

N° d'ordre :...../....



UNIVERSITE MOHAMMED PREMIER
ECOLE NATIONALE DES SCIENCES APPLIQUEES
D'AL HOCEIMA



Département: Génie Environnement & Génie Civil

Mémoire de Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état
en Génie Civil

Assainissement liquide & techniques alternatives
en assainissement : Cas AYA HILL

Réalisé Par :
Mohammed Saad GOUMAIRI

Effectué à :
LYDEC



Encadré à l'ENSAH par :
Mustapha ZERFAOUI

Encadré à la LYDEC par :
Khalid ZAIRI

Soutenu le 20/07/2017 devant le jury composé de :

Pr. Mustapha ZERFAOUI
Pr. Mohamed EL HAIM
Pr. Lmokhtar IKHARAZNE
Mr. Khalid ZAIRI

Président (ENSAH)
Examineur (ENSAH)
Examineur (ENSAH)
Chef de projet (LYDEC)

Année Académique: 2016-2017

Dédicaces

Aux deux êtres les plus chers au monde

Qui ont fait de moi ce que je suis

Mes parents, vous qui m'avez élevé, qui m'avez toujours soutenu

Vous qui n'avez jamais cessé de croire en moi

A ma sœur

A toute ma famille

A tous mes amis et toutes mes amies pour leur disponibilité

inconditionnelle et amitié rare

*A tous ceux qui ont contribué à ma formation, partant de mes
enseignants primaire et arrivant à mes professeurs au sein de*

l'ENSAH

*A tous ceux que je connais et qui m'ont fait honneur de leurs conseils
indéniables*

Je dédie ce modeste travail

GOUMAIRI Mohammed Saad

Remerciements

Au terme de ce travail, j'ai l'honneur d'exprimer mes remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à ma formation et à la réussite de ce stage qui s'est déroulé dans de très bonnes conditions au sein de La société LYDEC

Je tiens à remercier tout le personnel de la société qui m'ont aidé de loin et de près durant ce stage, du simple manoeuvre jusqu'au haut responsable.

Je remercie en premier Lieu mon encadrant interne Monsieur ZERFAOUI Mustapha, Professeur à l'Ecole Nationale des Sciences Appliquées d'Al Hoceïma pour m'avoir encadrés de près et pour les efforts qu'il a consentis et ses conseils précieux.

Ainsi, je remercie mon encadrant externe Monsieur ZAÏRI Khalid, pour sa générosité, sa disponibilité, son savoir qu'il a partagé avec toute spontanéité, ses conseils et ses critiques constructives

Avec un remerciement spécial à Monsieur DAHMANI Houcin, sans lui, je n'aurai jamais l'occasion de passer ce stage qui a représenté une expérience exceptionnel que peut avoir quelqu'un pour une initiation au monde professionnel.

Résumé

Ce projet de fin d'études, qui s'articule autour des techniques alternatives en assainissement, a été effectué au sein de la société LYDEC, plus précisément dans le département des ouvrages spéciaux.

En effet, l'objectif de ce travail est l'étude de l'assainissement du lotissement AYA HILL, pour ce faire nous avons repartie notre travail en quatre volets contenant neuf chapitres.

Dans un premier lieu, le cadre du projet a été présenté dans deux chapitres, le premier chapitre a été réservé pour l'organisme d'accueil, et le deuxième portant sur les caractéristiques du projet.

Dans un second lieu, nous avons présenté les différents origines, modes et systèmes d'assainissement liquide, puis nous nous sommes arrêté sur le cas du Maroc en faisant un diagnostic du système d'assainissement existant. Ce qui nous a permis de mettre en évidence les problèmes liés aux techniques appliquées et mettre en exergue la nécessité d'appliquer d'avantage les techniques alternatives. Ces dernières ont été détaillées dans le chapitre cinq.

Dans un troisième lieu nous avons exhibé dans un premier temps les différentes équations permettant le dimensionnement des réseaux d'assainissements des eaux usées et des eaux pluviales. Puis nous avons consacré le chapitre sept à l'établissement d'une méthodologie pour le dimensionnement des bassins de rétention qui peut ce faire par différentes méthodes. les deux méthodes les plus appliquées ont été l'objet de ce chapitre.

Et finalement dans le dernier volet, nous avons appliqué l'ensemble des méthodologies décrites dans les chapitre précédents afin de dimensionner notre réseau d'assainissement et vu l'obligation exigée par la LYDEC pour ne pas dépasser un litre par second par hectare comme débit de fuite, des buses de stockage ont été étudié afin d'être mises en place, leurs dimensionnements a été l'objet du chapitre neuf

Mots clés : assainissements, bassin versant, barre de guidage, bassin de rétention, buse de stockage, vanne murale, dégrilleur, collecteur, lit de pose, autocurage, débit de fuite.

Table des matières

Dédicaces	1
Remerciements.....	2
Résumé.....	3
Table des matières.....	4
Liste des figures	10
Liste des tableaux.....	11
Liste des abréviations et symboles.....	12
Introduction générale	13
Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil	15
1. Historique :.....	15
2. Enjeux et perspectives:	16
3. Organisation de l'entreprise :.....	17
3.1 Organigramme	17
Chapitre 2: Présentation du projet.....	19
1. Situation géographique	19
2. Topographie	19
3. Climatologie.....	20
4. Hydrogéologie.....	20
5. Hydrologie	21
6. Consistance du projet.....	22
Chapitre 3 : Généralité sur l'assainissement liquide urbain.....	24
Introduction.....	24
1. Définition :	24
2. Objectifs de l'assainissement :	24
3. Natures des eaux d'assainissement	24

3.1	Eaux de ruissellement.....	25
3.2	Eaux usées, d'origines domestiques	25
3.3	Eaux industrielles :	25
4.	Mode d'assainissement	25
4.1	Assainissement collectif	25
4.2	Assainissement non collectif :	26
5.	Systèmes d'assainissement :	27
5.1	Système unitaire :	27
5.2	Système séparatif :	28
5.3	Système pseudo séparatif :	28
5.4	Autres systèmes d'assainissement liquide	29
6.	Avantages et inconvénients des systèmes d'assainissement :	30
7.	Critères du choix du système d'assainissement adéquat :	30
	Conclusion	31
	Chapitre 4 : Diagnostique du système d'assainissement au Maroc	32
1	Introduction.....	32
2	Spécificités du réseau :	32
1.1	Modes adoptés :	32
1.2	Présentation du système d'assainissement liquide :	33
3	Liste des principaux concessionnaires de l'assainissement liquide au Maroc :	33
4	Quelques chiffres renseignant sur l'assainissement liquide au Pays :	34
5	Analyse des défauts :	36
6	Les contremesures entreprises pour remédier aux défauts :	38
6.2	Schéma Directeur National de l'Assainissement Liquide (SDNAL) :	38
6.3	Le Programme National d'Assainissement (PNA) :	38
6.3.1	Présentation du programme :	38
6.3.2	Particularités physiques et financières du programme :	39

6.3.3	Financement du programme :.....	40
6.3.4	Bénéfices du programme :.....	41
6.3.5	Schématisation du PNA :	43
7	Conclusion :	43
Chapitre 5 : Les techniques alternatives en assainissement.....		44
Introduction.....		44
1.	Généralités sur les techniques alternatives	44
1.1	Définition.....	44
1.2	Principes de fonctionnement	44
2	Les techniques alternatives les plus courantes.....	45
2.1	Les bassins de retentions	45
2.1.1	Bassins secs	46
2.1.2	Bassins en eau	46
2.2	Les fossés.....	46
2.2.1	Définition :	46
2.2.2	Réalisation.....	46
2.2.3	Cout indicatif.....	47
2.2.4	Avantages	47
2.2.5	Inconvénients	47
2.3	Les noues	47
2.3.1	Définition :	47
2.3.2	Réalisation :.....	48
2.3.3	Intégration paysagère	48
2.3.4	Entretien :	48
2.3.5	Avantages	48
2.3.6	Inconvénients	48
2.4	Retenue à la source : toits et chaussées	48

2.4.1	Toitures et terrasse réservoirs.....	48
2.4.2	Chaussées à Structure Réservoir (CSR).....	49
	Conclusion	49
Chapitre 6: Les méthodes de dimensionnement des réseaux d'assainissement.....		51
	Introduction.....	51
1.	Dimensionnement du réseau collectif d'eaux pluviales.....	51
1.1	Calcul des débits	51
1.2	Calcul des diamètres des conduites	53
1.3	Schéma récapitulatif	54
2.	Dimensionnement du réseau collectif d'eaux usées	54
2.1	Calcul des débits	55
2.2	Calcul des diamètres des conduites :	56
	Conclusion	57
Chapitre 7 : Les méthodes de dimensionnement des bassins de rétention		58
1.	Introduction.....	58
2.	Conditions d'exécution	58
2.1	Pour les bassins d'infiltration	58
2.1.1	Conditions réglementaires.....	58
2.1.2	Conditions techniques	58
2.2	Pour les bassins de régulation.....	59
2.2.1	Conditions réglementaires.....	59
2.2.2	Conditions techniques	59
3.	Dimensionnement des bassins de rétention	59
3.1	Bases théoriques des méthodes de calcul des retenues.....	59
3.1.1	La méthode des pluies	59
3.1.2	La méthode des volumes	62
3.2	Démarche pratique de détermination du volume maximal.....	63

Chapitre 8 : Etude de réseau d'assainissement du lotissement	67
1. Introduction.....	67
1.1 Choix du système de collecte	67
2. Assainissement des eaux pluviales	67
2.1 Calcul des Débits	67
2.1.1 Donnée de base.....	67
2.1.2 Coefficient de ruissellement.....	67
2.1.3 Application de la formule de Caquot	69
2.2 Dimensions de la canalisation correspondante à l'exutoire.....	70
• Vérification des conditions d'auto-curage	71
3. Assainissement des eaux usées	71
3.1 Calcul des Débits	71
3.1.1 La consommation d'eau potable	71
• La dotation en eau potable	71
• Les hypothèses sur la population	72
3.1.2 La consommation moyenne en eau potable	73
3.1.3 Les débits de pointe d'eaux usées	73
3.2 Dimensions de la canalisation correspondante à l'exutoire.....	74
• Vérification des conditions d'auto-curage	74
4 Conclusion	75
CHAPITRE 9 : Les buses de stockage	76
1. Introduction.....	76
2. Dimensionnement des buses de stockage	76
2.1 Choix de l'événement pluvieux	76
2.2 Coefficient d'apport Ca	76
2.2.1 Coefficient de ruissellement équivalent	76
2.2.2 Coefficient d'apport équivalent :	76

• Coefficient de Montana.....	77
2.3 Débit de fuite	77
2.4 Calcul du volume maximal à stocker	77
2.5 Détermination des dimensions des buses de stockage correspondant.	78
3. Règle de mise en œuvre des buses de stockage	78
Conclusion générale.....	80
Annexes.....	81
Annexe 1 : Visites du site	81
Annexe 2 : Plan type d’implantation des buses de stockage	84
Bibliographie & Webographie.....	85
Bibliographie.....	85
Webographie	85

Liste des figures

Figure 1 : Contribution des actionnaires dans la capital de la Lydec.....	16
Figure 2 : Organigramme de la direction générale	17
Figure 3 : Organigramme de la direction travaux (ouvrages spéciaux)	18
Figure 4 : Plans de situation et de masse	19
Figure 5 : Diagramme climatique de Casablanca	21
Figure 6 : Schéma du réseau unitaire	27
Figure 7 : Schéma du réseau séparatif	28
Figure 8 : Schéma du réseau pseudo séparatif.....	29
Figure 9 : Photos des inondations à SIDI Bernoussi (Casablanca) en 2017	37
Figure 10 : Parts des différents postes d'investissement.....	39
Figure 11 : parts des différentes sources de financemet	41
Figure 12 :Evolution des tarifs de l'assainissement (DH/m3)	41
Figure 13 :Résumé du Programme National d'Assainissement.....	43
Figure 14 : Bassin sec (Janate California)	46
Figure 15 : Schéma récapitulatif.....	55
Figure 16 : Courbe des hauteurs de pluie	60
Figure 17 : Courbe enveloppe des précipitations.....	61
Figure 18 : Détermination graphique de la hauteur maximale de stockage par la méthode des pluies.....	62
Figure 19 : coupe des buses	78
Figure 20:Lit de pose en gravette 8/15 d'épaisseur 0.30m	81
Figure 21 : Le bardage et la pose des buses par une grue mobile.....	81
Figure 22 : Mise en place des buses de stockage.....	82
Figure 23; Contrôle visuel des joints d'étanchéités des buses de stockage	82
Figure 24 : Mise en place du géotextile sur le remblai primaire.....	83
Figure 25 : Vanne murale	83

Liste des tableaux

Tableau 1: Limite topographique du projet	20
Tableau 2 : Coefficients de Montana	22
Tableau 3 : Comparaison entre les trois types de réseaux de collecte	30
Tableau 4 : Proportion de ses différents modes d'assainissement par type d'agglomération	33
Tableau 5 : concessionnaires de l'assainissement liquide au Maroc	34
Tableau 6 : Chiffres clés du réseau d'assainissement liquide au Maroc	35
Tableau 7 : Les paramètres de la formule de Caquot.....	52
Tableau 9 : coefficients de ruissellement élémentaires.....	53
Tableau 10 : Dotation en eau potable	56
Tableau 11 : Possibilité d'infiltration par rapport au valeur de la conductivité hydraulique	58
Tableau 12 : Formulaire des étapes à suivre pour le calcul du volume maximal.....	64
Tableau 13 : Caractéristique de la zone d'étude	67
Tableau 14 : Coefficient de ruissellement équivalent	69
Tableau 15 : paramètre de la formule de Caquot	70
Tableau 16 : Les dotations en eaux potable	72
Tableau 17 : les hypothèses »ses sur la population.....	73
Tableau 18 : La consommation d'eau potable	73
Tableau 19 : Les débits d'eaux usées.....	74

Liste des abréviations et symboles

ENSAH	: Ecole nationale des sciences appliquées AL-Houceima
AC	: Assainissement collectif
ANC	: Assainissement non collectif
LYDEC	: Lyonnaise des eaux de Casablanca
OS	: Ouvrages Spéciaux
C_a	: Coefficient d'apport
S_a	: Surface active
T	: Temps de retour
IDF	: Intensité – Duré – Fréquence
PNA	: Programme national d'assainissement
SDNAL	: Schéma directeur national d'assainissement liquide
CAO	: Ciment Amiante ordinaire
K	: Conductivité hydraulique
BR	: Bassin de rétention
C_r	: Coefficient de ruissellement
TN	: Terrain Naturel

Introduction générale

La population du Maroc a doublé entre 1981 et 2016, passant de 20 millions à 34,6 millions d'habitants.

Cette forte croissance démographique s'est faite au profit d'une urbanisation progressive qui s'est échelonnée sur plusieurs décennies.

Pour répondre à cette dynamique démographique et pallier un taux d'urbanisation croissant, allant de 59% en 2014 vers 68% en 2030, le Maroc a adopté une stratégie économique, sociale et écologique caractérisée par de nombreux programmes d'aménagement urbains et de plans stratégiques pour dynamiser l'économie et améliorer la qualité de vie des citoyens.

Ainsi dans notre projet il s'agira de procéder à l'assainissement d'un terrain de 3,4 hectares en commençant d'abord par les techniques usuelles puis les compléter par les techniques alternatives, non seulement pour trouver une solution dans le cas où les premières ne donnent pas satisfaction, mais aussi pour s'inscrire dans cette logique de protection de l'environnement

Pour ce faire, au fil de ces 9 chapitres, nous commencerons par décrire la situation de l'assainissement au Maroc en nous basant sur les chiffres communiqués par les gestionnaires de ce domaine. Puis nous cerneront les méthodes de dimensionnement usuelles des réseaux d'assainissement au Maroc avant de poser les bases de dimensionnement des techniques alternatives que nous utiliserons, en l'occurrence les bassins de rétention.

La fin sera consacrée à l'application des bases de dimensionnement préalablement établies sur un cas pratique qui est la viabilisation du lotissement AYA HILL par les techniques alternatives en assainissement.

*Partie 1 : Présentation de
cadre du projet*

Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil

1. Historique :

Dans le cadre de la mondialisation, le Maroc assiste à un désengagement progressif de l'Etat, en encourageant l'initiative de privatisation de la plupart des secteurs économiques du pays. Cette politique vise à mettre en place des structures qui consolideraient la libéralisation et qui tiennent compte de l'évolution économique et sociale du pays. Le passage de la Régie Autonome intercommunale de Distribution (RAD) vers la Lyonnaise des Eaux de Casablanca (LYDEC), s'est inscrit dans cette optique

Depuis le 1er août 1997, la Lyonnaise des Eaux de Casablanca (LYDEC) a pris en charge la gestion déléguée des services d'eau, d'électricité, d'assainissement et dernièrement de l'éclairage public de la ville de Casablanca et Mohammedia.

Cette entreprise est née après deux années de négociations entre le groupe SUEZ Lyonnaise des Eaux et la Communauté Urbaine de Casablanca. Cette convention de gestion déléguée porte sur l'eau, l'électricité et l'assainissement. Parmi les motivations des collectivités publiques, il y a le souci d'accéder à une expertise de haute technicité ainsi que le souci de transférer vers le secteur privé la charge de certains investissements lourds.

Rappelons qu'une gestion déléguée n'est pas une privatisation car il n'y a aucun transfert définitif de propriété, ni même de transfert temporaire, contrairement à la privatisation qui est une opération irréversible (un retour à la situation antérieure nécessite l'indemnisation du propriétaire). La délégation n'est jamais totale et illimitée dans le temps. C'est une décision locale. Le concessionnaire supporte, avec ses capitaux propres et des fonds d'emprunt, la charge des investissements nécessaires à la construction des ouvrages à la collectivité publique.

Le groupe SUEZ est présent dans 120 pays (argentine, Etats-Unis, Chine, Jordanie...). Au Maroc, il est présent depuis 1912 de façon évolutive dans les métiers de l'eau.

- Il assure la gestion de plus de 40% des villes de plus d'un million d'habitants ayant délégué leur service d'eau au secteur privé dans le monde.
- Il investit, à travers le monde, l'équivalent de plus de 3 milliards de dollars par an.

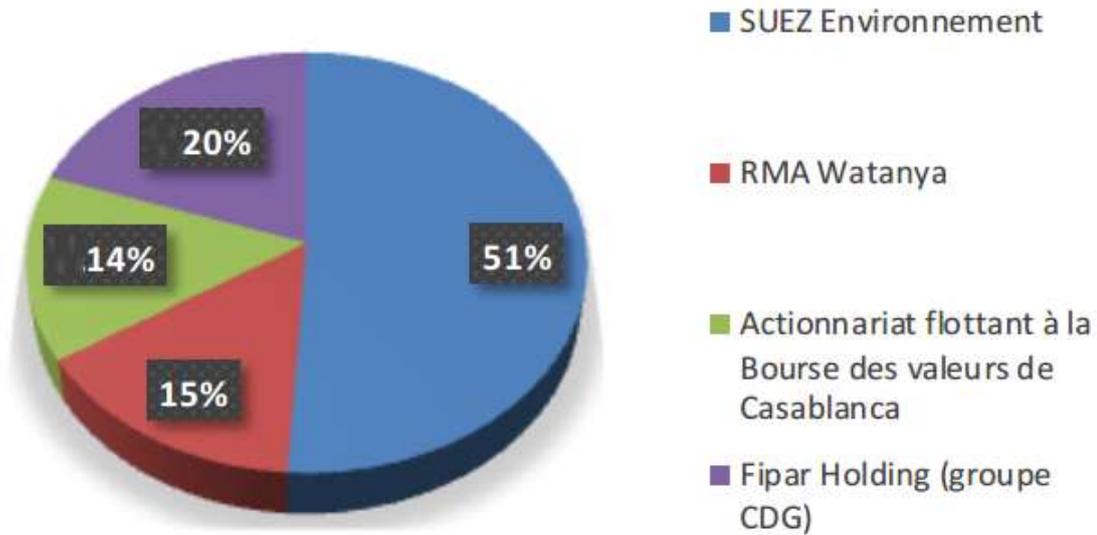


Figure 1: Contribution des actionnaires dans la capital de la Lydec [13]

2. Enjeux et perspectives:

Depuis le démarrage de la gestion déléguée, LYDEC a mobilisé tous ses moyens pour offrir un service de qualité aux habitants de la Région du Grand Casablanca et les doter en infrastructures nécessaires. Pour l'entreprise, la révision du contrat a été l'occasion de faire le bilan du passé et de procéder aux ajustements nécessaires pour l'avenir en fonction de nouveaux enjeux techniques, commerciaux, sociaux et financiers.

Les enjeux techniques se manifestent en la lutte contre les inondations, la pollution des côtes et des milieux récepteurs, le renforcement et la sécurisation de l'alimentation en eau et électricité, le développement des infrastructures pour accompagner l'urbanisation, la préservation du patrimoine réseau existant, et la pérennité des avancées réalisées en matière de branchements sociaux.

En ce qui concerne les enjeux commerciaux, la LYDEC vise en effet à améliorer le taux de satisfaction de la clientèle, d'assurer une relation de proximité avec ces clients et d'améliorer la qualité de service.

Au niveau social, la LYDEC a pour objectif de faire de ses collaborateurs de véritables professionnels porteurs des valeurs et des ambitions de la société, de créer une relation de

confiance et de pérennité avec les partenaires sociaux et d'assurer au personnel les conditions optimales de succès.

3. Organisation de l'entreprise :

Le lyonnaise des eaux de Casablanca se repartie en sept délégation au sein de Casablanca.

- Délégation Casa-Anfa.
- Délégation Ain Chock Hay Hassani.
- Délégation Derb Soltan El Fida.
- Delegation Ben Msik Sidi Othman.
- Delegation Ain Sebaa Hay Mohammadi.
- Delegation Sidi Benoussi Zenata.
- Délégation Mohammedia.

Quant à la direction générale, elle est organisée en plusieurs pôles qui regroupent des directions. La figure ci-dessous présente la structure organisationnelle de l'entreprise.

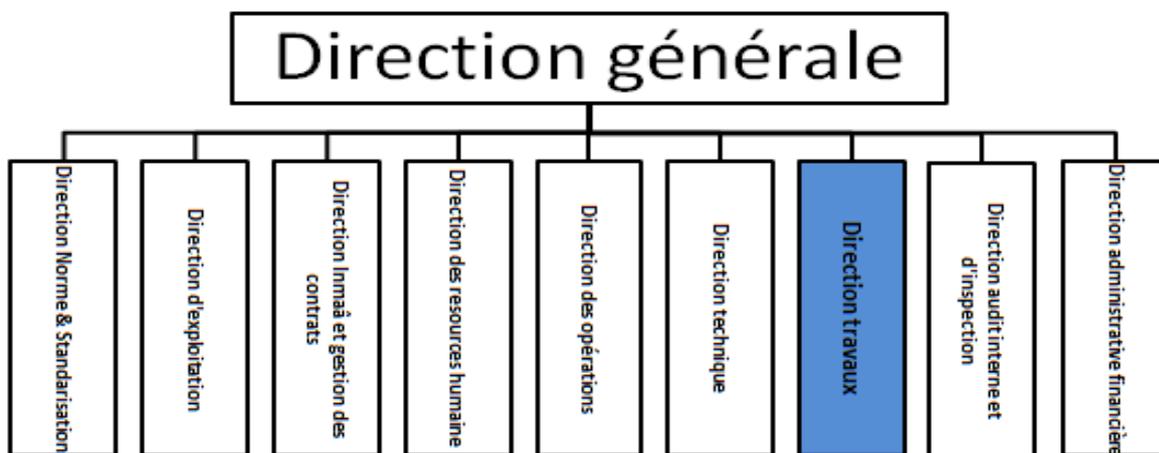


Figure 2 : Organigramme de la direction générale

3.1 Organigramme

Mon stage s'est déroulé au sein de la direction travaux (ouvrages spéciaux) dont l'organigramme est comme suit :

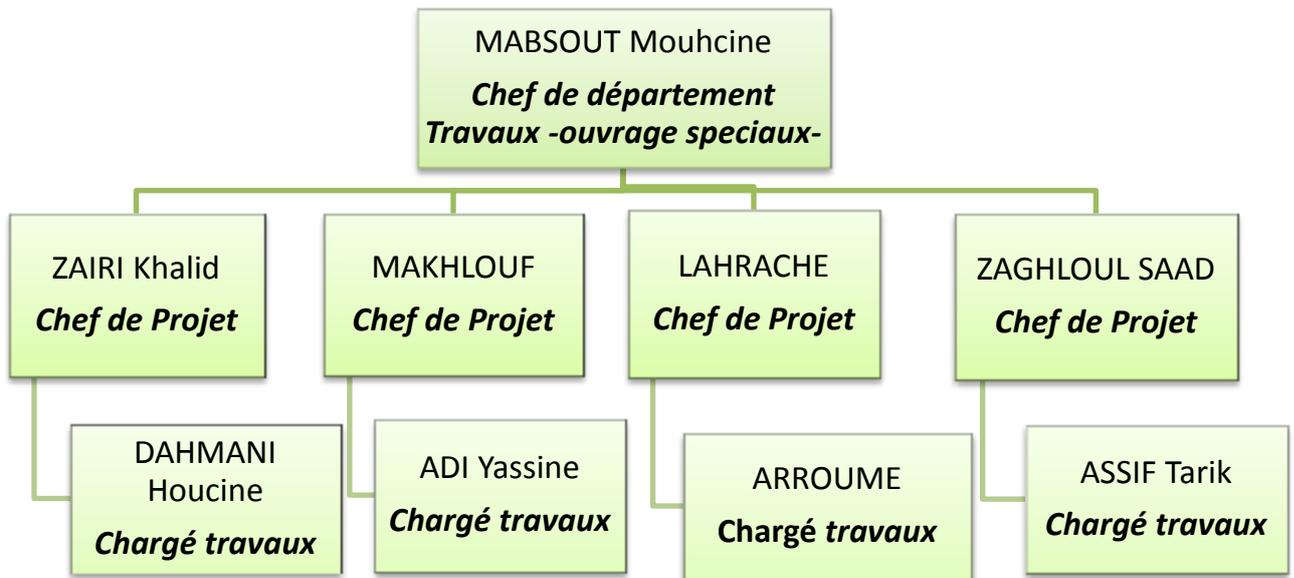


Figure 3 : Organigramme de la direction travaux (ouvrages spéciaux)

Chapitre 2: Présentation du projet

1. Situation géographique

La zone d'implantation du projet est d'une superficie de près de 3,4 ha dans la région du grande Casablanca plus précisément dans l'arrondissement de Ain chok. Elle est délimitée, au Nord par les arrondissements de Maarif El Fida, A l'ouest par Sidi maarouf, à l'Est par l'arrondissement de Sbata et la commune de Médiouna et au Sud par la commune rurale de Bouskoura

Le plan de masse et les limites topographiques du projet sont présentés ci-dessous :



Figure 4 : Plan de masse

Pour les limites topographiques du terrain (voir tableau 1)

2. Topographie

La topographie du site de projet est assez régulière caractérisée par une pente inclinée de sud West vers nord Est, l'altitude moyenne est de 132,82 m au-dessus du niveau de la mer avec des côtes variant de 126,19 NGM à 136,84 NGM.

Tableau 1: Limite topographique du projet

Numéro de bornes	X	Y
B1	294439.52	326005.22
B2	294495.38	326013.72
B 3	294563.10	326035.35
B4	294583.79	325876.90
B16	294594.47	325941.35
B15	294559.14	325955.44
B14	294538.04	325955.44
B13	294514.55	323945.10
B12	294498.16	325954.57
B11	294460.87	325946.75

3. Climatologie

La ville de Casablanca appartient à la zone tempérée du globe terrestre et est caractérisée par un océanique de transition. La pluviométrie moyenne annuelle est de 420 mm et la température moyenne annuelle est de 18°C avec une moyenne de 12°C en hiver et une moyenne de 25°C en été.

A l'instar du climat global du Maroc, le climat Casablanca est souvent marqué par des périodes de longues sécheresse et aussi des périodes de fortes pluies concentrées en dépit de l'influence régulatrice de la mer, (Voir figure 3).

4. Hydrogéologie

L'ossature principale de la wilaya de Casablanca est constituée de formations granitiques et de roches métamorphiques, qui affleurent en de nombreux endroits. Les schistes primaires, d'âges ordoviciens siluriens, largement présentés, sont fréquemment injectés de filons dolomitiques souvent minéralisés.

En intercalation dans les schistes, se rencontrent des bancs de quartzites et de grés dont la puissance varie de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres. Enfin, des niveaux calcaires apparaissent dans des endroits localisés et sont souvent le siège d'écoulement préférentiel d'eau.

La nappe présente dans la zone fait partie du grand ensemble de la Chaouia côtière. C'est une bande qui longe l'atlantique entre l'Oued Mellah et l'Oum Er Rbia sur une largeur de 15 à 20 Km. La surface de cette nappe est de 1800 Km² et les réserves sont estimées à 2 milliards de m³.

Elle est subdivisée en deux unités hydrogéologiques :

- La Chaouia côtière entre Casablanca et Mohammedia (superficie de 500 Km²) ;
- La Chaouia côtière entre Casablanca et Azemmour (superficie de 1300 Km²) ;

Par ailleurs les essais sur la zone d'étude donnent une conductivité hydraulique (perméabilité) d'ordre de $5,2 \cdot 10^{-7}$

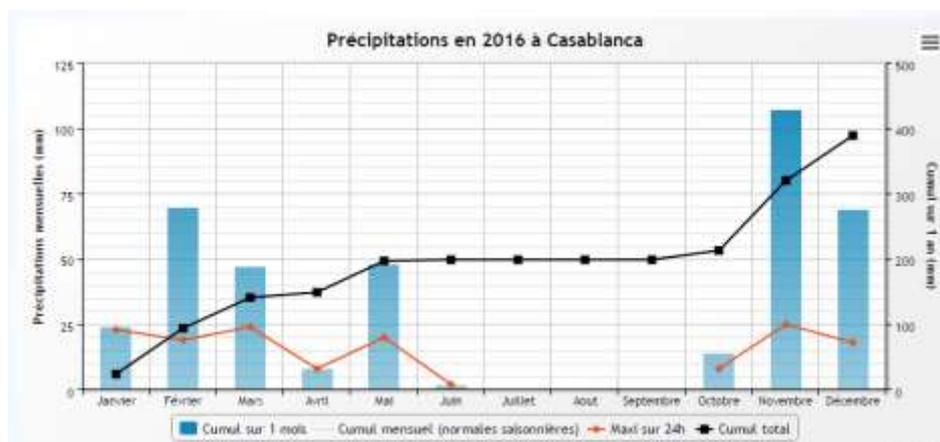


Figure 5 : Diagramme climatique de Casablanca [16]

5. Hydrologie

Les coefficients de Montana caractérisant la pluviométrie dans la zone d'étude sont donnés par Direction de la Météorologie Nationale :

Tableau 2 : Coefficients de Montana

Période de retour T	paramètre a	paramètre b
5 ans	4.29	0.641
10 ans	5.136	0.641
20 ans	5.948	0.642
30 ans	6.414	0.642
50 ans	6.997	0.642
100 ans	7.782	0.643

Selon le guide de la Lydec la période de retour sur laquelle se base le dimensionnement hydraulique est 10 ans

6. Consistance du projet

Le plan s'étend sur une surface de 3,4 ha dont les 4 zones principales sont :

- Zone villa
- Zone CV (ceinture verte)
- Voie d'aménagement
- Zone d'équipements

Notre mission pendant ce stage consistera à assainir ce lotissement de 3,4 hectares. Et vu l'insuffisance du collecteur hors site, l'option de procéder aux solutions alternatives devra être privilégié

*Partie 2 : Généralité sur
les technique alternatives
et usuelles en
assainissement au Maroc*

Chapitre 3 : Généralité sur l'assainissement liquide urbain

Introduction

Ce Troisième chapitre aborde l'assainissement d'une manière globale. En premier lieu, il met en évidence les objectifs que vise l'assainissement, les eaux concernées par ce processus ainsi que les divers modes et systèmes d'assainissement existants dont les avantages et les inconvénients, et les critères dont se base le choix du système d'assainissement adéquat.

1. Définition :

L'assainissement est une démarche ayant comme cible l'amélioration de la situation sanitaire globale de l'environnement dans ses différentes composantes. Il comprend la collecte, le traitement et l'évacuation des déchets liquides dans le milieu naturel. L'assainissement consiste à l'évacuation et l'élimination hygiénique des eaux usées et des excréta humains, de telle sorte à éviter les dangers qui peuvent en résulter en tant que source de contamination fécale et de pollution du milieu. Son but est donc d'installer une barrière sanitaire contre toute contamination.

2. Objectifs de l'assainissement :

Pour l'assainissement liquide des agglomérations, l'objectif est d'assurer l'évacuation de l'ensemble de l'eau pluviale et usées ainsi que leur rejet dans les exutoires naturels sous des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement. Le système d'assainissement vise les cibles suivantes :

- Protéger la population et le milieu naturel contre les risques liés aux eaux polluées
- Diminuer les rejets anthropogènes dans le milieu naturel.
- Conserver ou rétablir un régime hydrologique aussi naturel que possible dans les zones urbanisées
- Obtenir une gestion optimale des eaux pluviales, si possible au niveau du bienfonds, en vue de minimiser les dégâts liés aux événements de pluie exceptionnels et d'intégrer les eaux pluviales en tant qu'élément du paysage urbain.

3. Natures des eaux d'assainissement

Les eaux d'assainissement sont de trois types :

- Eaux de ruissellement
- Eaux usées, d'origine domestique
- Eaux industrielles

Ces eaux peuvent être séparées ou mélangées, ce qui fait apparaître la notion de l'effluent urbain constitué par des eaux usées, d'origine domestiques, plus ou moins polluées par des eaux industrielles et plus ou moins diluées par des eaux de ruissellement. Les caractères de chacune de ces trois catégories sont :

3.1 Eaux de ruissellement

Les eaux de ruissellement comprennent les eaux de la pluie, les eaux de lavage et les eaux de drainage

La pollution de ces eaux est variable dans le temps, plus forte au début d'une précipitation qu'à la fin par suite de nettoyage des aires balayées par l'eau.

3.2 Eaux usées, d'origines domestiques

Les eaux usées d'origine domestiques comprennent :

- Les eaux ménagères (eaux de cuisine, de lessive, ...)
- Les eaux vannes (en matières fécales et urines, en provenance des WC ...).

3.3 Eaux industrielles :

Les eaux industrielles sont celles en provenance des diverses usines.

4. Mode d'assainissement

On distingue entre deux modes d'assainissement :

4.1 Assainissement collectif

L'assainissement est dit collectif (AC) lorsque l'habitation est raccordée à un réseau communal d'assainissement, le tout à l'égout. Les eaux usées sont en effet, collectées dans un réseau public d'assainissement et sont traitées dans un système de traitement collectif.

L'assainissement collectif se rencontre davantage dans les grandes agglomérations où leur installation s'impose souvent du fait du manque d'espace pour pratiquer l'assainissement autonome et aussi l'investissement requis est beaucoup plus rentable vu que l'on procèdera au branchement de nombreux logements qui sont à proximité les uns des autres. Il s'agit des

systèmes qui collectent les eaux usées d'une zone comprenant un grand nombre de logements pour les amener à une station d'épuration.

Il donne lieu à plusieurs systèmes d'assainissement tels que :

- Le système unitaire
- Le système séparatif
- Le système pseudo-séparatif

4.2 Assainissement non collectif:

L'Assainissement Non Collectif (ANC) désigne tout système d'assainissement réalisé par le propriétaire sur une parcelle privée, à l'absence d'un réseau public. Il consiste à traiter les eaux pluviales et usées directement sur le terrain à assainir. Dans les zones d'habitats dispersés, le recours à l'assainissement autonome constitue une alternative à la construction de réseaux d'assainissement. Un système individuel conforme à la réglementation, adapté au type de sol, à la surface disponible et correctement entretenu permet d'assurer une protection satisfaisante des milieux récepteurs face à des rejets dispersés pour des coûts d'investissement largement inférieurs à ceux d'une desserte par réseau collectif

- **Avantages de l'ANC :**

- Investissement réduit.
- Prétraitement efficace assuré par la fosse.

- **Inconvénients de l'ANC :**

- N'est possible que pour des logements à faible densité
- Nécessite une vidange régulière des boues qui doivent être manipulées avec précaution
- Risques de pollution des eaux souterraines.
- Nécessité d'une grande quantité d'eau canalisée pour chasser les déchets des toilettes alimentant la fosse.

Le choix du mode d'assainissement liquide est influencé entre autres par la typologie de l'habitat et les conditions socioéconomiques de l'usager. La différence entre les modes

d'assainissement est d'autant plus marquée que l'on est en présence de quartiers à habitat planifié, équipé de réseaux et de stations d'épuration, mais autour desquels se sont progressivement développés des quartiers à habitat spontané.

5. Systèmes d'assainissement :

Selon la nature des habitats, et le choix des collectivités, on distingue entre plusieurs types de systèmes d'assainissement :

-Système unitaire

-Système séparatif

-Système pseudo séparatif

5.1 Système unitaire :

On dit qu'un réseau d'assainissement est unitaire lorsque les eaux usées et les eaux pluviales sont collectées et transportées dans une seule canalisation. Ce type de réseau est généralement doté de réservoirs permettant, en cas d'orage, le rejet d'une partie des eaux directement dans le milieu naturel.

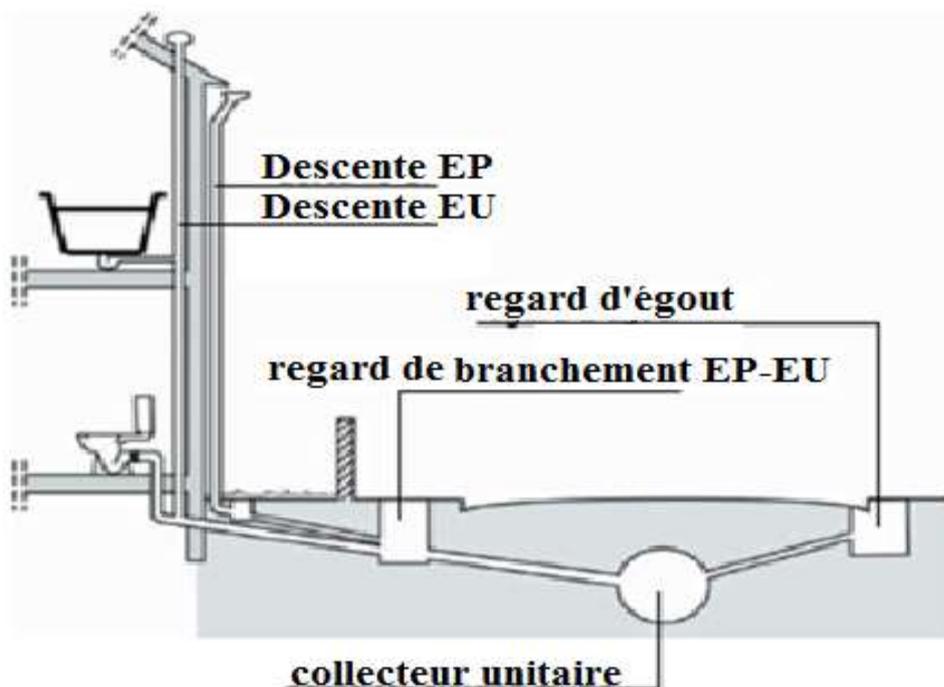


Figure 6 : Schéma du réseau unitaire

5.2 Système séparatif:

Dans système séparatif, les eaux usées et pluviales sont récupérées dans des ouvrages distincts :

- ✓ Les canalisations et les collecteurs acheminent les eaux usées jusqu'à la station d'épuration.
- ✓ Les collecteurs pluviaux entraînent les eaux de pluie vers leurs exutoires naturels.

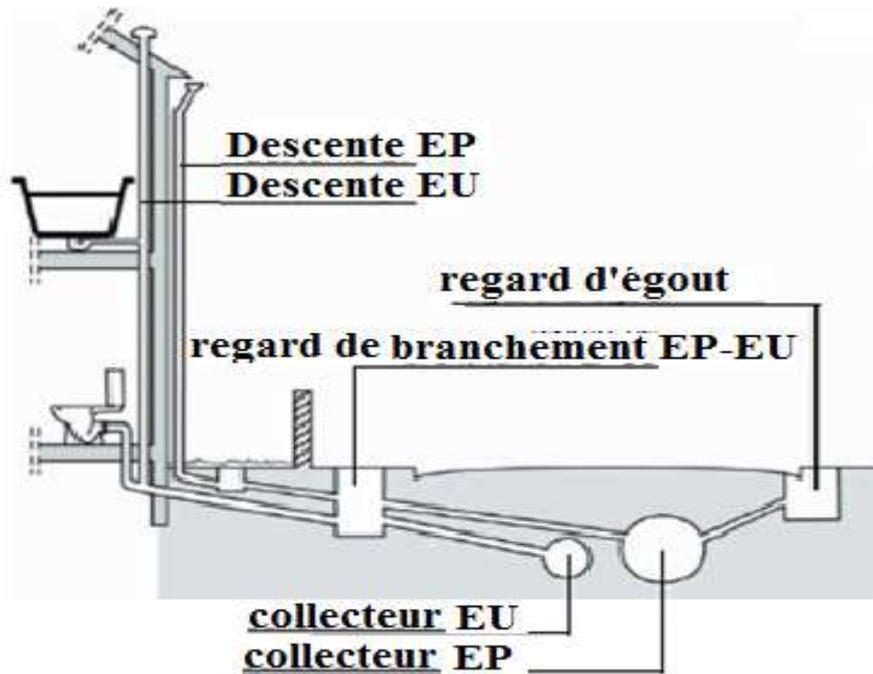


Figure 7 : Schéma du réseau séparatif

5.3 Système pseudo séparatif:

Le système pseudo-séparatif reçoit les eaux usées et une partie des eaux de ruissellement en provenance directe des habitations, ce système n'est actuellement plus préconisé dans la conception d'un nouvel équipement, c'est un système dans lequel on divise les apports des eaux pluviales en deux parties :

- Les apports des eaux pluviales provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement, à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques.
- Les apports des eaux pluviales provenant des surfaces de voirie, qui s'écoule par des ouvrages particuliers déjà reçus pour cet objet par les services de la voirie municipale (caniveaux, aqueducs, fossés avec évacuations directes dans la nature...)

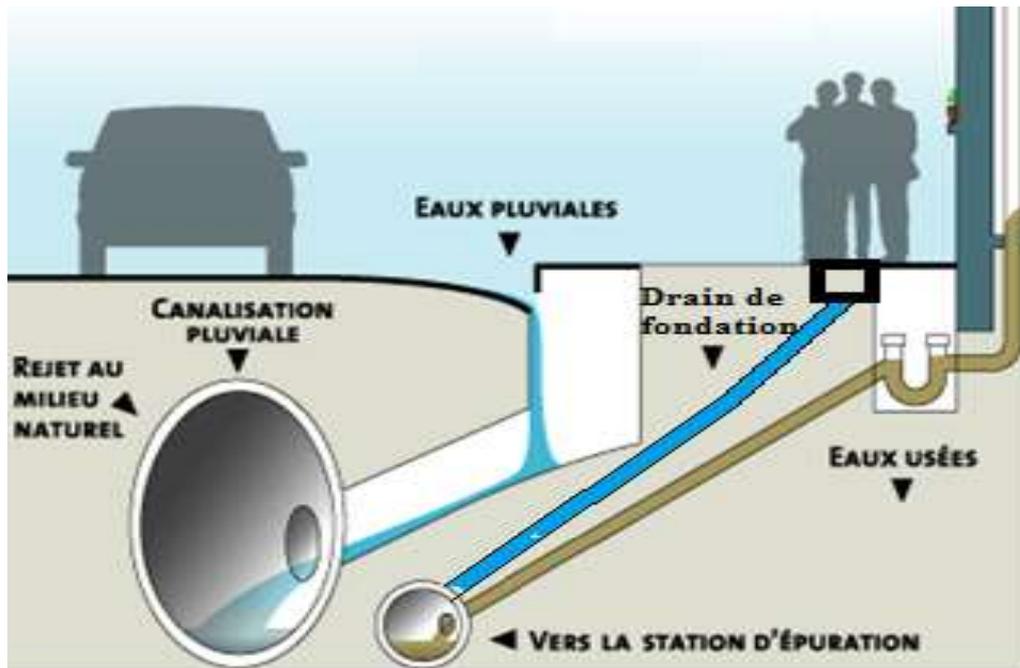


Figure 8 : Schéma du réseau pseudo séparatif

5.4 Autres systèmes d'assainissement liquide

On note également l'existence d'autres systèmes d'assainissement moins répandus tels que :

- **Système mixte :**

On appelle communément système mixte, un réseau constitué, suivant les zones, en partie en système unitaire et en partie en système séparatif.

- **Système composite :**

C'est une variante du système séparatif qui prévoit, grâce à divers aménagements, une dérivation partielle des eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eaux usées en vue de leur traitement.

- **-Systèmes spéciaux :**

L'usage de ces systèmes n'est à envisager que dans les cas exceptionnels, On distingue :

- ✓ **Système sous pression sur la totalité du parcours :**

Le réseau fonctionne en charge de façon permanente sur la totalité du parcours.

- ✓ **Système sous dépression :**

Le transport de l'effluent s'effectue par mise des canalisations en dépression.

6. Avantages et inconvénients des systèmes d'assainissement :

Les avantages et les inconvénients de chaque système sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau 3 : Comparaison entre les trois types de réseaux de collecte

Système	Avantage	Inconvénient
Unitaire	<ul style="list-style-type: none">-Facilité d'installation-Système non couteux	<ul style="list-style-type: none">-Problème de dépôt en temps sec-Cout d'entretien plus élevé-surdimensionnement de la STEP-Une partie des effluents est rejetée dans le milieu récepteur, en période de pluie, sans passer par la station
Séparatif	<ul style="list-style-type: none">-Les eaux pluviales sont rejetées directement dans la nature-Traitement efficace et rentable des eaux usées-Pas de problème d'auto-curage	<ul style="list-style-type: none">-Cout d'exploitation et d'investissement très élevés-Encombrement des réseaux (difficulté d'installation)
Pseudo séparatif	<ul style="list-style-type: none">-Simplification des raccordements des immeubles-STEP non surdimensionné-Cout d'investissement et d'entretien raisonnable	<ul style="list-style-type: none">-Installation assez complexe-Déversoir à ciel ouvert-Réutilisation des eaux rejetées non contrôlée

7. Critères du choix du système d'assainissement adéquat :

En général, le choix d'un système d'évacuation donné dépend essentiellement des objectifs et des contraintes liées au site, ces contraintes sont jugées :

- Techniques et locales : telles que la topographie, le régime des précipitations, et la répartition des habitats.
- Économiques : liées au niveau d'investissement consenti par la collectivité pour l'ensemble du projet, et en intégrant le coût de conception et de réalisation ainsi que celui du fonctionnement et de l'entretien.
- Urbanistiques : selon les prévisions de l'évolution future de l'agglomération.
- Environnementales : liées au niveau du traitement toléré lorsque le pouvoir auto épurateur est limité.

Conclusion

L'assainissement liquide se situe au niveau de la restitution au milieu naturel des eaux entrant sur une parcelle. C'est une opération qui peut se faire selon le mode collectif ou individuel et selon plusieurs systèmes de réseaux dont les plus fréquents sont les systèmes unitaire et séparatif.

Chapitre 4 : Diagnostique du système d'assainissement au Maroc

1 Introduction

Le développement économique du Maroc s'accompagne d'une forte urbanisation. Ce phénomène accéléré nécessite la mise en place d'infrastructures incontournables dont un réseau d'assainissement adéquat, respectant les normes du développement propre et durable.

Cependant les inondations répétées dans divers milieu urbain font état du mauvais fonctionnement de ce réseau. En effet le système d'assainissement au Maroc présente deux types de réseaux : les réseaux séparatifs d'eaux pluviales et d'eaux usées dans les nouveaux lotissements et les réseaux unitaires dans les réseaux anciens et les médinas.

Et au-delà de cette différence, il faut noter que les réseaux anciens qui constituent les collecteurs principaux n'étaient pas dimensionnés pour faire face à une urbanisation aussi rapide. D'où l'apparition de problèmes répétés au niveau des réseaux d'assainissement.

Pour pallier à ces problèmes, diverses actions sont mises en places par les intervenants dans le domaine. En plus pour coordonner les actions de ces différents intervenants, l'Etat marocain a mis en place un Plan National d'Assainissement.

Dans ce chapitre, nous présentons un état des lieux sur l'assainissement à l'échelle nationale, faisant cas des réseaux existant ainsi que les perspectives de développement dans ce secteur.

2 Spécificités du réseau :

1.1 Modes adoptés :

L'assainissement collectif représente la majeure partie de l'assainissement au Maroc. Ce mode, surtout rencontré en milieu urbain, représente 80% des réseaux d'assainissement des centres urbains, correspondant à 97% de la population selon des statistiques de l'an 2000.

Selon la même étude, l'assainissement autonome ne représenterait que 20% des ménages urbains assainis, relatif à 3% de la population.

Le tableau ci-dessous résume les proportions des différents modes d'assainissement selon la taille des agglomérations.

Tableau 4 : Proportion de ses différents modes d'assainissement par type d'agglomération [2]

	Grandes villes		Centres urbains moyens		Petits centres urbains	
	Nombre de centres assainis (en %)	Pourcentage de la population	Nombre de centres assainis (en %)	Pourcentage de la population	Nombre de centres assainis (en %)	Pourcentage de la population
Assainissement Collectif	100	100	89	99	74	79
Assainissement Autonome	0	0	2	1	16	21

1.2 Présentation du système d'assainissement liquide :

Un développement économique continu au pays s'accompagne inévitablement par une urbanisation excessive. Ce fléau exige l'adaptation des infrastructures et la création d'autres, parmi lesquelles le réseau d'assainissement. Celui-ci doit respecter les normes d'un développement propre et durable.

Le système d'assainissement au Maroc connaît deux types principaux : Les réseaux séparatifs d'eaux pluviales et des eaux usées, principalement dans les nouveaux lotissements, et les réseaux unitaires dans les anciens ménages des médinas.

Ceci –dit, les réseaux unitaires dominent les centres urbains d'assainissement. En effet, ce type d'assainissement présente 68% des ménages au service de 83% de la population. Tandis que le type séparatif ne concerne que 16% des ménages au profit de 5% de la population. Le reste des ménages adoptent une solution mixte privilégiant le système unitaire en somme. [12]

3 Liste des principaux concessionnaires de l'assainissement liquide au Maroc :

Le tableau ci-dessous regroupe la liste des principaux concessionnaires de l'assainissement au Maroc.

Tableau 5 : concessionnaires de l'assainissement liquide au Maroc

Villes	Concessionnaires
Casablanca	Lydec
Rabat/Salé	Redal
Tanger/Tétouan	Amendis

11 localités	Régies municipales autonomes :
Agadir	RAMSA
Marrakech	RADEEMA
Fès	RADEEF
Meknès	RADEEM
Kenitra	RAK
Safi	RADEES
El Jadida	RADEEJ
Larache	RADEEL
Tadla/Béni-Mellal	RADEET
Oujda	RADEEO
Chaouia-Settat	RADEEC
Autres villes et communes rurales	ONEP

4 Quelques chiffres renseignant sur l'assainissement liquide au

Pays :

Les tableaux ci-dessous illustrent quelques chiffres renseignant sur l'assainissement liquide au Maroc :

Tableau 6 : Chiffres clés du réseau d'assainissement liquide au Maroc [11]

Taux de desserte (accès à une source améliorée d'eau potable)	82 % (2004)
Taux de raccordement global au réseau d'assainissement en milieu urbain	75% (2016)
Continuité du service d'eau potable en milieu urbain	près de 100 % (estimé)
Prix moyen de l'eau en USD/m3)	entre 0,29 et 0,66 (3,20 et 7,18 dirhams) en 2008
Part des branchements avec compteurs	près de 100 % (estimé)
Montant investi annuellement dans l'eau et l'assainissement	5,7 milliards de dirhams (687 millions de USD), correspondant à 22 USD par personne (2005)
Part financée par le prix de l'eau	Faible
Part financée par le budget général	Environ 30% du PNA avec les collectivités publiques
Part financée par des apports extérieurs	Elevé

Institutions	
Responsable de la politique sectorielle de l'eau	Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement pour la gestion des ressources en eau
Régulateur national	Aucune institution dédiée, mais certaines fonctions de régulation sont confiées au ministère de l'Intérieur
Exploitation du service en milieu urbain	Un opérateur national, l'ONEP, 4 opérateurs privés (LYDEC, Redal, Amendis et SMD) et 12 Régies

Accès à l'eau	Urbain	Rural
Robinet dans l'habitation	82,6 %	18,1 %
Robinet dans le jardin	2,6 %	1,7 %
Eau en bouteille	0,6 %	0,3 %
Borne Fontaine	10,8 %	11 %
Puits protégés	0,8 %	13,5 %
Puits ouverts	1 %	26,6 %
Sources	0,9 %	17,2 %
Rivières ou ruisseaux	0,0 %	5,4 %
Lacs, réservoirs de barrages	0,0 %	0,3 %
Eau de pluie	0,0 %	4,0 %
Camion citernes	0,6 %	1,5 %
Autre	0,1 %	0,4 %
Total	100 %	100 %

➤(Sources : Wikipédia, Présentation du PNA par Mohamed RIFKI, », direction Planification et Stratégie ONEP, 2005)

5 Analyse des défauts :

Le demi-siècle écoulé, le Maroc a vécu une augmentation pertinente dans la fréquence des inondations. En effet, depuis les années 80 jusqu'à aujourd'hui, le pays a connu un excès considérable des rares années humides accompagné d'une pluviométrie forte et concentrée, pour de courtes périodes de l'année.

C'est alors que les inondations fréquentes au Maroc, surtout pendant les deux dernières décennies, ont été de plus en plus pertinentes et ressenties, pour deux raisons principales : La première est relative à la croissance démographique qui accompagne le développement économique et l'urbanisation, qui engendre une forte occupation des zones vulnérables. Tandis que la seconde raison correspond à l'aggravation des phénomènes météorologiques relatifs à la sécheresse et crues, suite aux changements climatiques qui entraînent de forts orages localisés plus pertinents et agressifs. [1]



Figure 9 : Photos des inondations à SIDI Bernoussi (Casablanca) en 2017

Pour illustrer la gravité des faits, nous exhibons l'incident datant du 20 au 27 novembre 2002, où le Maroc connu l'une des plus importantes inondations de son histoire, engendrant des dégâts désastreux :

- Un bilan de 63 morts, 26 disparus, et des dizaines de blessés.
- Des centaines d'hectares de terres agricoles endommagés, ainsi que des centaines de têtes de bétail perdues.
- Plus de 24 habitations effondrées et 373 inondées.
- Plusieurs unités industrielles endommagées, ou interrompues, à l'instar de La SAMIR, la plus importante raffinerie du Royaume avec des pertes de plus de 300 millions USD. [14]

La région du Grand Casablanca reste à ce jour en péril, menacée par les inondations, plus particulièrement certaines zones, notamment Berrechid et l'Aéroport Mohammed V, menacées par les inondations de l'oued Bouskoura et des oueds à l'amont de Berrechid (Tamedroust, El Himer, et Toujjine).

Plusieurs mesures ont été entreprises par le Maroc pour prévenir et lutter contre le fléau à travers la réalisation des barrages et des bassins d'orage. Or, le problème doit être traité à l'origine. C'est alors que vint la nécessité de la bonne gestion de la récupération des eaux pluviales.

6 Les contremesures entreprises pour remédier aux défauts :

Le Maroc s'est engagé, depuis bien des années, à régler la situation de l'assainissement, urbain qu'il soit ou bien rural. D'où l'émergence et la genèse de plusieurs entités et organismes avec des programmes et des tâches bien spécifiques. C'est alors que la concession du secteur de l'assainissement fut à des entreprises privées dans certains grands centres urbains. Aussi, des programmes furent entamés à l'instar du Schéma Directeur National de l'Assainissement Liquide (SDNAL), puis le Programme National d'Assainissement Liquide (PNA), et les PDAIRES.

6.2 Schéma Directeur National de l'Assainissement Liquide (SDNAL) :

Le Schéma Directeur National de L'assainissement Liquide a vu le jour pour la mission spécifique de renforcer une stratégie cohérente de gestion du secteur de l'assainissement aux horizons de 2005 à 2015, dans le cadre des objectifs préalablement établis, se dotant de l'expérience acquise dans le domaine de l'assainissement durant plusieurs années . Ce schéma connaît comme objectifs :

- L'analyse du mode opératoire actuel en termes techniques et administratifs.
- L'analyse de la situation actuelle de l'assainissement et l'élaboration d'un programme de travaux pour les dix années qui suivent.
- La gestion et le financement de l'assainissement.
- La coordination avec les études de plans directeurs d'assainissement des grandes villes.

Ce schéma s'engagera à traiter tous problèmes de l'assainissement avec précision, afin de tracer une stratégie adéquate à adopter pour les années à venir. [5]

6.3 Le Programme National d'Assainissement (PNA) :

6.3.1 Présentation du programme :

Le secteur d'assainissement liquide au Maroc connaît de terribles défaillances. Ce qui met en péril la préservation des eaux, et qui menace l'environnement. Il vient à souligner que durant l'année de 2005 un volume de 600 Millions de mètres cubes d'eaux usées urbaines ont été rejeté sans avoir été traité.

C'est dans cet égard qu'un Programme National d'Assainissement Liquide et d'Épuration des Eaux Usées PNA fut tracé en 2005, ayant pour objectifs d'évaluer globalement les coûts de réalisation et de maintenances, et de classer les différents centres par ordre de priorité, en accord avec le Ministère de l'Intérieur et le Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement. Explicitement, ses objectifs sont comme suit :

- Atteindre un taux de raccordement global au réseau d'assainissement en milieu urbain de 75% en 2016, de 80% en 2020 et de 100% en 2030.
- Atteindre un volume des usées traitées de 50% en 2016, de 60% en 2020 et de 100% en 2030. [12]

6.3.2 Particularités physiques et financières du programme :

Relativement à 330 villes et centres urbains, ce programme concerne les ménages dont l'assainissement est géré par les communes, l'ONEP ou les régies, totalisant une population de 10 millions d'habitants en 2005. Ces chiffres ne concernent pas les centres gérés par les concessionnaires privés et particuliers.

Le budget investit s'élève à 43 Milliard de Dirhams, dont les proportions sont réparties comme suit :

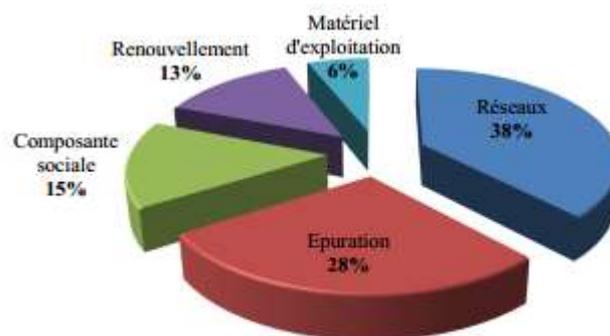


Figure 10 : Parts des différents postes d'investissement [3]

Les investissements qui se présentent comme nécessaires :

- Des investissements dans les réseaux d'assainissement d'un montant de 16,1 Milliards Dhs qui englobent :
 - La réhabilitation et le curage initial du réseau.
 - L'assainissement des quartiers non assainis.

- L'extension du réseau d'ossature.
- L'extension du réseau de desserte et des branchements.
- La restructuration et le renforcement du réseau pluvial ;
- L'interception et le pompage.
- Des investissements en épuration d'un montant de 11,9 Milliard Dhs relatifs à :
 - Le prétraitement ;
 - Le traitement primaire ;
 - Le traitement secondaire ;
 - Le traitement tertiaire ;
 - L'émissaire en mer (Grandes Villes côtières de plus de 100 000 habitants).
 - Des frais de renouvellement d'un montant de 5,6 Milliards de dirhams.
- Des investissements relatifs à la composante sociale d'un montant de 6,8 Milliards Dhs dans le cadre de l'INDH, cette dernière prévoit notamment l'élargissement de l'accès à l'assainissement dans 250 quartiers urbains pauvres et 360 communes rurales démunies, ces investissements concernent :
 - L'extension des réseaux d'assainissement dans les quartiers urbains pauvres ;
 - Une augmentation conséquente du nombre de branchements dans ces quartiers;
 - La réalisation d'un assainissement autonome adéquat pour les communes rurales pauvres.
 - L'acquisition de matériel d'exploitation d'un montant de 2,6 Milliards de dirhams.

6.3.3 Financement du programme :

Dans le but d'asseoir le programme et son application, l'Etat s'est engagé dans un plan triennal s'étalant entre 2006 et 2008. Dans cet égard, plusieurs subventions du gouvernement sont élaborées, et ce annuellement, dans le cadre de l'assainissement soit par :

- Le Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Eau et de l'Environnement.
- Le Ministère de l'Intérieur.
- Soit dans un cadre partenariale avec quelques intervenants, plus particulièrement :
 - Des fonds de solidarité entre habitants.
 - Fonds Hassan II pour le Développement Economique et Social.

- Taxes sur les concessions des carrières situées dans le Domaine Public Hydraulique et les concessions de production d'eau potable.

Ainsi, le financement du PNA, d'un budget dépassant les 43 Milliard de dirhams, s'organise comme suit : l'Etat contribue par la plus grande partie par son budget général et ses institutions. D'autre part les usages contribuent eux aussi via les tarifs. Le graphe ci-dessous montre les proportions des contributions dans le budget du PNA.

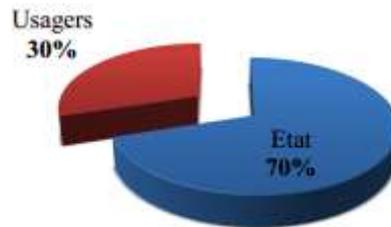


Figure 11 : parts des différentes sources de financemet

Ceci-dit, la contribution des usagers se fera par le billet d'une tarification adéquate. Cette dernière pourra s'élever en moyenne de 2 Dhs en 2005 à 3,5 Dhs en 2020, accompagné d'une amélioration des services. Ces augmentations de tarifications serviront généralement au remboursement des prêt et l'autofinancement du PNA. [12]

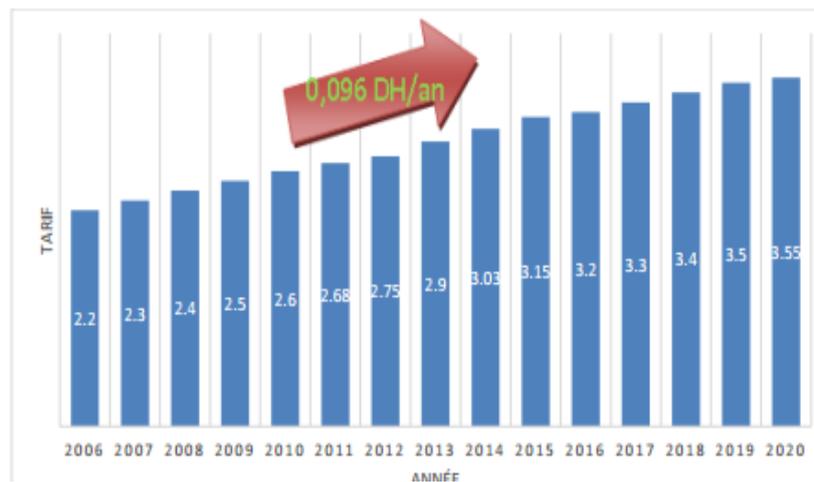


Figure 12 : Evolution des tarifs de l'assainissement (DH/m3)

6.3.4 Bénéfices du programme :

Le progrès et le développement du Maroc en termes d'équipements d'assainissement et d'épuration des eaux usées s'accompagne par plusieurs apports positifs :

- Une contribution considérable aux recettes de l'Etat (IGR, IS, TVA) s'élevant à 380 millions de dirhams annuellement.
- Promouvoir l'économie, à travers le matériel employé en assainissement (génie civil, équipements électriques et électromécaniques ...)
- Dynamiser l'emploi, relevant de la conception, la réalisation, l'exploitation des ouvrages, dans le cadre de la création de 10000 emplois, dont 2600 cadres et agents de maîtrise.
- Renforcer le secteur touristique par le billet de sa composante balnéaire, créant ainsi un cadre favorisant pour :
 - Attirer 10 millions de touristes à l'horizon de 2010.
 - Mettre à niveau les plages à l'échelle nationale.
 - Réaliser les principaux programmes de développement des sites touristiques au Maroc.
 - La réduction de la dégradation environnementale. En effet, des projections prédisent la réduction de la pollution jusqu'à 100% dans les villes côtières, tandis que pour les centres intérieurs une réduction de 60% de la pollution.
 - Une forte réduction des risques sanitaires. Dans ce cadre, il vient à noter que les rejets des eaux usées après la réalisation du PNA connaîtront une baisse qui améliorera les dangers sanitaire qui menacent les populations qui vivent à proximité des points de rejets
 - Le recyclage et la possibilité de réutiliser les eaux usées épurées. L'irrigation reste le domaine clé pour cette démarche. Une superficie de 60000 hectares pourrait être traitée par la création de petits projets d'irrigations relatifs à la réutilisations des eaux usées épurées. [12]

6.3.5 Schématisation du PNA :

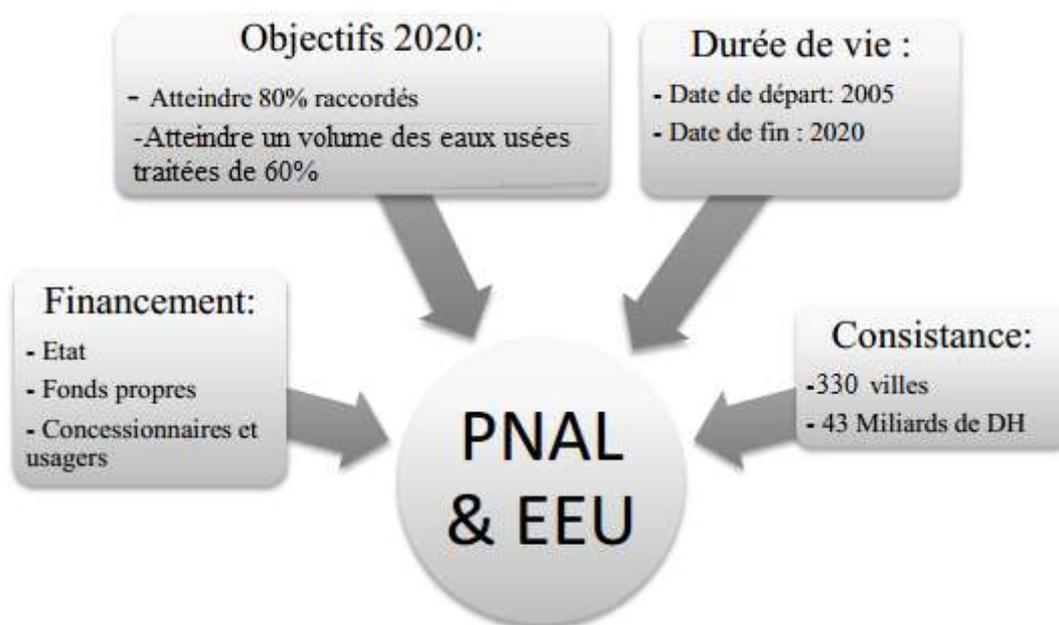


Figure 13 :Résumé du Programme National d'Assainissement [12]

7 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons tracé un diagnostic du secteur d'assainissement au Maroc et ses défaillances. Ensuite, nous avons présenté les actions et les programmes entretenus par le Maroc pour pallier à la situation de l'assainissement et la renforcer.

Avec l'accélération du processus d'urbanisation, les villes nouvelles ont commencé à se développer. En effet, la recherche de nouvelles techniques s'est avéré indispensable vu les lourdes dépenses que nécessitait l'assainissement classique (l'ensemble des ouvrages hydrauliques acheminant les eaux pluviales jusqu'à leur exutoire). Ce qui a donné naissance un concept nouveau appelé '**techniques alternatives en assainissement**', ces derniers feront l'objet du chapitre suivant.

Chapitre 5 : Les techniques alternatives en assainissement

Introduction

Lorsque les méthodes usuelles en assainissement ne permettent pas la réalisation des ouvrages dans des conditions satisfaisantes, on est amené à envisager d'autres solutions que l'on nomme « techniques alternatives » en assainissement liquide. Ces techniques dont l'utilisation est courante dans certaines localités, ne sont appliquées que lorsque certaines méthodes plus répandues ne peuvent pas s'appliquer ; d'où leur qualificatif d'alternatives

1. Généralités sur les techniques alternatives

1.1 Définition

Les techniques alternatives en assainissement représentent l'ensemble des techniques qui viennent se substituer au concept classique de collecte et d'acheminement des eaux de façon collective par un réseau de canalisation et d'égouts. Désormais, l'objectif est de gérer ces volumes d'eau au niveau de la parcelle en guise d'évacuer les eaux pluviales le plus loin possible.

1.2 Principes de fonctionnement

Les deux principes piliers sur lesquels les techniques alternatives reposent sont ;

- La rétention de l'eau pour réguler les débits et limiter la pollution à l'aval.
- L'infiltration dans le sol ou la réutilisation de ces eaux afin de ne pas avoir à les acheminer vers l'égout

L'avantage de ces techniques réside dans le fait qu'elles sont intimement liées à l'aménagement urbain pouvant contribuer à le valoriser. En effet, outre le fait qu'elles permettent de viabiliser des terrains que l'assainissement classique ne permettrait pas d'assainir si ce ne serait à des coûts exorbitants, leur mise en œuvre se doit de s'intégrer parfaitement dans le contexte naturel et urbain où elles sont appliquées. Ainsi l'infiltration dépendra des conditions géologiques et hydrogéologiques et la réutilisation pour l'arrosage dépendra des espaces verts existant, etc...

D'où la durabilité de ces solutions techniques est évidemment un sujet essentiel et il convient de lier l'investissement et le fonctionnement pour pérenniser les ouvrages.

On pourra donc dépasser ces deux principes de bases (à savoir la régulation et l'infiltration), au traitement des eaux de pluies et les eaux usées afin de leur permettre d'autres usages qui les valoriseraient. Parmi les principales techniques alternatives on note :

- Les bassins de stockage et d'infiltration
- Les fossés
- Les noues végétalisées,
- Les puits d'infiltration,

2 Les techniques alternatives les plus courantes

2.1 Les bassins de retentions

Il s'agit d'une technique d'assainissement compensatoire des effets de l'imperméabilisation des sols en zone urbaine, permettant de répondre aux objectifs de contrôle à la source des ruissellements, avec ou sans infiltration. Le bassin de rétention des eaux pluviales a pour but de limiter les apports conséquents d'eau pluviales au réseau en écrêtant l'apport en eau dans les réseaux ou le milieu naturel afin d'éviter la saturation des réseaux d'assainissement, le débordement des déversoirs d'orages et au final des chocs de pollutions vers le milieu naturel. [15]

Il faut noter l'existence de bassin de rétention ayant pour but :

- La régulation des eaux évacuées vers le réseau : ce sont des bassins dits de régulation ou de stockage
- l'infiltration des eaux retenues : ce sont des bassins dits d'infiltration
- Les deux rôles précités

D'autres bassins de retentions en plus du fait qu'ils rentrent dans l'une des catégories précitées fournissent de l'eau pour d'autres usages tels que l'irrigation, le nettoyage des voiries, etc...

Ces bassins qui constituent des ouvrages de stockage temporaire peuvent être à sec ou en eau.

2.1.1 Bassins secs

Ouvrages de stockage des eaux pluviales les restituant soit par infiltration soit à débit régulé vers un exutoire ou un réseau. Leur rôle est d'évacuer les volumes retenus le plus tôt possible et pour rester vide le reste du temps.



Figure 14 : Bassin sec (Janate California)

2.1.2 Bassins en eau

Ouvrage toujours en eau réalisé par de simples mouvements de terre avec maintien d'une zone d'eau permanente au fond du bassin permettant la mise en place de végétation aquatique.

2.2 Les fossés

2.2.1 Définition :

Les fossés désignent des ouvrages linéaires à ciel ouvert de faible largeur et servant au recueil des eaux pluviales, à leur rétention et à leur évacuation par infiltration ou rejet dans un cours d'eau ou un réseau.

2.2.2 Réalisation

Les fossés sont réalisés avec l'aide d'engins mécaniques, avec un godet approprié au profil retenu. Il est possible d'avoir recours à des cloisons, maçonnés ou non, afin d'améliorer les performances de stockage.

Remarque:

a) En présence d'un fossé d'infiltration, Il ne faut pas compacter le fond du fossé lors de l'exécution des terrassements

b) En milieu urbain, la réalisation d'un ponceau préfabriqué ou d'un busage est nécessaire au franchissement du fossé. Le dimensionnement de ce busage peut jouer, le cas échéant, la fonction de limiteur de débit.

L'intégration paysagère des fossés est délicate car il est difficile, compte tenu du profil, de planter des végétaux. De plus ils nécessitent un entretien régulier.

2.2.3 Cout indicatif

30 à 40 €/m³ (330 à 450 dirhams) stocké, incluant le terrassement, le géotextile, etc...

2.2.4 Avantages

- Simplicité et faibles coûts.
- L'entretien est souvent limité à quelques fauchages annuels à l'aide d'engins mécanisés à fort rendement tels que les gyrobroyeurs, et au ramassage des détritux.
- Fréquence d'entretien: tous les 3 à 6 mois. Un curage peut être envisagé en cas de colmatage

2.2.5 Inconvénients

- Colmatage, risque de pollution de la nappe s'il n'y a pas de prétraitement ou s'il existe des activités à risques dans la zone assainie.
- Sensibilité modérée au manque d'entretien de l'ouvrage.

2.3 Les noues

2.3.1 Définition :

Une noue est un fossé à ciel ouvert, large et peu profond, permettant d'assurer l'écoulement, le stockage voire l'infiltration des eaux pluviales. L'eau est amenée dans la noue soit par l'intermédiaire de canalisations, soit directement après ruissellement sur les surfaces adjacentes. L'eau peut être évacuée vers un exutoire (bassin, réseau...) ou par infiltration dans le sol et évaporation. Ces modes d'évacuation se combinent souvent. La noue peut être minérale ou végétale, étanche ou non.

2.3.2 Réalisation :

Les noues sont réalisées avec une pelle mécanique. Après décapage de la terre végétale de surface, le profilage de la noue est assuré selon sa vocation définitive.

2.3.3 Intégration paysagère

L'intégration paysagère des noues est aisée, compte tenu de leur profil. L'engazonnement est suffisant, mais il doit être réalisé avant la mise en service et avec une bonne épaisseur de sol de bonne qualité.

2.3.4 Entretien :

L'entretien s'assimile à celui d'un espace vert (tonte de la pelouse, ramassage des débris, arrosage éventuel, etc.).

Fréquence d'entretien : tous les 3 à 6 mois.

Coût indicatif : 8 à 18 €/m³ stocké

2.3.5 Avantages

Apport esthétique, faible coût, moins sensible au colmatage, bonne intégration paysagère, plus-value écologique.

2.3.6 Inconvénients

Emprise foncière importante, risque de pollution de la nappe si absence de prétraitement et activité à risque. Sensibilité modérée au manque d'entretien.

2.4 Retenue à la source : toits et chaussées

2.4.1 Toitures et terrasse réservoirs

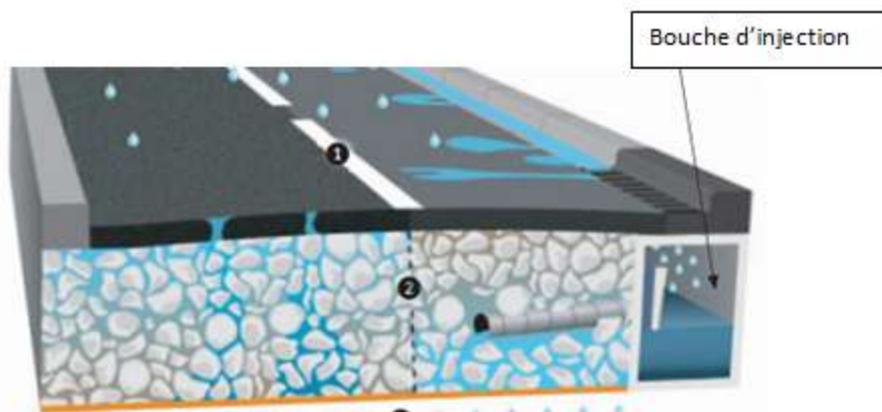
Cette technique présente beaucoup d'avantages pour les collectivités puisqu'elle permet:

- Des économies en termes de canalisation : l'eau ainsi récoltée temporairement n'ira pas se jeter immédiatement dans le réseau d'évacuation des eaux de pluies. Ce processus permet alors de réduire les débits et les pointes de débit et de limiter les crues (gestion des catastrophes).
- Des économies en termes de gestion de la pollution à deux niveaux : le filtrage de l'eau de pluie l'empêche d'emporter les poussières souvent toxiques présentes sur les toits en ville.

- Ensuite la diminution du volume d'eau à traiter par unité de temps permet un meilleur rendement des stations d'épuration. En effet, il est plus facile d'éliminer une même quantité de déchet concentrée que diluée.

2.4.2 Chaussées à Structure Réservoir (CSR)

Chaussées qui, outre leur fonction première consistant à assurer le trafic léger et lourd des véhicules ou le transit piétonnier, stockent les eaux pluviales dans les couches constitutives du corps de chaussée [17]



Conclusion

Les techniques alternatives en assainissement sont nombreuses. Toutefois leur application est soumise à certains critères liés aux conditions naturelles et l'envergure du projet où l'on souhaite les implanter. Par ailleurs il importe de connaître le contexte de l'urbanisation en général et de l'assainissement en particulier du lieu d'application de ces techniques afin de savoir si elles sont les mieux adaptées. Aussi afin d'appréhender l'applicabilité de ces techniques au Maroc, il conviendrait de faire un état des lieux de l'assainissement liquide au Maroc.

Un bassin de rétention est une excavation dans le sol qui permet de retenir les eaux pluviales pendant les périodes des orages et les faire évacuer à faible débit. (Guide de la Lydec)

Un bassin de rétention des eaux pluviales est une zone de stockage des eaux pluviales enterré ou à ciel ouvert. Ils peuvent être raccordés sur le réseau public, le milieu hydraulique superficiel ou à un système d'infiltration.

*Partie 3 : Méthodes de
dimensionnement des
réseaux d'assainissement
et des bassins de rétention
Au Maroc*

Chapitre 6: Les méthodes de dimensionnement des réseaux d'assainissement

Introduction

L'assainissement se fait selon des règles qui sont consignées dans les normes. Quand bien même ces normes font états de diverses méthodes et procédés de dimensionnement des ouvrages certaines restent privilégiées par les ingénieurs lorsque les conditions le permettent, ce qui est généralement le cas, et c'est justement la raison pour laquelle ceux-ci sont qualifiés d'« usuels ».

1. Dimensionnement du réseau collectif d'eaux pluviales

Comme indiqué dans le chapitre précédent le réseau peut être unitaire ou séparatif. Dans le cas où il est séparatif, on procèdera au dimensionnement du réseau d'eau pluviale et usée à partir de leurs débits correspondant.

Dans le cas où le réseau est unitaire le dimensionnement des conduites se fera tout simplement avec les débits des eaux pluviales car ceux-ci sont les plus importants.

1.1 Calcul des débits

Une fois que l'on s'est fixé un bassin versant un exutoire pour celui-ci, on peut alors calculer les débits des eaux pluviales à l'exutoire de ce bassin ; Les calculs des débits des eaux peuvent se faire par différentes méthodes, mais la formule la plus utilisée est celle de Caquot.

Les calculs des débits des eaux pluviales par la méthode de Caquot suivent les étapes suivantes :

- On mesure à partir du plan d'assainissement la surface A du bassin versant considéré (A en ha) ; $A \leq 200$ ha
- On calcule à partir du plan coté la pente du terrain naturel du bassin versant (I en m/m)

Avec : I : est prise égale à la pente moyenne pondérée de la chaussée

$$0.002 \leq I \leq 0.05$$

- On mesure graphiquement la longueur du bassin versant (L en hm)

Avec : L : est le plus long cheminement hydraulique du bassin versant

- On calcule le coefficient de ruissellement pondéré du bassin versant C.

$$0.2 \leq C \leq 1$$

- On calcule le coefficient de correction m par la formule suivante : $m = \left(\frac{2\sqrt{A}}{L}\right)^{\frac{-0.84b}{(1+0.287b)}}$

Pour la région de Casablanca, on obtient :

$$m = \left(\frac{2\sqrt{A}}{L}\right)^{0.66} \quad \text{Avec} \quad 0.80 \leq m \leq 1.73$$

- On calcule le débit d'eau pluvial décennal en utilisant la formule de Caquot suivante (Q en m³/s) :

$$Q(F) = K \cdot C^u I^v A^w \cdot m$$

Avec :

F : la fréquence qui vaut l'inverse de la période de retour

T : Période de retour adoptée.

Les paramètres de la formule sont obtenus dans les tableaux par les expressions suivantes :

Tableau 7 : Les paramètres de la formule de Caquot [6]-

Paramètres	K	U	V	W
	$\frac{0,5^{b(F)} a(F)}{6,6}$	$1+0.287b(F)$	$-0.41b(F)$	$0.95+0.507b(F)$

Pour la région de Casablanca les paramètres de Montana sont comme suit :

$$a = 5.136 \quad \text{et} \quad b = -0.641$$

Et avec une période de retour décennal (10 ans), le débit sera donc calculer selon la formule suivante :

$$Q = 1,2676 \cdot I^{0,3223} C^{1,2254} A^{0,7659}$$

- On assembler les bassins versants, selon leur nature, comme montre le tableau ci-dessous

Assemblage	A _{équivalent}	C _{équivalent}	I _{équivalent}	L _{équivalente}
Bassins en série	$\sum A_i$	$\sum A_i \cdot C_i / \sum A_i$	$[\sum L_i / (\sum L_i / I_i^{1/2})]^2$	$\sum L_i$
Bassins en parallèle	$\sum A_i$	$\sum A_i \cdot C_i / \sum A_i$	$[\sum I_j \cdot Q_{pj}] / \sum Q_{pj}$	$L_j (Q_{pj} \text{ max })$

Les coefficients de ruissellement de base pris en compte sont donnés par le tableau ci-après en fonction des types d'habitat ou de zone.

Tableau 8 : coefficients de ruissellement élémentaires [10]

TYPOLOGIE D'HABITAT	COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT
Petits immeubles +commerces	0.45
Equipement public	0.40
Immeubles résidentiels	0.45
Moyennes villas	0.35
Grandes villas	0.30
Habitat économique	0.70
Habitat moderne/mixte	0.65
Zone Hôtelière	0.30
Zone industrielle	0.60
Terrain de sport/cimetière	0.20
Espaces verts + parcs	0.20
Voiries + parking	0.90

1.2 Calcul des diamètres des conduites

Après avoir calculé le débit de pointe à l'exutoire du bassin versant, on passe à la détermination des dimensions de la canalisation. Dans le cas d'une canalisation circulaire il faut suivre les étapes suivantes :

- On calcule le débit des eaux pluviales selon la procédure décrite au paragraphe au-dessus
- On relève la pente des collecteurs à partir des profils en long
- On calcule le diamètre de la conduite (Φ en m) à partir de la formule suivante

$$\Phi = 0,3 \cdot I^{-\frac{3}{16}} Q^{\frac{3}{8}} \quad [7]$$

Avec Q : Débit des EP calculé dans le paragraphe précédent (en m³/s)

- On calcule le débit à pleine section (en m³/s):

$$Q_{ps} = 24,935 \cdot I^{\frac{1}{2}} \cdot \Phi^{\frac{8}{3}} \quad [7]$$

- On calcule la vitesse à pleine section (VPS en m/s) selon la formule suivante

$$V_{ps} = 31,748 \cdot I^{\frac{1}{2}} \Phi^{\frac{2}{3}} \quad [7]$$

- On vérifie les conditions d'autocurage tel que :

$$1m/s \leq V_{ps} \leq 5m/s \quad [7]$$

Où V_{PS} est la vitesse à pleine section.

Si ses conditions ne sont pas respectées, il faut augmenter ou diminuer la pente du collecteur et reprendre le calcul à partir du point n° 3

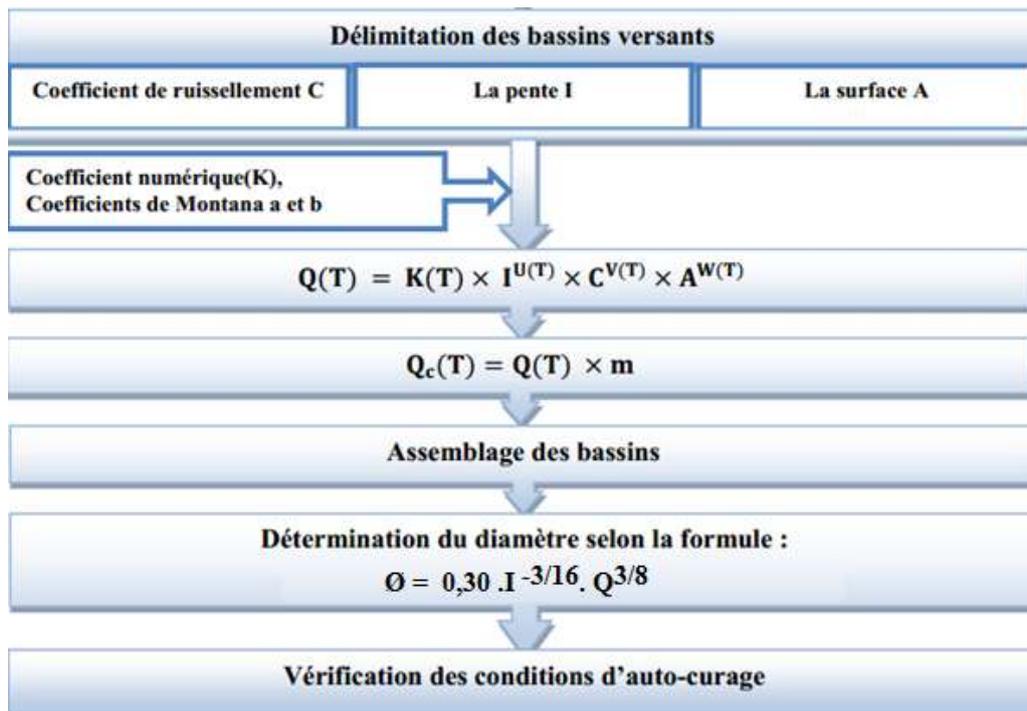
1.3 Schéma récapitulatif

La méthode de dimensionnement décrite au-dessus est récapitulée dans le schéma suivant : (Figure 15)

2. Dimensionnement du réseau collectif d'eaux usées

Comme pour les eaux pluviales le dimensionnement des réseaux d'eaux usées se fait conformément à la norme en vigueur dans la localité où on se trouve. Ainsi il s'agira de suivre les prescriptions fournies par le concessionnaire de l'assainissement à travers son guide d'assainissement.

Figure 15 : Schéma récapitulatif [10]



2.1 Calcul des débits

Les calculs des débits d'eaux usées se font en vue de satisfaire des critères de dimensionnement en l'occurrence, la capacité à évacuer les effluents et l'entretien du réseau.

Pour ce faire ils suivent un enchainement ordonnés qui consiste à respecter les étapes suivantes:

- Compter le nombre d'appartement à partir du plan de masse
- Estimer le nombre de la population N en adoptant 5 habitants par appartement (en hab.)
- Définir le ratio de consommation en eau potable C (en l/hab /j) à partir du tableau au-dessous
- Adopter le coefficient de rejet à l'égout R=0.80. Ce coefficient représente la fraction de la consommation en eau potable qui retourne à l'égout
- Calculer débit moyen domestique d'eaux usées domestique Q_{md} : (en l/j).

$$Q_{md} = N \times C \times R \quad [7]$$

- Adopter le coefficient de pointe journalière $C_{PJ} = 1.20$
- Calculer le coefficient de pointe horaire C_{PH} à partir de la formule suivante :

$$C_{ph} = 1,80 + \frac{2}{\sqrt{1,2 \cdot Q_{md}}} \quad [7]$$

Avec : $1.70 \leq C_{PH} \leq 4$ et Q_{md} en l/s

- Calculer le débit de pointe domestique d'eaux usées à partir de la formule suivante:

$$Q_{pd} = C_{pj} \cdot C_{ph} \cdot Q_{md} \quad [7]$$

Tableau 9 : Dotation en eau potable [10]

<i>TYPE D'HABITAT</i>	<i>DOTATION EN EAU POTABLE</i>
Ancienne Médina	75 l/hab/jour
Nouvelle Médina	75 l/hab/jour
Habitat économique	75 l/hab/jour
Immeubles	150 l/hab/jour
Immeubles résidentiels	234 l/hab/jour
Habitat mixte(villas + immeubles)	130 l/hab/jour
Moyennes villas	240 l/hab/jour
Grandes villas	548 l/hab/jour
Zones industrielles	30 à 40 m ³ /ha/jour
Equipement public	10 m ³ /ha/jour
Communes périphériques	160hab/jour

2.2 Calcul des diamètres des conduites :

Une fois le débit calculé, il convient de déterminer les dimensions des conduites. Pour des conduites de sections circulaires, les diamètres se déterminent selon la procédure suivante :

- On calcule le débit de pointe des eaux usées selon la procédure décrite au paragraphe au-dessus
- On relève la pente des collecteurs à partir des profils en long
- On calcule le diamètre de la conduite (Φ en m) à partir de la formule suivante

$$\Phi = 0,3 \cdot I^{-\frac{3}{16}} Q^{\frac{3}{8}} \quad [7]$$

Avec Q : Débit des EP calculé dans le paragraphe précédent (en m³/s)

- On calcule le débit à pleine section (en m³/s):

$$Q_{ps} = 24,935 \cdot I^{\frac{1}{2}} \cdot \Phi^{\frac{8}{3}} \quad [7]$$

- On calcule la vitesse à pleine section (VPS en m/s) selon la formule suivante

$$V_{ps} = 31,748 \cdot I^{\frac{1}{2}} \Phi^{\frac{2}{3}} \quad [7]$$

- On vérifie les conditions d'autocurage tel que :

$$0,5 \text{ m/s} \leq V_{ps} \leq 5 \text{ m/s} \quad [7]$$

Avec : V_{PS} est la vitesse à pleine section.

Si ces conditions ne sont pas respectées, il faut augmenter ou diminuer la pente du collecteur et reprendre le calcul à partir du point n° 3

Conclusion

Les méthodes employées pour les calculs des réseaux d'assainissement diffèrent selon les lieux et les normes adoptées. Toutefois, certains procédés sont plus courants que d'autres. L'assainissement à Casablanca dans les nouveaux lotissements se doit de se faire en système séparatif.

Le débit de pointe d'eaux pluviales se calcule par la méthode superficielle avec la formule de Caquot. Et le débit de pointe d'eaux usées se calcule en considérant le retour à l'égout de la fourniture en eau potable.

Par la suite, le calcul des dimensions des sections s'effectue à partir des débits de pointe précédemment calculés en tirant le rayon hydraulique à partir de la formule de Manning-Strickler ou en se référant à des tableaux et abaques déjà établies.

Cependant, lorsque ces méthodes aboutissent à de grandes dimensions des canalisations ou posent d'autres problèmes d'ordre environnemental et de gestion des ressources, on s'oriente vers les techniques alternatives en assainissement liquide.

Chapitre 7 : Les méthodes de dimensionnement des bassins de rétention

1. Introduction

Comme définis dans les chapitres précédents, les bassins de rétention font partir des techniques alternatives employées lorsque l'envoi direct des eaux pluviales n'est pas approprié, ou lorsque l'on souhaite un autre usage pour ces eaux. On distingue deux types de bassins de rétention : Les bassins d'infiltration et les bassins de régulation.

2. Conditions d'exécution

2.1 Pour les bassins d'infiltration

2.1.1 Conditions réglementaires

La réglementation en matière d'infiltration des eaux d'assainissement stipule que : « Aucun déversement, écoulement, rejet, dépôt direct ou indirect dans une eau superficielle ou une nappe souterraine susceptible d'en modifier les caractéristiques physiques, y compris thermiques et radioactives, chimiques, biologiques ou bactériologiques, ne peut être fait sans autorisation préalable accordée, après enquête, par l'agence de bassin. ». (Loi sur l'eau, article 52)

2.1.2 Conditions techniques

Tout d'abord, pour qu'il y ait infiltration, il faut que la conductivité hydraulique soit située dans un intervalle qui permet l'infiltration.

Tableau 10 : Possibilité d'infiltration par rapport au valeur de la conductivité hydraulique [9]

K (m/s)	$10^{-1}10^{-2}10^{-3}$	$10^{-4}10^{-5}$	$10^{-6}10^{-7}10^{-8}$	$10^{-9}10^{-10}10^{-11}$
Type de sols	Gravier sans sable ni éléments fins	Sable avec gravier	Sable très fin Limon grossier à limon argileux	Argile limoneuse à argile homogène
Possibilité d'infiltration	Excellentes	Bonnes	Moyennes à faible	Faible à nulles

Le choix du lieu d'implantation doit aussi prendre en compte :

- La profondeur et la variation du niveau de la nappe phréatique, sa vulnérabilité et ses usages car l'infiltration recharge la nappe
- La capacité d'absorption du sol,
- La topographie adaptée pour pouvoir conduire les eaux de façon gravitaire vers le bassin,
- La possibilité de réutilisation de l'espace pour avoir une bonne intégration paysagère
- La gestion et l'entretien des systèmes.

2.2 Pour les bassins de régulation

2.2.1 Conditions réglementaires

Il n'y a pas de texte de loi en la matière mais les guides des régies donnent des conditions sur la réalisation de ces ouvrages. La réalisation d'un bassin d'infiltration est donc soumise à la condition de trouver un terrain répondant à ces différentes conditions. Dans ce cas une condition incontournable est celle du débit de fuite autorisé vers le collecteur.

2.2.2 Conditions techniques

-La topographie : Le bassin doit avoir un fond au-dessus de la côte du radier du collecteur, sinon il faudra installer une station de relevage. Ou alors on pourra installer la canalisation de fuite au-dessus du fond et procéder dans ce cas à un curage périodique.

-La possibilité de réutilisation de l'espace pour avoir une bonne intégration paysagère

-La gestion et l'entretien des systèmes

3. Dimensionnement des bassins de rétention

3.1 Bases théoriques des méthodes de calcul des retenues

3.1.1 La méthode des pluies

L'analyse statistique conduit dans la méthode des pluies à une série de courbes, chaque courbe étant relative à un pas de temps donné et comportant, en ordonnées, les hauteurs de pluies maximales sur le pas de temps considéré, et en abscisses, les probabilités de dépassement correspondant ou, ce qui les rend plus concrètes, les périodes de retour T (temps

moyen nécessaire pour qu'apparaisse une pluie maximale supérieure ou égale à la pluie maximale porté en ordonnée)

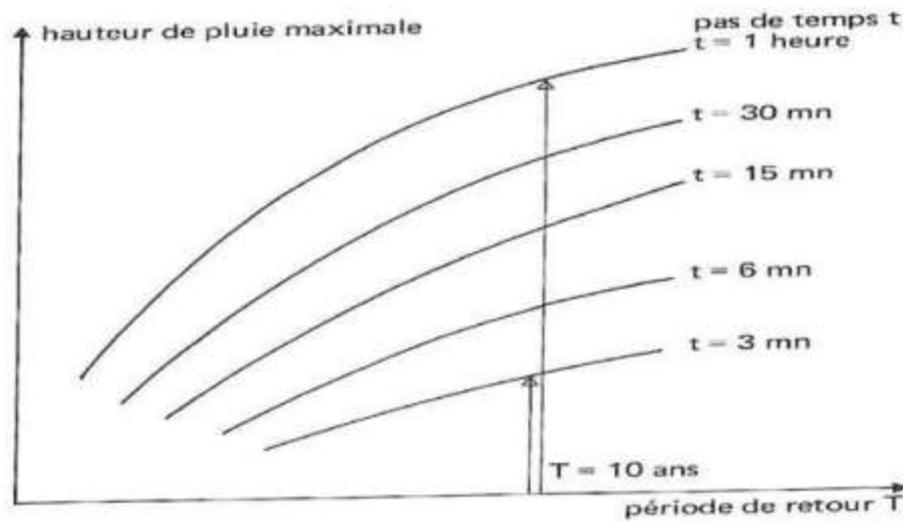


Figure 16 : Courbe des hauteurs de pluie [8]

Pour l'établissement de la courbe enveloppe on procède de la manière suivante : toutes les courbes sont reportées sur un même graphique. La valeur de période de retour de 10 ans étant retenue, on trace la verticale au point d'abscisses $T = 10$ ans. Cette verticale coupe les courbes relatives aux différents pas de temps en autant de points que de pas de temps choisis pour l'analyse.

On porte alors sur un autre graphique, en abscisses, les pas de temps par ordre croissant de durée et, en ordonnées, les ordonnées des points d'intersection correspondants ci-dessus. La courbe est appelée courbe enveloppe des précipitations décennales pour la région. On peut bien sûr, choisir une autre période de retour que celle de 10 ans. Comme pour les réseaux d'égouts le choix d'une période de retour résulte toujours d'un calcul économique mettant en balance le coût d'accroissement de capacité de la retenue avec les risques encourus (Voir figure 17)

Afin de déterminer le volume à donner à la retenue, on trace sur le même graphique la courbe représentant la hauteur totale de la lame d'eau équivalente au volume évacué, en fonction du temps, par l'ouvrage de sortie normale de la retenue.

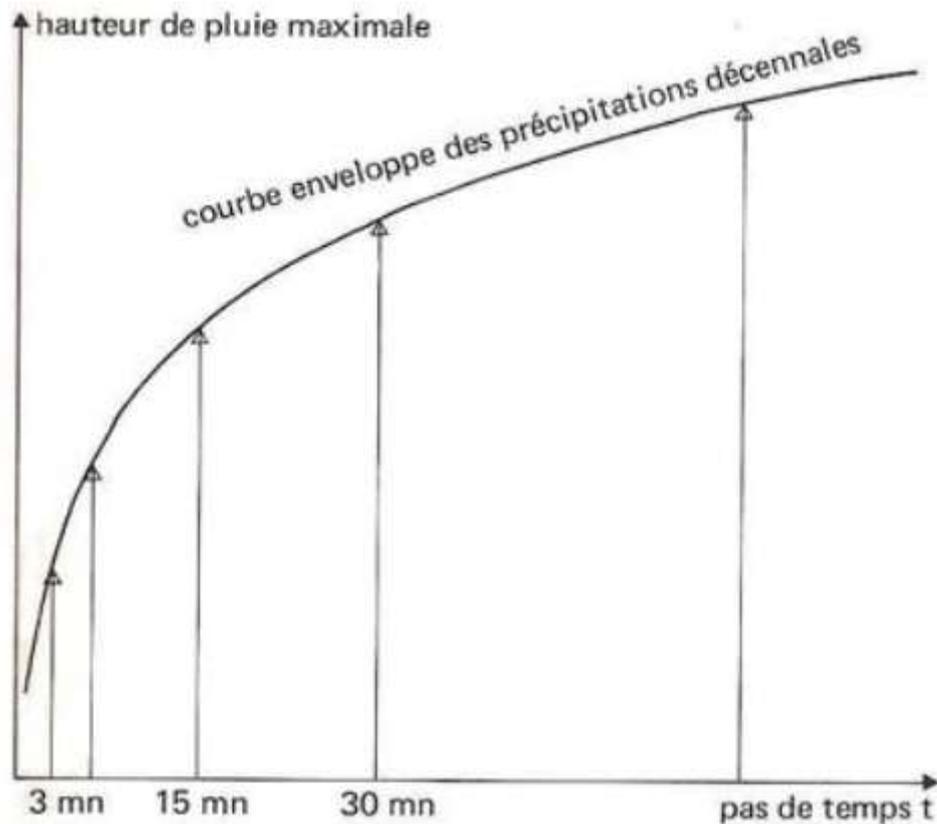


Figure 17 : Courbe enveloppe des précipitations [8]

Par lame d'eau équivalente, on entend la hauteur d'eau qu'on obtiendrait si l'on étalait uniformément, sur toute la surface active du bassin versant d'alimentation de la retenue, le volume d'eau évacué ou évacuable par le dispositif de sortie normale de la retenue depuis le début de l'épisode pluvieux. L'hypothèse la plus souvent faite et choisie est que l'ouvrage de sortie normale de la retenue d'étalement fonctionne à débit constant dès que l'on a dépassé un certain temps t_0 (temps optimal qui pourra aussi être noté T_{op}), temps nécessaire à l'obtention du fonctionnement à débit constant (et maximal) de cet ouvrage de sortie.

Il en résulte : qu'il est possible de déterminer le volume V à donner à la retenue, en soustrayant, à chaque instant, des apports les tranches d'eau équivalentes aux volumes évacués c'est-à-dire, finalement, en soustrayant des ordonnées de la droite représentative des tranches d'eau équivalentes aux volumes évacués. On obtient ainsi, à chaque instant, la tranche d'eau équivalente stockée dans la retenue qui, multipliée par la surface active du bassin versant, donne le volume V à stocker à chaque instant. La valeur maximale de V se repère sans difficulté sur le graphique.

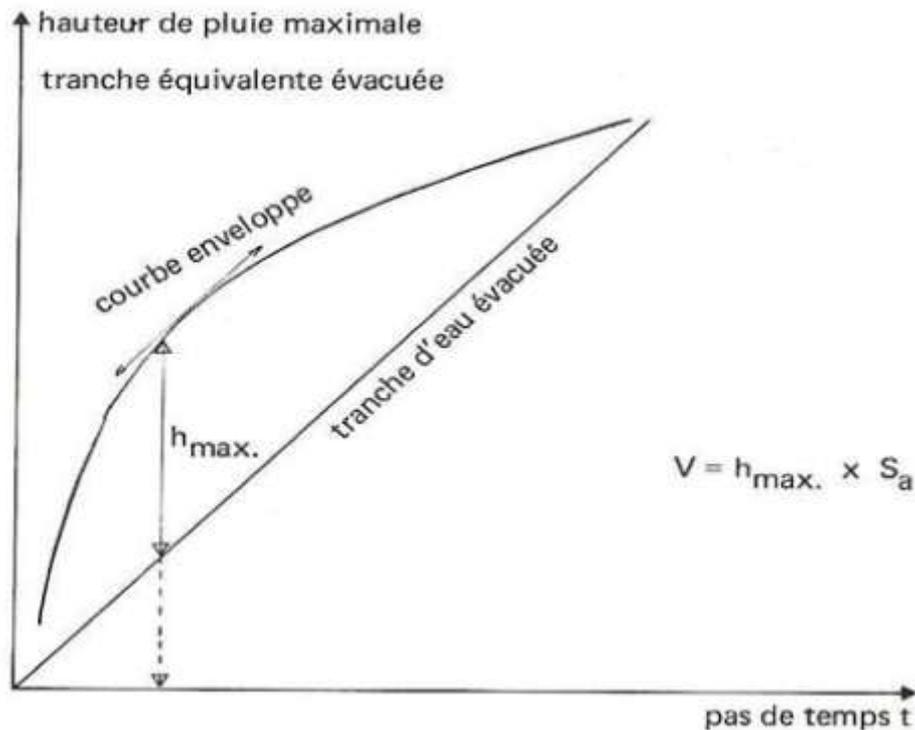


Figure 18 : Détermination graphique de la hauteur maximale de stockage par la méthode des pluies [8]

Le volume à donner à la retenue d'étalement sera :

$$V = h_{max} \cdot S_a$$

Avec :

h_{max} : hauteur maximal en (m)

S_a : surface active en (m²)

3.1.2 La méthode des volumes

Le volume d'eau maximale à stocker est calculé à partir des averses maximales observées en utilisant le modèle de Montan, soient :

$$V_u = V_{entrée} - V_{sortie}$$

$V_{entrée}$: volume reçu par le bassin pendant une durée t

V_{sortie} : Volume sorti du bassin pendant la même durée t

$$V_{entrée} = h \cdot S_a = h \cdot C_a \cdot S$$

$$V_{sortie} = Q \cdot t$$

Où :

La hauteur d'eau h est donnée par :

$$h = i.t$$

avec : $i = a.t^{-b}$

a et b sont les coefficients de Montana pour la zone concernée

C_a : le coefficient d'apport

S : la surface du bassin versant

On a alors :

$$V_u = a.S.C_a.t^{1-b} - Q.t$$

Avec : (V_u : en m^3 Q : en m^3/min et t en min)
Q étant le débit de fuite

Le volume à stocker est maximal pour t tel que :

$$\frac{dV}{dt} = 0$$

Ce qui correspond à un temps optimal de :

$$T_{op} = \left(\frac{Q}{a.S.C_a.(1+b)} \right)^{\frac{1}{b}}$$

3.2 Démarche pratique de détermination du volume maximal

Quel que soit le type de bassin (d'infiltration ou de régulation) son dimensionnement peut suivre la démarche générale résumée dans le tableau suivant

Tableau 11 : Formulaire des étapes à suivre pour le calcul du volume maximal [4]

Étapes	Valeur à calculer	Valeur retenue ou calculée
1. Données générales	<p>Surface totale (S)</p> <p>Si elle se décompose généralement en deux surfaces identifiables, on a :</p> <p>-S imperméable =m²</p> <p>-S végétalisée =m²</p> <p>S=S_{imper} + S_{végét}</p>	S =m ²
	Coefficient de ruissellement	<p>Cr imperméable =.....</p> <p>Cr végétalisé =.....</p>
	<p>-Si rejet à débit limité, débit de rejet autorisé (q)</p> <p>-Si infiltration prévu, perméabilité du sol (K)</p>	<p>q=...l/s/ha</p> <p>K= m/s</p>
2. Choix de l'événement pluvieux	Période de retour	T =..... ans
3. Débit de fuite	<p>-Si rejet à débit limité :</p> <p>Qf = S x 10⁻⁷ x q (ou valeur imposée)</p> <p>-Si infiltration :</p> <p>•pour des bassins:</p> <p>Qf= S_{fond du bassin} x K</p> <p>•pour des noues ou fossés :</p>	<p>Qf=..... m³/s</p> <p>Qf=l/s</p>

	<p>$Q_f = S_{\text{miroir}} \times K$</p> <p>•pour des puits ou tranchées :</p> <p>$Q_f = 0,5 \times S_{\text{parois verticales}} \times K$</p> <p><i>Pour toutes ces formules les surfaces sont en m²</i></p>	
4. Stockage	<p>Surface active :</p> <p>$S_a = C_a \text{ global} \times S$ (avec S en m²)</p>	<p>Sa=m²</p> <p>Sa=ha</p>
	<p>Débit spécifique de vidange :</p> <p>$q_s = 60\,000 \times Q_f / S_a$ (avec Q_f en m³/s et S_a en m²)</p>	<p>qs =mm/min</p>
	<p>Hauteur maximale à stocker (déterminé par la méthode des pluies)</p>	<p>$\Delta h = \dots\dots\text{mm}$</p>
	<p>Volume d'eaux pluviales à stocker :</p> <p>$V_{\text{max}} = 1,2 \times 10 \times \Delta h \times S_a$</p>	<p>V max=.....</p>

*Partie 4 : Application au
projet : viabilisation du
lotissement AYA HILL*

Chapitre 8 : Etude de réseau d'assainissement du lotissement

1. Introduction

L'arrondissement d'Ain Chok est muni d'un réseau d'assainissement séparatif. Toutefois, ces réseaux n'ont pas la capacité suffisante pour recueillir les débits supplémentaires provenant de la zone du projet.

1.1 Choix du système de collecte

Le système d'assainissement adopté pour le projet lotissement AYA HILL 2 est un système séparatif qui est le plus approprié en raison de la présence d'un exutoire naturel des eaux pluviales à proximité du projet à savoir Oued Bouskoura. Il est à souligner que c'est le système d'assainissement préconisé par LYDEC pour cette zone.

2. Assainissement des eaux pluviales

2.1 Calcul des Débits

Dans cette partie on va suivre la démarche décrite au chapitre précédent

2.1.1 Donnée de base

D'après les données sur la zone d'étude, on a :

Tableau 12 : Caractéristique de la zone d'étude

La surface A (ha)	La pente I (m/m)	La longueur du BV (hm)	Coefficient de Montana	Coefficient de Montana
3.4	0,005	3,9	a =5,136	b =0,641

2.1.2 Coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement équivalent $C_{réq}$ est donné par la formule :

$$C_{r \text{ élémentaire}} = \frac{\sum(\text{Surface élémentaire} \cdot C_{r \text{ élémentaire}})}{\sum \text{Surface élémentaire}}$$

D'où :
$$C_{r \text{ élémentaire}} = \frac{\sum Si.Ci}{\sum Si}$$

Si : Surface élémentaire en m²

Ci : coefficient de ruissellement élémentaire

Nous avons retenu les coefficients de ruissellement suivants :

TYPLOGIE D'HABITAT	COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT
Petits immeubles +commerces	0.45
Equipement public	0.40
Immeubles résidentiels	0.45
Moyennes villas	0.35
Grandes villas	0.30
Habitat économique	0.70
Habitat moderne/mixte	0.65
Habitat traditionnel	0.80
Zone Hôtelière	0.30
Zone industrielle	0.65
Bureaux	0.40
Terrain de sport/cimetière	0.20
Espaces verts + parcs	0.20
Voiries + parking	0.90

On affectant chaque entité par son coefficient de ruissèlement correspondant, comme montre le tableau ci-dessous

Tableau 13 : Coefficient de ruissellement équivalent

Entité	Ci	Si(ha)	Si*Ci
Espaces verts	0,2	0.76	0,152
Voirie et parking Z.imm	0,9	1,24	1,116
Moyennes villas	0,35	1,4	0,49

$$créq = \frac{0.2 \times 0.76 + 0.35 \times 1.4 + 0.9 \times 1.24}{3.4} = 0.52$$

2.1.3 Application de la formule de Caquot

Vu qu'on a :

$$0.002 \leq \mathbf{I} \leq 0,05 \quad \text{et} \quad 0,2 \leq \mathbf{C} \leq 1 \quad \text{et} \quad \mathbf{Q} \leq 200\text{ha} \quad \text{et} \quad \frac{\mathbf{L}}{\sqrt{\mathbf{A}}} = 2,11 \geq 0,8$$

On peut utiliser la formule de Caquot :

$$Q(F) = K \cdot C^u I^v A^w \cdot m^2$$

Avec :

Q : Débit de brute en m³/s ;

I : pente moyenne du bassin versant en m/m

C : coefficient de ruissellement ;

A : superficie du bassin versant en Hectares (3,4 ha);

K : coefficient caractéristique.

K .U.W.V dépend des coefficients de Montana a et b.

Par application des formules citées dans les chapitres précédentes, on obtient :

Tableau 14 : paramètre de la formule de Caquot

Période de retour (T)	K	U	V	W	M
10 ans	1,16	1.2254	0,3223	0.7659	0,88

Ainsi :

$$Q=0,212 \text{ m}^3/\text{s}=212 \text{ l/s}$$

2.2 Dimensions de la canalisation correspondante à l'exutoire

Le dimensionnement des conduites sera établir sur la base de la formule de MANNIGSTRIKLER suivante :

$$Q = K \times S \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

Q = Débit calculé par la formule de Caquot en m³/s

S = Section de la conduite en m²

R = Rayon hydraulique de la conduite avec écoulement à pleine section, $R = \emptyset / 4$ en m

I = Pente du collecteur en m/m

K = Coefficient de rugosité de la conduite en fonction du matériau choisi (K = 80 pour une conduites en béton)

D'où :

$$\begin{aligned} \emptyset &= 0,30 \cdot I^{-3/16} \cdot Q^{3/8} \\ &= 0,30 \cdot 0,005^{-3/16} \cdot 0,212^{3/8} \\ &\approx 0,4 \text{ m} \approx 400 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ce qui donne un diamètre nominal de 400 à l'exutoire et vu que Ø 400 est le diamètre minimal pour les eaux pluviales selon le guide de la LYDEC, alors toutes les conduites du réseau vont avoir un diamètre nominal de 400 mm

- Vérification des conditions d'auto-curage

Afin d'avoir un autocurage vérifié pour les eaux pluviales on procède comme suit :

Soient :

$$S = \pi \times \frac{\varnothing^2}{4} \quad \text{et} \quad Qps = 24,935 \times I^{0,5} \times \varnothing^{\frac{8}{3}}$$

$$S = \pi \times \frac{0,400^2}{4} \quad \text{et} \quad Qps = 24,935 \times 0,005^{0,5} \times 0,400^{\frac{8}{3}}$$

$$S = 0,1256 \text{ m}^2 \quad \text{et} \quad Qps = 0,153 \text{ m}^3/\text{s}$$

D'où

$$Vps = \frac{Qps}{S} = \frac{0,153}{0,1256} = 1,22 \text{ m/s}$$

Et vu que : $1 \leq 1,22 \leq 5$ Alors la condition d'autocurage est vérifiée

3. Assainissement des eaux usées

3.1 Calcul des Débits

Les débits d'eaux usées sont calculés sur la base des paramètres suivants :

- Dotation unitaire en eau potable.
- Densité de population.
- Typologie d'habitat.
- Taux de raccordement à l'égout.
- Coefficient de rejet dans l'égout.
- Coefficients de pointes.

3.1.1 La consommation d'eau potable

- La dotation en eau potable

Nous avons retenu les dotations unitaires projetées par le Plan Directeur de Distribution d'eau potable du Grand Casablanca, et qui se résume dans le tableau suivant :

Tableau 15 : Les dotations en eaux potable

TYPE D'HABITAT	CODE	DOTATION EN EAU POTABLE
Ancienne Médina	B1/B2/B3 - S1	75 l / hab / j
Nouvelle Médina	F2 - F3	75 l / hab / j
Habitat économique	E1 - E3	75 l / hab / j
Immeubles		150 l / hab / j
Immeubles résidentiels	A2-A3-C1	234 l / hab / j
Habitat mixte (Villas+Imm)	C2	130 l / hab / j
Moyennes Villas	D1	240 l / hab / j
Grandes Villas	C3 - C4 - D2	548 l / hab / j
Zones Industrielles	I1/I2/I3/I4/I5/I6	30 à 40 m ³ / ha / j
Equipement public		10 m ³ / ha / j

- *Les hypothèses sur la population*

La consommation d'eau se calcule à partir des dotations d'eau potable et d'hypothèses faites sur le nombre d'habitants ou d'utilisateurs en fonction du type de bâtiment. Ces hypothèses sont soit données dans le cas où le cahier de charge du projet les fixe, soit fixées par les normes, soit évaluées en fonction du projet au moment de la réalisation des études d'assainissement. Dans notre cas nous nous conformerons aux hypothèses données par la norme telles que présentées par le guide de la LYDEC

Tableau 16 : les hypothèses »ses sur la population

Hypothèse	
Bâtiments	nombre d'habitant
Villa	5
Immeuble	6
résidence de tourisme	2
norme de lit dans l'établissement de santé	30
nombre d'appartement par étage	3
taux de retour à l'égout	0,8
coef de p journalière	1,2

3.1.2 La consommation moyenne en eau potable

La consommation en eau potable s'obtient par la somme des produits des dotations par les nombres d'habitants supposés des différents bâtiments. Dans notre cas, cela donne les résultats regroupent dans le tableau 18 :

Tableau 17 : La consommation d'eau potable

Type d'habitat	Nombre des entités	Nombre d'habitant	Surface	Dotation	Consommation moyenne (l/jour)
Moyenne villa	18	90	1,4	240 l/j/hab	21600
Equipements	2	-	0.1486	10000 l/j/ha	1486

3.1.3 Les débits de pointe d'eaux usées

Le débit des eaux usées s'obtient à partir de la consommation en eau potable affectée du coefficient de retour à l'égout puis du coefficient de pointe journalière, puis du coefficient de pointe horaire. Ainsi on obtient

Tableau 18 : Les débits d'eaux usées

Type d'habitat	Nbr d'hbts	Surface	Eau potable		Eau usée		
			Consn Moy (l/j)	Cons Moy (l/s)	Débit moyen (l/s)	Debit de pointe journalier (l/s)	Debit de pointe horaire (l/s)
Villa moyenne	90	1,4	21600	0,25	0,2	0,240	0,96
Equipement	-	0,1486	1486	0,0172	0,014	0,0168	0,0672
Total	90	1.4586	23086	0.2672	0.214	0.2568	1.0272

3.2 Dimensions de la canalisation correspondante à l'exutoire

Par la même démarche faite pour le dimensionnement des canalisations des eaux pluviales, on détermine le diamètre de celle des eaux usées :

$$\begin{aligned} \varnothing &= 0,30 \cdot I^{-3/16} \cdot Q^{3/8} \\ &= 0,30 \cdot 0,005^{-3/16} \cdot 0,0010272^{3/8} \\ &= 0,061 \text{ m} = 61 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ce qui donne un diamètre de 61 mm et vu que Ø 300 est le diamètre minimal pour les eaux usées selon le guide de la LYDEC, alors toutes les conduites du réseau vont avoir un diamètre nominal de 300 mm

- Vérification des conditions d'auto-curage

Afin d'avoir un autocurage vérifié pour les eaux usées on procède comme suit :

Soient :

$$S = \pi \times \frac{\varnothing^2}{4} \quad \text{et} \quad Q_{ps} = 24,935 \times I^{0,5} \times \varnothing^{\frac{8}{3}}$$

$$S = \pi \times \frac{0,300^2}{4} \quad \text{et} \quad Q_{ps} = 24,935 \times 0,005^{0,5} \times 0,300^{\frac{8}{3}}$$

$$S = 0,070 \text{ m}^2 \quad \text{et} \quad Q_{ps} = 0,0711 \text{ m}^3/\text{s}$$

D'où

$$V_{ps} = \frac{Q_{ps}}{S} = \frac{0,0711}{0,07} = 1,01 \text{ m/s}$$

Et vu que : $0,5 \leq 1,01 \leq 5$

L'autocurage est donc vérifié pour la canalisation allant du lotissement jusqu'au collecteur principal.

4 Conclusion

La LYDEC, l'opérateur de gestion déléguée des réseaux d'assainissement, d'AEP et d'électricité de la ville de Casablanca, ne tolère pas le rejet complet des eaux pluviales collectées dans ses réseaux, et ce pour réduire les dimensions des réseaux de collecte principaux, et les investissements liés à leur exploitation. La LYDEC exige un débit de fuite équivalent à 1l/s/ha de l'agglomération. Par conséquent, elle recommande un bassin de rétention servant à réguler le débit à l'aval.

La conception et le dimensionnement du bassin de rétention, de toutes ses composantes font l'objet de l'étude du chapitre ultérieur

CHAPITRE 9 : Les buses de stockage

1. Introduction

Pour pallier à l'insuffisance du réseau d'hors site, on a été amené à mettre en place des buses de stockage pour réguler le débit à l'aval

2. Dimensionnement des buses de stockage

2.1 Choix de l'événement pluvieux

En se conformant aux normes marocaines, dans notre cas au guide de la LYDEC, la période de retour choisie adopter est $T= 10$ ans. Celle-ci se justifie par le fait que l'on suppose que les risques contres lesquels l'on veut se prémunir sont largement couverte par une pluie de fréquence correspondante à 10 ans, et de plus, la gestion des bassins étant annuelle et cette période est largement satisfaisante

2.2 Coefficient d'apport C_a

Le coefficient d'apport C_a peut être confondu avec le coefficient de ruissellement C . Mais en général on adopte la formule : $C_a=1,1*C$.

-Pour des pluies cinquantenales, le coefficient d'apport sera obtenu en multipliant le coefficient d'imperméabilisation par 1,2 à 1,3 ;

-Pour des pluies centennales, des coefficients C_a de 0,8 à 0,9 pourront être pris suivant l'occupation du sol et la pente du terrain.

Dans notre étude, on adoptera, et ce conformément au guide de la Lydec, la formule :

$$C_a=1,1*C$$

2.2.1 Coefficient de ruissellement équivalent

Le coefficient de ruissellement équivalent $C_{r_{eq}}$ est donné par la formule :

$$C_{r_{\text{élémentaire}}} = \frac{\sum(\text{Surface élémentaire} \cdot C_{r_{\text{élémentaire}}})}{\sum \text{Surface élémentaire}} = 0,52$$

2.2.2 Coefficient d'apport équivalent :

Le coefficient d'apport équivalent $C_{a_{eq}}$ à la totalité du bassin est donné par :

$$C_{a_{eq}}=1,1 \times C_{r_{eq}}=1.1 \times 0,52 = 0,57$$

- Coefficient de Montana

Le coefficient a de Montana est en (mm). L'homogénéité de la formule du volume en unités exige la conversion de a en m.

Ainsi : $a = 5,136 \text{ mm} = 0.005136 \text{ m}$

2.3 Débit de fuite

Le débit de fuite est le débit sortant de l'ouvrage de rétention. Comme indiqué dans le tableau présentant les étapes du dimensionnement des bassins de rétention, le débit de fuite peut correspondre au débit évacuer vers un collecteur ou le milieu naturel (puits d'infiltration ...), tout comme il peut exprimer le débit sortant du bassin par infiltration

Notre débit de fuite correspondra donc au débit autorisé à être évacué dans les collecteurs de Lydec. Ce débit de fuite est de 1 l/s/ha.

2.4 Calcul du volume maximal à stocker

Nous adopterons la méthode des volumes du fait des données dont nous disposons.

Le volume d'eau maximale à stocker est calculé à partir des averses maximales observées en utilisant le modèle de Montana :

$$V_u = V_{\text{entrée}} - V_{\text{sortie}}$$

$V_{\text{entrée}}$: Volume reçu par le bassin pendant une durée t

V_{sortie} : Volume sorti du bassin pendant la même durée t

$$V_{\text{entrée}} = h.S.a = h.C.a.S \quad \text{et} \quad V_{\text{sortie}} = Q.t$$

$H = i.t$ où i est donné par la formule de Montana : $i = a.t^{-b}$

$$\text{On a alors :} \quad V_u = a.S.C.a.t^{1-b} - Q.t$$

Avec :

$$V_u \text{ en m}^3, \quad Q \text{ en (m}^3 / \text{min)} \quad \text{et} \quad t \text{ en min}$$

Le volume à stocker est maximal quand : $\frac{dV}{dt} = 0$

Ce qui correspond à un temps optimal $t_{op} = \left(\frac{Q}{a.S.C.a.(1-b)} \right)^{\frac{1}{b}}$

D'où : $V_{\max} = a.S.Ca.top^{1-b} - Q.top$

Dans notre cas les données sont :

Coefficient de Montana 'a' en (m)	Coefficient de Montana 'b'	Superficie 'S' en (m)	Débit de fuite 'Q' en (m3/s)	Coefficient d'apport 'Ca'
$5,136.10^{-3}$	0,641	17680 m2	0,0018	0,57

Alors on obtient:

$$Top = \left(\frac{0,0064}{0,005136 . 34000 . 0,57 . (1-0,641)} \right)^{1/0,641} = 3179 \text{ min}$$

Et le volume maximal à stocker correspondant est : $V_u = 602 \text{ m}^3$

2.5 Détermination des dimensions des buses de stockage correspondant.

Vu l'espace disponible pour l'implantation du bassin (60 ml), l'obligation d'éviter la mise en charge des buses, et la nature du terrain à terrasser, en adopte 3 buses de stockage chaque'un ayant un diamètre de 2200 mm ($3 \times 1,1^2 \times 3,14 \times 60 = 683 \text{ m}^3$)

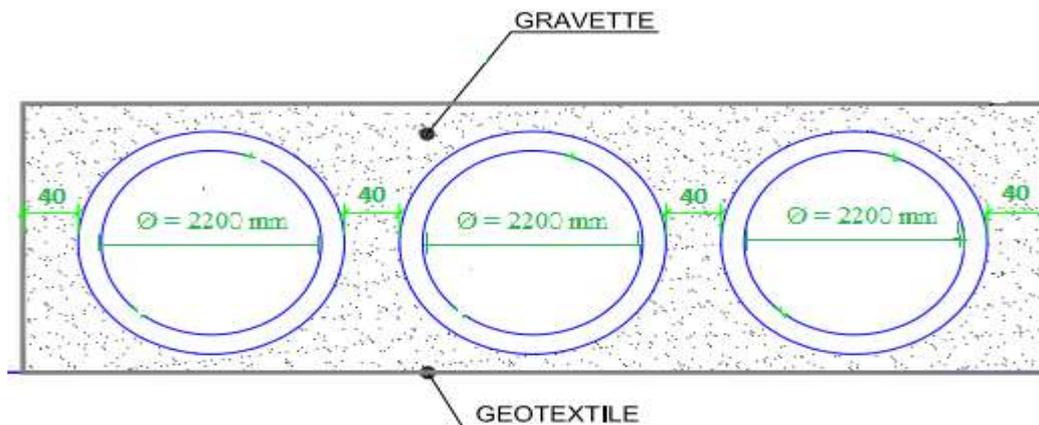


Figure 19 : coupe des buses

3. Règle de mise en œuvre des buses de stockage

Les règles à respecter pendant les travaux d'exécution des Buses, sont illustrés au-dessous :

- Les buses doivent être posées sur un lit de pose soigneusement compacté dont la hauteur est définie par LYDEC selon le diamètre des conduites ;

- L'écart entre les buses posées doit être de 0,4m minimum ;
- Les buses doivent être posées selon une pente de 0.3% minimum ;
- Le remblaiement doit se faire à l'aide du gravette conformément au CPS assainissement LYDEC, de sorte que ce remblais ne doit en aucun cas être susceptible d'endommager les canalisations, de provoquer des tassements ultérieurs ou d'altérer la qualité de la ressource en eau;
- L'utilisation du géotextile est obligatoire;
- La réalisation de deux dalots :
 - Un dalot d'entrée en amont des conduites qui est un ouvrage transitoire entre la conduite d'arrivée vers le bassin de rétention et les rangées des buses. Ce dalot permet de répartir le débit d'arrivées entre les différentes buses.
 - Un dalot de sortie en aval des conduites qui permet de rassembler le débit des rangées des conduites vers le point de sortie du bassin de rétention;
- Chaque dalot est équipé de deux trappes de visites verrouillées permettant l'accès aux dalots et aux buses ;
- La conduite d'arrivée et d'entrée au dalot amont est équipée de :
 - un regard pour dégrilleur manuel avec barres de guidage
 - une vanne murale pour l'isolement du bassin hors eau, cette vanne murale doit être étanche sur les côtés amont/aval;
- La conduite de sortie du dalot aval est équipée de :
 - une vanne de régulation télécommandée à commande hydraulique. Elle permet la limitation du débit en sortie de bassin de rétention.

Conclusion générale

Notre travail de fin d'étude, effectué au sein de la Société LYDEC, avait pour principal objectif la viabilisation du lotissement AYA HILL par les techniques alternatives en assainissement

Sur le plan technique, ce stage a été une expérience très enrichissante. Il m'a permis d'acquérir de nombreuses connaissances portant sur l'assainissement en général, mettre en pratique les enseignements acquis pendant notre formation, approfondir les connaissances récoltées tout au long de mes précédents stages et bénéficier du savoir-faire et des compétences hautement pointues du département OS.

Ce projet de grande envergure m'a permis de toucher les différents aspects de l'étude d'un projet, nous immerger au sein des vraies conditions de travail et me confronter aux différentes problématiques auxquelles doit faire face un ingénieur hydraulicien, soient-elles urbanistiques, réglementaires ou budgétaires.

En somme, ce projet a été une satisfaction pour moi. Il m'a permis de concrétiser l'ensemble des objectifs que nous nous étions fixés avant de débiter mon stage. À savoir, toucher et mettre en pratique un large spectre de connaissances acquises pendant ma formation, Palper la véritable nature d'un métier d'avenir et hautement technique et acquérir le savoir-faire nécessaire pour pouvoir débiter ma vie professionnelles sur des bases, on peut plus solides.

Annexes

Annexe 1 : Visites du site



Figure 20: Lit de pose en gravette 8/15 d'épaisseur 0.30m



Figure 21 : Le bardage et la pose des buses par une grue mobile



Figure 22 : Mise en place des buses de stockage



Figure 23; Contrôle visuel des joints d'étanchéités des buses de stockage

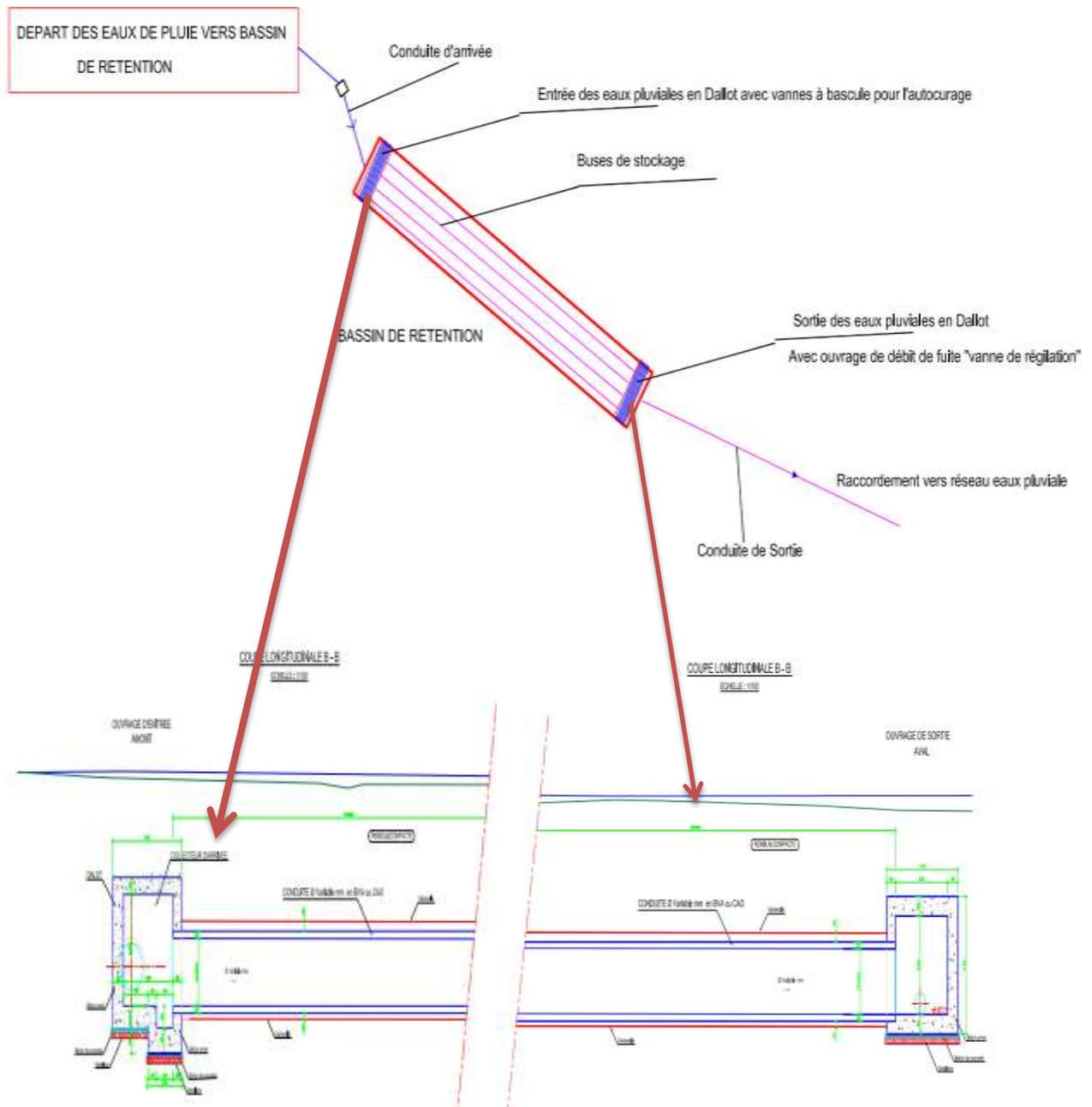


Figure 24 : Mise en place du géotextile sur le remblai primaire



Figure 25 : Vanne murale

Annexe 2 : Plan type d'implantation des buses de stockage



Bibliographie & Webographie

Bibliographie

- [1]-Royaume du Maroc : Revue stratégique du Programme National d'Assainissement, Banque mondiale/KfW, 2008, p. 101
- [2]-Article de H. El MAHRAZ paru dans Hommes, terre et eaux n° 117 décembre 2000
- [3]-Article Pr. TOUMI sur le Programme National d'Assainissement [2005]
- [4]-SYMASOL - Gestion des eaux pluviales : guide pour la mise en œuvre de techniques alternatives - JUIN 2016.
- [5]-Loi sur l'eau, bulletin officiel, Maroc, 1995
- [6]-Pr.S.Bengamra. (2014). *Cours de l'hydrologie Urbain*. ENSAH Al hoceima
- [7]-Pr Abouhassan (2016) cours de l'hydraulique urbaine-assainissement- ENSAH hoceima
- [8]-Guide Métier de la LYDEC, pour ouvrage alternatifs de la gestion des eaux pluviales, Version n°1, Azeddine BAYDOURI Maroc, 2017
- [9]-Ordres de grandeur de la conductivité hydraulique K dans différents sols (Musy& Souter, 1991)
- [10]-Guide de l'assainissement de la Lydec, Version n°2, Salah AITBENSALAH Maroc, 2010

Webographie

- [11]-https://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_potable_et_assainissement_au_Maroc [Consulté en juin 2017]
- [12]-<http://www.environnement.gov.ma/fr/eau?id=207> [consulté en Juin 2017]
- [13]-<https://client.lydec.ma/site/rapport-activite> [consulté en Juin 2017]
- [14]-<https://www.medias24.com/SOCIETE/pdf150914-Inondations.-La-cartographie-des-zones-a-risque-au-Maroc.html> [consulté en Juin 2017]
- [15]-https://fr.wikipedia.org/wiki/Bassin_de_r%C3%A9tention_des_eaux_pluviales [consulté en Juin 2017]
- [16]-<https://fr.climate-data.org/location/164/> [consulté en Juin 2017]
- [17]-<http://docplayer.fr/10649785-La-gestion-durable-et-integree-des-eaux-pluviales-la-boite-a-outils-des-techniques-alternatives.html> [consulté en Juin 2017]