
Rapport de stage individuel

5^{ème} année

Rédaction d'un guide des bonnes pratiques sur
la gestion des eaux pluviales et participation
aux projets de cours d'écoles à Bordeaux

Bureau d'étude BÉRIM



Adresse : 1 bis Rue Prévost, 33520 Bruges

Tuteur académique :

Kamal SERRHINI

Léo BONNIN

UIT (ITI)

Tuteur entreprise :

Benjamin THEBAUD

2023-2024

Table des matières

Table des figures	3
Remerciements	4
Introduction	5
Présentation de BÉRIM	6
Histoire et évolution	6
Secteur d'activité	6
La direction et l'organisation au sein de Bérin.....	6
L'agence de Bruges.....	7
Les filiales	7
Objectifs du stage.....	9
Rédaction d'un guide technique des bonnes pratiques en termes de gestion des eaux pluviale et création d'un outil de calcul interne.....	9
Participation aux projets des cours buissonnières – Cours Oasis	9
1. Rédaction du guide technique.....	10
1.1. Les pratiques de gestion des eaux pluviales.....	10
La gestion « tout-tuyau » et l'imperméabilisation – des pratiques à oublier	10
La ville éponge – pour une gestion intégrée des eaux pluviales	12
1.2. Entretien	14
1.3. Présentation du guide.....	17
Explication de l'évolution des pratiques de gestion.....	17
Rappel des notions importantes à connaître	17
Cadre réglementaire et état des lieux sommaire	18
Diagnostic du site.....	18
Définition du principe de gestion et prédimensionnement de l'ouvrage	19
Choix du dispositif	19
Conception et dimensionnement.....	19
Ajustements éventuels et détails techniques du dispositif	19
Exemple d'application et de projets réalisés	19
2. Création d'un outil de calcul	19
2.1. Réflexions préliminaires.....	19
.....	20
2.2. Exemple de méthode de calculs utilisée	21
2.3. Comparaison des méthodes de calcul.....	21
Critères de sélection de la méthode	21

Justification du choix de la méthode	21
2.4. Confection de l'outil	23
3. Projet des cours d'écoles buissonnières – illustration d'une gestion plus intégrée des pluies courantes.....	25
Présentation des 3 projets.....	25
École élémentaire ACHARD	25
L'école maternelle Menuts	28
Crèche Jean Marquaux.....	31
Tâches effectuées sur les projets.....	33
Rédaction des notices techniques en phases AVP et PRO	33
Réalisation des plans - Travail en collaboration avec un dessinateur projeteur ...	34
Estimations financières.....	35
Participation aux réunions de chantier.....	36
Retour d'expérience	36
Familiarisation avec les enjeux financiers des projets	36
Une meilleure connaissance de concepts d'hydrologie	36
Une vision plus réaliste – Entre conception/théorie et réalité du terrain	37
Une meilleure connaissance des différents acteurs impliqués dans les projets.....	37
Une meilleure organisation générale	38
Retour réflexif.....	38
Conclusion.....	39
Bibliographie	40

Table des figures

Figure 1 : Organigramme de Bérin – source : berim.fr.....	6
Figure 2 : Détail de la direction au sein de Bérin - source : berim.fr	7
Figure 3 : École Alphonse Dupeux – Bordeaux (source : Ville de Bordeaux)	10
Figure 4 : École Alphonse Dupeux – Bordeaux (source : Thomas Sanson, mairie de Bordeaux)	10
Figure 5 : Schéma comparatif entre différents niveaux d'urbanisation (source : Guide de gestion des eaux pluviales – SYMASOL - 2016)	12
Figure 6 : Comparatif qualitatif et quantitatif des volumes d'eau entre un milieu naturel et urbanisé (source : AGIRO)	13
Figure 7 : Exemple de courbe IDF (Intensité Durée Fréquence) pour différents temps de retour en fonction de la durée de la pluie (en min) – Source : Wikhydro (CEREMA)	22
Figure 8 : Fichier de calcul du volume d'eau à stocker selon la méthode des pluies – Léo BONNIN.....	23
Figure 9 : Tableau détaillant les valeurs de la méthode des pluies	24
Figure 10 : Vue aérienne des deux cours : à droite la grande cour, à gauche la petite cour – Google Maps.....	26
Figure 11 : Photos de la grande cour - Ecole élémentaire ACHARD (mars 2024) – Source : Pollen Paysage	26
Figure 12 : Photo de la petite cour - école élémentaire ACHARD (mars 2024) – Source : Pollen Paysage.....	26
Figure 13 : Plan de communication grande cour - École élémentaire ACHARD	27
Figure 14 : Plan de communication petite cour - École élémentaire ACHARD.....	27
Figure 15 : Avancée des travaux le 6 août 2024 – École élémentaire Achard (grande cour (à gauche) et petite cour (à droite) – Léo BONNIN.....	28
Figure 16 : Cour de l'école maternelle Menuts – Source : Bérin	29
Figure 17 : Avancée des travaux le 2 août 2024 – École élémentaire Menuts – Léo BONNIN .	30
Figure 18 : Vue aérienne de la cour de la crèche Jean Marquaux – Source : Géoportail	31
Figure 19 : Cour de la crèche Jean Marquaux à Bordeaux – Source : Bérin	31
Figure 20 : Plan de communication du projet pour la cour de la crèche Jean Marquaux – Source : Bouriette et Vaconsin	32
Figure 21 : Avancée des travaux le 2 août 2024 – Crèche Jean Marquaux – Léo BONNIN	33
Figure 22 : Exemple de plan de terrassement réalisé – Léo BONNIN.....	34
Figure 23 : Exemple de DQE réalisé – Léo BONNIN	35

Remerciements

Je souhaiterais dans un premier temps remercier mon tuteur professionnel, Benjamin Thebaud, qui m'a encadré tout au long de ce stage et intégré aux équipes de maîtrise d'œuvre pour différents projets de cours d'écoles. Merci également à Kamal SERRHINI, mon tuteur universitaire qui a été à l'écoute et m'a soutenu dans le travail à fournir dans le cadre de ce stage.

Je remercie aussi toute l'équipe de Bérin Bruges pour sa bonne humeur au quotidien.

Un grand merci également aux différents intervenants et interlocuteurs avec qui j'ai pu échanger pendant mon stage. Je pense notamment à Matthieu Bernard, qui m'a beaucoup aidé et accompagné pour la réalisation du guide, et également Grégoire Girardin, pour m'avoir fourni son mémoire, qui a été une ressource essentielle pour me familiariser au sujet de la gestion des eaux pluviales.

Merci à Christophe Jegou, Jean Jacques Hérin, Jean-Luc Guerniou, ou encore Jean Dechiara, qui m'ont partagé leurs expériences et leur expertise pendant nos entretiens. Ils m'ont également fourni de précieux documents et fichiers qui ont été des supports privilégiés pour réaliser mon travail. Je pense aussi à Damien Jean qui m'a fourni plusieurs ressources au cours du stage.

Je remercie également tous les intervenants avec qui j'ai pu interagir lors des projets de cours d'écoles, qui ont fait preuve de beaucoup de bienveillance et m'ont intégré aux projets.

Introduction

La gestion des eaux pluviales en milieu urbain est devenue un enjeu de premier ordre à mesure que l'urbanisation progresse. En France, près de 80% de la population réside désormais en zone urbaine, et avec l'augmentation des surfaces imperméabilisées, les villes sont confrontées à des défis croissants en matière de gestion des ruissellements et des risques d'inondation (INSEE, 2020). Selon une étude du Ministère de la Transition écologique, les épisodes de précipitations extrêmes ont augmenté de 30% au cours des 50 dernières années, exacerbant ainsi les risques liés à l'eau en milieu urbain (Ministère de la Transition écologique, 2021).

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce rapport, qui présente l'élaboration d'un guide technique et d'un outil de calcul pour le groupe Bérin, destiné à faciliter l'intégration de la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement du groupe. Ce projet, au-delà de son aspect technique, a mis en lumière la nécessité d'une adaptation des méthodes de calculs aux spécificités de chaque territoire, afin de répondre efficacement aux défis locaux tout en respectant les réglementations en vigueur.

En parallèle, mon implication dans les projets d'aménagement des cours d'école m'a permis de découvrir les étapes de mise en place de projets d'aménagement, dans le contexte d'un accord-cadre avec la Métropole de Bordeaux, pour le réaménagement des cours d'écoles sur le territoire. L'enjeu principal réside dans la gestion des eaux pluviales, qui est un défi important dans des environnements fortement imperméabilisés. À travers des solutions telles que la désimperméabilisation des sols, ou la création de zones plus végétalisées, ces projets permettent non seulement de prévenir les inondations, mais aussi de créer des espaces éducatifs propices au développement des enfants.

À travers ce rapport, je détaillerai les missions qui m'ont été confiées, les compétences développées, ainsi que les enseignements tirés de cette immersion professionnelle.

Présentation de BÉRIM

Histoire et évolution

Bérим est une entreprise d'ingénierie urbaine fondée en 1948, au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, par Raymond Aubrac. Née dans un contexte de reconstruction, l'entreprise a commencé par répondre aux besoins urgents d'aménagement et d'infrastructure en France. Au fil des décennies, Bérим a évolué en intégrant les enjeux environnementaux et en s'engageant pour un développement durable. Cette capacité d'adaptation a permis à l'entreprise de grandir tout en restant fidèle à ses valeurs fondatrices.

Aujourd'hui, Bérим compte plus de 320 collaborateurs, dont une grande majorité d'ingénieurs, qui partagent une vision commune : créer des espaces urbains durables, résilients et adaptés aux besoins des populations. L'entreprise intervient sur des projets d'envergure, aussi bien pour des collectivités publiques que pour des acteurs privés, et elle se distingue par sa capacité à intégrer les innovations technologiques tout en respectant les spécificités locales.

L'entreprise s'est également tournée vers des projets plus complexes, nécessitant une expertise approfondie en matière d'écologie urbaine, de gestion des ressources et de conception de villes intelligentes. Malgré cette croissance et cette diversification, Bérим a su conserver un esprit familial et collaboratif, où chaque projet est une occasion de réaffirmer son engagement pour un avenir plus durable et humain.

Secteur d'activité

Bérим intervient dans plusieurs secteurs d'activités clés :

- La construction et la réhabilitation
- L'aménagement urbain
- L'énergie et l'environnement
- L'assainissement
- La gestion des déchets

La direction et l'organisation au sein de Bérим

L'organisation au sein de Bérим est détaillée sur le site internet du groupe. Le président directeur général est Hervé BROGAT et la directrice générale déléguée est Magali THISSE.



Figure 1 : Organigramme de Bérим – source : berim.fr

La direction est divisée selon des pôles régionaux et des pôles d'activités. On relève différentes directions, précisées plus bas sur l'organigramme :

- Direction France Nord
- Direction France Sud
- Direction Construction Ile-de-France
- Antilles Guyane
- International

Au niveau des activités :

- Direction du Génie Urbain
- AMO
- Direction du Département Energie Environnement

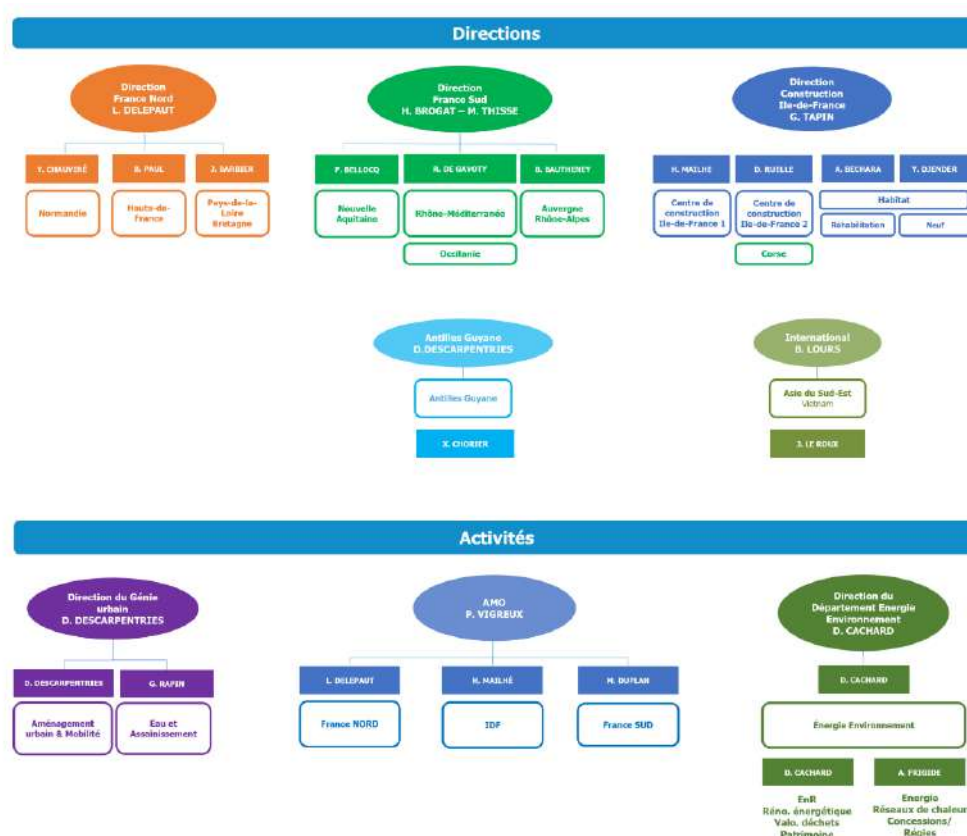


Figure 2 : Détail de la direction au sein de Bérin - source : berim.fr

L'agence de Bruges

Le bureau d'étude de Bruges, situé au 1 rue Prevost, compte 12 collaborateurs spécialisés dans différents domaines allant des structures bâtiments, à l'aménagement urbain, passant par la CVC (chauffage, ventilation et climatisation). Un membre de l'agence fait également parti d'une filiale du groupe, AGI2D.

Les filiales

AGI2D

La filiale AGI2D intervient en conseil, assistance à la maîtrise d'ouvrage, et également dans des équipes de maîtrise d'œuvre pour promouvoir une démarche de développement

durable. Créée en 2010, elle intervient sur diverses thématiques comme l'aménagement du territoire, les mobilités, l'habitat, les équipements publics, les bâtiments d'activités.

API BIM

API BIM est une filiale de Bérin, c'est une entreprise française reconnue dans le domaine de l'ingénierie et de l'urbanisme. API BIM se spécialise dans les services liés au Building Information Modeling (BIM), une méthode de modélisation des informations du bâtiment qui facilite la conception, la construction et la gestion des infrastructures.

API BIM offre des solutions avancées en BIM, permettant de créer des maquettes numériques détaillées qui intègrent toutes les données relatives à un projet de construction. Ces maquettes facilitent la coordination entre les différents intervenants (architectes, ingénieurs, maîtres d'ouvrage, etc.) et assurent une meilleure gestion du cycle de vie des bâtiments.

Exemple de services proposés :

- Modélisation 3D
- Coordination BIM
- Audit et conseil BIM
- Formation

La mission d'API BIM est de contribuer à l'amélioration des processus de construction et de gestion des infrastructures par le biais du BIM, en assurant une meilleure collaboration, une réduction des coûts, et une optimisation des délais. En tant que filiale de Bérin, API BIM bénéficie de l'expertise et de l'expérience de la maison-mère dans le domaine de l'ingénierie, tout en se concentrant spécifiquement sur l'innovation technologique dans la construction et l'urbanisme.

Objectifs du stage

Rédaction d'un guide technique des bonnes pratiques en termes de gestion des eaux pluviales et création d'un outil de calcul interne

La trame principale du stage s'organise autour de la gestion des eaux pluviales. L'objectif est de produire un guide technique servant d'aide pour faciliter la mise en œuvre des dispositifs de gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagements de Bérin.

En plus de ce guide, un outil de calcul Excel permettant d'automatiser les calculs de dimensionnement des ouvrages sera réalisé. Son utilisation sera focalisée pour les ouvrages gérant les pluies moyennes à fortes.

Pour réaliser ces travaux, des recherches bibliographiques et des entretiens seront effectués. La réglementation et les prescriptions de différentes villes seront également analysées afin de réaliser un document prenant en compte ces aspects indispensables pour sa mise en application concrète pour les projets d'aménagement. Le travail effectué est développé dans la partie 1 du rapport. En parallèle, une participation aux projets d'aménagement en cours permettra d'intégrer des paramètres observés au cours des phases des projets.

Participation aux projets des cours buissonnières – Cours Oasis

Bérin est engagé sur un accord-cadre avec la ville de Bordeaux pour le programme des cours buissonnières. En plus de la rédaction du guide, j'ai eu l'occasion de travailler en parallèle sur la mise en place de certains projets de cours d'écoles.

Le programme est présenté par la ville de Bordeaux sur son site :

*« Depuis 2021, la ville de Bordeaux a lancé un vaste programme de réaménagement de ses cours d'écoles et de crèches, avec un budget de **18,3 millions d'euros** pour les **10 prochaines années**.*

*Plus végétales, plus fraîches, plus accessibles, plus agréables, les cours se transforment en "cours buissonnières", avec des **espaces réaménagés** et mieux **partagés**, qui accueillent davantage de **biodiversité**. Les cours buissonnières se déploient progressivement sur plus d'une **centaine d'établissements**. Elles prévoient des aménagements de qualité sans pour autant refaire toutes les surfaces à neuf, dans un souci de sobriété et d'économie.*

*Ce programme participe à l'action municipale **d'adaptation au changement climatique**, offre une **mixité des usages** et de nouvelles **opportunités pédagogiques**, et favorise une **accessibilité** à tout type de handicap. »*

Source : Ville de Bordeaux (2024)



Figure 3 : École Alphonse Dupeux – Bordeaux
(source : Ville de Bordeaux)



Figure 4 : École Alphonse Dupeux – Bordeaux (source :
Thomas Sanson, mairie de Bordeaux)

Lors de mon arrivée, 3 projets de cours d'écoles buissonnières m'ont été présentés : l'**école élémentaire Achard**, l'**école maternelle Menuets**, ainsi que la **crèche Jean Marquaux**, toutes les trois situées à Bordeaux.

Étant données les contraintes d'occupations sur la période scolaire, les chantiers de ces écoles sont prévus sur la période des vacances scolaires à l'été 2024 sur les deux mois de vacances.

Pour rappel, les **phases de projets** se décomposent de la manière suivante :

- EP : Etudes préliminaires
- AVP : Étude d'avant-projet
- PRO : Projet
- DCE : Dossier de Consultation des Entreprises
- ACT : Assistance pour la passation des Contrats de Travaux
- EXE : Exécution des travaux
- AOR : Assistance aux Opérations de Réception

En mars 2024, ces projets sont à la phase **AVP** (étude d'avant-projet). Les grandes orientations des projets sont en train d'être définies, les plans des paysagistes évoluent suite aux échanges avec la maîtrise d'ouvrage (Bordeaux Métropole). Des premières estimations financières sont réalisées. Le travail effectué est développé plus en détail dans la partie 2 du rapport.

1. Rédaction du guide technique

1.1. Les pratiques de gestion des eaux pluviales

Afin de mettre en place le guide de gestion des eaux pluviales, une recherche bibliographique a dû être réalisée afin de se familiariser avec le sujet, analyser les différentes pratiques existantes, et comprendre quelles sont les « bonnes pratiques » à privilégier.

La gestion « tout-tuyau » et l'imperméabilisation – des pratiques à oublier

Dans la littérature un premier constat général sur la gestion des eaux pluviales est fait. Un changement des pratiques est en cours, et est de plus en plus mis en avant dans les

collectivités. Le mode de gestion des eaux pluviales passe d'une gestion « tout-tuyaux » à un mode de gestion « intégré ».

Les réseaux d'assainissement modernes, hérités d'une histoire marquée par l'industrialisation et l'urbanisation croissante du 19ème et 20ème siècle, ont joué un rôle crucial dans l'amélioration des conditions sanitaires et de la santé publique. En collectant et évacuant les eaux usées et pluviales, ils ont contribué à limiter la propagation des maladies et à assainir les environnements urbains. Cependant, ce modèle d'assainissement centralisé et basé sur l'approche "tout-tuyau" montre aujourd'hui ses limites face aux défis actuels et futurs. Ce mode de gestion des eaux pluviales entraîne notamment différents problèmes majeurs :

- **Une augmentation des risques d'inondations**



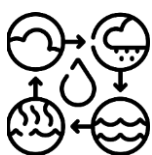
L'imperméabilisation croissante des sols en milieu urbain accentue le ruissellement et réduit la capacité d'infiltration naturelle, augmentant significativement le risque d'inondations. Les réseaux d'assainissement pluvial traditionnels, souvent sous-dimensionnés, sont saturés lors de fortes précipitations, provoquant des débordements et des inondations. Les débits de pointe seront plus importants et la montée des eaux sera également plus rapide.

- **Une détérioration de la qualité de l'eau**



Au lieu de s'infiltrer dans le sol, l'eau précipitée va être amenée à ruisseler et ainsi se charger en polluants présents dans l'environnement (polluants, métaux, hydrocarbures, déchets urbains, rejets directs...). L'infiltration joue en effet un rôle important dans l'épuration naturelle des eaux pluviales. En imperméabilisant, cette action naturelle ne peut se faire. Lors d'événements pluvieux importants, les stations de traitement des eaux peuvent parfois être saturées, et l'eau en excès, non-traitée, est alors déversée directement dans les rivières et fleuves, entraînant ainsi leur pollution.

- **Une altération du cycle naturel de l'eau**



L'imperméabilisation perturbe le cycle naturel de l'eau, en rompant l'équilibre entre infiltration, évaporation et évapotranspiration. La diminution de l'infiltration réduit également l'humidité des sols, les rendant plus arides et fragilisant la végétation. Également, les villes connaissent actuellement des problématiques d'îlots de chaleur urbains. L'imperméabilisation implique une réduction des surfaces végétalisées, censés rafraîchir les villes, et une augmentation des surfaces avec des matériaux artificiels absorbant la chaleur. L'imperméabilisation des sols accentue ainsi cet effet d'îlot de chaleur urbain. Les nappes phréatiques ne peuvent également pas se recharger, engendrant ainsi un assèchement des sols.

- **Un impact néfaste sur la biodiversité**



La disparition des habitats de nombreuses espèces liée à l'imperméabilisation entraîne une disparition de la biodiversité. Ce phénomène est particulièrement visible dans les milieux fortement urbanisés.

- **Des coûts importants pour les infrastructures**



Les coûts de construction et d'entretien sont de plus en plus importants, pour modifier les réseaux qui sont sous-dimensionnés pour les afflux d'eaux de plus en plus importants, liés aux phénomènes climatiques de plus en plus extrêmes. Ce système de gestion des eaux pluviales n'est ainsi pas durable.

La ville éponge – pour une gestion intégrée des eaux pluviales

Comme évoqué dans la partie précédente, la méthode du tout-tuyau, qui était jusqu'à présent utilisée pour permettre la gestion des eaux pluviales, ne s'intègre pas dans une démarche de durabilité et de résilience. Il faut donc repenser notre relation avec la ressource en eau. Dans le modèle tout-tuyau, l'eau était gérée comme un élément non-désirable qu'il fallait évacuer. L'eau doit dorénavant être gérée en tant que ressource. L'approche qui doit maintenant être mise en avant est **la gestion intégrée des eaux pluviales**.

Qu'est-ce que la gestion intégrée des eaux pluviales ?

La **Gestion Intégrée des Eaux Pluviales (GIEP)** est une méthode de gestion des eaux pluviales visant à rester au plus près du grand cycle naturel de l'eau en privilégiant l'infiltration des eaux au plus près de leur point de chute et, en cas d'infiltration partielle, à retenir l'excédent et à le rejeter à débit limité (source : eaufrance.fr).

Une introduction à la gestion intégrée des eaux pluviales par Michel Bénard est disponible sur YouTube au lien suivant : <https://www.youtube.com/watch?v=tMOY4Ptf0A>

Le schéma ci-dessous compare le cheminement des eaux pluviales dans différents cas : non-urbanisé, peu urbanisé, et fortement urbanisé. L'élément majeur qui se distingue est la **proportion d'eau ruisselée, très forte en milieu fortement urbanisé**.



Figure 5 : Schéma comparatif entre différents niveaux d'urbanisation (source : Guide de gestion des eaux pluviales – SYMASOL - 2016)

Les bénéfices de la gestion intégrée des eaux pluviales

En favorisant les points mentionnés précédemment, la gestion intégrée des eaux pluviales va alors apporter bon nombre de bénéfices :

- **Réduction des risques inondations et de la pollution**
 - ❖ Débit de pointe / pic de crue

En mettant en place des mesures favorisant la gestion intégrée des eaux pluviales, l'eau va être ralentie au lieu d'être rapidement concentrée dans les réseaux d'assainissement. Le ruissellement est ainsi limité, et les pics de crues sont moins conséquents (voir schéma ci-dessous).

❖ Pollution

En permettant à l'eau de s'infiltrer, nous permettons de réduire le pourcentage d'eau ruisselée (voir schéma précédent). Cela permet ainsi de réduire la quantité de micro/macro-polluants.

Le schéma ci-dessous nous montre l'influence de l'imperméabilisation des sols en termes de quantité d'eau écoulee sur la durée de la pluie et en termes de qualité d'eau.

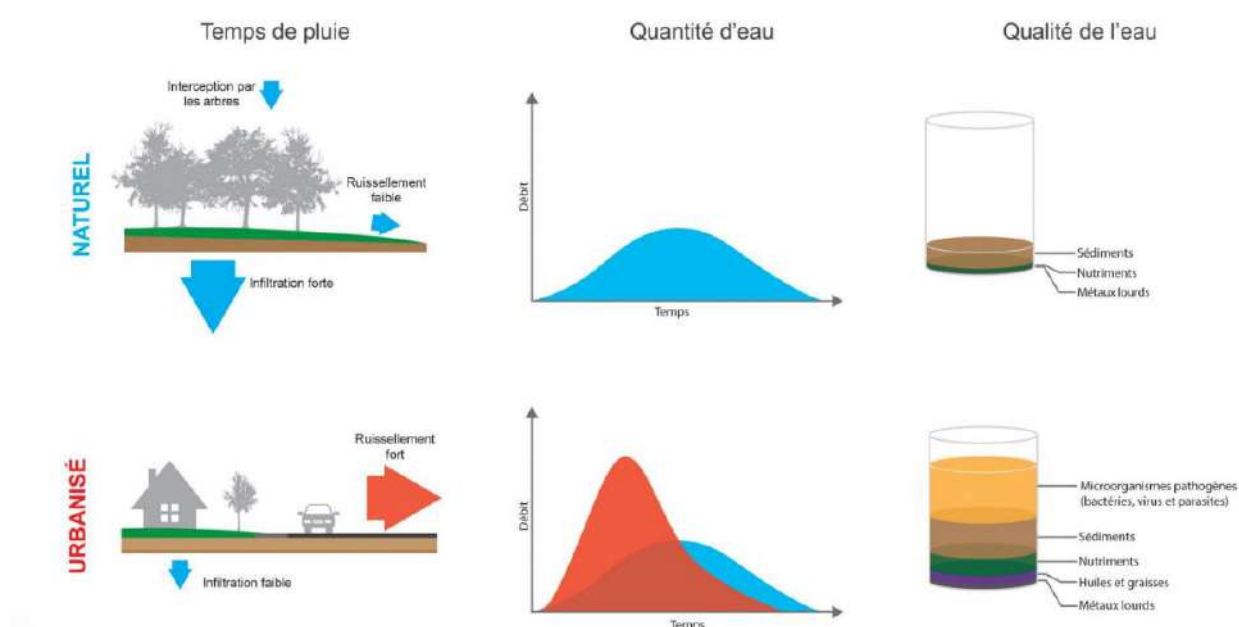


Figure 6 : Comparatif qualitatif et quantitatif des volumes d'eau entre un milieu naturel et urbanisé (source : AGIRO)

• Maîtrise des dépenses liées aux ouvrages hydrauliques

La gestion intégrée des eaux pluviales permet de maîtriser les dépenses en réduisant la nécessité de construire et d'entretenir des infrastructures coûteuses comme les canalisations et les stations de pompage. En favorisant des solutions naturelles et locales, telles que l'infiltration à la parcelle et les systèmes de rétention, les collectivités peuvent réaliser des économies substantielles sur les coûts d'investissement et de maintenance. (Source : eau.seine-et-marne.fr)

L'un des freins majeurs qui dissuade souvent la maîtrise d'ouvrage est le coût de mise en place de certains dispositifs de gestion intégrée des eaux pluviales. Une analyse comparative des coûts sur 60 ans a été réalisée par le Cerema et démontre que la gestion tout-tuyaux est moins intéressante si nous regardons à l'échelle globale du projet : investissement + gestion + bénéfices. L'analyse comparative est présentée plus en détail sur ce document : https://www.cerema.fr/system/files/documents/2019/09/villepermeable_coutglobal_v6_mod_e_de_compatibilite_2.pdf

En quelques chiffres :

- Économies de 60% sur les coûts de travaux liés au pluvial grâce à la gestion à la source.
- Réduction de 40% des coûts d'entretien des réseaux de drainage

Source : eau.seine-et-marne.fr

- **Bien être et biodiversité**

La gestion intégrée des eaux pluviales contribue au bien-être et à la biodiversité en créant des espaces verts et des habitats pour la faune et la flore. Les infrastructures vertes, comme les toitures végétalisées et les jardins de pluie, améliorent la qualité de l'air, réduisent les îlots de chaleur urbains et offrent des espaces de détente pour les habitants.

En quelques chiffres :

- Augmentation de 20% de la biodiversité urbaine dans les zones équipées de jardins de pluie

Source : DRIEE

- **Alimentation des nappes**

La gestion intégrée des eaux pluviales favorise l'alimentation des nappes phréatiques en permettant à l'eau de pluie de s'infiltrer directement dans le sol. Cela permet de recharger les nappes souterraines, assurant ainsi une ressource en eau durable et réduisant la dépendance aux sources d'eau externes.

1.2. Entretiens

Au cours du stage, différents entretiens ont été menés, avec des spécialistes afin d'échanger sur les pratiques autour du sujet de la gestion des eaux pluviales. Des interlocuteurs avec des expériences, méthodologies, et points de vue variés ont été questionnés. Cela a permis ensuite d'alimenter le guide technique réalisé au cours du stage.



Matthieu Bernard – Chef de projet Eau et Assainissement

Au cours de ce travail, Matthieu Bernard a été l'interlocuteur le plus sollicité. Plusieurs échanges ont eu lieu au cours du stage pour suivre l'évolution du guide et discuter de pistes d'améliorations.

Les premiers échanges ont été très formateurs et m'ont **familiarisé avec les notions importantes à connaître sur la gestion des eaux pluviales**. Dans un premier temps, Mr Bernard a fait un point sur les données d'entrée essentielles pour travailler sur la gestion des eaux pluviales. Il est alors question de réaliser une **étude géotechnique** lors des phases d'études pour obtenir la **perméabilité des sols**, et la **profondeur de la nappe phréatique**. Une autre donnée indispensable est la **pluviométrie locale**. En effet, la pluviométrie est une donnée d'entrée indispensable pour **quantifier les volumes de pluies** et ainsi adapter le projet en conséquence (création de volumes de rétention éventuels ou mise en place de dispositifs autres). Ces données n'étant pas toujours publiques, son achat apparaît ainsi comme indispensable.

Matthieu Bernard a ensuite mentionné différents exemples d'ouvrages de gestion intégrée des eaux pluviales. Il a notamment été question :

- Des noues
- Des fossés stockant
- Des bassins d'infiltration
- Des bassins de stockage / restitution
- Des revêtements poreux

- Des ouvrages en profondeurs : le puit d'infiltration a par exemple été évoqué, et une la vigilance autour du risque de pollution des nappes a été mentionné.
- Autres

De nombreux divers autres points ont été évoqués lors des entretiens, notamment les possibilités des financements par les agences de l'eau par exemple ou les différents documents/sites/ressources utiles pouvant être utilisés pour la réalisation du guide technique (ADOPTA, DRAIE, notes de calculs de collectivités...).

Le sujet des méthodes de calcul a également été un sujet important. Différentes notes de calculs existent en interne au sein du groupe mais restent très hétérogènes entre les différentes agences. Matthieu Bernard a alors expliqué sa méthode de calcul et partagé son outil. L'objectif est d'ensuite d'analyser cet outil et de l'adapter pour un usage plus généralisé, potentiellement simplifié pour le rendre plus accessible, et compréhensible de tous (avec un niveau de connaissance potentiellement moins pointu sur le sujet de la gestion des eaux pluviales).



Jean-Jacques HÉRIN – Président de l'association ADOPTA

Présentation :

« Président de l'ADOPTA (Association pour le développement Opérationnel et la Promotion des Techniques Alternatives en matière d'eaux pluviales) créée en 1997, pour accompagner, de façon pragmatique et opérationnelle, le changement de pratiques en matière de gestion des eaux pluviales. Titulaire d'une maîtrise d'Aménagement du Territoire, il a dirigé pendant 35 ans le service d'eau et d'assainissement de la Communauté d'agglomération du Douaisis (CAD), auquel se sont ajoutées, au fil du temps, les autres compétences liées au grand cycle de l'eau. A l'origine de la construction de la politique volontariste du Douaisis en la matière, il a animé une gestion transversale des dossiers, permettant d'aboutir à une gestion intégrée et durable des eaux pluviales dans l'urbanisme. Le Douaisis est une des rares collectivités présentant des indicateurs chiffrés de l'efficacité de cette politique portée depuis plus de 25 ans, aujourd'hui développée partout en France. » (Source : sauvonsleau.fr)

Échange :

Lors de cet entretien, monsieur Hérin a évoqué les points importants à prendre en considération dans la conception des projets d'aménagement. Ce dernier a notamment évoqué **l'importance majeure du diagnostic du site**. Selon lui, la gestion intégrée des eaux pluviales implique une analyse globale du site pour intégrer au mieux les dispositifs aux projets. Il faut ainsi utiliser toutes les opportunités sur le site pour **favoriser cette gestion « à la source »**. Mr Hérin évoque que dans un premier temps, **l'analyse de la pente du terrain** est l'élément central à considérer, c'est en effet ce paramètre qui va orienter les flux d'eaux pluviales sur le site. C'est en effet le premier paramètre qui pourra être modifié pour améliorer la gestion des eaux pluviales sur le site. Certains reflexes à avoir sont évoqués, comme localiser les **points bas** du site et mettre en place des espaces verts à ces endroits pour pouvoir infiltrer les eaux pluviales pouvant se concentrer dans ces points bas. Pour cela, le plan de nivellement est une donnée d'entrée indispensable.

Un autre point sur lequel monsieur Hérin a mis l'accent est la nécessité de **réfléchir au mode de gestion des eaux pluviales dès la phase de conception**. Selon lui, la conception par les paysagistes/architectes doit se faire en étroite collaboration avec le bureau d'études pour intégrer au mieux les dispositifs les plus adaptés au projet. Certains projets sont en effet conçus

sans prendre en considération cette gestion des eaux pluviales, et les dispositifs sont ajoutés une fois le projet déjà « figé ». Le problème de cette pratique est que l'intégration au projet est généralement moins évidente une fois le projet établi, et l'efficacité du dispositif peut parfois se voir être réduite.

Monsieur Hérin a ensuite évoqué la nécessité de diviser les projets en un **grand nombre de sous bassins versants** : l'objectif est ici de répartir l'eau sur le site, au lieu de la concentrer, pouvant engendrer des concentrations de polluants ou simplement des volumes d'eau importants en cas de fortes pluies. Selon lui, il faut également **décloisonner les fonctions** des éléments qui constituent le projet. Au lieu de voir un parc comme un simple espace vert, il peut également être considéré comme un espace de stockage pour les pluies exceptionnelles. Un simple décaissement de cet espace peut ainsi permettre de remplir cette fonction supplémentaire. D'autres solutions existent, notamment les chaussées à structure réservoir, ou encore les jardins de pluie par exemple.

Le président de l'ADOPTA a ensuite évoqué **3 catégories** de solutions pour une gestion intégrée des eaux pluviales :

- Les solutions fondées sur la nature (les plus efficaces et généralement les moins chères)
- Les revêtements perméables
- Les solutions autres (grises/enterrées)



Jean Luc Guerniou – Chef de projet – Aménagement Urbains - BÉRIM

L'entretien effectué avec Jean Luc Guerniou a permis de récupérer bon nombre d'informations sur la mise en œuvre de dispositifs de gestion intégrée des eaux pluviales.

L'aspect financier est dans un premier temps évoqué. En effet, le choix des dispositifs de gestion des eaux pluviales est parfois difficile à appréhender d'un point de vue purement arbitraire. **L'aspect financier** reste, selon Mr Guerniou, l'élément prédominant qui va fortement orienter la sélection de l'ouvrage.

Nous avons ensuite pu échanger au sujet de différentes méthodes et préconisations locales dans certaines collectivités. Notre échange s'est structuré autour de différents et notes de calculs qui m'ont ensuite été transmis.

Christophe JEGOU - Etudes de conception - Suivi de réalisation Voirie et Réseaux Divers (VRD) et Génie Civil Urbain

Au cours de cet entretien, Christophe Jegou, a fait part de son expérience dans les études de conception.

Selon lui : « Il faut faire en sorte d'intégrer les ouvrages directement dès la phase de conception du projet au lieu de juste les rajouter après, pour permettre une bonne intégration au projet »

Plusieurs conseils pour la rédaction du guide ont été mentionnés :

- Faire valoir les enjeux et techniques de gestion des eaux pluviales
- Mettre en avant le cycle de l'eau

- Faire un focus plutôt pour des projets urbains et périurbains (car 80-90% des opérations BERIM sont en milieu urbain/périurbain)
- Moins développer les méthodes de calculs et plus mettre en avant la **démarche à suivre** et **les orientations à suivre** de manière générale (pas trop rentrer dans l'aspect hydraulique)
- Prendre appui sur les notes de calculs de Nantes, Saint Nazaire et Rennes, car ces villes ont une approche intéressante au sujet de la gestion des eaux pluviales
- Le Grand Lyon propose de la documentation au sujet de la gestion des eaux pluviales (explications de la GIEP, précurseur en techniques de désimperméabilisation et espaces verts)

Tout comme Matthieu Bernard, Jean Luc Guerniou a rappelé les données essentielles à prendre en considération pour les projets d'aménagement et plus précisément sur le volet gestion des eaux pluviales (**coefficients de Montana, études géotechniques**).

Enfin, il a également été sujet des méthodes de calcul. Selon lui, la **méthode des pluies** apparaît comme une solution intéressante, car cette dernière est bien connue de manière générale, relativement abordable dans son application, et très souvent préconisée.

1.3. Présentation du guide

Cette partie a pour objectif de présenter les grandes lignes du guide réalisé. Les détails techniques ne seront pas mentionnés ici mais sont expliqués dans le guide fourni en annexe.

NOTA : Il est important de noter qu'au jour du rendu de ce présent rapport, le guide technique fourni en annexe de ce rapport à cette date de rendu (19 août) n'est pas entièrement terminé, il le sera à la fin des deux dernières semaines des stage (30 août).

Explication de l'évolution des pratiques de gestion

Dans cette première partie introductive du guide, les différents modes de gestion sont abordés. Cette partie sensibilise le lecteur à la gestion intégrée des eaux pluviales, pratique dorénavant à privilégier pour des aménagements plus résilients. Cette partie semble essentielle pour bien comprendre pourquoi orienter les aménagements vers telle ou telle pratique. Ce point est développé dans la partie 1.1. de ce rapport.

Rappel des notions importantes à connaître

Dans un second temps, il a semblé important de répertorier les notions principales qui seront utiles lors de l'utilisation du guide. L'objectif est ici de faciliter l'application des étapes pour la mise en place des projets en étant maîtrisant ces notions. Les termes qui ont été évoqués sont les suivants :

- Pluviométrie
- Coefficients de ruissèlement
- Surfaces actives
- Occurrences de pluie
- Niveaux de service
- Perméabilité
- Surface d'infiltration
- Débit de fuite / débit de trop-plein
- Temps de concentration (Tc)
- Ajutage / redans

- Facteur de charge

Cadre réglementaire et état des lieux sommaire

Après avoir défini les termes essentiels, l'utilisateur est guidé tout au long des grandes étapes du projet. Dans un premier temps, un état des lieux et une analyse du cadre réglementaire sont abordés.

Dans cette partie, le guide aborde les **différents documents à prendre en compte**, notamment :

- **Le PLU : Premier document à consulter, qui va imposer des mesures spécifiques au contexte local et orienter vers les autres documents essentiels à consulter.**
- Zonage de l'assainissement/ruissellement pluvial
- Règlement d'assainissement local
- PPRI (Plans de Prévention du Risque Inondation)
- Périmètre de captage d'eau potable
- Code de l'environnement
- SAGE/SDAGE
- [AZI \(Atlas Zone inondable / TRI \(Territoire à Risque Inondation\)](#)
- [Autres](#) : selon les collectivités, certains documents seront différents

Ces documents vont ainsi permettre d'avoir accès aux **règlementations et préconisations locales**, notamment :

- Les occurrences de pluies à considérer
- Le débit de rejet autorisé
- La soumission ou non du projet à la Loi sur l'Eau
- La/les méthodes de calcul imposées
- L'acceptabilité d'inondation du site
- Et autres préconisations/règles pouvant s'appliquer

Suite à cela, une première **analyse préliminaire** du site peut être faite, en prenant en compte :

- Les pentes
- Les risques
- La présence ou non d'espace naturels et protégés
- La présence ou non de protection de captage
- Et autres contraintes majeures notifiables

Diagnostic du site

Après avoir réalisé une première analyse rapide du site, une phase de diagnostic est nécessaire afin de relever des éléments plus précis à l'échelle du site. Ces données permettront par la suite d'orienter vers des dispositifs adaptés de gestion des eaux pluviales. Dans cette phase de diagnostic, différents éléments majeurs ont été mentionnés, notamment :

- La pluviométrie locale
- La vulnérabilité du site en amont et en aval
- La topographie et morphologie du site (plus précis que dans la phase précédente)
- La pollution sur le site
- La capacité d'infiltration

Ces éléments sont essentiels pour permettre une bonne conception des ouvrages de gestion des eaux pluviales. Ce sont ces paramètres qui vont jouer un rôle majeur dans la sélection du/des ouvrage(s) parmi toutes les solutions possibles.

Définition du principe de gestion et prédimensionnement de l'ouvrage

Suite au diagnostic de site, l'utilisateur a une connaissance plus précise du site et peut maintenant prendre part à la co-conception du projet avec les paysagistes/architectes. L'intérêt est ici d'orienter la conception vers des pratiques adaptées et des principes essentiels à une bonne gestion des eaux pluviales. Cela va se traduire par différentes modifications sur le site (nivellement, décaissement, désimperméabilisation...). Une vigilance est également apportée sur les différents niveaux de services à assurer. C'est cette expertise générale que l'utilisateur va apporter aux concepteurs.

En plus de ces orientations sur le projet, l'utilisateur devra ensuite réfléchir à des ouvrages potentiels de gestion des eaux pluviales (noues, bassin, puit d'infiltration...)

A partir de cette décision, un premier prédimensionnement sera réalisé afin d'estimer les volumes de stockages nécessaires. Le choix de la méthode de calcul est développé dans le guide. D'autres outils sont également présentés.

Choix du dispositif

En fonction du volume calculé précédemment et du diagnostic du site, une liste de dispositifs est présentée et une aide a été mise en place afin de simplifier la sélection qui peut se voir être relativement hasardeuse et arbitraire/subjective.

Conception et dimensionnement

Suite à la sélection de l'ouvrage un dimensionnement plus précis et une implantation sur le site peut être faite. Dans cette partie sont notamment évoqués la proposition de scénarios et la réalisation d'un deuxième test de perméabilité permettant d'affiner les calculs et assurer une implantation optimale du dispositif.

Ajustements éventuels et détails techniques du dispositif

Après avoir implanté l'ouvrage, des vérifications doivent être réalisées et des détails techniques peuvent être ajoutés pour permettre une meilleure efficacité/pérennité de l'ouvrage (ajustements du nivellement, mise en place de redans, ou autres modifications...). Cette partie traite ainsi de ces modifications éventuelles du projet et des ouvrages.

Exemple d'application et de projets réalisés

Une mise en application des points évoqués précédemment est proposée afin de visualiser les étapes à traiter dans la mise en place de projets. Cette partie a pour objectif de faciliter la compréhension du lecteur pouvant ainsi prendre cet exemple comme trame à suivre pour le projet qu'il doit réaliser.

Suite à cette mise en application, une dernière partie mentionne différents projets réalisés qui mettent en pratique la gestion intégrée des eaux pluviales. Ces ressources ont pour objectifs de montrer à l'utilisateur différentes typologies de site existantes, et avoir un retour d'expérience sur des dispositifs et avoir des points de vigilance à suivre.

2.Création d'un outil de calcul

2.1. Réflexions préliminaires

L'un des objectifs du travail pour ce stage est de réaliser un outil interne à l'entreprise qui permettra **d'évaluer les volumes de stockages nécessaires** pour permettre une gestion optimale des eaux pluviales sur les sites étudiés. En effet, la **démarche est actuellement très hétérogène entre les collaborateurs** des différents bureaux répartis en France, et produire un

outil commun semble intéressant pour appliquer une démarche commune et uniforme au sein du groupe Bérin.

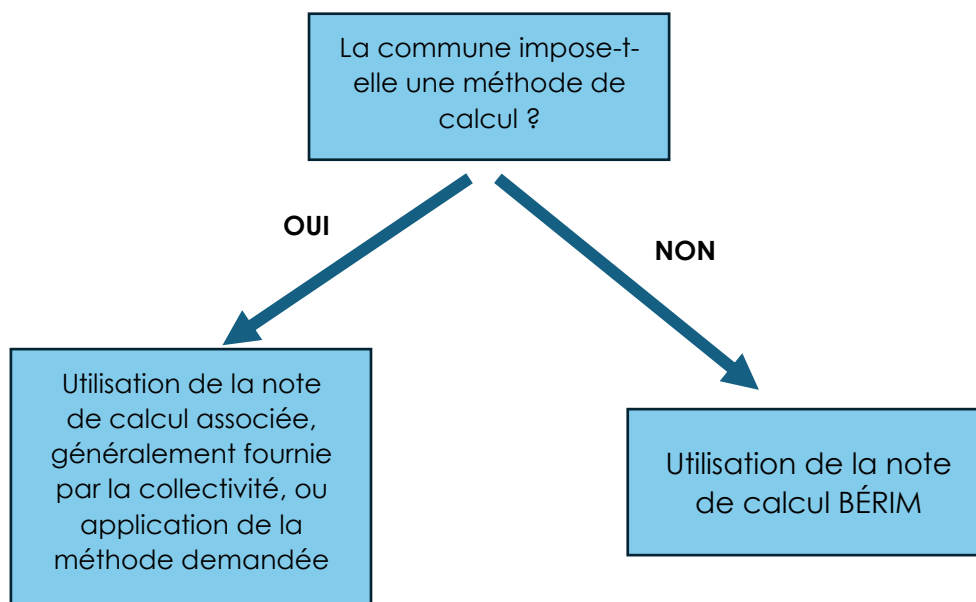
Après m'être familiarisé avec le sujet, à travers la lecture de guides, cahiers de prescriptions techniques, ou divers articles, une analyse de certaines méthodes et notes de calculs existantes a pu être faite, notamment en comparant celles de Bordeaux Métropole pour dimensionner des ouvrages d'infiltration et de rétention ainsi que celles de Lyon, ou Nantes.

Plusieurs premiers constats ont ainsi pu être faits :

- Les méthodes appliquées sont relativement variables
- Certaines méthodes de calculs sont parfois imposées dans les réglementations locales (PLU) et des notes de calculs fournies sont à appliquer
- Les données pluviométriques varient en fonction des communes et ne sont pas toujours fournies par les collectivités
- De nombreuses spécificités locales vont influencer le choix des dispositifs à mettre en place et les méthodes de calcul à utiliser
- Des méthodes plus ou moins complexes, nécessitant plus ou moins de données existent
- Les champs d'applications varient selon les méthodes en fonction des caractéristiques du site
- Certaines méthodes sont plus ou moins justes d'un point de vue statistiques
- Certaines méthodes sont recommandées par des organismes

De ces constats, et principalement les contraintes réglementaires, sont ressortis des questionnements sur la faisabilité d'homogénéiser la démarche de calcul au sein de Bérin.

Malgré cela, il a été observé que toutes les communes ne possèdent pas de réglementation au sujet des méthodes de calcul à appliquer. **La note de calcul à réaliser sera ainsi utilisables pour ces communes qui n'imposent pas leurs méthodes de calcul.**



2.2. Exemple de méthode de calculs utilisée

Régie de l'eau – Bordeaux Métropole

La régie de l'eau de Bordeaux Métropole impose l'utilisation d'un système de ratio :

- Dans le cas où la gestion se fait par infiltration, le dimensionnement de l'ouvrage doit se faire en suivant ce ratio : **500m³/ha de surface active auxquels est retranché le volume infiltré pendant la durée de la pluie**
- Dans le cas où la gestion se fait par rejet à débit régulé, le dimensionnement doit se faire en suivant ce ratio : **500m³/ha de surface active.**

2.3. Comparaison des méthodes de calcul

Après avoir analysé des notes de calculs internes et différents ouvrages abordant le sujet de la gestion des eaux pluviales, différents modes de calculs sont prédominants :

- La méthode des pluies
- La méthode des volumes
- La méthode de Caquot
- La méthode rationnelle

Critères de sélection de la méthode

Afin de sélectionner la méthode de calcul la plus pertinente, il a fallu définir quels seraient les **critères de sélection**. Après plusieurs échanges à ce sujet, la sélection prend en compte :

- Les préconisations locales de manière générale
- La complexité des calculs*
- Les recommandations faites dans la littérature
- Le champ d'application des méthodes**
- La justesse statistique du calcul
- La complexité des scénarii d'aménagements

** Certains calculs peuvent en effet être très précis mais nécessitent de renseigner un grand nombre de données. Cela n'est pas forcément utile pour la grande majorité des projets sur lesquels Bérim intervient car cela peut amener à des dépenses ou une perte de temps supplémentaires pour des données qui n'apporteront pas une plu-value significative aux calculs.*

*** En effet, certaines méthodes sont adaptées à certaines typologies de terrains, notamment en zone rurales, qui ne sont pas applicables en zones urbaines, ou inversement.*

Justification du choix de la méthode

Suite à différents échanges et comparaison des méthodes dans différents rapports, c'est la **méthode des pluies** qui a été sélectionnée pour l'outil de calcul du bureau d'étude (description précise de la méthode dans le guide réalisé, en annexe). Plusieurs raisons justifient cela :

Une méthode reconnue au niveau national

De manière générale, il a été observé que la **méthode des pluies** est la méthode la plus communément utilisée pour des projets d'aménagement urbain. Elle est préconisée par différentes collectivités (Lyon, Nantes...) et est, au niveau national, bien acceptée par la police de l'eau. Également, la DRIEE (2020) indique : « La méthode des pluies est celle recommandée par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire »

Une méthode prenant en compte les variabilités pluviométriques

Cette méthode permet d'obtenir des résultats prenant en compte la variabilité des intensités de pluie. En effet les coefficients de Montana (pluviométriques) utilisés sont reliés par une formule qui est fonction du temps de la pluie, créant ainsi une courbe IDF (Intensité – Durée – Fréquence) apportant une approche plus réaliste dans le dimensionnement. Certaines méthodes, comme la méthode des volumes ne prend par exemple pas ces variations en compte dans les calculs.

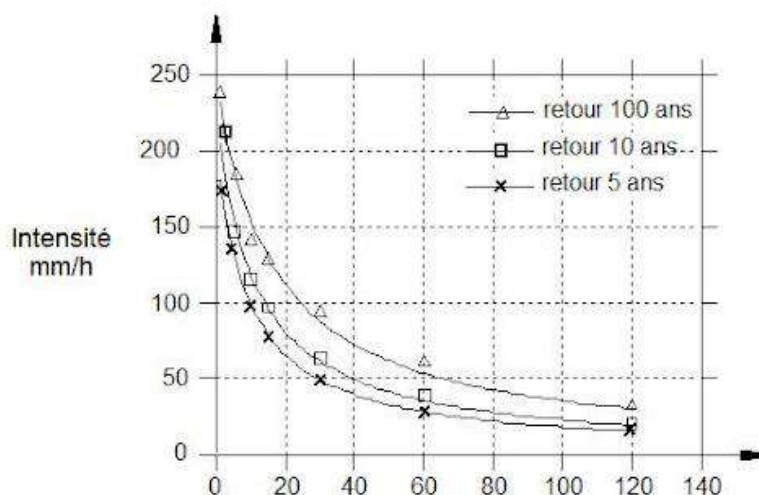


Figure 7 : Exemple de courbe IDF (Intensité Durée Fréquence) pour différents temps de retour en fonction de la durée de la pluie (en min) – Source : Wikhydro (CEREMA)

Une méthode accessible et rapide à appliquer

L'un des grands avantages de cette méthode est que peu de données sont nécessaires pour permettre la mise en application de la méthode. Les données nécessaires sont :

- Les coefficients de Montana a et b (pour des périodes de pluies longues)
- Le coefficient de perméabilité du sol (pour un ouvrage d'infiltration)
- Les coefficients de ruissèlement du sol
- Les différentes surfaces du projet (perméables, semi-perméables, imperméables)
- Les surfaces d'infiltrations

Une méthode ajustable

Pour des résultats plus précis, il est également possible d'affiner les paramètres pluviométriques, car les modèles pluie-débit peuvent être ajustés et calibrés à partir de données réelles, rendant les prévisions plus fiables.

Une méthode pouvant cependant sous dimensionner les ouvrages

Il a en effet été montré par certains documents, notamment réalisés par la DDTM34 ou par l'ASTEE, que la méthode des pluies pouvait parfois sous dimensionner les ouvrages de l'ordre de 20% environ. Ce paramètre est mentionné dans le guide réalisé au cours du stage afin de laisser libre choix à l'utilisateur d'appliquer ou non une majoration pour son dimensionnement. Il est à noter que le département de l'Hérault (DDTM34) connaît des régimes pluviométriques relativement importants ; cette majoration peut être liée à ce paramètre.

2.4. Confection de l'outil

Après avoir sélectionné la méthode des pluies pour l'outil, il a fallu réaliser le fichier permettant de calculer le volume de stockage des ouvrages de gestion des eaux pluviales. Pour cela plusieurs fichiers Excel ont été récupérés et comparés pour pouvoir sélectionner une base qui servira à la confection de l'outil. Ce travail s'est ainsi basé sur les fichiers fournis par certaines collectivités, dont Nantes Métropole, ou la Métropole de Lyon, et à l'aide de notes de calculs internes fournies. On peut légitimement se demander pourquoi ne pas tout simplement utiliser ces notes de calculs déjà confectionnées ? Plusieurs raisons à cela :

- Des **données non modifiables sur différents fichiers** : certaines données comme les données pluviométriques ne sont pas modifiables et directement renseignées par les collectivités pour leur territoire. Les calculs ne peuvent alors pas s'appliquer à d'autres territoires.
- Un **manque de transparence sur les calculs** : certaines cellules étant protégées, il est impossible de voir le détail de certaines étapes de calculs
- Des outils parfois **peu intuitifs**

L'excel fourni a ainsi pour but d'être **applicable partout en France**, en renseignant les données propres au site d'étude, d'avoir **une transparence totale sur les calculs** (étapes de calculs rédigés dans le guide), et enfin d'être le plus **simple d'utilisation** possible.

Voici un aperçu du fichier réalisé :

DONNÉES PLUVIOMÉTRIQUES									
Cliquez à modifier									
Les données pluviométriques sont à acheter sur le site de Météo France... elles sont parfois fournies par la collectivité									
NOTA : Pour un dimensionnement d'ouvrage de rétention/réutilisation : durées de pluie longues à renseigner jusqu'à 24h minimum (recommandations de l'X) IL N'EST PAS NÉCESSAIRE DE RENSEIGNER TOUS LES COEFFICIENTS : SEULS CEUX DE LA PÉRIODE DE RETOUR SOUHAITÉE PEUVENT ÊTRE RENSEIGNÉS Les cases à modifier sont uniquement les cases jaunes									
Coefficients de Montana locaux (pour h en mm et t en min)									
Durée de pluie (au minimum jusqu'à 24h)		2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	25 ans	50 ans	50 ans	100 ans
a =	0,70	4,150	4,730	5,377	5,435	6,044	6,045	6,436	6,436
b =	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56

DONNÉES DU SITE			
SURFACES			
S-per	Surfaces perméables	200	m²
S-pim	Surfaces partiellement imperméabilisées	100	m²
S-im	Surfaces imperméabilisées	500	m²
S-act	Surfaces du site	600	m²
Sa	Surfaces actives	540	m²
SIF	Surfaces d'infiltration (espaces perméables en sous-sol)	25	m²

HYDROLOGIE / PARAMÈTRES SUR LE SITE			
QI	Débit de fuite autorisé	5,0	l/s/m²
K	Coefficient de perméabilité	0,000000	m/s
n	Profondeur de la nappe	2,00	m
Tv_max	Durée de vidange maximal autorisée	24	h

CALCUL DU VOLUME DE STOCKAGE		
Choix de l'occurrence de pluie et mode de gestion		
Temps de retour choisi (occurrence de pluie de dimensionnement)	25 ans	
Durée de pluie	24 h	
Méthode de gestion des eaux pluviales	Infiltration	
RESULTATS		
Quantité d'eau précipitée en 24h	159,70	mm
Volumes à stocker	23,89	m³
Durée de vidange	8,89	h
Méthodes utilisées :	Méthode des pluies	

Figure 8 : Fichier de calcul du volume d'eau à stocker selon la méthode des pluies – Léo BONNIN

Brève explication de l'utilisation de l'outil :

- Seules les cases jaunes sont à modifier sur l'Excel
- L'utilisateur renseigne les données pluviométriques du site dans le premier tableau
- Il renseigne ensuite les données du site demandées (surfaces et paramètres hydrologiques) dans les deux tableaux à gauche

- Dans le tableau rouge, l'utilisateur sélectionne l'occurrence de pluie qu'il désire (exemple : la collectivité impose une pluie de dimensionnement de 25 ans → sélectionner « 25 ans »). La sélection des données pluviométriques correspondantes se fera automatiquement.
- L'utilisateur sélectionne ensuite le mode de gestion désiré (infiltration/rejet à débit régulé)
- Dans l'onglet « RÉSUTATS » on obtient alors le volume de l'ouvrage de gestion des eaux pluviales et la durée de vidange nécessaire.

Dans un second onglet, on peut également accéder au détail des calculs effectués dont ce tableau montrant les différents volumes d'eau sur le site :

Temps min d	Temps en heure	Hauteur précipitée He (mm) : $= a \times t^{(1-b)}$	Volume ruisselé $V_e = S_a \times H_e / 1000$	Volume évacué $V_f = Q_f \times d \times 60$	Volume à stocker $V = V_e - V_f$
6		17,6	9,49	0,27	9,22
12		22,4	12,10	0,54	11,56
24		28,6	15,42	1,08	14,34
30		30,9	16,67	1,35	15,32
36		32,9	17,77	1,62	16,15
42		34,7	18,76	1,89	16,87
48		36,4	19,66	2,16	17,50
54		37,9	20,48	2,43	18,05
60	1	39,4	21,25	2,70	18,55
66		40,7	21,97	2,97	19,00
72		42,0	22,65	3,24	19,41
78		43,1	23,30	3,51	19,79
84		44,3	23,91	3,78	20,13
90		45,4	24,49	4,05	20,44
96		46,4	25,05	4,32	20,73
102		47,4	25,59	4,59	21,00
108		48,3	26,11	4,86	21,25
114		49,3	26,61	5,13	21,48
120	2	50,2	27,09	5,40	21,69
150		54,2	29,29	6,75	22,54
180	3	57,8	31,22	8,10	23,12
210		61,0	32,95	9,45	23,50
240	4	63,9	34,52	10,80	23,72
270		66,6	35,98	12,15	23,83
300	5	69,1	37,33	13,50	23,83
330		71,5	38,60	14,85	23,75
360	6	73,7	39,79	16,20	23,59
390		75,8	40,92	17,55	23,37

Figure 9 : Tableau détaillant les valeurs de la méthode des pluies

3. Projet des cours d'écoles buissonnières – illustration d'une gestion plus intégrée des pluies courantes

En parallèle du travail sur le guide de la gestion des eaux pluviales, les semaines ont été rythmées avec la participation sur les projets des écoles buissonnières en cours. L'intérêt pour moi est de pouvoir mieux prendre en compte tous les paramètres pratiques rentrant en jeu et bien comprendre les enjeux de la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement. Cela permettra d'alimenter le guide technique à réaliser au niveau de la compréhension de la première partie du guide (vulgarisation/enjeux de la gestion intégrée) et de comprendre les étapes concrètes des projets. Sans ce travail, le guide n'aurait eu qu'une portée relativement théorique et aurait très certainement omis certains détails pratiques pouvant exister.

Pour rappel, les projets visent ici à offrir des espaces favorisant le bien-être des enfants (détails dans la présentation du programme de la ville de Bordeaux évoqués précédemment dans le rapport).

Au niveau de la gestion des eaux pluviales, dans ces 3 projets, les réseaux d'assainissement, étaient déjà existants et ont été maintenus afin de récupérer les eaux pluviales en cas de fortes pluies. L'outil de calcul réalisé ne concerne pas ces projets car aucun ouvrage de rétention/infiltration n'est prévu. L'un des objectifs sur ces projets est de désimperméabiliser est de permettre à l'eau de s'infiltrer dans le sol et ainsi limiter les volumes d'eau évacués au réseau d'assainissement. Cela se traduit par une diminution du coefficient de ruissellement général du projet.

Pour rappel :

Le coefficient de ruissellement (Cr) est une valeur sans unité qui varie de 0 à 1. Il représente la fraction des précipitations qui devient du ruissellement de surface.

De manière générale, les coefficients de ruissellement sont très variables en fonction des surfaces, on peut cependant encadrer ces ordres de grandeurs :

- Surfaces imperméables : Routes, toits, parkings... ($Cr \approx 0,8$ à $0,95$).
- Surfaces semi-perméables : Pelouses, parcs... ($Cr \approx 0,1$ à $0,3$).
- Surfaces perméables : Sols naturels, forêts... ($Cr \approx 0,05$ à $0,1$).

Exemple : Pour un parking en asphalte ($Cr = 0,9$), 90% de l'eau de pluie ruisselle, tandis que pour une prairie ($Cr = 0,2$), seulement 20% ruisselle.

Présentation des 3 projets

École élémentaire ACHARD

Le projet porte sur les deux cours de l'école élémentaire ACHARD, située 12 rue Lartigue, 33000 Bordeaux.

Etat initial du site

Voici quelques photos du site avant les travaux :



Figure 10 : Vue aérienne des deux cours : à droite la grande cour, à gauche la petite cour – Google Maps



Figure 11 : Photos de la grande cour - Ecole élémentaire ACHARD (mars 2024) – Source : Pollen Paysage



Figure 12 : Photo de la petite cour - école élémentaire ACHARD (mars 2024) – Source : Pollen Paysage

On constate que les cours sont recouvertes en grande majorité d'enrobé noir ainsi que de sols souples imperméables. Peu d'espaces ombragés sont présents, et la végétation pourrait être plus présente sur le site.

Etat projeté du site

Les premières phases de conceptions ont menées à ce premier aménagement :



Figure 13 : Plan de communication grande cour - École élémentaire ACHARD



Figure 14 : Plan de communication petite cour - École élémentaire ACHARD

Cet aménagement a été proposé pendant la phase AVP par les paysagistes, également mandataire du projet. Ce dernier a évolué au fur et à mesure, après des ajustements liés au budget et des modifications de points techniques sur le projet.

Pour comparer avant et après projet, en termes de surfaces nous avons ici :

	AVANT PROJET	APRES PROJET
Surfaces	100% des surfaces en bitume	Mélange terre-copeaux + espaces verts + bitume
Coefficient de ruissèlement (Cr)	0,95	0,44
Surface du projet	515 m ²	515 m ²
Surface active*	489 m ²	227 m ²

*La surface active est la surface générant du ruissèlement. Elle correspond à la surface du projet multipliée par son coefficient de ruissèlement.

Tandis que **95% des volumes** d'eau précipités étaient envoyés au réseau d'assainissement **avant la mise en place du projet (Cr = 0,95)**, ce ne sont que **44% des volumes d'eau** qui sont ensuite renvoyés au réseaux (**Cr = 0,44**) et **56% infiltrés ou évaporés**.

Une nette amélioration est ainsi observable sur le projet en termes de gestion des eaux pluviales.

Avancée des travaux

Concernant l'avancée des travaux, l'entreprise chargée du lot VRD, EIFFAGE, a pu réaliser la grande majorité des travaux de voirie et réseaux durant le mois de juillet. Quelques détails techniques sont à ajuster et l'enrobé drainant doit être mis en place dans les semaines qui suivent. Voici quelques photos de l'avancée des travaux, le 6 août 2024 :



Figure 15 : Avancée des travaux le 6 août 2024 – École élémentaire Achard (grande cour (à gauche) et petite cour (à droite)) – Léo BONNIN

L'école maternelle Menuts

Le projet concerne la cour de l'école maternelle Menuts, située au 70 rue des Menuts, à Bordeaux.

Etat initial du site

Voici quelques photos du site avant la phase de travaux :

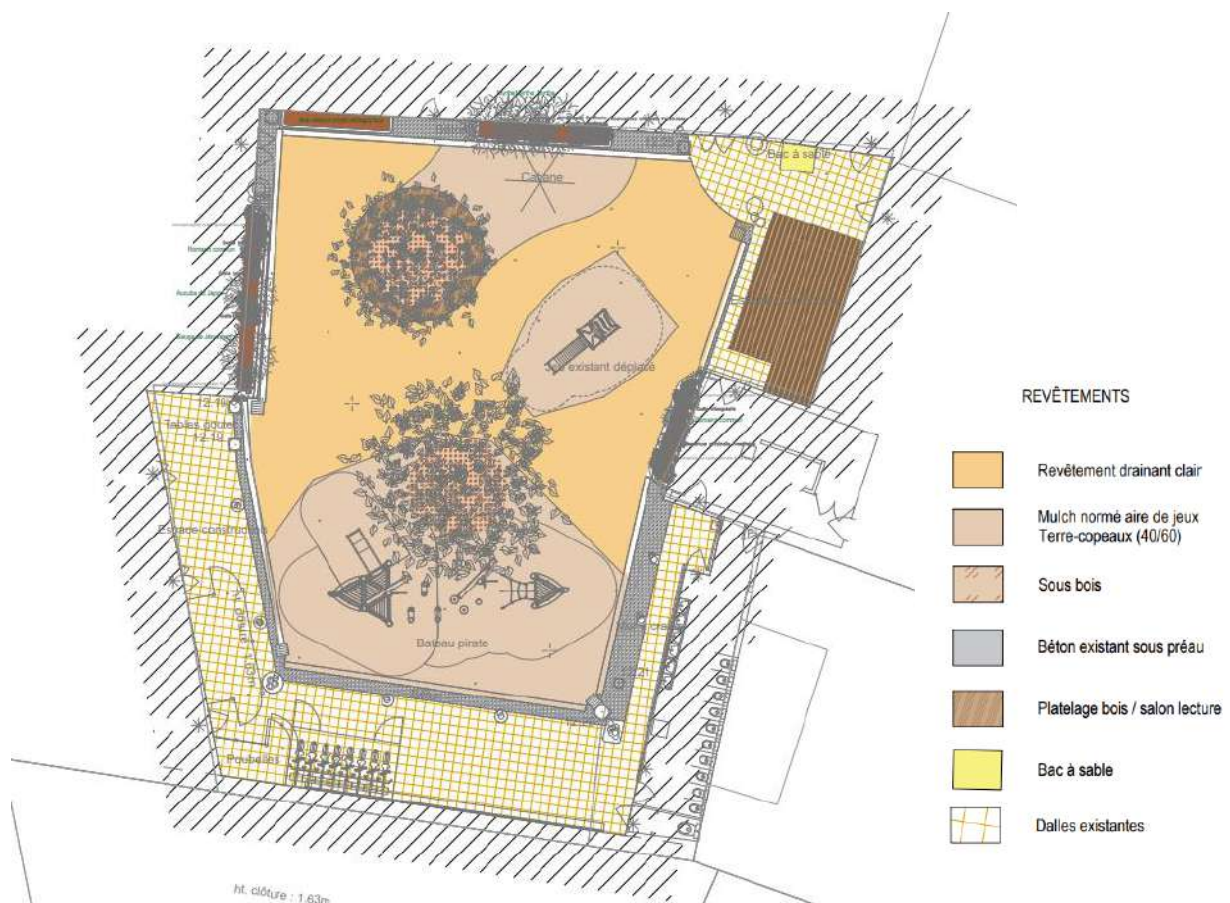


Figure 16 : Cour de l'école maternelle Menuts – Source : Bérin

Le site est entièrement recouvert de bitume et revêtement en caoutchouc, tous deux imperméables.

Etat projeté du site

Voici le projet proposé par le paysagiste :



Suite à des complications logistiques, le revêtement drainant initialement prévu n'a pu être mis en place, et un enrobé clair non drainant a finalement été sélectionné. Également, du liège a été positionné au niveau du jeu existant.

Cet aménagement a été proposé pendant la phase AVP par les paysagistes. Cet aménagement a évolué au fur et à mesure après des ajustements financiers et des modifications de points techniques sur le projet.

Pour comparer avant et après projet, en termes de surfaces nous avons ici :

	AVANT PROJET	APRES PROJET
Surfaces	100% des surfaces en bitume/revêtement perméable	Mélange terre-copeaux + espaces verts + bitume
Coefficient de ruissèlement (Cr)	0,95	0,44
Surface du projet	293 m ²	293 m ²
Surface active*	278 m ²	129 m ²

*La surface active est la surface générant du ruissèlement. Elle correspond à la surface du projet multipliée par son coefficient de ruissèlement.

Tandis que **95% des volumes** d'eau précipités étaient envoyés au réseau d'assainissement avant la mise en place du projet (**Cr = 0,95**), ce n'est que **44% du volume d'eau** qui est ensuite renvoyés au réseaux (**Cr = 0,44**) et 56% infiltrés ou évaporés.

Une nette amélioration est ainsi observable sur le projet en termes de gestion des eaux pluviales.

Avancée des travaux

Les travaux concernant le lot VRD ont été en grande partie réalisés durant le mois de juillet par Atlantic Route. L'entreprise doit par la suite mettre en place l'enrobé clair sur le site. Voici quelques photos de l'avancée des travaux :



Figure 17 : Avancée des travaux le 2 août 2024 – École élémentaire Menuts – Léo BONNIN

Crèche Jean Marquaux

Le projet concerne la cour de la crèche Jean Marquaux, située au 208 Cr de l'Argonne, à Bordeaux.

Etat initial du site

Voici quelques photos du site avant la phase de travaux :



Figure 18 : Vue aérienne de la cour de la crèche Jean Marquaux – Source : Géoportail



Figure 19 : Cour de la crèche Jean Marquaux à Bordeaux – Source : Bérin

Le site est entièrement imperméable avec des revêtements de sol en enrobé et en EPDM (sol souple).

Situation projetée du site

Voici le projet proposé par le paysagiste :



Figure 20 : Plan de communication du projet pour la cour de la crèche Jean Marquaux – Source : Bouriette et Vaconsin

Cet aménagement a été proposé pendant la phase AVP par les paysagistes. Ce dernier a évolué au fur et à mesure, après des ajustements liés au budget et des modifications de points techniques sur le projet.

Pour comparer avant et après projet, en termes de surfaces nous avons ici :

	AVANT PROJET	APRES PROJET
Surfaces	100% des surfaces en bitume/revêtement perméable en caoutchouc	Mélange terre-copeaux + espaces verts + bitume
Coefficient de ruissèlement (Cr)	0,87	0,57
Surface du projet	429 m ²	429 m ²
Surface active*	372 m ²	246 m ²

*La surface active est la surface générant du ruissèlement. Elle correspond à la surface du projet multipliée par son coefficient de ruissèlement.

Tandis que **87%** des volumes d'eau précipités étaient envoyés au réseau d'assainissement avant la mise en place du projet (**Cr = 0,87**), ce n'est que **57% du volume d'eau** qui est ensuite renvoyés au réseaux (**Cr = 0,57**) et 43% infiltrés ou évaporés.

Avancée des travaux

Les travaux de la cour de la crèche ont commencé fin juillet, cela afin d'éviter les nuisances sonores liées aux démolitions pendant le début du mois de juillet, période durant laquelle le site est toujours occupé par du personnel et les enfants.



Figure 21 : Avancée des travaux le 2 août 2024 – Crèche Jean Marquaux – Léo BONNIN

Tâches effectuées sur les projets

Dès la phase AVP, j'ai été intégré au sein du groupement de maîtrise d'œuvre pour participer aux réalisations de pièces écrites, graphiques, et d'estimations financières, concernant la partie VRD (Voirie Réseau Divers). Cela a permis de prendre conscience du réel travail de conception de projet et de mise en place avec les nombreuses interactions entre les différents acteurs, de mieux visualiser tous les paramètres à considérer, notamment la question de la temporalité, mais également sur les contraintes budgétaires, ou encore techniques, pour la mise en place de certains dispositifs, et logistiques avec la coordination des différents lots qui interviennent sur les chantiers.

Rédaction des notices techniques en phases AVP et PRO

Mon travail s'est dans un premier temps consacré à la rédaction de la notice VRD, livrable détaillant toutes les caractéristiques du projet, les limites de prestations, travaux à réaliser, éléments maintenus, modifiés, supprimés, contraintes d'accessibilités... Ce document permet ainsi de cadrer la prestation du bureau d'étude et de l'entreprise chargée de mettre en œuvre le projet sur le terrain.

De manière générale, les points abordés ont été les suivants :

- Localisation du projet
- Données d'entrée
- Situation existante
 - o Revêtements
 - o Assainissement
 - o Réseaux divers
- Situation projetée
 - o Démolitions, dépose de l'existant
 - o Principe de nivellement
 - o Terrassement – Gestion des terres
 - o Revêtements
 - o Gestion des eaux pluviales
 - o Mobilier
- Notice d'exploitation de chantier

- Configuration des lieux
- Accès au chantier

Ces points ont ainsi été décrits dans les notices en phase AVP puis en phase PRO (document plus détaillé).

Ces notices techniques sont disponibles dans le dossier annexe à ce rapport (fichier pdf avec les mentions « NOT »)

Réalisation des plans - Travail en collaboration avec un dessinateur projeteur

Parmi les autres livrables à rendre, nous étions chargés de réaliser différents plans, notamment :

- Plan de l'état existant
- Plan des réseaux existants
- Plan de démolition
- Plan de terrassement
- Plan des réseaux projetés
- Plan de nivellement
- Plan de revêtement

Ces documents graphiques ont alors été réalisés en collaboration avec un dessinateur projeteur, au cours de plusieurs appels. Suite à certaines indisponibilités, j'ai également eu l'occasion de réaliser certaines modifications sur les plans au cours de la phase PRO.

Voici un exemple de plan de terrassement qui a pu être réalisé pendant la phase PRO pour l'école Menuts :

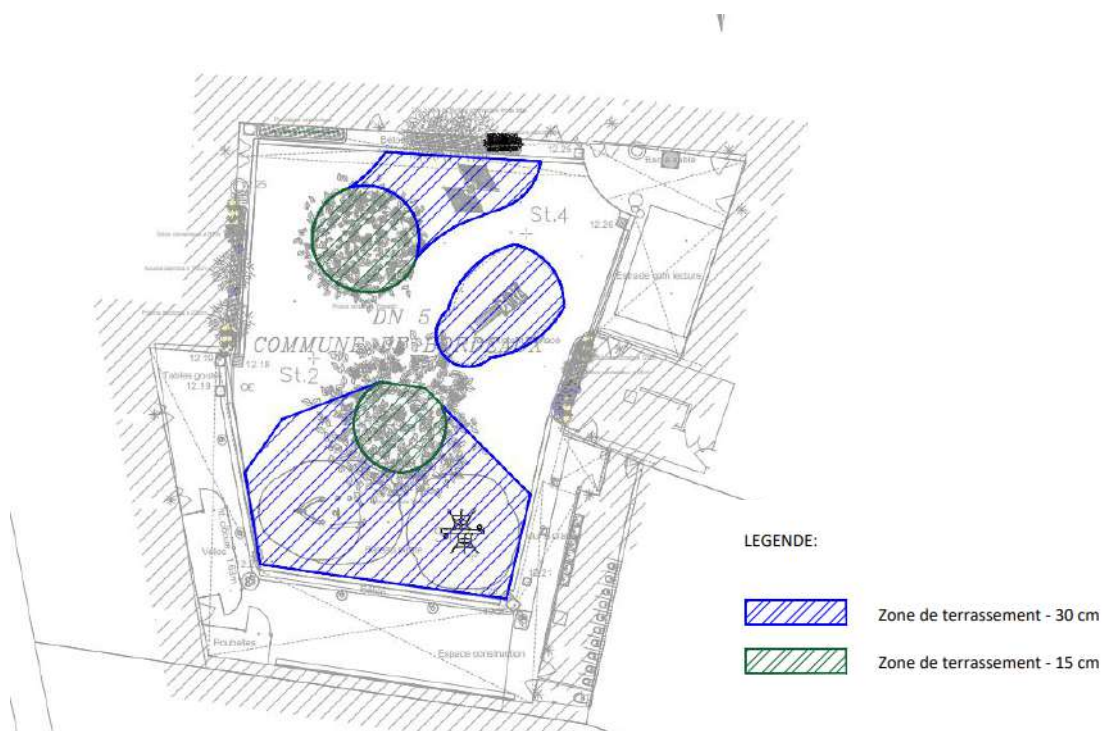


Figure 22 : Exemple de plan de terrassement réalisé – Léo BONNIN

D'autres plans réalisés sont disponibles dans le dossier annexé à ce rapport. Notamment ceux de l'école Achard et la crèche Jean Marquaux.

Estimations financières

Durant la phase AVP et PRO, des estimations financières sont effectuées et transmises à la maîtrise d'ouvrage afin de pouvoir ajuster en conséquence le projet en fonction du budget fixé initialement. Ces estimations sont basées sur les plans des paysagistes et les plans réalisés évoqués précédemment.

Des mesures sont alors effectuées (surfaces, linéaires, nombre d'éléments à retirer/mettre en place...) afin de quantifier au niveau financier les prestations de l'entreprise de voirie.

A partir du BPU (Bordereau des Prix Unitaires) de l'accord-cadre signé, les DQE (Détail Quantitatif Estimatif) ont ainsi pu être réalisés pour les trois projets de cours d'écoles. Ces derniers ont été mis à jour régulièrement suite aux évolutions du projet. Pour des raisons de confidentialité l'exemple présenté ci-dessous pour l'un des projets, présentera uniquement certaines prestations effectuées et les quantitatifs associés :

REF CCTP	N° Prix	Désignation des opérations	Unité	Quantité
1	1	PREPARATION DE CHANTIER		
	1 1	Installations de chantier		
1.1	1 1 4	Installation de chantier (abri de chantier, réfectoire, matériel, WC, stockage...) y compris amenée et repli, raccordements temporaires nécessaires et toutes sujétions pour un montant de travaux supérieur à 100 000 €	FT	1
	1 2	Signalisation temporaire		
1.2	1 2 1	Signalisation temporaire	FT	1
	1 2 2	Fourniture et pose d'un panneau de chantier (type PC, déconstruction ou autre)	Unité	
	1 3	Amenée et repli du matériel d'exécution des prestations		
1.3	1 3 4	Amenée et repli du matériel d'exécution des travaux pour un montant de travaux supérieur à 100 000 €	FT	1
	1 4	Interventions préventives		
1.4	1 4 1	Constat d'huissier	U	1
	1 5	Piquetage / nivellement		
1.5	1 5 4	Piquetage pour un montant de travaux supérieur à 100 000 €	FT	1
	1 6	Plans d'exécution et visa des documents techniques		
1.6	1 6 4	Plans d'exécution pour un montant de travaux supérieur à 100 000 €	FT	1
	1 7	Plans de récolement géoréférencés voirie, réseaux et aménagements		
1.7	1 7 4	Plans de récolement géoréférencé voirie, réseaux et aménagements pour un montant de travaux supérieur à 100 000 €	FT	1
	1 8	Dossier des ouvrages exécutés (DOE)		
1.8	1 8 4	Dossier des ouvrages exécutés pour un montant de travaux supérieur à 100 000 €	FT	1
2	2	TRAVAUX PREPARATOIRES		
	2 1	Démolition		
2.1	2 1 2	Arrachage et évacuation de dalle béton - 50 à 100 M2	M2	150
2.4	2 4	Démolition de chaussée ou trottoir de toute nature et sur toute son épaisseur et évacuation		
	2 4 3	- > 100 M2	M2	580
2.5	2 5	Arrachage et évacuation de sol souple		
	2 5 2	- 50 à 100 M2	M2	150
2.6	2 6	Arrachage et évacuation bordure, pavé et caniveau		
	2 6 1 2	- Longueur comprise entre 20 et 50 ML	ML	25
2.11	2 11	Démolition de roches dures, béton armé, ouvrage enterré et évacuation		
	2 11 1	Démolition de roches dures, béton armé, ouvrage enterré et évacuation	M3	5
	2 12	Dépose de mobilier urbain et jeux		
	2 12 1	Dépose de mobilier urbain, compris évacuation		
2.12	2 12 1 2	Dépose de banc, jeux ancrés sur deux massifs,	U	6
	2 12 1 3	Dépose de mobilier urbain type tables, cabanes, jeux ancrés sur plusieurs massifs	U	3
	2 12 2	Dépose de mobilier urbain, compris stockage		
	2 12 1 2	Dépose de banc, jeux ancrés sur deux massifs,	U	7
3	3	ASSAINISSEMENT PLUVIAL		
	3 5	Mises à la cote		
3.5	3 5 1	Mise à la cote du tampon de regard d'assainissement	U	5 U
	3 5 2	Mise à la cote du tampon de boîte de branchement	U	5 U
5	5	RESEAU ADDUCTION EAU POTABLE - DEFENSE INCENDIE - ARROSAGE		
	5 11	ARROSAGE		
	5 11 1	Tranchées		
	5 11 1 2	- Longueur entre 20 et 50 ml	ML	70
5.11	5 11 2	Canalisation principale		
	5 11 2 3	- Longueur entre 20 et 50 ml	ML	40
	5 11 4	Raccordement et essais		
	5 11 4 1	Raccordement arrosage sur compteur existant	U	1
	5 11 4 2	Essais	FT	1
11	11	TERRASSEMENT		
11.4	11 4	Terrassement en déblais		
11.4.2	11 4 2	Déblais et évacuation en ISDI y compris BONS de pesés		
	11 4 2 3	- Volume > 150 t	M3	365
	11 4 3	Terres polluées		
11.4.3	11 4 3 1	Plus-value aux prix 11.4.2 pour évacuation dans une ISDND de terre polluée qualifiée de déchets non dangereuse stockée sur chantier comprenant l'élaboration et la transmission au maître d'œuvre des RSD	M3	10

Figure 23 : Exemple de DQE réalisé – Léo BONNIN

Participation aux réunions de chantier

Ma participation aux réunions de chantier a été une étape cruciale dans le suivi et l'ajustement des projets en cours. Lors de ces réunions, j'ai eu l'opportunité de participer activement aux échanges sur place, en particulier sur les évolutions techniques des chantiers. Ces discussions permettaient d'évaluer la progression des travaux et de déterminer les ajustements nécessaires pour garantir la conformité du projet initial.

Une de mes responsabilités principales consistait à prendre des photos sur le terrain pour contrôler la conformité des prestations réalisées. Ces photographies servaient de support lors des discussions pour visualiser les points nécessitant des ajustements et assurer une documentation précise de l'évolution des travaux. Cette démarche était essentielle pour garantir que les prestations respectaient bien les spécifications techniques et les standards de qualité attendus.

J'ai également pu compléter les comptes rendus de réunions réalisés avec les paysagistes, en rajoutant des précisions techniques et en illustrant avec des photos prises sur le site pour apporter plus de précisions aux sujets évoqués. Ces documents résumaient tous les points abordés durant les déplacements sur les sites, tels que les ajustements techniques, les décisions prises, et les actions à entreprendre. Ils étaient ensuite diffusés à l'ensemble des parties prenantes du projet, notamment les entreprises, la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre, garantissant ainsi une communication fluide et un suivi rigoureux du chantier.

J'ai aussi joué un rôle dans la coordination des échanges sur divers sujets techniques. Par exemple, j'ai participé aux discussions sur l'actualisation des projets, les ajustements techniques tels que les dimensions des chambres de comptages, des fourreaux à mettre en place, ainsi que la vérification des hauteurs de matériaux sur les réseaux existants ou de nombreux autres détails techniques.

Des VISA ont également été réalisés. Cela consistait à contrôler les produits proposés par les entreprises, les plans d'exécution, ou encore les situations de chantier, afin de valider leur conformité, et, pour la situation, d'engager les paiements des prestations effectuées.

Retour d'expérience

Au niveau personnel, ce stage m'a permis de m'immerger au sein de groupements de maîtrise d'œuvre et me familiariser avec de nombreux aspects du secteur de l'aménagement.

Familiarisation avec les enjeux financiers des projets

Après avoir réalisé les chiffrages sur les différents sites, j'ai pu développer une approche plus rigoureuse et analytique face aux aspects économiques des projets. J'ai appris à équilibrer les exigences techniques avec les réalités budgétaires, et à anticiper les coûts cachés qui pourraient surgir au cours du projet. Une évolution marquante sur l'un des projets a été vue : la moitié d'une cour n'a pas pu être réalisée car, malgré plusieurs discussions avec l'une des entreprises, certaines prestations se sont avérées être plus coûteuses que prévues initialement. Il a ainsi fallu revoir le projet en diminuant les surfaces aménagées. Cette expérience m'a montré que des complications liées à l'aspect financier peuvent amener à des modifications très marquantes sur les projets. Je suis maintenant beaucoup plus sensible à ce paramètre.

Une meilleure connaissance de concepts d'hydrologie

Pendant le semestre 7 (4^{ème} année) à Polytech, des cours d'hydrologie ont été suivis et m'ont familiarisé avec certains concepts comme celui des bassins versants, ou de la quantification des volumes de pluies. Le projet mis en place pendant ce cours (projet mare), ou les cours sur

la gestion de l'eau en 3^{ème} année, ont été très utiles pour apprendre à mettre en place un premier projet lié à l'hydrologie. Cela a ainsi été une bonne introduction pour le travail réalisé pendant ce stage sur la partie diagnostic et analyse du cadre réglementaire pour ce type de projet.

Pouvoir approfondir ce sujet pendant six mois m'a permis d'enrichir ces connaissances et de les appliquer réellement sur des projets d'aménagements urbains. La rédaction du guide m'a également permis d'avoir un aperçu à l'échelle nationale des différentes pratiques et méthodologies suivies, en prenant conscience des spécificités locales sur certains territoires.

Une vision plus réaliste – Entre conception/théorie et réalité du terrain

Après avoir pu réaliser différents livrables graphiques, techniques ou estimations financières, j'ai pu constater suite à la phase travaux, que la mise en place des projets ne se fait généralement pas entièrement comme prévu initialement. En effet des évolutions ont toujours lieu et des réalités constatées sur le terrain ne sont pas toujours anticipables, cela peut généralement engendrer des surcoûts ou évolutions techniques sur les chantiers. Un exemple marquant a été la découverte d'un réseau de gaz, non visible sur les plans fournis en données d'entrée. Il a ainsi fallu s'adapter en proposant des évolutions du projet : mise en place de plaques de protection, car l'épaisseur de matériaux était insuffisante au-dessus du conduit. Un autre cas peut être évoqué : sur le projet de l'école de Menuts, une chambre en béton a été découverte dans la cour lors du terrassement. Cette chambre était positionnée à l'emplacement d'un futur jeu pour enfant, et les fondations ne pouvaient ainsi pas se faire à cet endroit. Il a alors fallu réfléchir à une adaptation du projet et déplacer l'emplacement du jeu. Un dernier exemple concerne les racines des arbres, bien présentes sur les différents projets et représentant une contrainte technique non négligeable. Différentes modifications ont été faites pour assurer la bonne réalisation du projet.

Une meilleure connaissance des différents acteurs impliqués dans les projets

Durant mon stage, j'ai eu l'occasion de collaborer étroitement avec une variété d'acteurs impliqués dans les projets d'aménagement, et cette expérience m'a permis de mieux comprendre le rôle crucial de chacun dans la réussite d'un projet. Au cours de ma formation à Polytech, j'ai pu comprendre le rôle de certains acteurs à l'échelle des territoires, notamment pendant les cours de droit de l'urbanisme/de l'environnement. Cela m'a permis de comprendre plus rapidement les interactions entre différents intervenants.

Dans un premier temps, les premiers échanges par mail ont tout de même été parfois confus, notamment pour savoir exactement à quel acteur je devais m'adresser selon les sujets, comprendre quelles étaient les limites de chaque prestation, et savoir à qui envoyer tel ou tel document/information.

On peut mentionner différents interlocuteurs avec qui j'ai pu échanger :

- J'ai pu interagir avec des **paysagistes**. Cette collaboration m'a permis de mieux comprendre les enjeux de conception et l'importance de la flexibilité pour adapter les solutions techniques aux visions paysagères.
- Ensuite, les échanges avec les **représentants de Bordeaux Métropole** ont été tout aussi enrichissants. Ces acteurs sont les garants de l'intérêt public et doivent concilier des

contraintes budgétaires strictes avec des objectifs de développement durable et de bien-être social.

- D'autres échanges ont également eu lieu tout au long des projets, notamment avec **l'assistance à la maîtrise d'ouvrage (AMO)**, rôle assuré par Alto Step, ou encore les différentes **entreprises** intervenantes sur le projet : Eiffage, Colas, et Atlantic Route, pour les travaux de VRD ; Laffite, Espace Paysage Aquitaine, pour les travaux d'espaces verts ; et Espace Loisir pour les jeux pour enfants.
- Également, le **coordonnateur SPS** (Sécurité et Protection de la Santé) ou le Coordinateur **OPC (Ordonnancement, Pilotage et Coordination)** étaient présents lors des réunions et au cours des échanges par mail.
- D'autres acteurs sont parfois intervenus, comme le **directeur d'une école**, ou encore des **services de la métropole** (SPIE)...

Le fait d'avoir pu échanger en continue avec ces intervenants m'a permis de prendre confiance sur les prises de positions sur le projet et être plus à l'aise lors des interactions.

Une meilleure organisation générale

Le suivi de plusieurs projets m'a incité à mettre en place une organisation personnelle plus efficace. J'ai rapidement pris conscience que les nombreux échanges par mails, sur différents sujets/projets pourraient rapidement amener à des confusions s'ils n'étaient pas organisés et traités de manière structurée. Il a ainsi fallu s'adapter au mode d'organisation général du bureau d'étude en suivant les nomenclatures pour les titres des documents, le rangement des dossiers sur le serveur, ou encore les dossiers partagés avec les différentes entreprises intervenant sur les projets, où étaient centralisés tous les documents liés aux projets.

Retour réflexif

Au cours de ce stage, un guide technique a été produit, ainsi qu'une note de calcul. Des difficultés ont été rencontrées dans la mise en place de cet outil car, comme expliqué dans ce rapport, la démarche n'est pas homogène sur l'ensemble du territoire. Il est donc nécessaire de prendre en compte les contraintes locales en priorité. Pour certains territoires, des guides existent déjà mais sont adaptés uniquement à la commune les ayant produits. Ce travail permet ainsi d'apporter une vision « macro » dans le cas où les communes ne possèdent pas de méthodologie imposée. Il est à noter qu'il faut tout de même ainsi, en priorité, suivre les préconisations locales.

J'ai beaucoup apprécié suivre en parallèle les projets de cours d'école. La contribution à la mise en place de projet d'aménagement reste une voie que j'envisage pour la suite de mon parcours. Malgré l'approfondissement très intéressant autour du volet technique sur les sujets de voiries et réseaux divers, j'ai pris conscience que ce domaine ne correspond pas à ce que j'envisage pour la suite. Ayant pu discuter avec des paysagistes et assistants à maîtrise d'ouvrage, je pense que ma contribution aux projets à une échelle « plus macro » est ce que je souhaiterais expérimenter à l'avenir.

Conclusion

En abordant la question de la gestion des eaux pluviales en milieu urbain, nous avons été confrontés à des problématiques dépassant le cadre strictement technique. L'élaboration d'un outil de calcul pour le groupe Bérin a permis de constater les diversités et les particularités des pratiques locales. Cette diversité, bien qu'elle complique la standardisation des méthodes, souligne la nécessité d'une approche adaptable et respectueuse des spécificités territoriales.

Ce projet a renforcé mes compétences techniques, mais il a également éveillé une prise de conscience plus large concernant l'importance de la gestion durable des ressources naturelles dans l'aménagement urbain. Le défi de trouver un équilibre entre efficacité et respect des particularités locales m'a appris qu'il n'existe pas de solution unique. Cela m'a incité à réfléchir davantage sur l'importance d'une gestion intégrée, qui prend en compte à la fois les contraintes techniques et les besoins des communautés locales.

De plus, mon implication dans les projets d'aménagement des cours d'école a été révélatrice. Ces projets, bien qu'intéressants sur le plan technique, m'ont permis de mieux cerner mes aspirations professionnelles. J'ai réalisé que mon intérêt se porte davantage sur la gestion de projets à une échelle plus stratégique, où je peux contribuer à une vision globale, et non seulement technique, des aménagements. C'est dans cette perspective que je souhaite orienter ma carrière, en m'investissant dans des projets qui permettent d'avoir une approche plus pluridisciplinaire, intégrant davantage les enjeux sociaux.

Les défis rencontrés, les solutions élaborées, et les leçons tirées de cette expérience constituent un socle solide sur lequel je souhaite bâtir ma future carrière, avec pour objectif de contribuer à des projets ambitieux et porteurs de sens pour le futur.

Bibliographie

- **ADOPTA.** (n.d.). *Publications (fiches techniques, fiches de cas, fiches de sensibilisation, vidéos) et FAQ.* Récupéré de [www.adopta.fr] (<http://www.adopta.fr>)
- **Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE).** (2018). *Mémento technique 2017.* Récupéré de <https://www.astee.org/publications/memento-technique-2017/>
- **Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA).** (n.d.). *Wikhydro.* Récupéré de <https://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/>
- **CERTU.** (2003). *La ville et son assainissement.* Paris : CERTU.
- **Damien Tedoldi, Ghassan Chebbo, Daniel Pierlot, Yves Kovacs, Marie-Christine Gromaire.** (2020). *Accumulation de métaux et HAP dans le sol de différents ouvrages d'infiltration.* *Revue des Sciences de l'Eau*, 33(4), 357-375.
- **Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM34).** (n.d.). *Guide pour la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement.* Montpellier : DDTM34.
- **Géorisques.** (n.d.). – Site internet : (<https://www.georisques.gouv.fr/>)
- **Géoportail.** (n.d.). Site internet : (<https://www.geoportail.gouv.fr/>)
- **Grand Lyon.** (n.d.). *La gestion des eaux pluviales à Lyon.* Site internet : (<https://www.grandlyon.com/services/gestion-des-eaux-de-pluie>)
- **Groupe de Recherche Rhône-Alpes sur les Infrastructures et l'Eau (GRAIE).** (n.d.). *Les techniques alternatives pour la gestion des eaux pluviales : risques réels et avantages.* Récupéré (<http://www.graie.org/portail/techniques-alternatives-gestion-eaux-pluviales-risques-reels-avantages-2/>)
- **Groupe de Recherche Rhône-Alpes sur les Infrastructures et l'Eau (GRAIE).** (n.d.). *Publications techniques, observatoires des réalisations exemplaires....* Récupéré de (<http://www.graie.org/portail/thematiques/eau-dans-la-ville/>)
- **Institut National du Patrimoine Naturel (INPN).** (n.d.). Site internet : <https://inpn.mnhn.fr/>
- **Nantes Métropole.** (n.d.). *Guides de gestion des eaux pluviales.* Site internet : (<https://metropole.nantes.fr/eaux-pluviales>)



Rédaction d'un guide des bonnes pratiques sur la gestion des eaux pluviales et participation aux projets de cours d'écoles à Bordeaux

Résumé

La gestion intégrée des eaux pluviales est un enjeu crucial dans le développement urbain durable, particulièrement dans un contexte de changement climatique où les épisodes de fortes pluies sont de plus en plus fréquents. Ce rapport de stage s'inscrit dans cette problématique et se concentre sur la création et l'optimisation d'un guide technique destiné à améliorer les pratiques de gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement. Le document explore les différentes stratégies de gestion des eaux pluviales, en mettant l'accent sur des solutions durables et efficaces pour réduire les risques d'inondation et promouvoir l'infiltration des eaux dans les sols. À travers ce guide, l'objectif est de fournir aux acteurs de l'aménagement des outils pratiques et des recommandations pour intégrer de manière cohérente la gestion des eaux pluviales dans leurs projets. Le rapport discute également des enjeux liés à la sensibilisation des parties prenantes et propose des méthodes pour encourager la collaboration entre les différents acteurs impliqués.

Abstract

Integrated stormwater management is a crucial issue in sustainable urban development, particularly in the context of climate change, where heavy rainfall events are becoming increasingly frequent. This internship report addresses this challenge by focusing on the creation and optimization of a technical guide aimed at improving stormwater management practices in urban planning projects. The document explores various stormwater management strategies, emphasizing sustainable and effective solutions to mitigate flood risks and promote water infiltration into the soil. The guide aims to provide urban planners with practical tools and recommendations to coherently integrate stormwater management into their projects. The report also discusses the importance of raising awareness among stakeholders and proposes methods to encourage collaboration among the different parties involved.

Mots clés : Guide technique, gestion intégrée des eaux pluviales, cours d'écoles oasis, Bordeaux, aménagement urbain

- **Bureau d'étude Bérim**

- o **Adresse :** 1 bis Rue Prévost, 33520 Bruges

Tuteur académique :
Kamal SERRHINI

Tuteur entreprise :
Benjamin Thebaud