HAL
open science

Comment mettre en oeuvre une gestion intégrée des eaux pluviales dans le cadre de la conception de projets d'aménagement urbain ?

Léo Steve 9/12/1991 Goudnu Noubimboo

To cite this version:

Léo Steve 9/12/1991 Goudnu Noubimboo. Comment mettre en oeuvre une gestion intégrée des eaux pluviales dans le cadre de la conception de projets d'aménagement urbain ?. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2014. dumas-01168153

HAL Id: dumas-01168153

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01168153v1

Submitted on 25 Jun 2015

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.

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

ÉCOLE SUPÉRIEURE DES GÉOMÈTRES ET TOPOGRAPHES

MÉMOIRE

Présenté en vue d'obtenir

Le DIPLÔME D'INGÉNIEUR CNAM

Spécialité : Géomètre et Topographe

Par

Leo Steve GOUDNU NOUBIMBOO

Comment mettre en œuvre une gestion intégrée des eaux pluviales dans le cadre de la conception de projets d'aménagement urbain ?

Soutenu le 08 juillet 2014

JURY

PRESIDENT :	**Madame Élisabeth BOTREL**	Maitre de Conférences
MEMBRES :	**Monsieur David CHONG**	Maitre de stage
	Monsieur Mathieu BONNEFOND	Professeur référent
	Monsieur Christophe BARBE	
	Monsieur Jérôme DAMOUR	

Remerciements

La dernière année de formation à l'Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes du Mans s'achève par la rédaction d'un mémoire et une soutenance devant un jury. Ce mémoire est l'aboutissement d'un travail de fin d'étude réalisé du 10 février au 27 juin 2014 au sein de la plate forme aménagement urbain de l'entreprise SNC LAVALIN à Ivry Sur Seine.

Cette étude très enrichissante n'aurait pas pu s'effectuer sans l'accueil, la disponibilité et l'encouragement de plusieurs personnes à qui je tiens à adresser mes sincères remerciements.

En premier lieu, je souhaite remercier mon maitre de stage M. David CHONG pour ses précieux conseils, son écoute et sa disponibilité pendant ces 05 mois de stage. Les différents échanges que nous avons eus m'ont permis de bien avancer dans mon travail et de me familiariser à l'environnement professionnel dans lequel j'ai évolué.

Je remercie particulièrement mon professeur référent M. Mathieu BONNEFOND pour son encadrement, sa disponibilité et ses relectures qui m'ont permis de bien appréhender les notions liées à ma problématique. Plus généralement j'exprime toute ma gratitude à l'égard des enseignants et du personnel de l'Ecole Supérieure des Géomètres et topographes pour ces trois années de formation.

J'adresse un grand merci à Lionel BOURS chef du service aménagement urbain et à l'ensemble du service pour leur accueil, leur bonne humeur, leur gentillesse et leurs précieux conseils durant toute la durée de mon stage.

Pour leurs conseils et leur partage d'expériences je souhaite remercier l'ensemble des acteurs des différents projets d'aménagement urbain sur lesquels j'ai travaillé durant ce stage.

Enfin pour leurs perpétuels encouragements et leur soutien indéfectibles depuis le début de mes études je remercie chaleureusement mes parents NOUBIMBOO LAURENT ET MARGUERITE, mes frères et ma sœur.

Liste des abréviations

AEP : Adduction en Eau Potable

AME : Aménageurs

C : Coefficient de ruissellement

CACP : Communauté d'Agglomération de Cergy Pontoise

CCCT : Cahier des Charges de Cession de Terrain

EP : Eaux Potables

EU : Eaux Usées

GWP : Global Water Partnership

NQE : Norme de Qualité Environnementale

PADD : Projet d'Aménagement et de Développement Durable

PLU : Plan Local d'Urbanisme

POS : Plan d'Occupation des Sols

PPRI : Plan de Prévention du Risque d'Inondation

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

URBA : Urbanistes

VRD : Voirie et Réseaux Divers

ZAC : Zone d'Aménagement Concerté

Glossaire

Abaque : Document graphique facilitant le calcul de certaines entités (diamètres, volume, etc.).

Coefficient de ruissellement : Pour une surface donnée il correspond à son degré de perméabilité.

Eaux usées : Eaux polluées de nature à contaminer les milieux dans lesquels elles sont déversées. Elles sont de nature domestique ou industrielle.

Géotextile : membrane tissée ou non, permettant la séparation de deux matériaux.

Phytorémédiation : Ensemble de technologies utilisant les plantes pour réduire, dégrader ou immobiliser des composés polluants du sol, de l'eau ou de l'air.

Surface active : Surface potentielle de production en volume écoulé d'un bassin versant.

Temps de retour : Temps entre deux occurrences d'une pluie donnée. Cette notion est utilisée pour tenir compte lors du dimensionnement des ouvrages de rétention d'une marge pour les évènements exceptionnels.

Greenwashing : procédé de marketing utilisé pour donner une image écologique à une entreprise.

Table des matières

Remerciements 2
Liste des abréviations 3
Table des matières 5
Introduction 6
I ETUDE DES TECHNIQUES ALTERNATIVES PAR RAPPORT AUX TECHNIQUES CLASSIQUES 8
I.1 LE TOUT A L'EGOUT, LE RESEAU SEPARATIF ET LEURS CONTRAINTES 8
I.1.1 Le tout à l'égout 8
I.1.2 Le réseau séparatif 9
I.2 LES TECHNIQUES ALTERNATIVES EN ASSAINISSEMENT DES EAUX DE PLUIE 9
I.2.1 Détermination du volume à stocker et à infiltrer 10
I.2.2 Les bassins d'infiltration 12
I.2.3 Les structures réservoirs-infiltrantes 13
I.2.4 Les tranchées drainantes 14
I.2.5 Les noues 15
I.2.6 Les toitures végétalisées stockantes 15
I.2.7 Coût des techniques alternatives 16
I.3 ETUDE COMPARATIVE ENTRE L'APPROCHE TUYAU ET LES TECHNIQUES ALTERNATIVES : SALLE DES FETES DE CORBEIL 16
I.3.1 Présentation du projet 16
I.3.2 Mise en œuvre du réseau EP 17
I.3.3 Mise en œuvre des techniques alternatives 23
I.3.4 Analyse comparative 26
I.3.5 Pourquoi ces techniques sont encore peu utilisées ? 28
II POUR UNE INTEGRATION DES TECHNIQUES ALTERNATIVES EN AMONT DE PROJETS D'AMENAGEMENT URBAIN 29
II.1 QU'EST CE QU'UNE GESTION INTEGREE DES EAUX DE PLUIE ? 29
II.2 COMMENT CELLE-CI PEUT SE METTRE EN PLACE DANS LES PROJETS URBAINS ? 30
II.2.1 Rappel sur les acteurs d'un projet d'aménagement urbain 30
II.2.2 Rôle des pouvoirs publics 30
II.2.2.1 Agir sur les documents d'urbanisme 31
II.2.2.2 Agir sur les schémas directeurs d'aménagement des services d'assainissement 31
II.2.2.3 Agir sur le règlement de la zone du projet d'aménagement urbain 32
II.2.2.4 Action d'information et de sensibilisation du public 33
II.2.3 Mise en œuvre opérationnelle des techniques 33
II.2.3.1 Diagnostic de la zone d'étude 33
II.2.3.2 Etude préalable à l'aménagement du site 35
II.3 LA ZAC DES LINANDES : UN EXEMPLE D'INTEGRATION DE TECHNIQUES ALTERNATIVES 37
II.3.1 Présentation du projet : Un espace ouvert de gestion des eaux 37
II.3.2 Actions menées par la communauté d'agglomération de Cergy pontoise 38
II.3.3 Mise en œuvre des techniques alternatives 39
Conclusion 43
Bibliographie 45
Liste des annexes 49
Liste des figures 95

Introduction

S'il ya bien un point particulier de l'environnement qui attire l'attention de tous c'est la question de l'eau. Jusqu'au XIXème siècle, le rejet des eaux de pluie était peu contrôlé par les autorités et se faisait directement dans les rues ou les rivières. Avec le développement économique et industriel de cette époque, l'installation de réseaux de collecte des eaux est entreprise dans les grandes villes d'Europe notamment à l'occasion d'importantes opérations d'urbanisme.

C'est ainsi qu'apparait le réseau unitaire ou « tout à l'égout ». Ce système qui venait répondre au double objectif d'évacuer les eaux le plus loin et le plus rapidement possible des centres villes pour des raisons sanitaires apparait alors comme la solution la plus satisfaisante. En effet à cette époque, l'embellissement des villes est une priorité affirmée (mouvement hygiéniste) à cause notamment des épidémies qui sévissent en Europe de 1863 à 1876. Un problème va cependant conduire à le remettre en question. On constate au niveau des rejets de ces réseaux dans le milieu naturel que les eaux des rivières et des fleuves deviennent de plus en plus polluées. On pense alors que cette pollution n'est due qu'au rejet des eaux usées dans les cours et qu'un système de séparation des eaux permettrait de résoudre ce problème.

Ce constat conduit au milieu du XXème siècle à l'émergence du système séparatif où seules les eaux de pluie sont rejetées dans l'environnement. Ce système plus écologique que le premier va vite montrer ses limites. En effet, le coût de mise en place des installations dimensionnées pour évacuer les débits produits devient vite insupportable pour le budget des communes qui se sont vu transmettre depuis la fin du XIXème siècle la compétence d'assainissement général. En outre, faute de contrôles des branchements lors de la réalisation des travaux, des défaillances de réseaux surviennent assez fréquemment. La seule région parisienne compterait plus de 40% de mauvais branchements en eaux pluviales. Enfin, avec l'imperméabilisation croissante des villes, les pluies longues se chargent rapidement en résidus hydrocarbures et deviennent un danger réel d'inondation et de contamination des écosystèmes aquatiques.

Ces dangers sont à l'origine de plusieurs injonctions règlementant l'usage des eaux pluviales tant au niveau Européen (directive cadre sur l'eau de 2000, 2007 et 2008 pour prévenir, réduire la pollution de l'eau et promouvoir son utilisation durable.) que français (SDAGE, SAGE, schéma directeur d'assainissement, PPRI, etc.).

C'est dans ce cadre de protection de l'environnement que voient le jour les techniques alternatives de gestion intégrée des eaux pluviales dans les nouveaux projets d'aménagement urbain de type ZAC (zone d'aménagement concerté) ou lotissement. Cette notion de GIRE (gestion intégrée de la ressource en eau) qui a été promue par le partenariat mondial de l'eau (GWP) en 2000 est un concept qui vise à mettre en œuvre un processus

de développement coordonné de la ressource en eau quelle que soit sa nature (potable, de pluie, fluviales et maritimes) afin de s'inscrire dans une optique de développement durable.

Cependant force est de constater que ces nouvelles techniques sont très souvent absentes des phases de conception de projets. En effet, certains maitres d'ouvrage ne les utilisent qu'après la réalisation de leurs projets pour obtenir une valorisation des espaces (greenwashing) afin d'augmenter l'attrait du public vers leurs aménagements. Or, une gestion dite « intégrée » de la ressource en eau pluviale dès la phase de conception du projet permettrait une meilleure insertion de l'aménagement dans son environnement naturel, un choix de la technique alternative la plus intéressante et garantirait aux futurs habitants une certaine qualité de vie en harmonie avec le milieu physique existant.

L'objectif de ce travail de fin d'étude est mettre en exergue l'importance d'une GIRE en amont de projets d'aménagement d'espaces urbains.

Dans cette optique, la première partie de ce mémoire sera consacrée à un état des lieux sur la question des eaux de pluie en aménagement. Nous présenterons premièrement le tout à l'égout et le réseau EP (eaux pluviales) qui sont les modes standards de gestion des eaux et reviendrons sur leurs contraintes. Nous verrons ensuite les différentes techniques alternatives existantes en projets d'aménagement urbain ainsi que les raisons de leur quasi absence du paysage urbain à l'heure actuelle. Cette partie se conclura par une étude comparative entre système de réseaux et techniques alternatives.

S'agissant des eaux pluviales nous verrons dans la seconde partie de ce travail comment est ce qu'une mise en œuvre optimale de techniques alternatives peut s'effectuer dès la conception en agissant sur les documents d'urbanisme et en coordonnant le travail des différents acteurs de projets. Ce mémoire se terminera par un exemple de mise en place de techniques alternatives dans une ZAC afin de montrer l'intérêt d'une gestion intégrée des eaux de pluie dans les projets d'aménagement urbain.

I Etude des techniques alternatives par rapport aux techniques classiques

I.1 Le tout à l'égout, le réseau séparatif et leurs contraintes

I.1.1 Le tout à l'égout

Dans son discours sur la circulation et la stagnation de l'eau de 1852 devant l'académie royale de Londres B.Ward[1] disait : « il faut lier ensemble ville et campagne par une vaste organisation tubulaire…Elle aura pour base fondamentale la circulation incessante de l'eau qui rentre pure en ville et les résidus qui doivent en sortir.». Cette citation met en avant le mode de pensée sur l'assainissement du XIXème siècle, marqué par de nombreuses épidémies en Europe du Nord. En effet, le tout à l'égout sonne ici comme la solution optimale pour gérer les eaux de ruissellement. Ce siècle voit ainsi la création à Paris et dans d'autres grandes villes (Lyon, Bordeaux, etc.) de réseaux unitaires collectant eaux pluviales et eaux usées.

L'égout utilisé ici est généralement de type ovoïde très largement surdimensionné. Le drainage des eaux pluviales se fait en même temps que celui des eaux usées via des caniveaux se vidant dans l'égout ; le tout acheminé vers un milieu récepteur qui est très souvent le milieu naturel (fleuves et rivières).

Ce système pose rapidement de nombreux soucis notamment à cause de la pollution des cours d'eaux. Aujourd'hui plus de 25% des eaux de surface en Europe seraient pollués à un niveau extrême. Ce constat contribue rapidement à l'émergence de réseaux séparatifs.

Le réseau unitaire comprend aujourd'hui environ 97 000 km de canalisations. Il est n'est quasiment plus utilisé et est surtout présent dans les petites communes (moins de 400 habitants) ou dans les centres-villes anciens.

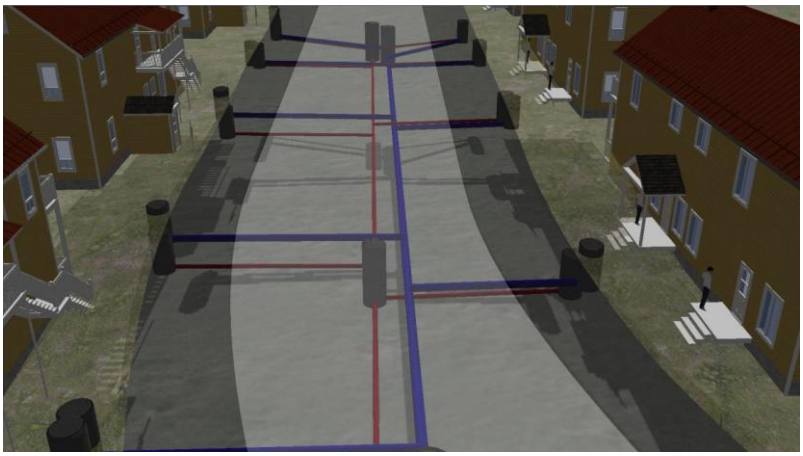
Figure 1: Regard de visite d'une canalisation tout à l'égout (Source: Picavet Assainissement, 2014)

[1]**Benjamin Ward Richardson** (1826-1896) est un médecin anglais auteur de nombreux travaux sur la médecine et la santé publique, on lui doit la création de la *Social Science Review* revue scientifique du domaine des sciences humaines et sociales.

I.1.2 Le réseau séparatif

Il est basé sur la séparation des collecteurs d'eaux usées et pluviales. Les canalisations ont un diamètre plus petit (entre 200 et 600mm). Ici, les eaux usées sont collectées et acheminées vers des centrales de purification et les eaux pluviales sont quant à elles entrainées vers le milieu naturel (cours d'eau par exemple). Le réseau séparatif compte environ 200 000 km de canalisations pour la collecte des eaux usées et un peu plus de 100 000 km pour la collecte des eaux pluviales.

Figure 2: Modélisation d'une séparation de réseaux sur Mensura



Légende :

Bleue : Réseau eaux de pluie
Rouge: Réseau eaux usées

Cette approche à caractère plus environnemental que la première ne présente pas pour autant un meilleur bilan. En effet les masses d'eau collectées par les canalisations d'eaux pluviales sont souvent très polluées. Cette pollution est due aux produits issus des revêtements de sol (voiries, terrasses, etc.). D'autre part l'entretien des réseaux constitue un poste de dépense considérable à intégrer dans le budget de la collectivité.

C'est de ce constat que naissent les premières techniques alternatives de gestion des eaux pluviales où l'idée de l'évacuation des eaux est abandonnée au profit de la gestion sur site.

I.2 Les techniques alternatives en assainissement des eaux de pluie

On attend par techniques alternatives de gestion des eaux pluviales, l'ensemble des ouvrages visant à déconcentrer les flux d'eau en redonnant aux surfaces sur lesquelles l'eau ruisselle un rôle fondamental de régulation. Ces techniques très diverses constituent une alternative aux réseaux de tuyaux classiques et permettent de traiter l'eau au plus près de son point de chute. Elles permettent notamment :

- L'alimentation des nappes phréatiques
- La création d'espace agréable et de détente
- La dépollution et la réutilisation des eaux collectées

Elles reposent toutes sur deux principes fondamentaux à savoir la rétention et l'infiltration.

La rétention : Consiste à stocker temporairement les eaux pluviales, en amont par un effet-tampon afin de ralentir et réguler les débits vers l'aval.

L'infiltration : Les ouvrages d'infiltration ont pour but de faire pénétrer les eaux non polluées dans le sol, tant que possible, pour réduire les volumes s'écoulant vers l'aval des zones d'étude.

Les deux principes sus cités peuvent également se regrouper dans des ouvrages dits de rétention-infiltrant afin d'assurer une gestion optimale des eaux.

L'ensemble des ouvrages que nous présenterons dans la suite de ce mémoire ne constitue pas une liste exhaustive. En effet la question de la gestion intégrée des eaux de pluies aboutie souvent à des solutions singulières dépendant des contraintes liées à l'opération à réaliser. Nous avons choisi de présenter les techniques les plus répandues et préconisées par certaines autorités administratives lorsqu'on aborde la question de l'aménagement urbain. Les ouvrages que nous aborderons successivement sont :

- Les bassins d'infiltration secs à ciel ouvert, en eau ou enterrés
- Les structures réservoirs
- Les tranchées drainantes
- Les noues
- Les toitures végétalisées stockantes

Les ouvrages ne seront pas énoncés dans le détail, le but pour nous n'étant que de les présenter. Les avantages et inconvénients de chacun d'entre eux sont compris dans l'annexe 2 de ce rapport. Les caractéristiques et dispositions techniques de mise en œuvre peuvent se retrouver dans les différentes notes techniques des services d'assainissement de certaines collectivités.

I.2.1 Détermination du volume à stocker et à infiltrer

La détermination de la quantité d'eau que peut contenir un ouvrage d'infiltration dépend de plusieurs éléments :

- **La superficie du bassin versant :**

C'est la surface totale sur laquelle ruisselle l'eau de pluie à stocker. Elle prend en compte celle de l'aménagement mais aussi celle des terrains en amont susceptibles de conduire de l'eau sur la zone d'étude.

- **Le coefficient de ruissellement :**

La détermination de ce coefficient doit très souvent tenir compte de la topographie des lieux. En effet une surface perméable située sur un terrain fortement pentu peut être affectée d'un coefficient élevé. D'autre part l'action de l'eau sur un terrain le rend en général plus perméable au fil du temps, son degré d'infiltration aura donc tendance à évoluer.

Tableau 1: Valeurs des coefficients de ruissellement en fonction du type de surface (Source: Méthode pour le dimensionnement des ouvrages de stockage du Grand Lyon Fiche n°00,2011).

Type de surface	sol sablonneux			Sol terreux			Pavé, Béton, Asphalte
	Pente(%)			Pente(%)			Pente(%)
	< 2	[2 -7]	> 7	< 2	[2 - 7]	> 7	Invariante
Intervalle du coefficient	[0.05-0.10]	[0.10-0.15]	[0.15-0.25]	[0.13-0.17]	[0.18-0.22]	[0.25-0.35]	[0.85-0.95]

La surface active du bassin (S_a) correspond enfin au produit de la moyenne des différents coefficients et de la superficie du bassin versant.

- **Le débit de fuite :**

Ce terme désigne en fonction du type d'ouvrage :

- La capacité du sol à infiltrer les eaux. Il dépend du coefficient de perméabilité du sol et est donné par la formule :

$$Q_f = K \times S_{miroir}$$

Avec : Q_f : Débit de fuite (m^3/s)

K : Coefficient d'infiltration du sol (m/s)

S_{miroir} : La surface miroir externe du bassin.

Tableau 2: Ordres de grandeur du coefficient d'infiltration dans différents sols (Source: Physique du sol, 1991)

K (m/s)	10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6} 10^{-7} 10^{-8} 10^{-9} 10^{-10} 10^{-11}			
Types de sols	Gravier sans sable Ni éléments fins	Sable avec gravier, Sable grossier à sable fin	Sable très fin, Limon grossier, Limon argileux	Argile limoneuse à argile homogène
Possibilités d'infiltration	Excellentes	Bonnes	Moyennes à faibles	Faibles à nulles

- La vitesse à laquelle les eaux se rejettent dans le réseau collectif ou dans un cours d'eau pour les ouvrages de rétention. Ce débit est très souvent fixé par les autorités et doit être cohérent avec les enjeux en aval du projet.

- **Le temps de retour :**

Le temps de retour retenu pour le dimensionnement d'un ouvrage d'infiltration dépend très souvent des constructions situées dans la zone d'étude et du nombre de personnes localisées en aval afin de minimiser les dégâts occasionnés par une éventuelle fuite d'eau. L'abaque Ab7 (annexe 3) de l'instruction technique de 1977 relative à l'assainissement des agglomérations permet de déterminer pour une région et un temps de retour donnés la hauteur d'eau à utiliser pour calculer le volume à infiltrer.

Tableau 3: Choix du temps de retour de l'évènement pluvieux, (Source: Norme NF EN 752-2,1996)

Fréquence d'un orage	Lieu	Fréquence d'inondation acceptable
1 par an	Zones rurales	1 fois tous les 10 ans
1 tous les 2 ans	Zones résidentielles	1 fois tous les 20 ans
1 tous les 2 ans 1 tous les 5 ans	Centre-ville/zones industrielles ou commerciales : -si risque d'inondation vérifié -si risque d'inondation non vérifié	1 fois tous les 30 ans 1 fois tous les 30 ans
1 tous les 10 ans	Passages souterrains routiers ou ferrés	1 fois tous les 50 ans

Calcul du volume :

Lorsqu'on dispose des éléments ci-dessus le calcul du volume peut se faire suivant deux méthodes :

- **La méthode de l'instruction technique de 1977 :**

Ici le territoire a été divisé en 3 régions pour chaque région des abaques permettent de déterminer la hauteur maximale d'eau de pluie. Cette méthode est souvent utilisée pour des surfaces dépassant l'hectare. Le volume est donné par la formule :

$$V = 10 \times H \times S_a$$

Avec : H : hauteur d'eau en mm

Sa : surface active en ha

V : volume du bassin en m^3

- **La méthode des pluies :**

Le principe est le même que précédemment. Mais ici la hauteur d'eau de pluie est déterminée à l'aide des coefficients de Montana fournis par les stations météo proches de la zone d'étude.

I.2.2 Les bassins d'infiltration

C'est la principale technique alternative utilisée dans les projets d'aménagement urbain. Les bassins sont des ouvrages d'assez grande surface servant au stockage, à la décantation et à l'infiltration des eaux pluviales. Ils peuvent être à ciel ouvert ou enterrés et on peut décider d'y maintenir de l'eau de façon permanente ou pas.

Enterrés ou à ciel ouvert:

Les bassins enterrés sont des ouvrages en béton ou en matériaux de synthèse plastique enterrés sous des espaces verts, des parkings ou des voiries. Ils sont munis de regards de visite permettant de vérifier la hauteur en eau du bassin.

En dehors de la fonction hydraulique principale d'interception d'eaux pluviales, les bassins à ciel ouvert eux participent également à l'amélioration du cadre de vie. Ils imitent la dynamique des étangs et zones humides naturelles avec des niveaux d'eaux variables.

Les possibilités de plantation qui y sont offertes permettent non seulement de créer un environnement naturel plaisant mais aussi d'intercepter certains éléments polluants en vue de purifier l'eau. En effet à travers la phytorémédiation certaines plantes marginales ou émergentes ont un grand pouvoir dépolluant. Les macrophytes (roseaux, joncs,

nénuphars, massettes) constituent l'une des familles de plantes les plus dépolluantes. Ces bassins grands consommateurs d'espaces ont une profondeur allant de 1 à 3m. Un accent doit cependant être mis sur leur entretien pour qu'ils restent agréables.

Les bassins secs quant à eux sont aménagés dans des projets où la quantité d'eau à stocker est beaucoup plus faible. Ici le fond du bassin est constitué de prairie ou d'espaces engazonnés.

Figure 3: Bassin de stockage en eau - lac du Château, Villeneuve d'Ascq (Gauche) et Bassin sec enherbé – rue de Carpentras, Sequedin (Droite) (Source : Guide de gestion des eaux pluviales Lille Métropole Fiche n°4 Les bassins,2012)

I.2.3 Les structures réservoirs-infiltrantes

Ce sont des ouvrages ayant pour but d'écrêter les débits de pointe de ruissellement en stockant temporairement la pluie en vue de retarder l'écoulement de l'eau.

Elles peuvent être conçues sous forme de parking, de terrasse ou de chaussée le principe de fonctionnement étant le même.

Mise en œuvre :

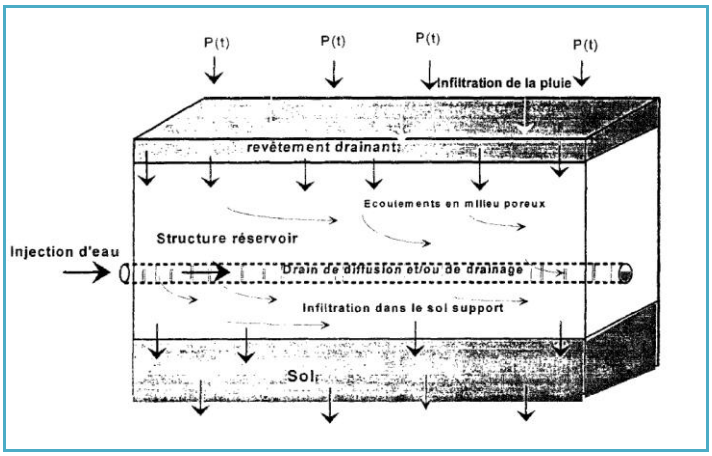
Les mécanismes mis en œuvre dans ce type de structure ont pour but d'assurer trois principales fonctions hydrauliques :

Le stockage : L'eau en contact avec la structure est stockée sous son corps et repartie sur l'ensemble des couches inférieures poreuses.

L'infiltration: Les revêtements de la structure conduisent les eaux vers le sol et les cavités souterraines.

Le drainage : Un dispositif spécifique de drains est intégré dans la structure et dirige les eaux vers un exutoire potentiel.

Figure 4: Flux et mécanismes hydrauliques mis en jeu dans les structures réservoirs (Source: Fonctionnement hydraulique des structures réservoirs pour l'assainissement pluvial,1996)



Ce dispositif de gestion des eaux de ruissellement à pour intérêt de s'intégrer facilement dans le milieu urbain sans consommation d'espace supplémentaire en remplacement des structures classiques. Certains enrobés drainants utilisés réduisent également le bruit dû au passage des engins et véhicules motorisés. Comme dans les bassins de rétention des géotextiles filtrants peuvent être intégrées au dispositif pour recueillir les particules contenues dans les eaux.

I.2.4 Les tranchées drainantes

Souvent localisées le long des bâtiments ou des voiries, les tranchées drainantes gèrent les eaux provenant de ces surfaces. Linéaires et constituées de matériaux de stockage temporaire des eaux de pluie, elles ralentissent l'écoulement de celles-ci et écrêtent leurs volumes. Elles permettent aussi l'infiltration des eaux vers les couches inférieures du sol.

Ces tranchées s'intègrent parfaitement dans différents types d'aménagement urbain et sont très souvent utilisées dans des parcelles privées pour récupérer les eaux issues des gouttières de toitures.

La tranchée comporte généralement trois couches :

- Une couche supérieure de faible épaisseur en pavé poreux, galets ou gazon
- Une couche principale de 1 à 2 m mètre en galets recouverte de sable
- Une membrane géotextile inférieure pour limiter la migration des particules polluantes dans le sol.

Figure 5: Petite tranchée drainante le long d'un espace piétonnier (Source: Méthode pour le dimensionnement des tranchée de rétention du Grand Lyon Fiche n°03,2011)

I.2.5 Les noues

La noue est le terme utilisé pour désigner un fossé de profondeur et largeur plus petite. Elle est très souvent rencontrée dans les projets d'aménagement urbain et présente un grand intérêt paysager. Elle s'entretient comme un jardin ou un espace vert et peut résulter d'un relief naturel ou être créée par l'homme dans le cadre d'une lutte contre le ruissellement. Cet ouvrage peut être engazonné et comporter des plantations.

Figure 6: Noue paysagère –ZAC des Linandes

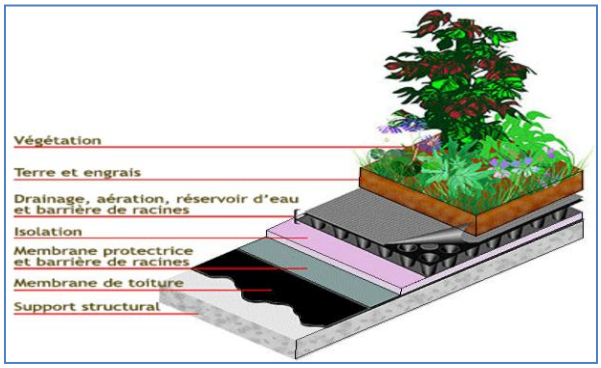
I.2.6 Les toitures végétalisées stockantes

Ce terme désigne toute toiture recouverte d'une couche de végétation destinées à absorber les eaux pluviales en amont de la chaine de ruissellement. Elle répond au besoin de compenser les effets de l'urbanisation et de l'imperméabilisation trop rapide des espaces. La notion de toits végétalisés est de plus en plus utilisée dans de nombreux projets de bâtiments écologiques et rentre dans la cinquième cible (gestion des eaux) du concept HQE (haute qualité environnementale).Cette technique trouve ses origines les toits en graminées des cabanes scandinaves. Depuis plusieurs siècles ces toits servent d'isolation contre le froid en hiver et gardent les pièces fraiches en été.

Elles sont toutes basées sur une même technique :

- Un support de croissance pour les différentes espèces plantées
- Une membrane infiltrante permettant la pénétration de l'eau
- Une couche drainante qui récupère l'eau infiltrée
- Une barrière anti racine
- Une couche imperméable pour protéger le toit inférieur

Figure 7: Structure d'une toiture végétalisée (Souce:Beau-Site paysagiste,2008)



I.2.7 Coût des techniques alternatives

Ces différentes techniques sont souvent moins coûteuses que les ouvrages classiques, le tableau suivant reprend pour chacune d'elles les éléments de coûts de réalisation et d'entretien à titre indicatif :

Tableau 4:Coûts de mise en œuvre et d'entretien de quelques techniques alternatives (Source: Guide pratique aménagement et eaux pluviales du Grand Lyon, 2008)

Technique	Coût de mise en œuvre	Coût d'entretien
Bassin en eau	12 à 80 euros/m^3	1 euros/m^3/an
Bassin sec	12 à 100 euros/m^3	2 euros/m^3/an
Structure réservoir	42 à 87 euros/m^3	2 euros/m^3/an
Tranchée drainante	39 à 49 euros/m^3	1 euros/m^3/an
Fossés et noues	5 à 20 euros/m^3	1à 2 euros/m^2/an
Toit stockant	20 à 130 euros/m^2	1à 2 euros/m^2/an

Après cette présentation des principales techniques utilisées dans les projets d'aménagement urbain, nous allons à présent procéder à une étude comparative entre l'approche classique en réseaux et l'approche alternative. Le projet de réalisation d'une salle des fêtes à Corbeil-Essonnes nous servira de base pour cette étude.

I.3 Etude comparative entre l'approche tuyau et les techniques alternatives : Salle des fêtes de Corbeil

I.3.1 Présentation du projet

La communauté d'agglomération Seine-Essonnes, envisage la réalisation d'un nouvel équipement de type salle des fêtes près du Boulevard Henri Dunant, dans l'enceinte du centre hospitalier Louise Michelle de Corbeil-Essonnes(91100).

Cet équipement sera dédié à la tenue de spectacles et de manifestations diverses pour une jauge maximale de 1000 places assises. Il pourra également s'y tenir des manifestations de types bals, fêtes, ou réunions pour une jauge assise de 150 places dans des salles annexes.

Figure 8: Plan de situation projet salle des fêtes Corbeil-Essonnes

Cet établissement recevant du public se situe sur un terrain en partie plat et présentant une pente vers l'Est (coté du chemin de Grande Banlieue). D'une altitude maximale d'environ 80m, le site est actuellement en friche.

Ce terrain d'une superficie de 1.2 ha nous servira de base pour effectuer une comparaison entre la mise en œuvre d'un assainissement à réseaux et l'utilisation de techniques alternatives.

I.3.2 Mise en œuvre du réseau EP

Le projet qui a été retenu pour cette salle de fête comporte deux parties.

La première partie concerne le bâtiment de la salle des fêtes, son parvis et ses annexes. Ce bâtiment a été placé en aval du site sur une zone relativement plate ; Il longe une voie existante.

La seconde partie représente le parking. Cet espace dédié au stationnement des véhicules se situe sur la partie pentue du site. Les eaux qui y ruisselleront se dirigeront vers la partie plate plus basse.

Les réseaux d'assainissement d'eaux de pluie sur ce projet seront placés en dessous des ouvrages de voirie. Leur mise en place s'effectue suivant différentes étapes :

-L'état des lieux et l'identification des contraintes

-La réalisation de schémas directeurs et le dimensionnement des réseaux

-Le chiffrage du projet

Etat des lieux, identification des contraintes:

C'est la première étape du projet. Les contraintes recensées ici sont celles du terrain naturel mais aussi celles fixées par le règlement du service public d'assainissement et le PLU.

La zone d'étude se situe près de deux postes de raccordement au réseau d'assainissement public. Ces postes sont localisés le long de l'entrée du bâtiment. Les eaux qui ruissellent devront donc être canalisées vers le parvis de la salle des fêtes.

Concernant la gestion des eaux pluviales, les normes fixées par le PLU sont :

-Un débit de rejet limité à 1L/s/ha. Cette limitation de débit nous impose de recourir au stockage des eaux en cas de volume important.

-Une rétention prévue pour une pluie d'intensité 50mm/h et d'une durée d'une heure.

-Les eaux de ruissellement des parkings doivent être traitées par un séparateur à hydrocarbure avant rejet.

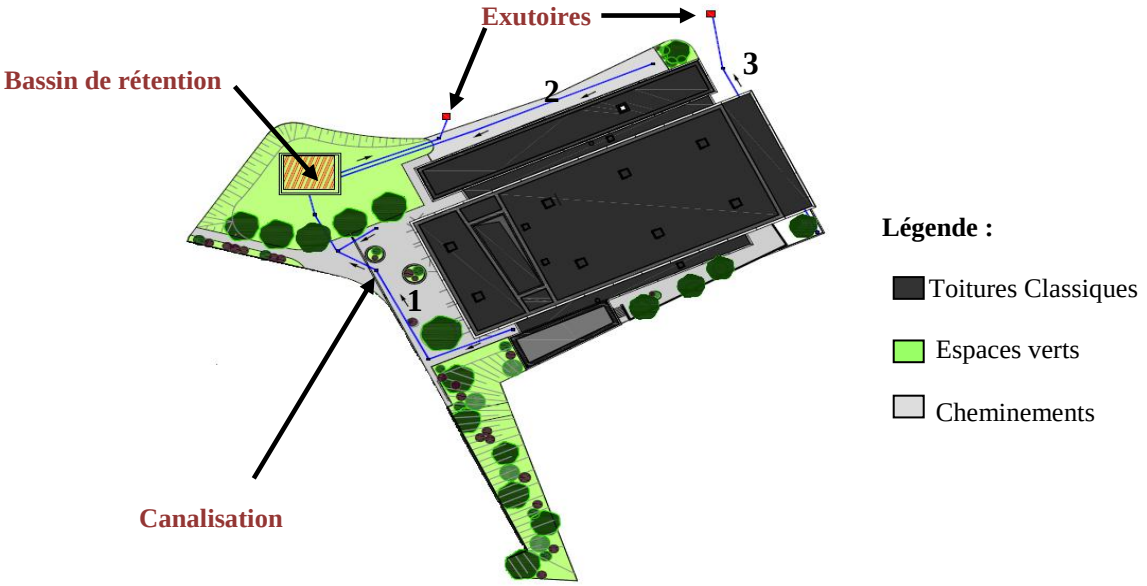
Une fois les contraintes recueillies on procède à la réalisation d'un plan de nivellement. Ce plan comprend les différentes altitudes du projet et définit le sens d'écoulement des eaux (annexes 5 et 6). Pour le réaliser il faut prendre en compte le plan masse qui comprend les altitudes du terrain naturel. Le nivellement idéal est celui qui suit le plus la forme du terrain. Sur ce site les altitudes du terrain naturel sont comprises entre 75 et 80m.

Réalisation des Schémas directeurs et dimensionnement des réseaux :

A partir du plan de nivellement différents sous bassins versants sont créés afin d'évaluer les quantités d'eau recueillies :

Partie Bâtiment :

Figure 9: Equipements Partie Bâtiment



Cette partie comporte trois principales surfaces :

	Superficie (m²)	Coefficient de ruissellement
Toiture classique	2931.92	1
Espaces Verts	1688.61	0.2
Cheminements	1055.47	0.9
Total/Moyenne Pondérée	**5676**	**0.74**

La surface active retenue pour le calcul du volume de rétention est :

S_a= 5676 x 0.74 = **0.42ha**

Le PLU de Corbeil imposant un débit de fuite de 1l/s/ha, pour une durée d'une heure, la hauteur de pluie autorisée à évacuer vers le réseau public est donnée par la formule :

$$H_{pluie} = (Q_f \times S \times t \times 360/1000) / (S_a \times 60)$$

Avec : Q_f : Débit de fuite (l/s/ha)
t : La durée de la pluie (min)
S : La surface totale (ha)
S_a : La surface active (ha)

On obtient pour cette partie une hauteur de fuite de **0.48 mm** par heure.

D'autre part une rétention de 50mm/h est également fixé par le PLU. La hauteur de pluie à considérer pour le projet est donc de **50 mm** par heure.
Ces calculs nous permettent d'estimer le volume qui sera retenu par le bassin. Il est donné par la formule :

$$V = (H_{pluie} - H_{fuite}) \times Sa \times 10$$

Pour cette partie, il vaut **209m^3**.

Trois canalisations ont été mises en place ici :
-Une première qui reprend les eaux du cheminement et des espaces verts coté parking.
-Une seconde qui reprend les eaux de la toiture du bâtiment et du cheminement d'entrée.
-Une troisième qui reprend celles du cheminement situé à l'arrière du bâtiment.

Pour chacune d'entre elles un débit de pointe brute est calculé d'après la méthode superficielle ou de Caquot[2] qui prend en compte l'effet de capacité du réseau. Il est donné par la formule :

$$Q_p = 1{,}43 \times I^{0.29} \times C^{1.20} \times A^{0.78}$$

Avec : I: pente du bassin
C : coefficient de ruissellement moyen
A : La surface totale (ha)
Sa : la surface active (ha)

Cette formule est utilisée pour les bassins de moins de 200ha. Les pentes ici sont fixées à 7%.
Un coefficient correcteur permettant de tenir compte de l'allongement du bassin est affecté à ce débit afin d'obtenir un débit de pointe brute corrigé ; ce dernier doit être supérieur à 0.8 afin de garantir le bon écoulement des eaux.

$$Q_{pc} = M \times Q_p$$

Avec : M : coefficient correcteur=L/√A
L : Longueur du bassin
A : Surface du bassin

L'abaque Ab4a de l'instruction technique de 1977 (annexe 4) nous permet grâce à la pente et au débit de pointe brut corrigé, d'obtenir un diamètre pour chaque canalisation. Les tableaux de l'annexe 7 reprennent pour chacune d'elles les éléments de détermination de son diamètre :

Tableau 5: Diamètre des canalisations de la partie bâtiment

	Canalisation1	Canalisation2	Canalisation3
Q_{pc}(m^3/s)	**0.14**	**0.32**	**0.25**
Diamètre théorique (mm)	**268**	**356**	**329**
Diamètre retenu (mm)	**300**	**400**	**400**

Le diamètre retenu est obtenu en majorant le diamètre théorique à l'arrondi supérieur.

[2]**Albert Caquot** (1881-1976) ingénieur des Ponts et Chaussées connu pour ses nombreuses contributions notamment dans le développement des techniques d'assainissement.

Partie Parking :

Figure 10: Partie Parking

Cette partie comporte des places de stationnement, des espaces verts et de la voirie pour parking. Les superficies de ces différents espaces sont :

Tableau 6: Surfaces considérées et coefficients associés à chaque canalisation partie parking

	Superficie (m²)	**Coefficient de ruissellement**
Voirie Parking	2370.3	0.9
Stationnement	2420.25	0.4
Espaces Verts	1626	0.2
Total/C.pondérée	**6416.55**	**0.53**

La surface active retenue pour le calcul du volume de rétention est :

Sa= 6427.72 x 0.53 = **0.34ha**

Comme précédemment un volume de rétention à stocker dans le bassin prévu à cet effet est calculé. Il vaut **169 m^3**.
Sur cette partie sept canalisations ont été installées .Chacune d'entre elles reprend les eaux d'une partie des emplacements réservés au stationnement des véhicules et le tout se dirige vers le bassin de rétention situé en aval. Les canalisations 5 et 7 sont dimensionnées à l'aide des débits apportés par les canalisations qui s'y jettent.

Les éléments de détermination du diamètre de chaque canalisation de cette partie sont contenus dans l'annexe 8 de ce rapport.

Le tableau suivant reprend les résultats obtenus, sachant qu'un diamètre minimal de 300mm est requis pour l'évacuation des eaux pluviales :

Tableau 7: Diamètres des canalisations de la partie parking

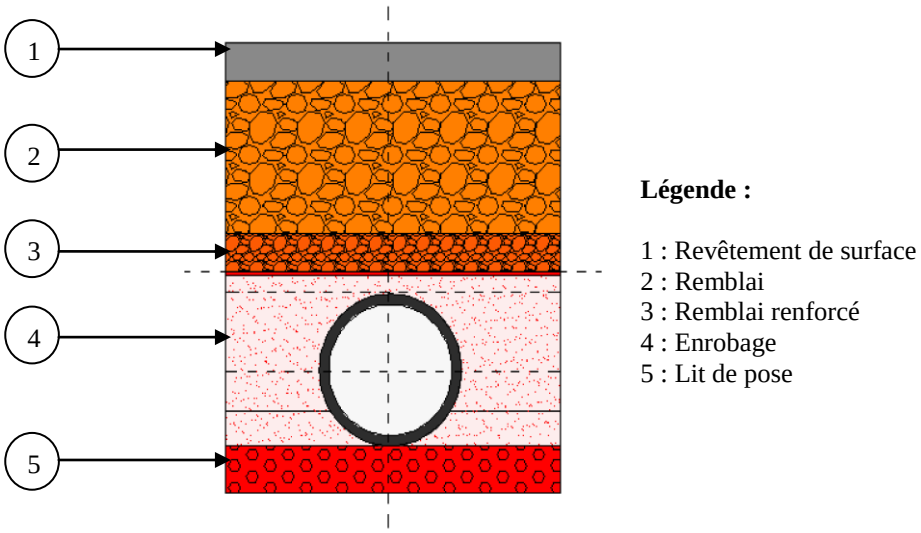
	Q_{pc} (m^3/s)	Diamètre théorique (mm)	Diamètre retenu (mm)
Canalisation1	0.087	221	300
Canalisation2	0.054	186	300
Canalisation3	0.064	198	300
Canalisation4	0.097	230	300
Canalisation5	0.152	271	300
Canalisation6	0.124	252	300
Canalisation7	0.226	314	400

Chiffrage du projet réseau :

Le chiffrage constitue la dernière étape de la mise en place d'un système d'assainissement de type réseau. Il comprend les éléments de coût des équipements à installer mais aussi celui des différentes interventions de sondage et de vérification de leur fonctionnalité.

La coupe de principe qui suit comprend les éléments constitutifs d'une tranchée à canalisation d'assainissement :

Figure 11: Pose d'une canalisation en tranchée



Avant tout chiffrage il convient d'évaluer le volume de terre à déplacer dans chaque tranchée (terrassement).

Ce volume de terre dépend de la profondeur de la canalisation, de sa longueur et de sa largeur. La largeur d'une tranchée sera fonction du diamètre de la canalisation posée ; sa longueur quant à elle dépendra de celle du bassin versant. Partant de l'exutoire et connaissant la pente des canalisations, différents points bas sont matérialisés afin de déterminer la profondeur de chaque tranchée. Pour ce projet elle est en moyenne de 2 mètres.

L'annexe 9 reprend pour chaque type de tranchée les éléments de détermination de son terrassement.

Une fois les terrassements effectués on évalue les quantités de terre à poser dans la tranchée (remblai, enrobage) mais aussi les installations et équipements d'un réseau d'assainissement. Ces éléments sont en autres :

- **Le blindage des tranchées :** protection contre le basculement de terre lors de l'exécution des travaux dans les tranchées
- **La fourniture et la pose des canalisations**
- **Les regards de visite :** ouvertures permettant l'accès aux canalisations pour l'inspection et contrôle de l'ouvrage. Ils sont posés à chaque changement de direction mais aussi au début et à la fin de chaque canalisation.
- **Les regards de branchement :** dispositifs de récupération des eaux des bâtiments et autres constructions.
- **Les caniveaux à grille :** dispositifs de récupération des eaux de surface (parkings, cheminements, espaces verts). Un caniveau à grille est posés en partie basse des sous-bassins versant tous les 500m au moins.
- **Le raccordement au réseau existant**
- **Une épreuve d'étanchéité** permettant de tester le fonctionnement de l'installation doit être prévue, ainsi qu'une **inspection caméra** des canalisations installées.

Conformément au PLU un séparateur hydrocarbure permettant de traiter les eaux du parking sera également prévu ainsi qu'un bassin de rétention de **500m^3**(volume obtenu en majorant la somme des volumes à stocker pour chaque partie du projet.).

Le tableau qui suit reprend pour chaque installation et opération effectuée les quantités et coûts dégagés pour sa réalisation. Les éléments de prix mentionnés n'étant qu'indicatifs et ne traduisent pas des valeurs standards :

Tableau 8: Estimation du coût total du projet réseau

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (euros)	Total (euros)
Partie Bâtiment				
Terrassement	m^3	690	18	12 420
Remblai	m^3	429	10	4 290
Remblai renforcé	m^3	52	15	780
Enrobage	m^3	137	45	6 165
Lit de pose	m^3	52	40	2 080
Evacuation de terre	m^3	261	16	4 176
Blindage	m^2	848	6	5 088
Essai d'étanchéité	ml	212	7	1 484
Inspection caméra	ml	212	7	1 484
Fourniture et pose canalisations Ø 300	ml	95	52	4 940
Fourniture et pose canalisations Ø 400	ml	117	68	7 956
Regards de visite	u	5	1 000	5 000
Regards de branchement	u	3	400	1 200
Regard à grille	u	5	600	3 000
Bassin de rétention	m^3	500	450	225 000
Raccordement au réseau existant	u	2	500	1 000
Sous total Bâtiment				**286 063**
Partie Parking				
Terrassement	m^3	1 044	18	18 792
Remblai	m^3	676	10	6 760
Remblai renforcé	m^3	79	15	1 185
Enrobage	m^3	187	45	8 415
Lit de pose	m^3	79	40	3 160
Evacuation de terre	m^3	368	16	5 888

Blindage	m^2	1 332	6	7 992
Essai d'étanchéité	ml	333	7	2 331
Inspection caméra	ml	333	7	2 331
Fourniture et pose canalisations Ø 300	ml	316	52	16 432
Fourniture et pose canalisations Ø 400	ml	17	68	1 156
Regards de visite	u	8	1 000	8 000
Regard à grille	u	10	600	6 000
Séparateur Hydrocarbure	u	1	20 000	20 000
Ouvrage limiteur de débit	u	1	2 000	2 000
Sous total Parking				**110 442**
Total				**396 505**

I.3.3 Mise en œuvre des techniques alternatives

Différentes techniques alternatives ont été utilisées pour réaliser un assainissement sur site des eaux pluviales de la salle des fêtes. Le projet retenu ici est le suivant :

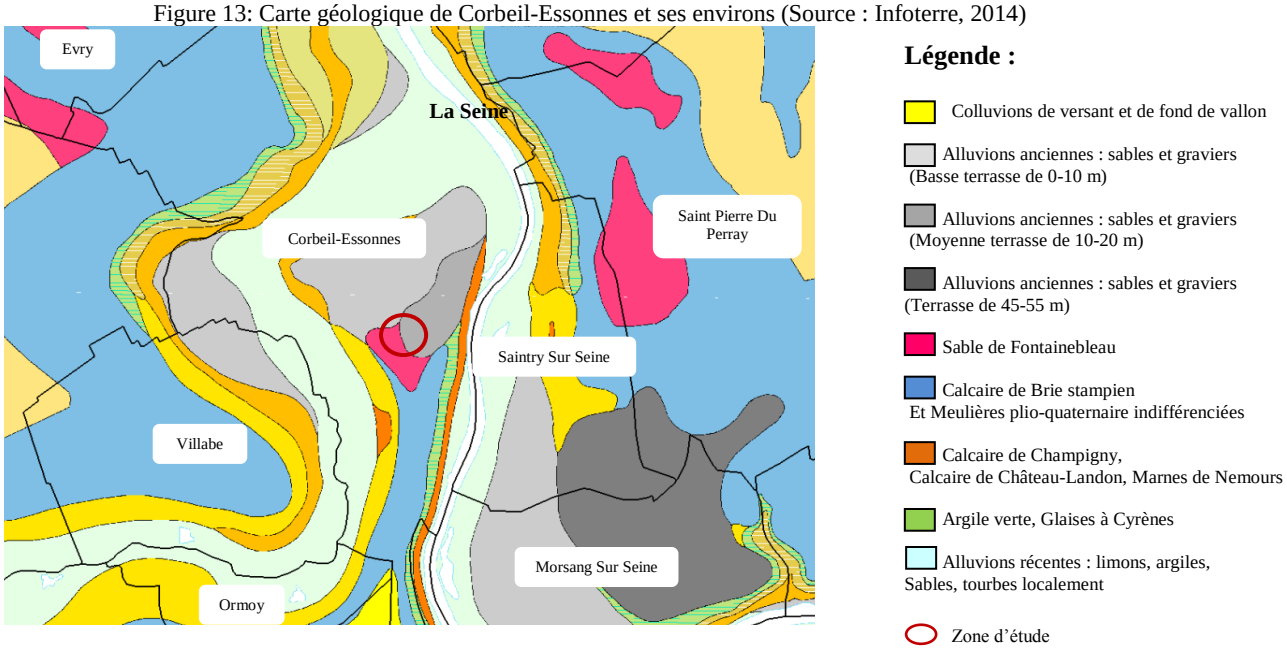
Figure 12: Représentation des techniques alternatives du projet salle des fêtes de Corbeil

Comme nous l'avons vu plus haut la plupart des techniques alternatives de gestion sur site des eaux de pluie repose sur le principe de l'infiltration. Il convient donc ici de vérifier les caractéristiques géotechniques des sols en présence. D'après les cartes tirées du BRGM (bureau de recherches géologiques et minières), la feuille de Corbeil appartient à deux régions : le Hurepoix[3] à l'Ouest et la Brie[4] au centre et à l'Est. Elle repose sur un socle cristallin profondément enfoui, dont les roches datent de l'orogenèse cadomienne[5].

[3]**Hurepoix :** Ancien pays de France (le *pagus Heripensis*) devenu petite région naturelle situé au le sud-ouest de l'Ile-de-France principalement dans le département de l'Essonne.
[4]**Brie :** Région naturelle de 5000 Km^2 située dans la partie orientale du bassin parisien entre les vallées de la Marne et de la Seine.
[5]**Orogenèse cadomienne :** Période de formation de reliefs datant de la fin du Néo protérozoïque (de -660 Ma à -540 Ma) jusqu'au début du Cambrien.

Les terrains tertiaires et quaternaires subaffleurants sont principalement des couches d'alluvions (sables, argiles, limons) et de colluvions déposées par l'ancien cours de la Seine.

Figure 13: Carte géologique de Corbeil-Essonnes et ses environs (Source : Infoterre, 2014)



A la demande de la communauté d'Agglomération Seine-Essonnes, la société d'ingénieurs-conseils en géotechnique TECHNOSOL a réalisé des sondages sur le site de la future salle des fêtes afin de déterminer les caractéristiques mécaniques des couches superficielles et semi-profondes du terrain.

Quatre sondages ont été effectués et ont mis en évidence un terrain qui recoupe successivement :

-Des terres végétales et des remblais sableux jusqu'à 1.2 mètres de profondeur

-Des marnes de moyenne compacité jusqu'à 13 mètres de profondeur

-Des marnes compactes jusqu'à 16 mètres de profondeur

-Un niveau d'eau a été détecté à 24 mètres de profondeur

Un coefficient d'infiltration de 10^{-7}m/s caractérise les sols en présence. Ce coefficient ne permet qu'une infiltration moyenne voir faible des eaux. Pour les besoins de l'étude un coefficient de 10^{-6}m/s sera considéré ici.

Les caractéristiques du terrain naturel étant déterminées, nous allons à présent mettre en place les différentes techniques retenues :

Dimensionnements:

Partie Parking :

Ici deux techniques sont utilisées :

-Des voies d'accès parking en structure-réservoir infiltrante : Elles récupéreront les eaux qui ruissellent sur la voirie d'accès aux places de stationnement ainsi que celles provenant de certains espaces verts et places de stationnement.

-Des noues infiltrantes : Au nombre de cinq, elles seront réalisées à chaque niveau de descente du parking supérieur mais aussi en contre bas sur le parking inférieur. Elles récupéreront les eaux provenant des places de stationnement et de l'espace vert de la noue.

L'épaisseur de la chaussée ici est fonction du trafic du sol support et des propriétés mécaniques des matériaux utilisés. Pour un faible trafic comme c'est le cas en zone de stationnement, la chaussée peut être constituée de deux couches:

•Une couche de surface en matériaux drainant l'eau vers des caniveaux ou des grilles d'avaloirs d'où elle est introduite dans la structure réservoir.

•Une couche de fondation en matériau de forte porosité (35% de vide) assurant le stockage temporaire des eaux de pluie.

En tenant compte de la vitesse d'infiltration des sols et de la surface du bassin versant, un débit de fuite infiltré est calculé :

$$Q_{fi}=k \times S \times 1000 \times 0.5$$

Avec : k : coefficient d'infiltration du sol (m/s)

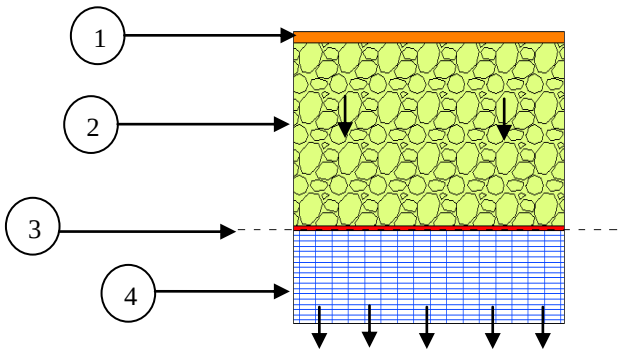
S : Surface du bassin versant (ha)

Q_{fi} : Débit de fuite infiltré (l/s)

Un facteur de 0.5 est utilisé pour tenir compte du phénomène naturel d'infiltration.

A partir de ce débit, le volume de rétention est calculé. Ce dernier permet de déterminer la hauteur de la structure réservoir à réaliser connaissant la surface d'infiltration. Ici on obtient un volume de **240 m^3**correspondant à 35% de vide. Ce qui nous donne un volume total de **800m^3** et une structure de **34cm** de haut. Le détail des éléments de détermination des dimensions des ouvrages mis en places est compris en annexe 11 de ce mémoire. La coupe suivante reprend les éléments constituant la structure poreuse :

Figure 14: Pose d'une tranchée poreuse



Légende :

1 :Béton bitumineux poreux
2 :Grave bitumineuse à 15% de porosité
3 :Géotextile filtrant
4 :Structure poreuse de rétention infiltration à 30% de porosité

Le dimensionnement des noues ce fait suivant le même principe d'infiltration après découpage du projet en sous bassins versants (annexe 6). Celles-ci auront besoin d'un entretien préventif régulier afin d'éviter qu'elles ne se transforment en égout à ciel ouvert.

Partie Bâtiment :

Sur la partie bâtiment un toit stockant, une noue paysagère et un bassin d'infiltration à ciel ouvert sont mis en place.

Le toit vert permet un stockage temporaire de quelques centimètres d'eau de pluie. Un dispositif d'évacuation constitué d'ogive centrale à filtre permet de diriger les eaux vers le bassin d'infiltration. Ce système d'évacuation comprend notamment une canalisation de rejet et des regards de branchement. Sur ce projet, la grande surface disponible (environs 3000m^2 de toiture) nous donne un volume à gérer de **147m^3**, ce qui correspond à une épaisseur de la structure végétale de **5cm**. Le bassin de rétention lui récupère le surplus d'eau provenant du toit ainsi que celle tombant directement sur son emprise. On obtient après calculs des volumes de rétention de **520 m^3** pour le bassin, **35m^3** pour la noue et **200m^3** pour la structure poreuse (annexe11).

Chiffrage du projet :

Nous allons enfin procédé au chiffrage du projet. Les prix attribués à chaque technique prennent en compte son installation, la fourniture de l'ensemble des matériaux utilisés, l'entretien de l'ouvrage ainsi que le volume de terre dégagé pour sa réalisation. Ces chiffres ne sont donnés qu'à titre indicatif en effet les prix sont très variables et dépendent entre autre des matériaux utilisés et de la qualité d'entretien souhaitée. Le tableau qui suit reprend pour chaque installation ou opération effectuée les quantités et coûts dégagés pour sa réalisation :

Tableau 9: Estimation du coût total du projet techniques alternatives

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (euros)	Total (euros)
Partie Parking				
Structure poreuse	m^3	734	87	63 858
Noues (1 2 3 4 et 5)	m^3	142	20	2840
Sous total Parking				**63 858**
Partie Bâtiment				
Bassin de rétention infiltration	m^3	520	78	40 560
Toit Stockant	m^3	147	20	2 940
Noue	m^3	35	18	630
Structure poreuse	m^3	200	87	17 400
canalisations Ø 300	ml	29	52	1 508
Terrassement Ø 300	m^3	91	18	1 638
Remblai Ø 300	m^3	59	10	590
Remblai renforcé Ø 300	m^3	7	15	105
Enrobage Ø 300	m^3	16	45	720
Lit de pose Ø 300	m^3	7	40	280
Evacuation de terres Ø 300	m^3	32	16	512
Blindage Ø 300	m^2	116	6	696
Essai d'étanchéité Ø 300	ml	29	7	203
Caméra (ITV) Ø 300	ml	29	7	203
Regards de branchement	u	2	400	800
Sous total Bâtiment				**68 785**
Total				**135 483**

I.3.4 Analyse comparative

Après avoir mis en place un système classique à canalisation de gestion des eaux de pluie puis un système basé sur l'utilisation de techniques alternative, nous allons à présent procéder à une analyse comparative des deux approches. On s'intéressera ici aux critères déterminants dans la réalisation de projet d'aménagement urbain à savoir :

- ✓ Le coût d'investissement
- ✓ Le coût d'entretien
- ✓ L'emprise au sol
- ✓ Les contraintes techniques de réalisation
- ✓ L'aspect environnemental

Le coût d'investissement :

Après l'étude menée sur la salle des fêtes de Corbeil, on peut affirmer que les techniques alternatives sont moins onéreuses que les techniques classiques. Les résultats pour l'assainissement d'un terrain de 1.2 ha sont :

- 135 483 euros pour les techniques alternatives
- 396 505 euros pour le système classique

Soit plus de trois fois moins chère. Cette différence de coût peut s'expliquer d'une part par le nombre important d'installations à mettre en place pour un assainissement classique (regards de visite, séparateur hydrocarbure, ouvrage limiteur de débit, regards à grille). Ces installations importantes pour le suivi et l'entretien des ouvrages réalisés correspondent à près de **30%** du prix total de l'assainissement classique. D'autre part les techniques alternatives utilisées ne nécessitent pas un grand investissement en termes d'installations.

Le coût d'entretien :

La mise en œuvre de techniques alternatives nécessite un entretien annuel régulier. Ces espaces ouverts (noues, bassins d'infiltration, toit stockant) s'ils sont abandonnés en plus de ne plus remplir correctement leur fonction, peuvent se transformer rapidement en décharge à ciel ouvert. Un accent particulier doit donc être mis sur leur entretien. Le réseau classique enterré quant à lui ne génère pas de gène visuelle en cas de mauvais entretien. Deux à trois visites par an peuvent suffire pour assurer la pérennité de l'ouvrage. Ceci induit donc un coût d'entretien échelonné dans le temps plus faible.

L'emprise au sol :

Tout aménageur est avant tout un investisseur et espère tirer profit le plus possible de l'ouvrage qu'il conçoit. Dans ce projet de salle des fêtes , la mise en place du système de gestion des eaux de pluie par l'utilisation de techniques alternatives nous a contraint à allouer des espaces initialement prévus au stationnement de véhicules à l'implantation de noues infiltrantes. **Quarante six** places de stationnement ont ainsi été supprimées du parking de la salle des fêtes. Les techniques classiques enterrées ne consomment pas d'espace potentiellement aménageable et sont donc intéressantes pour un profit à long terme.

Les contraintes techniques de réalisation :

Ce point aborde les contraintes qu'il à fallu gérer pour mettre en œuvre les deux méthodes de gestion des eaux. Le système classique ne nous a pas présenté de grandes contraintes techniques. La principale difficulté est la réalisation du plan de nivellement du projet. Ce nivellement doit permettre de diriger les eaux vers l'exutoire (branchement au réseau public) et induit des volumes de déblais et remblais à considérer. Le système basé sur les techniques alternatives pour sa part n'aurait pas été possible en prenant en compte le coefficient d'infiltration réel du sol du site (10^{-7} m/s). L'infiltration de la totalité des eaux du projet n'a pu se faire qu'en considérant un coefficient de perméabilité de 10^{-6} m/s.

L'aspect environnemental :

D'un point de vue environnemental, l'utilisation de techniques alternatives sur ce projet permet de traiter les eaux pluviales à la parcelle et soulage ainsi les infrastructures de collecte et de traitement présentes sur l'agglomération Seine-Essonnes. De plus, la gestion en surface par des noues et bassins ouverts contribue à faire pénétrer la nature dans la ville en dynamisant les espaces publics. L'approche classique elle ne présente pas un grand intérêt environnemental. Les eaux sont juste évacuées loin de la zone d'étude.

Conclusion

Ces différentes analyses nous amènent à conclure qu'on ne pourrait choisir de façon rigide l'une ou l'autre des deux méthodes de gestion des eaux pluviales. Les décideurs (maitres d'œuvres, maitres d'ouvrages, etc.) doivent prendre en compte non seulement les contraintes liées au projet (coûts d'investissement et d'entretien) mais également celles liées à la réalisation des techniques (hydraulique, topographie, géologie). Cependant la mise en place des techniques alternatives jouit d'un avantage réel en termes de coût (généralement pas très important) mais aussi de protection et valorisation de l'environnement. Par contre, fort est de constater que ces techniques sont encore peu utilisées par le grand public.

I.3.5 Pourquoi ces techniques sont encore peu utilisées ?

Plusieurs raisons peuvent expliquer la réticence de certains aménageurs sur l'utilisation de techniques alternatives. Une enquête menée en 2010 par Nicolas Lutz ingénieur en génie civil (annexe 12) permet de déceler les raisons de leur absence.

Cette étude souligne tout d'abord un problème d'information vis-à-vis des techniques alternatives. En effet sur les quatre techniques proposées, une seule est connue de plus de la moitié des participants. Cette méconnaissance contraste avec l'acceptation de celles-ci. Ici, **94%** des sondés sont favorables à leur utilisation. Ces questions mettent en exergue le besoin d'une politique publique axée sur une meilleure information. D'autre part **79%** des acteurs de l'aménagement urbain (architectes, paysagistes etc.) pensent que les documents d'urbanisme ne prennent pas suffisamment en compte ses techniques.

En plus des questions relatives à l'information, on note de nombreux à priori concernant l'évolution de leur fonctionnement dans le temps et leur entretien. Ces questions se posent notamment à cause d'une absence de concertation entre les différents acteurs de projets qui n'ont pas forcément l'habitude de travailler ensemble. Certaines techniques alternatives s'adaptent le plus souvent à des opérations urbaines plus qu'elles ne s'y imposent. On trouve de nombreuses ZAC comprenant des noues ponctuelles créées sans tenir compte de leur intégration dans le paysage global de l'agglomération. Le projet de salle des fêtes que nous avons réalisé est une parfaite illustration de cette approche où le choix des techniques ne repose sur aucune concertation et où aucun enjeux environnemental n'a été pris en compte.

La gestion intégrée des eaux pluviales se propose de lever toutes ses craintes en intégrant les techniques alternatives dans une démarche globale en amont de projets d'aménagement urbain. Elle vise à interconnecter les aspects techniques, environnementaux et réglementaires en impliquant l'ensemble des acteurs de l'aménagement.

II Pour une intégration des techniques alternatives en amont de projets d'aménagement urbain

Comme nous venons de le voir de nombreux ouvrages de gestion des eaux pluviales intégrée à la parcelle peuvent être mis en œuvre et permettent de résoudre assez bien les différents problèmes liés au ruissellement des eaux. Cependant ces ouvrages ne rentrent très souvent qu'en cours de réalisation de projets d'aménagement urbain et ne permettent pas de prendre en compte l'ensemble des enjeux de l'aménagement mis en place. Nous verrons dans cette partie comment une approche intégrée peut être mise en œuvre à travers différentes actions et verrons grâce à la ZAC des Linandes, un exemple d'application de cette approche.

II.1 Qu'est ce qu'une gestion intégrée des eaux de pluie ?

L'approche intégrée consiste à lier la démarche de prévention des risques au projet à réaliser et à procéder aux allés et retours permettant à l'aménagement urbain de se bâtir autour de choix et à partir d'outils techniques de gestion des eaux pluviales.

S'agissant des eaux de pluie, la gestion intégrée se construit tout d'abord à travers une relation forte à l'hydrographie naturelle du site. En effet la présence d'eau en milieu urbain fera toujours craindre à court ou à long terme une catastrophe naturelle importante, le risque hydraulique ici ne sera donc jamais nul. L'approche intégrée préconise la conception de projets d'assainissement ayant une volonté d'accompagner le mieux possible le réseau hydrographique dans son écoulement naturel.

Cette gestion reprend également les principes de base d'une approche environnementale de l'urbanisme préconisée par les ADEME (agences de l'environnement et de la maitrise de l'énergie), à savoir :

- ✓ **Une analyse des enjeux environnementaux :** en effectuant divers diagnostics de la zone d'étude afin d'éviter d'éventuels désastres tels que les inondations, les saturations de réseaux et fuites d'eau.
- ✓ **Une définition claire des objectifs de l'aménagement réalisé**
- ✓ **Des échanges réguliers entre les différents acteurs du projet**
- ✓ **Un suivi perpétuel des installations effectuées :** Afin d'assurer la bonne appropriation des équipements par les habitants de la zone aménagée.

Cette approche intégrée donne enfin un rôle primordial aux collectivités à travers leurs compétences en matière de développement durable. La personne publique agit ici en amont en structurant les objectifs environnementaux des politiques sectorielles (lotissements, ZAC, habitations). Elle peut ainsi modifier les documents de planification du territoire (SCoT, PLU, RNU, schémas directeurs d'assainissement, Agenda 21, etc.) et s'assurer du respect par les maitres d'ouvrages publics et privés des préconisations mentionnées sur ces documents.

Une démocratie participative est également préconisée en donnant la parole aux habitants du site dont les informations peuvent se révéler très importantes. Des actions de sensibilisation et de pédagogie sur les techniques alternatives retenues seront aussi menées à fin de faire prendre conscience sur la nécessité du recours à de telles pratiques.

Dans cette partie nous verront comment une gestion intégrée des eaux pluviales est possible et quels en sont les avantages. Pour cela nous allons tout d'abord présenter les différents acteurs d'un projet d'aménagement urbain et plus précisément le rôle de chaque intervenant dans l'assainissement en EP. Nous verrons ensuite comment la question des eaux de pluie peut être intégrée juridiquement et techniquement afin d'agir durablement et terminerons cette partie par un exemple concret de mise en œuvre d'une gestion intégrée de la ressource en eau de pluie.

II.2 Comment celle-ci peut se mettre en place dans les projets urbains ?

II.2.1 Rappel sur les acteurs d'un projet d'aménagement urbain

La réalisation de l'assainissement en EP dans un projet d'aménagement urbain fait intervenir plusieurs acteurs, des puissances publiques au maitre d'ouvrage en passant par les entreprises chargées de réaliser les ouvrages:

La puissances publique : Elle pose le cadre juridique de l'opération et détermine les différents types d'assainissement qui peuvent être réalisés. A travers la mise en place de prescriptions dans les documents d'urbanisme, elle fixe les objectifs environnementaux du territoire concerné.

Le maitre d'ouvrage : Il est responsable de la mise en place des techniques alternatives et supporte les coûts d'installation.

L'assistant à maitrise d'ouvrage : Son rôle est très important notamment en phase de diagnostic de la zone d'étude. Il est à l'écoute de la maitrise d'ouvrage et est son interlocuteur privilégié tout au long de l'opération.

Le maitre d'ouvrage délégué : C'est un mandataire qui agit au nom et pour le compte du maitre d'ouvrage. Il intervient généralement lorsque ce dernier n'a pas la ressource humaine à exercer l'intégralité de ses fonctions.

Le maitre d'œuvre : C'est le responsable technique. Cette fonction recouvre un ensemble de prestations, de conseils, d'études et de directions des travaux. Il va préparer les marchés avec les entrepreneurs, vérifier que toutes les normes sont bien respectées et contrôler le paiement des travaux. Il s'aidera dans sa tâche des différentes instructions techniques d'assainissement en eau pluviale de la commune où se situe le projet.

Les entreprises de réalisation : Elles reçoivent des missions (sondage des sols, réalisation des équipements, préparation des chantiers etc.) et s'engagent à livrer les travaux dans les délais prévus. Elles doivent respecter les spécificités imposées par le maitre d'ouvrage.

Cette multitude d'acteurs peut entrainer de nombreuses difficultés pour la maitrise d'ouvrage. Il convient au commanditaire du projet de bien s'entourer et de définir précisément les rôles de chaque intervenant. A ce niveau les ADEME peuvent être des partenaires intéressants.

II.2.2 Rôle des pouvoirs publics

Les pouvoirs publics ont un rôle primordial dans la mise en place d'une gestion intégrée de la ressource en eau pluviales. Les quatre actions qui suivent (4A) peuvent être menées par celles-ci pour garantir une prise en compte de tous les aspects externes à la réalisation d'un système assainissement des eaux de pluie.

II.2.2.1 Agir sur les documents d'urbanisme

- Le SCoT :

Le Schéma de cohérence territorial est l'outil de conception et de mise en œuvre d'une planification à l'échelle intercommunale. Agir sur ce dernier permet d'orienter l'évolution à venir de l'ensemble du territoire qu'il couvre.

A ce niveau, une politique intercommunale axée sur la préservation de l'environnement peut être mise en place en valorisant l'utilisation des techniques alternatives dans les projets d'aménagement urbain. Le rapport de présentation du SCoT pourra contenir les éléments expliquant le choix d'une telle démarche et servira de base à la modification des PLU des communes du territoire. A cette même échelle intercommunale, différents corridors écologiques (trame verte et bleue) peuvent être mis en place afin de conserver le bon potentiel des eaux de surface avec une exigence de qualité des eaux pluviales rejetées dans les cours d'eau.

- Le PLU :

Tout problème lié à l'urbanisation fait intervenir bien évidemment le plan local d'urbanisme qui fixe les règles du droit à construire.

Ce document comprend une partie réglementaire, un rapport de présentation, un règlement, un PADD (projet d'aménagement et de développement durable) et des OAP (orientations particulières d'aménagement).

Le règlement du PLU qui fixe les règles applicables dans chacune des zones de la collectivité peut également indiquer des limitations à l'imperméabilisation. Ce règlement opposable au tiers comprend des modalités de raccord au réseau collectif de la ville et peut fixer des contraintes que la ville impose aux riverains. Comme exemple d'application de règles contraignantes, le dossier de modification du POS (plan d'occupation du sol) de la ville de Bobigny (Seine Saint-Denis) où le recours aux techniques alternatives est vivement incité par les pouvoirs publics indique dans les dispositions applicables à la zone UYb (article 4-Eaux pluviales) les recommandations suivantes : «Quelle que soit l'opération d'urbanisation, l'imperméabilisation et le ruissellement engendrés devront être quantifiés afin de mesurer les incidences sur les volumes d'eau à transiter dans les réseaux communaux et départementaux. Aucun débit supplémentaire ne sera accepté dans les réseaux. Les rejets supplémentaires devront faire l'objet d'une technique de rétention ou bien d'une technique de non-imperméabilisation, adaptable à chaque cas. Les eaux issues des parkings souterrains subiront un traitement de débourbage, déshuilage, avant rejet dans le réseau d'eaux pluviales. »

Tout comme le règlement, le PADD du PLU peut également comporter des volets qui favorisent l'utilisation de techniques alternatives.

II.2.2.2 Agir sur les schémas directeurs d'aménagement des services d'assainissement

Les schémas directeurs qui ont pour but de fixer les orientations fondamentales des territoires en matière d'aménagement sont des documents sur lesquelles les pouvoirs publics peuvent obliger notamment en matière d'assainissement les particuliers à suivre

une démarche bien précise. En effet il est possible d'imposer une rétention à la parcelle à toute nouvelle construction qui demanderait un raccordement au réseau public. D'autre part les règlements d'assainissement des services départementaux de gestion des eaux peuvent fournir des instructions techniques qui définissent les prescriptions particulières afférentes à la gestion des eaux de pluie. Comme exemple d'application de cette démarche, le département des Hauts-de-Seine dont voici un extrait des instructions techniques du règlement départemental d'assainissement (article 38) : « Sur le territoire des Hauts-de-Seine, la gestion des eaux pluviales à la parcelle, sans raccordement au réseau public doit être la première solution recherchée. Toutefois, lorsque la gestion totale de ces eaux à la parcelle n'est pas possible, le propriétaire peut solliciter l'autorisation de raccorder ses eaux de ruissellement au réseau pluvial…dans ce cas, seul l'excès de ruissellement peut être canalisé après qu'aient été mises en œuvre toutes les solutions susceptibles de favoriser la limitation des débits, telles que l'infiltration, la réutilisation des eaux claires…».

II.2.2.3 Agir sur le règlement de la zone du projet d'aménagement urbain

Lors de la réalisation d'opérations d'aménagement urbain des documents réglementaires régissant le fonctionnement de celles-ci doivent être rédigés en vue de garantir la bonne utilisation des espaces.

La ZAC :

Les zones d'aménagement concerté d'après l'article L 311-1 du code de l'urbanisme sont des zones à l'intérieures desquelles une collectivité publique ou un établissement public y ayant vocation décide d'intervenir pour réaliser ou faire réaliser l'aménagement et l'équipement des terrains. Les pouvoirs publics qui initient un projet de ZAC doivent constituer un dossier de réalisation qui comprend :

-Un programme des équipements publics à réaliser dans la zone.

-Un programme global des constructions à réaliser dans la zone.

-Les modalités prévisionnelles de financement, échelonnées dans le temps.

-Les modifications à apporter éventuellement à l'étude d'impact.

La prise en compte d'une gestion intégrée des eaux de pluie peut être précisée ici dans le programme des équipements à réaliser où la mise en œuvre de techniques alternatives peut être mentionnée. D'autre part, le programme des constructions spécifiera les conditions d'entretien des différentes techniques retenues. Enfin, un abattement de taxe d'aménagement peut être concédé aux aménageurs intégrant dans leur projet une gestion sur site des eaux de pluie. Cette mesure pourra les inciter à recourir aux techniques alternatives en amont de leur projet.

Le lotissement :

Le lotissement est une division en propriété ou en jouissance d'une unité foncière ou de plusieurs unités foncières contiguës ayant pour objet d'en détacher un ou plusieurs lots destinés à être bâtis (article L442-1 du code de l'urbanisme). Le dossier de création d'un lotissement doit comporter les documents juridiques suivants :

-Un plan de division de terrains.

-Un cahier de charge définissant les règle d'usage du lotissement.

-Un règlement qui définit les règles d'implantation des ouvrages.

-Les statuts de la structure juridique (association syndicale libre) qui regroupe les différents propriétaires.

Tout comme pour les ZAC un abattement de taxe d'aménagement peut être concédé aux lotisseurs intégrant dans leur projet une gestion intégrée des eaux de pluie. D'autre part le cahier des charges pourra contenir des obligations en termes d'entretien des équipements alternatifs réalisés et imposer aux colotis un suivi régulier de l'état de ceux-ci. Enfin, il est possible d'influer sur le règlement du lotissement lors de la délivrance de permis d'aménager ou de déclarations préalables. Ce règlement devra être en accord avec la politique d'assainissement de la collectivité et intégrer pleinement la notion de gestion sur site des eaux de pluie si les documents en vigueur (SCoT ou PLU) l'imposent.

II.2.2.4 Action d'information et de sensibilisation du public

De nombreuses actions peuvent être menées par les pouvoirs publics pour inciter les particuliers au recours à des techniques alternatives lors de la réalisation de leur projet. Des actions d'information sur l'existence de techniques simples à mettre en œuvre et très efficaces peuvent s'effectuer au niveau des communes.

La vulgarisation de l'information pourra aussi être faite via l'organisation de conférences ouvertes sur le thème de l'eau de pluie dans les projets d'aménagement urbain. Enfin, les thèmes de la préservation de l'environnement et du développement durable mis en avant dans les différentes techniques alternatives pourraient être plus présents dans les politiques urbaines des villes.

II.2.3 Mise en œuvre opérationnelle des techniques

Pour intégrer des techniques alternatives lors de la création de projets d'aménagement urbain certaines dispositions facilitant leur mise en œuvre et permettant un meilleur suivi dans le temps peuvent être prises. L'approche intégrée s'articule principalement sur deux phases nécessitant à chaque niveau la participation de tous les acteurs du projet :

-La phase de diagnostic de la zone d'étude

-La phase d'étude préalable à l'aménagement du site

II.2.3.1 Diagnostic de la zone d'étude

Pour que le futur projet s'intègre parfaitement dans sa zone d'étude il convient préalablement d'identifier et de mettre en évidence tous les atouts et contraintes en présence. La question de la gestion des eaux nécessite d'effectuer un recueil de données liées non seulement au milieu physique du site mais aussi aux activités humaines rencontrées.

<u>Le milieu physique</u> :

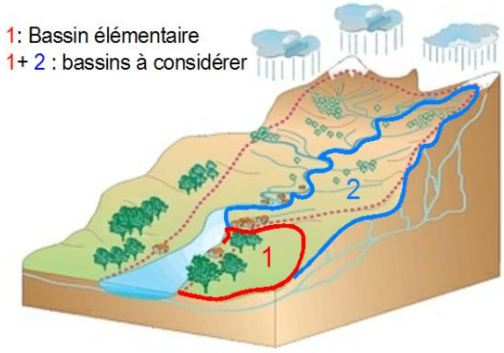
L'étude du milieu physique a pour but de faire ressortir et de confronter toutes les caractéristiques naturelles du site aux événements pluvieux qui peuvent survenir. Elle va concerner le bassin versant, Le paysage végétal, le risque d'inondation, etc.

❖ Le bassin Versant :

Il désigne la surface impactée par le ruissellement des eaux de pluie à gérer sur le projet. Il est important dès le départ de bien identifier le bassin versant concerné. En effet la quantité d'eau de pluie qui sera stockée ou infiltrée dépend de la surface de bassin retenue lors des calculs.

Certains projets peuvent intercepter sur leur fonds des eaux provenant de fonds supérieurs suivant les caractéristiques topographiques du site.

Figure 15: Bassin versant à prendre en compte dans tout projet d'assainissement



Deux situations peuvent alors se présenter :

-Le volume d'eaux du bassin en amont est plus important que celui du projet : Le volume d'eau à gérer ici dépasse les capacités de rétention de la parcelle. Une partie de l'eau ruisselante sera donc à évacuer vers un exutoire.

-Le volume d'eaux du bassin en amont est inférieur à celui du projet : Le dimensionnement des ouvrages de rétention ou d'infiltration devra tenir compte des différents apports supplémentaires.

❖ Les contraintes géologiques et hydrologiques :

L'un des procédés utilisés lors de la mise en œuvre de techniques alternatives de gestion des eaux pluviales est l'infiltration. L'absence de nappe souterraine ou encore la présence d'une nappe subaffleurante peut conduire à des situations imprévues. D'autre part les caractéristiques géotechniques des différents sols en présence peuvent limiter voir interdire le recours à l'infiltration. En effet, un sous sol à dominance argileuse sera moins propice à de l'infiltration qu'un sous sol de grave sableuse. Les informations obtenues de cartes géologiques et d'études géotechniques spécifiques déterminerons donc l'emplacement des futurs ouvrages d'infiltration.

❖ L'hydrographie et le risque d'inondation :

Il convient de repérer tous les points d'eau et cours d'eau s'écoulant à proximité de la zone d'étude afin de conserver l'harmonie hydrique du site. Mettre en œuvre une gestion des eaux sur site peut fortement influer l'écoulement d'un cours d'eau si la quantité d'eau retenue est suffisamment importante. Les projets situés près des zones humides, des trames vertes et bleues qui constituent une continuité écologique devront tenir compte de ces espaces afin de garantir l'équilibre des différents systèmes. D'autre part, une évaluation de la sensibilité du site vis-à-vis du patrimoine naturel (ZNIEFF, site Natura 2000 etc.), doit

être effectuée. En effet, les choix de techniques d'aménagement devront prendre en compte ce patrimoine afin d'éviter par exemple une infiltration des eaux de pluie dans un périmètre de protection de captage d'eau potable destinée à la consommation.

La phase de diagnostic doit également évaluer le risque d'inondation du site. Les constructions situées près du rivage ou des berges d'un cours d'eau peuvent se trouver immergées en cas de hausse du niveau des eaux. Les communes à risque d'inondation disposent très souvent de PPRI, avec des cartes qui renseignent sur les zones à risque. Ces cartes doivent être consultées lors de l'état des lieux du site afin de proposer un aménagement qui limiterait au maximum les conséquences d'une inondation.

- Les activités humaines rencontrées:

Les projets d'aménagement urbain s'intègrent dans un environnement humain où diverses activités existent déjà. Ces activités doivent être prises en compte en phase de diagnostic pour évaluer l'influence du projet sur celles-ci.

L'infiltration des eaux pluviales sera à proscrire dans des zones fortement industrialisées. Dans ces zones où le taux de pollution des eaux collectées est très élevé, un traitement spécifique doit être effectué avec des dispositifs de filtration et de décantation convenables.

Les zones cultivées quant à elles peuvent modifier le cycle de l'eau et avoir une incidence importante sur le régime hydraulique du bassin versant. Un projet de bassin de rétention situé en aval d'une zone à forte activité agricole devra tenir compte de la quantité d'eau retenue par les plantes cultivées.

D'autre part il convient de recueillir des données sur les pratiques et habitudes des populations (lieu de baignade, pratique de la pêche, implantation de puits forage etc.). L'aménagement mis en place devra tenir compte de ces zones vulnérables.

Les installations situées à proximité peuvent aussi poser la question de la nécessité du recours aux techniques alternatives. En effet, sur des projets situés près d'une station de traitement des eaux de pluie, on privilégiera plutôt un raccordement au réseau d'assainissement.

Cette phase de diagnostic est très importante et constitue l'une des étapes majeures du projet. Le recensement et la bonne interprétation de toutes les contraintes présentes sur la zone d'étude permettent de garantir un bon suivi et d'aborder sereinement la réalisation des ouvrages.

II.2.3.2 Etude préalable à l'aménagement du site

Dans cette phase les diagnostics recensés seront détaillés de façon plus précise. Une première orientation s'affranchissant des contraintes sera proposée. Deux étapes peuvent être définies ici :

- **Spécifier et détailler les contraintes du site :**

Les contraintes physiques et humaines sont ramenées au site de l'étude et quantifiées. Chaque acteur du projet pourra affecter un coefficient aux différentes contraintes rencontrées et ainsi faire un premier bilan de l'impact de celles-ci sur l'orientation qu'il envisage. La contrainte de perméabilité du sol sera par exemple détaillée et complétée d'une étude géotechnique et un sondage du sol. En fonction des résultats obtenus cette contrainte sera classée dans un tableau comprenant la localisation des

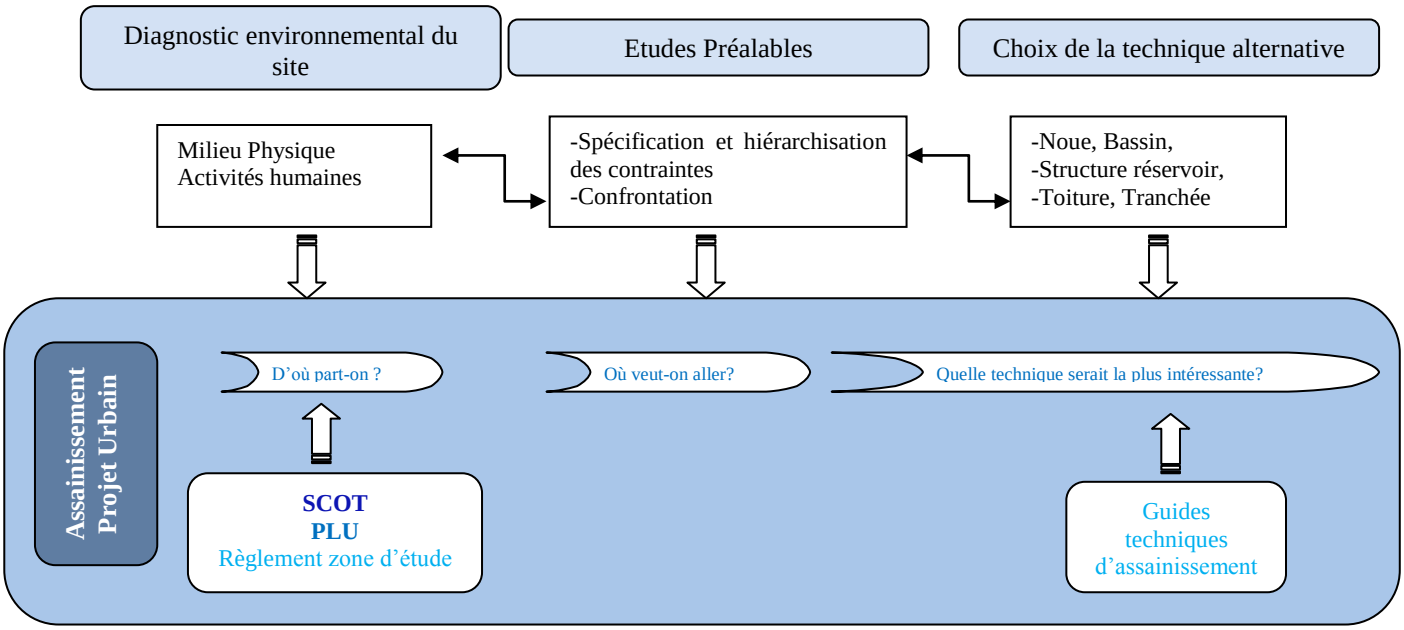
différents sols perméables sur le site, la composition de ces sols, leurs coefficients de ruissellement et les avantages ou inconvénients du recours à l'infiltration.

- **Confronter les différentes orientations :**

Les acteurs du projet (maitre d'ouvrage, maitre d'œuvre, architecte, paysagiste etc.) doivent croiser leurs contraintes détaillées et rechercher une conciliation pertinente qui satisfait au maximum aux difficultés recensées. Durant cette phase il est possible de s'affranchir de certaines contraintes si leur impact est minime sur le projet. Le croisement des différentes contraintes et atouts du site abouti à une synthèse finale qui sera la base du choix de la technique alternative à mettre en place. Certaines communautés urbaines proposent à cet effet des guides de gestion des eaux de pluie permettant au public de choisir une technique alternative partant de plusieurs critères.

Le schéma qui suit reprend les grandes lignes que nous avons évoqué plus haut afin d'aboutir au choix de la technique alternative :

Figure 16: Phases d'une gestion intégrée des eaux pluviales dans un projet d'aménagement urbain



Après une étude préalable où les différents acteurs du projet ont échangé et trouvé le diagnostic idéal de la zone d'étude, les solutions d'assainissement à la parcelle des eaux pluviales sont envisagées. Le choix de la technique alternative est la dernière étape de la chaine d'intégration de solutions alternatives au projet. Ce choix qui prend en compte toutes les contraintes et atouts du site orientera considérablement l'étude et permettra au maitre d'ouvrage d'avoir une première vision de l'opération qu'il réalise. Certaines communautés urbaines proposent à cet effet des guides de gestion des eaux de pluie comportant des aides au choix d'une technique alternative (confère Annexe 13).

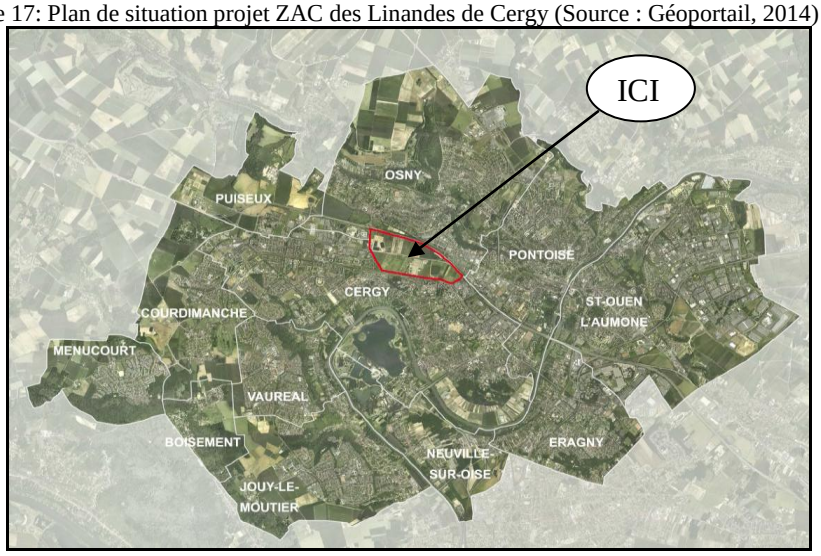
Après cette présentation de la structure d'une gestion intégrée des eaux pluviales, nous allons à présent voir comment celle-ci peut se mettre en œuvre à travers l'exemple de la ZAC des Linandes à Cergy.

II.3 La ZAC des Linandes : Un exemple d'intégration de techniques alternatives

II.3.1 Présentation du projet : Un espace ouvert de gestion des eaux

La CACP (Communauté d'Agglomération de Cergy-Pontoise) projette l'urbanisation de la plaine agricole des Linandes située sur le plateau de l'Oise, à mi-chemin entre le versant de la Viosne et la boucle de l'Oise et à l'orée du Vexin.

Figure 17: Plan de situation projet ZAC des Linandes de Cergy (Source : Géoportail, 2014)



Cette urbanisation s'inscrit comme une nouvelle grande étape du développement de Cergy-Pontoise. Le schéma directeur de la ville Nouvelle (SDVN) prévoit l'aménagement de cette vaste emprise d'environ 60 ha située au Cœur de l'agglomération pour accueillir un grand pole sportif, intégré dans un projet urbain mixte en continuité avec les quartiers environnants.

Le projet global des Linandes vise à développer autour d'équipements sportifs et de surfaces commerciales spécialisées, un concept d'économie intégrée au sport en créant un quartier d'habitat exemplaire en termes de développement durable.

Ce qui fait l'identité de ce territoire c'est sa grande étendue paysagère, avec des espaces ouverts de plaines. Cette grande étendue est l'élément clé du projet de gestion des eaux pluviales qui a été décidé ici.

Les principaux acteurs de ce projet sont :

- ✓ Communauté d'Agglomération de Cergy-Pontoise : Maitre d'ouvrage
- ✓ UAPS : Maitre d'œuvre (Architecte et urbaniste du projet)
- ✓ D'ici Là : Paysagiste
- ✓ SNC-Lavalin : Bureau d'étude VRD
- ✓ L'agence Franck Boute : Consultant en environnement

L'intégration de cette nouvelle ZAC dans le paysage de la commune de Cergy s'est tout d'abord effectuée à travers une série de mesure prises par la communauté d'agglomération.

II.3.2 Actions menées par la communauté d'agglomération de Cergy pontoise

❖ SCoT :

Dans le but de favoriser une meilleure gestion des eaux pluviales et des systèmes d'assainissement le SCoT de Cergy Pontoise approuvé en 2011 comprend au chapitre 7 de son DOG (document d'orientation général) les recommandations suivantes :

* Les aménagements hydrauliques favoriseront la création de fossés et noues urbaines, ainsi que de bassins de rétention des eaux pluviales aménagés écologiquement.

*Autant que possible, les parkings et voiries seront mobilisés pour la gestion des eaux pluviales (chaussées réservoirs ou drainantes).

*Les PLU à travers le zonage d'assainissement doivent recommander :

- ✓ Le recours aux techniques alternatives à l'évacuation des eaux pluviales.
- ✓ La rétention et la régulation des volumes ruisselés à l'échelle de la parcelle ou du projet d'urbanisme.
- ✓ L'infiltration des eaux dans le sol et la maitrise des débits évacués vers le milieu naturel.

Ces différentes mesures ont ainsi permis de structurer l'action des acteurs du projet de la ZAC où la principale technique utilisée est celle des bassins d'infiltrantion.

❖ Agenda 21 :

Afin de favoriser les synergies entre toutes les démarches concernant le développement durable, l'agglomération de Cergy Pontoise a adopté en mai 2010 un agenda 21. L'élaboration de cet agenda communautaire donne un cadre et des objectifs entre la CACP et les autres acteurs de l'aménagement.

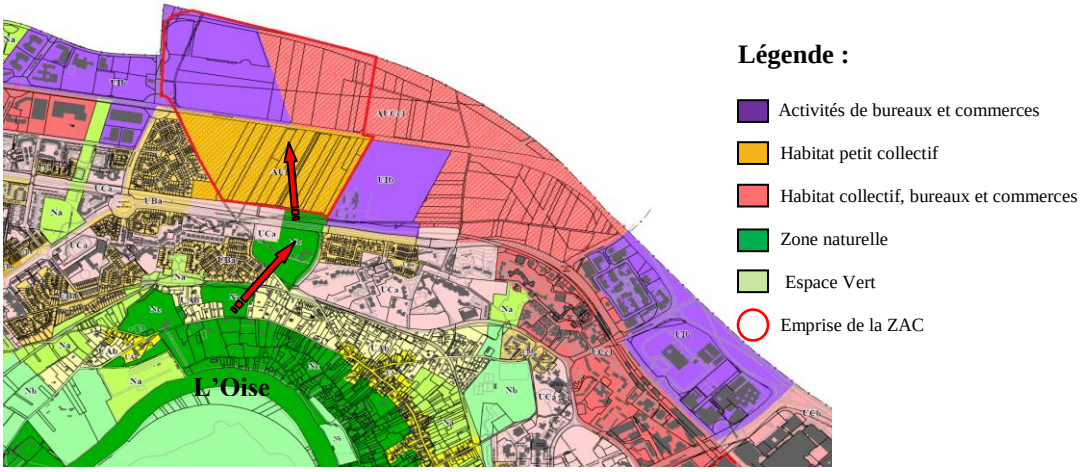
Ce plan d'action décrit l'implication de la collectivité sur les questions de protection et d'amélioration de l'environnement. L'axe 3 de cet agenda vise notamment à œuvrer au développement équilibré et durable de la ville en :

- Préservant les ressources et le patrimoine naturel.
- Renforçant la prise en compte du développement durable dans les projets urbains.
- Poursuivant la politique de logement et favorisant le vivre ensemble.

❖ Le PLU de Cergy et le CCCT:

Sur le plan de zonage du PLU de la commune de Cergy, la ZAC des Linandes se situe en zone AU (à urbaniser). Le projet de grandes étendues paysagères retenu ici s'inscrit dans la continuité des zones naturelles situées à proximité (du bois de la Justice jusqu'aux berges de l'Oise) et apporte une touche de verdure à l'espace urbain environnant.

Figure 18: Continuité Paysagère ZAC des Linandes (Source: Zonage PLU Cergy,2013)



Les prescriptions fixées par le PLU en termes d'assainissement des eaux pluviales sont reprises par le CCCT (cahier des charges de cession de terrain) du projet. Ce cahier indique les obligations opposables au concessionnaire réalisant l'opération. Le tableau suivant reprend les prescriptions d'assainissement EP du CCCT de la ZAC des Linandes.

Tableau 10:Prescriptions de gestion des eaux pluviales Source(CCCT ZAC des Linandes,2012)

Thèmes/Enjeux	Objectifs Moyens	Prescriptions/Recommandations à l'acquéreur
Eaux pluviales	Favoriser la gestion des eaux pluviales à la parcelle	**Obligation :** Sauf dispositions particulières il est retenu un débit de fuite maximal de 2l/s/ha
	Gérer les eaux pluviales par l'emploi des techniques alternatives	**Obligation :** -Réaliser un système de collecte des eaux de pluie -Combiner les systèmes de récupération des eaux pluviales avec les systèmes de gestion incendie, de l'arrosage et le cas échéant des toilettes **Recommandations :** -Privilégier la mise en œuvre de techniques d'infiltration -Créer, le cas échéant, des ouvrages de rétention (Toiture terrasse et couverture végétale, noue, chaussée à structure réservoir)

II.3.3 Mise en œuvre des techniques alternatives

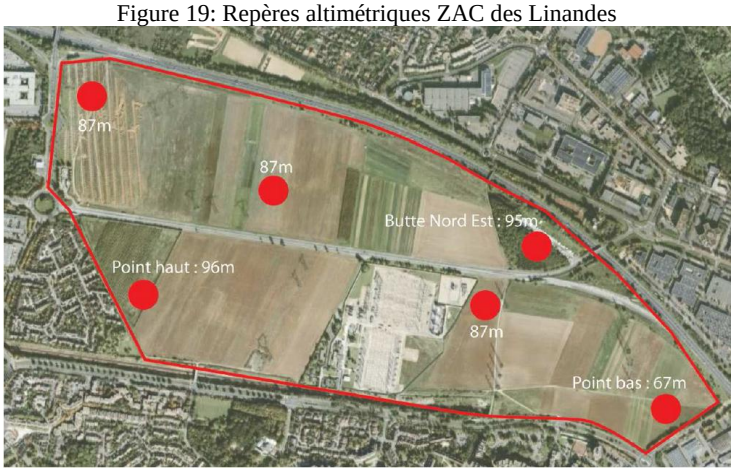
A partir des prescriptions mentionnées dans les documents d'urbanisme et du cahier de charge du projet, la mise en œuvre opérationnelle des solutions alternatives peut s'effectuer :

Diagnostic de la zone d'étude :

- Le milieu physique et naturel du territoire :

D'une surface d'environs 60 hectares, la plaine des Linandes est l'un des plus grands territoires de projet de Cergy-Pontoise. Elle se situe entre des altitudes de 67 à 96 m avec une déclivité Ouest-Nord-Ouest. L'ensemble du site se trouve sur une plaine ayant une légère pente d'orientation Ouest-Nord-Ouest/Sud-Est.

Figure 19: Repères altimétriques ZAC des Linandes



Ce relief de plaine nous entraine à ne considérer comme bassin versant que l'emprise du projet. D'après les conclusions de l'étude de sol, les terrains suivants constituent le sous sol du site :

- Des limons larrons ocres sur une épaisseur de 1.2 à 1.7 m.
- Des sables très fins.
- Des marnes calcareuses blanchâtres rencontrées à partir de 3.6 à 4.3 m de profondeur.
- Des niveaux d'eau ont été repérés à 3 m de profondeur.

Les perméabilités de 10^{-6} à 10^{-7} m/s rencontrées ici ne constituent pas une contrainte à l'infiltration des eaux compte tenue des surfaces considérées. D'autre part, la zone d'étude n'est traversée par aucun réseau hydrographique superficiel. L'Oise cours d'eau le plus proche coule à 1.5km au Sud du site qui se trouve en dehors des zones susceptibles d'être inondées par la rivière. Enfin aucun exutoire superficiel pour se raccorder au réseau d'assainissement de la ville n'a été détecté. Cette contrainte nous impose donc le traitement à la parcelle des eaux de pluie.
Du fait de la présence des lignes HT (haute tension) et de l'agriculture pratiquée, le site est pauvre en structure végétale de qualité. La valorisation de cet espace par des plantations peut être donc intéressante.

❖ Les activités humaines rencontrées:

La ville de Cergy s'est développée sur les coteaux de l'Oise et de la Viosne. Aujourd'hui, le développement de la ville nouvelle cerne le plateau des Linandes, qui se trouve « protégé » de l'urbanisation par sa situation d'enclavement et par les contraintes liées aux infrastructures électriques.

Outre des routes, la ZAC est visible à partir du quartier Belle-Epine et du belvédère (bois en surplomb à l'est de la Plaine des Linandes). Les données issues de la délégation territoriale de Val-d'Oise représentant l'ARS (agence régionale de la santé) Ile-de-France nous indiquent que le périmètre de la ZAC n'est pas concerné par une zone de captage AEP. Les captages les plus proches sont :

- Le forage de Marcouville situé à un kilomètre à l'est de la ZAC.
- Les puits du Parc Missipipi, situés à plus d'un kilomètre au nord du site.

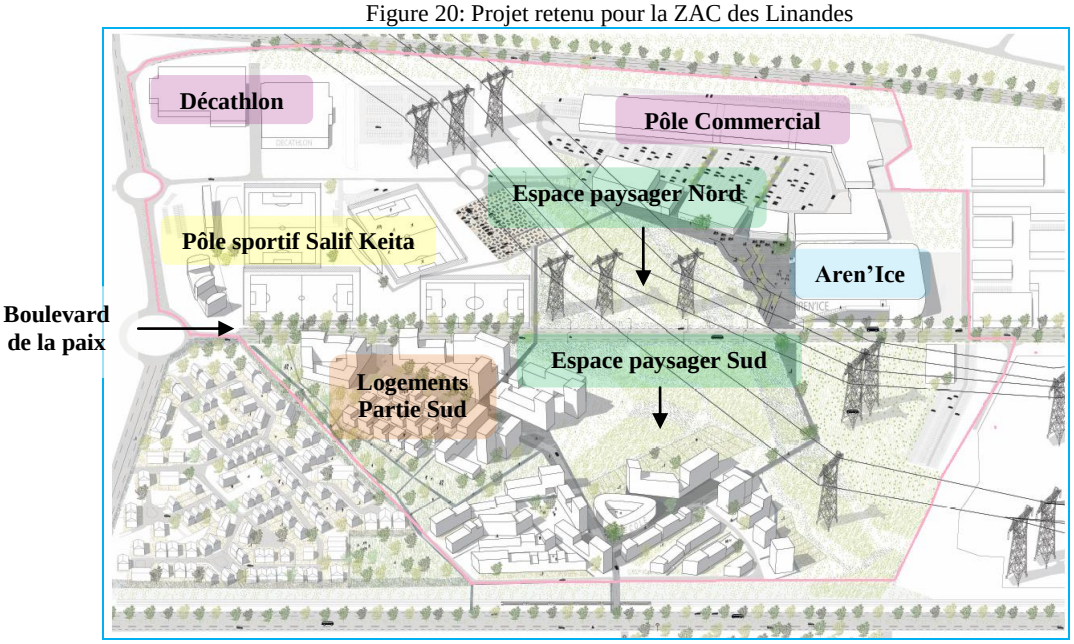
Etude préalable à l'aménagement du site :

Le dispositif spatial et paysager mis en place dans la future ZAC des Linandes doit reposer sur 2 éléments fondamentaux du site :

- Une pièce paysagère en friche sur l'ensemble de la ZAC.
- Le boulevard de la Paix : Qui divise le projet en deux espaces. Un espace nord dédié aux activités et un espace sud plutôt résidentiel.

D'autre part les contraintes du diagnostic (pas d'exutoire, aucun risque de pollution d'une zone AEP, relief relativement plat, perméabilité acceptable, aucun risque d'inondation) du site nous autorisent à procéder à de l'infiltration et compte tenu de l'emprise importante du site la technique de bassin d'infiltration peut être une solution intéressante.

Figure 20: Projet retenu pour la ZAC des Linandes



Cette technique peut facilement se mettre en place sur les grands espaces paysagers (nord et sud) où des coins de détente peuvent être créés. Pour les eaux du pôle commercial et de l'aren'Ice (salle de Hockey sur glace) des petits bassins spécifiques pourront être aménagés.

D'autre part La création d'ilots au sein des espaces paysagers et l'implantation d'arbres remarquables pourront créer des lieux de vie, de rencontre favorisant l'usage et l'appropriation de la plaine par les habitants, les visiteurs ou les pratiquants d'activités sportives localisées sur le site.

Mise en œuvre opérationnelle :

Une fois la technique alternative retenue en considérant tous les atouts et contraintes du site, sa mise en œuvre opérationnelle peut s'effectuer. Pour ce projet six bassins ont été conçus :

❖ En partie Nord :

- **Le bassin 2a** reprend les eaux d'une partie l'espace paysager nord ainsi qu'une surverse du pôle sportif Salif Keita.
- **Le bassin 2b** reprend les eaux de la seconde partie de l'espace paysager nord ainsi qu'une sur verse des deux bâtiments situés sur le pôle commercial (Geophyle et Koezio).
- **Le bassin 5** reprend les eaux des autres bâtiments du pôle commercial.
- **Le bassin 6** reprend celles de la salle de hockey sur glace (Aren'Ice).

❖ En partie Sud :

- **Le bassin 3a** reprend les eaux d'une grande partie de l'espace paysager sud ainsi qu'une surverse des logements situés à l'ouest.
- **Le bassin 3b** reprend le reste des eaux de l'espace paysager sud ainsi qu'une surverse des logements situés au sud.

Le dimensionnement de chaque bassin se fait en utilisant les coefficients de Montana de la station météo d'Eaubonne (la plus proche du site). On obtient après calculs différents volumes d'eau à stocker dans les ouvrages. L'annexe 15 de ce rapport reprend les éléments de détermination du volume à stocker et du temps de vidange de chaque bassin. Pour une pluie centennale les résultats sont les suivants :

Tableau 11: Résultats calculs Bassins ZAC des Linandes

	Volume total (m^3)	**Surface d'infiltration (m^2)**	**Débit d'infiltration (l/s)**	**Hauteur moyenne en eau (m)**	**Volume évacué en 24h (m^3)**
Bassin 2a	1730	4130	8.82	0.42	762
Bassin 2b	2920	7309	15.71	0.46	1358
Bassin 3a	2800	5705	12.26	0.49	1060
Bassin 3b	2240	4133	8.88	0.54	768
Bassin 5	2900	2820	6.06	1.03	524
Bassin 6	1450	2447	5.26	0.59	455

Les études effectuées sont ensuite transmises au paysagiste qui aménage le projet (boisement, iles, passerelles, végétation adaptée etc.) pour qu'il puisse concevoir des espaces agréables intégrés à l'environnement et un chiffrage final du projet pourra s'effectuer une fois ses travaux terminés.

Ce projet encore en étude permet d'apprécier la mise en œuvre d'une gestion intégrée à la parcelle des eaux pluviales. Les actions menées par la communauté d'agglomération de Cergy Pontoise et par la ville de Cergy en termes de développement durable en fixant des prescriptions tant au niveau du SCoT, de l'Agenda 21, du PLU ou du CCCT facilitent le travail des acteurs du projet.
Ces derniers qui effectuent régulièrement des réunions de chantier (une fois par semaine) travaillent en coordination après la spécification du travail de chacun par le maitre d'œuvre du projet.

Les aménagements intégrant la gestion des eaux par des solutions alternatives proposés ici (bassins d'infiltration) résultent d'une coordination du travail des acteurs tant au niveau technique que règlementaire. Une telle mise en œuvre assura un meilleur suivi des installations et garantira aux futurs habitants un environnement sain et bien aménagé.

Conclusion

Ce travail de fin étude avait pour objectif de monter comment peut s'effectuer une gestion intégrée des eaux de pluie dans les aménagements urbains. Cette mission avait pour principal but de proposer une solution d'intégration des techniques alternatives en amont de la réalisation des aménagements.

Après avoir fait l'inventaire des principales techniques alternatives et mis en avant les avantages de telles installations, une étude comparative entre ce mode de gestion et le mode classique de canalisations enterrées nous a permis de faire plusieurs constats. D'une part que la mise en place de techniques alternatives a un certain avantage en termes de coût d'installation mais aussi de mise en valeur de l'espace à aménager. Cependant ces techniques demandent très souvent une emprise foncière appréciable et un entretien particulier.

Ce travail nous a en outre permis de dégager une méthode de travail impliquant l'ensemble des acteurs de l'aménagement, des puissances publiques aux entreprises de réalisation des ouvrages. Ici, l'implication des puissances publiques revêt une importance capitale. Celles-ci peuvent agir d'une part sur les documents d'urbanisme (SCoT, PLU, Agenda 21, etc.) en imposant des prescriptions de gestion intégrée à la parcelle des eaux pluviales et d'autre part par une action d'information et de sensibilisation du public sur l'importance des techniques alternatives. Cette action contribuerait à une meilleure appropriation des installations réalisées par les citoyens qui sont à plus de 90% favorables à l'utilisation de ces nouvelles techniques. Ensuite un travail de fond concernant le diagnostic de la zone d'étude doit être mené par les acteurs du projet afin de tenir compte de l'ensemble des atouts et contraintes du site. Un dialogue perpétuel et des échanges entres les différents acteurs permettraient enfin d'avancer plus sereinement lors de la réalisation des ouvrages.

Nous avons enfin vu dans ce mémoire à travers l'exemple de la ZAC des Linandes comment peut s'effectuer une gestion à la parcelle des eaux de pluie. Les dispositions prises par la CACP alliées au travail de recherche de la technique la plus adaptée au site compte tenu de ses atouts et contraintes permettent d'apporter une plus value « intégrée » à cet espace et lui confèrent une dimension environnementale de qualité.

Une évolution de ce travail de fin d'étude pourrait être d'évaluer l'intérêt et la mise en place d'une gestion intégrée des eaux de pluie dans les zones sensibles principalement celles soumises à un risque (inondation, technologique, etc.). En effet les risques et surtout le risque d'inondation posent de nombreuses questions aux concepteurs de systèmes d'assainissement. Le risque d'inondation qui touche plus de 7000 communes en France nécessite peut être la modification des PPRI (Plan de Prévention des Risques d'Inondation) qui pourraient intégrée des prescriptions liées à l'utilisation des techniques alternatives.

D'un point de vue personnel, ce TFE très intéressant m'a permis de découvrir et d'approfondir de façon considérable mes connaissances en assainissement de manière générale. Il m'a en outre fait découvrir à travers différentes rencontres et échanges l'environnement et les missions des principaux acteurs de l'aménagement urbain.

Bibliographie

Ouvrages :

AZZOUT Y., BARRAUD S., ALFAKIH E. & CRES F N., (1994). *Techniques alternatives en assainissement pluvial choix, conception et réalisation*, PARIS, Lavoisier.

DUNNET N. & CLAYDEN A., (2007). *Les jardins et la pluie gestion durable de l'eau de pluie dans les jardins et les espaces verts,* RODEZ, Du Rouergue.

VIGNERIN S., BALADES J D., TRINCAT A M. & OUSTIC A., (1998). *Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial,* CACHAN, TEC & DOC.

MUSY A., SOUTTER M., (1991). *Physique su sol*, Lausanne, Presses Polytechniques et universitaires Romandes.

Thèses :

DAKHLAOUI M., (1996). *Fonctionnement hydraulique des structures réservoirs pour l'assainissement pluvial : Etude des dispositifs de diffusion d'eau et modélisation du couple drain-milieu poreux,* Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, p.32.

CHOULI E., (2006). *La gestion des eaux pluviales urbaines en Europe : Analyse des conditions de développement des techniques alternatives*, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, p.13-23.

TFE :

CORNIER N ., (2007). *Rétention des eaux de ruissellement dans les opérations d'aménagement Dimensionnement-Mise en œuvre-Fonctionnement,* Ecole Supérieure des Géomètres Topographes, p.8-14.

LUTZ N., (2010). *Etude des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales et usées en aménagement*, INSA STRASBOURG, Annexe C.2& C.3.

AUSSEL F., (2008). *La gestion des eaux pluviales -Dossier Loi sur l'eau et Méthodes Alternatives-Application au lotissement du Tertre,* Ecole Supérieure des Géomètres Topographes, p.10-11.

Instructions techniques et manuels :

Agence de l'eau Artois Picardie., (2009). *La maitrise des eaux pluviales par les techniques alternatives un exemple de réalisation : la ZAC du Bord des Eaux à Noyelles-Godault*, p.4-15.

Communauté Urbaine de Lyon, (2009). *Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement La gestion durable des techniques alternatives en assainissement pluvial*, p.4-10.

Communauté Urbaine du grand Toulouse., (2009). *Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement*, Annexe 4.

Conseil général des HAUT-DE-SEINE., (2008). *Rétention des Eaux pluviales à la parcelle instructions techniques d'application du règlement d'assainissement*

Préfecture d'INDRE ET LOIR., (2008). *Gestion des eaux dans les projets d'aménagement,* Chapitre 1.

Communauté urbaine de Lyon., (2008). *Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du grand LYON*, Partie 4.

Services Urbains Lille métropole., (2012). *Guide de gestion des eaux pluviales*, Fiche n°04.

Communauté Urbaine de Lyon., (2011). *Méthode pour le dimensionnement des ouvrages de stockage du Grand Lyon,* Fiches n°00 et 03.

Normes :

AFNOR, (1996), NF EN 752-2, Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments.

Documents juridiques :

Codes :

Code de l'urbanisme

Code civil

Code de l'environnement

Code général des collectivités territoriales

Lois sur l'eau de 1898, 1964, 1992, 2006

SCoT , PLU et règlements:

SCoT de Cergy Pontoise approuvé le 22 juin 2010

PLU Corbeil-Essonnes Approuvé le 18 Novembre 2013

PLU Cergy approuvé le 19 Avril 2013

POS de BOBIGNY modifié le 10 décembre 2009

Règlement du service départemental d'assainissement des hauts-de-seine Aprouvé en décembre 2008

Directives Européennes :

Directive cadre Européenne adoptée le 23 Octobre 2000

Directive inondation adoptée le 23 Octobre 2007

Directive NQE adoptée le 16 décembre 2008

Sites Internet :

http://eaufrance.fr

http://legifrance.gouv.fr

http://driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/les-documents-du-sdage-2010-2015-a74.html

http://gesteau.eaufrance.fr//consulter-les-sdage

http://developpement-durable.gouv.fr/Les-textes-techniques-relatifs-a.html

http://certu-catalogue.fr/techniques-alternatives-aux-reseaux-d-assainissment-pluvial.html

http://picavet-assainissement.fr

http://beausite.qc.ca

http://infoterre.brgm.fr

http://geoporttail.gouv.fr

http://ademe.fr

http://fr.wikipedia.org

http://wikihydro.developpement-durable.gouv.fr

Interview et Visites :

ZAC DES LINANDES- Interview des architectes du projet-UAPS : 07/mars/2014

ZAC DES LINANDES- Interview des paysagistes du projet- D'ICI LA : 17/mars/2014

Interview de Philippe PENICAUD acteur de certification HQE : 28/mars/2014

ZAC DES LINADES – Visite des lieux : 08/Avril/2014

Interview CACP (Police des eaux communauté d'agglomération de Cergy Pontoise)-Maitrise d'ouvrage projet ZAC DES LINADES) : 25/04/2014

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche
Conservatoire national des arts et métiers
École Supérieure des Géomètres et Topographes

MÉMOIRE DE TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES
Présenté en vue de l'obtention
Du titre d'Ingénieur Diplômé de l'ESGT

Annexes

Par

Leo Steve GOUDNU NOUBIMBOO

Comment mettre en œuvre une gestion intégrée des eaux pluviales dans le cadre de la conception de projets d'aménagement urbain ?

Soutenu le 08 juillet 2014

JURY

PRESIDENT :	**Madame Élisabeth BOTREL**	Maitre de Conférences
MEMBRES :	**Monsieur David CHONG**	Maitre de stage
	Monsieur Mathieu BONNEFOND	Professeur référent
	Monsieur Christophe BARBE	
	Monsieur Jérôme DAMOUR	

Liste des annexes

Annexe1: Evolution historique des textes de loi sur l'assainissement des eaux pluviales 51

Annexe 2: Avantages et inconvénients des techniques alternatives de gestion des EP….....56

Annexe 3: Abaque Ab.7 de l'instruction technique de 1977 58

Annexe 4: Abaque Ab.4a de l'instruction technique de 1977.....59

Annexe 5: Plan de nivellement réseau EP-Salle des fêtes de Corbeil-Essonnes (Partie Bâtiment) …60

Annexe 6: Plan de nivellement réseau EP-Salle des fêtes de Corbeil-Essonnes (Partie Parking).....61

Annexe 7: Eléments de détermination du diamètre de chaque canalisation EP-Salle des fêtes de Corbeil-Essonnes (Partie bâtiment)…….....62

Annexe 8: Eléments de détermination du diamètre de chaque canalisation EP-Salle des fêtes de Corbeil-Essonnes (Partie Parking).....64

Annexe 9: Note de calcul des quantités des différents éléments nécessaires à la pose des canalisations EP-Salle des fêtes de Corbeil-Essonnes …..…….....67

Annexe 10 : Schéma directeur des eaux pluviales Projet techniques alternatives-Salle des fêtes de Corbeil-Essonnes.....68

Annexe 11: Notes de calcul des différentes techniques alternatives mises en place -Salle des fêtes de Corbeil-Essonnes 69

Annexe 12: Résultats de l'enquête de Nicolas LUTZ sur l'utilisation des techniques alternatives.....77

Annexe 13: Aide au choix d'une technique alternative…….....79

Annexe 14: Schéma directeur des eaux pluviales-ZAC des Linandes.....80

Annexe 15: Notes de calcul des techniques alternatives mises en place -ZAC des Linandes 81

Annexe 16: Présentation de la structure d'accueil.....94

Annexe 1 :

Evolution Historique des textes de loi sur l'assainissement des eaux pluviales :

En France :

Jusqu'à la Révolution française, l'eau reste encore à bien des égards un produit que l'on pourrait qualifier de « réservé ». A cette époque, l'accès à l'eau relève très souvent de l'initiative individuelle de chacun. Les grandes eaux, n'étaient alors destinées qu'à l'usage du souverain et de ses proches collaborateurs.

Au XIXème siècle le développement de grandes agglomérations urbaines conduit les collectivités publiques à prendre en charge la gestion des eaux. Les questions liées à l'eau rentrent alors de plus en plus dans la sphère publique. C'est ainsi qu'en 1804 le code civil intègre les premiers textes relatifs au régime de propriété des eaux.

Le code civil :

Par ses articles 640 ,641 et 681 le code civil institué par Napoléon Bonaparte en 1804 met déjà en place des règles sur l'utilisation des eaux de ruissèlement à la parcelle :

-Art 640 : « Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué ».

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

Ces articles mettent en lumière deux éléments importants liés à l'utilisation des eaux pluviales. Ils nous renseignent d'une part sur le fait qu'on ne peut s'opposer à leur écoulement naturel mais aussi qu'une fois tombées sur une parcelle elles deviennent la propriété du propriétaire du fond qui peut en jouir librement.

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

Cet article insiste sur le fait que le ruissellement vers la voie publique des eaux pluviales est permis. Il délègue donc implicitement la charge du traitement de celle-ci à la collectivité. Cependant il insiste aussi sur le fait que le propriétaire a un devoir de responsabilité sur les eaux en interdisant le déversement de celle-ci sur les fonds voisins.

La loi sur l'eau du 8 avril 1898 :

Article 8 : « L'autorité administrative est chargée de la conservation et de la police des cours d'eau non navigables et non flottables ».

Elle constitue la toute première grande loi organisant les usages de l'eau. L'état intervient ici pour réglementer leur utilisation par l'institution des ''polices de l'eau''. Face notamment aux grandes révolutions industrielles il convient de s'assurer que le développement reste en accord avec des impératifs de salubrité publique.

La loi sur l'eau du 16 décembre 1964 :

C'est la loi de référence organisant la gestion de l'eau par bassin. Elle fixe notamment des objectifs de qualité par cours d'eau dans chaque département en instituant les organismes tels que les agences et comités de bassin. Le territoire français est divisé en six grands bassins hydrographiques, qui seront pris en compte plus tard dans les SDAGE. Chacun comportant une structure consultative et un organisme exécutif. Cette loi très innovante en son temps, inspirera la directive cadre européenne de 2000.

La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 :

Cette loi relance la politique de l'eau en quasi stagnation depuis 1964. L'eau est reconnue ici comme ''patrimoine commun de la Nation''.Elle accroit aussi la compétence des communes dans la gestion des eaux : toutes les communes de plus de 2 000 habitants doivent être équipées d'un système de collecte et d'épuration des eaux résiduaires.

Cette loi marque aussi un tournant dans la manière d'appréhender le problème de l'eau. Elle instaure notamment les procédures de déclaration et d'autorisation pour les IOTA (installation, Ouvrage, Travaux et Activités) auprès des services de l'eau et des milieux aquatiques.

La loi sur l'eau du 30 décembre 2006 :

Encore appelée LEMA (Loi sur l'eau et les milieux aquatiques) elle a pour but de satisfaire les exigences fixées par la directive cadre européenne de 2000. Elle modernise l'organisation de la pêche en eau douce et améliore le service public de l'eau et de l'assainissement en préconisant un accès à l'eau pour tous avec une gestion plus transparente. La loi LEMA prend également en compte les changements climatiques dans la gestion des ressources en eau.

Le code de l'environnement :

Il regroupe tous les textes juridiques relatifs à la protection, l'utilisation et la gestion de l'environnement. Bien que les questions sur la protection de l'environnement se posent depuis longtemps, ce n'est qu'en 2000 à travers l'ordonnance 2000-914 du 18 Septembre que ce code voit le jour. Il comporte sept livres et fait mention de l'usage des eaux dans le livre II. A travers les articles L210-1, L211-1, L211-7.

-Art L210-1: « Les coûts liés à l'utilisation de l'eau, y compris les coûts pour l'environnement et les ressources elles-mêmes, sont supportés par les utilisateurs en tenant compte des conséquences sociales, environnementales et économiques ainsi que des

conditions géographiques et climatiques. ». Cet article revient sur l'implication de tous sur le devenir des eaux en précisant la participation financière des utilisateurs.

-Art L211-1 : Il revient sur une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau. En assurant notamment la lutte contre la pollution par déversement, écoulement et dépôts pouvant accroitre la dégradation des eaux. Cet article est particulièrement intéressant lorsqu'on traite d'opérations d'aménagement urbain.

-Art L211-7 : « Les collectivités territoriales et leurs groupements ainsi que les syndicats mixtes… sont habilités à utiliser les articles L. 151-36 à L. 151-40 du code rural et de la pêche maritime pour entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, actions, ouvrages ou installations …dans le cadre du schéma d'aménagement et de gestion des eaux s'il existe, et visant…la défense contre les inondations et contre la mer, la protection des eaux souterraines. ».

Le législateur donne ici aux collectivités territoriales le pouvoir de réaliser des travaux d'aménagement en vue entre autre de lutter contre les inondations et protéger les eaux souterraines.

Le code général des collectivités territoriales :

Ce code regroupe toutes les dispositions relatives au droit des collectivités territoriales. Promulgué en 1996, il comporte 6 parties. Les textes concernant le traitement des eaux pluviales sont les articles L-2224-10, L-2333-97.

L-2224-10 : « Les communes ou leurs établissements publics de coopération délimitent, après enquête publique réalisée conformément au chapitre III du titre II du livre Ier du code de l'environnement : Les zones d'assainissement collectif où elles sont tenues d'assurer la collecte des eaux usées domestiques, le stockage, l'épuration et le rejet ou la réutilisation de l'ensemble des eaux collectées ».

L-2333-97 : « La gestion des eaux pluviales urbaines correspondant à la collecte, au transport, au stockage et au traitement des eaux pluviales des aires urbaines constitue un service public administratif relevant des communes, qui peuvent instituer une taxe annuelle pour la gestion des eaux pluviales urbaines, dont le produit est affecté à son financement. Ce service est désigné sous la dénomination de service public de gestion des eaux pluviales urbaines. ».

Ces articles fixent les compétences des communes en termes de gestion des eaux. Ces dernières on la responsabilité de délimiter des zones d'assainissement collectif. Elles peuvent aussi instituer des taxes pour la gestion des eaux pluviales.

Les autres sources :

De nombreuses autres sources du droit français mettent en exergue la gestion eaux pluviales parmi lesquelles :

-Le code de l'urbanisme : Créé en 1954, il regroupe toutes les dispositions législatives et réglementaires permettant une bonne gestion de l'espace urbain. La question des eaux

pluviales étant étroitement liée à l'urbanisme, ce code comprend des articles qui encadrent l'utilisation de l'eau (Art L-123-1, Art 332-11-1, Art R-11-12).

- Le code de la santé publique : Créé en 1953 et reformé en 2000 pour la partie législative, il comprend les règles déontologiques à respecter par les professionnels de la santé. Il indique dans son article L1331-1, la possibilité par les communes de fixer des prescriptions techniques pour la réalisation des raccordements d'immeubles au réseau public de collecte des eaux pluviales.

En Europe :

Après la signature du traité de Maastricht en 1992 qui institua une union politique en Europe de nombreuses directives ont été mise en place pour obliger les états membres à prendre en compte la protection de l'environnement dans leur législation.

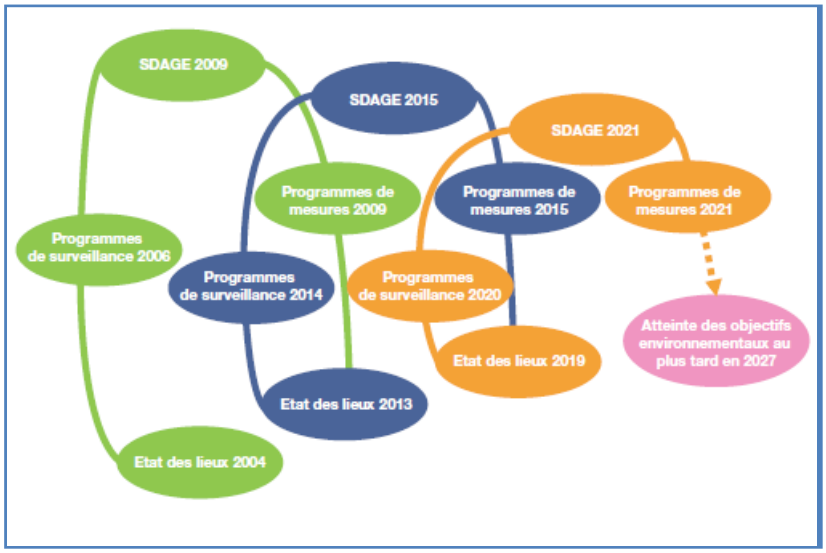
L'un des premiers textes européens traitant de la réglementation sur l'eau est la résolution du Conseil du 28 juin 1988 sur la protection de la mer du Nord et d'autres eaux de la Communauté .Ce texte faisait suite à la préoccupation des instances sur la question de la prolifération d'algues dans certaines zones de la mer du Nord et de la mer Baltique qui constituait un symptôme de grave déséquilibre écologique.

A la suite de cette résolution et considérant que la pollution due à un traitement insuffisant des eaux dans un Etat membre influence souvent les eaux d'autres Etats et que, par conséquent, une action au niveau de la Communauté s'impose, la directive 91/271/CEE a été adoptée le 21 mai 1991. Cet acte concerne la collecte, le traitement et le rejet des eaux urbaines et a pour objet de protéger l'environnement contre une détérioration due au rejet de celles-ci. Il impose notamment la mise en place de systèmes de traitement dans les pôles urbains.

Subséquemment, la question environnementale se pose de plus en plus notamment après la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement de Rio de Janeiro du 3 juin 1992.

Une gestion équitable de l'eau devient alors nécessaire en Europe. Ce besoin s'est traduit par la directive cadre sur l'eau du parlement européen (DCE) adoptée le 23 octobre 2000. Cette directive est à l'origine de la réforme du SDAGE en France. Le schéma suivant reprend les grands objectifs de la DCE. Chaque couleur correspondant à un cycle de gestion. Les dates mentionnées étant celles de l'adoption des documents par les autorités.

Objectifs visés par la DCE (source : EauFrance ,2013)



En 2007 la commission européenne adopte la directive 2007/60/CE relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, dite «Directive Inondation».Cette directive résulte du bilan désastreux causé par les inondations en Europe ces dernières années notamment les crues de l'Elbe et du Danube de février à avril 2006 .Elle met en place une méthode de travail pour permettre aux territoires exposés au risque d'inondation de travailler à réduire les conséquences négatives pour les personnes, l'activité économique, le patrimoine culturel et l'environnement.

Enfin, le 16 décembre 2008 le parlement européen adopta la directive 2008/105/CE dont une partie établie les normes de qualité environnementale (NQE) dans le domaine de l'eau, modifiant la loi cadre de 2000.Cette directive a pour but d'obtenir un bon état chimique des eaux de surface. Les états membres de l'union doivent dresser un inventaire des émissions et rejets de substances prioritaires (Benzène, pesticides cyclodiènes , plomb et ses composés etc.) situées sur leur territoire.

Extrait directive 2008/105/CE du parlement Européen et du conseil
Du 16 Décembre 2008

Normes de qualité environnementale des eaux de surface pour certaines substances prioritaires et certains polluants

Nom de la substance	**Numéro de la substance**	**Moyenne annuelle (µg/l)**	**Concentration maximale admissible (µg/l)**
Benzène	71-43-2	8	50
Plomb et ses composés	7439-92-1	7,2	sans objet
Nickel et ses composés	7440-02-0	20	sans objet
Composés du tributylétain (tributylétaincation)	36643-28-4	0,0002	0,0015
Mercure et ses composés	7439-97-6	0,05	0,07
Pesticides cyclodiènes(aldrine)	309-00-2	0,01	sans objet

Annexe 2 :

Avantages et inconvénients des techniques alternatives de gestion des EP :

✓ Les bassins d'infiltration:

Avantages	Inconvénients
Bassin en eau Préservation de la faune et de la flore locale Aspect paysager intéressant Entretien réduit Possibilité de réutiliser l'eau recueillie **Bassin sec** Aspect paysager intéressant Réalisation simple Entretien simple (tonte régulière) Possibilité d'y intégrer des aires de détentes	**Bassin en eau** Grand consommateur de surface Prolifération d'espèces non menacées et pouvant s'avérer nuisibles (moustiques, crapauds, mauvaise herbe, etc.) Risque d'abandon du bassin qui deviendrait un espace naturel sauvage **Bassin sec** Grand consommateur de surface Prolifération d'espèces non menacées et pouvant s'avérer nuisibles (moustiques, mauvaises herbes, etc.)

✓ Les structures réservoirs :

Avantages	Inconvénients
Réalimentation des cavités souterraines Dépollution des eaux recueillies par filtration Structure multifonctionnelle (voirie+stockage+infiltration) Ouvrage enterré sans impact visuel	Entretien difficile avec risques de colmatages réguliers Mise en œuvre délicate Présence d'eau sous la chaussée pouvant gêner les autres réseaux (électricité, gaz, etc.)

✓ Les tranchées drainantes :

Avantages	Inconvénients
Réalimentation des cavités souterraines Aspect paysager intéressant Peu d'emprise foncière Dépollution des eaux recueillies grâce au géotextile	Pas adaptées aux terrains très pentus Entretien régulier Risque de nuisance olfactive due à la stagnation des eaux polluées

- ✓ **Les fossés et noues :**

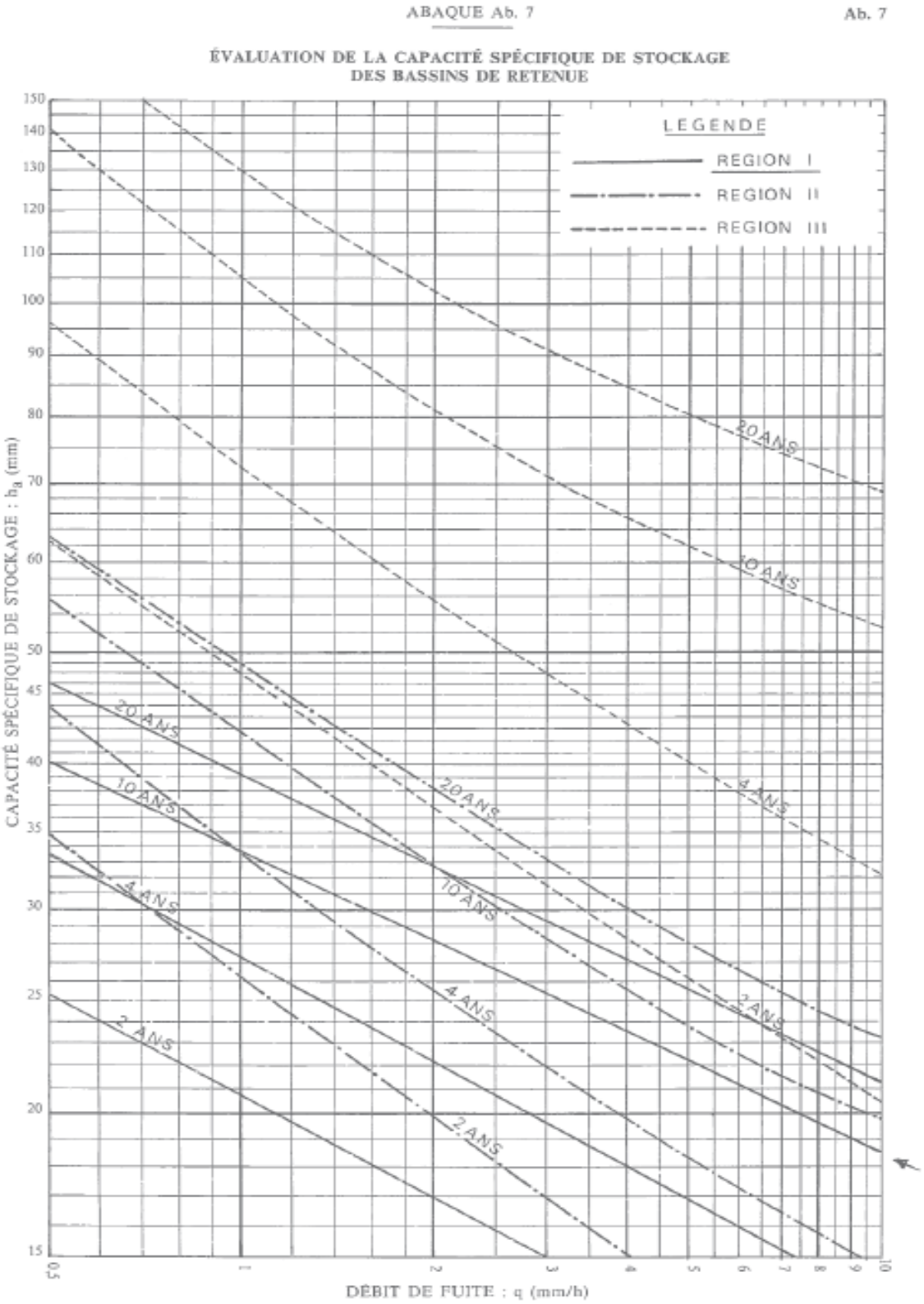
Avantages	Inconvénients
Aspect paysager intéressant Réalimentation des cavités souterraines Bonne efficacité épuratoire	Entretien régulier Emprise foncière pouvant être importante Risque de nuisance olfactive due à la stagnation des eaux polluées

- ✓ **Les toitures végétalisées stockantes :**

Avantages	Inconvénients
Aspect paysager intéressant Pas d'emprise foncière supplémentaire Amélioration des qualités énergétiques du bâtiment (isolation, gestion des eaux)	Entretien régulier dû à la végétation Ne s'intègre que sur les toits à faible pente (< 2%) Nécessite une réalisation soignée

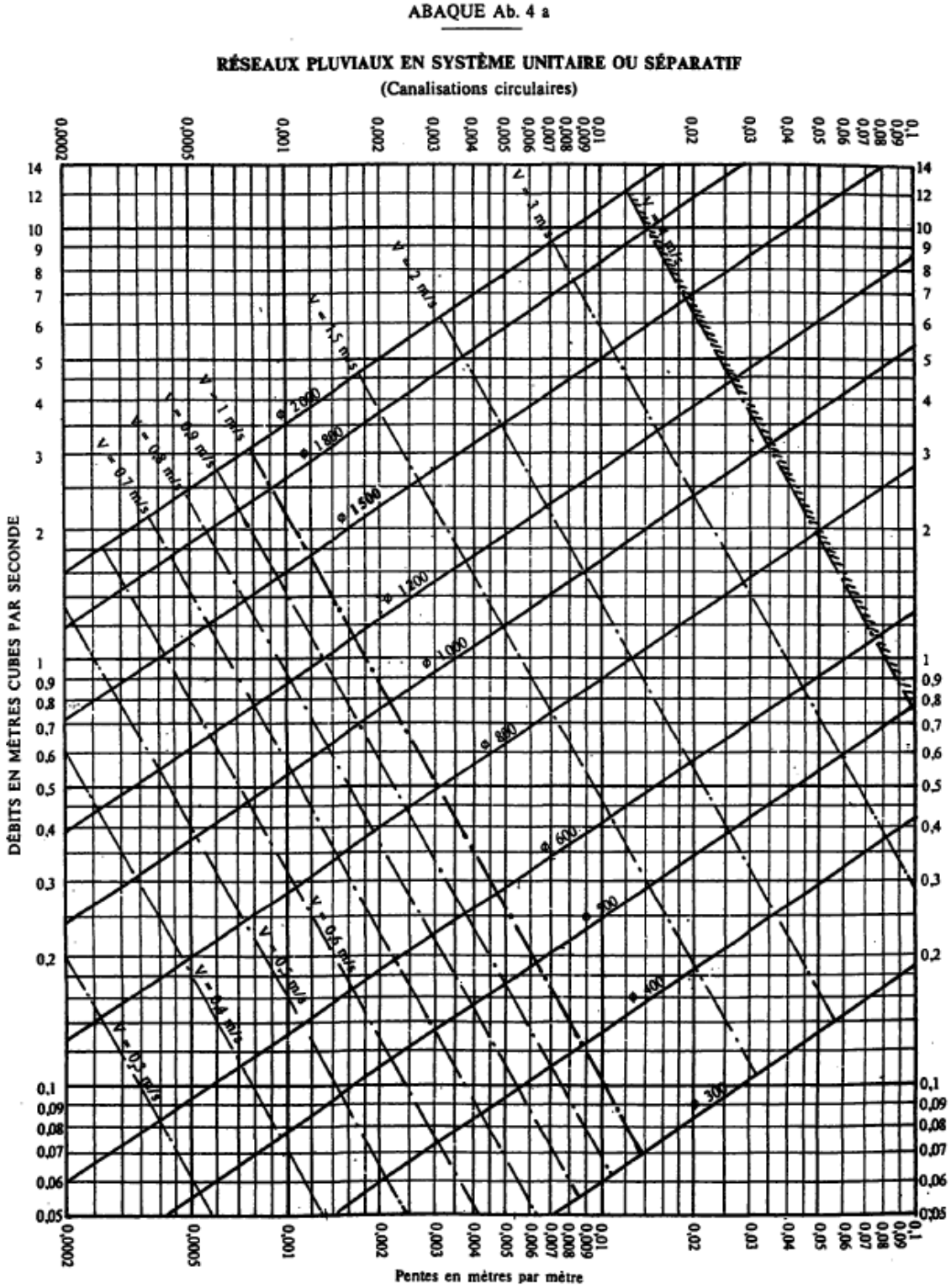
Annexe 3 :

Abaque Ab.7 de l'instruction technique de 1977



Annexe 4 :

Abaque Ab.4a de l'instruction technique de 1977

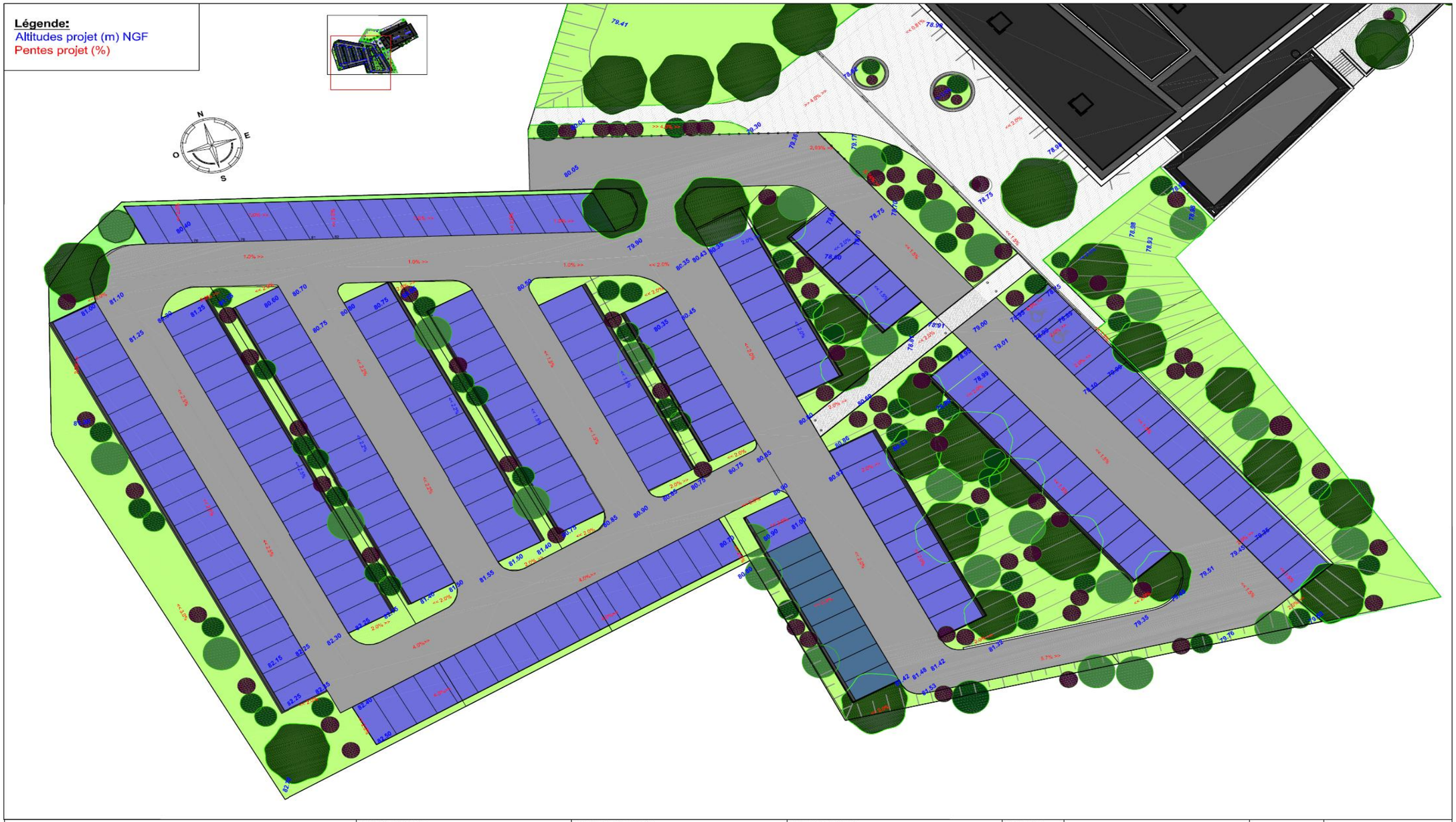


Annexe 5 :

Plan de nivellement réseau EP-Salle des fêtes de Corbeil-Essonnes (Partie Bâtiment)

Annexe 6 :

Plan de nivellement réseau EP-Salle des fêtes de Corbeil-Essonnes (Partie Parking)



Salle des fêtes CORBEIL PLAN DE NIVELLEMENT PROJET	MAITRISE D'OUVRAGE : COMMUNAUTE D'OGLOMERATION SEINE ESSONNE ROND POINT DE LA DEMI 91830 LE COUDRAY-MONTCEAUX T : 01.69.90.67.27. F:01.69.22.34.00	ARCHITECTE MANDATAIRE "François-Guilbert-Architecte" 105 Rue Lecoq 33000 Bordeaux T : 05 .56 .99. 46.87 PAYSAGISTE : TROUILLOT HERMEL PAYSAGISTES 6 Rue RenMartrenchar 33150 CENON- T : 05.56.86.77.31	BUREAU DE CONTROLE QUALICONSULT 4Rue du Bois Sauvage 91055 Evry - T : 01.60.78.35.45 BET VRD SNC LAVALIN 19 boulevard Paul Vaillant-Couturier Ivry-sur-Seine T : 01.56.20.50.00	BATIMENT : DOCUMENT : ECHELLE : DATE : EMETTEUR :	 PLAN DE NIVELLEMENT PROJET Partie Parking 1/500 06 Mai 2014 SNC LAVALIN	EPR	1/350

Annexe 7 :

Eléments de détermination du diamètre de chaque canalisation EP-Salle des fêtes de Corbeil-Essonnes (Partie bâtiment)

Caractéristiques bassin Versant :

	Surface (m^2)	Coefficient de ruissellement (C)
Toiture classique	2931.92	1
Toiture végétalisée	0	0.7
Cheminement	1055.47	0.9
Voirie Parking	0	0.9
Stationnement	0	0.4
Espaces Verts	1688.61	0.2
S.Totale/C.Pondéré	5676	0.74

Détermination du volume à évacuer vers le bassin de rétention :

	Valeur	Unité
Débit de fuite autorisé (q_f)	1	l/s/ha
Surface du bassin versant (S)	0.568	ha
Débit de fuite théorique (Q_f=q_f*S)	0.568	l/s
Coefficient de ruissellement (C)	0.74	
Surface active (Sa=C*S)	0.42	ha
Pluie à considérer d'après le PLU de Corbeil	50	$mm/m^2/h$
Intensité de pluie (i=50/1)	50	mm/h
Durée de la pluie (t=1*60)	60	min
Hauteur de pluie (h_{pluie}=i*t)	50	mm
Hauteur de fuite (h_{fuite}= (Q_f*t*360) / (Sa*60)	0.48	mm
Volume de rétention (V= (h_{pluie}-h_{fuite})*Sa*10)	**209**	m^3

Dimensionnement des trois canalisations :

	Canalisation 1		Canalisation 2		Canalisation 3	
	Surface (m^2)	C	Surface (m^2)	C	Surface (m^2)	C
Toiture classique	0	1	2662.45	1	269.47	1
Toiture végétalisée	0	0.7	0	0.7	0	0.7
Cheminement	524	0.9	283	0.9	248.47	0.9
Voirie Parking	0	0.9	0	0.9	0	0.9
Stationnement	669.37	0.4	0	0.4	0	0.4
Espaces Verts		0.2	35.98	0.2	108	0.2
S.Totale/C.Pondéré	1193.37	0.51	2981.43	0.98	625.94	0.82

	Canalisation 1	Canalisation 2	Canalisation 3
A (Surface du bassin versant) ha	0.119	0.298	0.063
C (coefficient de ruissellement)	0.51	0.98	0.82
I (pente)	0.07	0.07	0.07
Débit de pointe brute ($Q_{pb}=1.43*I^{0.29}*C^{1.2}*A^{0.78}$)$m^3/s$	0.055	0.251	0.06
L (longueur du bassin) m	91	70	108
M (coefficient correcteur=$L/\sqrt{A} > 0.8$)	2.63	1.28	4.31
Débit corrigé ($Q_c=Q_{pb}*M$) m^3/s	0.14	0.32	0.25

	Débit corrigé Qc (m3/s)	Pente Cana	Ø théo(m)	Øretenu(m) >0.3	Débit pleine section (Q_{ps})	Volume pleine section (V_{ps}) <4m/s	V0 >0.6m/s	Q_{ps}/Q_c
Cana1	0.147	0.07	0.268	**0.3**	0.201	2.84	1.56	1.37
Cana 2	0.322	0.07	0.356	**0.4**	0.443	3.53	1.94	1.38
Cana 3	0.259	0.07	0.329	**0.4**	0.443	3.53	1.94	1.71

Annexe 8 :

Eléments de détermination du diamètre de chaque canalisation EP-Salle des fêtes de Corbeil-Essonnes (Partie Parking)

Caractéristiques bassin Versant :

	Surface (m^2)	Coefficient de ruissellement (C)
Toiture classique	0	1
Toiture végétalisée	0	0.7
Cheminement	0	0.9
Voirie Parking	2370.3	0.9
Stationnement	2420.25	0.4
Espaces Verts	1626	0.2
S.Totale/C.Pondéré	6416.55	0.53

Détermination du volume à évacuer vers le bassin de rétention :

	Valeur	Unité
Débit de fuite autorisé (q_f)	1	l/s/ha
Surface du bassin versant (S)	0.642	ha
Débit de fuite théorique ($Q_f=q_f*S$)	0.642	l/s
Coefficient de ruissellement (C)	0.53	
Surface active (Sa=C*S)	0.34	ha
Pluie à considérer d'après le PLU de Corbeil	50	$mm/m^2/h$
Intensité de pluie (i=50/1)	50	mm/h
Durée de la pluie (t=1*60)	60	min
Hauteur de pluie ($h_{pluie}=i*t$)	50	mm
Hauteur de fuite ($h_{fuite}= (Q_f*t*360) / (Sa*60)$)	0.67	mm
Volume de rétention ($V= (h_{pluie}-h_{fuite})*Sa*10$)	**169**	m^3

Dimensionnement des sept canalisations :

	Canalisation 1		Canalisation 2		Canalisation 3	
	Surface (m^2)	C	Surface (m^2)	C	Surface (m^2)	C
Toiture classique	0	1	0	1	0	1
Toiture végétalisée	0	0.7	0	0.7	0	0.7
Cheminement	0	0.9	0	0.9	0	0.9
Voirie Parking	337.77	0.9	108.96	0.9	255.51	0.9
Stationnement	508.5	0.4	451.45	0.4	347.66	0.4
Espaces Verts	406.21	0.2	306.49	0.2	87.67	0.2
S.Totale/C.Pondéré	1252.48	0.47	866.9	0.39	690.84	0.56

	Canalisation 4		Canalisation 5		Canalisation 6	
	Surface (m^2)	C	Surface (m^2)	C	Surface (m^2)	C
Toiture classique	0	1	0	1	0	1
Toiture végétalisée	0	0.7	0	0.7	0	0.7
Cheminement	0	0.9	0	0.9	0	0.9
Voirie Parking	472.87	0.9	326.36	0.9	487.45	0.9
Stationnement	456.56	0.4	210.45	0.4	447.56	0.4
Espaces Verts	454.07	0.2	86.26	0.2	447.76	0.2
S.Totale/C.Pondéré	1383.5	0.51	623.07	0.63	1412.77	0.50

	Canalisation 7	
	Surface (m^2)	C
Toiture classique	0	1
Toiture végétalisée	0	0.7
Cheminement	0	0.9
Voirie Parking	163.56	0.9
Stationnement	0	0.4
Espaces Verts	23.43	0.2
S.Totale/C.Pondéré	186.99	0.81

	Canalisation 1	Canalisation 2	Canalisation 3	Canalisation 4
A (Surface du bassin versant) ha	0.125	0.087	0.069	0.138
C (coefficient de ruissellement)	0.47	0.39	0.56	0.51
I (pente)	0.07	0.07	0.07	0.07
Débit de pointe brute ($Q_{pb}=1.43*I^{0.29}*C^{1.2}*A^{0.78}$)$m^3/s$	0.052	0.031	0.040	0.062
L (longueur du bassin) m	58.37	50.06	41.16	57.99
M (coefficient correcteur=$L/\sqrt{A}$ > 0.8)	1.64	1.70	1.56	1.55
Débit corrigé ($Q_c=Q_{pb}*M$) m^3/s	0.087	0.054	0.064	0.097

	Canalisation 5	Canalisation 6	Canalisation 7
A (Surface du bassin versant) ha	0.481	0.141	0.642
C (coefficient de ruissellement)	0.50	0.50	0.66
I (pente)	0.07	0.07	0.07
Débit de pointe brute ($Q_{pb}=1.43*I^{0.29}*C^{1.2}*A^{0.78}$)$m^3/s$	0.162	0.063	0.283
L (longueur du bassin) m	64.83	74.19	25.48
M (coefficient correcteur=$L/\sqrt{A}$ > 0.8)	0.93	1.97	0.80
Débit corrigé ($Q_c=Q_{pb}*M$) m^3/s	0.152	0.124	0.226

Remarque : Les surfaces et coefficients de ruissellement considérés pour déterminer les débits des canalisations 5 et 7 tiennent compte des apports des canalisations qui s'y jettent.

	Débit corrigé Qc (m3/s)	Pente Cana	Ø théo(m)	Øretenu(m) >0.3	Débit pleine section (Q_{ps})	Volume pleine section (V_{ps}) <4m/s	V0 >0.6m/s	Q_{ps}/Q_c
Cana1	0.087	0.07	0.221	**0.3**	0.201	2.84	1.56	2.31
Cana 2	0.054	0.07	0.186	**0.3**	0.201	2.84	1.56	3.70
Cana 3	0.064	0.07	0.198	**0.3**	0.201	2.84	1.56	3.13
Cana4	0.097	0.07	0.230	**0.3**	0.201	2.84	1.56	2.07
Cana 5	0.152	0.07	0.271	**0.3**	0.201	2.84	1.56	1.32
Cana 6	0.124	0.07	0.252	**0.3**	0.201	2.84	1.56	1.61
Cana7	0.226	0.07	0.314	**0.4**	0.443	3.53	1.94	1.95

Annexe 9 :

Note de calcul des quantités des différents éléments nécessaires à la pose des canalisations EP-Salle des fêtes de Corbeil-Essonnes

Partie Bâtiment :

			Total
Diamètre (Ø) mm	300	400	
Longueur(L) m	95	117	
Largeur (l) m	1.56	1.68	
Profondeur(P) m	2	2	
Terrassement (m^3)	296.40	393.12	**689.52**
Remblai (m^3)	192.66	235.87	**428**
Remblai renforcé (m^3)	22.23	29.48	**51.71**
Enrobage (m^3)	52.56	83.58	**136.14**
Lit de pose (m^3)	22.23	29.48	**51.71**
Evacuation de terre (m^3)	103.74	157.25	**260.99**
Blindage (m^2)	380	468	**848**
Essai d'étanchéité (m^2)	95	117	**212**
Caméra(ITV) ml	95	117	**212**

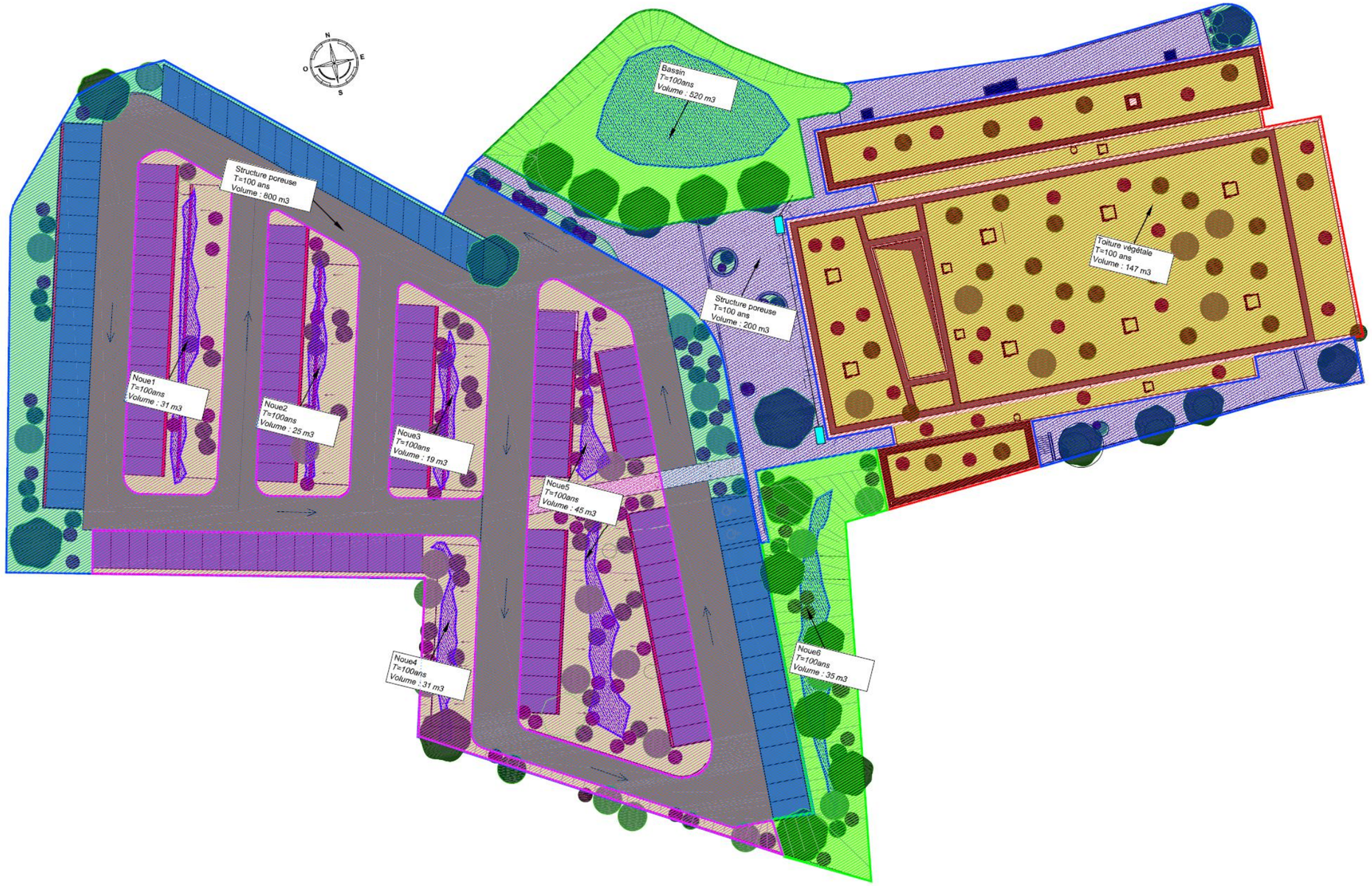
Partie Bâtiment :

			Total
Diamètre (Ø) mm	300	400	
Longueur(L) m	316	17	
Largeur (l) m	1.56	1.68	
Profondeur(P) m	2	2	
Terrassement (m^3)	985.92	57.12	**1043.04**
Remblai (m^3)	640.84	34.27	**675.12**
Remblai renforcé (m^3)	73.94	4.28	**78.23**
Enrobage (m^3)	174.85	12.14	**186.99**
Lit de pose (m^3)	73.94	4.28	**78.23**
Evacuation de terre (m^3)	345.07	22.85	**367.92**
Blindage (m^2)	1264	68	**1332**
Essai d'étanchéité (m^2)	316	17	**333**
Caméra(ITV) ml	316	17	**333**

Avec : *Remblai= Terrassement - l x L x(Ø + 0,10 + 0,30) ; Remblai Renforcé=l x L x 0,15*
Remblai Renforcé= l x L x 0,15 ; Evacuation de terre= Terrassement-Remblai
Enrobage= l x L x ((Ø + 0,1) - (pi x (Ø)^2)/4) ; Blindage=2 x P x L
Blindage=2 x P x L ; Essai d'étanchéité=L ; Caméra(ITV)=L

Annexe 10 :

Schéma directeur des eaux pluviales Projet techniques alternatives-Salle des fêtes de Corbeil-Essonnes



Salle des fêtes CORBEIL SCHEMA DIRECTEUR EAUX PLUVIALES TECHNIQUES ALTERNATIVES	MAITRISE D'OUVRAGE : COMMUNAUTE D'GGLOMERATION SEINE ESSONNE ROND POINT DE LA DEMI 91830 LE COUDRAY-MONTCEAUX T : 01.69.90.67.27. F:01.69.22.34.00	ARCHITECTE URBANISTE "François-Guilbert-Architecte" 105 Rue Lecoq 33000 Bordeaux T : 05 .56 .99. 46.87 PAYSAGISTE : TROUILLOT HERMEL PAYSAGISTES 6 Rue RenMartrenchar 33150 CENON- T : 05.56.86.77.31	BUREAU DE CONTROLE QUALICONSULT 4Rue du Bois Sauvage 91055 Evry – T : 01.60.78.35.45 BET VRD SNC LAVALIN 19 boulevard Paul Vaillant-Couturier Ivry-sur-Seine T : 01.56.20.50.00	BATIMENT : DOCUMENT : ECHELLE : DATE : EMETTEUR :	 SCHEMA DIRECTEUR - EAUX PLUVIALES 1/500 20 Mail 2014 SNC LAVALIN	EPR	1/500

Annexe 11 :

Notes de calcul des différentes techniques alternatives mises en place -Salle des fêtes de Corbeil-Essonnes

SALLE DES FETES CORBEIL ESSONNES-NOUE 1

- Surface totale du bassin versant **0,050** ha

Surface totale des zones revêtues	Surface	Coefficient de Ruissellement
* Cheminement:	0,000	0,70
* Voiries Parking :	0,000	0,70
*Stationnement	0,020	0,80
* Toit terrasses végétalisées :	0,000	0,60
TOTAL revetue	**0,020** ha	
* Terre végétale sur dalle	0,000 ha	0,60
* Voirien en pavé joint large :	0,000 ha	0,60
* Zone boisée :	0,000 ha	0,05
TOTAL	***0,020*** ha	

- Surface totale des espaces verts: 1,00 **0,030** ha

- Coefficient de ruissellement

C =(0 x 0,7 + 0 x 0,7 + 0,020416 x 0,8 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,05 + 0,03 x 1) / 0 **0,92**

- Superficie active : (0,05 ha x 0,92) **0,05** ha

- Débit de fuite du bassin de rétention : Qf: K x S x C **0,0001** m^3/s

K=10 -6 m/s C=0,5

Le volume évacué pendant le temps t est donné par la formule suivante : **V = Q X T**

La hauteur d'eau exprimée en millimètres est calculée de la manière suivante :

$$q\ (mm/h) = \frac{360 \times Q}{Sa}$$

H = Hauteur en mm

Q = Débit de fuite en m^3/s

Sa = Superficie active en hectare

Soit $q\ (mm/h) = \frac{360 \times 0{,}00015}{0{,}05} =$ **1,17** mm/h

Selon les courbes de l'abaque Ab, 7, Référence REGION I, joint en annexe à la présente note de calcul, l'écart maximal Δ H est de :

ΔH (10 ans) = **33** mm

La capacité de stockage du bassin de rétention suivant un orage d'occurrence DECENNAL sera:

V(10ans) = 10 x H x Sa

V(10ans) = 10 x 33 x 0,05 15,18 m^3

ARRONDI à : **15,20** m^3

Volume 100 ans: V(100ans)= 2*V(10 ans) **30,40** m^3

SALLE DES FETES CORBEIL ESSONNES-NOUE 2

- Surface totale du bassin versant **0,040** ha

Surface totale des zones revêtues	Surface	Coefficient de Ruissellement
* Cheminement:	0,000	0,70
* Voiries Parking :	0,000	0,70
*Stationnement	0,017	0,80
* Toit terrasses végétalisées :	0,000	0,60
TOTAL revetue	0,017 ha	
* Terre végétale sur dalle	0,000 ha	0,60
* Voirien en pavé joint large :	0,000 ha	0,60
* Zone boisée :	0,000 ha	0,05
TOTAL	*0,017* ha	

- Surface totale des espaces verts: 1,00 **0,023** ha

- Coefficient de ruissellement

C =(0 x 0,7 + 0 x 0,7 + 0,01681 x 0,8 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,05 + 0,023 x 1) / 0 **0,92**

- Superficie active : (0,04 ha x 0,92) **0,04** ha

- Débit de fuite du bassin de rétention : Qf: K x S x C **0,0001** m^3/s

K=10 -6 m/s C=0,5

Le volume évacué pendant le temps t est donné par la formule suivante : **V = Q X T**

La hauteur d'eau exprimée en millimètres est calculée de la manière suivante :

$$q\ (mm/h) = \frac{360 \times Q}{Sa}$$

H = Hauteur en mm

Q = Débit de fuite en m^3/s

Sa = Superficie active en hectare

Soit $$q\ (mm/h) = \frac{360 \times 0{,}00012}{0{,}04} =$$ **1,17** mm/h

Selon les courbes de l'abaque Ab, 7, Référence REGION I, joint en annexe à la présente note de calcul, l'écart maximal Δ H est de :

ΔH (10 ans) = **33** mm

La capacité de stockage du bassin de rétention suivant un orage d'occurrence DECENNAL sera:

V(10ans) = 10 x H x Sa

V(10ans) = 10 x 33 x 0,04 12,14 m^3

ARRONDI à : **12,20** m^3

Volume 100 ans: V(100ans)= 2*V(10 ans) **24,40** m^3

SALLE DES FETES CORBEIL ESSONNES-NOUE 3

- Surface totale du bassin versant **0,030** ha

Surface totale des zones revêtues	Surface	Coefficient de Ruissellement
* Cheminement:	0,000	0,70
* Voiries Parking :	0,000	0,70
*Stationnement	0,012	0,80
* Toit terrasses végétalisées :	0,000	0,60
TOTAL revetue	0,012 ha	
* Terre végétale sur dalle	0,000 ha	0,60
* Voirien en pavé joint large :	0,000 ha	0,60
* Zone boisée :	0,000 ha	0,05
TOTAL	*0,012* ha	

- Surface totale des espaces verts: 1,00 **0,018** ha

- Coefficient de ruissellement

C =(0 x 0,7 + 0 x 0,7 + 0,012003 x 0,8 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,05 + 0,018 x 1) / **0,92**

- Superficie active : (0,03 ha x 0,92) **0,03** ha

- Débit de fuite du bassin de rétention : Qf: K x S x C **0,0001** m^3/s

K=10 -6 m/s C=0,5

Le volume évacué pendant le temps t est donné par la formule suivante : **V = Q X T**

La hauteur d'eau exprimée en millimètres est calculée de la manière suivante :

$$q\ (mm/h) = \frac{360 \times Q}{Sa}$$

H = Hauteur en mm

Q = Débit de fuite en m^3/s

Sa = Superficie active en hectare

Soit $$q\ (mm/h) = \frac{360 \times 0{,}00009}{0{,}03} =$$ **1,16** mm/h

Selon les courbes de l'abaque Ab, 7, Référence REGION I, joint en annexe à la présente note de calcul, l'écart maximal Δ H est de :

ΔH (10 ans) = **33** mm

La capacité de stockage du bassin de rétention suivant un orage d'occurrence DECENNAL sera:

V(10ans) = 10 x H x Sa

V(10ans) = 10 x 33 x 0,03 **9,11** m^3

ARRONDI à : **9,20** m^3

Volume 100 ans: V(100ans)= 2*V(10 ans) **18,40** m^3

SALLE DES FETES CORBEIL ESSONNES-NOUE 4

- Surface totale du bassin versant **0,050** ha

Surface totale des zones revêtues	Surface	Coefficient de Ruissellement
* Cheminement:	0,000	0,70
* Voiries Parking :	0,000	0,70
*Stationnement	0,022	0,80
* Toit terrasses végétalisées :	0,000	0,60
TOTAL revetue	0,022 ha	
* Terre végétale sur dalle	0,000 ha	0,60
* Voirien en pavé joint large :	0,000 ha	0,60
* Zone boisée :	0,000 ha	0,05
TOTAL	0,022 ha	

- Surface totale des espaces verts: 1,00 **0,028** ha

- Coefficient de ruissellement

C =(0 x 0,7 + 0 x 0,7 + 0,021583 x 0,8 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,05 + 0,028 x 1) / **0,91**

- Superficie active : (0,05 ha x 0,91) **0,05** ha

- Débit de fuite du bassin de rétention : Qf: K x S x C **0,0001** m^3/s

K=10 -6 m/s C=0,5

Le volume évacué pendant le temps t est donné par la formule suivante : **V = Q X T**

La hauteur d'eau exprimée en millimètres est calculée de la manière suivante :

$$q\ (mm/h) = \frac{360 \times Q}{Sa}$$

H = Hauteur en mm

Q = Débit de fuite en m^3/s

Sa = Superficie active en hectare

Soit $$q\ (mm/h) = \frac{360 \times 0{,}00014}{0{,}05} =$$ **1,10** mm/h

Selon les courbes de l'abaque Ab, 7, Référence REGION I, joint en annexe à la présente note de calcul, l'écart maximal Δ H est de :

ΔH (10 ans) = **34** mm

La capacité de stockage du bassin de rétention suivant un orage d'occurrence DECENNAL sera:

V(10ans) = 10 x H x Sa

V(10ans) = 10 x 34 x 0,05 15,47 m^3

ARRONDI à : **15,50** m^3

Volume 100 ans: V(100ans)= 2*V(10 ans) **31,00** m^3

SALLE DES FETES CORBEIL ESSONNES-NOUE 5

- Surface totale du bassin versant **0,073** ha

Surface totale des zones revêtues	Surface	Coefficient de Ruissellement
* Cheminement:	0,000	0,70
* Voiries Parking :	0,000	0,70
*Stationnement	0,030	0,80
* Toit terrasses végétalisées :	0,000	0,60
TOTAL revetue	0,030 ha	
* Terre végétale sur dalle	0,000 ha	0,60
* Voirien en pavé joint large :	0,000 ha	0,60
* Zone boisée :	0,000 ha	0,05
TOTAL	*0,030* ha	

- Surface totale des espaces verts: 1,00 **0,043** ha

- Coefficient de ruissellement

C =(0 x 0,7 + 0 x 0,7 + 0,029523 x 0,8 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,05 + 0,043 x 1) / **0,92**

- Superficie active : (0,073 ha x 0,92) **0,07** ha

- Débit de fuite du bassin de rétention : Qf: K x S x C **0,0002** m^3/s

K=10 -6 m/s C=0,5

Le volume évacué pendant le temps t est donné par la formule suivante : **V = Q X T**

La hauteur d'eau exprimée en millimètres est calculée de la manière suivante :

$$q\ (mm/h) = \frac{360 \times Q}{Sa}$$

H = Hauteur en mm

Q = Débit de fuite en m^3/s

Sa = Superficie active en hectare

Soit $$q\ (mm/h) = \frac{360 \times 0{,}00022}{0{,}07} =$$ **1,18** mm/h

Selon les courbes de l'abaque Ab, 7, Référence REGION I, joint en annexe à la présente note de calcul, l'écart maximal Δ H est de :

ΔH (10 ans) = **33** mm

La capacité de stockage du bassin de rétention suivant un orage d'occurrence DECENNAL sera:

V(10ans) = 10 x H x Sa

V(10ans) = 10 x 33 x 0,07 22,16 m^3

ARRONDI à : **22,20** m^3

Volume 100 ans: V(100ans)= 2*V(10 ans) **44,40** m^3

CORBEIL ESSONNES-CHAUSSEE RESERVOIR-PARKING

- Surface totale du bassin versant **0,399** ha

Surface totale des zones revêtues	Surface	Coefficient de Ruissellement
* Cheminement:	0,000	0,70
* Voiries Parking :	0,237	1,00
*Stationnement	0,086	0,90
* Toit terrasses végétalisées :	0,000	0,60
TOTAL revetue	0,323 ha	
* Terre végétale sur dalle	0,000 ha	0,60
* Voirien en pavé joint large :	0,000 ha	0,60
* Zone boisée :	0,000 ha	0,05
TOTAL	*0,323* ha	

- Surface totale des espaces verts: 0,20 **0,075** ha

- Coefficient de ruissellement

C =(0 x 0,7 + 0,237001 x 1 + 0,086467 x 0,9 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,05 + 0,075 x 0,2) / 0,399 **0,83**

- Superficie active : (0,399 ha x 0,83) **0,33** ha

- Débit de fuite du bassin de rétention : Qf: K x S x C **0,001** m^3/s

K=10 -6 m/s C=0,5

Le volume évacué pendant le temps t est donné par la formule suivante : **V = Q X T**

La hauteur d'eau exprimée en millimètres est calculée de la manière suivante :

$$q\ (mm/h) = \frac{360 \times Q}{Sa}$$

H = Hauteur en mm
Q = Débit de fuite en m^3/s
Sa = Superficie active en hectare

Soit $q\ (mm/h) = \frac{360 \times 0{,}001}{0{,}33} =$ 1,09 mm/h

Selon les courbes de l'abaque Ab, 7, Référence REGION I, joint en annexe à la présente note de calcul, l'écart maximal Δ H est de :

ΔH (10 ans) = **34** mm

La capacité de stockage du bassin de rétention suivant un orage d'occurrence DECENNAL sera:

V(10ans) = 10 x H x Sa
V(10ans) = 10 x 34 x 0,33 112,60 m^3

ARRONDI à : **120,00** m^3

Volume 100 ans: V(100ans)= 2*V(10 ans) **240,00** m^3

Volume total: V100/0,3 **800,00** m^3
Hauteur de la structure : **0,34** m

CORBEIL ESSONE-CHAUSSEE RESERVOIR BATIMENT

- Surface totale du bassin versant **0,130** ha

Surface totale des zones revêtues	Surface	Coefficient de Ruissellement
* Cheminement:	0,106	1,00
* Voiries Parking :	0,000	0,70
*Stationnement	0,000	0,80
* Toit terrasses végétalisées :	0,000	0,60
TOTAL revetue	0,106 ha	
* Terre végétale sur dalle	0,000 ha	0,60
* Voirien en pavé joint large :	0,000 ha	0,60
* Zone boisée :	0,000 ha	0,05
TOTAL	*0,106* ha	

- Surface totale des espaces verts: 0,20 **0,025** ha

- Coefficient de ruissellement

C =(0,105547 x 1 + 0 x 0,7 + 0 x 0,8 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,05 + 0,025 x 0,2) / **0,85**

- Superficie active : (0,13 ha x 0,85) **0,11** ha

- Débit de fuite du bassin de rétention : Qf: K x S x C **0,001** m^3/s

K=10 -6 m/s C=0,5

Le volume évacué pendant le temps t est donné par la formule suivante : **V = Q X T**

La hauteur d'eau exprimée en millimètres est calculée de la manière suivante :

$$q\ (mm/h) = \frac{360 \times Q}{Sa}$$

H = Hauteur en mm
Q = Débit de fuite en m^3/s
Sa = Superficie active en hectare

Soit $$q\ (mm/h) = \frac{360 \times 0{,}001}{0{,}11} =$$ 3,27 mm/h

Selon les courbes de l'abaque Ab, 7, Référence REGION I, joint en annexe à la présente note de calcul, l'écart maximal Δ H est de :

ΔH (10 ans) = **25** mm

La capacité de stockage du bassin de rétention suivant un orage d'occurrence DECENNAL sera:

V(10ans) = 10 x H x Sa
V(10ans) = 10 x 25 x 0,11 27,63 m^3

ARRONDI à : **30,00** m^3

Volume 100 ans: V(100ans)= 2*V(10 ans) **60,00** m^3

Volume total: V100/0,3 **200,00** m^3
Hauteur de la structure : **0,19** m

SALLE DES FETES CORBEIL ESSONNES-NOUE 6

- Surface totale du bassin versant **0,057** ha

Surface totale des zones revêtues	Surface	Coefficient de Ruissellement
* Cheminement:	0,000	0,70
* Voiries Parking :	0,000	0,70
*Stationnement	0,000	0,80
* Toit terrasses végétalisées :	0,000	0,60
TOTAL revetue	0,000 ha	
* Terre végétale sur dalle	0,000 ha	0,60
* Voirien en pavé joint large :	0,000 ha	0,60
* Zone boisée :	0,000 ha	0,05
TOTAL	*0,000* ha	

- Surface totale des espaces verts: 1,00 **0,057** ha

- Coefficient de ruissellement

C =(0 x 0,7 + 0 x 0,7 + 0 x 0,8 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,6 + 0 x 0,05 + 0,057 x 1) / 0,057 **1,00**

- Superficie active : (0,057 ha x 1) **0,06** ha

- Débit de fuite du bassin de rétention : Qf: K x S x C **0,0003** m^3/s

K=10 -6 m/s C=0,5

Le volume évacué pendant le temps t est donné par la formule suivante : **V = Q X T**

La hauteur d'eau exprimée en millimètres est calculée de la manière suivante :

$$q\ (mm/h) = \frac{360 \times Q}{Sa}$$

H = Hauteur en mm

Q = Débit de fuite en m^3/s

Sa = Superficie active en hectare

Soit $$q\ (mm/h) = \frac{360 \times 0{,}00028}{0{,}06} =$$ 1,77 mm/h

Selon les courbes de l'abaque Ab, 7, Référence REGION I, joint en annexe à la présente note de calcul, l'écart maximal Δ H est de :

ΔH (10 ans) = **30** mm

La capacité de stockage du bassin de rétention suivant un orage d'occurrence DECENNAL sera:

V(10ans) = 10 x H x Sa

V(10ans) = 10 x 30 x 0,06 17,10 m^3

ARRONDI à : **17,10** m^3

Volume 100 ans: V(100ans)= 2*V(10 ans) **34,20** m^3

Annexe 12 :

Résultats de l'enquête de Nicolas LUTZ sur l'utilisation des techniques alternatives

Source : Mémoire PFE Nicolas LUTZ, *Etude des techniques alternative de gestion des eaux pluviales et usées en aménagement*, INSA Strasbourg, 2010.

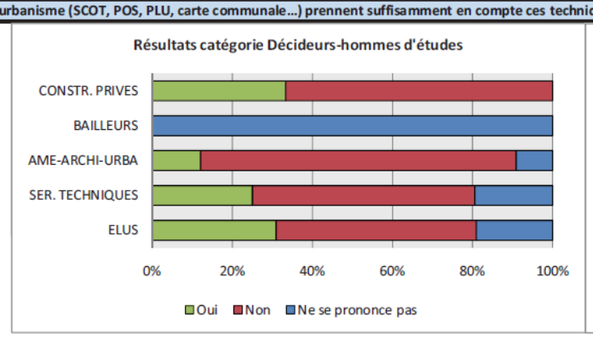
	Citoyens		
	Voix	***Votes***	***%***
Parmi les techniques alternatives de gestion des EP suivantes lesquelles connaissez-vous ?			
Les bassins secs et en eau	*50*	*148*	*34%*
Les structures réservoir	*37*	*148*	*25%*
Les fossés et noues	*66*	*148*	*45%*
Les toits stockants végétalisés	*108*	*148*	*73%*
Aucune	*3*	*148*	*2%*

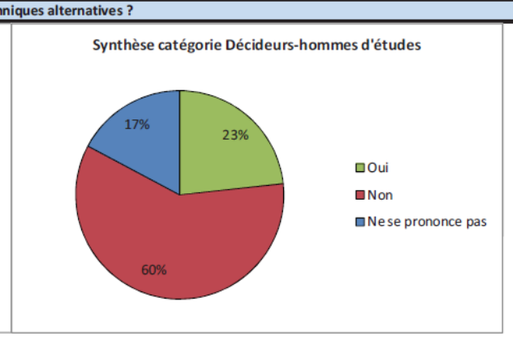
	Elus			***AME-ARCHI-URBA***		
	Voix	***Votes***	***%***	***Voix***	***Votes***	***%***
Quelle est la fréquence d'utilisation des techniques alternatives dans vos projets d'aménagement ?						
Fréquemment	*8*	*42*	*19%*	*20*	*33*	*61%*
Occasionnellement	*19*	*42*	*45%*	*12*	*33*	*36%*
Jamais	*15*	*42*	*36%*	*1*	*33*	*3%*

	Citoyens		
	Voix	***Votes***	***%***
Pensez-vous que les techniques alternatives soient suffisamment mises en valeur (publicité, information sur l'utilité etc.) dans les projets urbains ?			
Oui	*13*	*148*	*9%*
Non	*126*	*148*	*85%*
Ne se prononce pas	*13*	*148*	*9%*

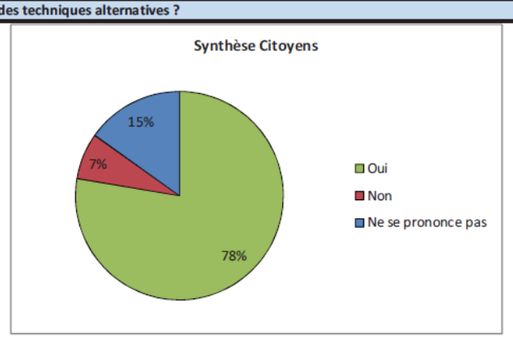
	Citoyens		
	Voix	***Votes***	***%***
Etes-vous favorables à l'utilisation des techniques alternatives dans les projets urbains ?			
Oui	*139*	*148*	*94%*
Non	*0*	*148*	*0%*
Ne se prononce pas	*10*	*148*	*7%*

Pensez-vous que les règlements d'urbanisme (SCOT, POS, PLU, carte communale…) prennent suffisamment en compte ces techniques alternatives ?

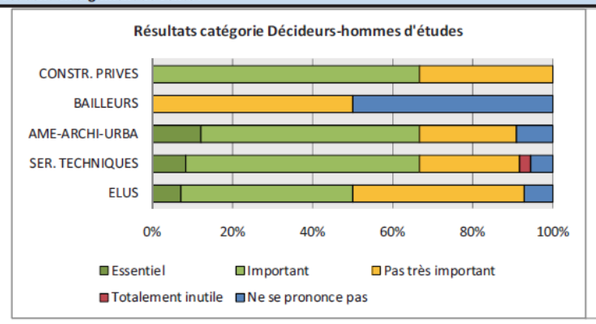


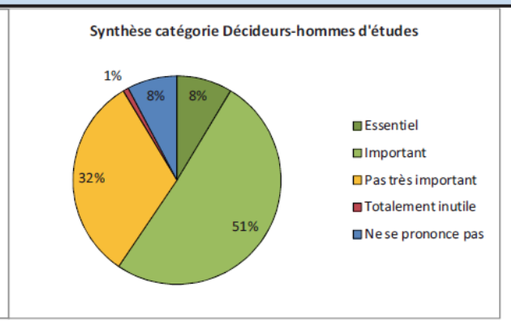


Aimeriez-vous vivre dans un aménagement (lotissement, ZAC, éco-quartier…) intégrant des techniques alternatives ?

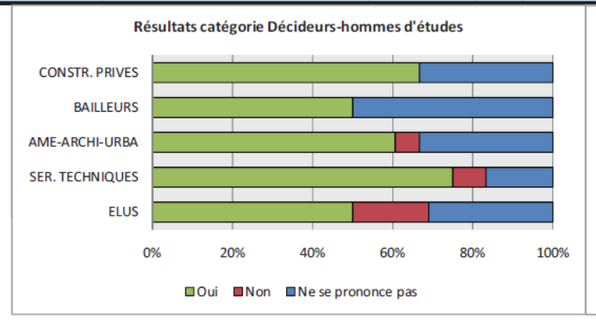


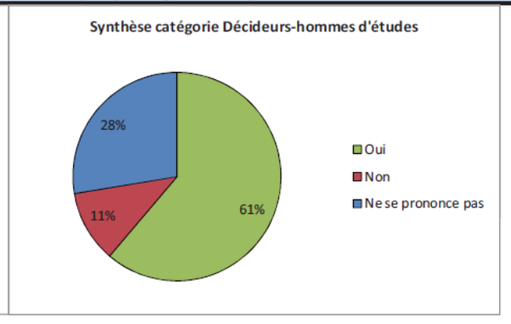
Pour vous, les techniques alternatives sont un argument de vente :





A choisir, préférez-vous consacrer une certaine emprise dédiée à la mise en oeuvre de techniques alternatives plutôt que d'utiliser cette emprise pour augmenter la superficie des terrains commercialisables ?





Annexe 13 :

Aide au choix d'une technique alternative

Source : *Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement*, Communauté urbaine du Grand Toulouse, 2009.

		Bassin de rétention			Surdimension--nement de réseau	Structure réservoir		Tranchée	Bassin d' infiltration	Puits d' infiltration	Noue et fossé	Toit stockant
		sec	en eau	enterré		Matériaux naturels	Matériaux préfabriqués					
Intégration Implantation	Valorisation dans le paysage	+++	+++	0	0	0	0	+	+++	+	+++	++
	Milieux d'implantation[1]	tous sauf urbain dense	tous sauf urbain dense	tous	péri-urbain / urbain dense	tous	tous	tous	tous sauf urbain dense	tous	tous sauf urbain dense	tous (fct° du P.L.U. ou P.O.S.)
	Topographie du terrain	plat	plat	plat	définie sa position[2]	plat	plat	définie sa position[2]	plat	pas d'influence	définie leur position[2]	pas d' influence
	Emprise foncière[3]	+++	+++	+	+	+	+	++	+++	+	++	0
	Encombrement du sous-sol	0	0	+++	+++	+++	+++	+	0	+	0	0
	Plurifonctionnalité	+++	+++	+	0	+	+	+	++	++	++	+
Réalisation Entretien	Fonctionnement[4]	rét.	rét.	rét.	rét.	rét. et/ou inf.	rét. et/ou inf.	rét. et/ou inf.	inf.[5]	inf.	rét. et/ou inf.	rét.
	Difficulté de réalisation	0	+	+++[6]	+	++	+	++	+	++	0	+++
	Attention portée à la réalisation	+	++	+++	++	+++	++	++	++	++	+	+++
	Difficulté d'entretien	0	++	++	+	+++	+++	++	+	++	noue : 0 fossé : +	++

1 : milieu rural, péri-urbain et urbain (dense).

2 : sur un terrain pentu, les tranchées, les réseaux surdimensionnés, les fossés et les noues doivent être positionnés perpendiculairement à la pente.

3 : elle dépend du dimensionnement de l'ouvrage.

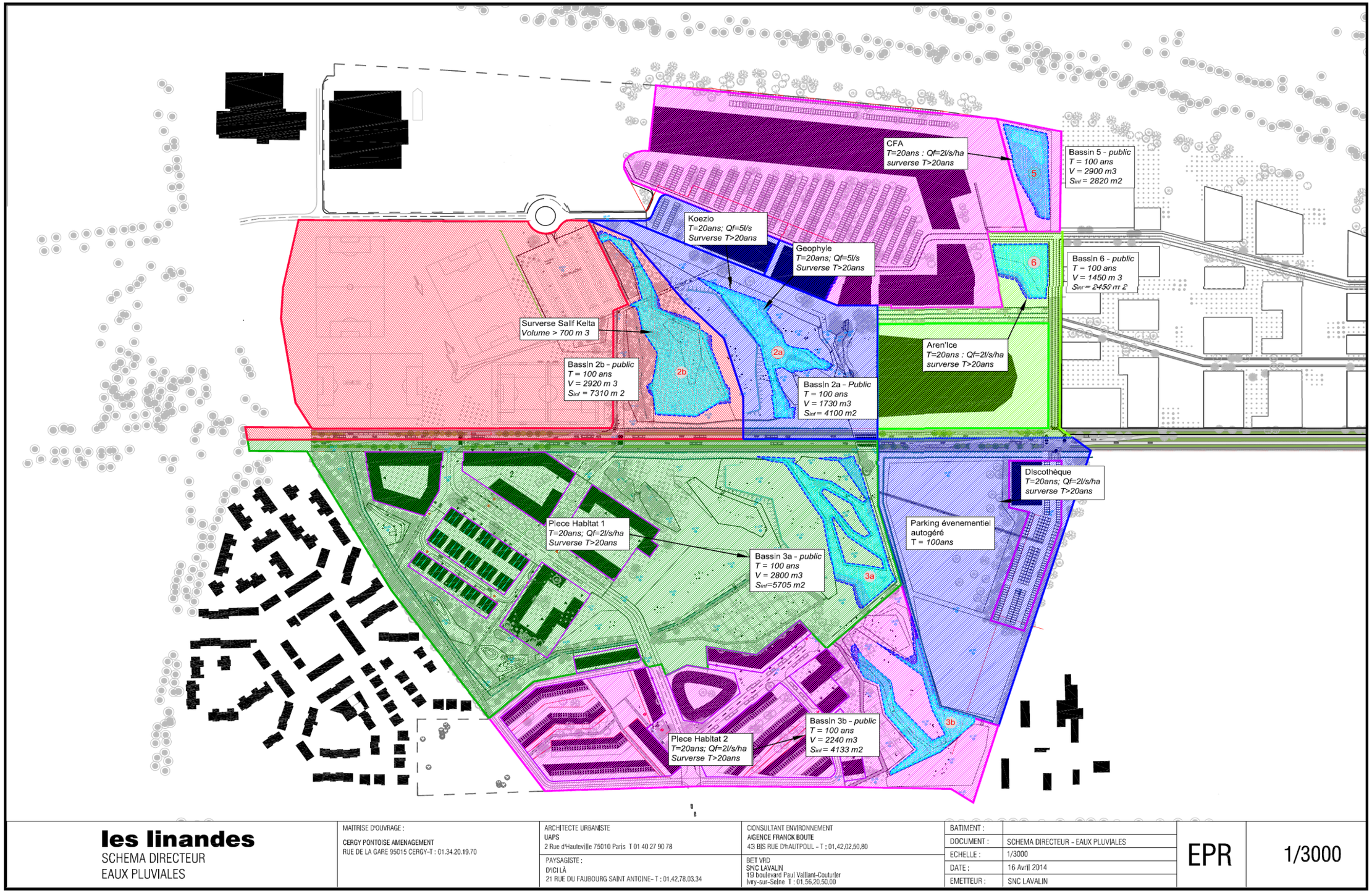
4 : le fonctionnement correspond à de la rétention (rét.) et/ou à de l'infiltration (inf.). L'infiltration des eaux pluviales est réalisable si la perméabilité du sol est suffisante.

5 : un bassin d'infiltration peut également fonctionner en rétention et infiltration

6 : sauf pour les matériaux préfabriqués.

Annexe 14 :

Schéma directeur des eaux pluviales-ZAC des Linandes



Annexe 15:

Quelques Notes de calcul des techniques alternatives mises en place -ZAC des Linandes

NOTE DE CALCUL - RETENTION - INFILTRATION - Bassin 2a - T = 50 ANS

Pluie de référence

Durée de retour	T =	50	ans
Station météo de référence		Eaubonne	

Coefficients de Montana		t = 6min à 2h	t = 2h à 24h
	a =	20,372	7,445
	b =	0,859	0,661

Caractéristique du bassin versant

				C
Surface totale du bassin versant	S =	3,00	ha	
	$S_{Espace\ Vert}$ =	15398	m2	0,2
	$S_{Boucles\ ZC+AI}$ =	10832	m2	0,9
	S_{Bassin} =	3770	m2	1

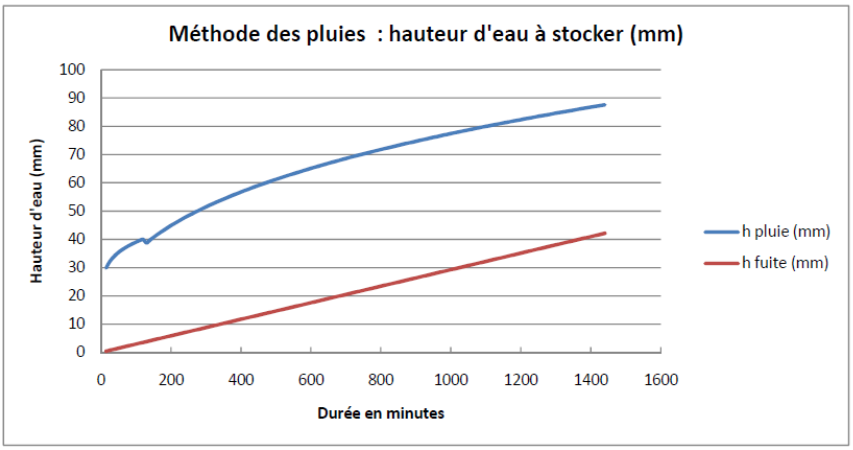
Coefficient de ruissellement	C =	0,55	
Surface active	Sa =	1,66	ha

Caractéristique du bassin d'infiltration

Perméabilité du sol	K =	4,3E-06	m/s	*S5 : k = 4,3E-06 m/s*
S miroir du bassin	S_{miroir} =	3770	m2	
Coefficient de sécurité	C =	0,5		
Débit de fuite infiltré	Qf = K x S_{miroir}	8,1E-03	m3/s	

Calcul du volume total à stocker d'après la méthode des pluies

Débit de fuite infiltré	Qf =	8,11	l/s
Hauteur d'eau maxi à stocker	h maxi =	48	mm
Volume utile à stocker	V =	810	m3
Vapport Geophyle	V =	250	m3
Vapport Koezio	V =	350	m3
V total	V =	1410	m3
Temps de vidange	T =	48,32	h



NOTE DE CALCUL - RETENTION - INFILTRATION - Bassin 2a - T = 100 ANS

Pluie de référence

Durée de retour	T =	100	ans
Station météo de référence		Eaubonne	

Coefficients de Montana		t = 6min à 2h	t = 2h à 24h
	a =	35,46	6,157
	b =	0,966	0,613

Caractéristique du bassin versant

				C
Surface totale du bassin versant	S =	3,00	ha	
	$S_{Espace\ Vert}$ =	15065	m2	0,2
	$S_{Boucles\ ZC+AI}$ =	10832	m2	0,9
	S_{Bassin} =	4103	m2	1

Coefficient de ruissellement	C =	0,56	
Surface active	Sa =	1,69	ha

Caractéristique du bassin d'infiltration

Perméabilité du sol	K =	4,3E-06	m/s	*S5 : k = 4,3E-06 m/s*
S miroir du bassin	S_{miroir} =	4103	m2	
Coefficient de sécurité	C =	0,5		
Débit de fuite infiltré	Qf = K x S_{miroir}	8,8E-03	m3/s	

Calcul du volume total à stocker d'après la méthode des pluies

Débit de fuite infiltré	Qf =	8,82	l/s
Hauteur d'eau maxi à stocker	h maxi =	58	mm
Volume utile à stocker	V =	980	m3
Vapport Geophyle	V =	310	m3
Vapport Koezio	V =	440	m3
V total	V =	1730	m3
Temps de vidange	T =	54,48	h
Vévacué en 24h	V =	762	m3

NOTE DE CALCUL - RETENTION - INFILTRATION - Bassin 2b - T = 50 ANS

Pluie de référence

Durée de retour	T =	50	ans
Station météo de référence		Eaubonne	

Coefficients de Montana		t = 6min à 2h	t = 2h à 24h
	a =	20,372	7,445
	b =	0,859	0,661

Caractéristique du bassin versant

				C
Surface totale du bassin versant	S =	2,70	ha	
	$S_{Parking}$ =	7991	m2	0,9
	$S_{Espace\ Vert}$ =	12424	m2	0,2
	S_{Bassin} =	6585	m2	1

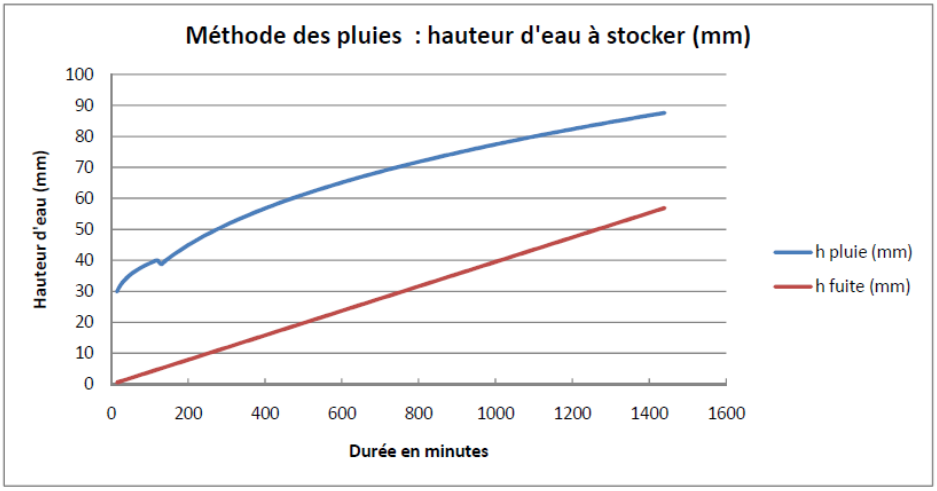
Coefficient de ruissellement	C =	0,80	
Surface active	Sa =	2,15	ha

Caractéristique du bassin d'infiltration

Perméabilité du sol	K =	4,3E-06	m/s	*S5 : k = 4,3E-06 m/s*
S miroir du bassin	S_{miroir} =	6585	m2	
Coefficient de sécurité	C =	0,5		
Débit de fuite infiltré	Qf = K x S_{miroir}	1,4E-02	m3/s	

Calcul du volume total à stocker d'après la méthode des pluies

Débit de fuite infiltré	Qf =	14,16	l/s
Hauteur d'eau maxi à stocker	h maxi =	41	mm
Volume utile à stocker	V =	900	m3
Vapport Hub Sportif	V =	850	m3
V total	V =	1750	m3
Temps de vidange	T =	34,34	h



NOTE DE CALCUL - RETENTION - INFILTRATION - Bassin 2b - T = 100 ANS

Pluie de référence

Durée de retour	T =	100	ans
Station météo de référence		Eaubonne	

Coefficients de Montana		t = 6min à 2h	t = 2h à 24h
	a =	35,46	6,157
	b =	0,966	0,613

Caractéristique du bassin versant

				C
Surface totale du bassin versant	S =	2,70	ha	
	$S_{Parking}$ =	7991	m2	0,9
	$S_{Espace\ Vert}$ =	11700	m2	0,2
	S_{Bassin} =	7309	m2	1

Coefficient de ruissellement	C =	0,86	
Surface active	Sa =	2,31	ha

Caractéristique du bassin d'infiltration

Perméabilité du sol	K =	4,3E-06	m/s	*S5 : k = 4,3E-06 m/s*
S miroir du bassin	S_{miroir} =	7309	m2	
Coefficient de sécurité	C =	0,5		
Débit de fuite infiltré	Qf = K x S_{miroir}	1,6E-02	m3/s	

Calcul du volume total à stocker d'après la méthode des pluies

Débit de fuite infiltré	Qf =	15,71	l/s
Hauteur d'eau maxi à stocker	h maxi =	49	mm
Volume utile à stocker	V =	**1140**	m3
V Hub Sportif 100 ans	V =	2480	m3
V Hub Sportif existant	V =	700	m3
V apport Hub Sportif	V =	**1780**	m3
V total	V =	**2920**	m3
Temps de vidange	T =	51,62	h

NOTE DE CALCUL - RETENTION - INFILTRATION - Bassin 3a Logements 1 - T = 50 ANS

Pluie de référence

Durée de retour	T =	50	ans
Station météo de référence		Eaubonne	

Coefficients de Montana		t = 6min à 2h	t = 2h à 24h
	a =	20,372	7,445
	b =	0,859	0,661

Caractéristique du bassin versant

				C
Surface totale du bassin versant	S =	5,69	ha	
	S_{Voirie} =	2460	m2	0,9
	$S_{Espace\ Vert}$ =	49362	m2	0,2
	S_{Bassin} =	5028	m2	1

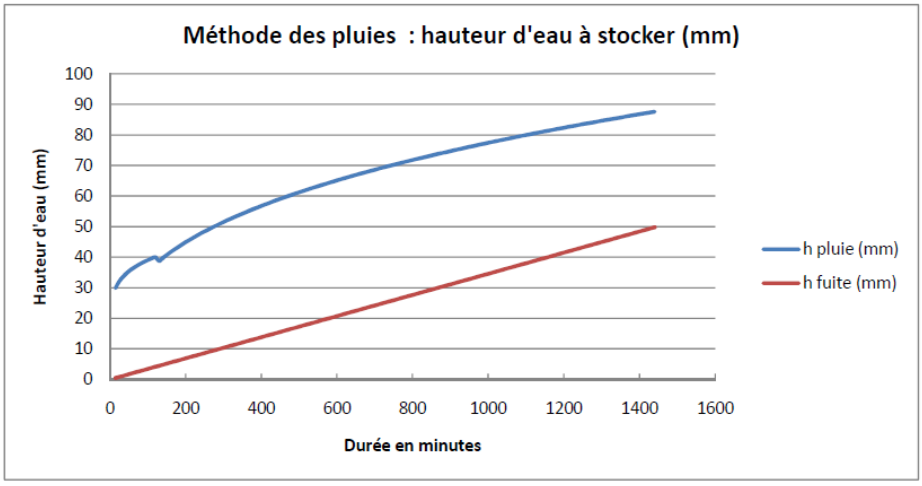
Coefficient de ruissellement	C =	0,33	
Surface active	Sa =	1,88	ha

Caractéristique du bassin d'infiltration

Perméabilité du sol	K =	4,3E-06	m/s	*S5 : k = 4,3E-06 m/s*
S miroir du bassin	S_{miroir} =	5028	m2	
Coefficient de sécurité	C =	0,5		
Débit de fuite infiltré	Qf = K x S_{miroir}	1,1E-02	m3/s	

Calcul du volume total à stocker d'après la méthode des pluies

Débit de fuite infiltré	Qf =	10,81	l/s
Hauteur d'eau maxi à stocker	h maxi =	44	mm
Volume utile à stocker	V =	840	m3
Vapport Logements 1	V =	1150	m3
V total	V =	1990	m3
Temps de vidange	T =	51,13	h



NOTE DE CALCUL - RETENTION - INFILTRATION - Bassin 3a Logements 1 - T = 100 ANS

Pluie de référence

Durée de retour	T =	100	ans
Station météo de référence		Eaubonne	

Coefficients de Montana		t = 6min à 2h	t = 2h à 24h
	a =	35,46	6,157
	b =	0,966	0,613

Caractéristique du bassin versant

				C
Surface totale du bassin versant	S =	5,69	ha	
	S_{Voirie} =	2460	m2	0,9
	$S_{Espace\ Vert}$ =	48685	m2	0,2
	S_{Bassin} =	5705	m2	1

Coefficient de ruissellement	C =	0,35	
Surface active	Sa =	1,96	ha

Caractéristique du bassin d'infiltration

Perméabilité du sol	K =	4,3E-06	m/s	*S5 : k = 4,3E-06 m/s*
S miroir du bassin	S_{miroir} =	5705	m2	
Coefficient de sécurité	C =	0,5		
Débit de fuite infiltré	Qf = K x S_{miroir}	1,2E-02	m3/s	

Calcul du volume total à stocker d'après la méthode des pluies

Débit de fuite infiltré	Qf =	12,27	l/s
Hauteur d'eau maxi à stocker	h maxi =	52	mm
Volume utile à stocker	V =	**1020**	m3
V apport Logements 1	V =	**1780**	m3
V total	V =	**2800**	m3
Temps de vidange	T =	63,41	h

NOTE DE CALCUL - RETENTION - INFILTRATION - Bassin 3b Logements 2 - T = 50 ANS

Pluie de référence

Durée de retour	T =	50	ans
Station météo de référence		Eaubonne	

Coefficients de Montana		t = 6min à 2h	t = 2h à 24h
	a =	20,372	7,445
	b =	0,859	0,661

Caractéristique du bassin versant

				C
Surface totale du bassin versant	S =	2,08	ha	
	S_{Voirie} =	0	m2	0,9
	$S_{Espace\ Vert}$ =	17374	m2	0,2
	S_{Bassin} =	3441	m2	1

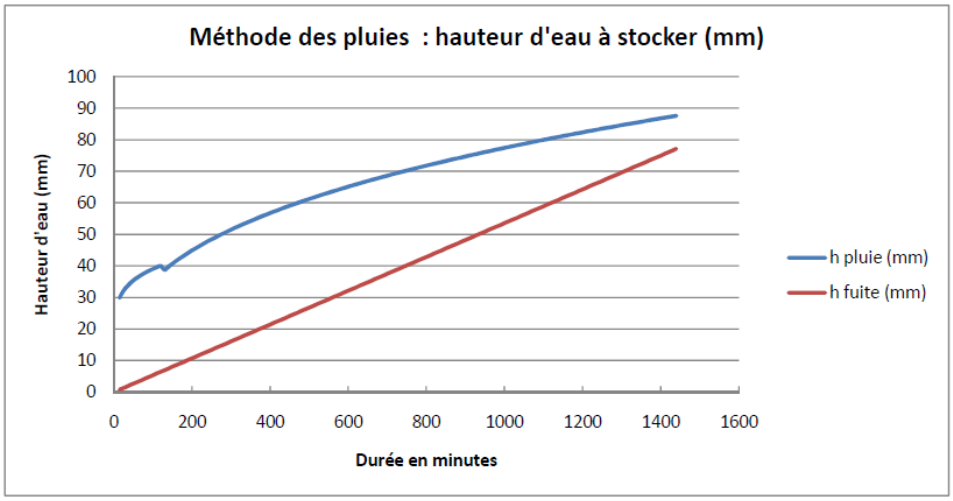
Coefficient de ruissellement	C =	0,40	
Surface active	Sa =	0,83	ha

Caractéristique du bassin d'infiltration

Perméabilité du sol	K =	4,3E-06	m/s	*S5 : k = 4,3E-06 m/s*
S miroir du bassin	S_{miroir} =	3441	m2	
Coefficient de sécurité	C =	0,5		
Débit de fuite infiltré	Qf = K x S_{miroir}	7,4E-03	m3/s	

Calcul du volume total à stocker d'après la méthode des pluies

Débit de fuite infiltré	Qf =	7,40	l/s
Hauteur d'eau maxi à stocker	h maxi =	35	mm
Volume utile à stocker	V =	300	m3
Vapport Logements 1	V =	1200	m3
V total	V =	1500	m3
Temps de vidange	T =	56,32	h



NOTE DE CALCUL - RETENTION - INFILTRATION - Bassin 3b Logements 2 - T = 100 ANS

Pluie de référence

Durée de retour	T =	100	ans
Station météo de référence		Eaubonne	

Coefficients de Montana		t = 6min à 2h	t = 2h à 24h
	a =	35,46	6,157
	b =	0,966	0,613

Caractéristique du bassin versant

				C
Surface totale du bassin versant	S =	2,08	ha	
	S_{Voirie} =	0	m2	0,9
	$S_{Espace\ Vert}$ =	16682	m2	0,2
	S_{Bassin} =	4133	m2	1

Coefficient de ruissellement	C =	0,45	
Surface active	Sa =	0,93	ha

Caractéristique du bassin d'infiltration

Perméabilité du sol	K =	4,3E-06	m/s	*S5 : k = 4,3E-06 m/s*
S miroir du bassin	S_{miroir} =	4133	m2	
Coefficient de sécurité	C =	0,5		
Débit de fuite infiltré	Qf = K x S_{miroir}	8,9E-03	m3/s	

Calcul du volume total à stocker d'après la méthode des pluies

Débit de fuite infiltré	Qf =	8,89	l/s
Hauteur d'eau maxi à stocker	h maxi =	40	mm
Volume utile à stocker	V =	**380**	m3
V apport Logements 2	V =	**1860**	m3
V total	V =	**2240**	m3
Temps de vidange	T =	70,02	h

NOTE DE CALCUL - RETENTION - INFILTRATION - BASSIN PUBLIC 5 - T = 50 ANS

Pluie de référence

Durée de retour	T =	50	ans
Station météo de référence		Eaubonne	

Coefficients de Montana		t = 6min à 2h	t = 2h à 24h
	a =	20,372	7,445
	b =	0,859	0,661

Caractéristique du bassin versant

				Cr
Surface totale du bassin versant	S =	0,50	ha	
	$S_{Bâtiments}$ =	0	m2	1
	$S_{Voiries}$ =	0	m2	0,9
	$S_{Espace\ Vert}$ =	2490	m2	0,20
	S_{Bassin} =	2510	m2	1,00

Coefficient de ruissellement	Cr =	0,60	
Surface active	Sa =	0,30	ha

Caractéristique du bassin d'infiltration

Perméabilité du sol	K =	4,3E-06	m/s
Sinf du bassin	S_{inf} =	2510	m2
Coefficient de sécurité	c =	0,5	
Débit de fuite infiltré	Qf = K x S_{inf}	5,4E-03	m3/s

Calcul du volume total à stocker d'après la méthode des pluies

Débit de fuite infiltré	qf =	5,4	l/s
Durée de la pluie la plus defavorable	d =	40	min
Hauteur d'eau maxi à stocker	h maxi =	30	mm
Volume utile à stocker	V =	90	m3
Volume CFA 20 ans	$V_{CFA20ans}$ =	2580	m3
Volume CFA 50 ans	$V_{CFA50ans}$ =	4487	m3
Volume d'apport de CFA	V_{CFA} =	1907	m3
Volume total	V =	1998	m3
Temps de vidange	t =	102,8	h
Profondeur moyenne	p =	0,80	m
Volume vidangé en 24h	V24h =	466	m3
Volume vidangé en 48h	V48h =	933	m3
Volume vidangé en 72h	V72h =	1399	m3

NOTE DE CALCUL - RETENTION - INFILTRATION - BASSIN 5 - T = 100 ANS

Pluie de référence

Durée de retour	T =	100	ans
Station météo de référence		Eaubonne	

Coefficients de Montana		t = 6min à 2h	t = 2h à 24h
	a =	35,46	6,157
	b =	0,966	0,613

Caractéristique du bassin versant

				Cr
Surface totale du bassin versant	S =	0,50	ha	
	$S_{Bâtiments}$ =	0	m2	1
	$S_{Voiries}$ =	0	m2	0,9
	$S_{Espace\ Vert}$ =	2180	m2	0,20
	S_{Bassin} =	2820	m2	1,00

Coefficient de ruissellement	Cr =	0,65	
Surface active	Sa =	0,33	ha

Caractéristique du bassin d'infiltration

Perméabilité du sol	K =	4,3E-06	m/s
Sinf du bassin	S_{inf} =	2820	m2
Coefficient de sécurité	c =	0,5	
Débit de fuite infiltré	Qf = K x S_{inf}	6,1E-03	m3/s

Calcul du volume total à stocker d'après la méthode des pluies

Débit de fuite infiltré	qf =	6,1	l/s
Durée de la pluie la plus defavorable	d =	10	min
Hauteur d'eau maxi à stocker	h maxi =	37	mm
Volume utile à stocker	V =	121	m3
Volume CFA 20 ans	$V_{CFA20ans}$ =	2580	m3
Volume CFA 100 ans	$V_{CFA100ans}$ =	5350	m3
Volume d'apport de CFA	V_{CFA} =	2770	m3
Volume total	V =	2891	m3
Temps de vidange	t =	5,5	j
Profondeur moyenne	p =	1,03	m
Volume vidangé en 24h	V24h =	524	m3
Volume vidangé en 48h	V48h =	1048	m3
Volume vidangé en 72h	V72h =	1572	m3

NOTE DE CALCUL -RETENTION - INFILTRATION -bassin public 6- T = 50 ANS

Pluie de référence

Durée de retour	T =	50	ans
Station météo de référence		Eaubonne	

Coefficients de Montana		t = 6min à 2h	t = 2h à 24h
	a =	20,372	7,445
	b =	0,859	0,661

Caractéristique du bassin versant

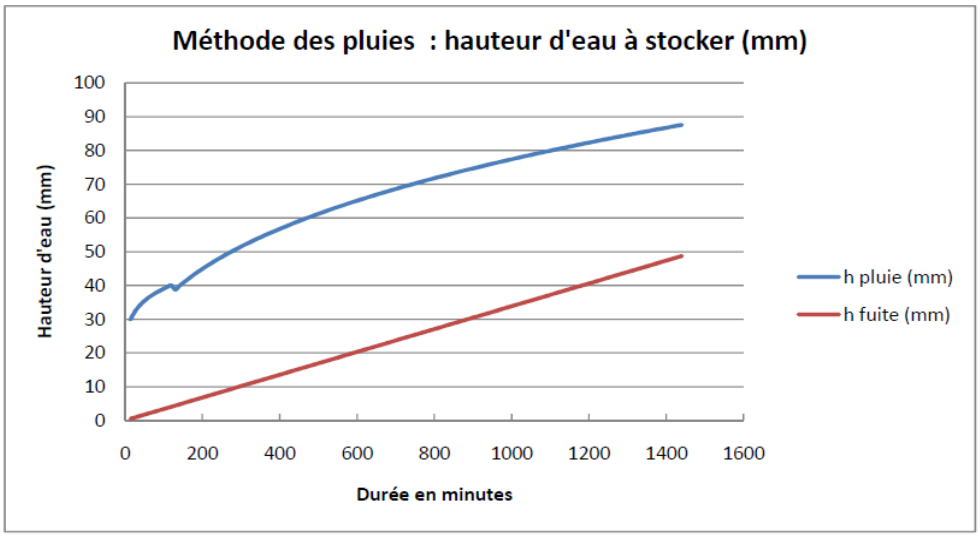
				C
Surface totale du bassin versant	S =	1,78	ha	
	S_{Bassin} =	2250	m2	1
	$S_{Espace\ vert}$ =	1375	m2	0,2
	$S_{Voiries}$ =	14180	m2	0,9
Coefficient de ruissellement	C =	0,86		
Surface active	Sa =	1,53	ha	

Caractéristique du bassin d'infiltration

Perméabilité du sol	K =	4,3E-06	m/s	*S5 : k = 4,3E-06 m/s*
S miroir du bassin	S_{miroir} =	2250	m2	
Coefficient de sécurité	C =	0,5		
Débit de fuite infiltré	Qf = K x S_{miroir}	4,8E-03	m3/s	

Calcul du volume total à stocker d'après la méthode des pluies

Débit de fuite infiltré	Qf =	4,84	l/s
Hauteur d'eau maxi à stocker	h maxi =	45	mm
Volume utile à stocker	V =	**390**	m3
Voume apport Aren'Ice	V50-V20 =	710	m3
Volume total T=50ans	Vt50 =	**1100**	m3
Temps de vidange		63	h
Volume vidangé en 24h	V24h =	418	m3
Volume vidangé en 48h	V48h =	836	m3



NOTE DE CALCUL - RETENTION - INFILTRATION -bassin public 6- T = 100 ANS

Pluie de référence

Durée de retour	T =	100	ans
Station météo de référence		Eaubonne	

Coefficients de Montana		t = 6min à 2h	t = 2h à 24h
	a =	35,46	6,157
	b =	0,966	0,613

Caractéristique du bassin versant

				C
Surface totale du bassin versant	S =	1,78	ha	
	S_{Bassin} =	2447	m2	1
	$S_{Espace\ vert}$ =	1178	m2	0,2
	$S_{Voiries}$ =	14180	m2	0,9

Coefficient de ruissellement	C =	0,87	
Surface active	Sa =	1,54	ha

Caractéristique du bassin d'infiltration

Perméabilité du sol	K =	4,3E-06	m/s	*S5 : k = 4,3E-06 m/s*
S miroir du bassin	S_{miroir} =	2447	m2	
Coefficient de sécurité	C =	0,5		
Débit de fuite infiltré	Qf = K x S_{miroir}	5,3E-03	m3/s	

Calcul du volume total à stocker d'après la méthode des pluies

Débit de fuite infiltré	Qf =	5,26	l/s
Hauteur d'eau maxi à stocker	h maxi =	53	mm
Volume utile à stocker	V =	**460**	m3
Voume apport Aren'Ice	V100-V20 =	990	m3
Volume total T=100ans	Vt100 =	**1450**	m3
Temps de vidange		77	h
Volume vidangé en 24h	V24h =	455	m3
Volume vidangé en 48h	V48h =	909	m3

SYNTHESE - NOTES DE CALCUL BASSINS DE RETENTION ET D'INFILTRATION

		Volume total	dont Volume apport Geophyle	dont Volume apport Koezio	Surface d'infiltration	Débit d'infiltration l/s	Fond du bassin	NPHE	H eau moy	H eau max	Temps d'infiltration en h	Volume évacué en 24h	Volume évacué en 48h
Bassin 2a - public	T = 20 ans	670	0	0	2720	5,848	86,00	86,38	0,25	0,38	32	505	1011
	T = 50 ans	1410	250	350	3770	8,1055	86,00	86,6	0,37	0,6	48	700	1401
	T = 100 ans	1730	310	440	4103	8,82145	86,00	86,68	0,42	0,68	55	762	1524

		Volume total	dont Volume apport Hub Sportif	Surface d'infiltration	Débit d'infiltration l/s	Fond du bassin	NPHE	H eau moy	H eau max	Temps d'infiltration en h	Volume évacué en 24h	Volume évacué en 48h
Bassin 2b - public	T = 20 ans	690	0	5907	12,70005	88,50	88,62	0,12	0,12	15	1097	2195
	T = 50 ans	1750	850	6585	14,15775	88,50	88,79	0,27	0,29	34	1223	2446
	T = 100 ans	2920	1780	7309	15,71435	88,50	88,96	0,40	0,46	52	1358	2715

		Volume total	dont Volume apport Logements 1	Surface d'infiltration	Débit d'infiltration l/s	Fond du bassin	NPHE	H eau moy	H eau max	Temps d'infiltration en h	Volume évacué en 24h	Volume évacué en 48h
Bassin 3a Logements1 - public	T = 20 ans	670	0	3340	7,181	89,00	89,24	0,20	0,24	26	620	1241
	T = 50 ans	1990	1150	5028	10,8102	89,00	89,56	0,40	0,56	51	934	1868
	T = 100 ans	2800	1780	5705	12,26575	89,00	89,71	0,49	0,71	63	1060	2120

		Volume total	dont Volume apport Logements 2	Surface d'infiltration	Débit d'infiltration l/s	Fond du bassin	NPHE	H eau moy	H eau max	Temps d'infiltration en h	Volume évacué en 24h	Volume évacué en 48h
Bassin 3b Logements2 - public	T = 20 ans	220	0	2056	4,4204	86,00	86,11	0,11	0,11	14	382	764
	T = 50 ans	1500	1150	3441	7,39815	86,00	86,59	0,44	0,59	56	639	1278
	T = 100 ans	2240	1780	4133	8,88595	86,00	86,78	0,54	0,78	70	768	1535

		Volume total	dont Volume apport CFA	Surface d'infiltration	Débit d'infiltration l/s	Fond du bassin	NPHE	H eau moy	H eau max	Temps d'infiltration en h	Volume évacué en 24h	Volume évacué en 48h
Bassin 5 - public	T = 20 ans	120	0	537	1,15455	82,00	82,28	0,22	0,28	29	100	200
	T = 50 ans	2000	1907	2510	5,3965	82,00	83,77	0,80	1,77	103	466	933
	T = 100 ans	2900	2770	2820	6,063	82,00	84,11	1,03	2,11	132	524	1048

		Volume total	dont Volume apport Aren'Ice	Surface d'infiltration	Débit d'infiltration l/s	Fond du bassin	NPHE	H eau moy	H eau max	Temps d'infiltration en h	Volume évacué en 24h	Volume évacué en 48h
Bassin 6 - public	T = 20 ans	710	0	1990	4,2785	84,00	84,43	0,36	0,43	46	370	739
	T = 50 ans	110	710	2250	4,8375	84,00	84,61	0,05	0,61	63	418	836
	T = 100 ans	1450	990	2447	5,26105	84,00	84,76	0,59	0,76	77	455	909

Annexe 16:

Présentation de la structure d'accueil

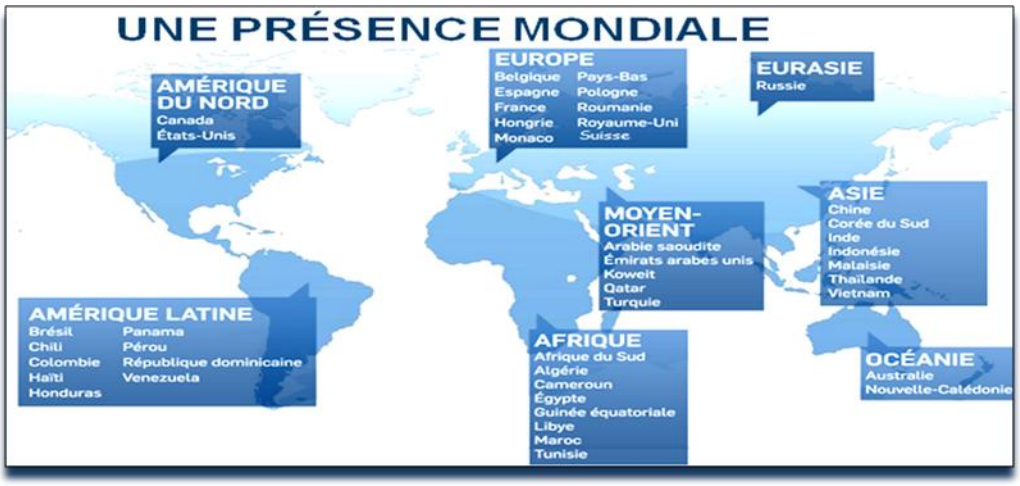
SNC- LAVALIN est un groupe Canadien d'ingénierie spécialisé dans la construction et l'énergie. Son histoire est marquée par quatre événements majeurs :

- Sa création en **1911** : Arthur SURVEYER crée un cabinet d'ingénieur conseil au Canada
- Une collaboration fructueuse en 1937 : Le fondateur de SNC-LAVALIN décide de s'associer avec E. Nenniger et G. Chênert
- Un changement de nom pour la société en 1975 : l'entreprise est rebaptisé SNC.inc
- La fusion en 1991 des deux plus grands leaders d'ingénierie du Canada SNC.inc et Lavalin.inc.

SNC-LAVALIN est aujourd'hui l'une des plus grandes sociétés internationales d'ingénierie de construction, d'environnement, d'agroalimentaire et de financement de projets. Cette position de leader se concrétise à travers ces quelques chiffres :

- Plus de **24 000** employés, de **80** nationalités
- Plus de **50** langues parlées
- De nombreux projets dans plus de **100** pays
- Un chiffre d'affaire en 2010 de **4.6** milliards d'euros

SNC-LAVALIN est présent sur tous les continents comme le montre la carte suivante :



Carte de l'implantation de SNC LAVALIN dans le monde

SNC-LAVALIN Europe est la filiale européenne du groupe qui dispose de 63 implantations en France.

L'agence SNC LAVALIN d'Ivry sur seine où s'est déroulé mon TFE compte cinq secteurs d'activités :

- Le département « Technique »
- Le département « Marchés privés »

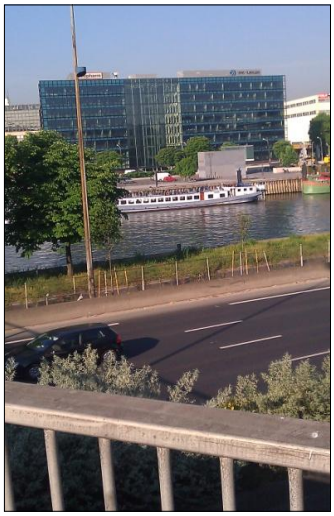
- Le département « Marchés Publics et santé »
- Le département «VRD et Aménagement Urbain »
- Le département « Procédés Industriels »

Ce n''est qu'en 2010 que SNC-LAVALIN île de France a mis sur pied le département «VRD et Aménagement Urbain » à Ivry.
Toutes les opérations réalisées se font généralement en coopération avec des architectes, des urbanistes et bureau d'étude du paysage.
Le service intervient dans différentes opérations d'aménagement, quelles qu'en soient la taille et la spécificité :

- Lotissements
- Promotions
- Requalification d'espaces publics (places, rues, etc.)
- Développement de zones d'aménagement à vocation commerciale (ZAC, etc.)

Ainsi que toute opération immobilière de loisir, de santé, d'enseignement ou commerciale.
Ces principales activités sont :

- la maitrise d'œuvre (Conception et conduite opérationnelle de travaux).
- L'assistance à maitrise d'ouvrage.
- L'expertise-sinistres en travaux VRD.



Agence SNC-LAVALIN d'Ivry sur Seine

Liste des figures

Figure 1: Regard de visite d'une canalisation tout à l'égout 8

Figure 2: Modélisation d'une séparation de réseaux sur Mensura 9

Figure 3: Bassin de stockage en eau - lac du Château, Villeneuve d'Ascq (Gauche) et Bassin sec enherbé – rue de Carpentras, Sequedin (Droite)..... 13

Figure 4: Flux et mécanismes hydrauliques mis en jeu dans les structures réservoirs..... 14

Figure 5: Petite tranchée drainante le long d'un espace piétonnier 14

Figure 6: Noue paysagère –ZAC des Linandes..... 15

Figure 7: Structure d'une toiture végétalisée 15

Figure 8: Plan de situation projet salle des fêtes Corbeil-Essonnes 16

Figure 9: Equipements Partie Bâtiment 18

Figure 10: Partie Parking..... 20

Figure 11: Pose d'une canalisation en tranchée 21

Figure 12: Représentation des techniques alternatives du projet salle des fêtes de Corbeil 23

Figure 13: Carte géologique de Corbeil-Essonnes et ses environs..... 24

Figure 14: Pose d'une tranchée poreuse 25

Figure 15: Bassin versant à prendre en compte dans tout projet d'assainissement..... 34

Figure 16: Phases d'une gestion intégrée des eaux pluviales dans un projet d'aménagement urbain36

Figure 17: Plan de situation projet ZAC des Linandes de Cergy 37

Figure 18: Continuité Paysagère ZAC des Linandes 39

Figure 19: Repères altimétriques ZAC des Linandes..... 40

Figure 20: Projet retenu pour la ZAC des Linandes..... 41

Liste des tableaux

Tableau 1: Valeurs des coefficients de ruissellement en fonction du type de surface 11

Tableau 2: Ordres de grandeur du coefficient d'infiltration dans différents sols 11

Tableau 3: Choix du temps de retour de l'évènement pluvieux 12

Tableau 4: Coûts de mise en œuvre et d'entretien de quelques techniques alternatives..... 16

Tableau 5: Diamètre des canalisations de la partie bâtiment 19

Tableau 6: Surfaces considérées et coefficients associés à chaque canalisation partie parking..... 20

Tableau 7: Diamètres des canalisations de la partie parking..... 21

Tableau 8: Estimation du coût total du projet réseau 22

Tableau 9: Estimation du coût total du projet techniques alternatives 26

Comment mettre en œuvre une gestion intégrée des eaux pluviales dans le cadre de la conception de projets d'aménagement urbain ?

Mémoire d'Ingénieur ESGT-C.N.A.M. GOUDNU NOUBIMBOO LEO STEVE

Le Mans 2014

RESUME

L'assainissement en eaux pluviales dans les projets d'aménagement urbain a vu naitre depuis le début des années 1990 des ouvrages de gestion sur site de l'eau qui ruisselle (basins d'infiltration, noues, tranchée drainantes, structures réservoirs et toits végétalisés). Ces ouvrages appelés techniques alternatives limitent la pollution des cours d'eau, les risques d'inondation et permettent une valorisation de l'espace paysager du projet. Cependant ces techniques sont encore très peu présentes dans le paysage urbain. Cette absence peut s'expliquer entre autre par un manque d'information du public et une mauvaise intégration des ouvrages dans les différents milieux physiques. L'objectif de ce travail est de proposer une « gestion intégrée » des eaux pluviales en amont de la réalisation d'aménagements urbains. Cette dernière allie le travail d'information, de sensibilisation et de police des puissances publiques à celui de conception des aménageurs afin de garantir une gestion optimale des eaux pluviales et une plus value « intégrée à l'environnement » à l'ouvrage conçu.

Mots clés: Eaux pluviales, aménagements urbains, infiltration, techniques alternatives

---

SUMMARY

The Sanitation of stormwater in urban planning projects saw since the early 90 the birth of constructions on-site which infiltrate runoff water (infiltration basins, downward, drainage trenches, tanks and green roofs structures). These structures called « Sustainable Drainage System » limit pollution of rivers, floods risk and allow a valorisation of the landscape area of the project. However, these constructions are still absent in the urban landscape. This absence can be explained by the lack of public information and a poor integration of structures in the physical environment of the project. The aim of this memory is to propose and integrated management of stormwater before the implementation of urban planning. This management combines the work of information and police of public autorities and design work of developer to ensure optimal stormwater management and added a value «integrated into the environment » on the construction designed.

Keywords : Stormwater, urban planning, infiltration, sustainable drainage system

Résumé du mémoire :

Comment mettre en œuvre une gestion intégrée des eaux pluviales dans le cadre de la conception de projets d'aménagement urbain ?

Mémoire d'Ingénieur ESGT-C.N.A.M. GOUDNU NOUBIMBOO LEO STEVE

Le Mans 2014

En France chaque année plus de 6500ha de terrains sont artificialisés, cette superficie qui représente la taille d'une ville comme Nantes ne cesse de croitre. Charriés par les eaux pluviales, les résidus des revêtements de routes, parkings et autres aménagements urbains se retrouvent rapidement dans les canalisations et sont acheminés vers les cours d'eaux. En plus de cette pollution, les risques d'inondations dues à la surcharge et aux mauvais raccordements des réseaux planent sur les aménagements urbains raccordés au réseau d'assainissement des collectivités territoriales.

Face à cette situation des injonctions ont été prises pour protéger les eaux. Au niveau Européen, la directive 2000/60/CE (23 Octobre 2000) organise la gestion des eaux de surface et impose aux états membres d'élaborer des plans de gestion (SDAGE et SAGE en France). D'autre part la directive 2008/105/CE du 16 décembre établie des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau en ciblant 33 substances chimiques prioritaires. En France l'imposition de procédures règlementaires telles que les dossiers loi sur l'eau vise également à réduire ces dangers.

Ce constat a vu naitre également des solutions de traitement sur site des eaux pluviales par un procédé d'infiltration la plupart du temps. Ces solutions appelées techniques alternatives sont cependant encore peu présentent dans le paysage urbain à cause notamment d'un manque d'information et d'une mauvaise mise en œuvre.
L'objectif de ce travail est de proposer une meilleure intégration de ces techniques alternatives en agissant dès la phase de conception des aménagements urbains.

Dans cette perspective, la première partie de ce mémoire a été consacrée à l'étude des techniques alternatives par rapport aux techniques classiques. Ici, nous avons d'abord présenté les techniques d'assainissement existantes à savoir le tout tuyau et le réseau séparatif en insistant sur leurs limites tant en termes de traitement des eaux que de réduction des volumes évacués. Ensuite nous avons détaillé les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales les plus utilisées dans l'aménagement urbain (éléments de coût de mise en œuvre, d'entretien, avantages et inconvénients). Ces techniques sont :

- Les bassins d'infiltration secs à ciel ouvert, en eau ou enterrés
- Les structures réservoirs
- Les tranchées drainantes
- Les noues
- Les toitures végétalisées stockantes

Il convenait ensuite d'effectuer une étude comparative entre système de réseau et techniques alternatives afin de juger de l'intérêt de ses nouvelles solutions. Le projet d'une Salle des fêtes à Corbeil-Essonnes nous a servi de base pour cette étude. Ici la mise en œuvre du système de réseaux a nécessité l'installation d'ouvrages supplémentaires d'inspection, de visite et de limitation de débit. Les techniques alternatives quant à elles n'auraient pas pu se mettre en place en considérant le coefficient réel d'infiltration du sol du site qui est de 10^{-7} m/s. Cette étude nous a révélé qu'en termes de coût d'investissement l'installation d'un système de réseau peut être trois fois plus coûteuse que la mise en place de techniques alternatives. Mais en revanche ces dernières nécessitent une emprise au sol considérable. Cependant les techniques alternatives présentent un grand intérêt environnemental et soulagent les infrastructures de collecte et de traitement d'eaux pluviales de la ville. Mais alors pourquoi sont elles encore peu utilisées ?
D'après Les résultats d'une enquête publique menée en 2010, 79% des acteurs de l'aménagement urbain (architectes, paysagistes etc.) pensent que les documents d'urbanisme ne prennent pas suffisamment en compte ses techniques. En plus d'un manque d'information, on note de nombreux aprioris concernant l'évolution de leur fonctionnement dans le temps et leur entretien. Ces questions se posent notamment à cause d'une absence de concertation entre les différents acteurs de projets qui n'ont pas forcément l'habitude de travailler ensemble. La gestion intégrée des eaux pluviales propose de lever toutes ces carences. Ainsi la seconde partie du mémoire a été consacrée à cette notion.

Dans cette partie nous avons commencé par présenter ce qu'est une gestion intégrée des eaux de pluie. Cette démarche vise à analyser tous les enjeux environnementaux du site du projet et à définir clairement les objectifs d'assainissement des eaux pluviales. Nous avons ensuite proposé une méthode de mise en place de cette gestion en rappelant tout d'abord le rôle des principaux acteurs de projets d'assainissement (puissances publiques et aménageurs).

S'agissant des puissances publiques nous préconisons quatre actions (4A) permettant de garantir une prise en compte du territoire externe au projet d'assainissement. Ils devront agir :

- ✓ Sur les documents d'urbanisme (SCoT, PLU, Agenda 21, etc.) : politique d'incitation au recours à des techniques alternatives.
- ✓ Sur les schémas directeurs d'aménagement des services d'assainissement.
- ✓ Sur le règlement de la zone du projet d'aménagement (ZAC, lotissements).
- ✓ Sur le public en l'informant et en le sensibilisant via l'organisation de conférences ouvertes sur le thème de l'eau de pluie dans les projets d'aménagement urbain.

Les responsables de l'opération d'aménagement urbain de leur coté peuvent prendre certaines dispositions pratiques qui faciliteraient la mise en œuvre des ouvrages et permettraient un meilleur suivi dans le temps. Ici, l'approche intégrée s'articule principalement sur deux thèmes nécessitant à chaque niveau la participation de tous les acteurs du projet :

- La phase de diagnostic de la zone d'étude
- La phase d'étude préalable à l'aménagement du site

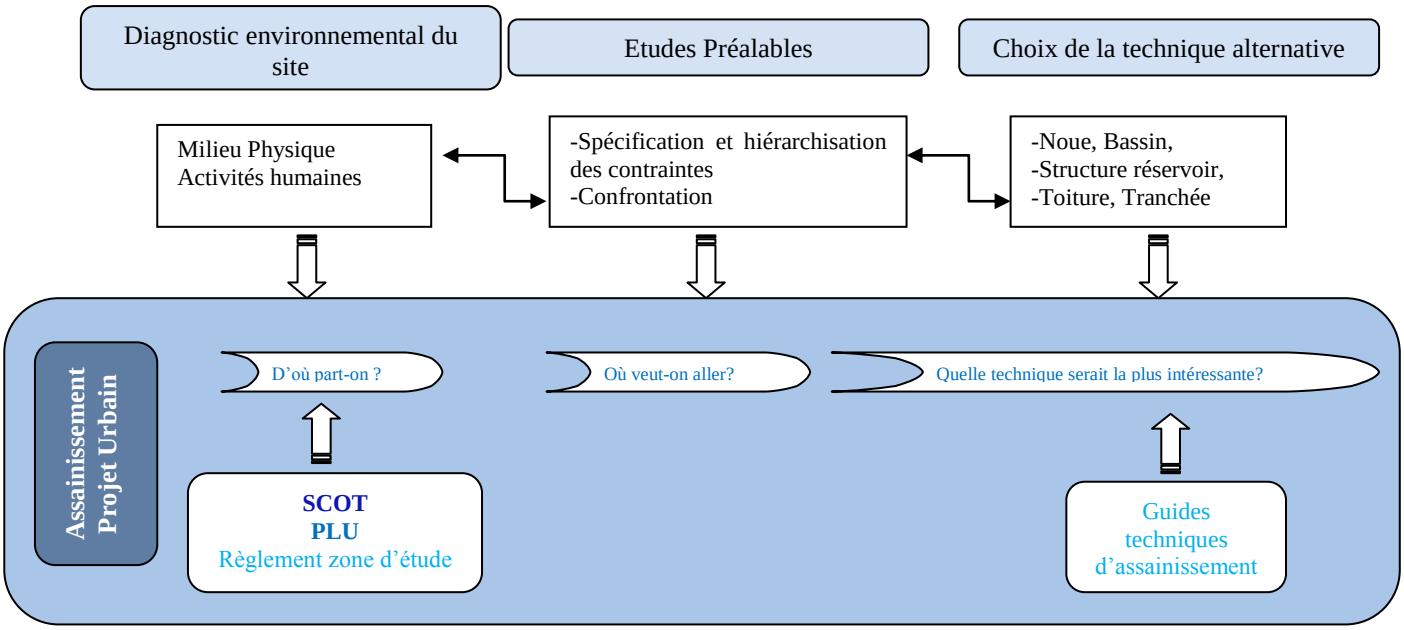
Durant la phase de diagnostic de la zone d'étude le milieu physique du site de l'opération doit être étudié dans sa globalité. Il convient de répertorier toutes les particularités de ce milieu :

-Le bassin versant : vérifier que le volume considérer prend en compte d'éventuelles surfaces situées en amont du site.
-La géologie et l'hydrogéologie : Vérifier la présence et la profondeur d'éventuelles nappes souterraines. Les capacités d'infiltrations des sols sont également à évaluer.
-L'hydrographie et le risque d'inondation : S'assurer que l'assainissement en eaux pluviales qui sera mis en place ne gênera pas l'écoulement naturel des cours d'eau.
-Les activités humaines rencontrées : L'infiltration des eaux sera déconseillée dans des zones fortement industrialisées. D'autre part la présence de zones vulnérables telles que les forages et périmètres de captage des eaux potables pourrait empêcher le recours à certaines techniques alternatives.
Toutes ces précautions ont pour but d'assurer une bonne intégration dans l'environnement urbain des ouvrages de gestion des eaux pluviales.

Durant la phase de diagnostic tous les atouts et contraintes du site sont détaillés de façon plus précise. Ici, un coefficient pourra être affecté à chacun d'entre eux afin d'effectuer un premier bilan de leur impact sur l'orientation envisagée. Les contraintes à faible impact pourront ainsi être écartées. Un dialogue permanent et des échanges réguliers permettront enfin de s'assurer que tous les acteurs sont au courant des dernières modifications du projet.

Le schéma qui suit reprend les grandes lignes que nous avons évoqué plus haut afin d'aboutir au choix de la technique alternative :

Figure1: Phases d'une gestion intégrée des eaux pluviales dans un projet d'aménagement urbain.



Après la présentation de la structure d'une gestion intégrée des eaux pluviales, ce mémoire se termine par l'étude de l'assainissement de la ZAC des Linandes, un exemple de mise en œuvre de techniques alternatives en amont de projets urbains.
Située sur le plateau de l'Oise à Cergy, cette urbanisation s'inscrit comme une nouvelle étape du développement de l'agglomération de Cergy-Pontoise. Ici le SCoT de Cergy Pontoise approuvé en 2011 comprend des recommandations favorisant une meilleure gestion des eaux pluviales (incitation au recours aux techniques alternatives, à la rétention et à l'infiltration des eaux). D'autre part l'agglomération a adoptée un agenda 21 en 2010 décrivant l'implication de la collectivité sur les questions de protection de l'environnement. Sur le plan du zonage de PLU de Cergy, la ZAC des Linandes s'inscrit dans la continuité de zones naturelles situées à proximité. Enfin, le cahier des charges de cession de terrain (CCCT) du projet des Linandes approuvé par la collectivité recommande la mise en œuvre de techniques d'infiltration sur ce site.
Pour la mise en œuvre opérationnelle des techniques alternatives, le diagnostic de la zone révèle tout d'abord une perméabilité de 10^{-6} à 10^{-7} m/s suffisante pour procéder à de l'infiltration compte tenu de l'emprise du projet (60 ha). D'autre part la zone d'étude n'est traversée par aucun réseaux hydrographique superficiel et n'impacte aucun cours d'eau. En outre le terrain des Linandes n'étant que légèrement pentu, le bassin versant considéré ici a été celui du projet. La présence de niveaux d'eau à 3 m de profondeur nous a conforté dans l'utilisation de techniques infiltrant les eaux pluviales. Ce projet n'est enfin pas concerné par une zone de captage des eaux potables.
Durant la phase d'étude préalable à l'aménagement du site des Linandes, la technique de bassin d'infiltration est celle qui s'est imposée. Compte tenu des grands espaces du site la création d'ilots au sein des bassins pourra créer des lieux de vie et de rencontre intéressants pour les futurs habitants de la ZAC. Six bassins ont ainsi été dimensionnés sur les deux parties (Nord et Sud) du projet.
Avec la ZAC des Linandes on ainsi pu mettre en œuvre une gestion des eaux de pluie intégrée à l'environnement. Cet aménagement résultant d'une coordination du travail des puissances publiques et des acteurs du projet assurera un meilleur suivi des installations et garantira aux futurs habitants un environnement sain et agréable.