

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Moisson des eaux comme outil d'économie et de protection de la  
ressource .

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 6-0004-16

APA Citation ( APA توثيق ):

Toumi, Asma (2016). Moisson des eaux comme outil d'économie et de protection de  
la ressource[Thèse de master, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open DSpace software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics. <http://dspace.ensh.dz/jspui/>

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم الإنتاج العلمي لأساتذة و  
باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور  
(أطروحات، مطبوعات، مبداعات، مقالات، الدوريات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة DSpace و يتم إدارته من طرف مديرية  
المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-**

**DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE**

## **MEMOIRE DE MASTER**

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique*

**Option: Alimentation en Eau Potable**

### **THEME DU PROJET :**

**MOISSON DES EAUX COMME OUTIL D'ECONOMIE  
ET DE PROTECTION DE LA RESSOURCE**

### **PRESENTE PAR :**

**Mlle : Asma TOUMI.**

### **Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M SALAH Boualem	Professeur	Président
M HACHEMI Abdelkader	M.A.A	Examinateur
M <sup>me</sup> MOKRANE Ouahiba	M.A.A	Examinatrice
M <sup>me</sup> TAFAT Leila	M.A.A	Examinatrice
M AMMARI Abdelhadi	M.C.B	Promoteur

*Département d'Hydraulique Urbaine*  
**Option: Alimentation en Eau Potable**

**Session 2015; 2016**

## **REMERCEMENTS**

**Grâce à Dieu le tout puissant ce travail a été réalisé.**

**Un hommage appuyé revient à mes parents, mes sœurs,**

**Mon frère et toute ma famille pour leur soutien moral et matériel durant mon cursus.**

**Je remercie tout particulièrement mon promoteur M' A.AMMARJ de m'avoir encadré dans mon travail.**

**J'adresse mes remerciements à tous les enseignants de l'ENSH pour leurs enseignements de qualité et qui ont contribué à ma formation, aussi aux membres de jury d'avoir accepté d'évaluer mon travail.**

**En fin j'adresse mes remerciements à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce travail, en particulier bilal, kheira, hind, sarahe, sabrina, khouloud, Poupa, honda, meriem, adel, yasser, abdelhak.**

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect :*

*A ma très chère mère et mon cher père*

*A ma chère tante FIFI*

*A mes très chères sœurs AMIRA et MARIA*

*A mon frère ZAKARIA*

*A mes chères cousines et mes cousins*

*A toute ma famille*

*A mes intimes : Hind, Sarahe Kouti, Sabrina & Khouloud tatlim, Kheira  
Birtanim, Meriem, Mimi Poupa, , Houda.*

*A mes chers amis: ADEL, ABDELHAK, YASSER, BILAL.*

*A tous mes amis de L'ENSH*

*A tous ceux qui me sont chers*

*A. TOUMI.*

## ملخص:

حصاد مياه الأمطار هي عملية تجميع، و توجيه، وتخزين مياه الأمطار لاستخدامها لاحقاً. أنظمة حصاد مياه الأمطار يمكن تنفيذها بسهولة في المنزل، المنشآت الادارية وعلى مستوى المجتمعات المحلية. وتشمل استخدامات مياه الأمطار عدة مجالات، لذلك إذا كان الغرض من المياه الاستهلاك (مياه الشرب)، فإنه ينبغي أن يعالج وفقاً لقوانين الأنظمة الدولية.. وتشمل طرق العلاج على، ترشيح الحطام و طرق التنقية المختلفة. توضح هذه الدراسة كيفية جمع، تخزين و تنقية مياه الأمطار للاستخدام المباشر على المستوى الحضري. و هو دليل عملي لخلق بنية تحتية لجمع مياه الأمطار، من عملية التصميم إلى التنفيذ. في نهاية هذه المذكرة، تناولنا مثالا عمليا يتمثل في المدرسة الوطنية العليا للري، حيث قمنا بتصميم نظام حصاد المياه لكي يتم تشييده في المدرسة.

## Résumé:

La collecte des eaux est le processus de capture, acheminement, et de stockage des eaux pluviales pour une utilisation ultérieure.

Les systèmes de collecte d'eau de pluie peuvent être facilement mises en œuvre à la maison, administrations, et au niveau de la communauté.

Les utilisations de l'eau de pluie comprennent plusieurs secteurs, par conséquent, si l'eau est destinée pour la consommation (eau potable) ou pour les chasses d'eau, elle doit être traitée conformément à la réglementation. Les méthodes de traitement comprennent, mais sans s'y limiter, la filtration de débris et de divers procédés de purification.

Cette étude explique comment collecter, stocker et purifier l'eau de pluie pour une utilisation directe au niveau des ménages. C'est un guide pratique pour la création d'une infrastructure d'eau de pluie, de la conception à la mise en œuvre.

A la fin de ce mémoire, nous avons pris l'Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique comme un exemple pratique à étudier, nous avons conçus un système de collecte d'eau de pluies pour être implanté au sein l'école.

## Abstract:

Rainwater harvesting is the process of capturing, channeling, and storing storm water runoff for later use.

Rainwater harvesting systems can be easily implemented at home, commercial, and community level.

Uses of harvested rainwater include many sectors. Therefore, if used for drinking water, the water must be treated in accordance with state and federal drinking water regulations. Treatment methods include, but are not limited to, debris filtration and various purification methods.

This study explains how to collect, store and purify rainwater for direct use at household level. It is a practical guide to creating a rainwater harvesting infrastructure from design to implementation.

In the end of this memoir, we will take the National High School for Hydraulics as a practical example to study; we will design a Water Harvesting system to be planted in school.

# Sommaire

## Chapitre 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1-1 Historique.....	1
1-2 La gestion des eaux pluviales : mise en contexte :.....	2
1-3 Interprétation à la technique de CEP .....	3
1-4 La nécessité de la collecte de l'eau de pluie :.....	3
1.5 Motifs de la collecte d'eau de pluie :.....	4
1.6 Avantages et inconvénients :.....	4
1.7 Des enjeux économiques et environnementaux de la moisson des eaux pluviales :.....	6
1.8 Stratégie et solutions techniques pour la gestion des eaux pluviales :.....	6
1.8.1 Les enjeux de la gestion intégrée des eaux pluviales :.....	7
1.8.2 Les interventions traditionnelles sur le cycle de l'eau :.....	8
1.8.3 Les clés d'un aménagement réussi :.....	9
1.9 Les fiches techniques des différentes méthodes d'aménagement :.....	10
1.9.1 Les microtechniques :.....	10
1.9.2 Les toitures stockantes :.....	13
1.9.3 Les structures réservoirs :.....	15
1.9.4 Les tranchées :.....	17
1.9.5 Les bassins de retenue et les bassins d'infiltration :.....	19
1.10 Conclusion :.....	21

## Chapitre 2:L'EXPERIENCE INTERNATIONALE DANS LA MOISSON DES EAUX PLUVIALES.

2.1 La récupération des eaux de pluie est de retour :.....	22
2.2 Etude de quelques cas à travers le monde :.....	24
2.3 La collecte des eaux pluviales en Algérie :.....	29
2.4 Conclusion :.....	29

### **Chapitre 3: COMPOSITION D'UN SYSTEME DE RECUPERATION DES EAUX PLUVIALES.**

<b>3.1</b>	<b>Les type de bâtiments concernés :</b>	<b>30</b>
<b>3.2</b>	<b>Les dispositifs de récupération :</b>	<b>31</b>
<b>3.2-1.</b>	<b>La surface de captage :</b>	<b>32</b>
<b>3.2-2.</b>	<b>Système de drainage :</b>	<b>33</b>
<b>3.2-3.</b>	<b>La Filtration :</b>	<b>33</b>
<b>3.2-2.</b>	<b>Le stockage :</b>	<b>35</b>
<b>3.3</b>	<b>Fonctionnement :</b>	<b>36</b>
<b>3.4</b>	<b>Schémas d'installation pour quelques systèmes de récupération :</b>	<b>37</b>
<b>3.5</b>	<b>Conclusion :</b>	<b>41</b>

### **Chapitre 4: CONCEPTION D'UN SYSTEME DE COLLECTE DES EAUX PLUVIALES CAS DE L'ENSH**

<b>4.1</b>	<b>Le dimensionnement de la cuve :</b>	<b>42</b>
<b>4.1-1.</b>	<b>Les besoins en eau :</b>	<b>42</b>
<b>4.1-2.</b>	<b>Evaluation le volume d'eau mensuel récupérable :</b>	<b>46</b>
<b>4.2.</b>	<b>Calcul du volume du réservoir de stockage :</b>	<b>48</b>
<b>4.3</b>	<b>Interprétation des résultats :</b>	<b>49</b>
<b>4.4</b>	<b>Conclusion :</b>	<b>51</b>

***INTRODUCTION***  
***GENERALE***

## INTRODUCTION

Depuis la création de l'univers l'eau est recyclée, stockée après les précipitations sous toutes les formes (nappes, rivières, lacs, mers ...) s'évapore et constitue des nuages et retombe sous forme de pluie. Ce cycle naturel produit de l'eau avec des quantités suffisantes pour les besoins des êtres vivants, mais malheureusement la répartition de ces quantités n'est pas adéquate (dans le temps et dans l'espace) à travers la planète. Avec la croissance démographique qui a impliqué l'amplification de la consommation d'eau, ce qui a induit, les ressources en eau sont surexploitées ce qui a induit à une grande pénurie d'eau surtout dans les régions arides.

C'est la raison pour laquelle nous sommes contraints d'explorer d'autres voies et d'œuvrer d'avantage pour l'exploitation optimale des ressources disponibles (l'eau de mer, l'eau de pluie) en outre de la mobilisation des ressources en eau conventionnelles (eaux souterraines, eaux superficielles). Le dessalement d'eau de mer est une technique très répandue dans le monde qui nous fourni de l'eau potable à partir de l'eau de mer.

Capter l'eau de pluie et la stocker est une pratique qui remonte à des civilisations préromaines. Cependant dans nos sociétés industrielles, cette pratique a quasiment disparu depuis l'apparition des réseaux d'eau potable. Face à une consommation d'eau toujours croissante, et surtout face à un enjeu écologique inquiétant, il devient nécessaire de trouver des solutions alternatives visant à réduire la consommation d'eau potable, comme la récupération d'eau de pluie. Certains usages de l'eau ne nécessitent pas toujours la qualité d'eau potable. Sur la quantité d'eau potable que nous utilisons par personne et chaque jour, seulement 7% correspondent à nos besoins pour la boisson et l'alimentation. 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 de voiture, chasse d'eau des toilettes, lavage de sols) est une excellente solution de substitution.

L'eau de pluie est de bonne qualité mais elle se dégrade en ruisselant sur des surfaces imperméabilisées et contaminées par divers polluants. Il est donc intéressant de valoriser cette eau et de l'utiliser avant qu'elle ne soit polluée, dès la descente des toitures.

De ce fait, la moisson des eaux (**Water Harvesting**) s'avère une alternative idéale pour palier au manque d'eau et de préserver la ressource disponible et aussi d'inclure l'ensemble des usagers dans cet effort.

Enfin, il reste à noter que si la loi a autorisé l'exploitation des eaux de pluie qui tombent sur les propriétés (*La Loi n° 05-12 du 28 Jomada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005 relative à l'eau, à donnée le droit d'utiliser les eaux pluviales tombant sur sa propriété*), le tissu professionnel qui pourrait manœuvrer cette technique reste très faible en Algérie (entreprises spécialisées, revendeurs, techniciens, etc.). La promulgation de textes qui réglementent ce domaine et la mise en œuvre de mesures d'incitation aideraient le développement de ce créneau qui potentiellement représente une activité économique créatrice de valeur ajoutée et d'emplois.

*Chapitre – I –*

**SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

L'étude de la moisson des eaux pluviales nécessite de faire une recherche bibliographique sur les techniques et décrire les méthodes utilisées, faire une analyse critique, pour étudier à la fin un cas pratique qui peut être l'école d'hydraulique.

Face à cette évidence et dans un contexte où l'eau devient un bien si cher, pourquoi ne pas utiliser une eau qui tombe juste au dessus de nos têtes : l'eau de pluie. La moisson des eaux pluviales est devenue une technique répandue et utilisée dans plusieurs pays plus nantis que l'Algérie en ressources en eau.

### **1.1. Historique:**

#### ***Développement historique de l'utilisation de l'eau de pluie :***

Les systèmes de collecte d'eau de pluie ont été utilisés depuis l'Antiquité, bien évidemment il y a des systèmes de captage sur les toits qui remontent à l'époque romaine précoce. Villas romaines et même des villes entières ont été conçues pour bénéficier de l'eau de pluie comme source d'eau principale à des fins de consommation domestiques depuis au moins 2000 avant JC. Dans le désert du Néguev (Jordan et Palestine maintenant), les réservoirs pour stocker les eaux de ruissellement provenant des versants pour des fins à la fois domestique et agricoles ont permis l'habitation et de la culture dans les zones avec aussi peu que 100 mm de pluie par an. La première preuve connue de l'utilisation de la technologie en Afrique vient du nord de l'Egypte, où on trouve des réservoirs allant de 200-2000m<sup>3</sup> ont été utilisés pendant au moins 2000 ans, beaucoup d'entre eux sont encore opérationnelle aujourd'hui. **(MEKDASCHISTUDER Rima et HANSPETER Liniger, 2013)**

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 m<sup>3</sup>. **(Global Population Growth; 2000)**

En Ouganda et au Sri Lanka, on récupère l'eau des arbres en se servant de feuilles ou de tiges de bananiers comme gouttières ; un grand arbre fournit jusqu'à 200 litres après une seule averse. Les couvertures de toit en tôle ondulée étant de plus en plus faciles à se procurer dans de nombreux pays en voie de développement, les habitants placent souvent un petit récipient sous leur avant-toit pour récupérer l'eau de pluie. 20 litres d'eau ainsi récupérés permettent d'éviter de marcher pendant des kilomètres jusqu'à la source la plus proche d'eau propre. On utilise également de grands réservoirs de surface ou enterrés qui permettent de collecter de grandes quantités d'eau de pluie. De nombreux individus et groupes à travers le monde ont pris l'initiative de développer une grande variété de systèmes de CEP. (**Worm Janette et Tim Anattum, 2006**)

### **1.2. La gestion des eaux pluviales : mise en contexte :**

Plus récemment, les gens sont devenus familiarisés avec la récolte de l'eau, récolter l'eau de pluie peut réduire l'utilisation d'eau potable pour les activités ne nécessitant pas une eau de bonne qualité. En outre, l'eau de pluie est disponible gratuitement et ne met aucune pression supplémentaire sur l'approvisionnement municipal ou puits privés. L'eau récoltée fournit de l'eau pour boire, l'arrosage des paysages, et pour des fins agricoles.

Une fois les zones urbaines ont commencé à se développer, les systèmes d'approvisionnement en eau centralisés ont remplacés la nécessité de recueillir l'eau. Il ya beaucoup de possibilités de récolte de l'eau sur les sites développés où les systèmes de récolte peuvent facilement être planifiées dans un nouveau site au cours de la phase de conception, par exemple les maisons, écoles, parcs, terrains de stationnement, appartement complexes, et des installations commerciales. (**PATRICIA.H; 2006**)

Une planification adéquate du développement urbain, particulièrement dans un contexte où on désire privilégier un développement durable et assurer la préservation des ressources hydriques, implique nécessairement qu'une gestion des eaux pluviales soit prise en compte lors de la planification, de la conception, de la mise en œuvre et de l'opération des infrastructures de drainage. L'urbanisation du territoire et l'imperméabilisation du sol qui l'accompagne généralement produisant une augmentation du ruissellement et de la quantité de polluants rejetés vers les milieux récepteurs, l'application de différentes techniques pour la gestion des eaux pluviales se révèle nécessaire pour concevoir des systèmes de drainage efficaces qui permettront également de minimiser les impacts potentiels associés à une modification du régime hydrologique qui accompagne l'urbanisation. (**Mohamad Osseyrane ; Gilles Rivard ; 2002**)

### 1.3. Interprétation à la technique de CEP :

La collecte d'eau de pluie CEP est une technique simple et bon marché qui requière 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. Elle fournit également une bonne alternative pendant les périodes de sécheresse et lorsque le niveau de l'eau baisse et que les puits s'assèchent. Toutefois, les précipitations étant incontrôlables, il est de toute importance, surtout dans les conditions climatiques des régions arides ou semi arides, d'utiliser le plus efficacement possible les quantités limitées d'eau de pluie.

L'eau collectée est un complément de valeur qui serait sinon perdu du fait de l'écoulement de surface ou de l'évaporation. Le peu de considération accordée à la CEP est souvent dû à un manque d'information sur la faisabilité, mais au cours de la dernière décennie cette technologie a rapidement connu un regain de popularité lorsque les utilisateurs ont pris conscience de l'intérêt de disposer sur place d'un approvisionnement en eau relativement propre, fiable et bon marché.

Dans de nombreuses régions dans le monde, la CEP est désormais un élément intégré: dans les villes où 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)**

### 1.4. La nécessité de la collecte de l'eau de pluie :

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. **(Worm Janette et Tim Anattum ; 2006)**

### **1.5. Motifs de la collecte d'eau de pluie :**

Les raisons qui poussent à collecter et à utiliser l'eau de pluie sont nombreuses et variées :

#### **✓ Augmentation des besoins en eau**

Du fait de l'augmentation des besoins en eau, le niveau de la nappe phréatique baisse et les réservoirs sont presque secs. De nombreux systèmes de distribution de l'eau de canalisation ne fonctionnent plus. Dans ce cas, l'eau de pluie représente une alternative intéressante.

#### **✓ Variations de la disponibilité de l'eau**

La disponibilité de l'eau des lacs, des rivières et de la nappe phréatique superficielle connaît de grandes variations. La collecte et le stockage de l'eau de pluie fournit de l'eau pour les usages domestiques dans les périodes de pénurie, mais aussi lorsque la qualité de l'eau est médiocre ou variable, comme celle des rivières et des autres ressources en eau de surface pendant la saison des pluies.

#### **✓ Privilège de la collecte et du stockage près du lieu d'utilisation**

Les sources traditionnelles d'eau sont souvent situées à une certaine distance de la communauté. Lorsque la collecte et le stockage de l'eau se font près des lieux d'habitation, les réserves d'eau sont plus accessibles et plus pratiques à utiliser, ce qui a des répercussions positives sur la santé. Ce système renforce également le sens de la propriété.

#### **✓ Qualité des réserves d'eau**

Les réserves d'eau risquent d'être polluées par des déchets industriels ou humains ou par la présence de minerais comme l'arsenic, le sel(zone côtière) ou le fluorure. L'eau de pluie est généralement de bonne qualité. **(Worm Janette et Tim Anattum ; 2006)**

### **1.6. 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.

Le tableau suivant regroupe les bénéfices et les contraintes de la technique. **(MEKDASCHISTUDER Rima et HANSPETER Liniger, 2013)**

**Tableau 1-1 : les bénéfices et les contraintes de la CEP.**

 <b>Bénéfices :</b>	 <b>Contraintes :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sécuriser les ressources en eau et la productivité dans les régions arides.</li> <li>- Augmenter la disponibilité en eau.</li> <li>- Faire tampon vis-à-vis de la variabilité des précipitations.</li> <li>- Surmonter les périodes de sécheresse</li> <li>- Collecter des éléments nutritifs pour les plantes.</li> <li>- Contribuer à faire face aux événements extrêmes (inondations, érosion des sols, envasement, etc.).</li> <li>- Fournir une alternative à la pleine irrigation</li> <li>- Offrir une flexibilité et adaptabilité en fonction des circonstances /contexte et en fonction du budget.</li> <li>- Réduire les risques de production et par conséquent la vulnérabilité.</li> <li>- Accroître la résilience des systèmes.</li> <li>- Améliorer l'accès à une eau domestique propre et sûre.</li> <li>- Améliorer la disponibilité de l'eau pour l'élevage.</li> <li>- Augmenter la production et la sécurité alimentaire.</li> <li>- Offrir la possibilité de développer des cultures à plus forte valeur ajoutée.</li> <li>- Utiliser et améliorer les compétences locales.</li> <li>- Réduire les migrations vers les villes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dépendre de la quantité, la répartition saisonnière et la variabilité des précipitations.</li> <li>- Difficile d'assurer une quantité suffisante d'eau nécessaire.</li> <li>- L'approvisionnement peut être limité par les capacités, la conception et les coûts du stockage.</li> <li>- Structures des micro-captages peuvent prendre des terres productives.</li> <li>- L'eau accumulée peut être un vivier de moustiques ou une source de maladies.</li> <li>- Peut impliquer des investissements initiaux élevés et / ou de forts besoins en main d'œuvre pour l'entretien.</li> <li>- Les structures utilisées conjointement peuvent conduire à des désaccords de maintenance.</li> <li>- Les captages et les infrastructures partagés peuvent créer des problèmes de droits (amont-aval, agriculteurs et éleveurs).</li> <li>- L'acceptation de nouveaux systèmes et règlements associés peut être un problème.</li> <li>- L'entretien de l'infrastructure communautaire : construit avec des subventions, il peut être une contrainte.</li> <li>- Un soutien institutionnel à long terme peut être nécessaire.</li> <li>- Peut priver d'eau les écosystèmes en aval (quand les eaux de crue sont détournées).</li> </ul>

**Source :**Prinz, 1996 ; Falkenmark et al., 2001 ; Liniger et Critchley, 2007 ; Rockstrom et al., 2007 ; Anderson et Burton, 2009 ; Liniger et al., 2011 ; Critchley etGowing, 2012 ; Oweis et al., 2012 ; Scheierling et al., 2013.

### **1.7. Des enjeux économiques et environnementaux de la moisson des eaux pluviales :**

Pour un particulier, une collectivité ou encore un industriel, la réutilisation des eaux pluviales présente un double intérêt: par les économies d'eau potable qu'elle induit, elle permet :

- d'alléger sa facture d'eau;
- de ménager les nappes souterraines alimentant le réseau de distribution, ressources en eau potable de plus en plus sollicitées.

Par ailleurs, la récupération des eaux de pluie, si elle est répandue, permet de lutter contre les inondations : elle limite l'évacuation des eaux pluviales par le réseau d'égouts, ce qui limite le débordement des stations d'épuration des eaux usées et la diminution de leur rendement par dilution de l'effluent en temps de pluie. D'un autre côté, les stations d'épurations ne sont pas sensées collecter les eaux de pluie (ou du moins un minimum).L'intérêt de la récupération des eaux pluviales résiderait donc plutôt dans le fait qu'elle permet de limiter les débits de pointe rejetés aux réseaux, ce qui réduit les risques de débordement.

Sachant que notre consommation d'eau est en moyenne de 200 litres par jour (125 litres pour un particulier en pavillon, 90 dans un logement collectif, beaucoup plus pour les industries), on estime qu'entre 26 et 44% des besoins domestiques pourraient être couverts par les apports en eaux pluviales.

Concernant les économies financières induites pour l'utilisateur, elles apparaissent logiques puisque différents points de la facture d'eau sont proportionnels au volume consommé.  
**(PERRAUD Audrey ; 2005)**

### **1.8. Stratégie et solutions techniques pour la gestion des eaux pluviales :**

Pour les élus locaux, les eaux pluviales sont l'un des éléments majeurs à maîtriser dans la planification et l'aménagement de leur territoire. Les enjeux sont de trois types :

- Limiter les risques d'inondation;
- Préserver les ressources en eau et les milieux naturels des risques de pollution;
- Aménager l'espace en intégrant les deux risques précédents.

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)**

### **1.8-1. Les enjeux de la gestion intégrée des eaux pluviales :**

#### **🚦 Bien gérer les eaux pluviales pour :**

##### **... Aménager**

L'un des premiers enjeux d'une bonne gestion des eaux pluviales est l'aménagement du territoire.

Elle permet de poursuivre l'urbanisation des secteurs où les réseaux de collecte sont saturés, alors que les techniques traditionnelles ne le permettent plus.

##### **... Participer à l'amélioration du cadre de vie**

Les espaces aménagés pour la gestion de l'eau peuvent jouer un rôle structurant et paysager. Moins minéraux, moins denses, ils constituent souvent des espaces de vie collectifs (jardins, terrains de sports, placettes). Ils représentent parfois une réelle opportunité technique et financière de créer des équipements publics.

##### **... Participer à l'éducation environnementale du citoyen**

Dans ce contexte, la perception de l'eau évolue. Le caractère simple, local et visible des ouvrages contribue à la sensibilisation et à l'éducation environnementale des citoyens. Ils peuvent être des acteurs de la gestion de l'eau, notamment lorsque les ouvrages se trouvent sur leurs terrains.

##### **... Maîtriser les risques d'inondation**

Différents principes de gestion « à la source » s'imposent pour réduire les risques d'inondation:

- Limiter l'imperméabilisation des surfaces ou compenser les effets de cette imperméabilisation, pour diminuer les quantités d'eau qui ruissellent et le risque d'inondation en aval ;
- Limiter les volumes raccordés aux réseaux pour éviter leur débordement en aval (déconnexion et infiltration ou régulation).

##### **... Maîtriser les risques environnementaux**

Les enjeux sont importants. Il s'agit de préserver :

- L'alimentation naturelle des nappes et des cours d'eau ;

- La qualité des milieux naturels ;
- Les usages de l'eau (baignade, alimentation en eau potable).

L'infiltration sur place permet de maintenir les flux d'alimentation naturelle des nappes et petits cours d'eau amont, participant au maintien de la ressource. De plus, les eaux pluviales, interceptées au plus près du lieu où elles tombent sont moins chargées en polluants ; la pollution des milieux récepteurs est ainsi limitée.

### **... Optimiser les coûts**

L'expérience montre aujourd'hui que, pour un même niveau de protection, les solutions alternatives de gestion des eaux pluviales sont moins onéreuses en investissement que les solutions traditionnelles. De plus, la plurifonctionnalité des équipements permet d'optimiser le coût global des opérations et les coûts d'entretien. Le fait de soulager les réseaux de collecte permet également de limiter les investissements en station d'épuration et de réduire l'importance des dégâts liés aux débordements. **(BLANCHARD Helene ; 2006)**

## **1.8-2. Les interventions traditionnelles sur le cycle de l'eau :**

### **1<sup>er</sup> exemple d'intervention : canaliser**

Si canaliser les eaux pluviales permet d'évacuer les eaux et résout le problème localement, les conséquences à l'aval sont souvent préjudiciables : concentration des flux d'eau et de pollution, augmentation des risques d'inondation.

Par contre, déconnecter les eaux pluviales et limiter le ruissellement à la source réduisent d'autant les volumes et les flux collectés, et contribuent de plus à préserver l'alimentation naturelle des nappes et des petits cours d'eau à l'amont.

### **2<sup>ème</sup> exemple d'intervention : stocker**

Un stockage sans restitution de l'eau au milieu, tel que les retenues collinaires, perturbe le cycle de l'eau en réduisant considérablement les apports : cela peut conduire à assécher des milieux sensibles comme les zones humides ou les ruisseaux et à limiter la réalimentation naturelle des nappes.

En revanche, stocker les eaux pluviales et les restituer à débit limité soulage les infrastructures à l'aval. Cela permet également de dépolluer les eaux de ruissellement dans les ouvrages de stockage, notamment par décantation.

### **3<sup>ème</sup> exemple d'intervention : imperméabiliser**

L'imperméabilisation, mise en œuvre pour la viabilisation des terrains, a des conséquences néfastes importantes sur le cycle de l'eau : elle augmente les débits, les volumes ruisselés, la pollution lessivée.

Elle limite la réalimentation naturelle des nappes et petits cours d'eau amont. De nombreuses solutions techniques peuvent être appliquées pour viabiliser sans imperméabiliser et gérer le ruissellement à la source. **(BLANCHARD Helene ; 2006)**

**1.8-3. Les clés d'un aménagement réussi :**

### **Priorité à la concertation, de nouvelles méthodes de travail**

Les approches globales, cohérentes, concertées, intégrées, sont les mots-clés de la mise en œuvre de stratégies pertinentes et durables de gestion des eaux pluviales. Tous ces principes sont essentiels lors d'une opération d'aménagement. Ils se traduisent par une évolution des méthodes de travail, déclinables en 5 points :

- **Considérer la gestion des eaux pluviales très en amont dans le processus d'étude du projet.**
- **Établir les objectifs du projet avec précision.**
- **Prendre en compte la vie des ouvrages dès leur conception.**
- **Organiser une concertation pluridisciplinaire.**
- **Réduire les risques hydrologiques extrêmes.**

La figure suivante illustre les différentes phases nécessaires pour l'élaboration d'un projet d'aménagement qui vise la moisson des eaux. **(BLANCHARD Helene ; 2006)**

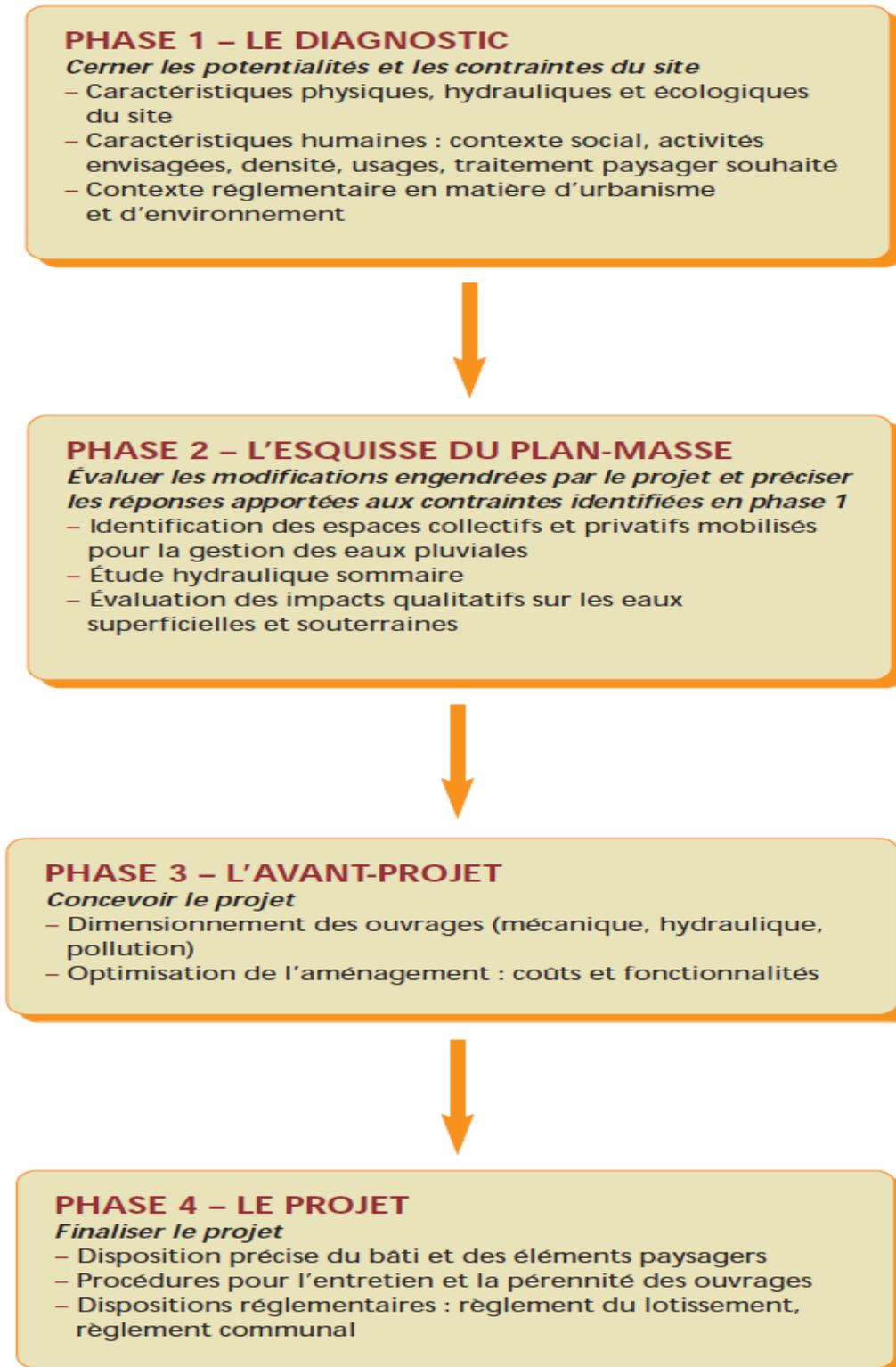


Figure 1-1 : Les différentes phases du projet

Source : (BLANCHARD Helene ; 2006)

## 1.9. Les fiches techniques des différentes méthodes d'aménagement :

### 1.9-1. 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.

Ces techniques reprennent les principes des techniques présentées précédemment : stockage, réutilisation, infiltration, ralentissement et allongement du parcours de l'eau. Elles peuvent prendre des formes très variées : citernes, toitures stockantes, dépressions dans le sol, puits, surfaces drainantes.

#### ▪ 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 dé-colmater ou changer les matériaux drainants en surface, remplacer les matériaux à l'intérieur de la structure et le géotextile.

(BLANCHARD Helene ; 2006)

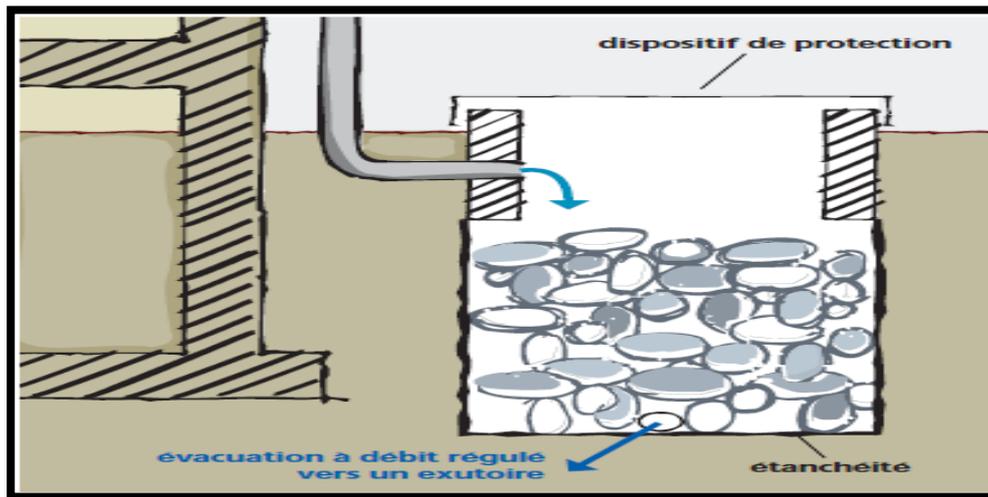
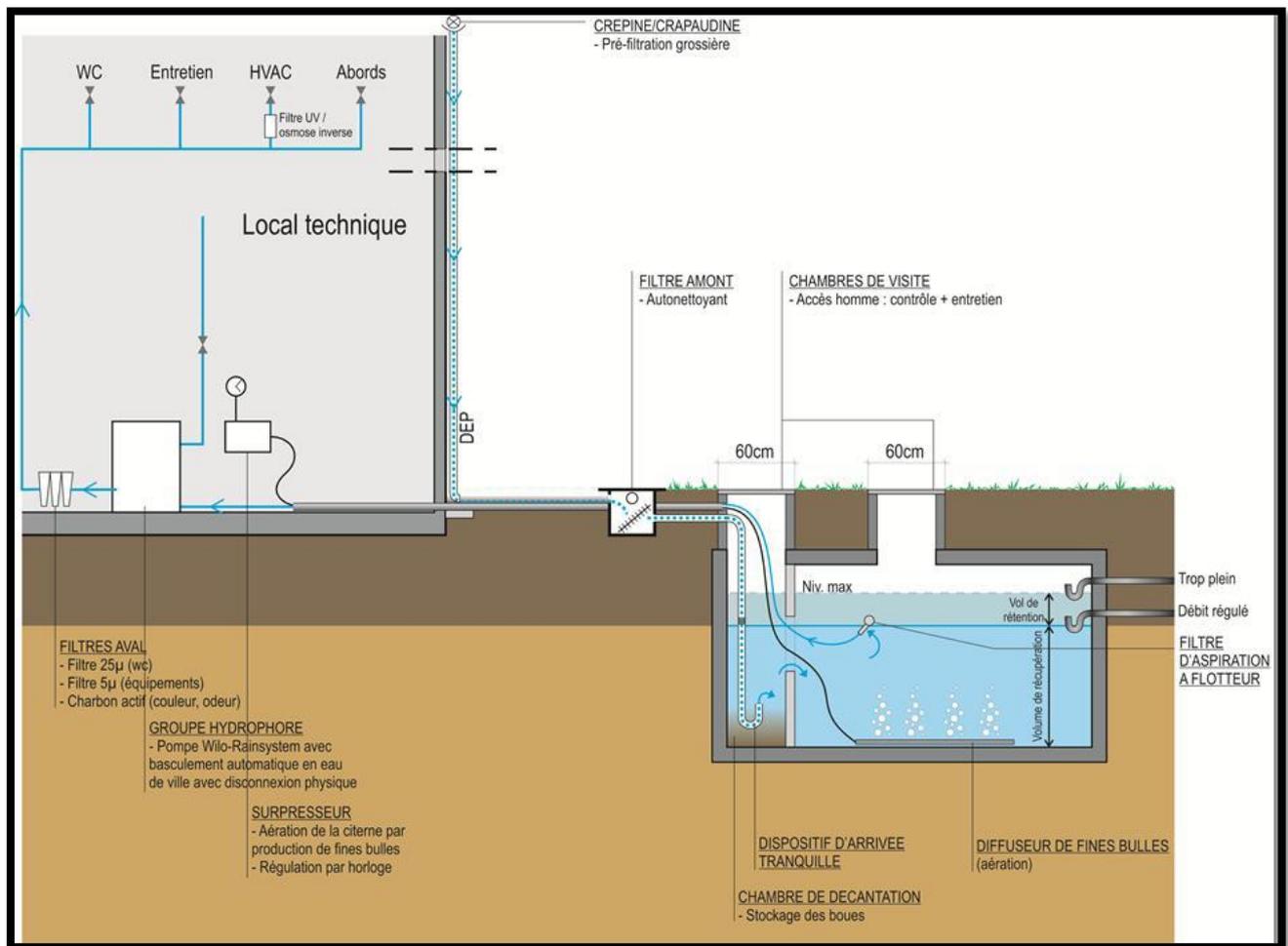


Figure 1-2 : structure de stockage

Source : (BLANCHARD Helene ; 2006)



**Figure 1-3 : système de récupération d'eau de pluie (complet)**

Source : (HOVERTIN Maggy ; 2013)

### 1.9-2. 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 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 et le DTU : 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 1-4 : Toiture végétalisée

Source : (BLANCHARD Helene ; 2006)

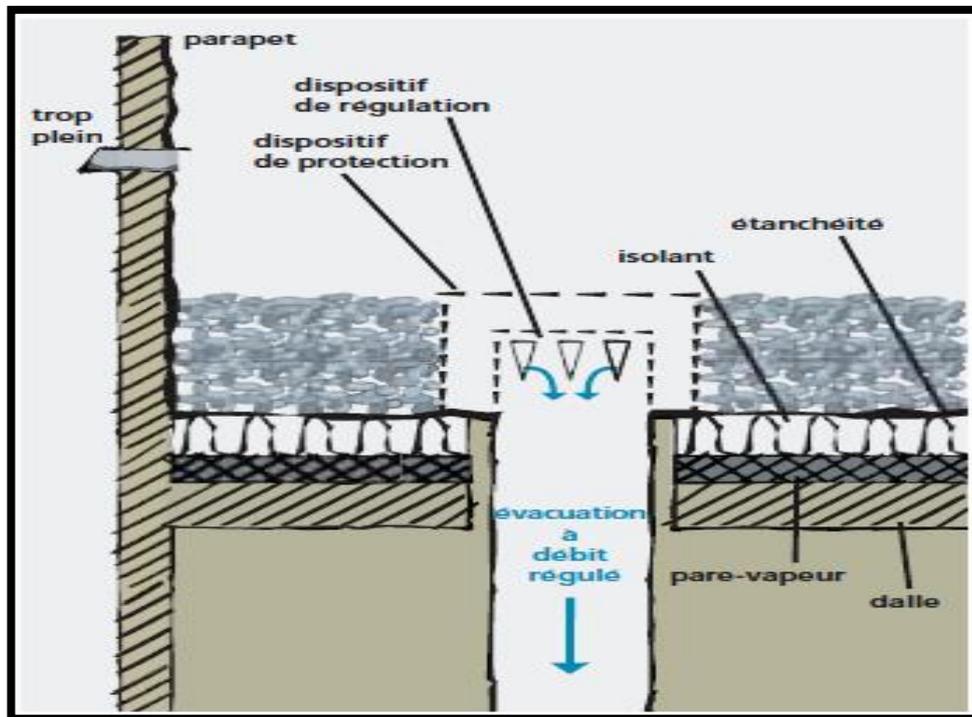


Figure 1-5 : schéma d'une toiture stockante

Source : (BLANCHARD Helene ; 2006)

### 1.9-3. Les structures 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 drains. L'eau est évacuée par infiltration et/ou de manière régulée 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.

*Caractéristiques propres aux enrobés drainants*

- Réduction du bruit de roulement, amélioration de l'adhérence, réduction des projections d'eau et de la formation de plaques de verglas, amélioration de la visibilité et du confort de conduite sous la pluie.
- Pour les espaces piétons, pas de flaques d'eau et confort de marche lié à la souplesse du revêtement.

*Avantages liés à l'infiltration*

- Contribution à l'alimentation de la nappe phréatique.

■ **Points faibles et précautions**

- Risque de pollution accidentelle selon 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).

*Caractéristiques propres aux enrobés drainants :*

- Augmentation du risque de colmatage pour des trafics faibles.
- À proscrire dans les giratoires et virages serrés, résistance au cisaillement.
- À proscrire si les apports de fines par ruissellement risquent d'être importants.

**(BLANCHARD Helene ; 2006)**

■ **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 voiries. 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)

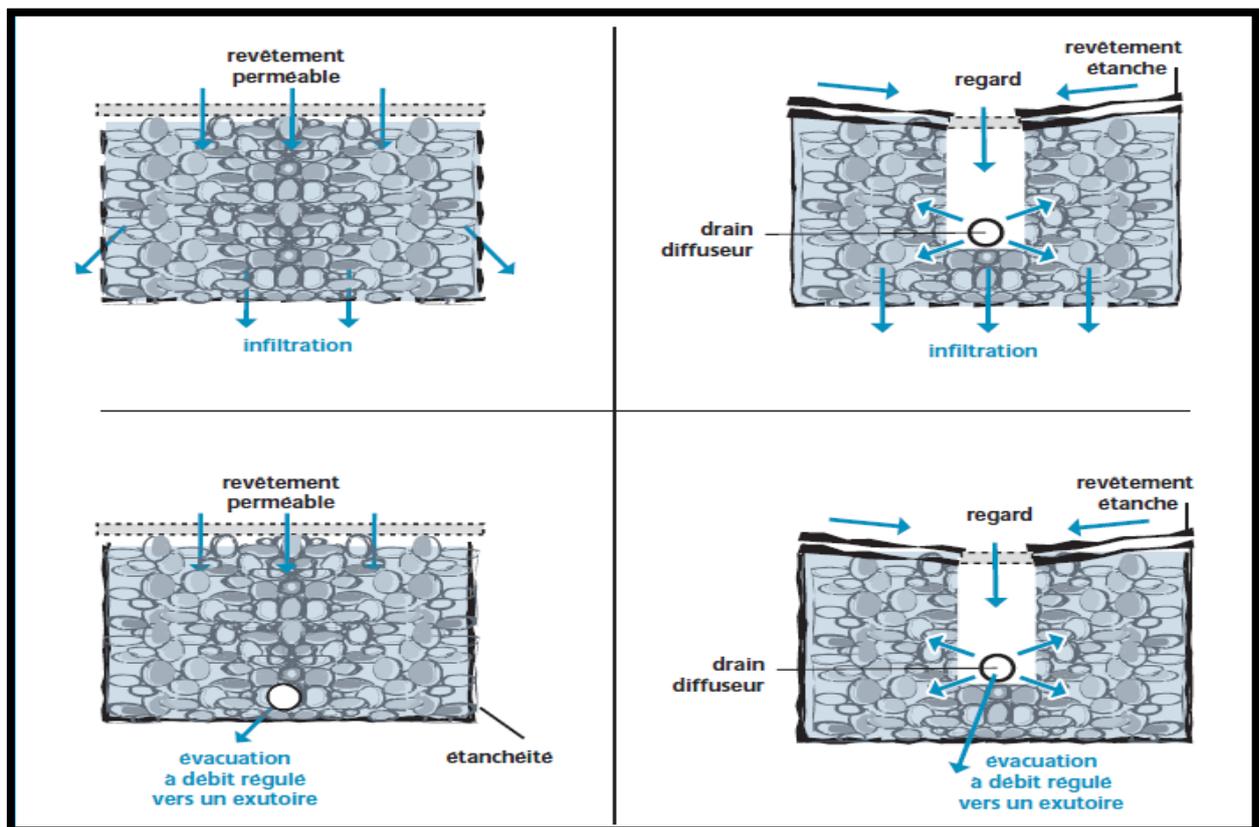


Figure 1-6 : schéma explicatif des structures réservoirs

Source : (BLANCHARD Helene ; 2006)

#### **1.9-4. 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 régulée 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.

##### *Avantages liés à l'infiltration*

- Pas besoin d'exutoire, selon capacité du sol.
- Contribution à l'alimentation de la nappe phréatique.

##### **■ 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.

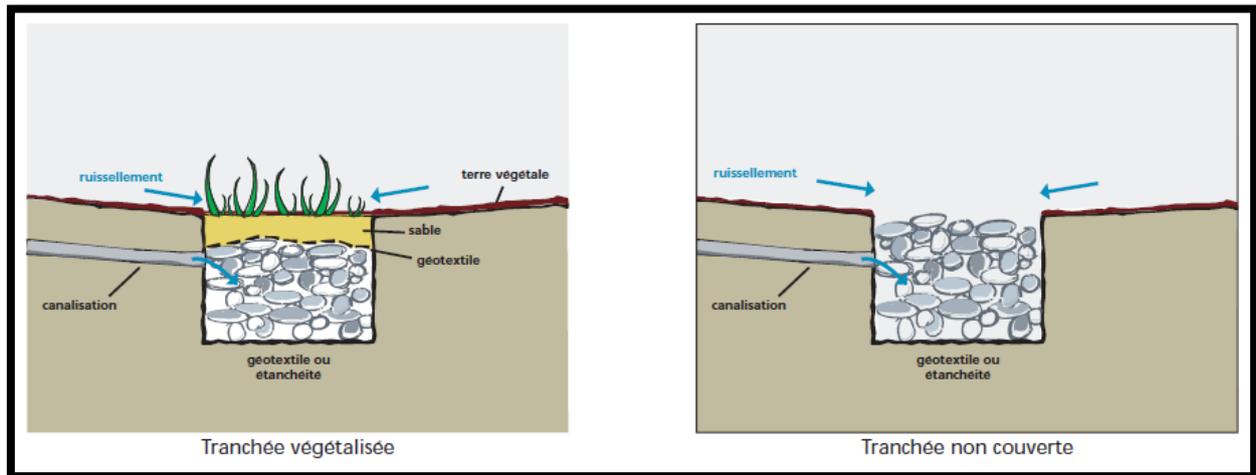
##### **■ Réalisation et entretien**

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). **(BLANCHARD Helene ; 2006)**

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. (BLANCHARD Helene ; 2006)



**Figure 1-7 : Différents types de tranchées**

**Source : (BLANCHARD Helene ; 2006)**

#### **1.9-5. Les bassins de retenue et les bassins d'infiltration :**

##### **■ Principes**

Les bassins 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.

*Avantages liés à l'infiltration*

- Pas besoin d'exutoire, selon capacité du sol.
- Contribution à l'alimentation de la nappe phréatique.

#### ■ **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*

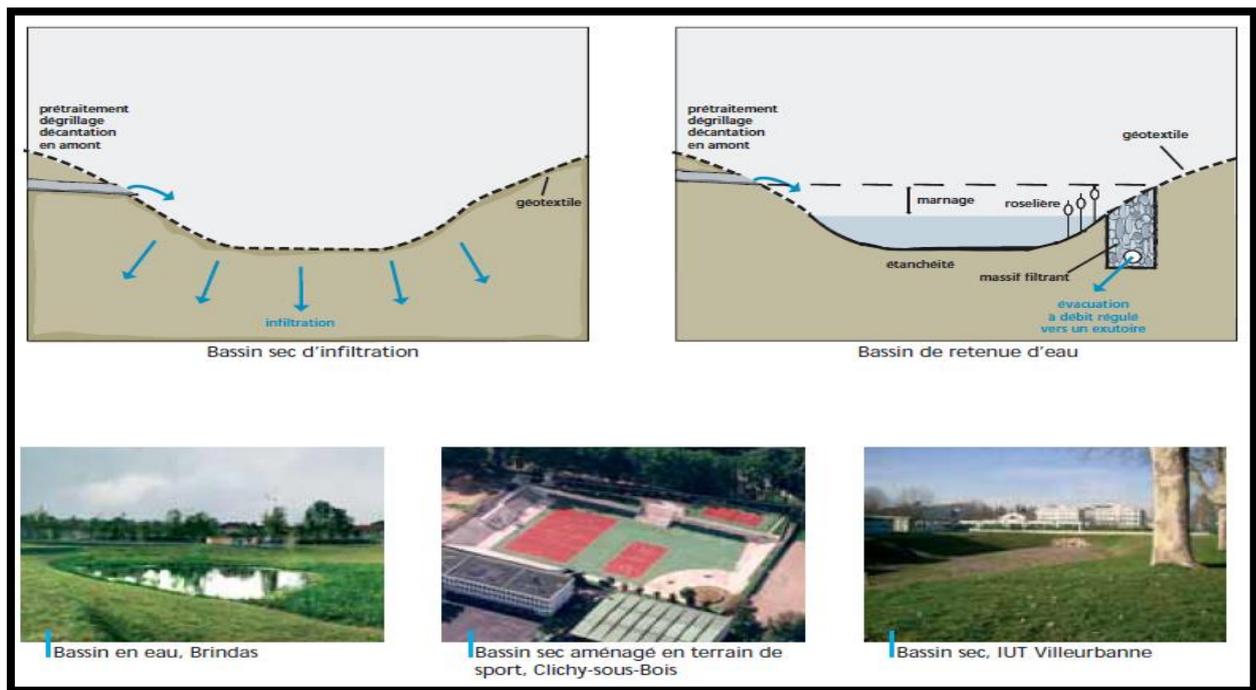
- Emprise foncière importante : une conception multifonction permet de limiter les coûts associés.
- Prétraitement nécessaire avant les bassins d'infiltration pour limiter les risques de colmatage et de pollution de la nappe ; idem pour les ouvrages multifonctions.
- Dans les bassins en eau, niveau d'eau 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.

■ **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 intégrés 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. **(BLANCHARD Helene ; 2006)**



**Figure 1-8 : Bassins d'infiltration / de retenue**

**Source : (BLANCHARD Helene ; 2006)**

### 1.10. Conclusion :

Suite à l'amplification des conséquences du développement démographique, les changements climatiques et les pénuries d'eau croissantes, nous devons prendre une décision afin d'éliminer ces problèmes d'une façon radicale, ce qui revient à une meilleure gestion des ressources en eau. La collecte des eaux pluviales a un fort potentiel non seulement pour accroître la production végétale (l'irrigation), pour fournir de l'eau potable, pour l'usage domestique et pour l'élevage.

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.

*Chapitre – II –*

**L'EXPERIENCE INTERNATIONALE  
DANS LA MOISSON  
DES EAUX PLUVIALES**

Depuis toujours, au cœur de chaque civilisation et en toutes contrées, les hommes ont-ils cherché à s'approprier l'eau au-delà de leur territoire habituel de vie quand elle faisait défaut. La tâche de chaque société a été ensuite d'en gérer l'usage, selon les disponibilités et les besoins. C'est pourquoi les approches de l'eau et sa maîtrise par l'homme sont multiples. Conquérir et partager l'eau peuvent être tentés par une technique avec des rigoles, des tuyaux, des vannes et des réservoirs, ou selon un concept économique avec des études de marché, des taxes, des additifs et des dépolluants, ou encore à travers des perceptions religieuses avec des croyances, des calendriers, des rites et des prières... Or ces différentes approches ont le plus souvent été complémentaires en un même lieu et en même temps.(**Jean-Paul GANDIN ; 1995**)

A travers ce chapitre nous allons voir l'expérience de quelque pays avec la moisson des eaux pluviales, ainsi que nous allons exposer l'expérience de l'Algérie dans ce domaine.

### **2.1- La récupération des eaux de pluie est de retour :**

Récupérer les eaux pluviales afin de les réutiliser pour un usage domestique voire industriel est très répandu dans des pays comme la Belgique, l'Allemagne, la Suède ou encore le Norvège. Dans ces pays, les systèmes de récupération et de réutilisation de ce type d'eaux séduisent de plus en plus de collectivités et d'entreprises. On dénombre plus de 100 000 installations par an dans ces pays. D'autres pays en voie de développement empruntent cette voie (**Inde, Kenya**) et des expériences pilotes sont menées dans certains pays d'Afrique comme le **Sénégal, le Cameroun ou le Mali.** (**KEDDAL Hassan ; 2007**)

**Aux Etats-Unis**, la réutilisation des eaux pluviales est rarement encouragée voire permise. Certains états, dont la Floride et la Californie où il y a une forte pénurie d'eau, font exception à la règle. On estime à 100 000 le nombre de systèmes de récupération des eaux de pluie aux Etats-Unis et dans les territoires américains. Des niveaux de qualité ou de traitement différents sont exigés pour la consommation humaine, pour les eaux de contact et pour les utilisations sans contact comme l'irrigation. (**KEDDAL Hassan ; 2007**)

**La Belgique :** Des campagnes incitant à économiser l'eau ont favorisé le recours à la réutilisation des eaux pluviales, recours stimulé par les pouvoirs publics. En 2002, des mesures législatives nationales ont imposé que toute nouvelle construction soit pourvue d'une installation de captage des eaux pluviales aux fins de chasse d'eau des toilettes et de l'utilisation de l'eau à l'extérieur (Chéron, 2004).

Certaines communes de Wallonie et la plupart en Flandre octroient des primes pour l'installation d'une citerne de récupération des eaux de pluie. On estime que la Belgique compte actuellement 300 000 citernes. **(KEDDAL Hassan ; 2007)**

**L'exemple de l'Allemagne :** Elle fait figure de pionnière en Europe en matière de réutilisation des eaux pluviales pour des usages tels que les lessives, les WC, l'arrosage. Les réalisations sont nombreuses, notamment à Berlin. Comme en **France**, il n'y a pas de législation précise sur le sujet mais ici les autorités font preuve d'une neutralité favorable. Les villes se sont engagées depuis une vingtaine d'années dans une gestion alternative de l'eau. Le recyclage des eaux pluviales est subventionné à hauteur de 50% pour une grande ville sur cinq. L'objectif est que 15% des bâtiments utilisent les eaux de pluie.

Le surcoût, essentiellement lié au dispositif de stockage, a été estimé à 2 000 € pour équiper une maison individuelle d'un système assurant 40 à 50% des besoins d'une famille de 4 personnes en eau non potable. **(KEDDAL Hassan ; 2007)**

A l'opposé, **les Pays-Bas** ont tout récemment interdit l'utilisation des eaux pluviales dans l'habitat résidentiel pour usages domestiques. Des dérogations peuvent être délivrées mais les mesures à respecter sont très strictes. Cette interdiction fait suite à une étude nationale ayant mis en évidence de nombreux cas de contamination du réseau d'eau potable par interconnexion avec le réseau d'eaux pluviales. Toutefois, cette utilisation reste autorisée pour le secteur tertiaire (établissements publics, bureaux) lorsqu'un cahier des charges strict est respecté (Siret, 2005). **(KEDDAL Hassan ; 2007)**

**En France :** A l'heure actuelle, la récupération des eaux de pluie relève plus de l'exception que de la règle (Beaudoin, 2005). Les installations existantes sont implantées principalement dans le Nord de la France (De Gouvello, 2004). **(KEDDAL Hassan ; 2007)**

**Le potentiel de récupération des eaux pluviales au Maroc :** Au Maroc, la récupération des eaux de pluie est une pratique ancienne notamment en milieu rural où cette pratique a souvent permis aux populations et à leurs cheptels de surmonter les périodes de pénurie d'eau. Toutefois, le développement de zones urbaines dotées de réseaux d'AEP s'accompagne malheureusement de la perte d'un tel réflexe chez nos concitoyens. Aujourd'hui, le recours à cette pratique doit constituer un des impératifs pour une meilleure gestion des ressources en eau. Les pouvoirs publics auront à mettre en place les dispositifs réglementaires, sanitaires et incitatifs pour l'implication des citoyens dans la gestion rationnelle de cette ressource vitale. Cependant, les principaux facteurs limitant qui risquent d'entraver son expansion au Maroc, restent la variabilité des conditions météorologiques et climatiques et le coût de l'investissement que requiert une installation pour les particuliers.

Cependant, cet investissement citoyen et responsable est financièrement récupérable à moyen terme dans les zones humides et semi-aride du pays, et représente un véritable palliatif à la pénurie d'eau dans les zones désertiques.

**L'Inde** foisonne en lacs de retenue avec barrages et en canaux d'irrigation. On aurait pu croire que ces ouvrages et les moyens modernes auraient rendu inutile ou presque la collecte de l'eau comme autrefois. De fait, les méthodes de récupération ont, pour la plupart, été abandonnées quand l'eau a été disponible au robinet dans les maisons ou dans les villages. Il y a cependant lieu de s'inquiéter. Les grands projets de gestion de l'eau de ces 50 dernières années n'ont pas réussi à répondre aux besoins d'une population en pleine croissance, pas plus qu'à gérer la mutation qu'a connue cette société presque totalement agricole en devenant industrielle. Les réserves d'eau ne suffisent pas à éteindre la soif du pays. À présent, les écologistes et les autorités concernées par la question croient bon d'inciter la population à faire sa part pour ce qui est d'économiser l'eau. La moisson d'eau pluviale est encouragée dans les habitations, les usines, les écoles et partout où il est pratique de stocker de l'eau en quantité limitée. Pour tout dire, dans plusieurs villes et États, il est obligatoire, pour toute nouvelle construction, de prévoir des installations pour la collecte d'eau de pluie. Des millions de litres d'eau de pluie tombent dans des régions du pays et ne sont pas conservés. Toute cette eau s'évapore ou retourne à la mer. Toutefois, le principe de la moisson de pluie étant de capter l'eau là où elle tombe, ce sont les particuliers qui la conservent. Et alors que la construction et l'entretien des barrages de retenue ou des canaux ont un coût, qui est d'ailleurs lourd pour les pauvres, l'eau recueillie, elle, est gratuite !

## 2.2. Etude de quelques cas à travers le monde :

### *1. Les citernes en béton au Brésil, Nordeste, rural Région de Paraíba :*

Une réserve d'eau pour la boisson en zone aride.

Projet mis en place à l'initiative de l'ONG italienne *Progetto Mondialita*, sur la base de techniques de construction de citernes existantes et déjà utilisées au Brésil. La principale nouveauté du projet est la mise en place d'un fond revolving, permettant aux familles d'acquiescer une citerne en remboursant un crédit sur 24 mois et en fournissant de la main d'œuvre pour construire d'autres citernes.

**Quantité :** Dans les conditions pluviométriques normales (350-800 mm/an), il est possible de remplir une citerne de 14 m<sup>3</sup>. Les années de sécheresse, les citernes peuvent être remplies avec de l'eau provenant de réservoirs ou de puits non pollués.

**Qualité :** L'eau stockée dans les citernes est de qualité nettement supérieure aux autres ressources en eau disponibles (eaux de surface insalubres et nappes salines). Elle est filtrée avant d'être consommée.

**Acceptabilité sociale de la technique de récupération d'eau pluviale :** Le système de fond revolving et la participation des familles à la construction des citernes favorisent l'appropriation du dispositif et rend les gens plus responsables de son entretien.

**Répartition géographique de la technique et nombre d'utilisateurs :** 250 citernes construites entre 1997 et 2002, dans le cadre de ce projet et dans la région de Paraíba. (**CORBEL Bernard** et **PASCAL Véronique**, 2009)

*II. Piège à brouillard Une source d'eau renouvelable, à faible technologie :* une source d'eau peu coûteuse, renouvelable, exigeant un faible niveau de technologie mais réservée à des sites bénéficiant de conditions météorologiques particulières.

Le Brouillard est composé de fines gouttelettes d'eau de 2 à 5 micromètres. Elles sont alors trop petites pour tomber au sol, et sont emportées par le vent sans irriguer le sol. L'idée est donc de placer un obstacle (des panneaux) en travers de leur chemin. L'eau s'écoule alors le long des panneaux avant d'être récupérée en partie basse par des gouttières et redirigée ensuite vers un réservoir de stockage. Une des premières expériences a été réalisée au Chili à Chungungo (El Tofo) qui est un des endroits les plus secs au monde. À cet endroit une centaine de panneaux de 4 mètres de haut sur 12 mètres de large ont été implantés. En moyenne, l'eau récoltée sur ce site était de 15 000 litres/jour (soit environ 3 l/m<sup>2</sup> de panneaux/jour). Les filets (en polypropylène le plus souvent) collecteurs de brouillard sont à planter sur une crête, perpendiculairement au vent (plus la vitesse du vent est importante, meilleures sont les rendements).

**Localisation :** Sites où des brouillards épais se forment (idéalement montagnes côtières de plus de 500 mètres de haut) : Chili, Bangladesh, Équateur, Pérou, Mexique, Yémen, Guatemala, Népal, Afrique du Sud, Palestine, Cap Vert, Réunion.

**Quantité :** De 3 à 30 l/m<sup>2</sup> de filet/jour (dans la littérature on trouve cependant assez fréquemment que ce type d'installation peut produire de 20 à 30 l/m<sup>2</sup>/jour). L'approvisionnement reste aléatoire : dépend de la formation du brouillard. Un minimum de 90 jours de brouillard par an est nécessaire pour une utilisation domestique.

**Qualité :** L'eau récoltée est de bonne qualité. Cette technique est cependant à réserver aux zones qui ne connaissent pas de pollutions atmosphériques marquées. En effet en zone polluée, le brouillard aura tendance à concentrer la pollution.

**Acceptabilité sociale de la technique de récupération d'eau pluviale :** Cette technique est relativement simple et ne nécessite pas d'énergie. Cependant les filets n'étant pas fabriqués localement et la technique étant le plus souvent « importée » il faut veiller à réaliser cette opération avec l'aide de la population (ce qui conditionnera la bonne réalisation des futures opérations de maintenance – le cas d'el Tofo est assez révélateur). (**CORBEL Bernard et PASCAL Véronique,2009**)



**Figure 2-1 : Un filet à brouillard installé dans le village Danda Bazzar (Népal)**

**Source :** ([http://www.journaldunet.com/science/environnement/dossiers/06/](http://www.journaldunet.com/science/environnement/dossiers/06/(eau-potable/12.html)))  
([eau-potable/12.html](http://www.journaldunet.com/science/environnement/dossiers/06/(eau-potable/12.html)))

### **III. La récupération des eaux de ruissellement. CHINE «PROJET 1.2.1 » :**

Petite irrigation et stockage d'eau pour les usages domestiques.

Suite à une sécheresse particulièrement forte en 1995, le **Gansu Research Institute for Water Conservancy** avec le soutien du gouvernement provincial lance le « projet 1-2-1 » (projet qui fait suite à une longue période de recherche menée par le Gansu research Institute dès 1988). Il s'agit de doter les paysans pauvres d'une surface de collecte d'eau de pluie, de 2 structures de stockage enterrées (réservoirs de béton), d'1 terrain irrigué d'une surface de 1 mu (1/15<sup>e</sup>d'hectare).

**Quantité :** Un volume de stockage équivalent à 50-80 m<sup>3</sup> suffirait à satisfaire les besoins en eau d'une famille de 3-5 personnes, et permettrait l'abreuvement de leur bétail et l'irrigation d'un lopin de terre.

**Qualité :** La technique n'inclut pas de dispositif de filtration de l'eau. Il n'existe pas d'information sur la qualité sanitaire de cette eau.

**Acceptabilité sociale de la technique de récupération d'eau pluviale :** La récupération d'eau de pluie est une pratique traditionnelle, dans la province du Gansu. Les réservoirs actuels sont une amélioration des citernes traditionnelles (Shijiao) qui étaient de simples excavations tapissées d'argile (pour imperméabiliser leur base et ainsi retenir l'eau de pluie). Les surfaces de captage de l'eau de pluie ont été améliorées (toitures de tuiles de ciment et cours cimentées) pour optimiser le recueil des eaux pluviales.

**Répartition géographique de la technique et nombre d'utilisateurs :** Trois ans après le début du projet (soit en 1998), 22 millions de m<sup>2</sup> de surface de collecte, 9,1 millions de réservoirs fournissent de l'eau à 1,3 million de personnes et permettent d'abreuver 1,2 million de têtes de bétail. En même temps 2,1 millions de « mu » (140 000 ha) de terre ont pu être irrigués.

**Complexité de la technique :** Le gouvernement fournit le matériel nécessaire et l'appui technique, les paysans, la main d'œuvre non qualifiée. Les nouveaux réservoirs sont équipés de pompes à main, élément technique assez complexe et manufacturé. Les bâches utilisées pour faire ruisseler l'eau des terrains en pente vers le réservoir ont probablement des caractéristiques particulières (pas d'information sur leur durée de vie). (CORBEL Bernard et PASCAL Véronique, 2009)

**IV. Exemples de quartiers européens :** Une pluviométrie comprise en 600 et 800 mm/an. 10 ans après les premières expériences en Europe du Nord, des quartiers « Écologiques » commencent à voir le jour en France (Rennes, Reims, Narbonne, Auxerre,...). Après le Grenelle de l'Environnement, le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire a énoncé les grands principes qui conduisent à la réalisation d'un quartier « soutenable » prenant en compte l'ensemble des problématiques environnementales, sociales et économiques. Parmi celles-ci, la question de la gestion des eaux de pluie est récurrente. Quelques exemples d'éco-quartiers réalisés en Allemagne, en Angleterre et en France sont présentés ci-après. (CORBEL Bernard et PASCAL Véronique, 2009)

#### **Quartier de la Courrouze à Rennes :**

Le lancement du projet a débuté dès 2002. La première pierre a été déposée en 2008 et les premiers logements devraient être livrés courant 2009. Le projet doit se terminer en 2020. Il consiste en l'aménagement de 89 ha, dont 40 ha d'espaces verts, et la création de 4 700 logements. En termes de gestion de l'eau l'objectif était de ralentir et de contenir les rejets en eau pluviale. Les principes retenus consistent à stocker les eaux de pluie dans des noues

paysagères (technique de drainage et de rétention de l'eau qui peut prendre l'aspect d'un simple vallonnement ou d'un fossé de rétention).

#### **Quartier Vauban de Freiburg, Allemagne :**

L'ancien casernement militaire de Freiburg, après avoir été utilisé comme camp de réfugiés, a été réhabilité en « quartier Vauban » suite à un concours d'architecture. La particularité de ce quartier est d'avoir associé les citoyens durant toutes les phases de réalisation du projet. Ce projet s'étend sur environ 40ha et prévoit la création de plus de 2000 logements (individuels et collectifs). Outre la gestion durable des énergies (panneau solaire, cogénération), la gestion durable de l'eau a été intégrée dès la conception du projet. La priorité a été donnée à l'infiltration des eaux pluviales.

#### **Quartier BedZed, Angleterre :**

BedZed : Beddington Zero Energy (fossil) Développement est un quartier de 1.7 ha, construit dans la ville de Sutton située au sud de Londres, sur la base d'un apport neutre en carbone. Ce quartier comprend 82 logements, 2 500 m<sup>2</sup> de bureaux et commerces, et des espaces de loisirs et santé (centre sportif, espaces verts, centre médico-social...). Les constructions ont débuté en 2000, et les logements ont été livrés en 2002. En termes de gestion des eaux, un des objectifs du projet était de réduire de 50 % la consommation en eau par personne (75 l/j contre 150 en moyenne en Angleterre). (CORBEL Bernard et PASCAL Véronique, 2009)

### ***V. Exemples de récupération individuelle : Métropole, France et DOM-TOM***

Dans une situation où l'offre en eau potable peut être insuffisante (l'été, pendant la saison sèche en Guadeloupe...), et où moins de 10 % de l'eau potable utilisée correspond aux besoins pour la boisson et l'alimentation, l'État propose des aides aux particuliers pour la mise en place de dispositifs de récupération des eaux de pluie. Il est mis en place un crédit d'impôt aux particuliers pour l'acquisition d'équipement de récupération d'eau de pluie. La Guadeloupe et la Réunion ont notamment publié un référentiel technique sur la récupération des eaux de pluies. Outre l'aspect économique, l'intérêt écologique se justifie par la diminution du prélèvement sur le milieu (eaux souterraines et de surface) et énergétique (pompage, traitement, transport et distribution). La récupération d'eau de pluie permet également la maîtrise du ruissellement dans les zones où l'imperméabilisation est importante.

**Quantité :** Dépend notamment de la surface du toit sur lequel l'eau est récupérée, de la pluviométrie annuelle et du type de toit (les toits végétalisés ont des rendements moindres).

**Qualité :** Cette eau n'est pas destinée à la consommation humaine. Dans les guides techniques il est recommandé d'installer des dispositifs de dégrillage (les eaux récupérées depuis les toits en fibrociment ou à base de goudron présentent des risques sanitaires).

**Acceptabilité sociale de la technique de récupération d'eau pluviale :** En France, les éléments permettant ce type d'installation sont disponibles dans les magasins de bricolage accessibles au grand public. Répartition géographique de la technique et nombre d'utilisateurs.

**Répartition géographique de la technique et nombre d'utilisateurs :** Développement en cours mais en retard par rapport à d'autres pays (Allemagne, Suisse, ...). (**CORBEL Bernard et PASCAL Véronique**, 2009)

#### *VI. Technique de récupération des eaux de ruissellement de toitures : GUYANE, Zone ouest, le long du fleuve Maroni*

Contrairement aux bourgs des communes bordant le fleuve Maroni, les villages les plus isolés ou « campus » n'ont pas accès au système de distribution d'eau potable. Les forages sont très éloignés des zones habitées, voire inexistantes. La seule source d'eau disponible étant l'eau du fleuve, les populations de ces villages ou « campus » ont donc développé des dispositifs de récupération et de stockage de l'eau de pluie pour faire face aux besoins en eau des foyers, notamment en eau de boisson. L'eau est collectée depuis les toitures vers un récipient de type seau, bassine, fût d'essence ou tuff-tank. Le tuff-tank est le plus utilisé et est parfois mutualisé entre les habitations. Il est équipé ou non d'un dispositif de filtration « artisanal » : en général un simple morceau de tissu. La taille des pores ne permet pas de retenir les micro-organismes. Les analyses réalisées montrent donc une contamination bactérienne quasi systématique tandis que pour les métaux les valeurs réglementaires sont dépassées pour le plomb et le fer. Par ailleurs, les défauts d'étanchéité du tuff-tank conduisent au développement des larves de moustiques. Afin d'y remédier des solutions ont été étudiées (étude DSDS et NBC). Il s'agit de la fermeture totale du réservoir, la filtration grossière (tamis+ moustiquaire) et le recours à l'utilisation complémentaire d'un filtre en céramique microporeuse dit « filtre brésilien ». Ce dernier s'avère être une solution efficace (pores < 1µm retenant les bactéries et parasites) peu coûteux et proposé sur les marchés brésiliens. Ces acteurs participent à la fourniture et à l'installation des systèmes.

**Quantité :** Dépend de la pluviométrie, les deux tiers des tuff-tank installés ont une capacité de 2 m<sup>3</sup>. Compte tenu de la surface collectée (toitures) et du volume de stockage disponible (cuves de 2 m<sup>3</sup>), les rendements sont bons.

**Qualité :** L'eau collectée et analysée présente une contamination bactérienne quasi permanente pour les réservoirs ouverts partiellement. La tendance s'inverse pour les réservoirs fermés totalement. D'un point de vue de la contamination métallique, les eaux présentent des traces de contamination consécutivement au ruissellement sur les toits en tôle.

**Acceptabilité sociale de la technique de récupération d'eau pluviale :** Cette technique est relativement simple et nécessite juste le raccordement des gouttières à la cuve. Elle est développée par les populations locales. Les cuves et les filtres brésiliens sont importés depuis les pays limitrophes (Surinam et Brésil).

**Répartition géographique de la technique et nombre d'utilisateurs :** Cette pratique est réservée aux habitants des « campus » à proximité du fleuve Maroni n'ayant pas accès à l'eau potable et distants des captages souterrains (50 % de la population du fleuve). La récupération d'eau de pluie constitue une alternative à l'utilisation de l'eau du fleuve fortement contaminée. (CORBEL Bernard et PASCAL Véronique, 2009)

**VII. Assurer une ressource en eau complémentaire :** Les jarres citrouilles - Sri Lanka, villages des districts de Badulla, Ratnapura et Matara

Au Sri Lanka, la récupération d'eau de pluie est une pratique traditionnelle, tant au niveau individuel (bidons, jerry-cans ou autres, disposés sous une gouttière) qu'au niveau collectif (réservoirs publics appelés « Pathaha », aux abords des temples). Le gouvernement, avec l'appui de la Banque Mondiale, a mis en place un projet d'accès à l'eau et d'assainissement, le Community Water Supply and Sanitation Project (CWSSP). Ce projet visait à doter les familles rurales de 3 districts (Badulla, Ratnapura et Matara) de réservoirs en ferrociment de 5 m<sup>3</sup>, les « jarres citrouilles ». Ces districts se situent dans des régions essentiellement montagneuses où les eaux souterraines sont particulièrement difficiles à capter.

**Quantité :** L'eau de pluie est utilisée en complément d'autres sources d'approvisionnement en eau (3 à 5). La taille de la jarre a été calculée de sorte à fournir un minimum de 20 l d'eau/famille de 5 personnes/jour pour les 50 jours de saison sèche, soit 5 m<sup>3</sup>.

**Qualité :** Des tests ont montré que la qualité de l'eau stockée dans des jarres équipées de filtres et de couvercles, est, dans de nombreux cas, conforme aux normes de l'OMS pour l'eau de boisson.

**Acceptabilité sociale de la technique de récupération d'eau pluviale :** Presque tous les foyers en zone rurale possèdent des jarres. La récupération d'eau de pluie est une pratique traditionnelle. Partie intégrante d'une stratégie locale de gestion de l'eau, l'eau de pluie est utilisée pour préserver d'autres sources d'approvisionnement (puits, sources...). Moins de 10 %

des familles boivent l'eau des jarres : les populations sont en général réticentes à boire une eau qui a ruisselé sur le toit (même après filtration) et qui reste fade (et pauvre en minéraux).

**Répartition géographique de la technique et nombre d'utilisateurs:** Le programme a commencé en 1995. Aujourd'hui, plus de 5 000 jarres ont été construites dans le district de Badulla (pas de données pour les autres districts). (CORBEL Bernard et PASCAL Véronique, 2009)

### 2.3. La collecte des eaux pluviales en Algérie :

La réussite de telles stratégies réclame en outre de la mobilisation des acteurs publics et privés concernés par la gestion de l'eau, l'implication de la société civile et des citoyens. L'eau étant un élément vital, sa potabilité et sa mobilisation jusqu'au consommateur nécessite des investissements colossaux à la collectivité donc au citoyen qui reste le principal contribuable. Cependant, l'histoire de l'Algérie est riche d'exemples qui témoignent du savoir-faire des populations en matière de mobilisation des ressources en eau aussi bien souterraines que des eaux de pluie. La récupération des eaux pluviales est désormais répandue dans certains pays plus nantis que l'Algérie en ressources en eau tels que la Suède, l'Allemagne ou la France. Dans ces pays, la demande gagne du terrain, dans l'habitat individuel où les systèmes de récupération des eaux pluviales sont apparus, mais aussi dans le bâtiment à usage collectif et dans l'industrie. Toutefois et bien que la technique de récupération des eaux pluviales repose sur un procédé simple, sa mise en œuvre requiert des préalables réglementaires, sanitaires, techniques et incitatifs. En Algérie si la loi a autorisé l'exploitation des eaux de pluie qui tombent sur les propriétés, le tissu professionnel qui pourrait propulser cette pratique reste à ce jour très faible (entreprises spécialisées, revendeurs, techniciens, etc.). La promulgation de textes qui réglementent ce domaine et la mise en œuvre de mesures d'incitation aideraient le développement de ce créneau qui potentiellement représente une activité économique créatrice de valeur ajoutée et d'emplois.

On doit noter qu'en Algérie, il y a eu quelques initiatives à la recherche qui visent dans un premier lieu à vulgariser et à inciter les particuliers et les organismes (publics et privés) à s'approprier cette technique en vue de faire émerger dans notre pays une culture «éco-citoyenne» qui contribuerait à la gestion rationnelle des ressources en eau, une des assises du développement durable.

#### **2.4. Conclusion :**

Ce chapitre synthétise quelques expériences dans le domaine de la moisson des eaux pluviales à travers le monde. Cette pratique présente différents atouts, dont certains pays les ont très bien exploités.

L'expérience de l'Algérie reste très modeste dans ce domaine, elle est restreinte dans les expériences traditionnelles de nos ancêtres qui récupéraient les eaux de pluies depuis la nuit des temps et quelques initiatives de recherche dispersées. Néanmoins, il faut encourager cette pratique, et l'encadrer par une réglementation stricte pour éviter la contamination des réseaux d'AEP avec l'eau collectée.

Chaque pays a ses propres méthodes de gestion des eaux pluviales et utilise des d'installations de collecte en quelque sorte propre à lui, par la suite nous allons découvrir les types de système de la CEP et leurs composants principaux.

*Chapitre –III –*

**COMPOSITION D'UN SYSTEME  
DE RECUPERATION  
DES EAUX PLUVIALES**

La moisson des eaux dans son sens le plus vaste est la récupération de l'eau de ruissellement pour les besoins domestiques, l'irrigation et autres besoin qui ne nécessitent pas une qualité de consommation. Les systèmes de collecte récupérant l'eau des toits et des surfaces du sol sont désignés sous le terme « collecte de l'eau de pluie ».

Ce chapitre se concentre 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.

### **3.1. Les type de bâtiments concernés :**

Les constructions susceptibles d'être pourvus d'installations de récupération d'eaux de pluies sont :

- Des habitats individuels ;
- Des immeubles de logements (copropriétés) ;
- Des bâtiments industriels, agricoles ou des garages ;
- Des bâtiments publics (gymnases, stades, espaces d'expositions, serres) ;
- Des établissements touristiques ;
- Les établissements scolaires : notre objectif.

Les établissements scolaires s'apprêtent bien au développement des systèmes de récupération – réutilisation des eaux pluviales, ceci s'explique par leur configuration particulièrement favorable : Forte imperméabilisation, grande surface de collecte, regroupement des sanitaires, bonne adéquation entre besoins et disponibilité de la ressource (fermeture l'été quand la pluviométrie est minimale). Comme usage domestique, les eaux de pluie peuvent être utilisées pour les chasses d'eau des toilettes, les machines à laver et pour l'arrosage des jardins.

**(KEDDAL Hassan, 2007)**

### 3.2. Les dispositifs de récupération :

#### **La possibilité d'application :**

Généralement toute habitation (individuelle/collective), établissement (scolaire/administratif) ou unité industrielle peut installer un équipement de récupération des eaux de pluies si les conditions suivantes sont réunies :

- Avoir une surface de captage ou un toit imperméable pour récupérer l'eau ;
- Avoir un système de drainage pour acheminer l'eau du toit vers le réservoir de stockage (gouttières et conduites de descente) ;
- Disposer d'un espace suffisant pour installer la cuve de récupération pour stocker l'eau jusqu'à son utilisation ;
- Etre situé dans une zone où le potentiel récupérable à partir des précipitations est captivant.

En général un système de récupération des eaux pluviales comporte trois composantes : un dispositif de filtration de l'eau récupérée, un réservoir de stockage et un système d'utilisation des eaux collectées (conduites, pompe, robinets et vannes). Principalement le type du réservoir de stockage d'eau différencie les systèmes de récupération. Il y a deux types de dispositif de stockage : les cuves préfabriquées à l'usine et les réservoirs de stockage construits sur place.

#### I- Les cuves préfabriquées :



**Figure 3-1 :** Cuve à eau rectangulaire en PE



**Figure 3-2 :** Réservoir cubique

**Source :** (KEDDAL Hassan, 2007)

#### II- Les citernes auto construites :

Ce genre de citernes à confectionner en béton est le plus utilisé en raison de la non commercialisation sur place de cuves préfabriquées et de son coût modéré étant donné le recours à une main d'œuvre et à des matériaux disponibles sur place. (KEDDAL Hassan, 2007)

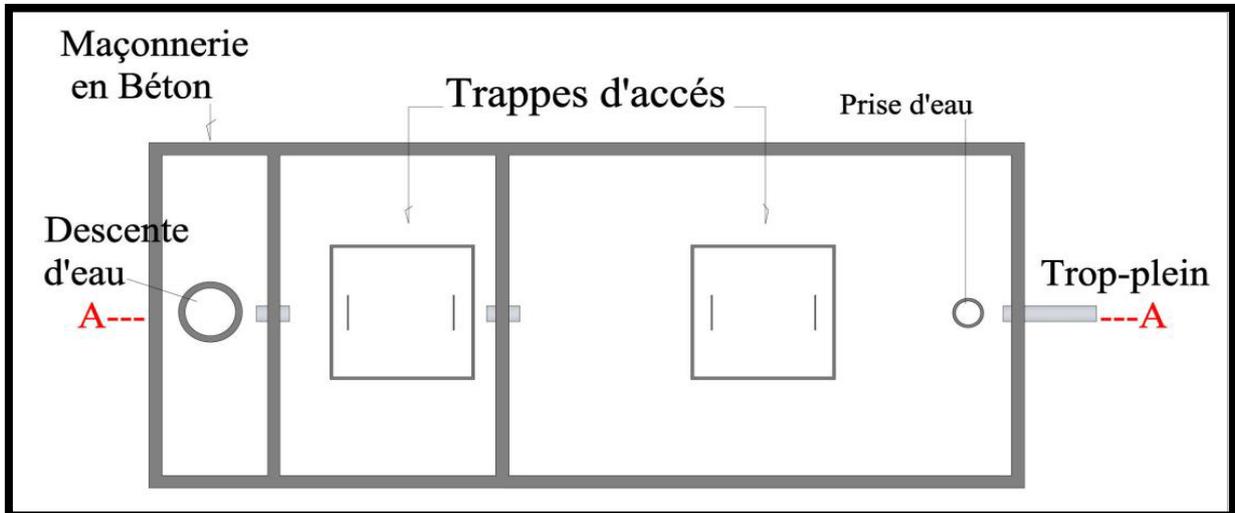


Figure 3-3 : Citerne auto-construite (vue en plan)

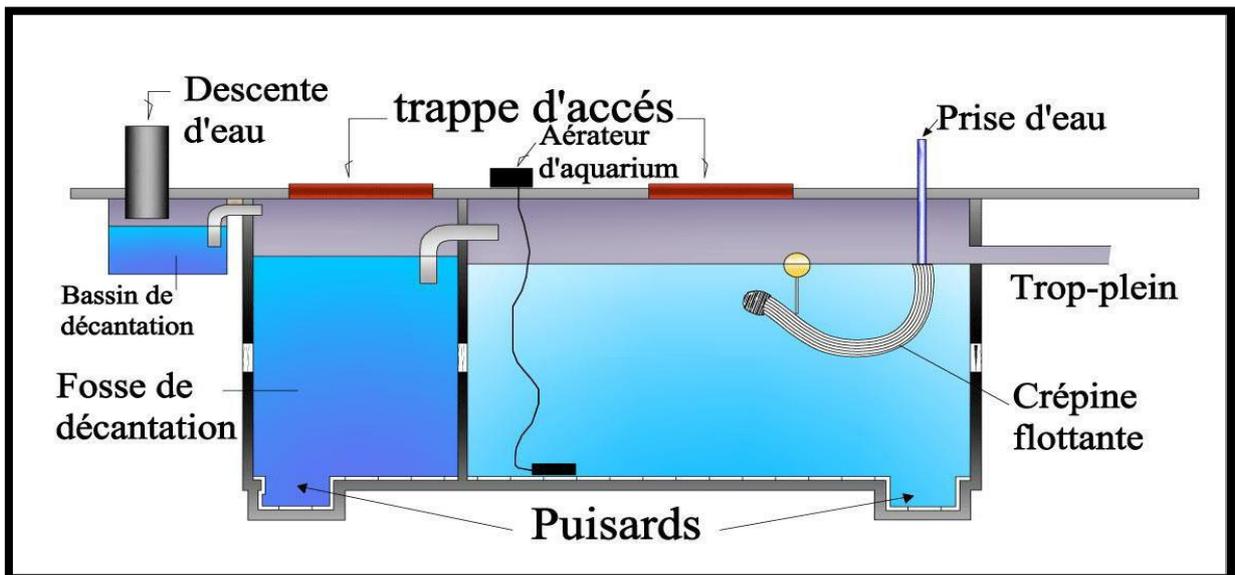


Figure 3-4 : Citerne auto-construite (coupe A-A)

Source : (KEDDAL Hassan, 2007)

### 3.2-1. La 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. **(Worm Janette et Tim Anattum ; 2006)**

### 3.2-2. 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)**

### 3.2-3. La Filtration :

 **On n'utilise jamais une eau de pluie à "l'état brut", mais filtré à des degrés divers et successifs, et adaptés selon les usages.**

Dans le contexte mondial où il est recommandé de restreindre l'usage des eaux récupérées à l'arrosage des jardins, lavage des sols et véhicules et aux chasses des toilettes, la filtration peut alors se limiter à :

- La mise en place d'une **grille métallique** au départ de la descente d'eau de pluie, qui permet de retenir un maximum des débris et les autres éléments provenant de la toiture, entraînés par la pluie, évitant ainsi d'emmener tout cela dans la citerne de stockage et d'y favoriser un "bouillon de culture" ;

➤ **Pré-filtration par décantation**, qui consiste à installer en amont de la citerne principale une petite cuve intermédiaire, par laquelle l'eau transitera pour y déposer les particules les plus lourdes et laisser flotter les plus légères.

La sortie d'eau quant à elle sera adaptée pour évacuer l'eau à mi-hauteur, et cette cuve doit bien entendu rester facilement accessible pour nettoyage. Si on opte pour une fosse enterrée, elle doit comporter deux compartiments séparés : la première pour la décantation ; une seconde à partir de laquelle l'eau sera puisée. Le compartiment de décantation doit comporter un point bas ou un puisard pour recueillir les dépôts.

✚ 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)

Voici quelques modèles de filtres commercialisés :



**Figure 3-5 : Collecteur filtrant (CF)**



**Figure 3-6 : CF**



**Figure 3-7 : CF Type supérieure**



**Figure 3-8 : Filtre interne**

**Source: (KEDDAL Hassan, 2007)**

### 3.2-2. Le stockage :

Une fois captée et filtrée, l'eau de pluie doit être stockée dans des conditions appropriées pour ne pas altérer sa qualité d'origine. Pour un "bon" stockage dans une installation de récupération, il faut impérativement tenir compte de trois paramètres : le type de contenant, son matériau de fabrication et son volume.

#### I- Le type de contenant :

Au vu de la détérioration continue de notre environnement général, il devient primordial d'attacher toute l'attention au choix du type de stockage. Plusieurs considérations peuvent guider à l'adoption d'un 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.

**(KEDDAL Hassan ; 2007)**

#### II- 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. Eviter les enduits synthétiques étanches qui ne peuvent pas neutraliser l'acidité de l'eau.

**(KEDDAL Hassan ; 2007)**

### **III- Le volume :**

Le dimensionnement du stockage est l'étape essentielle dans la conception d'un projet de récupération des eaux de pluie. Le volume de stockage ne se calcule pas selon le nombre d'habitants et/ou les besoins en eau de ceux-ci, le volume de stockage est défini en fonction :

- Du potentiel de récupération qu'offre le site où le bâtiment concerné est situé. Ce potentiel est la résultante de la pluviométrie moyenne du lieu et de la superficie des toitures du bâti.
- Des périodes d'absence de pluie pendant l'été. Plus la pluviométrie est irrégulière, plus il faut prévoir un volume important.
- Des usages que le propriétaire envisage pour l'eau récupérée.

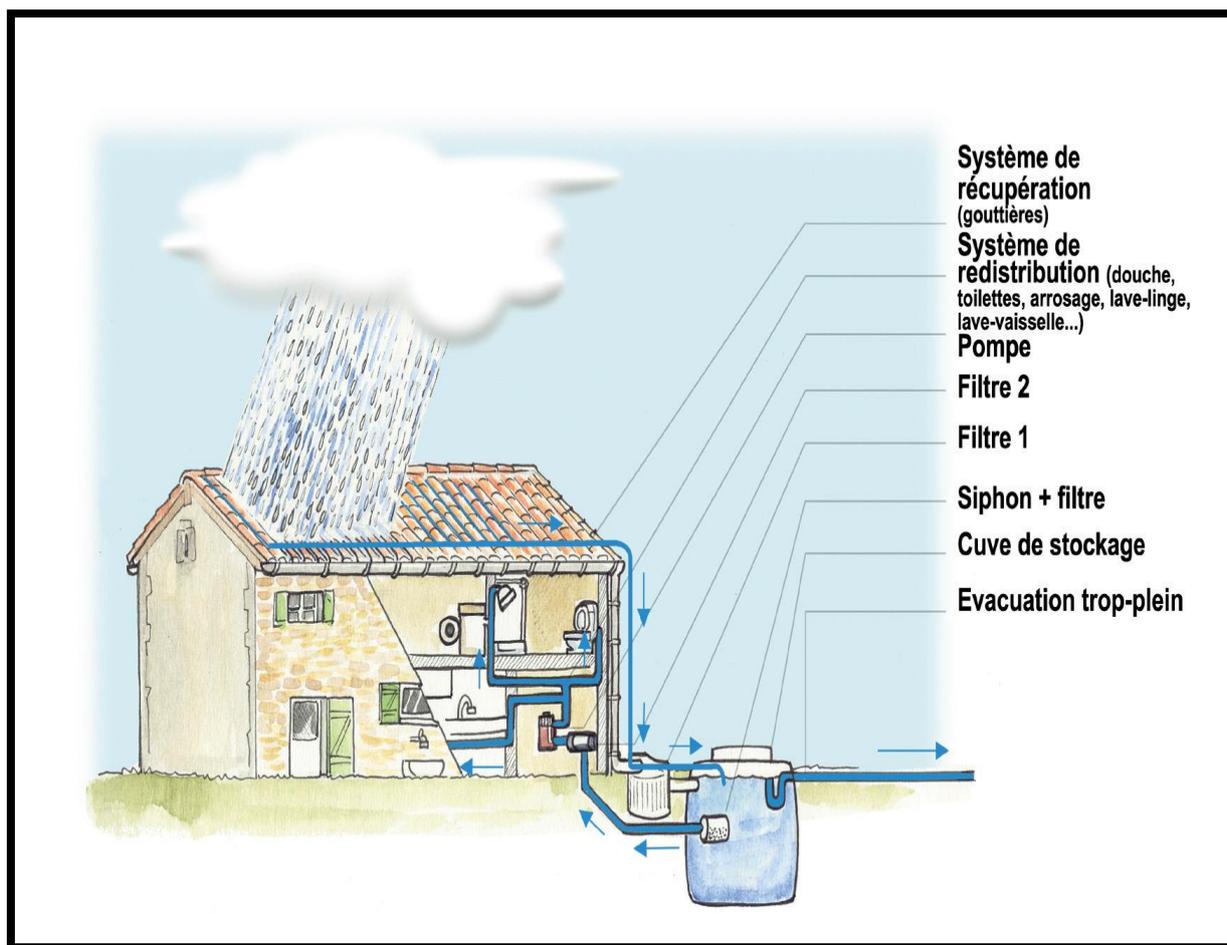
Les différentes méthodes du calcul du volume seront détaillées dans le dernier chapitre.

**(KEDDAL Hassan ; 2007)**

#### **3.3. Fonctionnement :**

- L'eau est drainée par la surface de captage (toit, cours) vers les gouttières ;
- Elle y est filtrée, puis arrive dans une cuve de stockage d'où elle sera pompée vers le système.
- Filtrée à nouveau, elle circule à travers la canalisation puis elle sera utilisée (arrosage, lave linge, chasses d'eau ...).

La figure (3-9) illustre un exemple d'un système de récupération des eaux pluviales avec toutes les étapes du procès.



**Figure 3-9** : Schéma d'installation d'un système de récupération d'eau pluviale

Source : [www.life-promesse.org]

### 3.4. Schémas d'installation pour quelques systèmes de récupération :

Dans ce chapitre, nous allons suggérer quelques schémas d'installations de récupération. Il s'agit de fiches techniques qui, pour des modèles d'habitats, de bâtiments collectifs et d'établissements publics, proposeront une technique de récupération et le dispositif technique requis. Nous avons pris les modèles qui s'approprient bien à la récupération des eaux de pluies. (KEDDAL Hassan ; 2007)

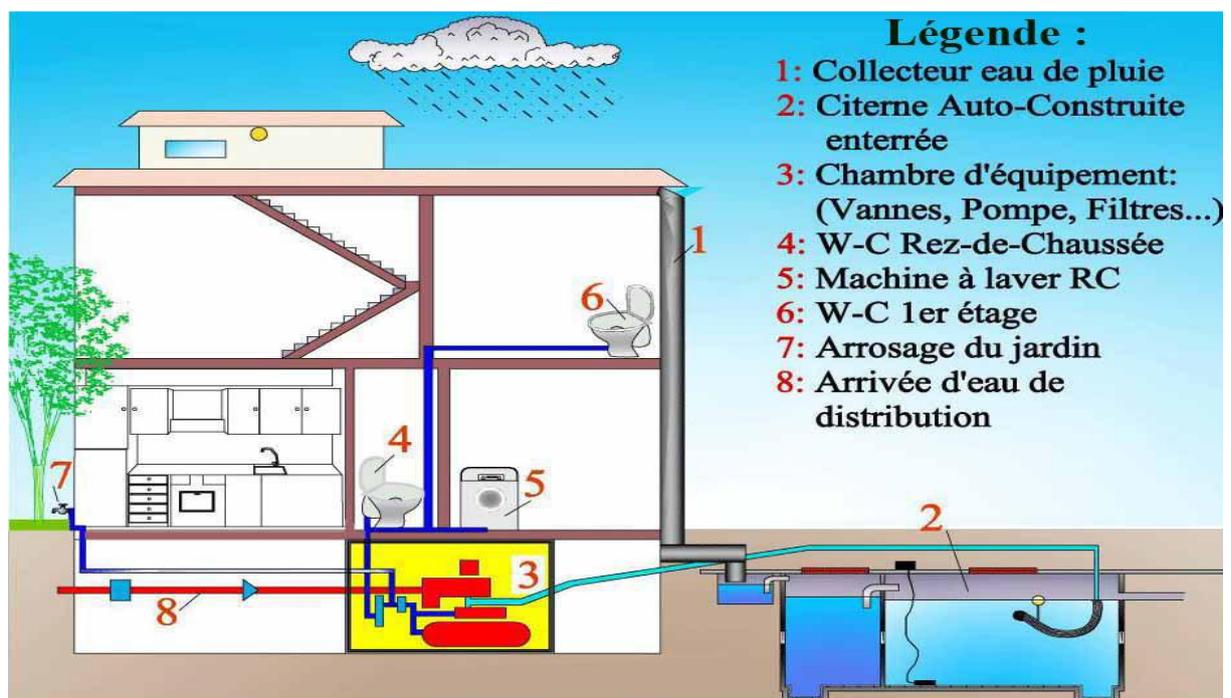
#### ❖ Type villa :

Ce genre d'habitat se répand de plus en plus sur le territoire national. Souvent il s'agit de villas jumelées ou en bandes dotées d'un espace jardin et/ou d'une cour anglaise. Les terrasses peuvent être ou non accessibles mais elles sont en général étanches et imperméables. Il est constaté dans ce type d'habitat, que les propriétaires ont de plus en plus tendance à minimiser leur facture d'eau par le recours au creusement de puits, soit une prédisposition à investir dans ce sens.

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

- 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 ;
- 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 type de stockage le plus adapté : **Citerne auto-construite en béton. (KEDDAL Hassan ; 2007)**



**Figure 3-10 :** Installation pour habitat individuel type villa

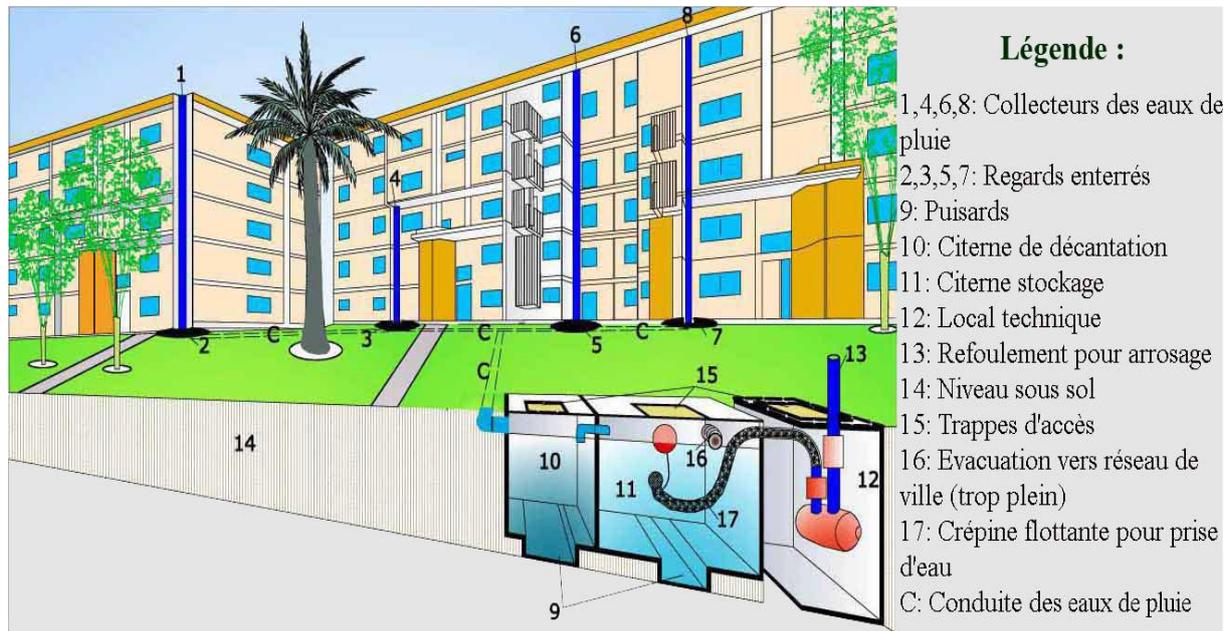
**Source :** (KEDDAL Hassan ; 2007)

#### ❖ 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. (KEDDAL Hassan ; 2007)



**Figure 3-11 :** Systèmes de récupération d'eau de pluie pour arrosage du jardin

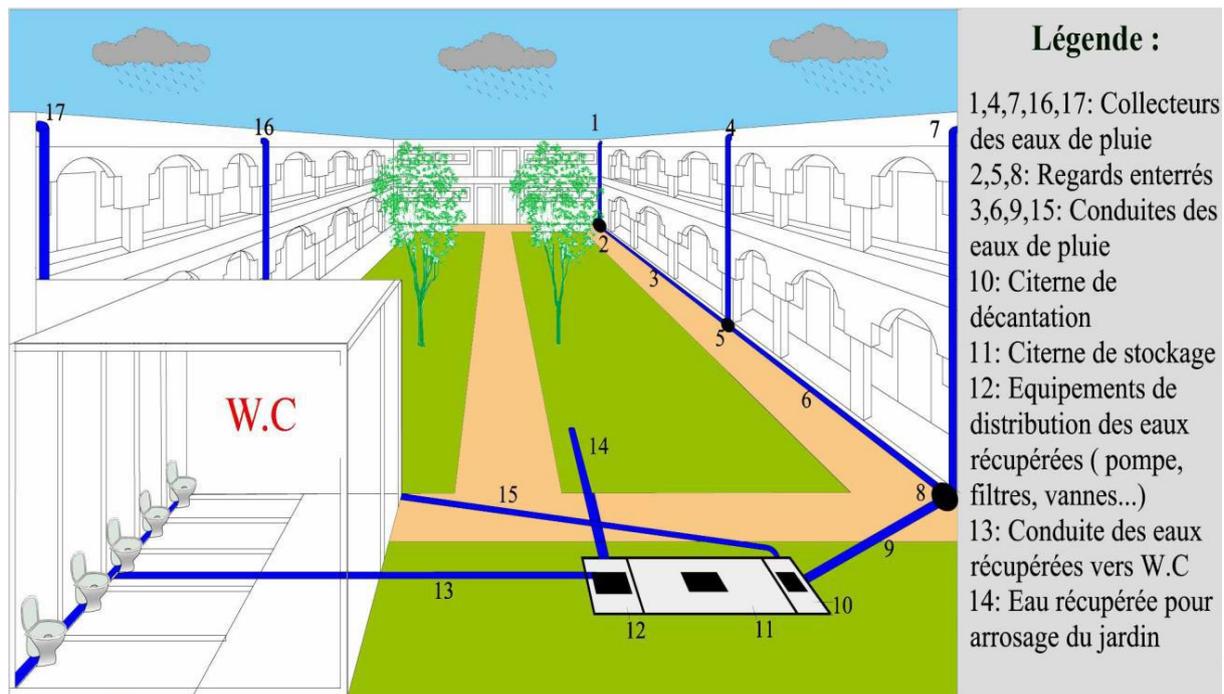
**Source :** (KEDDAL Hassan ; 2007)

❖ **Type établissement scolaire : école, collège, lycée :**

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

- La surface des toits est souvent importante donc les volumes récupérables 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. (KEDDAL Hassan ; 2007)

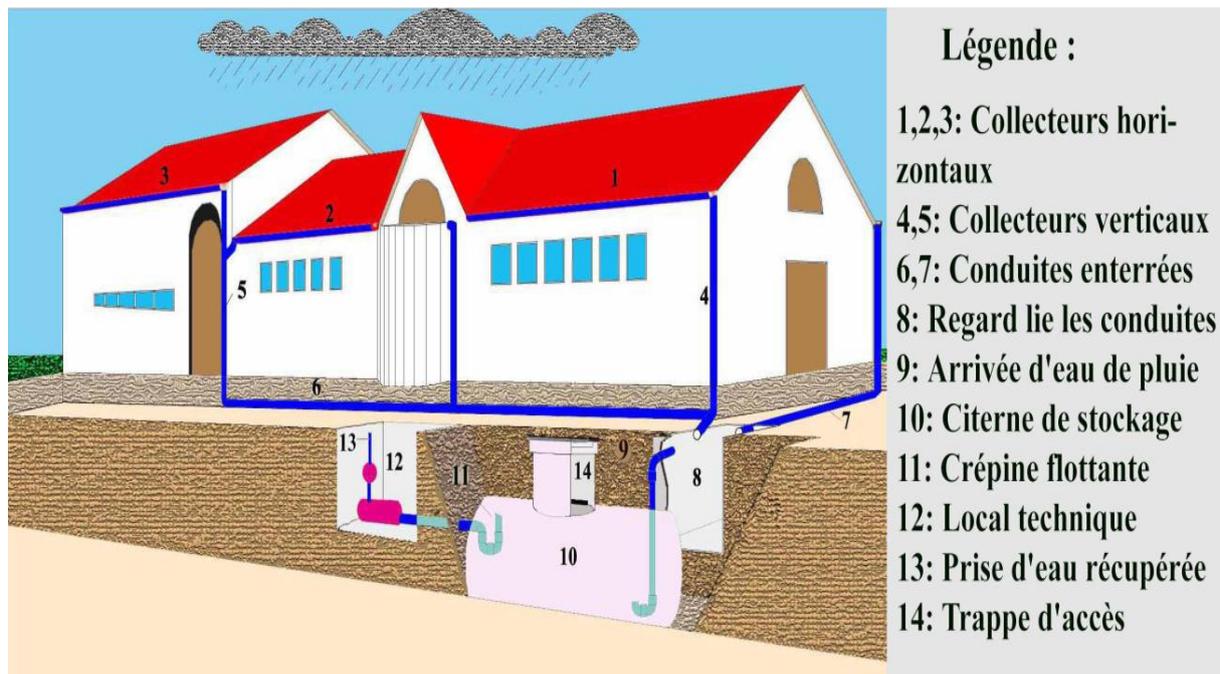


**Figure 3-12 :** Système de récupération d'eau de pluie Etablissement scolaire en urbain

**Source :** (KEDDAL Hassan ; 2007)

❖ **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. (KEDDAL Hassan ; 2007)



**Figure 3-13:** *Système de récupération d'eau de pluie Bâtiment à usage industriel*

**Source :** (KEDDAL Hassan ; 2007)

### 3.5. Conclusion :

Pratiquement chaque maison ou bâtiment dispose d'une surface ou d'un toit convenant au captage d'eau de pluie, les techniques de collecte, de filtration, de stockage et de distribution des eaux pluviales sont de nos jours bien maîtrisées, pour les usages extérieurs mais aussi pour l'alimentation de postes intra-habitat.

Les gouttières, les filtres et la cuve de stockage d'eau requièrent un certain investissement et l'entretien régulier.

Le réservoir représente l'élément le plus coûteux du système, sa conception devra être étudiée avec soin afin d'obtenir une capacité de stockage optimale à un coût le plus bas possible, ainsi que le matériau avec lequel il est construit devra être choisi avec circonspection.

En se basant sur les notions appris dans ce chapitre 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 à l'ENSH et ça sera une étude d'un cas pratique dans le prochain chapitre.

*Chapitre– IV –*

**CONCEPTION D'UN SYSTEM DE  
COLLECTE DES EAUX PLUVIALES  
CAS DE L'ENSH**

Dans un projet de conception d'un système de collecte des eaux pluviales, la détermination du volume du réservoir de stockage est l'étape la plus importante, il faut donc bien réfléchir à sa conception pour assurer une capacité de stockage optimale et une solidité structurelle tout en maintenant les coûts à un niveau le plus bas possible. Le point de départ pour le choix d'un système consiste à déterminer sa faisabilité environnementale, technologique et socioéconomique. Ce chapitre étudie ces éléments essentiels dans le choix d'un système adéquat.

#### 4.1. Le dimensionnement de la cuve :

Le volume de la cuve doit permettre une adéquation entre le volume collecté et les besoins pour des usages externes et internes. Pour atteindre le volume optimal nous devons suivre les étapes de dimensionnement suivantes :

- Etape 1 : Définir les besoins en eau en fonction de ses usages.
- Etape 2 : Connaître la quantité de pluies qui tombe localement ;  
Se référer aux données de l'ANRH.
- Etape 3 : Évaluer la surface de toiture (à peu près la surface du sol du bâtiment).
- Etape 4 : Calculer le volume en utilisant les données obtenues au préalable.

##### 4.1-1. Les besoins en eau :

- Les besoin en eau de consommation :

Plus de 40 % de la consommation moyenne des ménages en eau de distribution ne nécessitent pas l'utilisation d'eau potable, c'est pour cela que 60 à 80 % des besoins peuvent être couverts par une eau non potable. Le tableau suivant montre la consommation en eau potable de chaque catégorie.

**Tableau 4-1 :** les besoins en eau potable pour chaque catégorie de consommation.

Type d'usage	Consommations [litres/jour/unité]
Sanitaires (WC)	10 à 15 l/j/p
Lessive	8 l/j/p
Cuisine / lavabos	20 l/j/p
Douches	30 l/j/p
Lavage des cours	5 l/j/m <sup>2</sup>
Entretien du bâtiment	3 l/j/p
Arrosage du gazon	5 à 9 l/j/m <sup>2</sup>

- ✚ Les usages interdits de l'eau de pluie sont notamment : la boisson, la préparation des aliments, le lavage de la vaisselle et l'hygiène corporelle.

A fin de concevoir le système de collecte des eaux pluviales au niveau de l'école nationale supérieure d'hydraulique, nous devons évaluer la consommation en eau de l'école. Le tableau suivant montre le volume d'eau journalier consommé par les différentes catégories.

**Tableau 4-2 : la consommation moyenne journalière de l'ENSH**

Catégories de consommation	Le nombre d'unités	La dotation (l/j/unité)	Le volume moyen journalier (m <sup>3</sup> )	Le volume moyen mensuel 22jrs (m <sup>3</sup> )
<b>Etudiants (actuel et future) + personnels</b>	1500 étudiants	10	15	330
<b>Resto</b>	1200 repas	20	24	528
<b>Labo</b>	2832 m <sup>2</sup>	10	28.32	623
<b>Pavage</b>	3763 m <sup>2</sup>	2	7.53	166
<b>Salle de sport</b>	100 personnes	35	35	770
			<b>Total = 109.85</b>	<b>2417</b>

Source : ENSH

D'après le tableau 4-2 la consommation moyenne journalière de toutes les catégories est de 109.85 m<sup>3</sup> donc, on peut en déduire la consommation moyenne mensuelle.

$$V_{\text{moy}} = 109.85 * 22 = 2416,7 \text{ m}^3/\text{mois}$$

- Besoins en eau des cultures :

Les besoins en eau des cultures agricoles sont loin d'être régulier durant toute la période végétative. Ils dépendent des échanges radiants (énergie solaire) et la turbulence de l'atmosphère qui sont deux phénomènes liés directement aux conditions climatiques (températures, précipitation, l'humidité de l'air...). Les besoins en eau des cultures sont calculés par la formule suivante :

$$B = ETM - (P_{\text{eff}} + RFU)$$

Avec :

**ETM** : L'évapotranspiration de la culture considérée (mm).

**P<sub>eff</sub>** : La pluie efficace (mm).

**RFU** : réserve facilement utilisable (mm).

Le tableau 4-3 montre les besoins nets de chaque culture dans l'école (Gazon ; Arbres ; Plantes).

**Tableau 4-3 : les besoins net des cultures.**

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Besoin net (mm)/Gazon	0	22.25	50.91	75.87	119.7	153.93	<b>174.58</b>	162.21	118.86	54.22	14.52	1.59
Besoin net (mm)/Arbres	0	0	29.06	49.32	84.33	114.06	<b>148.18</b>	137.6	98.97	41.11	0.35	0
Besoin net (mm)/Plantes	0	0	14.87	33.4	63.1	90.3	<b>104.2</b>	96.6	75.8	19.26	0	0

Dans notre cas d'étude (ENSH) les parcelles cultivées sont irriguées par aspersion, telles que la 1<sup>ère</sup> surface (jardin)  $S_1 = 0.6312 \text{ ha}$ , une 2<sup>ème</sup> surface  $S_2 = 0.05869 \text{ ha}$  et une 3<sup>ème</sup> surface  $S_3 = 0.13448 \text{ ha}$ . Donc on calcule le volume en utilisant les besoins mensuels pour une irrigation d'un hectare avec une lame d'eau de 1 mm par mois par la formule suivante :

Le volume fictif :  $V_{\text{fictif}} (\text{m}^3/\text{ha}) = B_{\text{net}} * 10$

Avec :

$B_{\text{net}}$  : Besoin net maximum mensuelle en (mm).

$10 \text{ m}^3$  : (le volume d'eau nécessaire pour irriguer une surface de 1 ha avec une lame d'eau de 1 mm).

$$V(\text{m}^3) = V_{\text{fictif}} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{ha}} \right) \times S(\text{ha})$$

Le tableau suivant (4-4) regroupe les volumes calculés pour chaque culture/surface et le volume total (le volume total nécessaire pour l'irrigation), ainsi que la somme du volume de consommation des différentes catégories (Resto, WC, chasses, lavage ...) avec celui de l'irrigation.

**NB :** la somme des besoins en eau de consommation inclue uniquement les catégories ne nécessitant pas une eau potable (WC, chasses, lavage des cours, labo).

**Volume non potable = 1889 m<sup>3</sup>/mois**

**Tableau 4-4 : calcul du volume total.**

<b>Mois</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Avr</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juil</b>	<b>Aout</b>	<b>SSep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dec</b>
<b>Bnet gazon (mm)</b>	0	22,25	50,91	75,87	119,7	153,93	174,58	162,21	118,86	54,22	14,52	1,59
<b>Volume fictif (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0	222,5	509,1	758,7	1197	1539,3	1745,8	1622,1	1188,6	542,2	145,2	15,9
<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	0	140,40	321,24	478,74	755,31	971,30	1101,60	1023,55	750,01	342,13	91,62	10,03
<b>Bnet arbres (mm)</b>	0	0	29,06	49,32	84,33	114,06	148,18	137,6	98,97	41,11	0,35	0
<b>Volume fictif (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0	0	290,6	493,2	843,3	1140,6	1481,8	1376	989,7	411,1	3,5	0
<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	0	0,00	38,94	66,09	113,00	152,84	198,56	184,38	132,62	55,09	0,47	0,00
<b>Bnet plantes (mm)</b>	0	0	14,87	33,4	63,1	90,3	104,2	96,6	75,8	19,26	0	0
<b>Volume fictif (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0	0	148,7	334	631	903	1042	966	758	192,6	0	0
<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	0	0,00	8,77	19,71	37,23	53,28	61,48	56,99	44,72	11,36	0,00	0,00
<b>Volume d'irrigation total (m<sup>3</sup>)</b>	0	140,40	368,96	564,54	905,54	1177,42	1361,64	1264,92	927,35	408,58	92,09	10,03
<b>Volume total (m<sup>3</sup>)</b>	1889	2029,40	2257,96	2453,53	2794,54	3066,42	3250,64	3153,92	2816,35	2297,58	1981,09	1899,03



#### 4.1-2. Evaluation le volume d'eau mensuel récupérable :

Pour définir les volumes mensuels moyens récupérables par les toitures et les cours de l'école « ENSH » 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 tableau suivant regroupe les résultats de calcul des volumes d'eau récupérables mensuellement pour les surfaces imperméables.

Le calcul à été fait en utilisant la formule suivante :

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

Avec :

**V<sub>ruisselé</sub>** : le volume d'eau ruisselée.

**P<sub>moy, mens</sub>** : Précipitations moyenne mensuelle.

**S** : La surface actif de ruissèlement.

**C<sub>r</sub>** : Le coefficient de ruissèlement pondéré.

Pour le cas de l'ENSH :

En se basant sur le plan de l'école nous avons déterminé la surface imperméable qui est égale à : **S = 7.2 Ha = 72000 m<sup>2</sup>.**

On prend un coefficient de ruissèlement est estimé à : **C<sub>r</sub> = 0,85.**

**Tableau 4-5 : Précipitations moyennes mensuelles.**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Précipitation (mm)	91	80	77	64	46	10	3	4	29	70	89	88	651
Volume ruisselé (m <sup>3</sup> )	5569,2	4896	4712,4	3916,8	2815,2	612	183,6	244,8	1774,80	4284	5446,8	5385,6	39841,2

Source : ANRH Blida (Station de Soumaa)

**Tableau 4-6 : Bilan entrées/sorties durant un an (cumul)**

Mois	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
Besoins (m <sup>3</sup> )	2297,58	1981,09	1899,03	1889,00	2029,40	2257,96	2453,53	2794,54	3066,42	3250,64	3153,92	2816,35
Besoins cumulés	2297,58	4278,67	6177,70	8066,70	10096,10	12354,06	14807,59	17602,13	20668,54	23919,18	27073,11	29889,45
Apports (m <sup>3</sup> )	4284,00	5446,80	5385,60	5569,20	4896,00	4712,40	3916,80	2815,20	612,00	183,60	244,80	1774,80
Apports cumulés	4284,00	9730,80	15116,40	20685,60	25581,60	30294,00	34210,80	37026,00	37638,00	37821,60	38066,40	39841,20
Bilan cumul (m <sup>3</sup> )	1986,42	5452,13	8938,70	12618,90	15485,50	17939,94	19403,21	19423,87	16969,46	13902,42	10993,29	9951,75
Bilan B/A (m <sup>3</sup> )	1986,42	3465,71	3486,57	3680,20	2866,60	2454,44	1463,27	20,66	-2454,42	-3067,04	-2909,12	-1041,55
Déficit annuel (m <sup>3</sup> )										<b>-9472,13</b>		

#### 4.2. 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 étudier deux méthodes utilisables :

- Une approche basée sur la demande cumulée (rapport entre la demande pendant la saison sèche et l'approvisionnement)
- Une approche basée sur l'approvisionnement (méthode graphique)

La première méthode est la plus simple et la plus couramment utilisée. La seconde méthode se sert d'indicateurs statistiques des précipitations moyennes d'un lieu donné. Lorsque les pluies sont limitées et très irrégulières, il peut être risqué de se baser sur un seul indicateur statistique.

##### ➤ **1<sup>ère</sup> méthode : Approche basée sur le bilan Apports/Besoins**

L'estimation du volume utile se fera sur la base du bilan Apport/Besoin des valeurs cumulées en partant du début du mois d'octobre (début de la période pluvieuse) : En considérant la période comprise entre le mois d'octobre de l'année (n) et le mois de septembre de l'année (n+1), le volume potentiel récupérable est de **39841,2 m<sup>3</sup>** supérieur au besoin estimés soit **29889,45 m<sup>3</sup>**.

La récupération du volume potentiel nécessite un volume de stockage de presque **19403 m<sup>3</sup>**. La satisfaction des besoins de l'année nécessiterait environ un volume de stockage de **11462 m<sup>3</sup>** soit la quantité requise pour satisfaire les besoins de la période sèche.

$$V = (39841,2 + 29889,45) / 2 \times (120 / 365) = 11462 \text{ m}^3$$

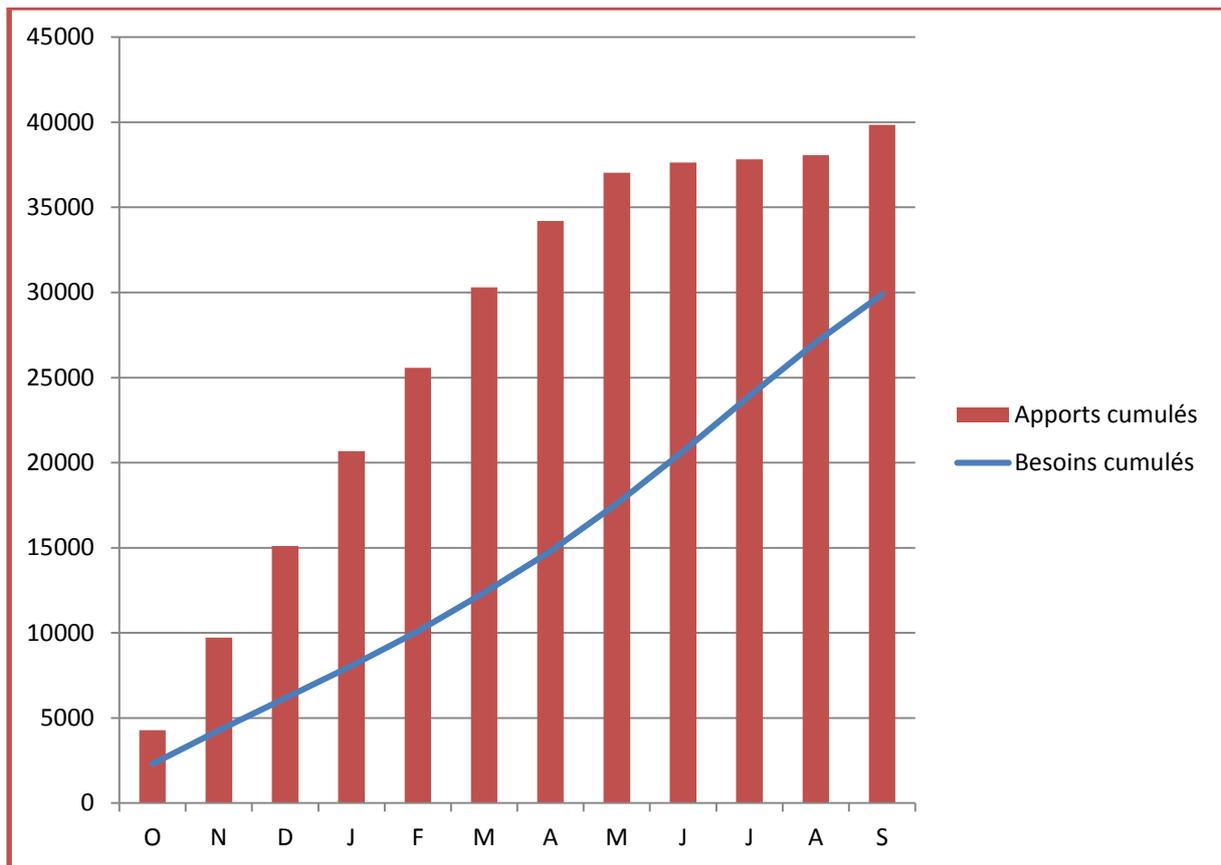
Ce volume va être divisé en plusieurs volumes, pour avoir différents réservoirs élémentaires alimentant l'école.

##### ➤ **2<sup>ème</sup> méthode : Approche basée sur l'approvisionnement (méthode graphique)**

Cette méthode permet d'évaluer la capacité de stockage du réservoir qui convient pour maximiser l'approvisionnement. Elle consiste à représenter l'écoulement du toit et la consommation quotidienne sous forme de graphique. Elle fournit une estimation relativement correcte des besoins en stockage. Dans les régions de faible pluviosité où les précipitations sont irrégulières, il peut y avoir un excès d'eau pendant certains mois de l'année et un manque d'eau pendant d'autres périodes. S'il y a suffisamment d'eau pour répondre à la demande annuelle, il faudra prévoir un stockage suffisant pour combler les besoins pendant les périodes de pénurie. Cette méthode d'estimation comprend deux étapes :

- 1- Tracez un graphique cumulatif de l'écoulement du toit, en faisant la somme des totaux mensuels de l'écoulement.
- 2- Ajoutez une ligne indiquant l'utilisation de l'eau cumulée (les Besoins).

Dans notre exemple donné, on a fait le calcul à l'aide d'un tableur, pour un lieu situé dans une région semi aride, aux précipitations annuelles moyennes d'environ 600 mm et dont la saison èche dure quatre à cinq mois. La surface de captage du toit est de 7,2 Ha.



**Figure 4-1** : Estimation du stockage nécessaire.

La figure 4-1 montre le calcul par tableur (En utilisant les résultats du tableau 4-6) permettant de déterminer la taille du réservoir. Il prend en compte le cumul d'arrivée et de sortie d'eau de la citerne et la capacité requise correspond au plus grand surplus d'eau restant après consommation (le plus grand écart entre les deux lignes). Dans l'exemple, il a lieu en mars et avril. Les réserves nécessaires sont de **18000 m<sup>3</sup>**. C'est cette quantité d'eau qui doit être stockée pour couvrir la pénurie pendant la saison sèche.

#### **4.3. Interprétation des résultats :**

Les deux méthodes de calcul ont données des résultats différents, le volume calculé par la méthode graphique est très grand donc si on le prend on aura un problème de surdimensionnement du réservoir et ce problème s'avère plus grave dans le cas où il y aura une période sèche prolongée.

Or que le volume donné par la méthode analytique est plus petit et raisonnable car il est pré de la valeur du déficit annuel.

Par conséquent, nous allons considérer le volume donné par la méthode analytique qui est de **11000 m<sup>3</sup>**. Ce volume sera divisé sur cinq réservoirs élémentaires répartis dans l'école.

La figure suivante représente le plan de l'ENSH avec le réseau de la CEP et la disposition des réservoirs de stockage.

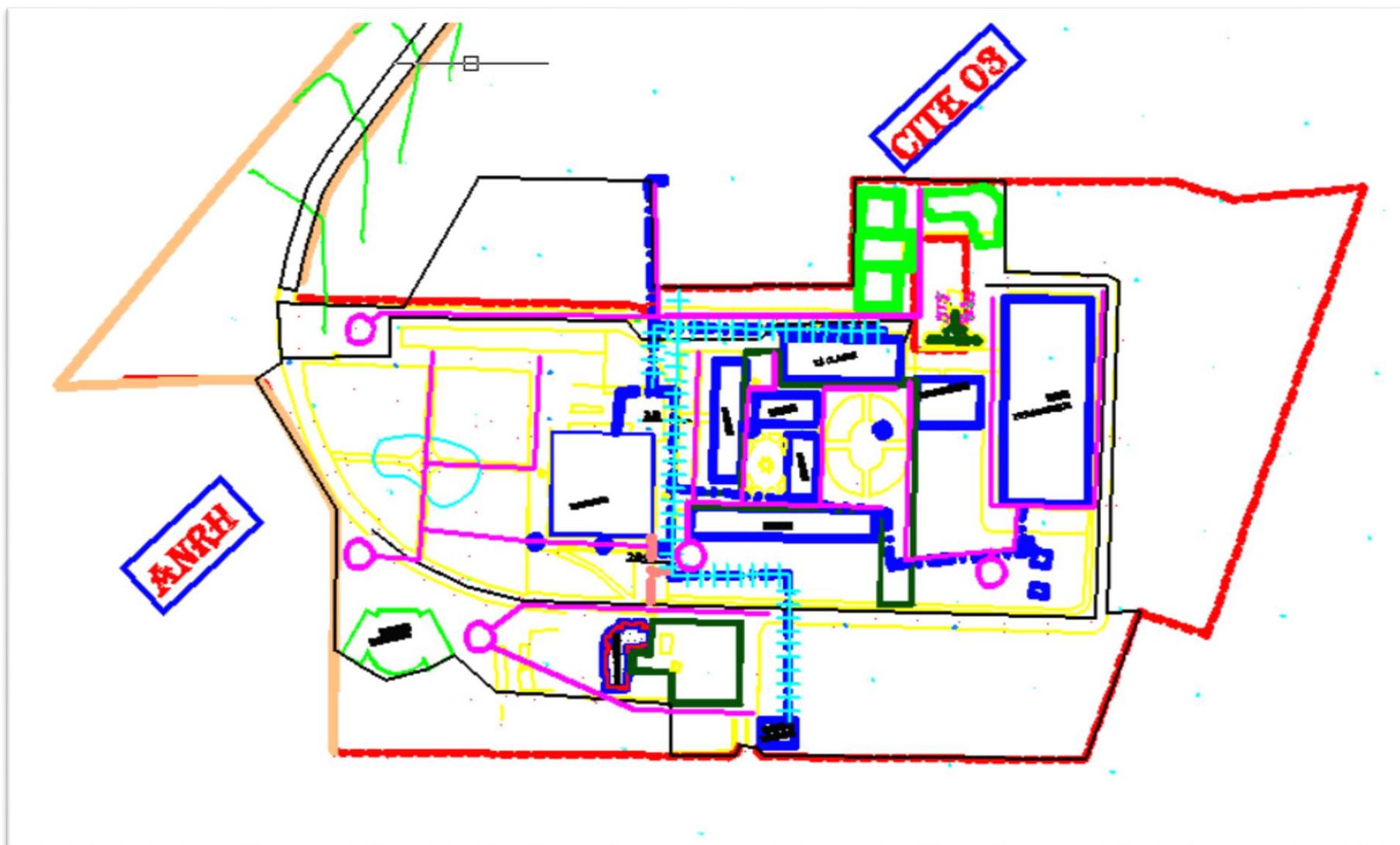


Figure 4-2 : Système de collecte des eaux pluviales de l'ENSH.

**NB :** Il faut noter qu'il y a d'autres méthodes de calcul utilisées dans le monde par les chercheurs, elles sont basées sur la modélisation pluies/débits ainsi que les paramètres empiriques spécifiques à la zone d'étude. Mais ces méthodes sont utilisées quand la technique de la moisson des eaux pluviales est destinée comme un outil de protection contre les inondations.

#### **4.4. Conclusion :**

Les techniques de la moisson des eaux pluviales sont aujourd'hui bien maîtrisées, pour les usages extérieurs mais aussi pour l'alimentation des habitats. De nos jours, nombreux sont les pays qui font de cette pratique un des leviers de la gestion durable des ressources naturelles et l'environnement. Cependant, la variabilité des conditions météorologiques et climatiques et le coût de l'investissement que requiert une installation pour les particuliers sont des facteurs limitant. Néanmoins, cet investissement représente un véritable palliatif à la pénurie d'eau dans les zones désertiques.

Dans ce chapitre nous avons dimensionné le système de collecte des eaux pluviales pour l'ENSH en utilisant deux méthodes différentes pour avoir le volume de stockage. L'emplacement de ces réservoirs sera illustré sur le plan de l'école.

***CONCLUSION***  
***GENERALE***

Dans cette étude nous avons étudié les possibilités qu'offre l'eau de pluie aux collectivités locales, au niveau des ménages et de la communauté. C'est une nouvelle alternative des ressources conventionnelles. L'eau de pluie représente désormais une option parallèlement à d'autres techniques d'approvisionnement en eau potable, surtout dans les zones rurales, mais également de plus en plus dans les zones urbaines.

Nous avons essayé de synthétiser quelques expériences de quelques pays dans le domaine de la moisson des eaux pluviales. Cette pratique présente différents atouts, dont certains pays les ont très bien exploités pour une gestion optimale de la ressource.

La collecte des eaux pluviales est désormais répandue dans certains pays plus nantis que l'Algérie en ressources en eau. L'expérience de l'Algérie est très modeste dans le domaine de la moisson des eaux pluviales, elle est restreinte dans les expériences traditionnelles de nos ancêtres qui récupéraient les eaux de pluies depuis l'éternité. Sauf quelques initiatives de recherche dispersées et de développement des approches de calcul. Néanmoins, il faut encourager cette pratique, et l'encadrer par une réglementation.

Dans chaque pays nous trouvons des méthodes de gestion des eaux pluviales et des types d'installations de collecte en quelque sorte propre à ce pays, nous avons découvert les différents types de systèmes de collecte et leurs composants principaux.

En se basant sur les données acquises dans cette étude, en ce qui concerne l'installation des systèmes de la moisson des eaux pluviales et leurs composants, nous avons appliqué ces directives pour concevoir un système de CEP à l'ENSH et ça sera une étude d'un cas pratique.

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

Nous avons utilisé deux méthodes de calcul différentes, la première est une méthode analytique qui utilise le bilan Apports/Besoins et la deuxième graphique, les résultats donnés par la première méthode étaient plus proches du déficit réel calculé. C'est pour cela que nous avons pris en considération le volume donné par cette dernière.

A la fin nous espérons que cette étude va ouvrir des horizons devant cette pratique pour la valoriser en Algérie dans le futur.

