉOMEMBRANES

Les géomembranes sont des produits minces, souples et continus, utilisés dans les travaux publics pour assurer l'étanchéité d'une structure. Cependant, les géomembranes sont rarement utilisées seules, elles sont généralement introduites dans un DEG qui assure trois fonctions principales : support mécanique, étanchéité, protection.

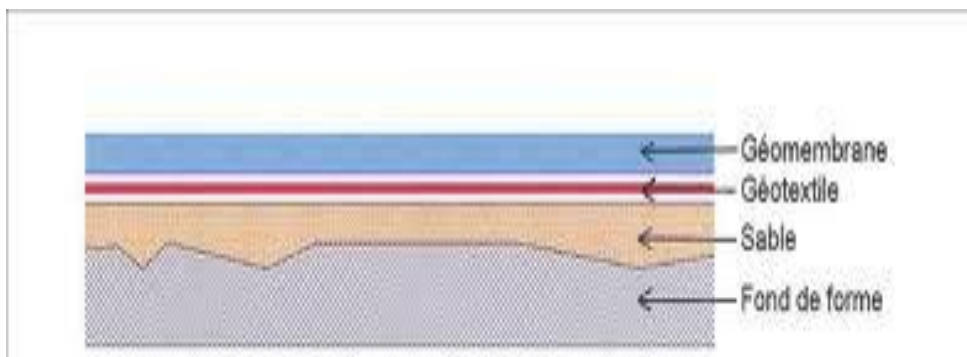


Figure 20 : Coupe illustrant la composition d'un DEG

Les géosynthétiques bentonitiques (G.S.B.) sont des produits manufacturés en forme de nappe, constitués d'un assemblage de matériaux, comportant au moins de la bentonite en poudre ou granulés et de un ou plusieurs géosynthétiques ayant un rôle de support ou conteneur, assurant la fonction d'étanchéité. notons que l'opposition « CE » est une obligation réglementaire depuis juillet 2007 pour les géomembranes et les géosynthétiques.



Figure 21: photos illustrant la pose d'un

5.5. NATURE ET QUALITÉ DES MATÉRIAUX

5.5.1. MATÉRIAUX POREUX

Ils sont classés en trois grandes familles :

Pour les structures - réservoirs, le fascicule 70 titre II, préconise :

1	Matériaux de structure et de stockage de l'eau
2	Matériaux constituant les couches de surfaces
3	Autres matériaux, constituant les interfaces

Tableau 38: Illustration des familles des matériaux poreux

En couches de surfaces :

Les matériaux en surface peuvent être perméables ou non, parmi les matériaux perméables, il existe des enrobés drainants, des bétons poreux et les pavés poreux avec des ouvertures qui évitent le colmatage, les granulats peuvent avoir les dimensions 6/10 ou 10/14, des sables 0/2 ou 0/4, bitume 60/70. Les vides des enrobés sont de l'ordre de 20 à 30 %, pour les sables de 15 à 25 %, les vitesses d'absorption de surface supérieure à 2 cm/s. Les pavés poreux sont généralement constitués en

béton, posés sur un lit de sable pour des raisons de calage et de limitation de la pollution, un géotextile est nécessaire pour éviter la migration des fines particules.

En couche de base :

Des matériaux perméables ou non peuvent être utilisés, les matériaux perméables ne sont nécessaires que si la couche superficielle est perméable, ce sont en général des graves bitumes poreuses des bétons poreux et des matériaux concassés.

En couche de fondation et en couche de forme :

On utilise les matériaux les plus poreux afin d'assurer le stockage temporaire des eaux de pluie. Dans ce cas les matériaux concassés sans sable sont les plus utilisés, les structures alvéolaires ou tout autre matériau ayant un indice du vide très élevé

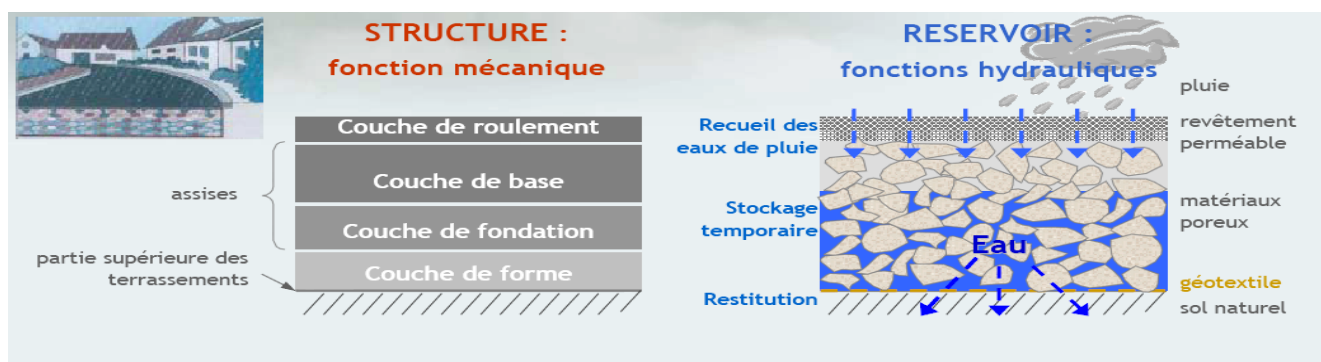


Figure 22: Structure de chaussée (fonction mécanique et fonction de stockage)

a. MATÉRIAUX STRUCTURE ET DE STOCKAGE DE L'EAU

	Matériaux	Porosité utile	Applications
	Grave non traité poreuse (GNTP) d/D	30 à 40 %	Chaussées à structure réservoir, tranchées drainantes, puits ...
	Graves bitumes poreuses	10 à 20 %	Chaussées à structure réservoir...
	Béton de ciments poreux	10 à 20 %	Chaussées à structure réservoir...
	Produits creux en béton	50 à 60%	Chaussées à structure réservoir à faible trafic, tranchées...
	Structures alvéolaires ultra- légères (SAUL)	90 à 95%	Chaussées à structure réservoir, tranchées, bassins ...
	Pneumatiques	60 à 70%	Tranchées non circulées, bassins ...

Tableau 39 : Différents matériaux de structure et de stockage (Source : fascicule 70, titre II)

b. MATÉRIAUX DE SURFACE (PERMÉABLE)

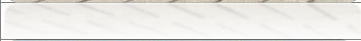
	Matériaux	Applications
	Pavés poreux (& non poreux) : perméabilité de joints	Voies d'accès très peu circulées, parking, voies piétonnes, tranchée non circulée...
	Dalles poreuses	Voies d'accès très peu circulées, parking, voies piétonnes, ...
	Graves non traitées poreuses (GNTP)	Zones non circulées : espaces piétons, voies d'accès, parking ; surf de puits, tranchée, etc.
	Béton bitumineux drainant (BBDr)	Chaussée à structure réservoir (voirie circulée ou piétonne, parking), tranchée.
	Béton de ciment drainant	Chaussée à structure réservoir (voirie circulée ou piétonne, parking).
	Autres matériaux : dalles minérales, gazon, etc.	Voies d'accès, parkings, aires de jeux, espaces piétons.

Tableau 40: Différents matériaux de surface (Source : fascicule 70, titre II)

C. AUTRES MATÉRIAUX

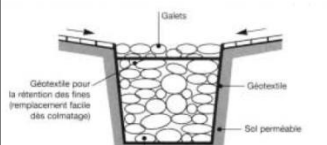
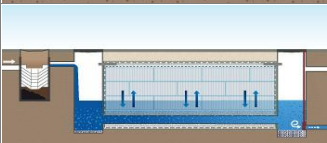
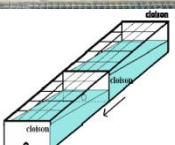
	Matériaux	Applications
	Géosynthétiques, géotextile et géomembrane	Géotextile séparation, filtration, drainage. Dispositif d'étanchéité par géomembrane (DEG)
	Systèmes d'évacuation et de drainage	Diffusion des eaux pluviales dans les matériaux de stockage (recueil localisé) ; évacuation des eaux pluviales (restitution localisée).
	Dispositifs de dépollution des eaux pluviales	En amont du stockage (recueil localisé) : dégrilleurs, dessableurs, décanteurs... >>> prévention colmatage, protection
	Systèmes de régulation et de délimitation de débit	En aval des ouvrages de stockage à restitution localisée vers un exutoire
	Autres fournitures	Cloisons, évents, systèmes anti-racines, etc.

Tableau 41: Autres matériaux (Source : fascicule 70, titre II)

CONCLUSION

Pour faire face aux enjeux actuels qui tiennent compte autant de la gestion des eaux pluviales et du risque encouru, que de la maîtrise de la pollution des milieux récepteurs, la conception de l'assainissement au sein des différentes équipes de Maîtrise d'Oeuvre doit tenir compte des nouvelles techniques permettant le renversement du principe de « tout à l'égout ». Les techniques VRD utilisées auparavant doivent laisser place à une nouvelle démarche plus globale qui marie l'eau et l'urbanisme.

Le présent travail offre aux équipes d'Egis France, une méthodologie pour pratiquer cette démarche et leur donne les outils qui peuvent être utilisés le long d'un projet d'aménagement en intégrant l'eau dans la conception en considérant uniquement « l'approche intégrée ». Egis France a entamé une démarche pour répondre à ces enjeux en inculquant aux équipes de projet concernées par la conception des projets d'aménagements la pratique de la démarche « intégrée » afin de marier harmonieusement les fonctions hydrauliques des ouvrages avec les autres fonctions attribuées aux espaces publics.

Ce travail m'a donné l'occasion de m'intéresser et de me consacrer pleinement à un sujet qui est d'actualité et au cœur des préoccupations de tous les acteurs d'un projet (bureaux d'études, urbanistes, paysagistes, décideurs, citoyens...). J'ai pu approfondir certaines connaissances acquises lors de ma formation, et j'ai pu acquérir des nouvelles compétences plus particulièrement le mode d'échanges entre les différents acteurs du projet et les difficultés rencontrées pour réussir un projet intégrant les techniques alternatives.

Finalement, le guide élaboré permet de fournir la démarche et les outils pour l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre. Cette démarche n'est pas unique. Elle devrait être complétée dans le futur par Egis France, afin de répondre aux évolutions de ces techniques et de mieux gérer les eaux pluviales qualitativement et quantitativement.

BIBLIOGRAPHIE

1 - OUVRAGES

- M. Satin, B. Selmi, R. **Bourrier**. **Guide technique de l'assainissement**, Éd. du Moniteur, 726 pages, 2006. ISBN :2 281 11239X.
- AZZOUT Y, BARRAUD S, CRES FN, ALFAKIH. **Techniques alternatives en assainissement pluvial : choix, conception, réalisation et entretien**. Lavoisier, Tech-doc, 1994.372 pages. ISBN : 2852069980.
- B. Chocat. **Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement**. Éd. Tec et Doc, Lavoisier. 1124 pages, 1997. ISBN : 2743001267.
- CHAÏB Jérôme. Les eaux pluviales : **Gestion intégrée**. **Collection Les guides pratiques/Écologie urbaine**, Sang de la terre et Foncier conseil. 1997. 176 pages. ISBN 2-86985-091-3.
- VALIRON F, TABUCHI JP. **Maîtrise de la pollution urbaine par temps de pluie : état de l'art**, Lavoisier. Tech-Doc, 1992.564 pages. ISBN : 285206863.
- Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques .**L'assainissement pluvial intégré dans l'aménagement, éléments clés pour le recours aux techniques alternatives**. Référence n°67. 195 pages, 2008. ISBN 978-2-11-097148-7.
- Service d'Études sur le Transport, et les routes et leurs aménagements .Pollution d'origine routière, **Conception des ouvrages de traitement des eaux**. 2007. ISBN : 555-2-00-054426-8.
- Communauté urbaine du Grand Lyon. Guide à l'usage des professionnels, **Aménagements et eaux pluviales sur le territoire du grand Lyon**.
- Communauté urbaine du Grand Lyon. **La gestion intégrée des eaux pluviales, les solutions alternatives en faveur de l'avenir de la ville et de l'environnement**. février 2011.
- Communauté urbaine du Grand Lyon. Guide pratique, Aménagements et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon.
- Service d'Études sur le Transport, et les routes et leurs aménagements. **Note d'information du- Série Économie et Environnement Conception n°90. Insertion d'une infrastructure de transport, Concilier assainissement et enjeux de paysage** .pages 23. 2009.
- Communauté d'agglomération du Grand Toulouse. **Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement**. Janvier. 2006.101 pages.
- Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU) / Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD). **La ville et son assainissement : Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau, Chapitre 2, chapitre 6 et chapitre 8**.2003.503 pages.
- C .GARC. **Gestion des eaux usées et pluviales –Approche développement durable, Partie B, Le développement durable et la problématique de l'assainissement** .cours ENGEES ,2011

- Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU). **Manuel de recommandations pour la prise en compte du développement durable dans la gestion du cycle de l'eau. Fascicule 2 : aménagement de bassin versant.** juillet 2007.
- Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU). **Manuel de recommandations pour la prise en compte du développement durable dans la gestion du cycle de l'eau. Fascicule 1 : Assainissement urbain,** 2007.
- **Les eaux pluviales dans l'aménagement « principes, stratégies et solutions techniques .2ème Journées de l'eau de l'Assemblée des pays de Savoie.** Mardi 26 et Mercredi 27 Mai 2009.
- DREAL et DDT Rhône Alpes– Guide Document d'incidence - **Eaux Pluviales, Version validée en CIM-RA** du 29 avril .2010.30 pages.
- Région Rhône-Alpes, Graie. **Pour la gestion des eaux pluviales, stratégies et solutions techniques.** Novembre 2006.
- MISE du Rhône. **Guide de préconisations des techniques applicables aux rejets des eaux pluviales dans le département du Rhône .**Juin 2004.
- DIREN Lorraine .**Cahier des charges pour la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagements .**Février 2006.
- Directions Départementales des territoires de Rhône-Alpes. **Guide pour l'élaboration des dossiers « LOI SUR L'EAU », Rubrique 2.1.5.0-Rejet d'eaux pluviales ,**2010.30 pages
- P. Stahre (B. Urbonas, Storm water: **Best Management Practices and Detention for Water Quality, Drainage, and Cso Management,** Prentice-Hall. Edition: 2nd Revised edition (octobre 1992, 449 pages, ISBN-10: 0138474923.

2-MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

- Nicolas, LUTZ. **Étude des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales et usées en aménagement.** INSA Strasbourg, Spécialité Génie Civil, Option Aménagement du Territoire, Juin 2010,92 pages.
- Christel, HENRICH. **Le développement durable : oui, mais en pratique ? » Recherche sur les enjeux et techniques du développement durable dans le domaine de l'aménagement urbain.** INSA Strasbourg, Juin 2006,135 pages.
- Franck VERGNE. **Mise en œuvre de la réglementation communautaire de gestion des eaux pluviales dans les opérations d'aménagement et d'urbanisme au sein de la communauté d'agglomération Belfortaine(90).** ENGEES Strasbourg, juillet 2007,102 pages.

3-REGLEMENTATION

- Code de l'environnement **Articles L. 211-7 et L. 211-12.**
- Code de l'urbanisme. **Articles R. 111-8 à R. 111-10 et R. 111-13.**
- Directive Cadre de l'Eau .**Articles 1 à 26**

- **Loi n°2006- 1772 du 30 décembre 2006** sur l'eau et les milieux aquatiques.
- Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer.
Instruction technique Interministérielle 77-284 relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations, Juin 1977.

4-SITES INTERNET

- Pour une gestion intégrée des eaux pluviales à Cergy-Pont.
http://www.cergypontoise.fr/pdf/eaux_pluviales.pdf
- Décantation, Site d'informations scientifiques, techniques et écologiques sur l'eau.
<http://pravarini.free.fr/Decantation.htm>
- Vers une mise en pratique de la durabilité en assainissement pluvial.
http://www.eawag.ch/publications/eawagnews/www_en57/en57f_screen/en57f_boller_s.f
- Les eaux pluviales, Ville d'Albi.
http://www.mairie-albi.fr/dev_durable/assainissement/pluvial.html.
- La ville et son assainissement, Site du Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer.
http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/Ville_assainissement_so.pdf
- Gestion des eaux pluviales, Grand Lyon.
<http://www.grandlyon.com/Gestion-des-eaux-pluviales.3559.0.html>
- Adopta, la gestion durable des eaux pluviales.
<http://www.adopta.fr>
- SDAGE Rhin Meuse (chapitre 4).
<http://www.eau-rhin-meuse.fr/tlch/sdage/sdag4.pdf>
- Le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée.
<http://www.eaurmc.fr/le-bassin-rhone-mediterranee/le-sdage-du-bassin-rhone-mediterranee.html>
- Bienvenue sur le portail de l'eau – Eau France.
<http://www.eaufrance.fr/>
- Légifrance, le service public de la diffusion du droit.
<http://www.legifrance.gouv.fr>
- Day water
<http://daywater.in2p3.fr/FR/>
- Le Groupe de Recherche Rhône-Alpes sur les Infrastructures et l'Eau(GRAIE)
<http://www.graie.org/graie/index.htm>
- Le module d'épandage Graf
http://www.o2pluie.fr/recuperation_eau_de_pluie_c02.php

ANNEXES

ANNEXE 1 : SYNTHÈSE DE L'ASPECT JURIDIQUE ET RÉGLEMENTAIRE

A.1. LE CODE CIVIL : LA SERVITUDE D'ÉCOULEMENT

Les articles 640, 641 et 681 du Code Civil relatifs aux eaux pluviales instituent des servitudes de droit privé destinées à régler les problèmes d'écoulement des eaux pluviales entre immeubles voisins. Les fonds inférieurs « fonds servants » sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés « fonds dominants » à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué. Tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds. 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. Lorsque le terrain inférieur est une voie publique, la jurisprudence confortée par les textes a admis que l'exercice de cette servitude doit se faire en respectant les règles de police administrative en faveur de la conservation du domaine public routier et de la sécurité routière. Ainsi, les restrictions ou interdictions de rejet des eaux pluviales sur la voie publique sont régies par les articles L.113-2, R.116.2 et R.122-3 du Code de la Voirie Routière et également par les articles D. 161-14 et D. 161-16 du Code Rural. Il appartient au Maire, au titre de son pouvoir de police générale, de réglementer ou d'interdire le rejet des eaux pluviales sur la voie publique pour prévenir et faire cesser les accidents, pollutions ou inondations. Il en résulte que ces articles encouragent indirectement à recourir à des techniques alternatives du fait des limitations imposées par l'exercice de cette servitude légale. En effet, cette servitude comporte des limites dont le franchissement, à l'appréciation du juge judiciaire, peut entraîner l'indemnisation du propriétaire de terrain voisin inférieur.

A.2. LA LOI SUR L'EAU DU 3 JANVIER 1992 ET LA LEMA DU 30 DÉCEMBRE 2006

A.3. LES OUTILS DE LA PLANIFICATION : LE SDAGE ET LE SAGE

La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 a créé deux nouveaux documents de planification :

- Le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) fixe pour chaque bassin hydrographique métropolitain les orientations essentielles d'une gestion équilibrée de la ressource en eau dans l'intérêt général et dans le respect des principes de la loi sur l'eau.
- Le SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) reprenant les grandes orientations du SDAGE, s'applique à un niveau local (sous bassin). La loi sur l'eau et les milieux aquatiques, adoptée le 30 décembre 2006, prévoit que le SAGE comporte un règlement qui sera opposable à toute personne publique ou privée pour l'exécution d'activités soumises à procédure de déclaration ou d'autorisation.

A.4. LE ZONAGE D'ASSAINISSEMENT

L'article 35-III de la loi sur l'eau, codifié par l'article L. 2224-10 du Code Général des Collectivités Territoriales prévoit que les collectivités (communes ou groupements en établissements publics), après enquête publique, délimitent deux catégories de zones, à savoir :

- Les zones touchant exclusivement les eaux usées ou le mélange eaux usées - eaux pluviales : Chaque commune doit déterminer sur son territoire, après enquête publique, les zones relevant de l'assainissement collectif et celles qui relèvent de l'assainissement autonome.
- Les zones concernant les eaux pluviales et de ruissellement
- Les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement
- Les zones où il convient de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage, si besoin le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles

apportent au milieu aquatique risque de nuire à l'efficacité des dispositifs d'assainissement. Ces zones sont assujetties à un règlement d'assainissement. Ce document définit, en fonction de circonstances locales, les conditions et modalités du déversement des eaux usées et pluviales dans les réseaux d'assainissement, les prestations assurées par les services ainsi que les obligations respectives de l'exploitant et des usagers de ces services. Il en résulte que les zonages d'assainissement peuvent être l'occasion pour les communes de faire appel à des techniques alternatives.

A.5. LES DISPOSITIONS DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Articles L 214-1 à L 214-6

(Anciennement article 10 de la Loi sur l'eau). Ils stipulent qu'une installation ou un ouvrage est soumis aux procédures d'autorisation ou de déclaration, selon qu'il soit ou non susceptible de présenter des dangers pour la santé et la sécurité publique, de nuire au libre écoulement des eaux, de réduire la ressource en eau, d'accroître notablement les risques d'inondation, de porter gravement atteinte à la qualité ou à la diversité du milieu aquatique.

Articles R 214-1 et suivants

Ils précisent, d'une part, la procédure à suivre en ce qui concerne les demandes d'autorisation et de déclaration ; d'autre part, la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration.

Rubrique 2.1.5.0

Elle est relative au rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles, ou sur le sol, ou dans le sous-sol. Si la surface totale du projet (surface de la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés comprise) est supérieure ou égale à 20 ha, il est soumis à autorisation. Si elle est supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha, il est soumis à déclaration.

Rubrique 3.1.1.0

Elle concerne les installations, ouvrages, remblais et épis dans le lit mineur d'un cours d'eau constituant un obstacle à l'écoulement des crues ou un obstacle à la continuité écologique. Cette continuité écologique est définie par la libre circulation des espèces biologiques et par le bon déroulement du transport naturel des sédiments. Un obstacle à l'écoulement des crues est soumis à autorisation. Un obstacle à la continuité écologique est également soumis à autorisation, s'il entraîne une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la Ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation. Il est en revanche soumis à déclaration s'il entraîne une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation.

Rubrique 3.2.2.0

Elle s'applique aux installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau. Si la surface soustraite est supérieure ou égale à 10 000 m², le projet est soumis à autorisation. Si celle-ci est supérieure ou égale à 400 m² et inférieure 10 000 m², il est soumis à déclaration. À noter que le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue (ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure). La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur.

Rubrique 3.2.3.0

Elle concerne les plans d'eau permanents ou provisoires. Si la superficie est supérieure ou égale à 3 ha, une autorisation peut être délivrée. Si la superficie est supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha, une simple déclaration suffit.

Rubrique 3.2.5.0

Elle est spécifique aux barrages de retenue et aux digues de canaux. S'il s'agit d'un ouvrage de classes A, B ou C, il faut une autorisation. S'il s'agit d'un ouvrage de classe D, une déclaration suffit. Les différentes classes de la nomenclature sont définies aux articles R 214-112 et suivants du Code de l'environnement.

A.6. LA POLICE DES EAUX ET LA MISE

a. LA POLICE DE L'EAU :

En France, la police de l'eau est assurée par trois polices spécialisées : la police de l'eau et des milieux aquatiques, la police de la pêche, la police des installations classées. Sont contrôlés au titre de la police de l'eau, à condition qu'ils soient visés par la nomenclature, les installations, ouvrages ou travaux susceptibles d'avoir des effets négatifs sur le débit ou la pollution des eaux de pluie ou de ruissellement (rejets d'eaux pluviales dans les eaux superficielles). Les prescriptions visent à garantir une gestion équilibrée de l'eau et à protéger les intérêts visés par l'article L. 211-1 du Code de l'Environnement dont les fondamentaux sont la protection de l'eau et des milieux aquatiques contre toute pollution ainsi que la lutte contre les inondations.

L'article 13 du décret 93-742 du 29 mars 1993 modifié (codifié article R.214-15 du Code de l'Environnement) permet de préciser les conditions de réalisation, d'aménagement et d'exploitation des ouvrages avec comme prérogative, l'efficacité des techniques disponibles et leur économie. Cette condition permet d'imposer le recours à des techniques alternatives.

b. LA MISE

La Mission Interservices de l'Eau regroupe l'ensemble des services de l'État qui agissent dans le domaine de l'eau (DDT, DREAL, DRAFF, ARS, DDPP, DDCS...). Elle est placée sous l'autorité du Préfet dans le département et pilotée par la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDT). Une doctrine relative à la gestion des eaux pluviales issues d'une imperméabilisation nouvelle fixe les modalités des rejets en eau superficielle ou dans un réseau existant et définit les conditions pour l'infiltration des eaux. Cette doctrine appliquée dans

A.7. LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU ET LES OBJECTIFS DE QUALITÉ DES EAUX REJETÉES

Depuis 1971, la qualité des cours d'eau était évaluée en France à partir d'une grille qui associait 5 classes de qualité (1A, 1B, 2, 3, hors classe) en fonction de valeurs seuil des paramètres physico-chimiques et hydrobiologiques. La promulgation de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 et l'élaboration du SDAGE a amené les Agences de l'Eau ainsi que le Ministère chargé de l'environnement à reconsidérer la grille de 1971, afin de mieux mettre en évidence les différents types de pollution. C'est dans ce contexte qu'est apparu le Système d'Évaluation de la Qualité des cours d'eau (SEQ-Eau) qui prend en compte la potentialité biologique du cours d'eau, ainsi que de l'usage de l'eau pour l'eau potable et pour les loisirs et sports nautiques [84]. La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) impose aux états membres d'atteindre le « bon état » des eaux superficielles et souterraines et des milieux aquatiques en 2015. Le bon état d'une masse d'eau de surface est atteint lorsque son état écologique et son état chimique sont au moins « bons ». Le système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ Eau) analyse et permet de suivre l'altération des différents paramètres physico-chimiques.

Les paramètres de même nature ou de même effet sont groupés en 16 altérations (les matières organiques et oxydables, les matières azotées, les matières phosphorées, les nitrates, etc.). Chaque altération est définie par un indice de qualité de 0 à 100 et une classe de qualité correspondant à une des 5 couleurs conventionnelles :

Indices	Classes	Qualité
100 80	BLEU	Très bonne
60	Vert	Bonne
40	Jaune	Passable
20	Orange	Mauvaise
0	Rouge	Très mauvaise

Illustration des classes de qualité

A.8. LE CODE DE L'URBANISME

Le SCOT : Le Schéma de Cohérence Territoriale permet aux élus de définir en commun la priorité d'urbanisme et les orientations à mettre en œuvre pour limiter les impacts sur le milieu naturel ainsi que le risque d'inondation.

Le PLU : Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) qui se substitue au Plan d'Occupation des Sols (POS), n'est pas uniquement un document d'urbanisme réglementaire : il exprime un véritable projet de ville. Il s'harmonise avec le Programme Local de l'Habitat et le Plan de Déplacements Urbains avec comme un des objectifs de prévenir les risques naturels dans le respect du développement durable. La liaison entre urbanisation et assainissement peut se faire au travers des dispositions citées ci-après :

- L'article R. 123 - 11. du code de l'urbanisme : relatif à l'existence de risques naturels ;
- L'article R. 123-9.4 du code de l'urbanisme : relatif aux conditions de desserte par les réseaux divers ;
- Les annexes du PLU : schémas des réseaux d'assainissement, note technique et définition des équipements futurs, caractéristiques des réseaux et localisation des futures stations d'épuration, etc.
- L'article R. 123-1.11 du code de l'urbanisme : zonages d'assainissement collectif et non collectif.

D'une manière générale, une commune, sur la base de l'article R. 123- 11. b et sur les fondements des articles R. 123-4 et R. 123-9 du Code de l'Urbanisme, peut adopter dans le règlement de son PLU des prescriptions qui s'imposeront aux constructeurs et aménageurs publics ou privés en vue de favoriser l'infiltration ou le stockage temporaire des eaux pluviales.

L'URBANISME OPERATIONNEL : LA ZAC

Le procédé le plus courant de réalisation de l'urbanisme opérationnel est la ZAC (zone d'aménagement concerté). La ZAC est une opération d'aménagement d'initiative publique permettant à la collectivité de maîtriser le programme d'urbanisation et notamment, le contenu, la densité, la forme, et la typologie des logements avec précision. Une ZAC donne à la collectivité la possibilité de mettre en œuvre un projet réglementaire programmatique (technique réglementaire) et conceptuel (financement d'équipements) sur mesure, intégrant les techniques alternatives de gestions des eaux et celles relatives aux relations contractuelles de droits privés entre l'aménageur, vendeur des terrains, et les acquéreurs-constructeurs (cahiers des charges de cession de terrains).

A.9. LE PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS PRÉVISIBLES POUR LES INONDATIONS (PPRNI)

Il établit la cartographie, précise des secteurs susceptibles d'être inondés ou qui ont déjà été inondés par des crues. Son volet réglementaire édicte des mesures pour :

- Ne pas aggraver l'exposition aux risques des personnes, des biens et des activités ;

- Préserver les champs d'expansion des crues et les capacités d'écoulement des eaux ;
- Limiter l'aggravation du risque inondation par la maîtrise de l'occupation des sols.

A.10. LE CODE DE LA SANTÉ PUBLIQUE –ARTICLE L 1331-1

Il accorde le droit à la commune de fixer des prescriptions techniques pour la réalisation des raccordements des immeubles au réseau public de collecte des eaux usées et des eaux pluviales.

A.11. LE FASCICULE 70 TITRE II

Le fascicule 70 du cahier des clauses techniques générales s'applique aux collectivités (pas d'obligation pour les particuliers). Cependant, ses prescriptions s'imposent en cas de rétrocession des ouvrages à la collectivité. Il définit les règles techniques de référence concernant la conception et l'exécution des travaux d'assainissement (eaux usées et eaux pluviales). Ce document contractuel, approuvé par le décret ministériel de septembre 2003 et publié en juin 2004, a pour principal objectif de garantir la pérennité des ouvrages. Le titre II concerne les clauses de réalisation, d'exécution des ouvrages de recueil, de restitution et de stockage des eaux pluviales (bassins de retenue, fossés et noues, tranchées et puits d'infiltration, chaussées à structure réservoir...). Il ne traite pas du calcul hydraulique et ne concerne pas la rétention en toitures- terrasses.

A.12. LA NORME NF EN 752-2 DE NOVEMBRE 1996

Relative aux réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments, cette norme rappelle certains principes de base pour le dimensionnement hydraulique des réseaux et fixe la période de retour de la pluie à prendre en compte dans le calcul du dimensionnement des ouvrages d'eaux pluviales, en fonction des enjeux à protéger.

A.13. LES PERMIS DE CONSTRUIRE : ARTICLE L. 421-3 DU CODE DE L'URBANISME

Il pose comme principe qu'un permis de construire ne peut être accordé que si les constructions projetées sont conformes aux dispositions législatives et réglementaires concernant notamment leur assainissement. Ces dispositions sont confirmées par les articles R.111-2 et R.111-8. Ces articles permettent donc d'imposer dans le permis de construire sous forme de prescriptions, les dispositions contenues dans la législation : PLU, règlements d'assainissement, règlements sanitaires... ou en cas de non-respect de la réglementation nationale ou locale l'autorité administrative peut refuser le permis de construire.

ANNEXE 2 : PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES ET CARRACTÉRISTIQUES DES SONDAGES AU NIVEAU DE LA ZONE DE DÉCHARGE



Elaboration d'un protocole pour la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagements



Cliant : **Le Grand Lyon**
Etude : **Voie nouvelle LY12 - CHASSIEU (69)**

SONDAGE : PM4

Type : **Pelle Mécanique**

X :

Y :

Z :

Inclinaison :

Machine :

Affaire N° : A090211155

Date : 17/09/09

Début : 0,00 m

Fin : 3,00 m

Echelle : 1 / 40

Remarque :

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	Niveau d'eau	Teneur des parois	Ech. Labo.	W (%)	0,08 mm (%)	passant 2 mm (%)	D max	VBS	Ip	densité P (kN/m3)	W%opt	IPi	Densité IPi	Classe GTR
0,00	0,10	Terre végétale														
0,70		Limon graveleux marron à rougeâtre				10,4	15,6	42,4	63	0,4				36,7	1,908	C1B
3,00		Graves sableuses		BONNE												



Cliant : **Le Grand Lyon**
Etude : **Voie nouvelle LY12 - CHASSIEU (69)**

SONDAGE : PM5

Type : **Pelle Mécanique**

X :

Y :

Z :

Inclinaison :

Machine :

Affaire N° : A0902

Date : 17/09/09

Début : 0,00 m

Fin : 3,00 m

Echelle : 1 / 40

Remarque :

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	Niveau d'eau	Teneur des parois	Ech. Labo.	W (%)	0,08 mm (%)	passant 2 mm (%)	D max	VBS	Ip	densité P (kN/m3)	W%opt	IPi	Densité IPi	Classe GTR	Densité sol (tm3)
0,00	0,20	Terre végétale															
1,00		Limon graveleux à graves limoneuses rougeâtres lgt humide				9,2	29,7	42,8	63	0,39						C1B5	
3,00		Graves sableuses		BONNE													



Cliant : **Le Grand Lyon**
Etude : **Voie nouvelle LY12 - CHASSIEU (69)**

SONDAGE : PM6

Type : **Pelle Mécanique**

X :

Y :

Z :

Inclinaison :

Machine :

Affaire N° : A090211155

Date : 17/09/09

Début : 0,00 m

Fin : 3,00 m

Echelle : 1 / 40

Remarque :

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	Niveau d'eau	Teneur des parois	Ech. Labo.	W (%)	0,08 mm (%)	passant 2 mm (%)	D max	VBS	Ip	densité P (kN/m3)	W%opt	IPi	Densité IPi	Classe GTR	Densité sol (tm3)
0,00	0,20	Terre végétale															
0,70		Limon graveleux marron-beige, sec				5,6	49,2	76	40	0,47						A1	
3,00		Remblai: Sable limoneux gris-noir avec morceaux de briques, ferrailles, bouteilles, papiers, bois, cartons...		MAUVAISE													



Cliant : **Le Grand Lyon**
Etude : **Voie nouvelle LY12 - CHASSIEU (69)**

SONDAGE : PM7

Type : **Pelle Mécanique**

X :

Y :

Z :

Inclinaison :

Machine :

Affaire N° : A090211155

Date : 17/09/09

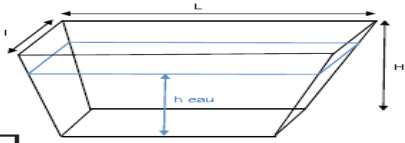
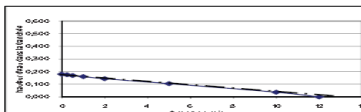
Début : 0,00 m

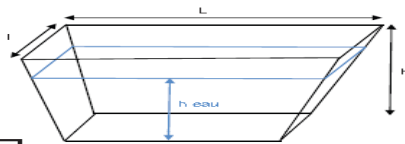
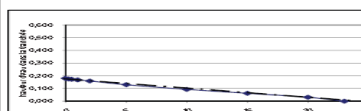
Fin : 3,00 m

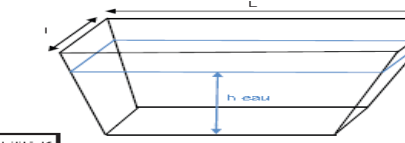
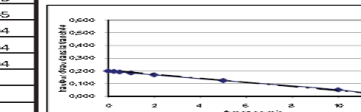
Echelle : 1 / 40

Remarque :

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	Niveau d'eau	Teneur des parois	Ech. Labo.	W (%)	0,08 mm (%)	passant 2 mm (%)	D max	VBS	Ip	densité P (kN/m3)	W%opt	IPi	Densité IPi	Classe GTR	Densité sol (tm3)
0,00	0,20	Terre végétale															
0,90		Limon graveleux marron-beige, sec				8,2	47,8	81,7	80	0,76				24,2	1,834	C1A1m	
1,40		Limon graveleux rouge															
3,00		Remblai: Sable limoneux gris-noir avec morceaux de briques, béton, ferrailles, bouteilles, papiers, bois, cartons...		MAUVAISE													

 331, avenue du 8 mai 1945 69100 BILLY-MAGNY Téléphone : 04 78 59 40 39 Courriel : info@groupej.fr	Chantier : CHASSIEU	Date : 28/09/2009																																				
	Client : LY 12 GRAND LYON	N°dossier : A090211155 Nos réf. : A11155RB001																																				
Essai de perméabilité in-situ																																						
SONDAGE : PM10 (1,20 m)																																						
NATURE DU TERRAIN : Gravier et galets arrondis à matrice sableuse																																						
DATE DE L'ESSAI : 18/09/2009																																						
OPERATEUR : J MAK																																						
<table border="1"> <caption>Dimensions de la fouille</caption> <tr><td>longueur L</td><td>0,50</td><td>m</td></tr> <tr><td>largeur l</td><td>0,45</td><td>m</td></tr> <tr><td>hauteur H</td><td>0,30</td><td>m</td></tr> <tr><td>surface</td><td>0,23</td><td>m²</td></tr> <tr><td>calcul du coefficient a</td><td>0,1184</td><td>a=L*V2(L+l)</td></tr> <tr><td>Volume d'eau</td><td>0,0405</td><td>m³</td></tr> </table>			longueur L	0,50	m	largeur l	0,45	m	hauteur H	0,30	m	surface	0,23	m²	calcul du coefficient a	0,1184	a=L*V2(L+l)	Volume d'eau	0,0405	m³																		
longueur L	0,50	m																																				
largeur l	0,45	m																																				
hauteur H	0,30	m																																				
surface	0,23	m²																																				
calcul du coefficient a	0,1184	a=L*V2(L+l)																																				
Volume d'eau	0,0405	m³																																				
																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temps (min)</th> <th>Hauteur d'eau (m)</th> <th>Observations</th> <th>Perméabilité K (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0,180</td><td></td><td>1,07E-04</td></tr> <tr><td>0,25</td><td>0,178</td><td></td><td>1,63E-04</td></tr> <tr><td>0,5</td><td>0,170</td><td></td><td>1,25E-04</td></tr> <tr><td>1</td><td>0,161</td><td></td><td>1,24E-04</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,144</td><td></td><td>1,06E-04</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,105</td><td></td><td>1,41E-04</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,038</td><td></td><td>2,75E-04</td></tr> <tr><td>12</td><td>0,000</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Temps (min)	Hauteur d'eau (m)	Observations	Perméabilité K (m/s)	0	0,180		1,07E-04	0,25	0,178		1,63E-04	0,5	0,170		1,25E-04	1	0,161		1,24E-04	2	0,144		1,06E-04	5	0,105		1,41E-04	10	0,038		2,75E-04	12	0,000		
Temps (min)	Hauteur d'eau (m)	Observations	Perméabilité K (m/s)																																			
0	0,180		1,07E-04																																			
0,25	0,178		1,63E-04																																			
0,5	0,170		1,25E-04																																			
1	0,161		1,24E-04																																			
2	0,144		1,06E-04																																			
5	0,105		1,41E-04																																			
10	0,038		2,75E-04																																			
12	0,000																																					
																																						
<table border="1"> <tr><td>Kmoyen</td><td>1,55E-04 m/s</td></tr> <tr><td colspan="2">Sol très perméable</td></tr> </table>			Kmoyen	1,55E-04 m/s	Sol très perméable																																	
Kmoyen	1,55E-04 m/s																																					
Sol très perméable																																						

 331, avenue du 8 mai 1945 69100 BILLY-MAGNY Téléphone : 04 78 59 40 39 Courriel : info@groupej.fr	Chantier : CHASSIEU	Date : 28/09/2009																																												
	Client : LY 12 GRAND LYON	N°dossier : A090211155 Nos réf. : A11155RB001																																												
Essai de perméabilité in-situ																																														
SONDAGE : PM16 (0,65 m)																																														
NATURE DU TERRAIN : Limon graveleux																																														
DATE DE L'ESSAI : 18/09/2009																																														
OPERATEUR : J MAK																																														
<table border="1"> <caption>Dimensions de la fouille</caption> <tr><td>longueur L</td><td>0,40</td><td>m</td></tr> <tr><td>largeur l</td><td>0,30</td><td>m</td></tr> <tr><td>hauteur H</td><td>0,25</td><td>m</td></tr> <tr><td>surface</td><td>0,12</td><td>m²</td></tr> <tr><td>calcul du coefficient a</td><td>0,0857</td><td>a=L*V2(L+l)</td></tr> <tr><td>Volume d'eau</td><td>0,0216</td><td>m³</td></tr> </table>			longueur L	0,40	m	largeur l	0,30	m	hauteur H	0,25	m	surface	0,12	m²	calcul du coefficient a	0,0857	a=L*V2(L+l)	Volume d'eau	0,0216	m³																										
longueur L	0,40	m																																												
largeur l	0,30	m																																												
hauteur H	0,25	m																																												
surface	0,12	m²																																												
calcul du coefficient a	0,0857	a=L*V2(L+l)																																												
Volume d'eau	0,0216	m³																																												
																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temps (min)</th> <th>Hauteur d'eau (m)</th> <th>Observations</th> <th>Perméabilité K (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0,180</td><td></td><td>1,09E-04</td></tr> <tr><td>0,25</td><td>0,178</td><td></td><td>4,40E-05</td></tr> <tr><td>0,5</td><td>0,173</td><td></td><td>5,58E-05</td></tr> <tr><td>1</td><td>0,168</td><td></td><td>5,19E-05</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,159</td><td></td><td>6,01E-05</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,130</td><td></td><td>5,38E-05</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,093</td><td></td><td>5,44E-05</td></tr> <tr><td>15</td><td>0,062</td><td></td><td>6,73E-05</td></tr> <tr><td>20</td><td>0,031</td><td></td><td>1,47E-04</td></tr> <tr><td>23</td><td>0,000</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Temps (min)	Hauteur d'eau (m)	Observations	Perméabilité K (m/s)	0	0,180		1,09E-04	0,25	0,178		4,40E-05	0,5	0,173		5,58E-05	1	0,168		5,19E-05	2	0,159		6,01E-05	5	0,130		5,38E-05	10	0,093		5,44E-05	15	0,062		6,73E-05	20	0,031		1,47E-04	23	0,000		
Temps (min)	Hauteur d'eau (m)	Observations	Perméabilité K (m/s)																																											
0	0,180		1,09E-04																																											
0,25	0,178		4,40E-05																																											
0,5	0,173		5,58E-05																																											
1	0,168		5,19E-05																																											
2	0,159		6,01E-05																																											
5	0,130		5,38E-05																																											
10	0,093		5,44E-05																																											
15	0,062		6,73E-05																																											
20	0,031		1,47E-04																																											
23	0,000																																													
																																														
<table border="1"> <tr><td>Kmoyen</td><td>6,67E-05 m/s</td></tr> <tr><td colspan="2">Sol très perméable</td></tr> </table>			Kmoyen	6,67E-05 m/s	Sol très perméable																																									
Kmoyen	6,67E-05 m/s																																													
Sol très perméable																																														

 331, avenue du 8 mai 1945 69100 BILLY-MAGNY Téléphone : 04 78 59 40 39 Courriel : info@groupej.fr	Chantier : CHASSIEU	Date : 28/09/2009																																				
	Client : LY 12 GRAND LYON	N°dossier : A090211155 Nos réf. : A11155RB001																																				
Essai de perméabilité in-situ																																						
SONDAGE : PMS (1,20 m)																																						
NATURE DU TERRAIN : Graves sableuses																																						
DATE DE L'ESSAI : 18/09/2009																																						
OPERATEUR : J MAK																																						
<table border="1"> <caption>Dimensions de la fouille</caption> <tr><td>longueur L</td><td>0,50</td><td>m</td></tr> <tr><td>largeur l</td><td>0,40</td><td>m</td></tr> <tr><td>hauteur H</td><td>0,30</td><td>m</td></tr> <tr><td>surface</td><td>0,20</td><td>m²</td></tr> <tr><td>calcul du coefficient a</td><td>0,1111</td><td>a=L*V2(L+l)</td></tr> <tr><td>Volume d'eau</td><td>0,04</td><td>m³</td></tr> </table>			longueur L	0,50	m	largeur l	0,40	m	hauteur H	0,30	m	surface	0,20	m²	calcul du coefficient a	0,1111	a=L*V2(L+l)	Volume d'eau	0,04	m³																		
longueur L	0,50	m																																				
largeur l	0,40	m																																				
hauteur H	0,30	m																																				
surface	0,20	m²																																				
calcul du coefficient a	0,1111	a=L*V2(L+l)																																				
Volume d'eau	0,04	m³																																				
																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Temps (min)</th> <th>Hauteur d'eau (m)</th> <th>Observations</th> <th>Perméabilité K (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0,200</td><td></td><td>7,18E-05</td></tr> <tr><td>0,25</td><td>0,197</td><td></td><td>9,98E-05</td></tr> <tr><td>0,5</td><td>0,193</td><td></td><td>9,87E-05</td></tr> <tr><td>1</td><td>0,185</td><td></td><td>9,63E-05</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,170</td><td></td><td>1,08E-04</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,125</td><td></td><td>1,35E-04</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,053</td><td></td><td>3,61E-04</td></tr> <tr><td>12</td><td>0,000</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Temps (min)	Hauteur d'eau (m)	Observations	Perméabilité K (m/s)	0	0,200		7,18E-05	0,25	0,197		9,98E-05	0,5	0,193		9,87E-05	1	0,185		9,63E-05	2	0,170		1,08E-04	5	0,125		1,35E-04	10	0,053		3,61E-04	12	0,000		
Temps (min)	Hauteur d'eau (m)	Observations	Perméabilité K (m/s)																																			
0	0,200		7,18E-05																																			
0,25	0,197		9,98E-05																																			
0,5	0,193		9,87E-05																																			
1	0,185		9,63E-05																																			
2	0,170		1,08E-04																																			
5	0,125		1,35E-04																																			
10	0,053		3,61E-04																																			
12	0,000																																					
																																						
<table border="1"> <tr><td>Kmoyen</td><td>1,01E-04 m/s</td></tr> <tr><td colspan="2">Sol très perméable</td></tr> </table>			Kmoyen	1,01E-04 m/s	Sol très perméable																																	
Kmoyen	1,01E-04 m/s																																					
Sol très perméable																																						

ANNEXE 3 : CHOIX DE LA PÉRIODE DE RETOUR SELON LA NORME NF EN 752-2

LIEU	FREQUENCE D'INONDATION
Zones rurales	1 tous les 10 ans
Zones résidentielles	1 tous les 20 ans
Centres villes, ZI ou commerciales - risque d'inondation vérifiée - risque d'inondation non vérifiée	1 tous les 30 ans
Passages souterrains routiers ou ferrés	1 tous les 50 ans

Choix du risque hydrologique selon la norme NF EN 752-2 (Source guide de préconisations des techniques applicables aux rejets des eaux pluviales dans le département du Rhône)

ANNEXE 4 : GRILLE D'ANALYSE DE LA POLLUTION ÉTABLIS PAR LE GRAND LYON

Très fort	Fort	Moyen	Faible
Zones industrielles Parkings transports de matières dangereuses Stations-services Installations classées avec impact sur l'eau	Autoroutes Routes à forts trafic Boulevards périphériques Gares de marchandises Parkings PL	Stabulations Zones périurbaines denses Habitats collectifs Centres de villages Zones artisanales Réparation automobiles Parkings VL > 50 places Voiries à trafic moyen et léger	Zones préurbaines peu denses Zones pavillonnaires Espaces ludiques, stades Voiries légères et internes Parkings <VL 50 places Axes modes doux et lignes de tramway sites propres aux bus

Risque d'apports des polluants dans le milieu naturel (Source : Guide à l'usage des professionnels –Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)

Fort	Moyen	Faible
Canal du Miribel Vieux Rhône avant Rivières ruisseaux Lacs et étangs Nappes avec usages d'eau de qualité (captage d'eau potable)	Rhône court-circuit aval Saône Nappes sans usage immédiat Canal de Jonage	Rhône traversée de Lyon Canal de fuite aval

Sensibilité des milieux récepteurs et impacts des usages (Source : Guide à l'usage des professionnels –Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Gran

Risque	Très fort	Fort	Moyen	FABILE
Sensibilité /impact				
Fort	1	1	2	3
Moyen	1	2	3	4
Faible	2	3	3	4

Grille d'analyse, notes obtenues après croisement du tableau du risque et de la sensibilité (Source : Guide à l'usage des professionnels – Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)

Note	Type de traitement
1	Prétraitement obligatoire, traitement par décantation dimensionné pour une vitesse < 2 m/h sur la pluie d'occurrence annuelle et avec dispositifs fermeture de l'exutoire automatique et facilement manipulables traitements des flottants à prévoir également ;
2	Ouvrage de prétraitement obligatoire : décanteur avec vanne d'isolement avant filtration ;
3	Pas de prétraitement nécessaire dans le cas de système d'infiltration superficiel ou ouvert (fossés, noues, bassin) ; prévoir une hauteur de 2 m de zone non saturée et une couche filtrante de 20 à 50 cm sur membrane anti-contaminant, prévoir un prétraitement par décantation avec vanne d'isolement en cas d'infiltration souterraine ou rejet dans les eaux superficielles.
4	Pas de prétraitements nécessaires

Type de traitement préconisé en fonction de l'échelle de note (Source : Guide à l'usage des professionnels –Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)

ANNEXE 5 : CALCULS PAR LA MÉTHODE DES PLUIES

Courbes Intensité - Durée - Fréquence
et Hauteur - Durée - Fréquence

Résolution par la méthode des pluies

paramètres de la loi de Montana

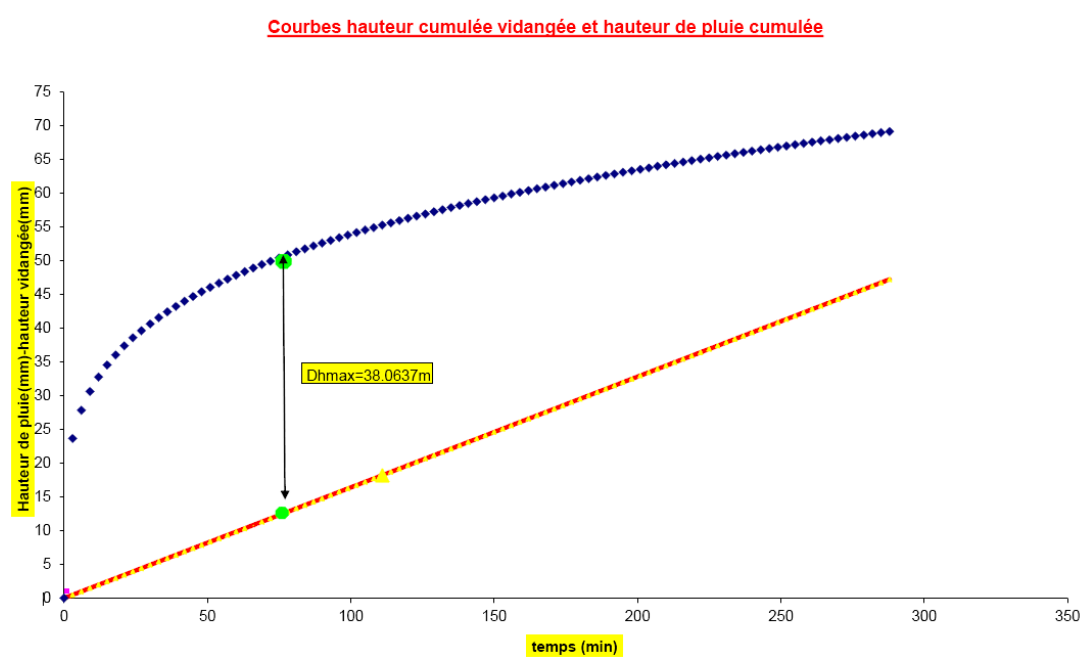
Source Gran Lyon

T		
30		1095.06
Période de retour T =	30	ans
paramètre a =	1095.06	
paramètre b =	0.765	
pas de temps =	3	(min)

Surface drainée végétalisée	14795	[m2]
Surface drainée imperméabilisée	35215	[m2]
Coefficient de ruissellement végétalisé	0.3	
Coefficient de ruissellement Imper	0.9	[m2]
Coefficient d'apport global	0.72	
Coefficient d'infiltration	0.000067	[m2]
Surface d'infiltration	2260	[m2]
Surface active	36000	[m2]
Débit de fuite Q*	0.09831	[m2]
Débit spécifique de fuite qs	0.16385	[m2]

Durée de l'averse (min)	Intensité moyenne i_m (mm/h)	Lame précipitée (mm)	Durée de l'averse (min)	Lame précipitée (mm)	hauteur d'eau évacuée mm	hauteur précipitée et haute mm	Volume d'eau d'eau à stocker (m3)
0	0	0	0	0	0	0	0
3	472.5417177	23.62708568	3	23.62708568	0.49155	23.13553588	832.6792918
6	278.0687656	27.80687656	6	27.80687656	0.9931	26.82377856	965.6559561
9	203.9118176	30.58677264	9	30.58677264	1.47465	29.11212264	1048.036415
12	163.6305018	32.72610036	12	32.72610036	1.9562	30.75990036	1107.356413
15	137.9520321	34.48800803	15	34.48800803	2.45775	32.03025803	1153.089289
18	119.992596	35.99777879	18	35.99777879	2.9493	33.04847879	1189.745236
21	106.6449156	37.32572047	21	37.32572047	3.40855	33.86487047	1219.855337
24	96.28862	38.515568	24	38.515568	3.9324	34.563168	1244.994048
27	87.99229315	39.59653192	27	39.59653192	4.42335	35.17258192	1266.212949
30	81.17633801	40.589169	30	40.589169	4.9155	35.673669	1284.252064
33	75.47006977	41.50853837	33	41.50853837	5.40705	36.10148837	1299.653581
36	70.6100473	42.36602838	36	42.36602838	5.8986	36.46742838	1312.827422
39	66.41611853	43.17047704	39	43.17047704	6.39015	36.78032704	1324.091774
42	62.75555985	43.9288919	42	43.9288919	6.8817	37.0471919	1333.696908
45	59.52924061	44.64693045	45	44.64693045	7.37325	37.27368045	1341.852496
48	56.66153933	45.32923147	48	45.32923147	7.8648	37.46443147	1348.719533
51	54.09370531	45.97964951	51	45.97964951	8.35635	37.62329951	1354.438783
54	51.77936131	46.60142518	54	46.60142518	8.8479	37.75352518	1359.126907
57	49.68138002	47.19731102	57	47.19731102	9.33945	37.85786102	1362.882997
60	47.76966646	47.76966646	60	47.76966646	9.831	37.93866646	1365.791993
63	46.01955292	48.32053056	63	48.32053056	10.32255	37.99798056	1367.9273
66	44.41061678	48.85167846	66	48.85167846	10.8141	38.03757846	1369.352225
69	42.92579637	49.36466583	69	49.36466583	11.30565	38.05901583	1370.12457
72	41.55072019	49.86036423	72	49.86036423	11.7972	38.06366423	1370.291912
75	40.27319187	50.34148958	75	50.34148958	12.28875	38.05273958	1369.896625
78	39.08278688	50.80762528	78	50.80762528	12.7803	38.02732528	1368.98371
81	37.97054686	51.2602411	81	51.2602411	13.27185	37.9863911	1367.582028
84	36.92872059	51.70020883	84	51.70020883	13.7634	37.93680883	1365.725118
87	35.95095227	52.1263153	87	52.1263153	14.25495	37.8733653	1363.441151
90	35.03018217	52.54527325	90	52.54527325	14.7465	37.79677325	1360.758837
93	34.1624068	52.95173053	93	52.95173053	15.23805	37.71368053	1357.692499
96	33.34267359	53.34827791	96	53.34827791	15.7296	37.61867791	1354.272405
99	32.66694282	53.73545565	99	53.73545565	16.22115	37.51430565	1350.515003
102	31.83162311	54.11375929	102	54.11375929	16.7127	37.40105929	1346.438134
105	31.13351113	54.48364448	105	54.48364448	17.20425	37.27939448	1342.058201
108	30.46973959	54.84553126	108	54.84553126	17.6958	37.14973126	1337.390325
111	29.83773392	55.19980774	111	55.19980774	18.18735	37.01245774	1332.448479
114	29.23517843	55.54683331	114	55.54683331	18.6774	36.86793331	1327.245599
117	28.65995999	55.88694147	117	55.88694147	19.17045	36.71649147	1321.793693
120	28.11023115	56.22044229	120	56.22044229	19.662	36.55844229	1316.103922
123	27.58420713	56.54762461	123	56.54762461	20.15355	36.39407461	1310.186666
126	27.08036094	56.86875796	126	56.86875796	20.6451	36.22365796	1304.051687

ANNEXE 5 : COURBES HAUTEUR CUMULÉE VIDANGÉE ET HAUTEUR DE PLUIE CUMULÉE



ANNEXE 6 : ESTIMATION DU VOLUME DE STOCKAGE PAR LES MÉTHODES « SIMPLE TRIANGLE » ET RATIONNELLE

1. Méthode de calcul

Réservoirs linéaires - Pluie simple triangle

2. Domaine d'application

Les bassins versants visés par cette méthode sont ceux qui présentent les caractéristiques suivantes :

- ◆ surface inférieure à 20 hectares ;
- ◆ pente moyenne comprise entre 2 et 50 mm/m ;
- ◆ coefficient de ruissellement compris entre 0.2 et 1 ;

3. Hypothèses de calcul

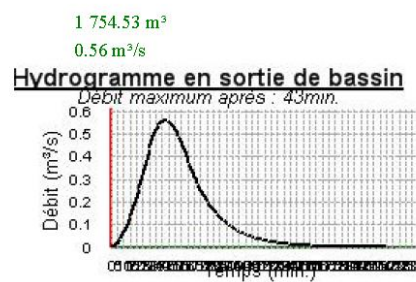
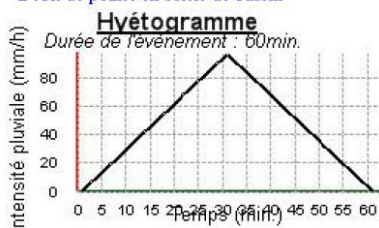
Surface totale du bassin	5.00 ha
Surface imperméable du bassin	3.61 ha
Coefficient de ruissellement	0.72
Autre surface du bassin	1.39 ha
Coefficient de ruissellement	0.72
Plus long parcours de l'eau	1 130.00 m
Coefficient d'allongement du bassin	5.05
Coefficients de Montana connus ?	Oui
Valeur du coefficient a	18.251
Valeur du coefficient b	-0.76
Caractérisation de la pluie intense	
Durée de la pluie intense	60.00 min.

4. Résultats

Bassin versant

Volume total en sortie de bassin

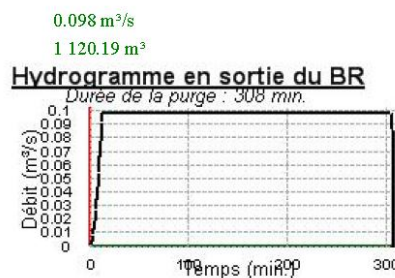
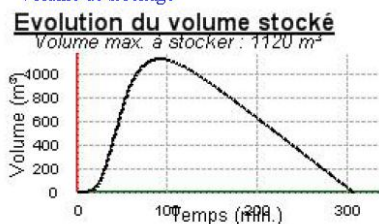
Débit de pointe en sortie de bassin



5. Prédimensionnement du bassin de rétention

Débit de sortie du bassin de rétention

Volume de stockage



1. Méthode de calcul

Méthode rationnelle - Pluie simple triangle

2. Domaine d'application

Les bassins versants visés par cette méthode sont ceux qui présentent les caractéristiques suivantes :

- surface inférieure à 20 hectares ;
- pente moyenne comprise entre 2 et 50 mm/m ;
- coefficient de ruissellement compris entre 0.2 et 1 ;

3. Hypothèses de calcul

Surface totale du bassin	5.00 ha
Surface imperméable du bassin	3.51 ha
Coefficient de ruissellement	0.72
Autre surface du bassin	1.49 ha
Coefficient de ruissellement	0.72
Plus long parcours de l'eau	1 130.00 m
Coefficient d'allongement du bassin	5.05
Coefficients de Montana connus ?	Oui
Valeur du coefficient a	18.251
Valeur du coefficient b	-0.76
Caractérisation de la pluie intense	
Durée de la pluie intense	60.00 min.

4. Résultats

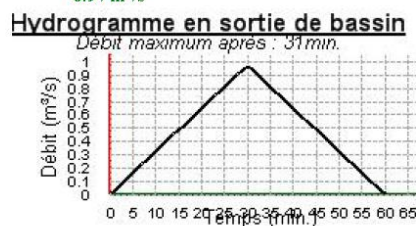
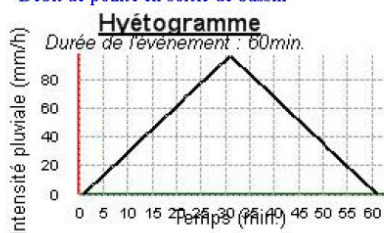
Bassin versant

Volume total en sortie de bassin

1 755.28 m³

Débit de pointe en sortie de bassin

0.97 m³/s



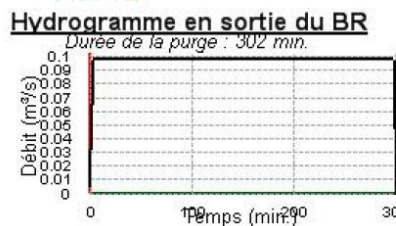
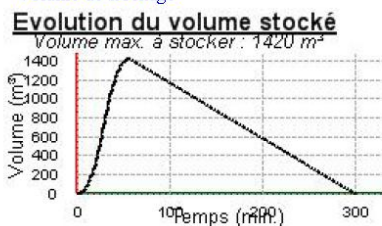
5. Prédimensionnement du bassin de rétention

Débit de sortie du bassin de rétention

0.098 m³/s

Volume de stockage

1 419.74 m³



ANNEXE 7 : ETUDE GÉOTECHNIQUE ÉLABORÉE PAR LE BUREAU D'ÉTUDE FONDASOL « AGENCE DE NANCY

Essais de perméabilité dit "à la fosse"

Essai E1 - PL1

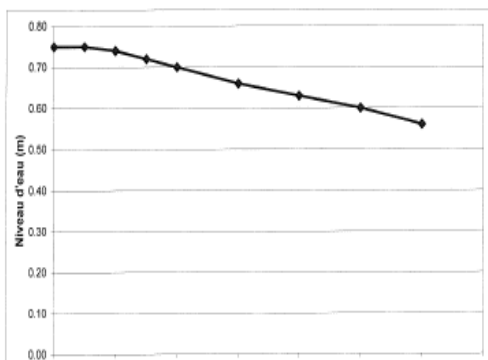
Longueur fouille (m)	1.50
Largeur fouille (m)	0.70
Coeff. de forme (m)	0.239
Coeff. de sécurité	3

Calcul de la descente

Temps (min)	Hauteur d'eau (m)
0	0.75
5	0.75
10	0.74
15	0.72
20	0.70
30	0.66
40	0.63
50	0.60
60	0.56

Perméabilité k (m/s)

4.72E-06



Essais de perméabilité dit "à la fosse"

Essai E3 - PL6

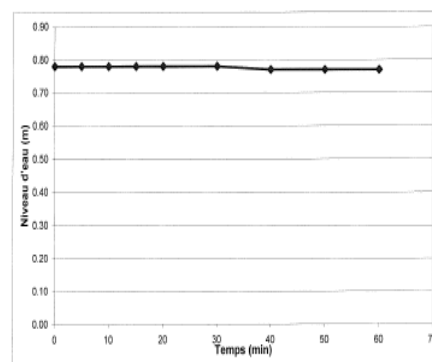
Longueur fouille (m)	1.70
Largeur fouille (m)	0.70
Coeff. de forme (m)	0.248
Coeff. de sécurité	3

Calcul de la descente

Temps (min)	Hauteur d'eau (m)
0	0.78
5	0.78
10	0.78
15	0.78
20	0.78
30	0.78
40	0.77
50	0.77
60	0.77

Perméabilité k (m/s)

2.24E-07



Essais de perméabilité dit "à la fosse"

Essai E2 - PL3

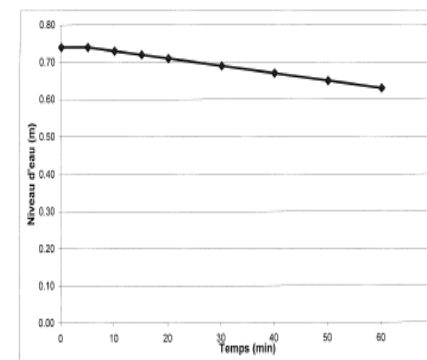
Longueur fouille (m)	1.40
Largeur fouille (m)	0.70
Coeff. de forme (m)	0.233
Coeff. de sécurité	3

Calcul de la descente

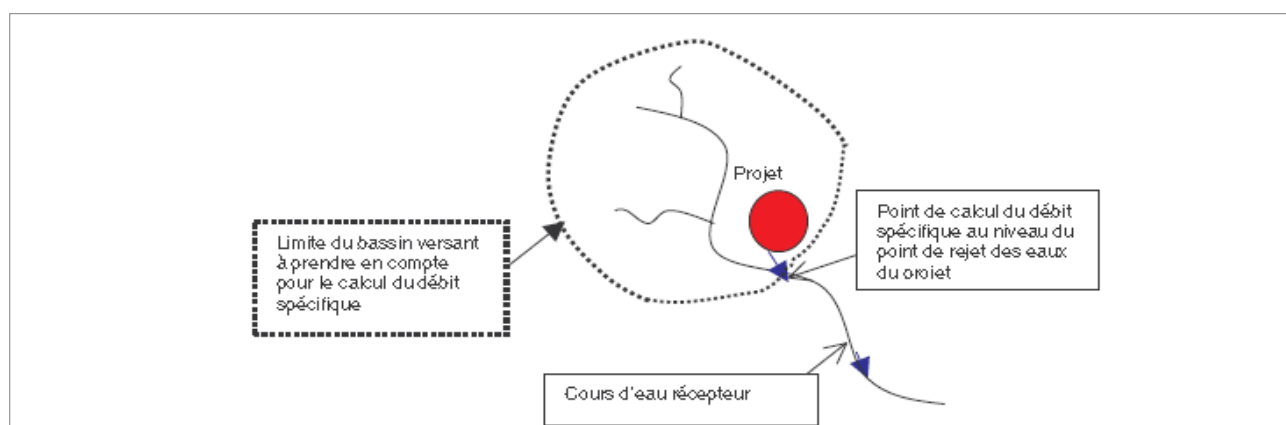
Temps (min)	Hauteur d'eau (m)
0	0.74
5	0.74
10	0.73
15	0.72
20	0.71
30	0.69
40	0.67
50	0.65
60	0.63

Perméabilité k (m/s)

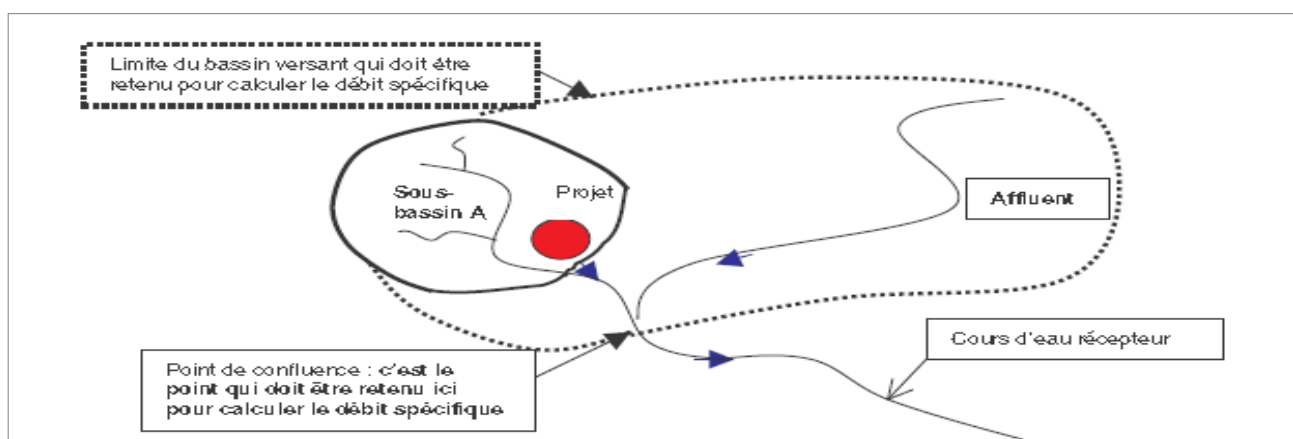
2.59E-06



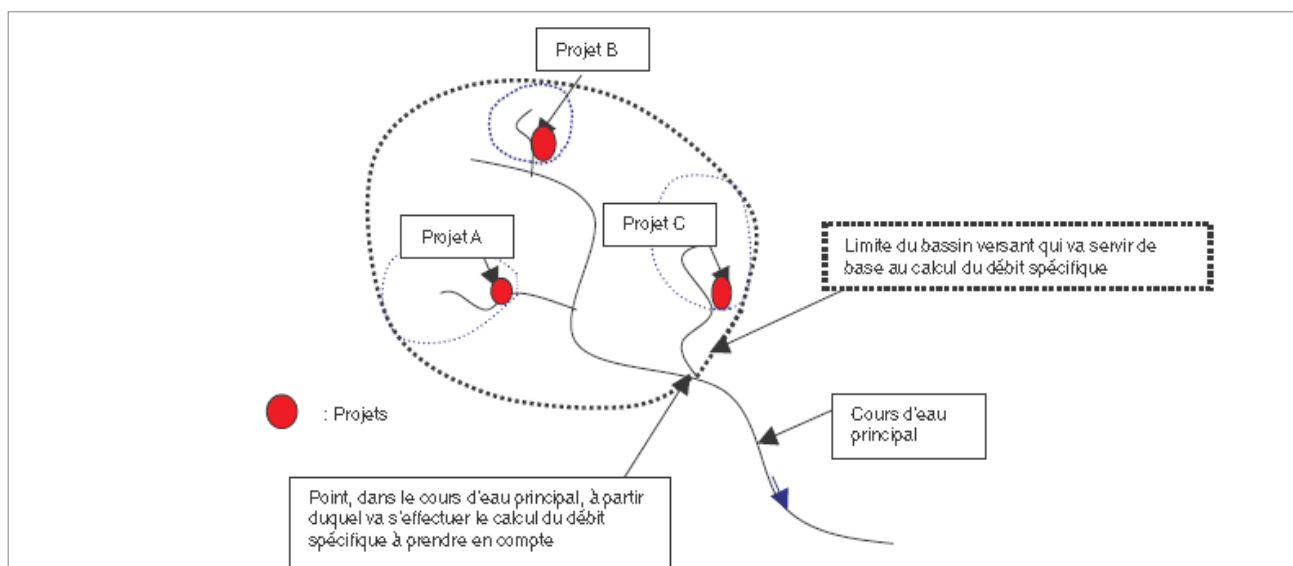
ANNEXE 8 : CALCUL DU DÉBIT SPÉCIFIQUE SELON LA DOCTRINE DE LA MISE



Cas 1 : Illustration de calcul du point de calcul du débit spécifique par rapport au cours d'eau



Cas 2 L'affluent est situé en aval du projet, le point de calcul du débit spécifique se trouve au point de confluence



Cas 3 : Illustration du calcul du débit spécifique, soit au point de tous les rejets, soit à un point particulier

ANNEXE 9 : DÉCOUPAGE DU BASSIN VERSANT ET CALCUL DES DÉBITS DÉCENNAUX APRÈS AMÉNAGEMENT



Découpage du bassin versant

Bassins	u	B_{ext}	B_{V1}	B_{V2}	B_{V3}	B_{V4}	B_{V5}	B_{total}
Surfaces	ha	15.541	2.527	3.757	2.664	2.406	1.190	28.085
Pentes	m/m	0.010	0.010	0.020	0.015	0.030	0.015	0.025
Longueurs	m	710.00	215.00	170.00	200.00	115.00	130.00	340.00
Coefficients d'apports	%	10%	45%	45%	45%	45%	45%	26%

Caractéristiques hydrauliques du bassin versant

Bassins	u	B_{ext}	B_{V1}	B_{V2}	B_{V3}	B_{V4}	B_{V5}	B_{total}
$S_{imperméabilisé}$	ha	1.554	1.137	1.690	1.199	1.083	0.535	7.199
$Q_{10} \text{ brut}$	m^3/s	0.202	0.297	0.495	0.348	0.393	0.186	1.291
M		1.801	1.352	0.877	1.225	0.800	1.192	0.800
m		1.065	1.263	1.635	1.339	1.728	1.362	1.728
Q_{10}	m^3/s	0.215	0.376	0.810	0.467	0.680	0.253	2.231
Q_{100}	m^3/s	0.429	0.751	1.620	0.934	1.359	0.506	4.462

ANNEXE 10 : CALCUL DES VOLUMES PAR LA MÉTHODE DES PLUIES

-0-0-0-0-0-0-0-0-
Commune de PULNOY

-0-0-0-0-0-0-
ZAC "Les résidences vertes"

-0-0-0-
Dimensionnement du Bassin de Rétention - BV 1

Dimensionnement de la rétention par la méthode des pluies

*Période de retour: 100 ans
Pluies mesurées à la station de Nancy-Essey (moyenne 1969-2005)*

$I \text{ (mm/h)} = 60 \cdot a \cdot T \text{ (min)}^{-b}$ avec
a et b coefficients de Montana donnés
par MétéoFrance.

Durée T de l'événement pluvieux en min	a	b	Intensité en mm/h	Hauteur précipitée pendant T en mm	Coef. de ruissellement	Surface du bassin versant en ha	Volume ruisselé pendant T en m3	Volume provenant du BV2	Débit de fuite en m3/s	Volume rejeté pendant T en m3	Volume du bassin en m3	Temps de vidange en mn
6.00	6.381	0.504	155.00	15.50	0.450	2.527	176.29	16.23	0.0451	16.23	176.29	
10.00	6.381	0.504	120.00	20.00	0.450	2.527	227.47	27.04	0.0451	27.04	227.47	
15.00	6.381	0.504	98.00	24.50	0.450	2.527	278.65	40.56	0.0451	40.56	278.65	
30.00	6.381	0.504	69.00	34.50	0.450	2.527	392.38	81.13	0.0451	81.13	392.38	
60.00	9.313	0.641	40.00	40.00	0.450	2.527	454.93	162.25	0.0451	162.25	454.93	
120.00	9.313	0.641	26.00	52.00	0.450	2.527	591.41	324.50	0.0451	324.50	591.41	
180.00	12.692	0.729	17.00	51.00	0.450	2.527	580.04	486.75	0.0451	486.75	580.04	
240.00	12.692	0.729	14.00	56.00	0.450	2.527	636.90	649.00	0.0451	649.00	636.90	
360.00	12.692	0.729	10.00	60.00	0.450	2.527	682.40	973.51	0.0451	973.51	682.40	151

Volume de rétention : 682.40 m3

NOTA:

Le volume de rétention nécessaire pour limiter les rejets à 45 l/s sera de 683 m3

Le temps nécessaire pour vidanger la rétention de 683 m3 est de 151 minutes

-0-0-0-0-0-0-0-0-
Commune de PULNOY

-0-0-0-0-0-0-
ZAC "Les résidences vertes"

-0-0-0-
Dimensionnement du Bassin de Rétention - BV 2

Dimensionnement de la rétention par la méthode des pluies

*Période de retour: 100 ans
Pluies mesurées à la station de Nancy-Essey (moyenne 1969-2005)*

$I \text{ (mm/h)} = 60 \cdot a \cdot T \text{ (min)}^{-b}$ avec
a et b coefficients de Montana donnés
par MétéoFrance.

Durée T de l'événement pluvieux en min	a	b	Intensité en mm/h	Hauteur précipitée pendant T en mm	Coef. de ruissellement	Surface du bassin versant en ha	Volume ruisselé pendant T en m3	Volume provenant du BV3	Débit de fuite en m3/s	Volume rejeté pendant T en m3	Volume du bassin en m3	Temps de vidange en mn
6.00	6.381	0.504	155.00	15.50	0.450	3.757	262.02	16.23	0.0451	16.23	262.02	
10.00	6.381	0.504	120.00	20.00	0.450	3.757	338.09	27.04	0.0451	27.04	338.09	
15.00	6.381	0.504	98.00	24.50	0.450	3.757	414.15	40.56	0.0451	40.56	414.15	
30.00	6.381	0.504	69.00	34.50	0.450	3.757	583.20	81.13	0.0451	81.13	583.20	
60.00	9.313	0.641	40.00	40.00	0.450	3.757	676.17	162.25	0.0451	162.25	676.17	
120.00	9.313	0.641	26.00	52.00	0.450	3.757	879.02	324.50	0.0451	324.50	879.02	
180.00	12.692	0.729	17.00	51.00	0.450	3.757	862.12	486.75	0.0451	486.75	862.12	
240.00	12.692	0.729	14.00	56.00	0.450	3.757	946.64	649.00	0.0451	649.00	946.64	
360.00	12.692	0.729	10.00	60.00	0.450	3.757	1014.26	973.51	0.0451	973.51	1014.26	225

Volume de rétention : 1014.30 m3

NOTA:

Le volume de rétention nécessaire pour limiter les rejets à 45 l/s sera de 1015 m3

Le temps nécessaire pour vidanger la rétention de 1015 m3 est de 225 minutes

Commune de PULNOY

ZAC "Les résidences vertes"

Dimensionnement du Bassin de Rétention - BV 3

Dimensionnement de la rétention par la méthode des pluies

Période de retour: 100 ans

Pluies mesurées à la station de Nancy-Essey (moyenne 1969-2005)

$I (mm/h) = 60 \cdot a \cdot T (min)^{-b}$ avec
a et b coefficients de Montana donnés
par MétéoFrance.

Durée T de l'événement pluvieux en min	a	b	Intensité en mm/h	Hauteur précipitée pendant T en mm	Coef. de ruissellement	Surface du bassin versant en ha	Volume ruisselé pendant T en m3	Volume provenant du BV4	Débit de fuite en m3/s	Volume rejeté pendant T en m3	Volume du bassin en m3	Temps de vidange en mn
6.00	6.381	0.504	155.00	15.50	0.450	2.664	185.81	16.23	0.0451	16.23	185.81	
10.00	6.381	0.504	120.00	20.00	0.450	2.664	239.76	27.04	0.0451	27.04	239.76	
15.00	6.381	0.504	98.00	24.50	0.450	2.664	293.71	40.56	0.0451	40.56	293.71	
30.00	6.381	0.504	69.00	34.50	0.450	2.664	413.59	81.13	0.0451	81.13	413.59	
60.00	9.313	0.641	40.00	40.00	0.450	2.664	479.52	162.25	0.0451	162.25	479.52	
120.00	9.313	0.641	26.00	52.00	0.450	2.664	623.38	324.50	0.0451	324.50	623.38	
180.00	12.692	0.729	17.00	51.00	0.450	2.664	611.39	486.75	0.0451	486.75	611.39	
240.00	12.692	0.729	14.00	56.00	0.450	2.664	671.33	649.00	0.0451	649.00	671.33	
360.00	12.692	0.729	10.00	60.00	0.450	2.664	719.28	973.51	0.0451	973.51	719.28	160

Volume de rétention : 719.30 m3

NOTA:

Le volume de rétention nécessaire pour limiter les rejets à 45 l/s sera de 720 m3

Le temps nécessaire pour vidanger la rétention de 720 m3 est de 160 minutes

Commune de PULNOY

ZAC "Les résidences vertes"

Dimensionnement du Bassin de Rétention - BV 4

Dimensionnement de la rétention par la méthode des pluies

Période de retour: 100 ans

Pluies mesurées à la station de Nancy-Essey (moyenne 1969-2005)

$I (mm/h) = 60 \cdot a \cdot T (min)^{-b}$ avec
a et b coefficients de Montana donnés
par MétéoFrance.

Durée T de l'événement pluvieux en min	a	b	Intensité en mm/h	Hauteur précipitée pendant T en mm	Coef. de ruissellement	Surface du bassin versant en ha	Volume ruisselé pendant T en m3	Volume provenant du BV5	Débit de fuite en m3/s	Volume rejeté pendant T en m3	Volume du bassin en m3	Temps de vidange en mn
6.00	6.381	0.504	155.00	15.50	0.450	2.406	167.80	16.23	0.0451	16.23	167.80	
10.00	6.381	0.504	120.00	20.00	0.450	2.406	216.51	27.04	0.0451	27.04	216.51	
15.00	6.381	0.504	98.00	24.50	0.450	2.406	265.23	40.56	0.0451	40.56	265.23	
30.00	6.381	0.504	69.00	34.50	0.450	2.406	373.48	81.13	0.0451	81.13	373.48	
60.00	9.313	0.641	40.00	40.00	0.450	2.406	433.03	162.25	0.0451	162.25	433.03	
120.00	9.313	0.641	26.00	52.00	0.450	2.406	562.93	324.50	0.0451	324.50	562.93	
180.00	12.692	0.729	17.00	51.00	0.450	2.406	552.11	486.75	0.0451	486.75	552.11	
240.00	12.692	0.729	14.00	56.00	0.450	2.406	606.24	649.00	0.0451	649.00	606.24	
360.00	12.692	0.729	10.00	60.00	0.450	2.406	649.54	973.51	0.0451	973.51	649.54	144

Volume de rétention : 649.50 m3

NOTA:

Le volume de rétention nécessaire pour limiter les rejets à 45 l/s sera de 650 m3

Le temps nécessaire pour vidanger la rétention de 650 m3 est de 144 minutes

-0-0-0-0-0-0-0-0-

Commune de PULNOY

-0-0-0-0-0-0-

ZAC "Les résidences vertes"

-0-0-0-

Dimensionnement du Bassin de Rétention - BV 5

Dimensionnement de la rétention par la méthode des pluies

Période de retour: 100 ans

Pluies mesurées à la station de Nancy-Essey (moyenne 1969-2005)

*$I \text{ (mm/h)} = 60 \cdot a \cdot T \text{ (min)}^{-b}$ avec
a et b coefficients de Montana donnés
par MétéoFrance.*

Durée T de l'événement pluvieux en min	a	b	Intensité en mm/h	Hauteur précipitée pendant T en mm	Coef. de ruissellement	Surface du bassin versant en ha	Volume ruisselé pendant T en m3	Volume provenant du BV ext	Débit de fuite en m3/s	Volume rejeté pendant T en m3	Volume du bassin en m3	Temps de vidange en mn
6.00	6.381	0.504	155.00	15.50	0.450	1.190	82.97	16.23	0.0451	16.23	82.97	
10.00	6.381	0.504	120.00	20.00	0.450	1.190	107.06	27.04	0.0451	27.04	107.06	
15.00	6.381	0.504	98.00	24.50	0.450	1.190	131.15	40.56	0.0451	40.56	131.15	
30.00	6.381	0.504	69.00	34.50	0.450	1.190	184.69	81.13	0.0451	81.13	184.69	
60.00	9.313	0.641	40.00	40.00	0.450	1.190	214.13	162.25	0.0451	162.25	214.13	
120.00	9.313	0.641	26.00	52.00	0.450	1.190	278.37	324.50	0.0451	324.50	278.37	
180.00	12.692	0.729	17.00	51.00	0.450	1.190	273.01	486.75	0.0451	486.75	273.01	
240.00	12.692	0.729	14.00	56.00	0.450	1.190	299.78	649.00	0.0451	649.00	299.78	
360.00	12.692	0.729	10.00	60.00	0.450	1.190	321.19	973.51	0.0451	973.51	321.19	71

Volume de rétention : 321.20 m3

NOTA:

Le volume de rétention nécessaire pour limiter les rejets à 45 l/s sera de 322 m3

Le temps nécessaire pour vidanger la rétention de 322 m3 est de 71 minutes

ANNEXE 11 : CALCUL DES LARGEURS NÉCESSAIRES DES BIEFS

Biefs	Volume de stockage centennal	Longueur du bief (m)	Hauteur d'eau(m)	Largeur nécessaire (m)
B_{ext}	300	710.00	1	0.53
B_{V5}	225	215.00	1	1.33
B_{V4}	455	170.00	1	3.40
B_{V3}	504	200	1	7.86
B_{V2}	710	115	1	3.93
B_{V1}	478	130	1	4.68

ANNEXE 12 : CALCUL DES DIAMÈTRES DES ORIFICES

Désignation des biefs	B _{ext}	B _{V1}	B _{V2}	B _{V3}	B _{V4}	B _{V5}
Q_f	0.0451	0.0451	0.0451	0.0451	0.0451	0.0451
H (m)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
g(m²/s)	9.81	9.81	9.81	9.81	9.81	9.81
C	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
Diamètre (mm)	300	300	300	300	300	300

Diamètre des sections des orifices circulaires

ANNEXE 13 : CALCUL DES CONCENTRATIONS ET DES VOLUMES REJETÉS DANS LE CAS D'UNE POLLUTION CHRONIQUE

Paramètres de pollutions	Quantités apportées en kg	Volume annuel rejeté (m ³)	Concentration rejetée (mg/l)	Seuils pour la qualité de classe 1 A
MES	9504	115200	82.5	<30
DCO	9072	115200	78.75	<20
DB05	1296	115200	11.25	<3
Hydrocarbures totaux	216	115200	1.88	0
Métaux (plomb)	14.4	115200	0.12	<0.05

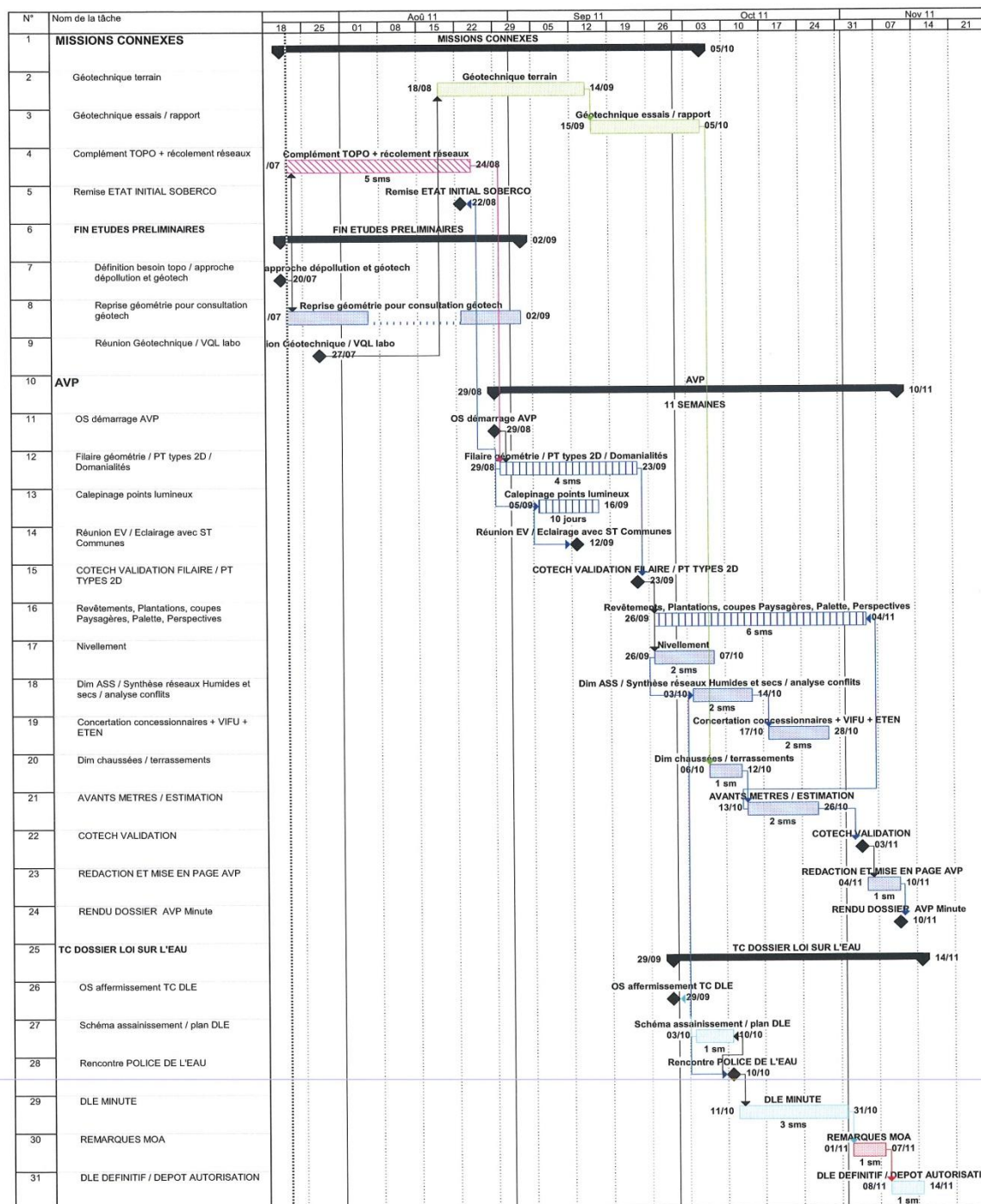
Pollution sans abattement : effet cumulatif

Paramètres de pollutions	Quantités apportées en kg	Volume de l'orage rejeté (m ³)	Concentration rejetée (mg/l)
MES	1440	1440	100
DCO	1440	1440	100
DB05	144	1440	12.63
Hydrocarbures totaux	11.52	1440	8
Métaux (plomb)	12.96	1440	9

Volume rejetés dans le milieu récepteur : effet de choc

ANNEXE 14 : PLANNING DES ÉTUDES

LY12 - ACCES SUD EUREXPO

CALENDRIER ETUDES AVP
Ind 1 du 21 07 2011

planning LY12 AVP_1.mpp / Ven 22/07/11

ANNEXE 15 : DIFFÉRENTS OUTILS NÉCESSAIRES AU DIAGNOSTIC

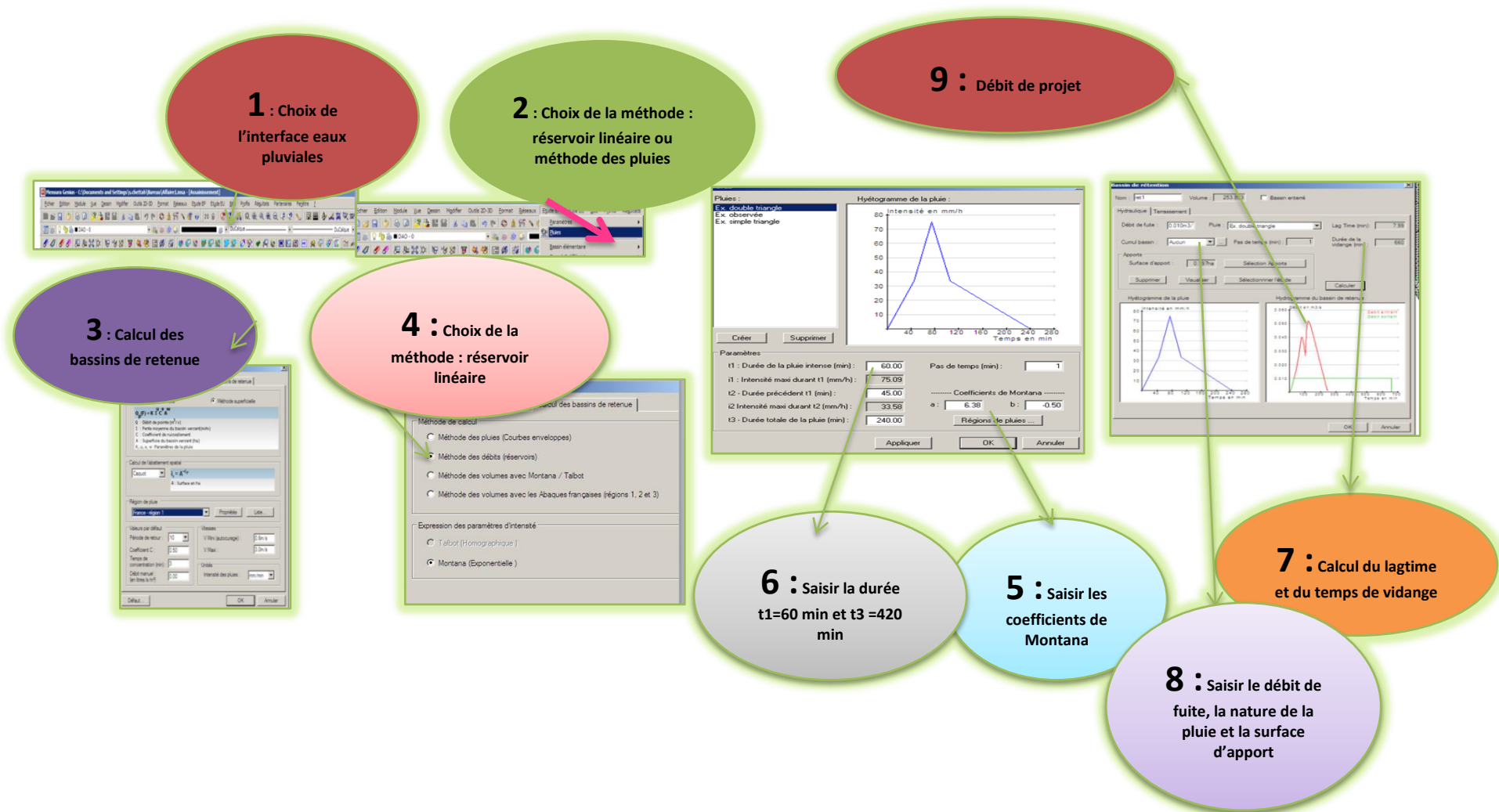
Outils de gestion de l'eau	Définition et objectif	Porteur	Préconisations ou obligations en matière de l'aménagement du territoire	Remarque
SDAGE	Outil de planification, fixant les orientations de la gestion équilibrée de l'eau sur une période de 6 ans	Préfet	Pollution, inondations, préservation de la ressource	obligatoire
PPRI	Outil réglementaire, prévenir les inondations par débordement direct ou indirect	Le préfet prescrit le PPRI.	Diagnostic du bassin versant, crue, cartographie, proposition d'un programme d'aménagement du bassin versant	Pas obligatoire
SAGE	outil de planification à l'échelle d'un sous bassin versant, recherche de l'équilibre durable entre protection des milieux aquatiques et satisfaction des usages	Commission Locale de l'Eau	Définir les zones à enjeux (vulnérabilité, aléa risque) définir des objectifs concernant la gestion des eaux pluviales ainsi que les dispositions permettant de les atteindre.	Pas obligatoire
Contrat de rivière	procédure contractuelle dont l'ambition est de créer une dynamique locale dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques qui débouche sur un plan d'actions cohérent à l'échelle d'un bassin versant	Collectivités, les administrations et établissements publics et usagers	Programmer toute action concernant la gestion des eaux Ces actions peuvent être par exemple des bassins publics de rétention, des travaux de mise en séparatif des réseaux d'assainissement, la mise en œuvre de techniques alternatives de gestion des eaux pluviales (parking, voirie, ...)	Pas obligatoire
Zonage pluvial	un outil réglementaire, d'assurer la maîtrise des ruissellements et la prévention de la dégradation des milieux aquatiques par temps de pluie, sur un territoire communal ou intercommunal	Commune, groupement de communes, syndicat ...)	Élaboration d'une note de présentation et des documents cartographiques, rappel des textes en vigueur, état des lieux	obligatoire

			et justifications techniques des préconisations sur les aspects hydrauliques, description du volet pollution	
Règlement d'assainissement	Outil réglementaire, assurer la sécurité, l'hygiène, la salubrité et la protection de l'environnement.	La collectivité, la commune ou le syndicat de communes, la communauté de communes ou d'agglomérations	Conditions d'admission au réseau public, Contrôle de conception	obligatoire

Outils de gestion de l'eau	Définition et objectif	Porteur	Préconisations ou obligations en matière de l'aménagement du territoire	Remarque
DTA	Outil de planification territoriale de l'État, fixe les orientations d'aménagement, grandes infrastructures de transport, grands équipements et préservations des espaces naturels	L'État en association avec les collectivités territoriales	Agir en vue d'une meilleure gestion des eaux pluviales pour lutter contre la pollution des milieux récepteurs et les inondations, encourager des pratiques agricoles limitant le ruissellement,	Élaboré à l'initiative de l'état
SCOT	Document d'urbanisme supra communal qui fixe les grandes orientations d'aménagement et de développement durable	Communes ou de leurs groupements compétents	Limitier les possibilités d'imperméabilisation des sols et d'occupation des espaces utiles à l'écoulement des eaux ou à l'amortissement des crues, ainsi qu'identifier les secteurs sensibles au ruissellement urbain	Non obligatoire

PLU	C'est le projet urbain de la commune .Il fixe les règles de construction et d'aménagement du territoire de la collectivité à l'horizon d'une dizaine d'années	Commune, collectivité ayant en association avec les personnes publiques concernés	Imposer aux constructeurs et aménageurs une préférence pour l'infiltration ou le stockage temporaire des eaux pluviales	Non obligatoire
------------	---	---	---	-----------------

ANNEXE 16 : EXEMPLE DE CALCUL SUR MENSURA



ANNEXE 16 : EXEMPLE DE CALCUL SUR MENSURA

1 : Choix du module assainissement

2 : Paramétrage de l'étude

3 : Calcul des bassins de retenue

4 : Cocher la méthode des pluies

5 : Renseigner le débit de fuite et la surface d'apport (surface active)

ANNEXE 16 : EXEMPLE DE CALCUL SUR MENSURA

The image shows a screenshot of the MENSURA software interface with several callouts explaining the steps for calculating on MENSURA:

- 1 : Paramétrage** (Pink oval): Points to the main menu on the left side of the software.
- 2 : Choisir entre la méthode de Caquot ou** (Purple oval): Points to the 'Méthode de calcul des débits' section in the 'Paramètres de l'étude EP' dialog box, specifically the 'Méthode rationnelle' and 'Méthode superficielle' options.
- 1 : Renseigner la durée d'observation pour les coefficients de Montana période de retour** (Blue oval): Points to the 'Durée d'observation de' field in the 'Région de pluie' dialog box.
- 2.3 : Renseigner la période de retour, le coefficient** (Pink oval): Points to the 'Période' field in the 'Région de pluie' dialog box.
- 2.1 : Création d'une zone de pluviométrie** (Blue oval): Points to the 'Région de pluie' dialog box, specifically the 'Régions de pluie' list.

The 'Paramètres de l'étude EP' dialog box shows the following settings:

- Méthode de calcul des débits:**
 - ☒ Méthode rationnelle
 - ☐ Méthode superficielle
- Calcul de l'abatement spatial:**
 - ☒ Caquot
 - ☐ $t_k = A^{-6}r$
- Région de pluie:**
 - France - région 1
- Valeurs par défaut:**
 - Période de retour: 10
 - Coefficient C: 0.50
 - Temps de concentration (min): 3
 - Débit manuel (en litres/s/m²): 0.00
- Vitesse:**
 - V Mini (autocourage): 0.00
 - V Maxi: 3.00
- Unités:**
 - Intensité des pluies: mm/min

The 'Région de pluie' dialog box shows the following settings:

- Nom:**
- Durée d'observation de:** 5 à 120 min
- ☒ Calculer K,u,v,w
- Tableau des coefficients:**

Période	a	b	F	K	u	v	w	Coeff	A	B	C
6-120 mm											

**ÉCOLE NATIONALE DU GÉNIE DE L'EAU ET
DE L'ENVIRONNEMENT DE STRASBOURG**

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDE

Diplôme : **Mastère spécialisé**

Spécialité : **Eau Potable et Assainissement**

Auteur : Salim CHETTAH

Date : Octobre 2011

Titre : ELABORATION D'UN PROTOCOLE POUR LA GESTION DES EAUX PLUVIALES DANS LES PROJETS D'AMENAGEMENTS

Nombre de pages : 103 texte : **75** annexes : 16

Nombre de références bibliographiques : 45

Structure : **EGISFRANCE**-LE Carat- 170 Avenue Thiers- 69455 LYON CEDEX

Maître du stage : **Jean Pierre CALLAIS** - **Directeur** d'activité - Direction Nord-Est et animateur national du métier 'Hydraulique urbaine-en charge du chantier 'Eau' - Egis France

Mathieu Barthe -Chef de projet –Direction Nord Est- Egis France

Résumé :

Egis France souhaite s'engager dans une nouvelle démarche transversale et pluridisciplinaire de gestion des eaux pluviales afin de pallier les hétérogénéités des pratiques au niveau de la Maîtrise d'Oeuvre études de ses équipes. Pour cela, elle s'est engagée dans un processus itératif dit « Chantier Eau » depuis 2009 L'écriture d'un protocole de gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagements est l'un des principaux éléments de ce chantier pour l'année 2011. La présente étude s'adresse aux équipes multidisciplinaires concernées par les projets d'aménagements, elle fournit une démarche globale intégrée et donne les outils nécessaires pour l'exécuter. Cette démarche n'est pas unique, elle est le fruit de retours d'expériences sur des projets concrets. Enfin, il est souhaitable que ce guide soit enrichi dans le futur pour permettre une meilleure gestion des eaux pluviales lors des opérations de Maîtrise d'Oeuvre études.

Mots clés : Techniques alternatives, gestion des eaux pluviales, qualitative, quantitative, protocole