



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme de Master

Option : CONCEPTION DES SYSTÈMES D'ASSAINISSEMENT

THEME :

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DU SYSTEME DE
COLLECTE DES EAUX PLUVIALES**

Présenté par :

BENYELLES Nadjia

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms

AMMARI Abdelhadi

BELLABAS/CHARIFI Salima

NACER Tarek

SALAH Boualem

Grade

M.C.A

M.C.B

M.C.B

P.R

Qualité

Président

Examineur

Examineur

Promoteur

Session 2021/2022

Dédicace

Je dédie ce travail

À ma famille qui a fait de moi ce que je suis aujourd'hui
Particulièrement à mes très chers parents que je ne pourrais jamais
assez les remercier car leur affection, leur bienveillance et leur
présence à mes côtés sont la source de ma force.

A ma chère sœur : Yasmine

et mon cher frère : Mohammed

A tous ceux qui m'aiment et qui m'aident

Je vous remercie de tout mon cœur, et vous souhaite tout le bonheur
du monde.

Que dieu vous garde pour moi.

Nadjia

Remerciement

Tout d'abord je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné cette ambition, force, volonté et courage pour réaliser ce modeste travail qui a été fait avec amour, passion et honnêteté.

Ensuite je tiens à remercier mes chers parents, qui se sont donné à cœurs et âmes pour que je réussisse, qui m'ont aidé moralement et financièrement, et qui m'ont toujours encouragé à donner le meilleur de moi-même. Ainsi que mon cher frère et sœur qui ont toujours été là pour moi.

Un grand remerciement à mon oncle, sa femme et ses filles de m'avoir accueillis chez eux comme leur propre fille durant toutes mes années d'étude.

Toute ma gratitude à mon promoteur M^r SALAH B. pour sa disponibilité, son aide et ses conseils.

Je remercie également les membres du jury qui me feront l'honneur d'évaluer et d'apprécier mon travail.

Ainsi que toutes mes gratitudes à l'ensemble des enseignants de l'ENSH qui m'ont éclairé, orienté et aidé durant toute ma formation.

Sans oublier mes amis qui m'ont beaucoup encouragée, et toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

ملخص

تستغل الموارد المائية بشكل مفرط مما أدى إلى نقص كبير في المياه ، خاصة في المناطق القاحلة. هذا هو السبب في ضرورة إيجاد حلول أخرى تهدف إلى تقليل استهلاك مياه الشرب مثل تجميع مياه الأمطار

هدفنا هو تقليل آثار التغيرات الموسمية في توافر المياه بسبب فترات الجفاف والجفاف ، لتجنب الإفراط في استغلال الموارد ، ولا سيما المياه الجوفية ، وتحسين موثوقية الإنتاج الزراعي

في هذه الأطروحة ، شرعنا أولاً في إجراء دراسة بيبليوغرافية ، ثم قدمنا جميع المفاهيم الضرورية المتعلقة بتجميع مياه الأمطار ، وانتهينا بتصميم نظام لتجميع مياه الأمطار في حالة التكتل وفي حالة الملكية الخاصة

الكلمات المفتاحية: ندرة - مناطق قاحلة - حصاد مياه الأمطار - مصادر.

Résumé :

Les ressources en eau sont surexploitées ce qui a induit une grande pénurie d'eau surtout dans les régions arides. C'est la raison pour laquelle il est nécessaire de trouver d'autres solutions visant à réduire la consommation d'eau potable comme la collecte des eaux pluviales.

Notre objectif vise à minimiser les effets des variations saisonnières de la disponibilité en eau dues aux sécheresses et aux périodes arides, éviter la surexploitation des ressources notamment les nappes phréatiques et améliorer la fiabilité de la production agricole.

Dans ce mémoire nous avons procédé d'abord par faire une étude bibliographique, ensuite nous avons donné toutes les notions nécessaires concernant la collecte des eaux pluviales, et nous avons terminé par la conception d'un système de collecte des eaux pluviales dans le cas d'une agglomération et dans le cas d'une propriété privée.

Mots clés : pénurie - régions arides - collecte des eaux pluviales- ressources.

Abstract :

Water resources are overexploited, which has led to a great shortage of water especially in arid regions. This is why it is necessary to find other solutions to reduce drinking water consumption such as rainwater collection.

Our objective is to minimize the effects of seasonal variations in water availability due to droughts and dry periods, avoid overexploitation of resources, especially groundwater, and improve the reliability of agricultural production.

In this brief, we proceeded first by doing a bibliographic study, then we gave all the necessary notions concerning the collection of rainwater, and we ended with the design of a stormwater collection system in the case of an agglomeration and in the case of private property.

Key words: scarcity - arid regions - rainwater harvesting.

TABLES DES MATIERES

Dédicace	
Remerciement	
Introduction générale.....	1
 CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
1. Introduction.....	04
2. Historique et synthèse bibliographique.....	04
3. Conclusion.....	08
 CHAPITRE II : NOTION, OBJECTIF ET TYPOLOGIE	
1. Introduction.....	10
2. La collecte des eaux pluviales.....	10
2.1. La notion de la collecte des eaux pluviales.....	10
2.2. Intérêt de la collecte des eaux pluviales.....	11
2.3. Avantages et inconvénients.....	11
2.3. Les différentes méthodes d'aménagement.....	12
2.3.1. Les microtechniques.....	12
2.3.2. Les toitures stockantes.....	14
2.3.3. Les structures réservoirs.....	15
2.3.4. Les tranchées.....	17
2.3.5. Les bassins de retenue et les bassins d'infiltration.....	19
2.3.5.1. Exemple de la détermination du volume d'un bassin de retenue.....	23
 CHAPITRE III : COMPOSITION D'UN SYSTEME DE COLLECTE DES EAUX PLUVIALES	
1. Introduction.....	
2. La composition d'un système de récupération des eaux pluviales.....	26
2.1. Surface de captage.....	26

2.2. Système de drainage.....	26
2.3. La filtration.....	27
2.4. Le stockage.....	27
3. Le fonctionnement d'un système de collecte des eaux pluviales.....	29
4. Exemples d'installations des systèmes de récupération.....	29
4.1. Exemples de conception d'un système de collecte des eaux pluviales.....	34
4.1.1. Dimensionnement du réservoir.....	34
5. Conclusion.....	38
Conclusion générale.....	83
Références bibliographiques.....	84

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°01	Coefficients de ruissellement de différentes surfaces.....	35
Tableau N°02	Précipitation moyenne mensuelle.....	35
Tableau N°03	Les besoins de la maison.....	36

LISTE DES FIGURES

Figure II.1	Système de collecte de l'eau de pluie.....	10
Figure II-2	Structure de stockage.....	13
Figure II-3	Schéma d'une toiture stockante.....	15
Figure II-4	Schéma explicatif des structures réservoirs.....	17
Figure II-5	Différents types de tranchés.....	18
Figure II-6	Détermination du volume du bassin.....	21
Figure II-7	Bassins d'infiltration / de retenue.....	23
Figure III-1	Exemple d'un système de récupération des eaux pluviales avec toutes les étapes du procès.....	29
Figure III-2	Système de récupération d'eau de pluie Etablissement scolaire en urbain.....	30
Figure III-3	Installation pour habitat individuel type villa.....	31
Figure III-4	Système de récupération d'eau de pluie Bâtiment à usage industriel	32
Figure III-5	Systèmes de récupération d'eau de pluie pour arrosage du jardin.....	33
Figure III-6	Système de récupération d'eau de pluie /Bâtiment à usage agricole.....	33

INTRODUCTION GENERALE

L'eau circule sur terre sous différentes formes : nuages, pluie, rivières et océans. Elle va passer de la mer à l'atmosphère, de l'atmosphère à la terre puis de la terre à la mer, en suivant un cycle qui se répète indéfiniment. Au sein d'un même bassin, tous les milieux aquatiques (lacs, rivières, mer, nappes souterraines...) sont interdépendants durant ce cycle.

Le cycle de l'eau se décompose en plusieurs étapes : l'évaporation, la condensation, les précipitations, la stagnation de l'eau dans les réservoirs naturels. Ce cycle naturel produit suffisamment d'eau pour subvenir aux besoins des êtres vivants, mais malheureusement, la répartition (dans le temps et dans l'espace) de cette eau sur la planète est insuffisante.

À mesure que la population augmente, cela signifie l'augmentation de la consommation d'eau, ce qui conduit à la surexploitation des ressources en eau, entraînant de graves pénuries d'eau, en particulier dans les régions arides.

La collecte et le stockage de l'eau de pluie est une pratique qui remonte à la civilisation pré-romaine. Face à une consommation d'eau sans cesse croissante et notamment face aux enjeux écologiques, il est de plus en plus nécessaire de trouver des solutions alternatives visant à réduire la consommation d'eau potable, comme la récupération des eaux de pluie. Certains usages de l'eau ne nécessitent pas toujours la qualité de l'eau potable.

C'est pourquoi la récupération des eaux pluviales pour certains usages intérieurs et extérieurs ne nécessitant pas d'eau potable (arrosage des espaces verts, lavage des voitures, chasse des toilettes, lavage des sols) est une bonne solution alternative.

Dans cette étude, nous explorerons les possibilités de l'eau de pluie pour les autorités locales au niveau des ménages et de la communauté. C'est une nouvelle alternative aux ressources traditionnelles.

L'eau de pluie est aujourd'hui une option aux côtés d'autres technologies d'approvisionnement en eau potable, notamment en milieu rural, mais aussi de plus en plus en milieu urbain.

Dans ce mémoire, en premier lieu nous avons commencé par une étude bibliographique sur la collecte des eaux pluviales où nous avons donné de brefs explications et quelques hypothèses de certains auteurs. En deuxième lieu nous avons expliqué en détail la notion de la collecte des eaux pluviales et son objectif en donnant un exemple concret de la détermination du volume d'un bassin de retenue. En dernier lieu, nous avons parlé de la

composition d'un système de récupération des eaux pluviales en terminant avec un exemple de conception d'un système de collecte des eaux pluviales au niveau d'une propriété privée.

CHAPITRE I

Synthèse bibliographique

1. Introduction :

La recherche de la récupération des eaux pluviales nécessite une étude bibliographique de la technologie et une description des méthodes utilisées, ainsi qu'une analyse critique.

Face à cette évidence et dans le contexte où l'eau est devenue un bien si cher, pourquoi ne pas utiliser l'eau naturelle qui tombe du ciel : l'eau de pluie.

La collecte des eaux de pluie est devenue une technologie largement utilisée dans les pays qui disposent de meilleures ressources en eau que l'Algérie.

2. Historique et synthèse bibliographique :

Le système de collecte des eaux de pluie est utilisé depuis l'Antiquité et, apparemment, le système de collecte des eaux du toit remonte au début de l'époque romaine.

Depuis au moins 2000 avant JC, des villas romaines et même des villes entières ont conçu l'eau de pluie comme la principale source d'eau pour la consommation des ménages. Dans le désert du Néguev (Jordanie et maintenant Palestine), les réservoirs utilisés pour stocker les eaux de ruissellement des pentes étaient utilisés à des fins domestiques et agricoles, permettant d'habiter et de cultiver des zones avec des précipitations annuelles aussi faibles que 100 mm.

La collecte des eaux pluviales a également une longue histoire en Asie, où ses pratiques ont été retracées près de 2000 ans en Thaïlande. La collection à petite échelle de l'eau de pluie des gouttières de toits ou par une simple gouttière dans des pots et des pots traditionnels a été pratiquée en Afrique et en Asie depuis des milliers d'années. Dans de nombreuses zones rurales reculées, cela est encore la méthode utilisée aujourd'hui. Le plus grand réservoir d'eau de pluie dans le monde est probablement celui de Yerebatan Sarayi à Istanbul, Turquie. Cela a été construit sous le règne du César Justinien (AD 527-565). Il mesure 140m par 70m et il a une capacité de 80000 m³. (Global Population Growth; 2000)

La première preuve connue de l'utilisation de cette technologie en Afrique vient du nord de l'Égypte, où des réservoirs allant de 200 à 2000 mètres cubes ont été utilisés pendant au moins 2000 ans, dont beaucoup sont encore en activité aujourd'hui. (Mekdaschi Studer Rima et Hanspeter Liniger, 2013).

En Ouganda et au Sri Lanka, l'eau est collectée sur des arbres qui utilisent des feuilles ou des tiges de bananier comme drain, un grand arbre peut fournir jusqu'à 200 litres d'eau après une forte averse. Alors que les toits en tôle ondulée deviennent plus accessibles dans de nombreux pays en développement, les habitants placent souvent un petit récipient sous les

combles pour recueillir l'eau de pluie. Les 20 litres d'eau ainsi collectés permettent d'éviter de parcourir des kilomètres jusqu'à la source d'eau propre la plus proche. De grands réservoirs de surface ou souterrains qui collectent de grandes quantités d'eau de pluie sont également utilisés.

De nombreux individus et groupes à travers le monde ont pris l'initiative de développer une large gamme de systèmes CEP. (Worm Janette et Tim Anattum, 2006)

Depuis des temps immémoriaux, au cœur de toutes les civilisations et dans tous les pays, les hommes ont cherché à accéder à l'eau en dehors de leur sphère de vie habituelle lorsque l'eau se fait rare. Chaque entreprise est ensuite chargée de gérer son utilisation en fonction de la disponibilité et de la demande. C'est pourquoi le traitement de l'eau par les gens et son contrôle sont variés. La conquête et le partage de l'eau peuvent être tentés par la technologie des conduites, des tuyaux, des vannes et des réservoirs, ou par des études de marché, des concepts économiques de taxes, d'additifs et de détergents, ou même des concepts religieux de croyances, de calendriers, de rituels et de prières. Cependant, ces différentes approches sont souvent complémentaires au même endroit et en même temps. (Jean-Paul Gandin ; 1995)

Récemment, les gens se sont familiarisés avec la récupération de l'eau. La collecte de l'eau de pluie peut réduire l'utilisation d'eau potable pour des activités qui ne nécessitent pas une eau de haute qualité. De plus, l'eau de pluie est fournie gratuitement et n'exerce aucune pression supplémentaire sur l'approvisionnement en eau municipale ou les puits privés. L'eau collectée fournit de l'eau potable, de l'eau de paysage et de l'eau agricole.

Une fois que les zones urbaines ont commencé à se développer, les systèmes d'approvisionnement en eau centralisés ont remplacé le besoin d'aller chercher de l'eau. Il existe de nombreuses possibilités de collecter de l'eau sur le site développé, et le système de collecte peut être facilement planifié dans le nouveau site lors de la phase de conception, comme les maisons, les écoles, les parcs, les parkings, les immeubles d'habitation et les installations commerciales. (Patricia.H; 2006)

Une planification adéquate du développement urbain, en particulier lorsque les gens veulent soutenir le développement durable et assurer la protection des ressources en eau, signifie inévitablement que la gestion des eaux pluviales doit être prise en compte dans la planification, la conception, la mise en œuvre et l'exploitation des infrastructures de drainage. Comme l'urbanisation du territoire et l'imperméabilisation des sols qui en résulte augmentent généralement la quantité de ruissellement et la quantité de polluants rejetés dans le milieu récepteur, il est nécessaire d'appliquer différentes techniques de gestion des eaux pluviales pour concevoir un système de drainage efficace qui minimise également les impacts potentiels liés

aux changements des conditions hydrologiques au cours de l'urbanisation. (Mohamad Osseyrane ; Gilles Rivard ; 2002)

L'eau collectée est un complément précieux qui serait autrement perdu par ruissellement de surface ou évaporation. Le manque de considération pour la CEP est souvent dû à un manque d'informations sur la faisabilité, mais au cours de la dernière décennie, les utilisateurs ont pris conscience d'avoir un approvisionnement en eau relativement propre, fiable et peu coûteux.

Dans de nombreuses régions dans le monde, la CEP est désormais un élément intégré dans les villes ou on ne peut pas assurer régulièrement l'approvisionnement en eau ou lorsque les sources d'eau locales se tarissent une partie de l'année. Mais la CEP peut aussi constituer l'unique source en eau de communautés ou de ménages. (Worm Janette et Tim Anattum ; 2006)

Du fait de la pollution de la nappe phréatique et des eaux de surface ainsi que de l'augmentation de la demande en eau liée à la croissance de la population, de nombreuses communautés dans le monde entier ont presque atteint la limite de leurs ressources conventionnelles en eau, elles doivent donc rechercher des solutions alternatives ou « nouvelles » comme la CEP. Ce système joue un rôle important de ressource en eau alternative ou complémentaire. L'eau de pluie représente désormais une option parallèlement à d'autres technologies d'approvisionnement en eau, surtout dans les zones rurales, mais également de plus en plus dans les zones urbaines.

Pour les particuliers, les collectivités ou les industriels, la réutilisation des eaux pluviales présente un double intérêt : en économisant l'eau potable, elle peut :

- Réduire leurs factures d'eau.
- Protection des eaux souterraines, ressources qui alimentent le réseau de distribution.

La demande en eau potable augmente. De plus, le recyclage des eaux pluviales, s'il est important, permet de lutter contre les inondations : il limite l'évacuation des eaux pluviales par le réseau d'égouts et donc le débordement des stations d'épuration. ainsi que de réduire son rendement par dilution. En revanche, les stations d'épuration ne doivent pas collecter les eaux de pluie (ou du moins de manière minimale) et les rejeter dans le réseau aux débits de pointe, ce qui réduit le risque de déversement.

Sachant que notre consommation d'eau est en moyenne de 200 litres par jour (125 litres pour les habitations individuelles, 90 litres pour les habitations collectives, et plus pour l'industrie), on estime que 26 à 44 % des besoins des ménages peuvent être satisfaits par le ruissellement des eaux pluviales.

Concernant les gains économiques pour les usagers, ils paraissent logiques, la différence de facture d'eau étant proportionnelle à la consommation. (Perraud Audrey ; 2005)

Avec le développement urbain, le système unitaire « tout tuyau », consistant à collecter systématiquement les eaux pluviales pour les évacuer à l'aval, a révélé ses limites. Devant la saturation des réseaux d'assainissement, les inondations en centre urbain et la dégradation des milieux récepteurs, d'autres solutions ont dû être utilisées, très souvent en complément des réseaux. Elles dépassent largement l'approche purement technique de l'ingénieur et intègrent de nombreuses autres dimensions : hydrologiques (à l'échelle du bassin versant), paysagères (avec un rôle structurant de l'aménagement de l'espace), sociales (avec une conception multi-usage), économiques (limitant l'augmentation des coûts collectifs liés à l'eau). Une autre conception de la maîtrise des eaux pluviales s'impose, pour laquelle l'ensemble des acteurs de l'aménagement doit être mobilisé, et ce très en amont des projets. (Blanchard Helene ; 2006).

Les bassins de retenue sont des réservoirs d'accumulation d'eaux pluviales destinées à régulariser les débits lors des fortes précipitations. Leur intérêt est évident car ils permettent une diminution notable des sections des collecteurs du réseau d'assainissement à l'aval, donc une économie importante. Dans les grandes agglomérations, la difficulté principale de leur implantation réside dans le manque de terrains disponibles.

Les premiers bassins de retenue d'eau de pluie ont été conçus dans les années 1970 comme une solution peu coûteuse pour stocker les volumes d'eau de pluie. En effet, avec l'urbanisation croissante de la ville et l'élargissement de la gamme des surfaces étanches, l'ouvrage de stockage a été choisi comme solution alternative au réseau de canalisations autrefois utilisé pour évacuer les eaux pluviales vers le milieu récepteur. (Bergue *et al.* 1994).

Les bassins de retenue sont essentiellement situés à l'exutoire d'un réseau d'eaux pluviales séparé, et ils constituent parfois une des dernières étapes avant le rejet dans le milieu récepteur. Le dimensionnement de ces grands projets de mobilisation des terres est principalement basé sur l'hydrologie, l'hydrogéologie et les fondations hydrauliques, avec peu de considération pour les facteurs environnementaux. Utiliser diverses méthodes simplifiées pour déterminer la capacité de stockage utile et le temps de vidange tel que la méthode des pluies, la méthode des volumes ou encore par des méthodes basées sur des modèles mathématiques comme la méthode des débits. Outre les fonctions de régulation du ruissellement des eaux pluviales et de dépollution, d'autres fonctions peuvent être envisagées (aires de loisirs, parcs, réserves écologiques, etc.). Les bassins de retenue d'eau de pluie peuvent être de différents types : enterrées ou à ciel ouvert, sèches ou humides. Ils peuvent également être associés à des ouvrages perméables situés en aval lorsque la perméabilité du sol le permet.

3. Conclusion :

Alors que les conséquences du développement démographique, du changement climatique et de la rareté de l'eau sont amplifiées, nous devons prendre des décisions pour éliminer ces problèmes à la racine afin de mieux gérer les ressources en eau. La récupération des eaux de pluie a un grand potentiel, non seulement pour augmenter la production agricole (irrigation), pour fournir de l'eau potable, de l'eau domestique et de l'élevage.

D'après l'étude bibliographique que nous avons effectuée, la collecte des eaux pluviales dans le temps d'aujourd'hui est indispensable pour la disponibilité des eaux en période de sécheresse, pour l'économie des ressources en eau et l'économie des factures, et pour la gestion des eaux.

CHAPITRE II

Notion, objectif et typologie

1. Introduction :

La collecte ou récolte des eaux de pluie (CEP) se réfère à toutes les technologies qui récupèrent l'eau de pluie pour la rendre disponible à la production agricole ou à des fins domestiques.

La CEP vise à minimiser les effets des variations saisonnières de la disponibilité en eau dues aux sécheresses et aux périodes arides et vise à améliorer la fiabilité de la production agricole.

2. La collecte des eaux pluviales :

2.1. La notion de la collecte des eaux pluviales :

La collecte d'eau de pluie CEP est une technique simple et bon marché qui requiert le minimum de savoir-faire et de connaissances tout en offrant de nombreux avantages. L'eau de pluie ainsi récupérée sert de complément à d'autres sources d'eau qui se font rares ou dont la qualité est mauvaise : eau phréatique saumâtre ou eau de surface polluée pendant la saison des pluies. La CEP est applicable dans les zones semi-arides où les sécheresses saisonnières sont fréquentes. Celle-ci est principalement employée pour l'arrosage d'appoint des céréales, des légumes, des cultures fourragères et des arbres mais aussi pour fournir de l'eau à usage domestique et pour être stockée.

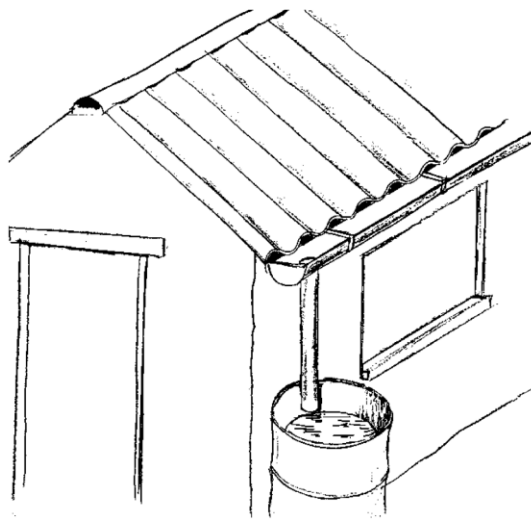


Figure II.1 : Système de collecte de l'eau de pluie

2.2. Intérêt de la collecte des eaux pluviales :

L'eau de pluie est collectée et utilisée pour diverses raisons :

→ Augmentation de la demande en eau :

La nappe phréatique baisse en raison de l'augmentation de la demande en eau et le réservoir est presque à sec. De nombreux systèmes d'eau courante ne fonctionnent plus. Dans ce cas, la pluie représente une option intéressante.

→ Changements dans la disponibilité de l'eau:

La quantité d'eau provenant des lacs, des rivières et des eaux souterraines de surface varie considérablement. La collecte et le stockage des eaux de pluie peuvent fournir de l'eau aux ménages lorsque l'eau est rare, mais aussi lorsque la qualité de l'eau est mauvaise ou variable, comme dans les rivières et autres surfaces alimentées en eau pendant la saison des pluies.

→ Accès aux privilèges de collecte et de stockage à proximité:

Les sources d'eau traditionnelles sont souvent situées loin de la communauté. Lorsque l'eau est collectée et stockée à proximité des habitations, l'approvisionnement en eau est plus accessible et pratique, ce qui a des effets positifs sur la santé. Le système renforce également le sentiment d'appartenance.

→ Qualité de l'eau:

Les approvisionnements en eau risquent d'être contaminés par des déchets industriels ou humains ou des minéraux tels que l'arsenic, le sel (dans les zones côtières) ou le fluorure. L'eau de pluie est généralement de bonne qualité. (Worm Janette et Tim Anattum ; 2006)

2.3. Avantages et inconvénients:

Lorsqu'on envisage d'utiliser un système de récupération de l'eau de pluie pour son alimentation domestique, il est important d'en soupeser les avantages et les inconvénients et de les comparer à ceux d'autres systèmes disponibles, parmi les avantages de la collecte des eaux pluviales on a :

- Sécuriser les ressources en eau et la productivité dans les régions arides.
- Augmenter la disponibilité en eau.
- Surmonter les périodes de sécheresse.
- Collecter des éléments nutritifs pour les plantes.
- Contribuer à faire face aux événements extrêmes (inondations, érosion des sols, envasement, etc.).
- Fournir une alternative à la pleine irrigation

- Réduire les risques de production et par la vulnérabilité.
- Améliorer l'accès à une eau domestique propre et sûre.
- Améliorer la disponibilité de l'eau pour l'élevage.
- Augmenter la production et la sécurité alimentaire.
- Offrir la possibilité de développer des cultures à plus forte valeur ajoutée.
- L'installation d'une récupération d'eau de pluie est un investissement durable qui donnera une valeur ajoutée à votre maison.
- La récupération de l'eau de pluie, c'est aussi restreindre les risques de saturation des stations d'épuration et d'assainissement.
- La douceur de l'eau de pluie est bonne pour la peau. L'eau de ville étant souvent calcaire et très chlorée, elle agresse la peau. L'eau de pluie élimine plusieurs problèmes dus à l'agressivité de l'eau chlorée telles que les pellicules du cuir chevelu et les problèmes allergiques cutanés.
- La récupération de l'eau de pluie permet d'économiser l'eau courante payante et donc de consommer de manière raisonnée les ressources naturelles.

Cependant, ce système a quelques inconvénients dont le principal est l'incertitude concernant la quantité des précipitations. Les autres inconvénients comme le coût relativement élevé des investissements et l'importance de l'entretien peuvent être surmontés en grande partie par le biais d'une bonne conception du système, de la responsabilité et maîtrise du projet par les utilisateurs, ainsi que l'utilisation de matériaux disponibles localement dans la mesure du possible, afin de garantir la durabilité du système et une réduction des coûts. L'intervention des autorités et du secteur privé local peuvent faciliter une augmentation d'échelle de la CEP.

2.3. Les différentes méthodes d'aménagement :

2.3.1. Les microtechniques :

❖ Principes:

Il s'agit de techniques applicables à de petites surfaces, particulièrement adaptées aux parcelles. Elles répondent mieux au principe de maîtrise des eaux pluviales à la source. Elles trouvent leur intérêt dans le cadre de lotissements ou immeubles, où la multiplication des ouvrages permet de gérer l'ensemble des eaux pluviales de l'opération.

❖ Points forts:

- Très bonne intégration dans l'aménagement et supports d'aménagement.
- Adaptées à l'échelle de la parcelle.
- Diversité des traitements.
- Peu ou pas d'emprise foncière.

- Réduction à la source de la pollution : limite l'entraînement de la pollution par lessivage des surfaces par les eaux pluviales.
- Risque de colmatage réduit.
- Citernes : réduction de l'utilisation d'eau potable pour l'arrosage.

❖ **Points faibles et précautions:**

- Information nécessaire des usagers et propriétaires sur le fonctionnement et l'entretien des ouvrages.
- Dispersion et multiplication des ouvrages à entretenir.
- Entretien régulier spécifique nécessaire.
- En présence d'une nappe à moins d'un mètre du fond, pas d'infiltration.

❖ **Réalisation et entretien:**

La réalisation de ces techniques ne réclame ni un savoir-faire, ni une technicité particulière mais doit être généralement soignée.

Dans tous les cas, l'entretien doit être régulier. Il consiste essentiellement à maintenir la propreté des ouvrages pour limiter le colmatage et la stagnation de l'eau. Les règlements de copropriété doivent préciser les dispositions qui s'imposent.

D'un point de vue curatif, on peut être amené à décolmater ou changer les matériaux drainants en surface, remplacer les matériaux à l'intérieur de la structure et le géotextile. (Leroy-Merlin ; 2005)

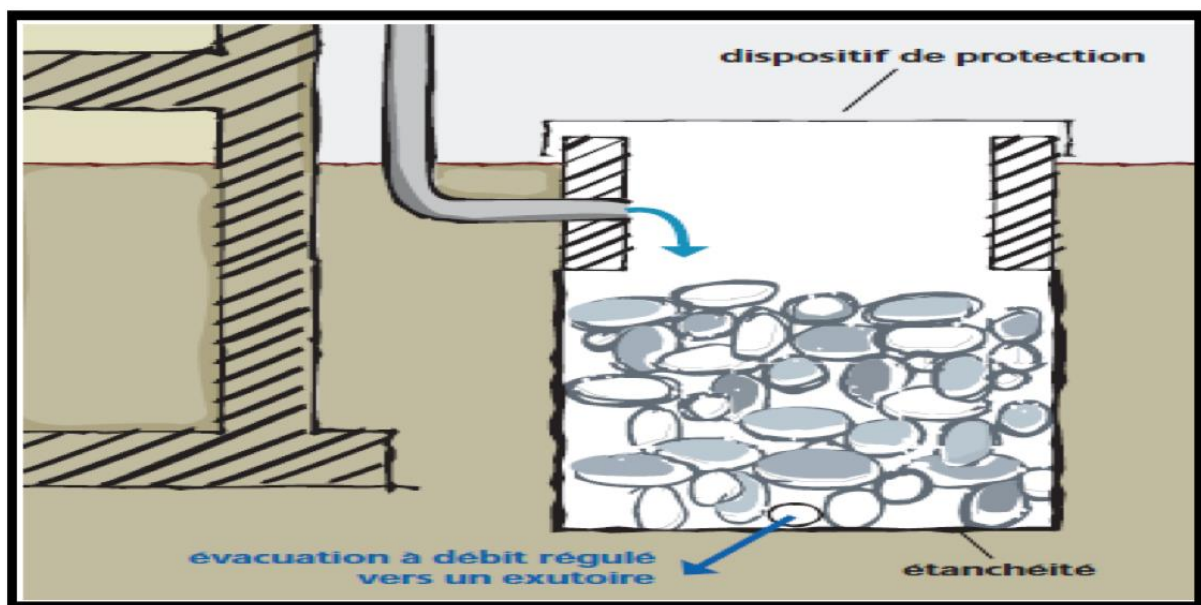


Figure II-2 : Structure de stockage

2.3.2. Les toitures stockantes :

❖ Principes:

Cette technique consiste à ralentir le plus tôt possible le ruissellement grâce à un stockage temporaire de l'eau sur les toitures. Sur les toitures-terrasses, le volume de stockage est établi avec un parapet en pourtour de toiture. Les toitures peuvent être également végétalisées. Sur un toit pentu, des caissons peuvent être mis en place. La régulation de la vidange du stockage se fait au niveau du dispositif de vidange (diamètre ou porosité de la crépine). Elle peut être améliorée par le matériau stockant : gravillon (porosité d'environ 30 %), terre végétale dans le cas de « toitures-jardin ». Les choix architecturaux permettent des réalisations intéressantes.

❖ Points forts:

- Aucune emprise foncière.
- Adaptées à l'échelle de la parcelle.
- Adaptables aux toitures traditionnelles.
- Techniques relativement simples.
- Très bonne intégration dans l'architecture et l'aménagement.
- Diversité des traitements.
- Fonction thermique possible des toitures végétalisées.

❖ Points faibles et précautions:

- Une réalisation soignée par un professionnel est indispensable.
- Deux visites d'entretien par an sont recommandées par la chambre syndicale d'étanchéité.
- Information des usagers et propriétaires sur le fonctionnement et l'entretien.
- Peu adaptée à des toitures très pentues (au-delà de 2 %).
- Toitures planes non adaptées au climat de montagne (au-delà de 900 m selon le DTU): risques liés au gel et aux surcharges pondérales.

❖ Réalisation et entretien:

Une bonne étanchéité est évidemment impérative. Il est donc nécessaire de respecter certaines conditions pour la réalisation :

- Respecter une pente faible, a priori inférieure à 5 %.
- Sur une construction existante, vérifier la stabilité de la structure à une surcharge pondérale.
- Pour l'étanchéité, respecter les recommandations de la chambre syndicale: ne pas utiliser de revêtement monocouche ; préconiser les gravillons pour les toitures-terrasses.
- Pour les toitures stockantes, la chambre syndicale d'étanchéité recommande au minimum.

- Deux visites d'entretien par an (fin de l'automne et début de l'été). (Blanchard Helene ; 2006)

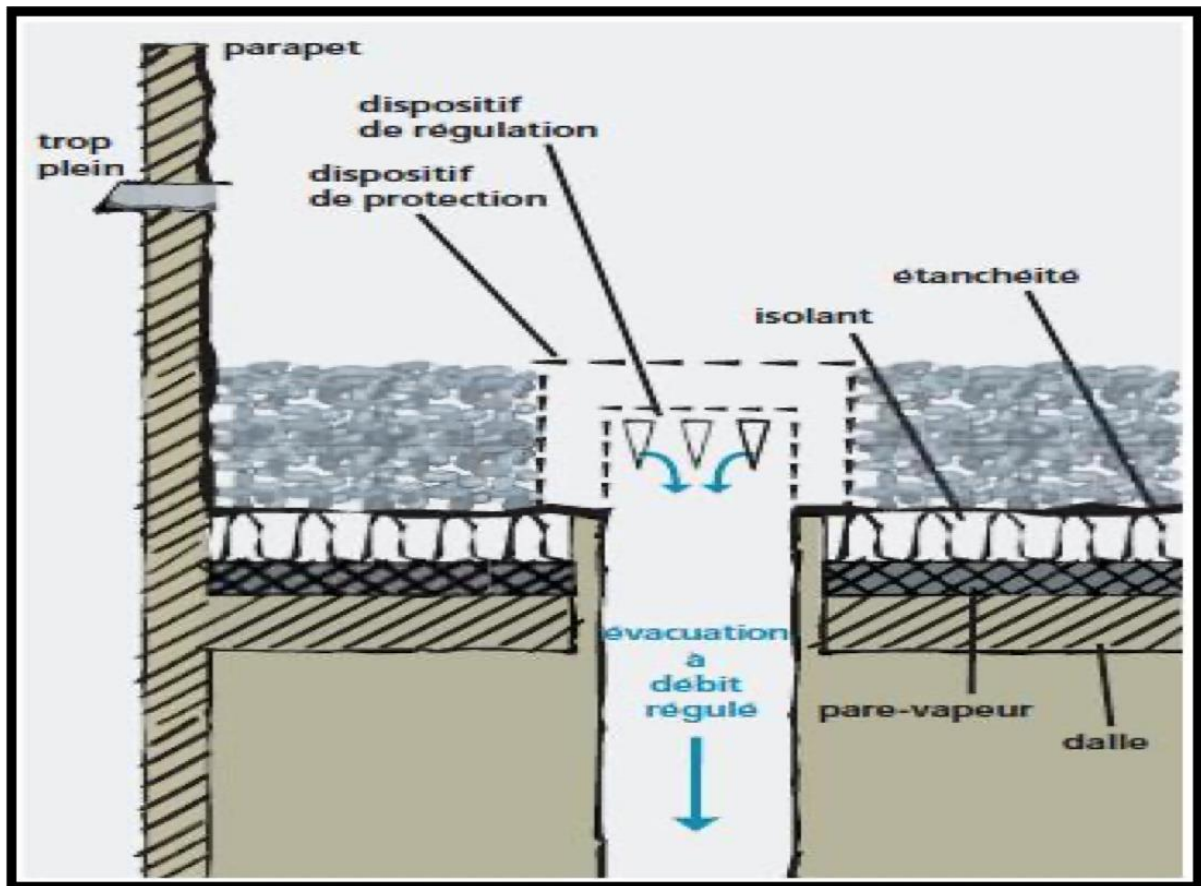


Figure II-3 : Schéma d'une toiture stockante

2.3.3. Les structure réservoirs :

❖ Principes :

Une chaussée à structure réservoir permet le stockage provisoire de l'eau dans le corps de la chaussée. L'injection de l'eau se fait soit par infiltration au travers d'un revêtement de surface drainant (enrobé drainant ou pavé poreux), soit par l'intermédiaire d'un système de drain. L'eau est évacuée par infiltration et/ou de manière régulière vers un exutoire.

Le corps de chaussée est couramment composé de grave poreuse sans fine, ou bien de matériaux en plastique (nid d'abeille, casier réticulé...). Totalement intégrée à l'aménagement, comme toute chaussée, elle supporte la circulation et le stationnement.

❖ Points forts :

- Insertion très facile, y compris en milieu urbain dense.
- Aucune emprise foncière.

- Bon comportement vis-à-vis de la pollution.

❖ **Points faibles et précautions :**

- Risque de pollution accidentelle selon le trafic.
- Entretien régulier spécifique indispensable pour limiter les risques de colmatage.
- En présence d'une nappe à moins d'un mètre du fond, pas d'infiltration.
- Un coût de réalisation parfois élevé.
- Le choix de la végétation environnante (faible développement des racines). (HOVERTIN Maggy ; 2013)

❖ **Réalisation et entretien :**

La conception et la mise en œuvre des chaussées à structure réservoir ne sont pas classiques. Elles exigent souvent plus de rigueur que pour les chaussées traditionnelles et vont à l'encontre des habitudes relatives aux travaux de voirie. Les recommandations de base sont :

- Respecter scrupuleusement les dimensions établies lors de la conception hydraulique, notamment la faible pente de la chaussée en cas d'enrobés drainants.
- Éviter les risques de colmatage pendant la réalisation du projet (phasage des travaux et protection de la chaussée) et par la suite (séparation vis-à-vis des surfaces productrices de fines, information des usagers).

L'entretien vise à éviter le colmatage et la pollution de la couche de stockage. Les structures avec une couche de surface étanche ne posent pas de problèmes particuliers par rapport à une chaussée classique. Le curage des regards et des avaloirs ainsi que le nettoyage des équipements associés (orifices, paniers, dispositifs d'épuration...) doivent être assez fréquents. Le curage des drains doit être effectué régulièrement.

Afin de limiter le colmatage des surfaces drainantes, un nettoyage par aspiration est un traitement préventif adapté. Le lavage haute pression combiné à l'aspiration est efficace en curatif. (Blanchard Helene ; 2006)

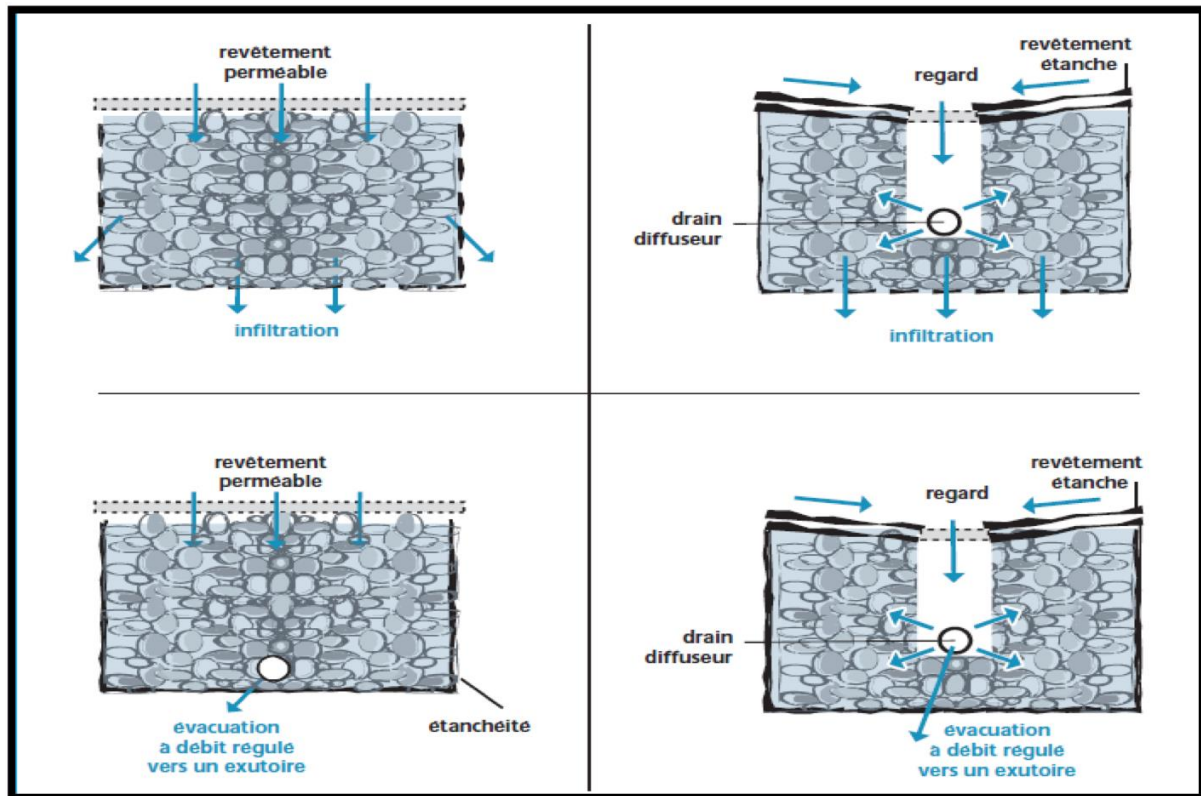


Figure II-4 : Schéma explicatif des structures réservoirs

2.3.4. Les tranchées :

❖ Principes :

Les tranchées ont deux caractéristiques et atouts principaux : elles ont une faible emprise sur la chaussée ou le sol et sont de faible profondeur. Elles assurent le stockage temporaire des eaux de ruissellement. Tout comme pour les fossés, l'eau est amenée soit par des drains ou canalisations, soit par ruissellement direct. Elle est évacuée par infiltration et/ou de manière régulière vers un exutoire.

Les tranchées sont particulièrement efficaces pour le piégeage de la pollution.

Elles s'intègrent parfaitement dans les aménagements, le long des bâtiments, le long des voiries (trottoirs ou pistes cyclables) ou en éléments structurants de parkings.

❖ Points forts :

- Bonne intégration, y compris en milieu urbain dense.
- Faible emprise foncière.
- Coût peu élevé.
- Bon comportement vis-à-vis de la pollution.

❖ Points faibles et précautions :

- Entretien régulier spécifique indispensable pour limiter les risques de colmatage.
- En présence d'une nappe à moins d'un mètre du fond, pas d'infiltration.

❖ Réalisation et entretien :

La réalisation des tranchées ne réclame ni un savoir-faire, ni une technicité particulière. Pour que la capacité hydraulique soit correctement assurée, il est indispensable de suivre quelques recommandations et d'effectuer certains contrôles :

- Respecter scrupuleusement les dimensions établies lors de la conception hydraulique (profondeur et largeur de la tranchée).
- Sur un site pentu, prévoir un cloisonnement pour optimiser les volumes de stockage.
- Utiliser des matériaux de qualité et contrôler les matériaux utilisés et la porosité (pour garantir les volumes de stockage).
- Éviter les risques de colmatage pendant la réalisation du projet (phasage des travaux et protection de la tranchée).

L'entretien doit être régulier. Il ne demande pas de technicité particulière. Il consiste essentiellement à maintenir la propreté de la tranchée et des ouvrages annexes pour limiter le colmatage : nettoyage des éventuels regards, paniers, décanteurs, entretien de la végétation si la tranchée est plantée.

D'un point de vue curatif, on peut être conduit à décolmater ou changer les matériaux drainants en surface, remplacer les matériaux à l'intérieur de la structure et le géotextile.

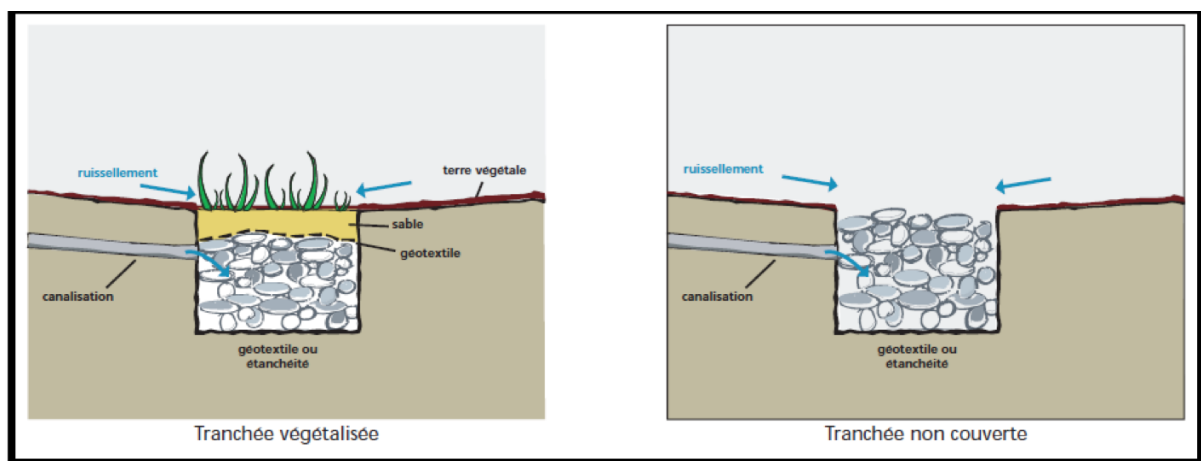


Figure II-5 : Différents types de tranchées

2.3.5. Les bassins de retenue et les bassins d'infiltration :

❖ Principes :

Les bassins de retenue sont des ouvrages de stockage, de décantation et/ou d'infiltration. On rencontre différentes configurations :

- Les bassins enterrés, réalisés en béton ou utilisant des éléments préfabriqués comme des canalisations surdimensionnées.
- Les bassins à ciel ouvert, excavations naturelles ou artificielles, avec ou sans digues.
- Les bassins en eau de façon permanente ou secs, inondés très ponctuellement et partiellement en fonction des pluies.

Aujourd'hui, les bassins à ciel ouvert peuvent et doivent être conçus comme des espaces multi usages, favorisant leur intégration dans le site et leur bon fonctionnement. En général, ils participent aisément à l'amélioration du cadre de vie : bassins d'agrément, espaces verts, terrains de jeux.

Les bassins peuvent avoir différentes fonctions hydrauliques :

- Intercepter des eaux pluviales strictes ou des eaux unitaires.
- Être alimentés systématiquement, en étant placés à l'exutoire d'un réseau ou n'être alimentés par sur verses qu'en cas de saturation du réseau, en étant en dérivation.
- Restituer les eaux (à débit contrôlé et après l'averse) vers le réseau principal, le sol – par infiltration – ou le milieu naturel.

Les bassins ont une fonction de piégeage de la pollution très importante : dégrillage grossier pour piéger les matériaux flottants (plastiques, feuilles), décantation pour la pollution particulaire. La dépollution peut être maîtrisée et optimisée selon la conception du bassin.

Elle doit être réalisée en amont des ouvrages d'infiltration et des espaces multi-usages. Dans les bassins en eau ou zones humides, des phragmites ou roselières peuvent améliorer l'épuration naturelle de l'eau.

❖ Points forts :

- Réalisation par phases, en fonction du développement de l'aménagement.
- Sécurité hydrologique : augmentation considérable des volumes de stockage avec quelques centimètres supplémentaires de marnage ou de profondeur.
- Bon comportement vis-à-vis de la pollution, si prise en compte dès la conception.
- Piégeage et traitement des pollutions accidentelles possibles.

Pour les bassins à ciel ouvert :

- Contribution à l'aménagement et bonne intégration possible.
- Possibilité de création de zones humides écologiquement intéressantes.

- Mise en œuvre relativement facile et bien maîtrisée.
- Fonctions pratiques des bassins en eau : réserve incendie ou pour l'arrosage.

Pour les bassins enterrés :

- Aucune emprise foncière.

❖ **Points faibles et précautions :**

- Entretien régulier spécifique indispensable pour limiter les risques de colmatage et de stagnation des eaux selon les types de bassins.
- En présence d'une nappe à moins d'un mètre du fond, pas d'infiltration.
- Conception incluant l'étude du fonctionnement en situation extrême indispensable. Pour les bassins à ciel ouvert :
- Emprise foncière importante : une conception multifonction permet de limiter les coûts associés.
- Prétraitement nécessaire avant les bassins d'infiltration pour limiter les risques de colmatage et de pollution de la nappe ; idem pour les ouvrages multifonctions.
- Dans les bassins en eau, niveau d'eau minimal à maintenir en période sèche (éventuelle alimentation).
- Information nécessaire sur la fonction hydraulique des ouvrages accessibles au public.
- La conception multi-usage est à réserver à la collecte d'eaux pluviales strictes.
- Dégradations fréquentes constatées dans les bassins techniques clôturés.
- L'aménagement d'ouvrages intégrés et multi-usages est un remède efficace.

Pour les bassins enterrés :

- Ouvrages souvent très techniques, avec un coût de réalisation élevé.
- Bien concevoir l'ouvrage en termes d'accessibilité et d'entretien. (Y.Azzout et al, 1994)

❖ **Détermination du volume du bassin :**

Le calcul du volume d'un bassin tient compte de certains paramètres qui ne sont pas négligés :

- La quantité d'eau de pluie tombée directement sur la surface du bassin.
- Des apports d'eau de ruissellement recueillis en amont pendant une précipitation.
- Les sources alimentant de manière continue la retenue.

Tous ces facteurs permettent le remplissage de la retenue, parallèlement d'autres paramètres tendent à vidanger la retenue à savoir :

- Les débits d'évacuation destinés à d'autres utilisations (irrigation, station d'épuration).
- Les pertes d'eau par évaporation.
- Les pertes d'eau par infiltration.

Par conséquent on envisage deux méthodes de détermination du volume, toutes deux fonctions de la pluviométrie et de la surface du bassin considéré.

→ 1ère méthode : méthode des pluies

Cette méthode se base essentiellement sur un principe hydraulique, et par conséquent on cite uniquement les étapes à suivre pour la détermination du volume :

- Il faut connaître la fréquence $f = 1/T$ des pluies et la valeur du débit demandé Q , c'est-à-dire le débit qui sort du bassin de retenue.
- Détermination du volume V_1 évacué pendant un temps t

$$V_1 = 3600 Q t$$

Avec : V_1 en m^3 , Q en m^3/s , et t en heure.

- Détermination de la hauteur d'eau (h) évacuée qui correspond au volume par hectare de surface active (S_a) du bassin.

La surface active est égale au produit du coefficient d'apport par l'air total du bassin versant.

$$h = \frac{360 Q t}{S \cdot Cap} = f(t)$$

Avec :

S : surface du bassin (ha).

h : hauteur d'eau (mm).

Q : débit (m^3/s).

t : temps (heure).

Cap : le coefficient d'apport qui est en fonction de la nature du sol et du pourcentage de boisement. $0,05 < Cap < 0,6$.

- Représentation graphique $h = f(t)$ et la courbe du classement fréquentiel des pluies qui correspond à la période de pluie de retour

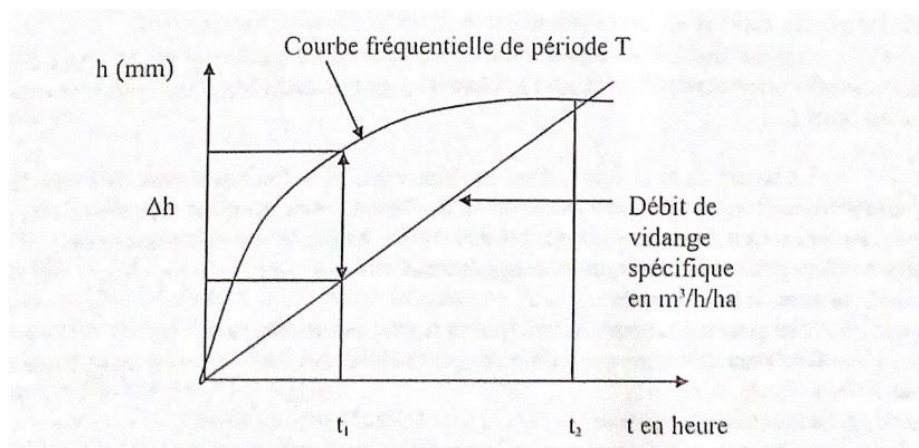


Figure II-6 : Détermination du volume du bassin

Avec :

t_1 : représente le temps de remplissage.

$\Delta t = t_2 - t_1$: représente le temps de vidange.

Δh : représente la hauteur de pluie à stocker par ha.

- On déduit donc le volume du bassin de retenue comme suit :

$$V_b = 10 \cdot \Delta h \cdot S_a$$

Avec : V_b en m^3 , Δh en mm, S_a en ha

→ 2ème méthode :

Cette méthode suppose le débit Q sensiblement constant

- On détermine le débit Q' d'après la relation suivante :

$$Q'(mm/h) = \frac{360Q}{S_a}$$

- En fonction de Q' , on détermine la hauteur d'eau h (mm) à partir de l'abaque (abaque II en annexe) qui est la capacité de stockage moyennant les principes hydrologiques.

- On détermine le volume V_b par la relation :

$$V_b (m^3) = 10h \cdot S_a$$

- On majore la valeur de V_b d'une valeur de $1/6V_b$ pour tenir compte du temps mis pour atteindre le débit de fuite sur lequel les calculs sont basés.

❖ Réalisation et entretien :

Les recommandations en termes de réalisation et d'entretien sont multiples et variées du fait de la grande diversité des ouvrages et contextes. Nous émettrons les quelques remarques ponctuelles suivantes. Si le site le permet, la réalisation de bassins à ciel ouvert et intègres doit être recommandée, elle ne pose pas de problème particulier, par rapport à des ouvrages plus techniques, complexes, coûteux et d'une efficacité équivalente. Pour les bassins enterrés, la mise en place d'ouvrages préfabriqués, comme les gros collecteurs, est de plus en plus utilisée. L'entretien des bassins secs consiste à extraire périodiquement les dépôts par voie hydraulique ou à sec. L'évacuation, par voie hydraulique, peut se faire vers une station si le bassin est sur le réseau. Les organes de contrôle doivent être entretenus régulièrement, les digues surveillées et auscultées. La gestion écologique des plans d'eau utilisés comme bassins de retenue requiert, dans la durée, des compétences spécifiques et une surveillance régulière de la qualité de l'eau, de la faune et de la flore.

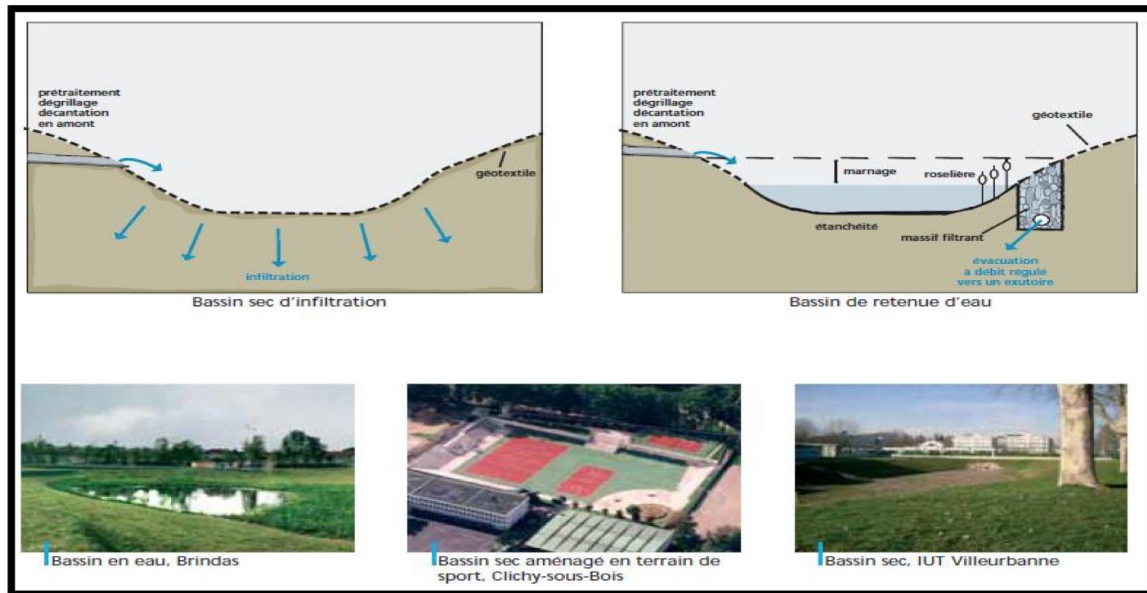


Figure II-7 : Bassins d'infiltration / de retenue

2.3.5.1. Exemple de la détermination du volume d'un bassin de retenue :

→ Méthode des pluies :

Dans le but de la détermination du volume d'un bassin de retenue dans une agglomération, nous avons estimé une intensité de pluie qui est égale à 100 mm/h et une période de retour de 10 ans.

Nous avons supposé que notre bassin est d'une surface de 500m² et un débit qui est égale à 10m³/h.

Calcule du volume à évacuer pendant un temps t qui est égale à 1h :

$$V_1 = 3600 Q t = 3600 \times 0,0028 \times 1$$

$$V_1 = 10,08 \text{ m}^3$$

Calcul de la hauteur d'eau évacuée avec une estimation du coefficient d'apport de 0,3 pour une surface raccordée de 1,5ha

$$h = \frac{360 Q t}{S \cdot Cap} = \frac{360 \times 0,0028 \times 1}{1,5 \times 0,3}$$

$$h = 2,24 \text{ mm}$$

Sur l'abaque correspondant à la région et sur la courbe de période de retour choisie, nous avons résulté la hauteur de pluie à stocker par ha :

$$\Delta h = 37 \text{ mm}$$

Le volume du bassin de retenue :

$$V_b = 10 \cdot \Delta h \cdot S_a = 10 \times 37 \times 0,45$$

$$V_b = 166,5 \text{ m}^3$$

Le bassin présente une surface de 500m^2 et une profondeur de plus de 1m, soit un volume utile supérieur à 200m^3 .

3. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié les possibilités qu'offre l'eau de pluie aux collectivités locales, au niveau des ménages et de la communauté. Cette technique joue un rôle important de ressource en eau alternative ou complémentaire. L'eau de pluie représente désormais une option parallèlement à d'autres techniques d'approvisionnement en eau, surtout dans les zones rurales, mais également de plus en plus dans les zones urbaines.

Nous avons donné un exemple de détermination du volume d'un bassin de retenue d'une agglomération par la méthode des pluies.

CHAPITRE III

Composition d'un système de collecte des eaux pluviales

1. Introduction :

Dans ce chapitre, on va en premier lieu parler sur les éléments nécessaires pour intégrer la récupération d'eau de pluie dans la démarche d'utilisation rationnelle de l'eau et présenter les équipements constitutifs d'une installation de récupération d'eau de pluie.

2. La composition d'un système de récupération des eaux pluviales :

Tout système de collecte des eaux pluviales se compose de quatre composants de base :

- Captage ou toiture pour récupérer l'eau.
- Système de drainage, de sorte qu'il s'écoule du toit vers le réservoir d'eau Stockage (vidange et descente).
- Filtration, on n'utilise jamais une eau de pluie à "l'état brut", mais filtrée à des degrés divers et successifs, et adaptée selon les usages.
- Réservoir de stockage d'eau, utilisé pour stocker l'eau jusqu'à son utilisation, il est équipé d'un dispositif d'eau : robinet, corde et seau, ou pompe, selon la disposition du réservoir d'eau.

2.1. Surface de captage :

Il s'agit de la surface qui reçoit directement l'eau de pluie et la canalise vers le système. Nous s'intéresserons plus particulièrement à la collecte de la pluie sur les toits, mais elle peut également se faire sur des surfaces de ruissellement. L'inconvénient c'est que l'eau de surface est généralement impropre à la consommation, sa qualité étant insuffisante.

Tous les matériaux de couverture des toits conviennent à la collecte de l'eau. Toutefois, l'eau destinée à la consommation ne doit pas provenir d'un toit en chaume ou recouvert de bitume. De plus, aucune partie du système ne doit être en plomb. Les tôles ondulées et galvanisées, le plastique ondulé et les tuiles forment de bonnes surfaces de captage. Les toits plats en ciment ou en feutre conviennent aussi, à condition qu'ils soient propres. Les tôles en amiante-ciment non endommagées n'ont aucun effet négatif sur la qualité de l'eau. Mais de petites détériorations risquent de provoquer des problèmes de santé. (Herin Jean-Jacques ; 2002)

2.2. Système de drainage :

Le système de drainage d'eau de la surface de captage vers le réservoir de stockage est généralement composé de gouttières fixées sur les bords du toit ou des caniveaux au niveau des bordures des cours déversant l'eau dans un réservoir par l'intermédiaire d'un tuyau. Pour

que le système de CEP fonctionne bien, il faut que le réseau de gouttière soit bien conçu et construit avec soin, parce qu'il représente souvent le maillon faible. Si les gouttières et les tuyaux sont bien ajustés et entretenus, au moins 90% de l'eau de pluie récupérée s'écoulera dans le réservoir. Les pluies violentes risquent de déborder par dessus les gouttières classiques, ce qui entraîne une perte d'eau et une faible collecte, les bavettes anti-éclaboussures permettent d'éviter ce gaspillage. (Worm Janette et Tim Anattum ; 2006).

2.3. La filtration :

On n'utilise jamais une eau de pluie à "l'état brut", mais filtrée à des degrés divers et successifs, et adaptée selon les usages. La filtration peut alors se limiter à :

- L'installation d'une grille métallique au début de la goutte de pluie permet de maximiser la rétention des débris de toiture et autres éléments entraînés par la pluie, de manière à éviter d'amener tous ceux-ci dans le réservoir de stockage d'eau et favoriser la « solution de culture».
- Préfiltration par décantation, comprenant l'installation d'un petit réservoir d'eau intermédiaire en amont du réservoir d'eau principal, à travers lequel l'eau va déposer les particules les plus lourdes et flotter les particules les plus légères. La sortie d'eau sera adaptée pour évacuer l'eau à moyenne hauteur. Bien entendu, ce réservoir d'eau doit être facile à nettoyer. Si l'on choisit d'enterrer la fosse, celle-ci doit comporter deux compartiments distincts : le premier pour le tassement, un second pour y puiser l'eau. La chambre de décantation doit avoir un point bas ou un puisard pour recueillir les sédiments.

Si pour un usage spécifique ou une machine nécessitant une eau qui ne comporte pas d'éléments d'une certaine taille, l'utilisateur souhaite une filtration poussée de l'eau récupérée, il pourra ajouter des filtres spéciaux à installer entre la cuve et la pompe : de nombreux filtres à sédiments se trouvent maintenant sur le marché (ex : le modèle cartouche à tamis lavable ; modèle à "chaussettes" jetables). (Keddal Hassan, 2007).

2.4. Le stockage :

Une fois collectée et filtrée, l'eau de pluie doit être stockée dans de bonnes conditions afin de ne pas altérer sa qualité d'origine. Pour un bon stockage dans une installation de recyclage, trois paramètres doivent être pris en compte : le type de conteneur, le matériau de fabrication et le volume.

→ Le type de contenant :

Face à la dégradation continue de notre environnement général, une attention toute particulière au choix du type de stockage est devenue cruciale. Plusieurs considérations peuvent guider le choix du type de stockage :

- *Les formules d'usages* : des particuliers, des copropriétaires ou des établissements administratifs peuvent utiliser l'eau récupérée exclusivement pour l'arrosage, d'autres peuvent prévoir plusieurs usages à la fois. Ceci conditionne la qualité de l'eau à utiliser et par conséquent le type de stockage.
- *La nature du bâtiment* : un habitat individuel ou un immeuble qui dispose d'un jardin ou d'une cour donne la possibilité d'opter pour la construction sur place d'une fosse. Ceux qui ne disposent que d'une cave seront contraints d'opter pour des cuves préfabriquées. (Perraud Audrey; 2005)

→ Le matériau :

Pour les usagers qui optent pour la construction de leur propre citerne, il convient d'éviter le plastique et le métal. Afin de bien neutraliser l'acidité naturelle de l'eau de pluie, on choisira le béton, la maçonnerie classique ou les pierres calcaires. Au cas où des infiltrations sont à craindre à partir des eaux souterraines ou d'une fosse septique au voisinage on placera un enduit en goudron ou un autre matériau étanche sur les parois extérieures de la citerne. Les parois intérieures seront revêtues d'une couche d'enduit en mortier de ciment contenant un peu de chaux hydraulique. Afin de faciliter les entretiens et limiter le développement de bactéries, cet enduit doit être bien lisse. Éviter les enduits synthétiques étanches qui ne peuvent pas neutraliser l'acidité de l'eau.

→ Le volume :

Le dimensionnement du stockage est une étape importante dans la conception d'un projet de récupération d'eau de pluie. Le stockage de l'eau n'est pas calculé en fonction du nombre d'habitants et/ou de leurs besoins en eau, et est défini comme suit :

- Potentiel de réhabilitation du site où se situe le bâtiment. Ce potentiel est le résultat de la pluviométrie moyenne du site et de la surface des toitures des bâtiments.
- Pendant l'été quand il ne pleut pas. Plus les précipitations sont irrégulières, plus la quantité nécessaire est importante.
- L'utilisation envisagée par le propriétaire de l'eau recyclée.

3. Le fonctionnement d'un système de collecte des eaux pluviales :

- L'eau est évacuée de la surface de captage (toit, route) vers le drain.
- Là, elle est filtrée puis dirigée vers un réservoir de stockage, d'où il est pompé dans le système.
- Filtrer à nouveau, recycler par les canalisations (arrosage, lave-linge, rinçage, etc.).

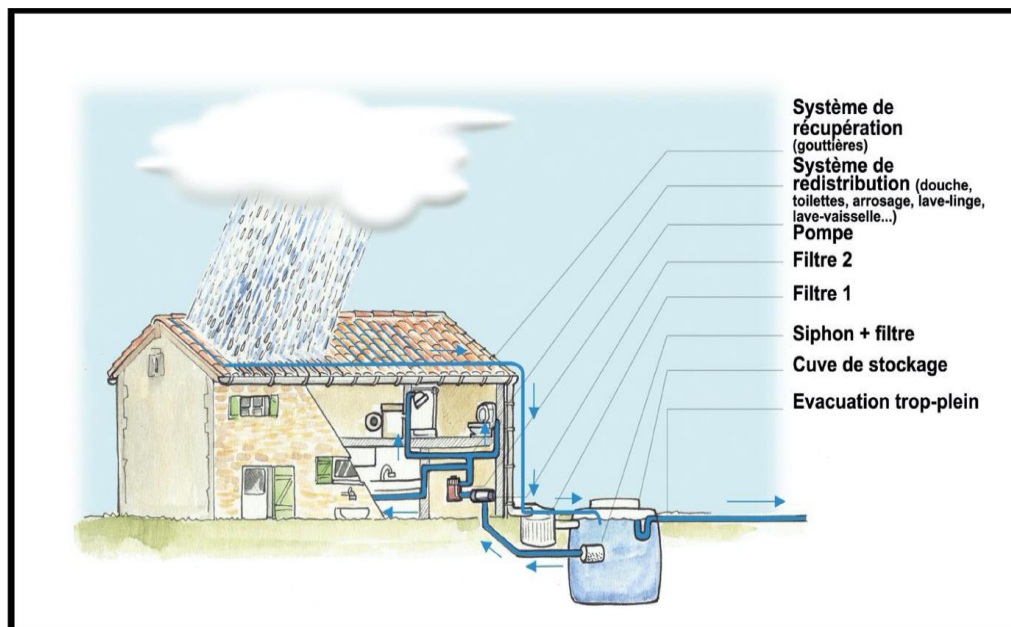


Figure III-1 : Exemple d'un système de récupération des eaux pluviales avec toutes les étapes du procès.

4. Exemples d'installations des systèmes de récupération :

Nous allons proposer quelques schémas d'installation de la collecte des eaux pluviales, pour des modèles d'habitats, d'établissements publics et de bâtiments collectifs, proposeront une technique de récupération et le dispositif technique requis. Nous avons pris les modèles qui s'apprêtent bien à la récupération des eaux de pluie. (Keddal Hassan ; 2007)

→ Type établissement scolaire (école, collège, lycée) :

Les établissements scolaires doivent être les cibles favorisées de la récupération des eaux de pluies pour les raisons suivantes :

- La surface des toits est souvent importante donc les volumes récupérés peuvent être considérables.
- L'école reste l'espace le plus prédisposé pour l'émergence d'une culture éco-citoyenne et pour la sensibilisation à l'économie d'eau.

Les usages des eaux récupérées peuvent être essentiellement les chasses d'eau pour les sanitaires et l'arrosage des jardins. (De Gouvello Bernard ; 2004)

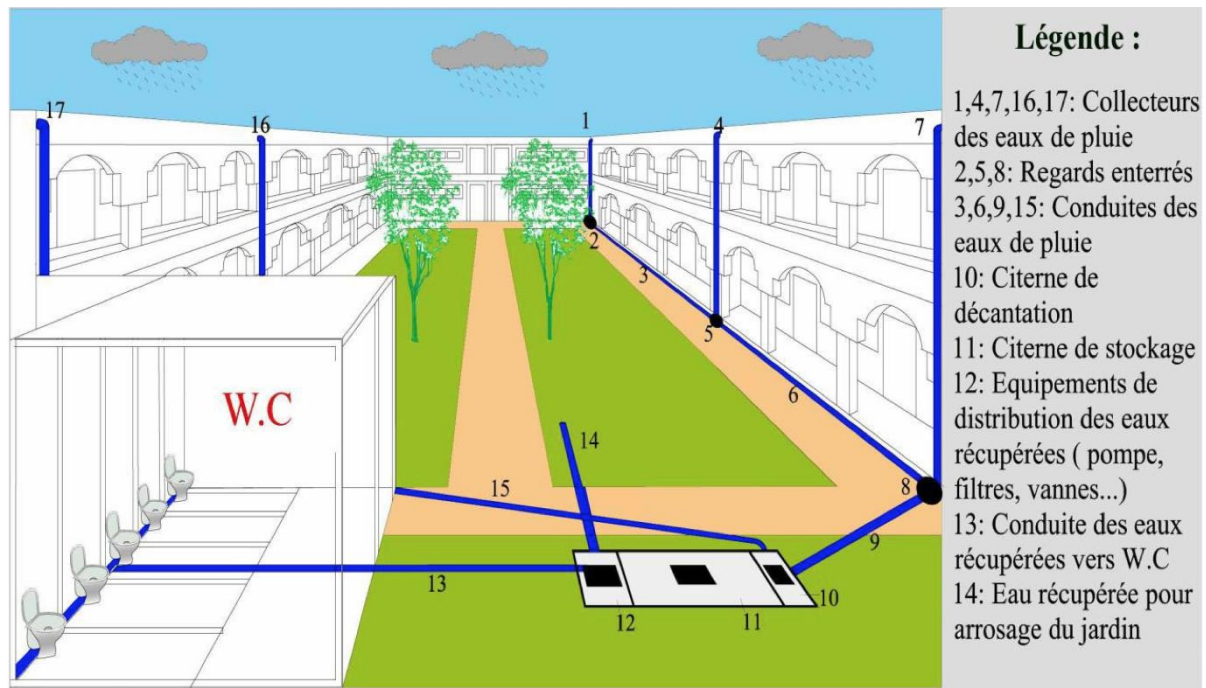


Figure III-2 : Système de récupération d'eau de pluie Etablissement scolaire en urbain

→ Type villa :

De nos jours, on voit de plus en plus ce genre d'habitat sur le territoire national, elles sont souvent dotées d'un espace jardin et / ou d'une cour. Les terrasses sont en général étanches et imperméables. Il a été prouvé que dans ce type d'habitat les propriétaires ont de plus en plus tendance à économiser leurs factures d'eau en creusant des puits, soit une prédisposition à investir dans ce sens.

Le recours au puits présente un certain nombre d'inconvénients :

- L'augmentation de la facture d'électricité si le pompage s'effectue sur une profondeur relativement importante (plus de 15 m).
- L'investissement pour la réalisation du puits peut s'avérer plus élevé que la construction d'une citerne. Le risque sanitaire si dans la zone de pompage, les gens ont recours aux fosses septiques comme solution d'assainissement ;
- Le tarissement des nappes souterraines.
- Le risque sanitaire si dans la zone de pompage, les gens ont recours aux fosses septiques comme solution d'assainissement.

Le type de stockage le plus adapté : **Citerne auto-construite en béton.**

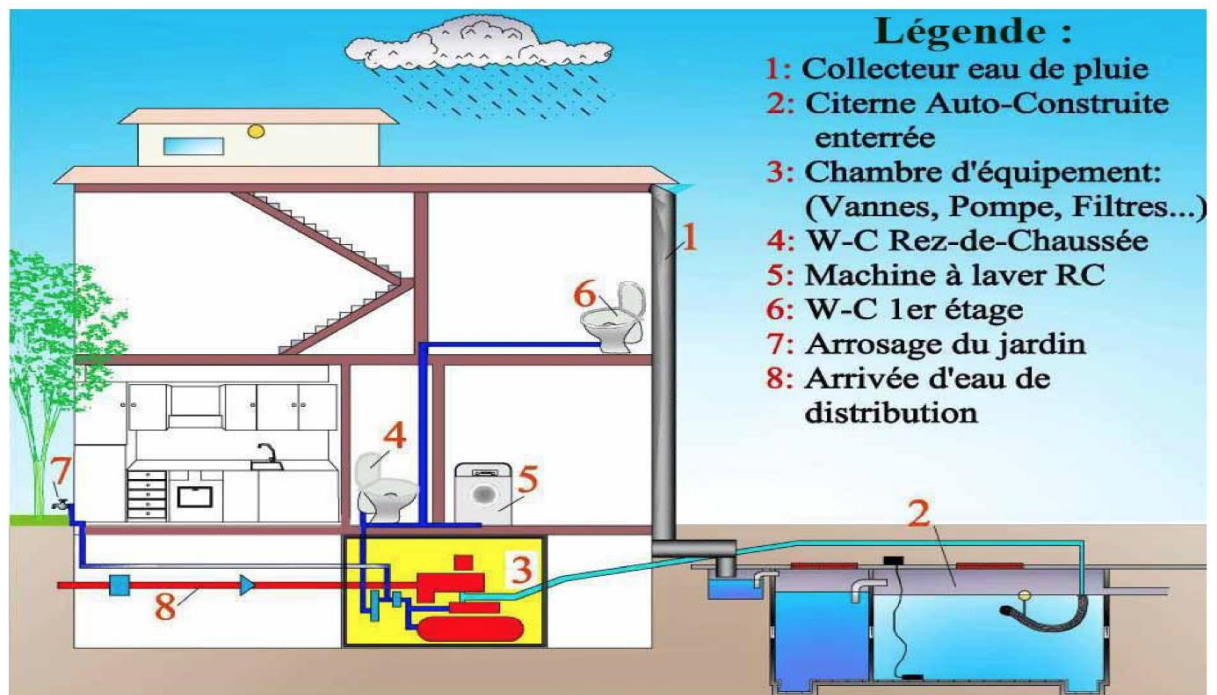


Figure III-3 : Installation pour habitat individuel type villa

→ Type bâtiment à usage industriel :

Pour les industriels, la réutilisation des eaux pluviales présente deux types de gains : des gains financiers induits par la diminution de consommation d'eau potable, consommation pouvant être très importante selon l'activité concernée, mais aussi des gains en terme de communication : les préoccupations environnementales grandissant, les démarches de développement durable sont appréciées et de telles initiatives représentent un gain non négligeable pour l'image de l'entreprise. C'est un très bon critère de différenciation sur le marché.

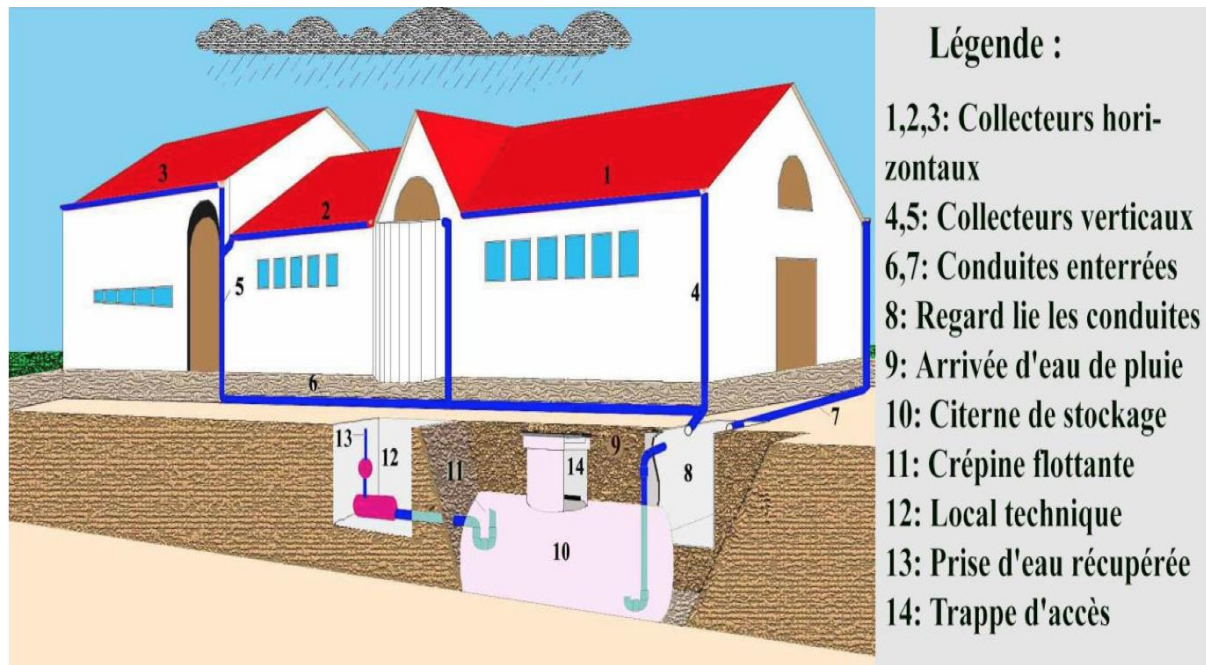


Figure III-4 : Système de récupération d'eau de pluie Bâtiment à usage industriel

Source : (Keddal Hassan ; 2007)

→ Type immeubles en copropriété :

Ce genre d'habitat est plus répandu, et de vastes programmes d'habitat économique sont initiés et encouragés par les pouvoirs publics pour la résorption du déficit de logements et pour la lutte contre l'habitat insalubre. A leur tour, les promoteurs privés excellent pour offrir à leurs clients des appartements de moyen à haut standing en immeubles. Ces complexes sont souvent bordés d'espaces verts que les copropriétaires ont du mal à gérer compte tenu de la facture qu'engendre l'arrosage de ces espaces.

Dans ce cas, la récupération des eaux de pluie est la solution la plus appropriée. Les promoteurs peuvent facilement et sans coûts significatifs intégrer ce genre d'équipements dans leur projet.

L'Etat et les collectivités locales peuvent inciter les promoteurs dans ce sens voire l'imposer dans les villes qui connaissent un développement urbanistique important où les pénuries d'eau deviennent structurelles.

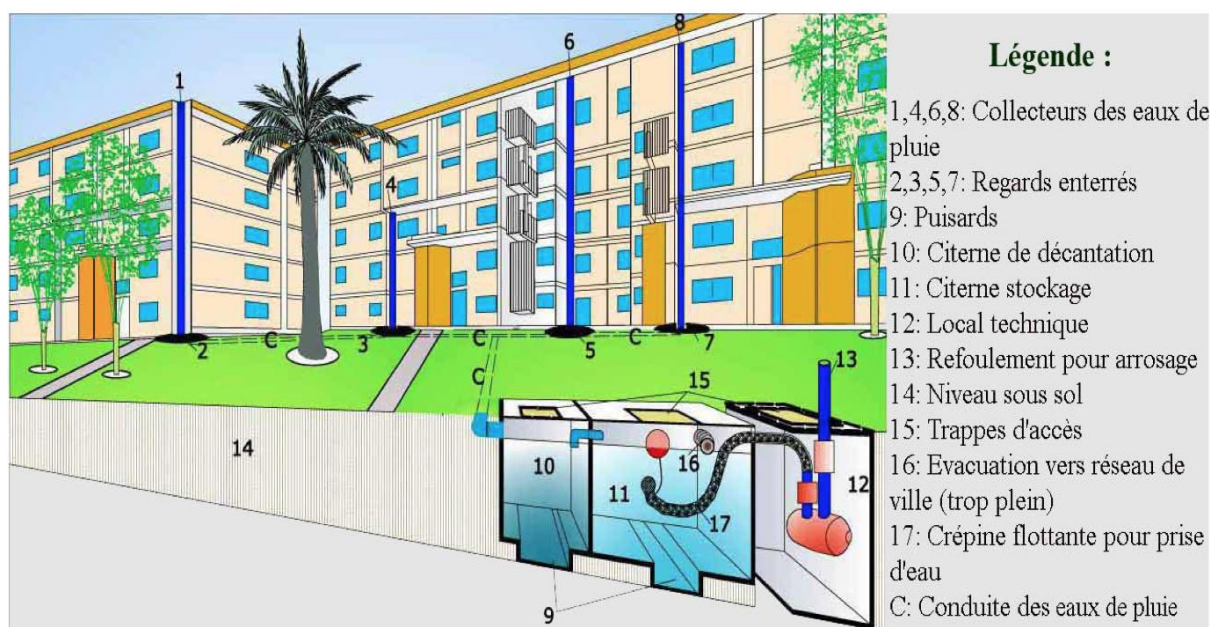


Figure III-5 : Systèmes de récupération d'eau de pluie pour arrosage du jardin

→ **Type des bâtiments à usage agricole :**

Les fermes sont de grandes consommatrices d'eau et ont souvent leurs propres puits ou forages pour l'irrigation ou les besoins du bétail. De plus en plus, ces exploitations qui se modernisent sont équipées de grands bâtiments d'élevage ou de stockage, et leurs toitures représentent un énorme potentiel de recyclage des eaux pluviales en alternative au pompage, souvent coûteux et néfaste pour les nappes.

Dans ce cas, tous les systèmes de stockage conviennent, et même un stockage de l'eau dans une bâche en terre imprégnée d'une géomembrane peut être envisagé.

Afin de déterminer la capacité de stockage du réservoir, les besoins en eau des animaux doivent être pris en compte.



Figure III-6 : Système de récupération d'eau de pluie /Bâtiment à usage agricole

4.1. Exemples de conception d'un système de collecte des eaux pluviales :

La détermination du volume du réservoir de stockage est l'étape la plus importante dans un projet de conception d'un système de récupération des eaux de pluie. Sa conception doit donc être soigneusement étudiée pour garantir une capacité de stockage d'eau optimale et une solidité structurelle tout en maintenant les coûts aussi bas que possible.

Le point de départ pour sélectionner un système est de déterminer sa viabilité environnementale, technique et socio-économique. En se basant sur les notions apprises précédemment sur l'installation des systèmes de collecte des eaux pluviales et leurs composants, nous allons appliquer ces directives pour la conception d'un système de CEP au niveau d'une villa dans la wilaya de BLIDA.

4.1.1. Dimensionnement du réservoir :

Pour obtenir le volume optimal, nous devons tenir compte pour le débit entrant :

- De la pluviométrie (dont les événements exceptionnels pour les ouvrages publics).
- Du coefficient de ruissellement.
- De la surface totale de captage.
- De la surface imperméable de captage.

Et pour le débit sortant :

- Du débit de fuite autorisé.
- Du délai de vidange maximum acceptable (6 heures, pour que l'ouvrage puisse absorber deux orages consécutifs).
- De la pollution à éliminer et du devenir souhaité de l'eau (récupération, rejet vers milieu naturel ou réseau public).
- De la capacité d'infiltration du sol (pour les ouvrages d'infiltration)

Evaluation le volume d'eau mensuel récupérable :

Pour définir les volumes mensuels moyens récupérables par les toitures et les cours de la maison nous allons travailler avec la série des pluies moyennes mensuelles, à partir de cette dernière nous allons calculer le volume d'eau récupérable (la lame d'eau ruisselée) en multipliant la pluie moyenne avec la surface "imperméable" et le coefficient de ruissèlement spécifique à la surface.

Le calcul se fait en utilisant la formule suivante :

$$V_{\text{ruisselé}} = P_{\text{moy, mens}} * S * Cr$$

Avec :

$V_{\text{ruisselé}}$: le volume d'eau ruisselé.

P_{moy, mens} : Précipitations moyenne mensuelle.

S : La surface active de ruissellement.

Cr : Le coefficient de ruissellement pondéré.

Type de surface	Coefficient de ruissellement
Toitures en pente	1
Toitures plates	0,9
Béton	0,85
Goudron	0,76
Pavés, dalles, carrelage	0,67
Graviers et sable	0,31
Végétation sur sol perméable	0,1
Végétation haute sur sol imperméable	0,5

Tableau 01 : Coefficients de ruissellement de différentes surfaces.

Source :M.C. Gromaire Mertz, 1998.

Mois	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
Précipitation (mm)	91	80	77	64	46	10	3	4	29	70	89	88	651

Tableau 02 : Précipitation moyenne mensuelle

Source : ANRH BLIDA

Nous avons estimé une surface de captage en béton d'une superficie de 150m² et un coefficient de ruissellement de 0,85.

$$V_{\text{ruisselé}} = 0,651 \times 150 \times 0,85$$

$$V_{\text{ruisselé}} = 83\text{m}^3$$

Evaluation des besoins en eau de pluie :

On distingue trois besoins : besoin jardin + besoin maison + besoin voiture

1. Besoin du jardin :

La maison est dotée d'un jardin de 200m² qui est composé des massifs et de la pelouse. Pour arroser ce dernier, nous avons estimé un débit de 24 l/m².

2. Besoin de la maison :

On utilise généralement l'eau de pluie pour les douches, machine à laver et WC.

Le tableau en dessous représente l'estimation des besoins en eau de la maison :

Propriétaire de la maison	4 adultes et 2 enfants
Douche + WC	24 768L
Machine à laver	17 640L
Besoin annuel	42 408L

Tableau 03 : Les besoins de la maison.

3. Besoin de la voiture :

Si on nettoie sa voiture environ toutes les 6 semaines, cela fait environ 10 lavages par an (ou 5 lavages par voiture/an pour une famille qui en a 2).

En prenant en compte 3 phases (prélavage, lavage avec un shampoing puis un rinçage à l'eau) dans ce lavage, avec un débit de **15L/minute = 225 litres** d'eau à chaque fois qu'ils nettoient la voiture.

Total annuel : **225 litres x 10 lavages = 2 250 litres** d'eau de pluie à récupérer pour laver régulièrement les voitures.

Donc au final, le total pour une famille avec :

- Un jardin de 200m².
- Qui veut aussi laver sa voiture 5 fois par an.

$$\text{Besoin annuel en eau de pluie} = (200 \times 24 \text{ l/m}^2) + 42\,408 + 2\,250$$

$$\text{Besoin annuel en eau de pluie} = 49\,458 \text{ litres} = 49,458 \text{ m}^3.$$

Calcul du volume du réservoir de stockage :

Pour déterminer la taille du réservoir de stockage, il existe plusieurs méthodes de calcul et d'estimation. Elles varient en complexité et en sophistication. Nous allons utiliser la plus simple et la plus couramment utilisée

$$\text{VOLUME CUVE} = ((\text{VOLUME RÉCUPÉRABLE} + \text{VOLUME BESOIN})/2) \times 21 \text{ JOURS DE RÉSERVE}/365)$$

Nous avons l'ensemble des éléments pour calculer le volume de la cuve :

- Volume récupérable : 83 000 L = 83m³
- Volume des besoins estimés en eau : 49 458 L = 49,458 m³
- Souhait d'avoir une réserve d'eau pour 21 jours.

$$\text{Volume de la cuve} = ((83\,000 + 49\,458)/2) \times 21/365)$$

$$\text{Volume de la cuve} = 3\,810,44 \text{ litres} = 3,81\text{m}^3$$

Il convient de noter qu'il existe d'autres méthodes de calcul utilisées par les chercheurs du monde entier qui sont basées sur des modèles de précipitations/débits ainsi que sur des paramètres empiriques spécifiques à la zone d'étude. Cependant, ces méthodes sont utilisées lorsque la technologie de collecte des eaux de pluie est destinée à être utilisée comme outil de contrôle des inondations.

5. Conclusion :

Presque chaque maison ou bâtiment a une surface ou un toit adapté à la récupération des eaux pluviales, et la technologie pour collecter, filtrer, stocker et distribuer les eaux pluviales est désormais bien maîtrisée, tant pour l'usage extérieur que pour l'alimentation des sous-stations au sein de l'habitat.

Les gouttières, les filtres et les réservoirs de stockage nécessitent un certain investissement et un entretien régulier.

Le réservoir de stockage est l'élément le plus coûteux du système et sa conception doit être soigneusement étudiée afin d'obtenir la meilleure capacité de stockage au moindre coût possible, et le matériau à partir duquel le réservoir de stockage est fabriqué doit être soigneusement choisi.

Dans ce chapitre nous avons dimensionné le système de collecte des eaux pluviales pour une maison en utilisant une méthode analytique pour avoir le volume de stockage.

CONCLUSION GENERALE

La technologie de récupération des eaux de pluie est désormais bien maîtrisée, tant pour l'extérieur que pour l'habitat. Aujourd'hui, de nombreux pays adoptent cette pratique comme l'un des moyens de gérer durablement les ressources naturelles et l'environnement.

Cependant, la variabilité des conditions météorologiques et climatiques et les coûts d'investissement requis pour les installations individuelles sont des facteurs limitants.

Néanmoins, cet investissement a véritablement atténué la pénurie d'eau dans les régions désertiques, une approche qui présente divers avantages que certains pays ont déjà mis à profit pour optimiser la gestion des ressources.

La collecte des eaux de pluie est désormais courante dans certains pays disposant de plus de ressources en eau que l'Algérie. L'Algérie a une expérience très limitée dans le domaine de la collecte des eaux pluviales, limitée dans l'expérience traditionnelle de nos ancêtres en matière de collecte des eaux pluviales depuis des temps immémoriaux. En plus de certains programmes de recherche décentralisés et du développement de méthodes informatiques, cependant, cette pratique doit être encouragée et réglementée.

Dans chaque pays, nous avons trouvé des méthodes de gestion des eaux pluviales et des types d'installations de collecte spécifiques au pays, et nous avons trouvé différents types de systèmes de collecte et leurs principaux composants.

Sur la base des données obtenues dans cette étude, concernant l'installation de systèmes de collecte d'eau de pluie et de leurs composants, nous avons appliqué ces directives pour concevoir un bassin versant au niveau d'une agglomération et un système CEP au niveau d'une villa.

Le but de cette étude c'était de pouvoir dimensionner un système de collecte des eaux pluviales avec un volume optimal du réservoir de stockage qui pourra couvrir les besoins dans la période sèche.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. « Aménagement d'un bassin de rétention d'eau ». Publié le 01 Décembre 2017. Disponible sur : <https://www.mediaterre.org/actu,20171201082619,1.html> [Consulté le 02/11/2019].
2. Christel Sebastian. Bassin de retenue des eaux pluviales en milieu urbain : performance en matière de piégeage des micropolluants. Autre. INSA de Lyon, 2013. Français.
3. DE GOUVELLO Bernard, 2004, La récupération et l'utilisation de l'eau de pluie dans le bâtiment. Les enseignements de suivis in situ et d'un dispositif expérimental, In Novatech 2004. 5ème Conférence Internationale, Lyon, 7-9 juin 2004. Lyon : Edition Graie, 2004, p.863
4. GANDIN, Jean-Paul. La conquête de l'eau : du recueil à l'usage, comment les sociétés s'approprient l'eau et la partagent. Éditions Charles Léopold Mayer, 1995.
5. Guide technique « recommandations pour la faisabilité, la conception et la gestion des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain », Programme Ecopluies – Version 2, 63 pages, Janvier 2009.
6. Hassan KEDDAL, 2007. Guide pratique pour la récupération des eaux pluviales au Maroc.
7. HERIN-Jean-Jacques, 2002. Guide de la récupération - réutilisation des eaux pluviales dans les techniques alternatives. Journée - Débat sur la récupération des eaux pluviales. Conférence de l'ADOPTA, Douai, 7 février 2002. Actes de la journée-débat.
8. La ville est son assainissement – Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau, CERTU, juin 2003.
9. LAPRAY Karine, 2003. La gestion des eaux pluviales dans les démarches HQE : quelques réalisations à l'échelle de bâtiments et de quartiers. La réutilisation des eaux de pluie : une solution locale à des enjeux d'agglomération. Conférence du Graie, Lyon, 12 juin 2003. Lyon : Actes de la journée du 12 juin 2003.
10. Leroy Merlin. Comment récupérer les eaux de pluie. [en ligne] (Consulté le 15 octobre 2005)
11. Mekdaschi Studer, R. et Liniger, H. 2013. La collecte de l'eau : Directives pour de bonnes pratiques.
12. Mohamad Osseyrane, Gilles Rivard. Guide de gestion des eaux pluviales, Novembre 2002
13. PERRAUD Audrey, déc. 2005, Synthèse technique : La réutilisation des eaux pluviales en milieu urbain, ENGREF

14. PERRAUD Audrey. La réutilisation des eaux pluviales en milieu urbain, Décembre 2005
15. Pour la gestion des eaux pluviales – Stratégies et solutions techniques, Région Rhône-Alpes, 32 pages, novembre 2006.
16. REYNAUD Nicolas, 2005, La récupération des eaux de pluie gagne du terrain, Novethic.fr, site sur la Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE) et l'Investissement Socialement Responsable (ISR)
17. SALAH B. (2014). « Assainissement des eaux usées et pluviales des agglomérations : A l'usage des étudiants de l'option Assainissement ». ENSH. Blida.
18. STU. (1982). La maîtrise du des eaux pluviales : quelques solutions pour l'amélioration du cadre de vie (The management of urban stormwater: solutions for environmental improvement). Paris : Ministère de l'Urbanisme et du Logement, Direction de l'Urbanisme et des Paysages, Service Technique de l'Urbanisme.
19. SYMASOL - Gestion des Eaux Pluviales : Guide Pour La Mise En Œuvre De Techniques Alternatives - Juin 2016.
20. VU Brigitte, 2006, Récupérer et gérer les eaux de pluie, EYROLLES