

DEAL Mayotte



Guide de Gestion Durable des Eaux pluviales de Mayotte

Guide méthodologique

Dossier 20111907-MC
Contrat n°
Rendu le 15 février 2016

Groupement



Identification & Visa du document

					FQO	
INTITULÉ DE L'OPÉRATION						
Guide de Gestion Durable des Eaux pluviales de Mayotte						
OBJET DE L'ÉLÉMENT DE MISSION (exigences contractuelles)						
Décrire la situation actuelle de gestion des eaux pluviales d'un point de vue quantitatif et qualitatif, Rappeler le cadre réglementaire et définir les principes de son application; Définir la méthodologie des études spécifiques liées à la gestion des eaux pluviales; Préconiser des techniques visant à une gestion durable des ressources en Eau ; Disposer de support de communication accessible au plus grand nombre, professionnel ou non ;						
MAÎTRE D'OUVRAGE						
DEAL Mayotte						
IDENTIFICATION DU LIVRABLE						753
Type	Guide méthodologique					
Référence	Rendu le				Nombre de pages	
20111907 - MC	15/02/2016				94	
Chef de Projet - Référent	Julien PHILIPPE	734-735	Rédacteur	Divers		
Version document	Finale	824	Visa	Julien PHILIPPE		
DESTINATAIRES						
Entité	Destinataire					
DEAL Mayotte	Monsieur le Directeur					
CADRE RÉGLEMENTAIRE & LEGAL APPLICABLE						722
Textes	Domaine d'application					
Code de l'Environnement	Loi sur l'eau					
CORPUS DOCUMENTAIRE						
Référence de la commande initiale : Cahier des clauses particulières						
Compléments, modifications, avenants éventuels						737
Document	Impact sur la mission					
Sans objet						
Documents, études et données de référence fournis par les parties prenantes						754
Document	Émetteur					
Doctrine gestion des eaux pluviales à Mayotte	DEAL					
CONTRIBUTEUR(S) EXTERNE(S)						
Entité de l'équipe	Contributeur				Contribution	
ARTELIA	M. Sébastien GUERMONPREZ				Volet réglementaire	

Sommaire

GUIDE METHODOLOGIQUE	1
1. INTRODUCTION.....	6
1.1. L'ÎLE DE MAYOTTE : UN TERRITOIRE PARTICULIEREMENT SENSIBLE	6
1.1.1. SENSIBILITE DES SOLS AUX RUISSELLEMENTS.....	6
1.1.2. VULNERABILITE DES MILIEUX AQUATIQUES (LAGON, RAVINES).....	7
1.1.3. VULNERABILITE DES CAPTAGES D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE	10
1.1.4. VULNERABILITE DE LA POPULATION VIS-A-VIS DU RUISSELLEMENT ET DES INONDATIONS.....	11
1.2. FACTEURS NATURELS AGGRAVANTS EN JEU	12
1.2.1. ALEA CYCLONIQUE.....	12
1.2.2. ALEA INONDATION	12
1.2.3. ALEA MOUVEMENT DE TERRAIN	13
1.3. FACTEURS HUMAINS AGGRAVANTS	13
1.3.1. POLLUTION ANTHROPIQUE.....	13
2. DESCRIPTION DES ETAPES-CLES POUR MENER A BIEN UN PROJET	17
3. ETAPE 1 – CONTEXTE REGLEMENTAIRE.....	19
3.1. LE STATUT JURIDIQUE DES EAUX PLUVIALES	19
3.2. RAPPEL DE LA LEGISLATION EXISTANTE	20
3.2.1. TEXTES EUROPEENS ET NATIONAUX	20
3.2.2. TEXTES LOCAUX	25
3.2.3. AUTRES DONNEES ET REGLEMENTATIONS A PRENDRE EN CONSIDERATION DANS LA DEFINITION DU PROJET ...	31
3.3. NOUVELLE REGLEMENTATION RELATIVE AUX ETUDES D'IMPACT	35
3.3.1. CADRAGE.....	35
3.3.2. ENQUETE PUBLIQUE	36
4. ETAPE 2 – CARACTERISTIQUES GENERALES DU PROJET.....	37
4.1. DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES INTRINSEQUES DU PROJET.....	37
4.2. ETABLISSEMENT D'UN ETAT DES LIEUX DU SITE.....	37
4.3. EVALUATION DES IMPACTS QUANTITATIF ET QUALITATIF DU PROJET	38
4.3.1. IMPACT QUANTITATIF	38
4.3.2. IMPACT QUALITATIF.....	42
5. ETAPE 3- DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES	46
5.1. PARAMETRES A PRENDRE EN COMPTE LORS DU DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES	46
5.2. CHOIX DES PERIODES DE RETOUR DIMENSIONNANT LE PROJET	47
5.3. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE COLLECTE	48
5.4. CHOIX DE LA TECHNIQUE DE GESTION DURABLE DES EAUX PLUVIALES	52
5.5. LE DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE STOCKAGE	54
5.6. LE DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE TRAITEMENT	56
5.6.1. LES DIFFERENTS TYPES D'OUVRAGES DE TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES.....	56
5.7. DISPOSITIFS DE PROTECTION CONTRE L'EROSION AU DROIT DES REJETS.....	59
6. ETAPE 4- MESURES DE COMPENSATION ET DE REDUCTION DES IMPACTS	61
6.1. OBJECTIF DE LA DOCTRINE.....	61
6.2. LES MESURES COMPENSATOIRES.....	61
6.3. PERENNISER LES EFFETS DE MESURES DE REDUCTION ET DE COMPENSATION	63
6.4. FIXER DANS LES AUTORISATIONS LES MESURES A PRENDRE, LES OBJECTIFS DE RESULTATS ET EN SUIVRE	
L'EXECUTION ET L'EFFICACITE	64

7. ETAPE 5- PHASES CHANTIER	66
7.1. PREPARATION DE CHANTIER	66
7.2. DEROULEMENT DU CHANTIER	66
7.3. RECOLEMENT DES TRAVAUX	66
8. ETAPE 6- GESTION ET ENTRETIEN	67
8.1. PROGRAMME D'ENTRETIEN POUR OUVRAGES COURANTS	67
8.2. DISPOSITIONS RELATIVES A LA SECURITE ET A LA SURETE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES AUTORISES OU DECLARES	67
9. GLOSSAIRE	68
9.1. LE MAITRE D'OUVRAGE	68
9.2. LE MAITRE D'ŒUVRE	68
9.3. LA MISSION INTER-SERVICES DE L'EAU (MISE*)	69
9.4. LES ENTREPRISES DE TRAVAUX	69
9.5. LE PROPRIETAIRE DES OUVRAGES	69
10. ANNEXES.....	70
10.1. FICHES TECHNIQUES DES OUVRAGES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES.....	70
10.2. LES BASSINS DE RETENTION OU D'INFILTRATION	71
10.2.1. PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPECIFIQUES	71
10.2.2. AVANTAGES	71
10.2.3. INCONVENIENTS.....	71
10.2.4. COUT D'INVESTISSEMENT	72
10.2.5. ENTRETIEN	72
10.2.6. COUT DE FONCTIONNEMENT	72
10.3. LES BASSINS ENTERRES	73
10.3.1. PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPECIFIQUES	73
10.3.2. AVANTAGES	73
10.3.3. INCONVENIENTS :	73
10.3.4. COUT D'INVESTISSEMENT	74
10.3.5. ENTRETIEN	74
10.3.6. COUT DE FONCTIONNEMENT	74
10.4. LES CHAUSSEES A STRUCTURE RESERVOIR	75
10.4.1. PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPECIFIQUES	75
10.4.2. AVANTAGES	75
10.4.3. INCONVENIENTS.....	75
10.4.4. COUT D'INVESTISSEMENT	76
10.4.5. ENTRETIEN	76
10.4.6. COUT DE FONCTIONNEMENT	77
10.5. LES PUIITS	78
10.5.1. PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPECIFIQUES	78
10.5.2. AVANTAGES	78
10.5.3. INCONVENIENTS.....	78
10.5.4. COUT D'INVESTISSEMENT	79
10.5.5. ENTRETIEN	79
10.5.6. COUT DE FONCTIONNEMENT	79
10.6. LES TRANCHEES DRAINANTES	80
10.6.1. PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPECIFIQUES	80
10.6.2. AVANTAGES	80
10.6.3. INCONVENIENTS.....	80
10.6.4. COUT D'INVESTISSEMENT	81

10.6.5.	ENTRETIEN	81
10.6.6.	COUT DE FONCTIONNEMENT	81
10.7.	LES NOUES	82
10.7.1.	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPECIFIQUES.....	82
10.7.2.	AVANTAGES	82
10.7.3.	INCONVENIENTS.....	82
10.7.4.	COUT D'INVESTISSEMENT	83
10.7.5.	ENTRETIEN	83
10.7.6.	COUT DE FONCTIONNEMENT	83
10.8.	LES CUVES ET CITERNES.....	84
10.8.1.	PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGE SPECIFIQUES.....	84
10.8.2.	AVANTAGES	84
10.8.3.	INCONVENIENTS.....	84
10.8.4.	COUT D'INVESTISSEMENT	85
10.8.5.	ENTRETIEN	85
10.8.6.	COUT DE FONCTIONNEMENT	85
10.9.	LES TOITS STOCKANT.....	86
10.9.1.	PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGE SPECIFIQUES.....	86
10.9.2.	AVANTAGES	86
10.9.3.	INCONVENIENTS.....	87
10.9.4.	COUT D'INVESTISSEMENT	87
10.9.5.	ENTRETIEN	87
10.10.	DEBOURBEURS-SEPARATEURS A HYDROCARBURES.....	88
10.10.1.	DESCRIPTION.....	88
10.10.2.	EXIGENCES	89
10.10.3.	DETERMINATION DE LA TAILLE NOMINALE ET DE LA CLASSE	92
10.10.4.	AVANTAGE.....	94
10.10.5.	INCONVENIENT	94
10.10.6.	COUT D'INVESTISSEMENT	94
10.10.7.	ENTRETIEN	94

1. Introduction

1.1. L'Île de Mayotte : un territoire particulièrement sensible

Le Département de Mayotte présente une sensibilité toute particulière aux ruissellements par le contexte tropical de son climat générant de fortes intensités pluvieuses lors de la saison des pluies, par la géo-morphologie du sol, par l'activité anthropologique. Le croisement entre aléas est enjeux se traduit en risques, avec des conséquences majeures pour la protection des biens et des personnes, pour la durabilité de l'agriculture comme de l'aménagement du territoire.

Cette sensibilité se traduit par les problèmes :

- d'inondations suivies...
- ...de coulées de boues, d'envasement et de pollution des milieux récepteurs naturels (nappes phréatiques, rivières, zones humides, lagon) et des aménagements (routes, bâtis, ouvrages...),
- de pollution et de turbidité,
- d'érosion des sols.

1.1.1. Sensibilité des sols aux ruissellements

La couche de surface d'un sol (épaisse de quelques mm) sert d'interface entre les eaux qui s'infiltrant dans le sol et qui servent à alimenter les végétaux, ou à recharger un aquifère, et les eaux ruisselantes responsables de l'érosion des sols.

La quantité d'eau infiltrée dépend fortement du couvert végétal, puisque ce sont les végétaux et matières organiques qui augmentent la porosité du sol et agissent ainsi sur sa conductivité hydraulique. En plus de favoriser l'infiltration, le couvert végétal grâce à son système racinaire permet généralement une stabilisation des sols.

C'est pourquoi la mise à nu des terrains notamment en amont des zones urbaines mahoraises, avec le contexte morphologique particulier de fortes pentes de ces terrains, ou l'imperméabilisation des sols liée à l'urbanisation rapide que connaît Mayotte, réduit le taux d'infiltration des eaux de pluie et génère des zones de forte susceptibilité à l'érosion.

Lors d'importants événements pluvieux, ces terrains seront favorables au déclenchement de coulées boueuses, impactant, le village en contrebas, les infrastructures en général et le milieu naturel.



Figure 1 : Coulée boueuse à Hamjago

Ainsi, l'activité humaine perturbe fortement le processus naturel d'érosion, en en démultipliant les effets. De nombreuses illustrations de l'intervention de l'Homme se retrouvent sur le territoire, à travers les talus routiers non stabilisés, les décaissements en zone urbaine, les dépôts sauvages de déblais, les défrichements non maîtrisés ou encore les cultures sur brûlis en zone rurale.



Figure 2 Cultures vivrières sur pente après défrichement

1.1.2. Vulnérabilité des milieux aquatiques (lagon, ravines)

- Le lagon

Il est le principal milieu récepteur des eaux pluviales. A ce titre, il reçoit l'ensemble des pollutions véhiculées par ces dernières et les cours d'eau.

L'arrivée des premières pluies après une saison sèche, montrent chaque année la **dramatique** arrivée de quantités impressionnantes de déchets divers au lagon.

Cette pollution visible en cache un autre plus difficilement décelable, liée **aux transports des polluants d'ordre chimique par les eaux des cours d'eau** ou par les eaux ruisselant directement au lagon.

D'une manière générale, le lagon à tendance à « s'envaser » depuis au moins une cinquantaine d'années. Ainsi, selon RAUNET (1992), « *la transition sable (lagon externe) – vase terrigène (lagon interne)* » se déplace rapidement en s'éloignant de la côte. Dans les années 1960, elle était très proche de l'île et limitée aux fonds des grandes baies ; en 1986, elle entourait toute l'île entre 600 et 3 000 m de la côte.

D'autre part, dans ces fonds de baies, la sédimentation terrigène s'est très fortement intensifiée et a changé de nature. En 1959, aucun sédiment ne contenait moins de 47% de carbonates de calcium. Les vases des baies en contenaient encore 47 à 64%.

A l'heure actuelle, elles n'en possèdent plus du tout. De 1959 à 1986, la teneur moyenne en lutites de la zone côtière est passée de 5% à 74%. Au milieu du lagon, cette moyenne est passée de 5% à 15%.

Autre indice de « dégradation » : la biophase sableuse des lutites s'est enrichie en débris de mollusques, alors que les débris de foraminifères se font rares. Quant aux débris de coraux et d'algues calcaires, ils disparaissent totalement. (...)

Il est évident que cette évolution depuis 30 ans est la conséquence de l'accélération des activités anthropiques sur l'île : croissance démographique très forte, réduction des jachères, « grattes » sur pentes fortes, élevages anarchiques, déforestation, feux, gonflement des pôles urbains sans infrastructures adéquates, ou encore multiplication des infrastructures liées à l'économie locale (carrières, routes, port,...).

Concernant la qualité de l'eau, là aussi, les zones à hydrodynamisme calme, typiquement les fonds de baies, présentent des teneurs en matières en suspension¹ élevées et en sels nutritifs résultant de l'apport des bassins versants. De même, ces teneurs en sels nutritifs sont également élevés en face des villages, du fait d'écoulements directs en mer. Ces observations restent toutefois à confirmer (campagne de mesures en cours dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE)).

Ainsi, la qualité des biotopes en relation directe avec les bassins versants, sont en net dégradation. En effet, selon WICKEL et THOMASSIN (2005) : ***Les causes de cette « évolution régressive » des peuplements coralliens des fronts récifaux des récifs frangeants sont de deux ordres :***

des causes naturelles [...],

¹ Abrégées en « MES » dans ce document.

des causes « artificielles », liées aux impacts anthropiques sur le littoral, et notamment au niveau des villages côtiers, ou de sites industriels (port de Longoni, mangrove de Kawéni), occasionnant sur les peuplements coralliens des perturbations beaucoup plus insidieuses et « chroniques » dans le temps, **donc avec un impact général supérieur aux causes « naturelles »**.

Les analyses statistiques ont en effet permis de mettre en évidence certaines corrélations, inversement proportionnelles entre, d'une part, des paramètres de la vitalité corallienne des fronts, et d'autre part des paramètres reflétant l'intensité des activités anthropiques.



Figure 3 Envasement de fond de baie (Kani-Kéli)

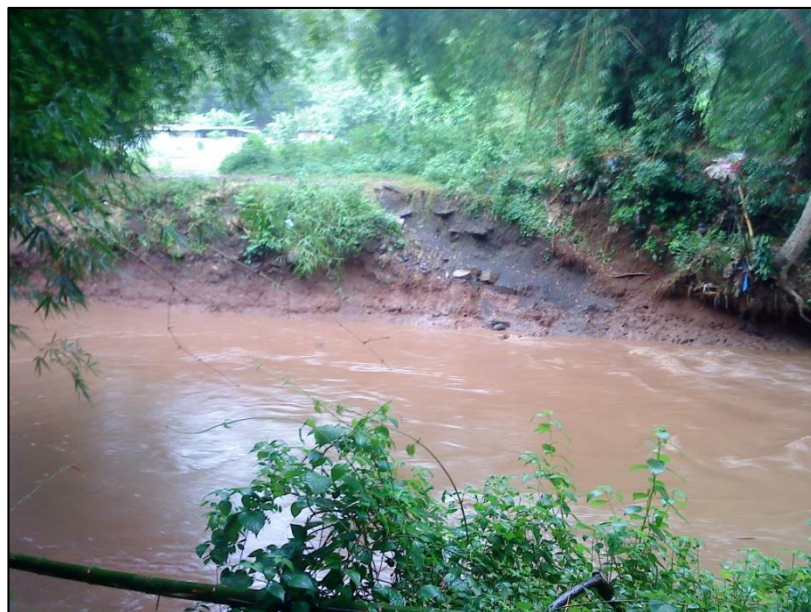


Figure 4 Transport en ravines de MES proche de l'exutoire au lagon (Dzoumogné)

- **Les cours d'eau**

La valeur patrimoniale des cours d'eau de Mayotte dépendent essentiellement des pressions anthropiques. En effet, les principales sources de pollution et destruction de ce milieu naturel sont

liées aux usages qui impacte l'aspect qualitatif des eaux (lavages de voiture, lessives en rivières, pêches chimiques en rivière), l'aspect physique (destruction des ripisylves impactant la stabilité des berges, modification du lit mineur ou majeur) ou l'aspect biologique (destruction de frayères).



Figure 5 : Usage coutumier en rivière (Chiconi)

De plus, les cours d'eau qui sont concernées par une traversée de zone urbaine servent généralement de milieu récepteur au rejet des réseaux d'évacuation des eaux pluviales, qui sont des vecteurs de pollution non négligeable, du fait des déchets ménagers et les eaux usées notamment qu'ils charrient.



Figure 6 : Exutoire d'un réseau d'évacuation des eaux pluviale + construction en berge (Combani)

1.1.3. Vulnérabilité des captages d'alimentation en eau potable

Il existe également un lien entre la gestion des eaux pluviales et la protection de la ressource en eau. La première, l'eau de pluie, trouve sa place au début du cycle de l'eau.

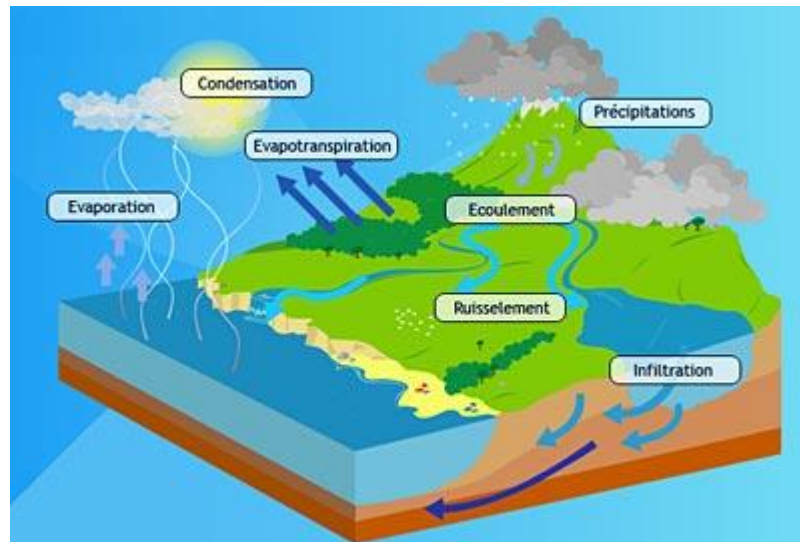


Figure 7 Cycle de l'eau

Aussi elles sont la source d'alimentation des volumes d'eau douce sur notre territoire.

Il est à noter que l'alimentation en eau à Mayotte provient de trois sources principales :

- Les eaux souterraines pompées depuis les 15 puits de forage de captages souterrains,
- Les eaux de surface collectées par les 13 prises d'eau en rivière,
- L'eau de mer pompée depuis l'unique prise d'eau de mer de Petite-Terre.

La vulnérabilité d'un captage d'alimentation en eau potable est liée à un niveau de risque dépendant principalement de deux facteurs ;

- les caractéristiques hydrogéologiques du site pour les forages essentiellement (épaisseur, perméabilité et pH du substrat et superficiel et des couches géologiques en particulier),
- les activités humaines, actuelles et anciennes (séquelles par exemple liées à la proximité d'autres puits, cuves, fosses ou réseaux d'égout, friches polluées (actifs ou anciens), etc.)

A ces facteurs s'ajoutent certains risques naturels tels que le risque sismique, les coulées de boue, la pénétration d'un "biseau salé".

Une mauvaise gestion des eaux pluviales engendre donc bien souvent une pollution directe des sources d'approvisionnement en eau à Mayotte.

C'est pourquoi des mesures de protection de la source en eau s'imposent.

1.1.4. **Vulnérabilité de la population vis-à-vis du ruissellement et des inondations**

Les spécificités de l'urbanisation mahoraise...

- parce qu'elles laissent apparaître, pour une partie non négligeable des zones habitées, des carences en infrastructures (voirie, réseau de gestion des eaux pluviales, etc...)
- parce qu'elles conduisent à des extensions urbaines non maîtrisées dans des quartiers où les risques naturels sont pourtant réels,

...rendent vulnérables une grande partie de la population de notre territoire.

Chaque saison des pluies rappelle cette exposition aux risques ruissellement/inondations, qui touchent les plus faibles tels que les enfants (drame de Cavani du 10 décembre 2011), les constructions en bord de ravine (exemple de Mtsamboro en 2011) ou dans des dépressions de terrain (inondations de Kawéni).

Les infrastructures routières sont également touchées par ces événements et peuvent complètement paralyser la circulation d'un village (exemples de Kawéni, ou Bouéni en 2012).

1.2. Facteurs naturels aggravants en jeu

1.2.1. Aléa cyclonique

Selon la définition du BRGM, « *les cyclones sont des perturbations atmosphériques tourbillonnaires, de grande échelle, associées à une zone de basses pressions. Ils se forment dans les régions tropicales. Ils sont caractérisés par des pluies intenses et des vents très violents (supérieurs à 118 km/h et jusqu'à 350 km/h) tournant dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère sud. Les vents les plus violents se rencontrent autour de l'œil, qui est une zone de calme. Une conséquence des cyclones est la surélévation du niveau de la mer, appelée surcote cyclonique.* »²

1.2.2. Aléa inondation

Selon le BRGM, « *on distingue différents types d'inondations qui peuvent se produire indépendamment l'une de l'autre, ou bien simultanément, en particulier pendant la saison cyclonique. Il s'agit d'inondations générées par :*

- débordement de cours d'eau, en différenciant les crues « de plaines » et les crues « torrentielles »,
- débordements des réseaux pluviaux (ou ruissellement urbain),
- submersion marine (cf. aléa cyclonique).

Les zones généralement touchées sont ainsi les zones voisines des cours d'eau pérenne ou non pérenne, les dépressions, les agglomérations et les plaines littorales. »³

² Confer BRGM, Plans de Prévention des Risques Naturels.

³ Idem.

1.2.3. Aléa mouvement de terrain

Selon le BRGM, « *un mouvement de terrain correspond à un déplacement gravitaire de terrains déstabilisés sous l'effet de sollicitations naturelles ou anthropiques (liées aux activités humaines).*

D'autres phénomènes, en particulier lors d'épisodes pluvieux intenses, peuvent accompagner les glissements de terrain :

- Les coulées de boue correspondent à un transport de matériaux sous forme plus ou moins fluide et à vitesse élevée. Elles se déclenchent généralement dans des terrains altérés et meubles, saturés en eau (zones d'émergence de sources par exemple) et sur des pentes généralement fortes. Elles correspondent souvent à l'évolution d'un glissement de terrain du fait de la forte teneur en eau des matériaux mobilisés. Une coulée boueuse montre presque toujours : une zone supérieure élargie (zone de départ de la coulée), un chenal d'écoulement étroit (zone de transfert) et un lobe terminal (zone d'atterrissement) élargi en un cône de déjection de profil convexe.
- Les laves torrentielles charrient également de la boue et des blocs mais elles ont généralement une teneur en eau et une vitesse d'écoulement plus élevées qu'une coulée boueuse. Elles ne surviennent que dans des axes d'écoulement préexistants (concentration suivant les ravines), alors que la coulée de boue peut survenir dans une pente sans qu'il y ait de chenal. Une lave torrentielle a un pouvoir destructeur plus important qu'une crue torrentielle de débit équivalent, en raison, essentiellement, de la quantité des matériaux charriés ainsi que de la densité du fluide qui les transporte. Les laves torrentielles sont fréquemment liées à la rupture d'embâcle, ou du comblement du lit d'un cours d'eau (par exemple par un débordement). Ce barrage naturel crée dans un premier temps une retenue d'eau et s'imbibe peu à peu ; il arrive en général un moment où le barrage est soit trop humide, soit de dimensions trop limitées pour résister à la poussée de la masse d'eau à son arrière, et cède, libérant un mélange d'eau et de matériaux solides formant une lave torrentielle. »⁴

1.3. Facteurs humains aggravants

1.3.1. Pollution anthropique

- Insalubrité des réseaux

⁴ Confer BRGM, Plans de Prévention des Risques Naturels

Largement identifié dans les phases de diagnostic des premiers Schémas Directeurs Communaux de Gestion des Eaux Pluviales réalisés sur notre territoire, une autre problématique réside dans l'insalubrité du réseau, liée à une concentration dans le réseau pluvial :

- d'eaux usées domestiques ;
- des détritiques jonchant la voie publique charriés par les eaux de ruissellement.

Le premier point s'explique en partie par l'absence de réseau de collecte des eaux usées dans certains quartiers. Aussi des riverains, dont le logement n'est pas équipé d'un dispositif de traitement adéquat, rejettent directement leurs eaux usées dans le réseau pluvial.

Il ressort également d'une étude sociologique (Thèse Aude Sturma) que les occupants d'habitation effectuent également des rejets d'eaux grises dans le milieu naturel en raison de représentation culturelle n'associant pas les eaux grises à des eaux usées.

Ce caractère insalubre du réseau pluvial est amplifié en saison sèche par l'absence de rinçage naturel.



Figure 8 Insalubrité d'une ravine (Majicavo-Koropa)

- **Pollution chronique**
 - **Origine de la pollution :**

La pollution des eaux de pluie a deux origines :

- le lessivage de l'atmosphère et des surfaces sur lesquelles ruissellent les eaux pluviales,
- le rinçage et l'entraînement dans les réseaux des matières accumulées par temps sec.

Les principales formes de pollution des eaux ruisselant sur des surfaces imperméables urbaines sont les suivantes :

- les matières solides, flottants et macro-déchets,
- les matières en suspension (MES) proviennent essentiellement de l'érosion des sols et adsorbent divers polluants tels que les métaux lourds, et les engrais,

- les métaux lourds, notamment : zinc (gouttières), cuivre, nickel, fer...,
- les micropolluants (hydrocarbures, pesticides...) qui se retrouvent associés aux MES,
- la contamination bactérienne,
- les matières organiques.

Les apports d'eaux pluviales de ruissellement dans le milieu naturel peuvent entraîner deux types de conséquences dommageables à ces milieux :

- **Les effets cumulatifs :**

Les déversements répétés de matières en suspension et l'absorption de certains polluants au sein de ces sédiments peut être un facteur contribuant à la dégradation du milieu naturel.

- **Les effets de choc :**

Lors d'orages sur des secteurs imperméabilisés, le ruissellement des eaux de pluie peut amener des quantités non négligeables de polluants dans le milieu naturel sur un court laps de temps, notamment après une longue période de temps sec (concentrations importantes des eaux en polluants).

- **Les déchets de chantier**

Les chantiers du BTP sont une source potentielle de pollution des eaux pluviales, en particulier lorsqu'il n'est pas entrepris une gestion des déchets ou que cette démarche n'est pas respectée en phase travaux.

La mise en place des filières nécessaires à une gestion des déchets de chantier reste relativement récente à Mayotte (moins de 10 ans pour certaines filières). Ces actions ont été portées par des efforts communs de l'ADEME, de la DEAL et de la CCI. Il reste maintenant à sensibiliser l'ensemble des acteurs de ce secteur, apprendre à valoriser les déchets en recyclage et développer les dernières filières manquantes.

- **Accroissement des ruissellements par l'urbanisation contrôlée et non contrôlée**

La qualité du drainage artificiel des eaux de pluies sur les territoires communaux dépend fortement de la classification en zonage urbain.

Si les zones U, quartiers historiques des villages, sont en général bien fournis en ouvrages hydrauliques le long des voiries et cheminements piétons aménagés, le niveau d'équipement des zones de nouvelle urbanisation est très aléatoire.

Dans certaines zones d'urbanisation nouvelle, les opérations de lotissements communaux ont abouti à la mise en place progressive de ces réseaux.

En revanche, les zones d'urbanisation nouvelle et spontanée, c'est-à-dire n'ayant pas bénéficié d'un programme préalable d'aménagement concerté, sont dépourvues de tout réseau.

Il est également à noter le faible niveau d'équipement de l'habitat particulier en termes de dispositifs de collecte des eaux de toitures.

- **Pollutions accidentelles**

Cette source de pollution, extraordinaire car soumis à incident, pouvant impacter la qualité des eaux de surface ou les nappes souterraines de faibles profondeurs, trouve son origine dans:

- le transport ou stockage de marchandises dangereuses. Rappelons que les produits les plus transportés par la route sur le territoire mahorais sont les produits pétroliers,
- le dysfonctionnement des stations de traitement des eaux usées ou de postes de relevage, générant un relargage d'effluents potentiellement non-traités.

2. Description des étapes-clés pour mener à bien un projet

Aujourd'hui, pour tout projet d'aménagement urbain envisagé par un Maître d'Ouvrage, l'objectif est d'anticiper au plus tôt la gestion des eaux pluviales afin de faciliter leur intégration au sein du projet et d'éviter que ce dernier ne soit à l'origine d'un risque d'aggravation des inondations et de la pollution des zones situées plus en aval.

Pour cela, les différentes étapes qu'il convient de suivre et de respecter pour aboutir à un projet optimisé vis-à-vis de la gestion des eaux pluviales sont décrites ci-après :

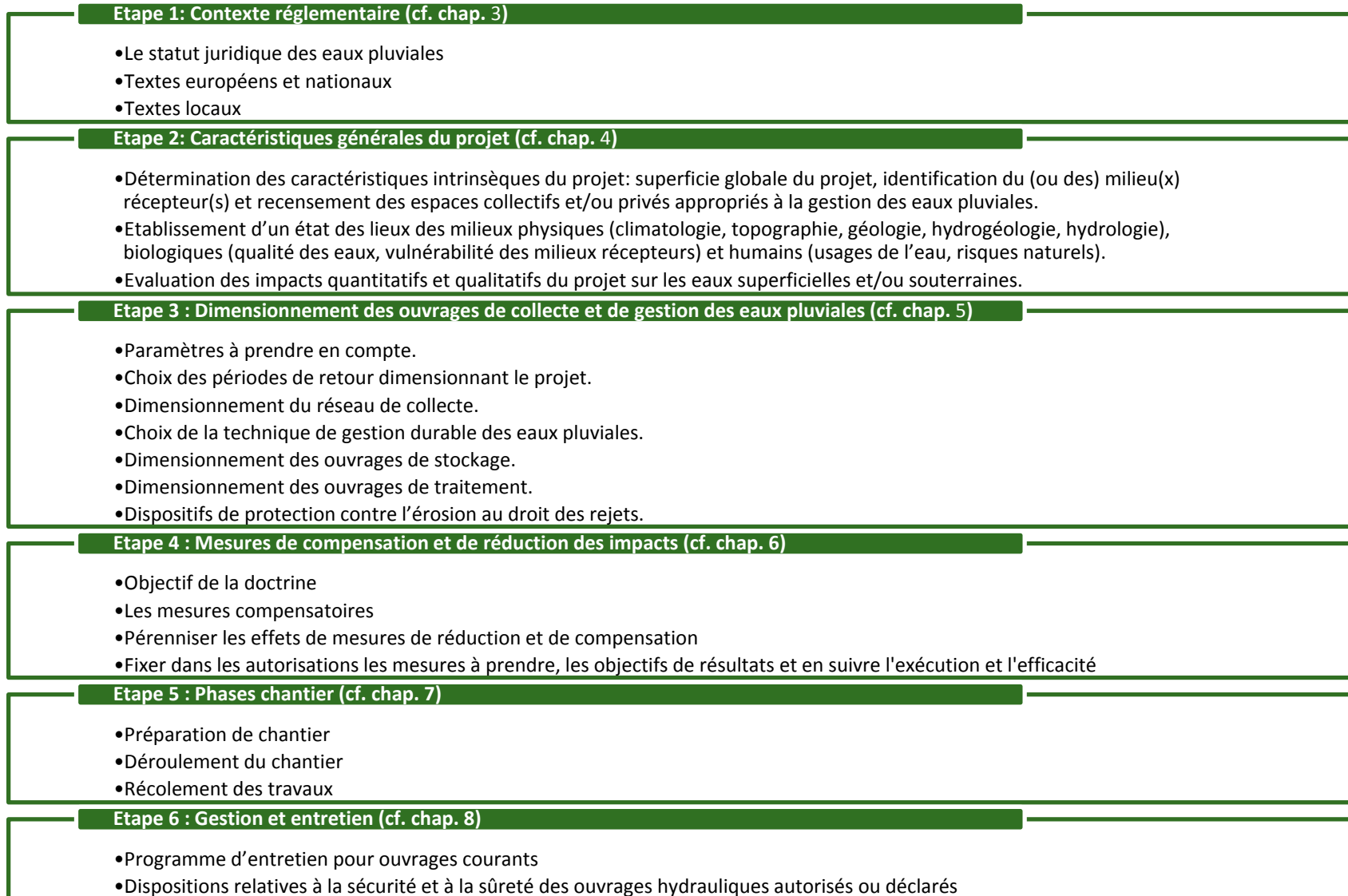


Figure 9 Etapes-clés d'un projet

3. Etape 1 – Contexte réglementaire

3.1. Le statut juridique des eaux pluviales

Bien que l'eau, au sens large du terme, occupe une place primordiale au sein de notre existence, elle n'est pas appréhendée de façon globale par le Droit. De multiples raisons sont a priori à l'origine de cet état de fait : on ne peut en effet pas l'assimiler à un élément indissociable auquel pourrait être attribué une nature juridique unique, elle se présente sous différentes formes (douce, salée, libre, captive, etc.), différents états et s'avère extrêmement mobile.

On peut cependant noter que la loi n°92-3 du 3 janvier 1992 (ex-Loi sur l'Eau inscrite au Code de l'Environnement) a reconnu l'eau comme une entité juridique en déclarant que : *“L'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels, sont d'intérêt général”*.

Quoiqu'il en soit, il ne peut être véritablement défini de nature juridique de l'eau. En ce qui concerne plus spécialement les eaux pluviales, qui rassemblent les eaux de pluie, les eaux d'infiltration (ainsi que les eaux issues de la fonte des neiges et la grêle), on constate que la qualification et le régime juridique ont la possibilité d'évoluer en fonction du circuit emprunté par les eaux :

- Les précipitations : A ce stade, l'eau ne peut faire l'objet d'une appropriation privée. L'article 714 du Code Civil indique à ce titre que : “Il est des choses qui n'appartiennent à personne et dont l'usage est commun à tous. Des lois de police règlent la manière d'en jouir”. Ce statut repose sur le caractère inépuisable de la ressource et sur l'impossibilité pratique de se l'approprier.
- La traversée de la propriété privée : A cette étape, l'eau peut conserver son statut de chose commune, qui ne fait que transiter sur une propriété privée, ou bien changer de catégorie. C'est l'article 641 du Code Civil qui évoque la possibilité d'appropriation privée des eaux pluviales en ces termes : “Tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds”.

Le propriétaire du fonds dispose d'un droit de propriété entier sur cette eau : il peut la capter intégralement et la stocker, l'utiliser pour son usage personnel domestique ou professionnel et même la vendre.

Dans le cas où ces eaux ne sont pas interceptées, il est du devoir de tout propriétaire de ne pas modifier les écoulements, ni d'aggraver les risques sur les fonds inférieurs ou supérieurs (cf. articles 640, 641 et 681) : *“Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué. Le*

propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement. Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur”, “Si l’usage de ces eaux [pluviales] ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d’écoulement établie par l’article 640, une indemnité est due au propriétaire du fonds inférieur”, “Tout propriétaire doit établir des toits de manière que les eaux pluviales s’écoulent sur son terrain ou sur la voie publique ; il ne peut les faire verser sur le fonds de son voisin”.

La réception par le milieu : Une fois drainées (naturellement ou non), les eaux pluviales non infiltrées aboutissent dans des cours d’eau au sein desquels leur nature juridique n’évolue pas : elles restent une chose commune. En revanche, seul le contenant peut appartenir à un propriétaire public ou privé : on parle alors de cours d’eau domaniaux (domaine public fluvial) et non domaniaux. Les droits sur l’eau sont des droits d’usage tels que mentionnés dans les articles 644 du Code Civil et L215-1 et L215-2 du Code de l’Environnement.

Article 644 (Code Civil) : *“Celui dont la propriété borde une eau courante, autre que celle qui est déclarée dépendance du domaine public par l’article 538 au titre “De la distinction des biens”, peut s’en servir à son passage pour l’irrigation de ses propriétés. Celui dont cette eau traverse l’héritage peut même en user dans l’intervalle qu’elle y parcourt, mais à la charge de la rendre, à la sortie de ses fonds, à son cours ordinaire” ;*

Article L215-1 (Code Environnement) : *“Les riverains n’ont le droit d’user de l’eau courante qui borde ou qui traverse leurs héritages que dans les limites déterminées par la loi. Ils sont tenus de se conformer, dans l’exercice de ce droit, aux dispositions des règlements et des autorisations émanant de l’administration” ;*

Article L215-2 (Code Environnement) : *“Le lit des cours d’eau non domaniaux appartient aux propriétaires des deux rives. Si les deux rives appartiennent à des propriétaires différents, chacun d’eux a la propriété de la moitié du lit, suivant une ligne que l’on suppose tracée au milieu du cours d’eau, sauf titre ou prescription contraire. Chaque riverain a le droit de prendre, dans la partie du lit qui lui appartient, tous les produits naturels et d’en extraire de la vase, du sable et des pierres, à la condition de ne pas modifier le régime des eaux et d’en exécuter l’entretien conformément à l’article L. 215-14”.*

3.2. Rappel de la législation existante

Pour tout complément d’informations relatif à ce thème, le lecteur pourra utilement se référer au site legifrance.fr.

3.2.1. Textes européens et nationaux

- La réglementation européenne

Il s'agit ici de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) du 23 octobre 2000 qui est transposée en droit français par la loi n°2004-338 du 21 avril 2004 et le Code de l'Environnement. Elle s'applique au travers des SDAGE (Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux) et de leur programme de mesures, établis par grands bassins versants, et les SAGE (Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux), élaborés plus localement par bassin versant (cf. § ·).

Le principal objectif de la DCE étant l'atteinte d'un bon état général des eaux souterraines et superficielles à l'horizon 2021 pour Mayotte, des mesures relatives à la maîtrise du ruissellement pluvial et de ses impacts sont nécessairement envisagées dans les SDAGE et SAGE.

- **Le Code de l'Environnement (ex loi sur l'eau)**

La loi sur l'eau n°92-3 du 3 janvier 1992 a pour objectif de garantir la gestion équilibrée des ressources en eau. Elle a fait l'objet d'une révision en décembre 2006 et est aujourd'hui inscrite au Code de l'Environnement (articles L214-1 à L214-6).

Les installations, ouvrages, travaux ou activités visés par la nomenclature de l'article R214-1 de ce même code, sont soumis à une procédure de déclaration ou d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau selon l'ampleur et la gravité de leurs effets sur les milieux aquatiques et les ressources en eau en général.

Remarque importante : les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ne sont pas concernées par la procédure loi sur l'eau. Elles relèvent donc uniquement des régimes de déclaration et d'autorisation institués par la loi du 19 juillet 1976 relative aux ICPE codifiée dans le Code de l'Environnement (Livre V, titre 1^{er}). Les articles correspondants précisent notamment le contenu des dossiers qu'il convient d'établir pour les projets soumis à déclaration, à enregistrement ou à autorisation. A ce titre, seul le dossier d'autorisation comporte une étude d'impact sur l'environnement dont un volet sur les milieux aquatiques. Néanmoins, toute installation classée doit être compatible avec les objectifs de gestion équilibrée de la ressource en eau (cf. circulaire DPPR/SEI du 8 février 1995).

En ce qui concerne les eaux pluviales, la rubrique 2.1.5.0 fixe le cadre juridique des rejets s'effectuant dans les eaux douces superficielles, sur le sol ou dans le sous-sol :

- Si la superficie totale du projet, augmentée de la surface du bassin versant intercepté (cf. explication sur le schéma ci-après), est supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha, il s'agit d'une déclaration ;
- Si cette superficie, augmentée de celle du BV intercepté, est supérieure ou égale à 20 ha, il s'agit alors d'une autorisation.

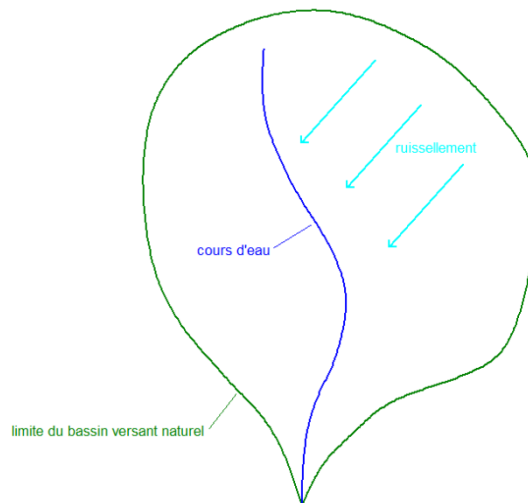


Figure 10 Schéma explicatif de la rubrique 2.1.5.0 (Loi sur l'eau) – Etat initial

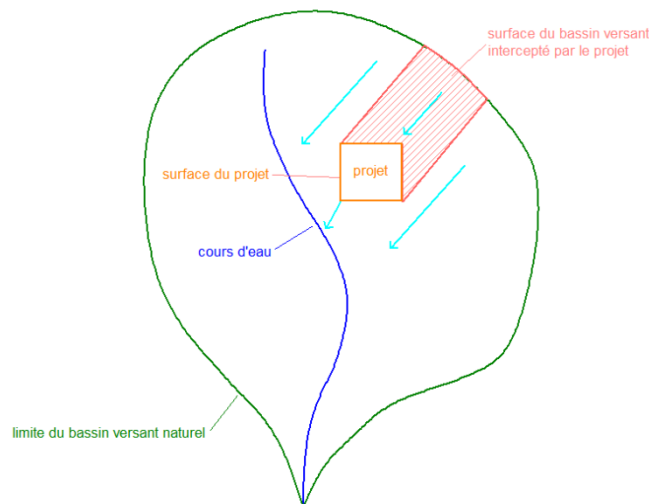


Figure 11 Schéma explicatif de la rubrique 2.1.5.0 (Loi sur l'eau) – Etat projet

Si la superficie totale du projet est inférieure à 1 ha (augmentée de celle du bassin versant intercepté), aucune procédure loi sur l'eau n'est nécessaire. En revanche, le projet doit respecter les textes en vigueur (Code Civil, Schéma Directeur des Eaux Pluviales de la commune concernée, etc.) et notamment ne pas aggraver les risques d'inondation des terrains situés en aval.

Le dossier Loi sur l'Eau est à engager par le porteur du projet et à réaliser de préférence en parallèle de la conception du projet afin d'optimiser ce dernier et de limiter ses incidences sur le milieu naturel.

Dans le cas particulier d'un rejet dans un réseau existant (privé ou public), une autorisation de raccordement doit être délivrée par le gestionnaire du réseau qui précise notamment les conditions de déversement). A noter que contrairement aux eaux usées, il n'y a pas d'obligation à accepter les eaux pluviales (cf. article L.1331-1 du Code de la santé publique).

*Figure 12 Procédure au titre de la loi sur l'eau*

- **Le Code Civil**

Comme évoqué en préambule du présent chapitre 4, trois articles du Code Civil réglementent l'usage des eaux pluviales. Il s'agit :

- De l'article 640 : "Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué. Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement. Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur" ;
- De l'article 641 : "Si l'usage de ces eaux [pluviales] ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d'écoulement établie par l'article 640, une indemnité est due au propriétaire du fonds inférieur" ;
- Et de l'article 681 : "Tout propriétaire doit établir des toits de manière que les eaux pluviales s'écoulent sur son terrain ou sur la voie publique ; il ne peut les faire verser sur le fonds de son voisin".

- **La directive inondation**

La Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et la gestion des risques d'inondations dite « Directive Inondation », a pour principal objectif d'établir un cadre pour l'évaluation et la gestion globale des risques d'inondations, qui vise à réduire les conséquences négatives pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique associées aux différents types d'inondations dans la Communauté.

La Directive Inondation a été transposée en droit français par les 2 textes suivants :

- L'article 221 de la Loi d'Engagement National pour l'Environnement dite « LENE » du 12 juillet 2010.
- Le décret n° 2011-227 du 2 mars 2011 relatif à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation.

Cette transposition française prévoit une mise en œuvre à trois niveaux :

- National
- District hydrographique
- Territoire à Risques d'Inondations importants (TRI).

Au niveau national, le Ministre en charge l'Ecologie définit une Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondations (SNGRI) qui doit qualifier les critères de caractérisation de l'importance du risque d'inondations sur les base des évaluations préliminaires élaborées dans chaque district hydrographiques français.

Au niveau de chaque district hydrographique, le Préfet Coordonnateur de Bassin :

- élabore une Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondations (EPRI)

- sélectionne des Territoires à Risques d'Inondations importants d'inondations (TRI) sur la base de l'EPRI et des critères nationaux définis dans le cadre de la SNGRI
- élabore des cartes des surfaces inondables et des risques d'inondations pour le 22 décembre 2013
- définit la liste des stratégies locales à élaborer pour les Territoires à Risques d'Inondations importants (TRI) au plus tard deux après avoir sélectionné les TRI
- élabore un Plan de Gestion des Risques d'Inondations (PGRI) sur le district pour le 22 décembre 2015. Il présente les objectifs de gestion fixés et les moyens d'y parvenir.

L'ensemble de ces étapes sont révisées tous les 6 ans suivant un calendrier commun à celui de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

- **La norme NF EN 752**

Cette norme européenne, établie en novembre 1996 puis révisée en mars 2008, définit des prescriptions en matière de dimensionnement hydraulique, de conception, de réhabilitation et d'entretien des réseaux d'assainissement à l'extérieur des bâtiments.

Bien que le niveau de performance hydraulique d'un réseau d'assainissement pluvial relève généralement des autorités compétentes (service de la Police de l'Eau, collectivités locales, etc.), cette norme propose des valeurs pour les fréquences de défaillance des réseaux en fonction des enjeux socio-économiques existants et du risque d'inondation avéré ou non.

3.2.2. Textes locaux

Les différents documents évoqués dans les chapitres qui suivent doivent être examinés préalablement à toute conception d'un projet d'aménagement dans la mesure où ils sont susceptibles d'orienter ses caractéristiques.

- **Les SDAGE et SAGE**

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux est un document de planification décentralisé qui définit, pour une période de 6 ans (cycle de gestion), **les grandes orientations pour une gestion équilibrée de la ressource en eau ainsi que les objectifs de qualité et de quantité des eaux à atteindre**. Il est établi en application de l'article L.212-1 du Code de l'Environnement.

Le SDAGE, de par la portée juridique qui lui a été attribuée, peut orienter les différents documents qui doivent lui être compatibles (Schéma Départemental des Carrières, SCOT, PLU, cartes communales, etc.) vers des objectifs et des niveaux d'exigence particuliers en lien avec les caractéristiques des masses d'eau et les pressions des activités humaines qui s'y exercent.

Cette portée juridique a des conséquences sur la forme du SDAGE :

- Les **orientations fondamentales** doivent fixer les grandes lignes directrices d'une gestion équilibrée de la ressource en eau et définir les règles en matière d'urbanisme ;

- Les **dispositions** doivent modifier ou conforter les processus de décisions administratives dans le domaine de l'eau et créer ainsi un cadre administratif favorable à la mise en œuvre des mesures définies dans le Programme de mesures.

Parmi les orientations et dispositions du SDAGE de Mayotte, qui a été approuvé par arrêté préfectoral le 10 décembre 2009, celles en relation avec la gestion des eaux pluviales sont présentées ci-après :

- Orientation fondamentale 3 : Lutter contre les pollutions. Trois orientations peuvent être distinguées ici :
 - ↳ *Orientation 3.3 : réduire voire supprimer les émissions de substances polluantes dangereuses issues des diverses activités humaines (domestiques - déchets - industries, activités artisanales, ICPE) ;*
 - ↳ *Orientation 3.6 : promouvoir la mise en place d'une gestion performante des déchets pour la préservation des milieux aquatiques ;*
 - *Orientation 3.7 : anticiper et réduire les pressions polluantes dues au développement des infrastructures économiques de l'île (compatibilité avec les systèmes de collecte et de traitement des eaux usées, gestion des eaux pluviales, etc.).*
- Orientation fondamentale 4 : Gérer les risques naturels (inondation, ruissellement, érosion, submersion marine).
 - ↳ *L'orientation 4.3 encourage la maîtrise des eaux de ruissellement pour l'ensemble des aménagements urbains et recommande la réalisation de Schémas Directeurs d'Assainissement des Eaux Pluviales qui permettront en particulier d'aboutir à la limitation des surfaces imperméabilisées, à la préconisation de techniques alternatives ou compensatoires et à leur réutilisation en vue d'économiser l'eau potable.*
- Orientation fondamentale 6 : Doter Mayotte d'outils de gestion performants (connaissance, technique, financier, etc.). Trois orientations sont également concernées ici :
 - ↳ *Orientation 6.1 : accroître les connaissances (développement d'une base SIG sur le thème de l'environnement) ;*
 - ↳ *Orientation 6.3 : accompagner les collectivités territoriales dans leurs nouvelles compétences dans le domaine de l'eau ;*
 - ↳ *Orientation 6.5 : assurer la cohérence des politiques d'aménagement (documents d'urbanisme notamment) avec la préservation de l'environnement et de la ressource en eau.*

Le SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) est un outil d'application du SDAGE à l'échelle d'un sous-bassin versant ou d'un groupement de sous-bassins versants. Il a pour objectif la recherche d'un équilibre durable entre protection des milieux aquatiques et satisfaction des usages. Ce document peut notamment définir des prescriptions particulières en termes de gestion des eaux pluviales (objectifs réglementaires, choix des techniques) auxquelles doivent se contraindre les maîtres d'ouvrages soumis à une procédure Loi sur l'Eau. A ce jour, aucun SAGE n'a encore été établi sur l'île de Mayotte.

- **Les PPR**

Le PPR (Plan de Prévention des Risques naturels) est un outil réglementaire institué par la loi n°95-101 du 2 février 1995 dite loi Barnier. Il n'est pas obligatoire mais est prescrit à l'initiative du Préfet s'il s'avère nécessaire.

Il est codifié aux articles L.562-1 à L.562-9 du Code de l'Environnement et peut traiter différents aspects des risques naturels : inondations, mouvements de terrain, avalanches, etc.

Le Plan de Prévention des Risques Inondations (PPRI) vise à prévenir et limiter les conséquences de fortes crues. Il se décline en deux principaux volets :

- Une cartographie des risques (secteurs susceptibles d'être inondés) ;
- Un règlement qui fixe les règles d'urbanisme, de construction et de gestion applicables dans chacune des zones pour les biens et activités existants ou à venir. Les mesures proposées peuvent bien entendu concerner les eaux pluviales qui ne doivent pas accroître le risque d'inondation sur les zones situées en aval. A titre d'information, précisons que certaines zones soumises à un risque significatif de mouvement de terrain (lorsque ce risque est cartographié) peuvent être soumises à une interdiction d'infiltration des eaux pluviales en raison de son rôle dans l'apparition d'instabilité de terrains.

Sur l'île de Mayotte, des PPR multirisques (inondations et mouvements de terrain) sont en cours d'élaboration sur les 10 communes suivantes : Mamoudzou, Dzaoudzi, Koungou, Pamandzi, Sada, Bandraboua, Chiconi, Dombéni, Mtsamboro et Acoua.

- **Les PLU**

Le Plan Local d'Urbanisme (anciennement dénommé Plan d'Occupation des Sols ou POS) organise le développement d'une commune en fixant des règles d'urbanisme à l'horizon d'une dizaine d'années : zones constructibles, coefficient d'occupation des sols, prescriptions architecturales, etc.

Il comporte 4 documents : le rapport de présentation, le PADD (Projet d'Aménagement et de Développement Durable), le règlement avec le zonage et les annexes. Il doit être compatible avec les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau et les objectifs de qualité et de quantité définis dans les SDAGE ainsi qu'avec les objectifs de protection inscrits aux

SAGE. A ce titre, les PLU doivent être rendus compatibles avec les SDAGE au plus tard le 31 décembre 2012.

Enfin, le PLU doit être cohérent avec la prévention du risque d'inondation par ruissellement pluvial urbain : définition de zones constructibles, densité, gestion des eaux pluviales. En s'appuyant sur ces différents éléments et sur le zonage pluvial, le règlement d'un PLU peut ainsi adopter des prescriptions destinées à favoriser l'infiltration ou le stockage temporaire des eaux pluviales qui sont alors exigées de tout aménageur.

Les PLU sont actuellement en vigueur sur les 17 communes de l'île de Mayotte.

- **Le Schéma Directeur de gestion des Eaux Pluviales**

De nombreuses communes se sont engagées d'un Schéma Directeur de gestion des Eaux Pluviales (SDEP), certains sont maintenant terminés (par exemple Dombéni, Koungou, Tsingoni), d'autres en cours (Chirongui, Mtsangamouji, Ouangani) et les autres à venir.

Le Schéma Directeur de gestion des Eaux Pluviales (SDEP) est un outil qui permet à la commune de concilier le développement économique du territoire et la préservation des milieux naturels recevant les effluents. Il se compose généralement des trois phases successives suivantes :

- Un état des lieux (identification des réseaux et ouvrages existants, analyse de leur fonctionnement, recensement des zones sensibles aux inondations et/ou aux apports de pollution) ;
- La définition d'un programme d'actions dont l'identification de mesures d'urgence (gestions quantitative et qualitative des rejets d'eaux pluviales) ;
- La retranscription des conclusions sous la forme d'un zonage d'assainissement accompagné d'un règlement.

Une fois approuvé, le SDEP doit être intégré au PLU afin notamment de préciser les règles de desserte.

Pour tout aménageur, le SDEP se révèle être un outil majeur au sein duquel diverses informations y sont rassemblées telles que :

- Des données sur la pluviométrie et sur l'hydrologie ;
- L'implantation des réseaux existants et leurs capacités (ces plans sont notamment utiles lors de la recherche d'un exutoire pour tout nouveau projet) ;
- Les différents types de solutions permettant de gérer au mieux les eaux pluviales ;
- Les règles particulières applicables (débit de fuite maximal exprimé en l/s/ha par exemple).

Précisons enfin que l'article L2333-97 du Code Général des Collectivités Territoriales prévoit que la collectivité peut instituer une taxe pour la gestion des eaux pluviales qui peut dès lors être affecté à son financement.

Sur l'île de Mayotte, plusieurs SDEP ont été engagés dont certains sont à ce jour finalisés. Les communes actuellement couvertes (ou en passe de l'être) par un SDEP sont Mamoudzou (hors agglomération c'est-à-dire Tsoundzou I et II, Passamaïnty, Doujani, Mtsapéré, Kaweni, Hamaha, zone NEL), Sada, Mtsamboro, Dzaoudzi, Pamandzi, Chirongui, Kougou, Tsingoni et Dembéli. Soulignons que les 5 premiers ont donné lieu à la description de scénarios de travaux d'urgence étudiés à un stade d'étude préliminaire.

- **Le zonage d'assainissement pluvial**

Le zonage d'assainissement pluvial, qui constitue la finalité d'un SDEP, est un outil réglementaire qui permet de fixer des prescriptions cohérentes en termes de gestion des eaux pluviales à l'échelle d'un territoire communal ou intercommunal.

Ces prescriptions peuvent être d'ordres techniques (description de différents types d'ouvrages envisageables), quantitatifs (définition d'un niveau de rejet – superficiel ou souterrain) et/ou qualitatifs (mise en œuvre d'un traitement avant rejet).

Le zonage d'assainissement est issu de la Directive Européenne relative au traitement des eaux résiduaires urbaines (directive n°91/271/CEE du 21 mai 1991, dite "directive ERU") et est transposé en droit interne dans l'article L2224-10 du Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT).

Cet article oblige les communes ou les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) à délimiter, après enquête publique, des zones :

- Où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement ;
- Et où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, si besoin, le traitement des eaux pluviales lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire à l'efficacité des dispositifs d'assainissement.

La délimitation de ces zones s'effectue selon les règles de l'article R123-11 du Code de l'Urbanisme (modifié par le décret n°2012-290 du 29 février 2012) ce qui témoigne du lien étroit qui existe entre le zonage d'assainissement et l'urbanisme. A ce titre, la délimitation doit être utilisée lors de l'élaboration ou de la révision des documents d'urbanisme mais également si la procédure de zonage est réalisée de manière indépendante.

Une fois adoptées, les dispositions du zonage d'assainissement doivent être rendues opposables aux tiers. **Pour les communes ayant adopté un PLU, le zonage d'assainissement doit être annexé au document lors de son élaboration ou de sa révision.** En revanche, pour les communes n'ayant pas adopté de PLU, l'opposabilité du zonage approuvé sera réalisée par arrêté municipal.

Soulignons que le document de zonage n'a aucune valeur réglementaire s'il ne passe pas par les étapes d'enquête publique et d'approbation. Aussi, s'il est traité seul, le zonage n'est pas

systématiquement consulté dans les projets d'aménagement ou de construction, d'où l'intérêt de l'intégrer au PLU.

Sur Mayotte, l'ensemble des SDEP, réalisés ou en cours d'élaboration, intègre un zonage pluvial qui apparaît d'autant plus crucial que le développement urbain des communes est en pleine croissance. Il permet ainsi de concilier ce nécessaire développement avec une limitation des incidences négatives, en termes quantitatifs et qualitatifs, sur les réseaux et les ravines.

A ce jour, aucun n'a donné lieu à enquête publique et intégration au PLU.

- **Le règlement d'assainissement**

Ce document définit notamment les conditions et modalités de déversement des eaux pluviales dans le réseau public de la collectivité. Il est défini à l'article L224-12 du Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT) : *"Les communes et les groupements de collectivités territoriales, [...], établissent, pour chaque service d'eau ou d'assainissement dont ils sont responsables, un règlement de service définissant, en fonction des conditions locales, les prestations assurées par le service ainsi que les obligations respectives de l'exploitant, des abonnés, des usagers et des propriétaires"* dans l'objectif d'assurer la sécurité, l'hygiène et la protection de l'environnement.

Bien que la collectivité n'ait aucune obligation de collecte des eaux pluviales issues des propriétés privées (à la différence des eaux usées), le raccordement peut être proposé, réglementé voire imposé par le règlement d'assainissement tel qu'indiqué à l'article L1331-1 du Code de la Santé Publique : *"La commune peut fixer des prescriptions techniques pour la réalisation des raccordements des immeubles au réseau public de collecte des eaux usées et des eaux pluviales"*.

La décision de collecter et de traiter les eaux pluviales résulte de choix technique, économique et politique. Elle prend ainsi en considération la sensibilité de zones aux risques d'inondations par ruissellement et aux risques de pollution (captage AEP, milieu récepteur sensible), la capacité de filtration et d'infiltration des sols, les risques de glissement de terrains par infiltration, etc.

- **Le PADD**

Le Plan d'Aménagement et de Développement Durable de Mayotte rappelle notamment que le risque de pollution des eaux superficielles et souterraines est important, du fait de la déficience voire de l'absence de systèmes d'assainissement des eaux usées et pluviales, et qu'il convient donc de mettre en œuvre tout aménagement permettant de préserver ces milieux.

La proposition de mesures de gestion des eaux pluviales, telles que décrites dans ce guide, va donc dans ce sens.

- **Le règlement sanitaire départemental de Mayotte**

Le Règlement Sanitaire Départemental traite d'eau à travers différentes rubriques que sont :

- les eaux destinées à la consommation humaine (Titre I) et définit à ce titre les modalités de stockage des eaux de pluies et les conditions d'usages ;

- les locaux d'habitation ou non et assimilés (Titres II&III) et stipule les tâches d'entretien et d'exploitation des ouvrages d'évacuation des eaux pluviales et usées ;
 - l'élimination des déchets et mesures de salubrités générales (Titre IV) et encadre les déversements ou dépôt des matières dangereuses ;
 - l'hygiène en milieu rural (Titre VIII) et explicite les mesures de protection de la ressource, ainsi que le devenir des boues de curage des plans d'eau, fossés et cours d'eau.
- **Le contrat local de santé (CLS)**

Le contrat local de santé est construit à partir d'un diagnostic participatif partagé élaboré par l'ARS, la collectivité territoriale concernée et ses partenaires, qui décrit la situation sanitaire, économique et sociale ainsi que l'offre en santé du territoire donné.

Par le dialogue et la dimension partenariale qu'il apporte, le contrat local de santé est un lieu d'expression et de démocratie sanitaire, dans la mise en œuvre concrète d'une démarche santé ciblée géographiquement et adaptée aux besoins de santé des populations les plus vulnérables.

3.2.3. Autres données et réglementations à prendre en considération dans la définition du projet

- **Les captages d'eau potable**

Les captages destinés à l'alimentation en potable, quelque soit son origine (superficielle ou souterraine), sont sensibles à tous rejets. Afin de limiter le risque de dégradation de la qualité de ces eaux, des périmètres de protection immédiate, rapprochée, éloignée sont définis en fonction de la vulnérabilité de la ressource et inscrits dans les arrêtés préfectoraux autorisant le captage.

Pour chaque périmètre de protection, des prescriptions sont établies au cas par cas en fonction de la vulnérabilité de la ressource. Dans le périmètre de protection immédiate, toute activité est proscrite à l'exception de celle directement liée à l'exploitation de la ressource. Les prescriptions des autres périmètres (rapprochés/éloignés) visent dans certains cas, des aménagements ou des pratiques pouvant porter atteinte à la qualité des eaux captées, en particulier à l'intérieur du périmètre de protection rapprochée où les infiltrations d'eaux pluviales peuvent être interdites.

- **La lutte anti-vectorielle**

A Mayotte, on dénombre plusieurs espèces de moustiques qui sont potentiellement vectrices de maladies (chikungunya, dengue, paludisme). Etant donné que le stade larvaire du moustique nécessite des zones d'eaux stagnantes, il est impératif que les mesures de gestion des eaux pluviales proposées ne créent pas de nouveaux lieux de ponte. En conséquence, il conviendra de veiller à :

- concevoir les ouvrages de rétention des eaux pluviales aérien de façon à pouvoir les vidanger en moins d'une semaine ce qui correspond à la durée moyenne de la phase aquatique du moustique;
- rendre accessibles les zones d'eaux stagnantes présentes dans le réseau d'eaux pluviales à des actions de lutttes mécaniques et /ou biologiques (collectivités, service de la lutte anti vectorielle de l'ARS, ...) ;
- éloigner les zones potentiellement génératrices de développement larvaire des zones habitées ;
- assurer un écoulement des eaux pluviales au niveau des exutoires ;
- prévenir l'accumulation des déchets dans les réseaux d'eaux pluviales et les rejets intempestifs d'eaux usées.

Il est également possible d'introduire dans certains ouvrages de rétention, une espèce de poisson (le Guppy) sous réserve qu'elle ne constitue pas une espèce envahissante.

• Les zones de baignade

Les rejets et exutoires d'eaux pluviales peuvent porter atteinte à la qualité de l'eau des zones de baignades autorisées et notamment en cas de fortes pluies.

Le maître d'ouvrage doit donc s'assurer par un état des lieux détaillé que son projet n'aura aucune incidence sur l'activité de baignade dans les circonstances précitées.

Le profil de vulnérabilité des baignades, dès lors qu'ils auront été établis à Mayotte, pourra être une source de renseignement pour le maître d'ouvrage. Actuellement les zones de baignade font l'objet d'un suivi par l'ARS sur les 56 sites de baignade déclarés par les communes.

2013	Premier recensement officiel des baignades
2015	Réalisation des premiers profils de baignade
2031	Date fixée pour atteindre une qualité d'eau au moins suffisante.

Figure 13 Echéancier de mise en application de la nouvelle réglementation





Figure 14 Carte de la qualité des eaux de baignade

- **Les espaces naturels patrimoniaux**

L'île de Mayotte bénéficie d'une grande richesse écologique, en grande partie due à son insularité qui a donné lieu à un fort taux d'endémisme. De nombreux milieux remarquables, terrestres et marins, sont donc recensés mais restent encore pour partie méconnus.

Une bonne gestion des eaux (pluviales en l'occurrence), visant à atténuer leurs effets négatifs (érosion des sols, pollutions), doit donc être mise en pratique afin d'assurer la préservation de ces milieux.

- **Les milieux terrestres**

Bien que les activités humaines et l'apport de nombreuses espèces et essences exotiques aient profondément modifié les paysages terrestres, on relève encore des espaces forestiers préservés qui jouent un rôle essentiel vis-à-vis de la protection de la diversité et des ressources en eau. Il s'agit en particulier des massifs forestiers des monts Bénara, Combani, Majimbini, Sohoa, Choungui et les crêtes du *nord* et du *sud*. D'autres sites sont également identifiés pour leur grande valeur patrimoniale : le lac Dziani Dzaha sur Petite Terre et le lac Karihani sur Grande Terre.

De par sa diversité (mangrove, plages de sable, falaises abruptes, côtes rocheuses, forêt sèche de bord de mer), le littoral présente une grande richesse écologique qui subit cependant une forte pression anthropique du fait d'une topographie favorable aux implantations humaines. Les espaces les plus remarquables sont les suivants : mangrove de Tsingoni, Dzoumogne et Chirongui, îlots Mtsamboro, Bouzi, Hanjangua et Bandré et presqu'île de Saziley.

- **Les milieux marins**

Il s'agit principalement ici du lagon qui, composé (depuis la plage vers la haute mer) des récifs frangeants (76 km²), du lagon (1 100 km²), du récif barrière (211 km²) et de la double barrière interne (5 km²), constitue un milieu tout à fait remarquable et sensible.

Ce milieu accueille de nombreuses espèces marines (dont des tortues et des mammifères marins) et remplit plusieurs fonctions telles que : ressources alimentaires, épuration des eaux, protections des côtes, etc.

Parmi les espaces patrimoniaux marins remarquables, on peut citer :

- Les passes marines majeures (passe en S, passe de Bouéni, passe aux bateaux, grande passe de l'ouest) ;

- Les herbiers au nord et au sud de Petite Terre ;
- La baie de Bouéni ;
- Les récifs de Prévoyante et Piétro (nord-est), les récifs constituant la double barrière au sud et une partie du récif d'Hajangoua et du grand récif au nord.

- **Les espaces naturels protégés**

A ce jour, plusieurs types d'espaces naturels protégés existent à Mayotte :

- Les réserves forestières ; elles appartiennent pour l'essentiel (3/4 de la superficie) au Département et à l'Etat. Elles englobent les principaux reliefs de l'île et constituent les dernières zones refuges de la végétation originelle de Mayotte ;
- Les sites du Conservatoire du Littoral et des Rivages Lacustres (CELRL) qui appartiennent au Domaine Public Maritime. Leur vocation naturelle interdit tout projet d'urbanisation au sein de la zone concernée ;
- Les espaces marins protégés, au nombre de 4, qui appartiennent pour l'essentiel à l'Etat et font partie du Domaine Public Maritime. Ils sont pour la plupart gérés par la DEAL ;
- Les réserves naturelles en cours de création.

La figure suivante localise ces différents sites :

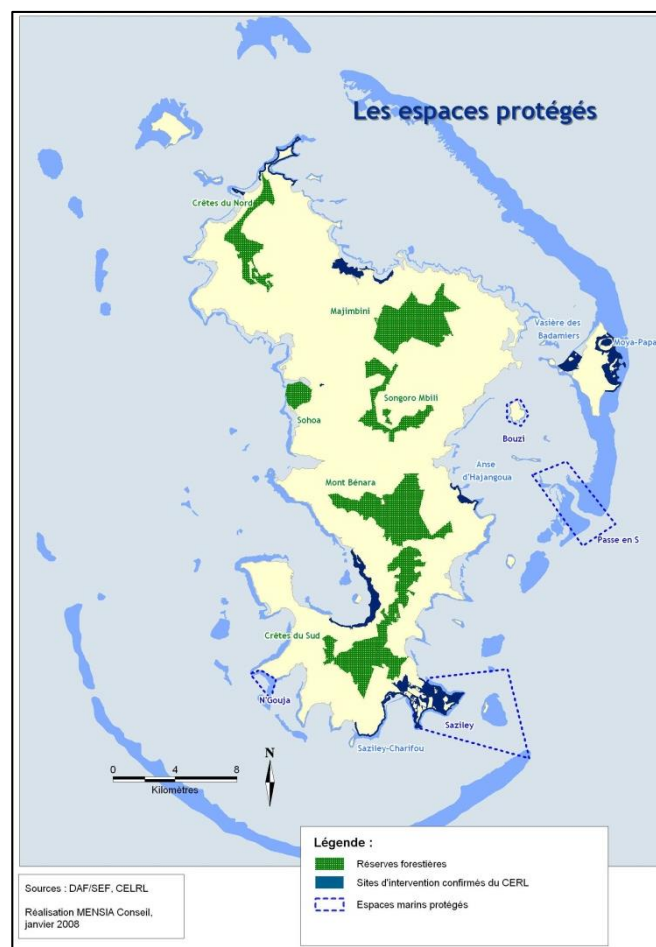


Figure 15 Les espaces naturels protégés à Mayotte

- **Le plan de gestion du lagon**

Premier parc naturel marin créé en outre-mer, le Parc Naturel Marin de Mayotte a été créé par décret le 18 janvier 2010.

Les objectifs du Parc résultent de deux ans d'études et de concertation avec les usagers de la mer. Le Parc dispose de grandes orientations à partir desquelles le plan de gestion doit être élaboré.

- Faire de l'île un « pôle d'excellence » en matière de connaissance et de suivi des écosystèmes tropicaux et de la mangrove.
- Retrouver une bonne qualité de l'eau dans le lagon notamment par une gestion appropriée des mangroves.
- Développer en dehors du lagon une pêche professionnelle écologiquement exemplaire et pourvoyeuse d'emplois et de produits de la mer pour Mayotte
- Développer des filières aquacoles respectueuses de l'environnement et en particulier celles qui bénéficient directement aux populations locales
- Faire découvrir le milieu marin et la biodiversité grâce à l'organisation des activités de loisirs et la professionnalisation des acteurs du tourisme.
- Pérenniser et valoriser les pratiques vivrières et les savoir traditionnels dans le cadre d'une gestion précautionneuse du lagon.
- Protéger et mettre en valeur le patrimoine naturel, de la mangrove aux espaces océaniques, notamment par la formation et la sensibilisation du plus grand nombre.

3.3. Nouvelle réglementation relative aux études d'impact

3.3.1. Cadrage

Il est important de rappeler qu'en termes de réglementation des études d'impact, Mayotte répondait jusqu'à présent non pas aux dispositions du décret n°2011-2019, mais aux articles du Code de l'Environnement L 651-1 et suivants et R. 650-1 et suivants, visant à prendre en compte les spécificités du territoire mahorais.

Les modalités d'application de la nature réglementaire du Code de l'Environnement étaient fixées par l'arrêté du représentant de l'Etat à Mayotte, l'arrêté préfectoral n°2010-157/DAF.

Désormais, c'est l'arrêté 2014-60-DEAL-SEPR relatif aux EI des projets de travaux, ouvrages ou d'aménagements et aux procédures de mise à disposition et l'information du public, qui s'applique (en vigueur depuis le 7 juillet 2014).

3.3.2. Enquête publique

Si le projet est soumis à étude d'impact, il est également soumis à enquête publique, d'après l'article R123-1 du Code de l'Environnement :

« I.- Pour l'application du 1° du I de l'article L. 123-2, font l'objet d'une enquête publique soumise aux prescriptions du présent chapitre les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements soumis de façon systématique à la réalisation d'une étude d'impact en application des II et III de l'article R. 122-2 et ceux qui, à l'issue de l'examen au cas par cas prévu au même article, sont soumis à la réalisation d'une telle étude. »

De plus, si le projet est soumis à autorisation au titre de la loi sur l'eau (ce qui n'est pas le cas du projet), il nécessite également une enquête publique, au titre de l'article R 214-8 du Code de l'Environnement :

« L'opération pour laquelle l'autorisation est sollicitée est soumise à enquête publique dès que le dossier est complet et régulier. »

4. Etape 2 – Caractéristiques générales du projet

4.1. Détermination des caractéristiques intrinsèques du projet

Il s'agit essentiellement ici de déterminer la superficie du projet, la nature du (ou des) milieu(x) récepteur(s) et de recenser les espaces collectifs et/ou privés qui sont susceptibles d'accueillir un (ou des) ouvrage(s) destinés à la gestion des eaux pluviales.

La superficie doit comprendre celle du projet et, le cas échéant, celle du bassin versant naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet (cf. schéma explicatif au chapitre 4.1). Les calculs hydrologiques visant à évaluer les débits générés par le projet (cf. chapitre 4.3) doivent ainsi prendre en considération, s'il y a lieu, le cumul de ces deux surfaces. La superficie imperméabilisée du projet, incluant les voiries, parkings, toitures, etc., est également à définir.

Une recherche destinée à identifier les différents exutoires potentiels des eaux pluviales issues du projet doit être également engagée. Il peut s'agir d'un milieu superficiel (cours d'eau, fossé), d'un milieu souterrain (via infiltration) et/ou d'un réseau d'eaux pluviales existant. Dans cette dernière situation, il convient d'identifier son propriétaire (ou son gestionnaire) et ses principales caractéristiques (dimensions, capacités, risques naturels associés, vulnérabilité).

Certains ouvrages de gestion des eaux pluviales s'avèrent consommateurs d'espace et/ou nécessitent des conditions d'implantation particulières (vis-à-vis de la topographie notamment). Dès lors, il apparaît judicieux de repérer les zones pouvant potentiellement accueillir ces ouvrages dès le démarrage des études de conception du projet afin d'éviter tout blocage ultérieur.

4.2. Etablissement d'un état des lieux du site

Cette étape consiste à dresser un état des lieux qui s'appuie autant que possible sur les données existantes issues d'études menées par l'Administration (DEAL, BRGM), les associations environnementales et les bureaux d'études privés. Une analyse critique des données recueillies peut s'avérer nécessaire. Trois thèmes sont généralement abordés et sont décrits dans ce qui suit :

Le milieu
physique

- Climatologie : données pluviométriques notamment ;
- Topographie du site : estimation de la pente des terrains,
- Contextes géologique et hydrogéologique : nature et perméabilité du sous-sol, présence ou non d'aquifères, évolution de leur niveau piézométrique ;
- Contextes hydrologique et hydraulique : descriptif des vecteurs d'écoulement présents sur et aux abords du

Le milieu
biologique

projet (nature, débits caractéristiques d'étiage et de crue, capacités hydrauliques, paramètres d'écoulement (hauteur d'eau et vitesse), étendue des zones inondables) et évaluation des débits de pointe générés par la parcelle du projet⁵ (en l'état actuel).
Précision de l'état d'entretien des ouvrages.

Le milieu
humain

- Qualité des eaux superficielles et souterraines (actuelle et visée au SDAGE) ;
- Enjeux environnementaux (faune, flore, ZNIEFF, Parc Marin, etc.).
-
- Usages liés à l'eau (AEP, irrigation, localisation des rejets EU au réseau pluvial, etc.) ;
- Activités liées à l'eau (pêche, baignade, etc.) ;
- Réglementation liées à l'eau (SDAGE, PPR, SDEP, etc.).
- Identification et localisation des problèmes récurrents de gestion des déchets

Cet état des lieux sert notamment de référence pour apprécier toute incidence du projet sur l'environnement.

4.3. Evaluation des impacts quantitatif et qualitatif du projet

4.3.1. Impact quantitatif

Parmi les différents impacts d'un projet d'aménagement urbain sur le milieu naturel, on peut citer celui sur les débits ruisselés qui est directement lié à l'augmentation des surfaces imperméabilisées et qui conduit inévitablement à une diminution du volume de pluie infiltrée.

L'évaluation des débits ruisselés, tant à l'état actuel qu'à l'état aménagé (nécessaire pour juger l'impact d'un projet), repose sur l'application d'une formule (rationnelle dans le cas présent) qui est donnée par :

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$

Avec :

- Q = débit de pointe de période de retour T (en m³/s) ;

⁵ Le descriptif de ce calcul est fourni au chapitre 4.3.

- C = coefficient de ruissellement pour la pluie de période de retour T (sans unité) ;
- I = intensité de la pluie dont la durée est égale au temps de concentration du bassin versant considéré (en mm/h) ;
- A = superficie du bassin (en ha)

• Définition du coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement est le rapport entre la hauteur d'eau ruisselée à la sortie d'une surface donnée (appelée pluie nette) et la hauteur d'eau précipitée (appelée pluie brute). Il dépend de plusieurs paramètres tels que la nature du sol, son occupation (couverture végétale, sol nu, urbanisation), la pente du terrain et l'intensité de la pluie (le ruissellement augmente avec l'intensité de la pluie).

Bien qu'il se produise une variation du taux de ruissellement au cours d'une pluie (essentiellement sur les terrains non revêtus), du fait de la saturation progressive du sous-sol qui conduit à une diminution de l'infiltration, il est généralement admis un coefficient de ruissellement constant durant l'épisode pluvieux car cette variation est aujourd'hui difficilement quantifiable.

Les valeurs de coefficients de ruissellement qui peuvent être prises en compte, selon la nature de l'occupation du sol et l'intensité de la pluie, sont synthétisées dans le tableau suivant. Elles sont valables pour des terrains peu à moyennement pentus (< 2-3%). Pour des pentes supérieures, le coefficient est bien entendu accentué.

Coefficient de ruissellement					
Occupation du sol	Intensité pluviométrique pour une pluie de durée 1 h (mm/h)				
	<70	70≤<95	95≤<120	120≤<150	≥150
Terrain imperméabilisé	1	1	1	1	1
Terrain nu ou peu végétalisé	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Terrain agricole	0,35	0,4	0,5	0,7	0,8
Terrain boisé	0,2	0,3	0,4	0,6	0,75

Si l'on considère la première colonne, cela revient à dire que pour une pluie d'une intensité inférieure à 70 mm/h, il y a 100 % de ruissellement sur un terrain imperméabilisé, 50 % sur un terrain nu, 35 % sur un terrain agricole et 20 % sur un terrain boisé.

Sur Mayotte, compte tenu de la présence de trois régions pluviométriques "homogènes", les intensités de pluie varient pour une même période de retour (ou fréquence). Pour mémoire, la région 1 correspond aux zones de faible altitude (< 150 m MGM) et/ou au *sud* de Mamoudzou, la région 2 correspond aux zones dont l'altitude est comprise entre 150 et 300 m NGM et/ou au *nord* de Mamoudzou et la région 3 correspond aux zones d'altitudes élevées (> 300 m NGM) ainsi

qu'aux projets s'inscrivant au sein de forts enjeux (cf. figure page suivante localisant les trois zones évoquées).

Concrètement, une pluie de fréquence décennale atteint une intensité de 92 mm/h sur la région 1, 113 mm/h sur la région 2 et 135 mm/h sur la région 3.

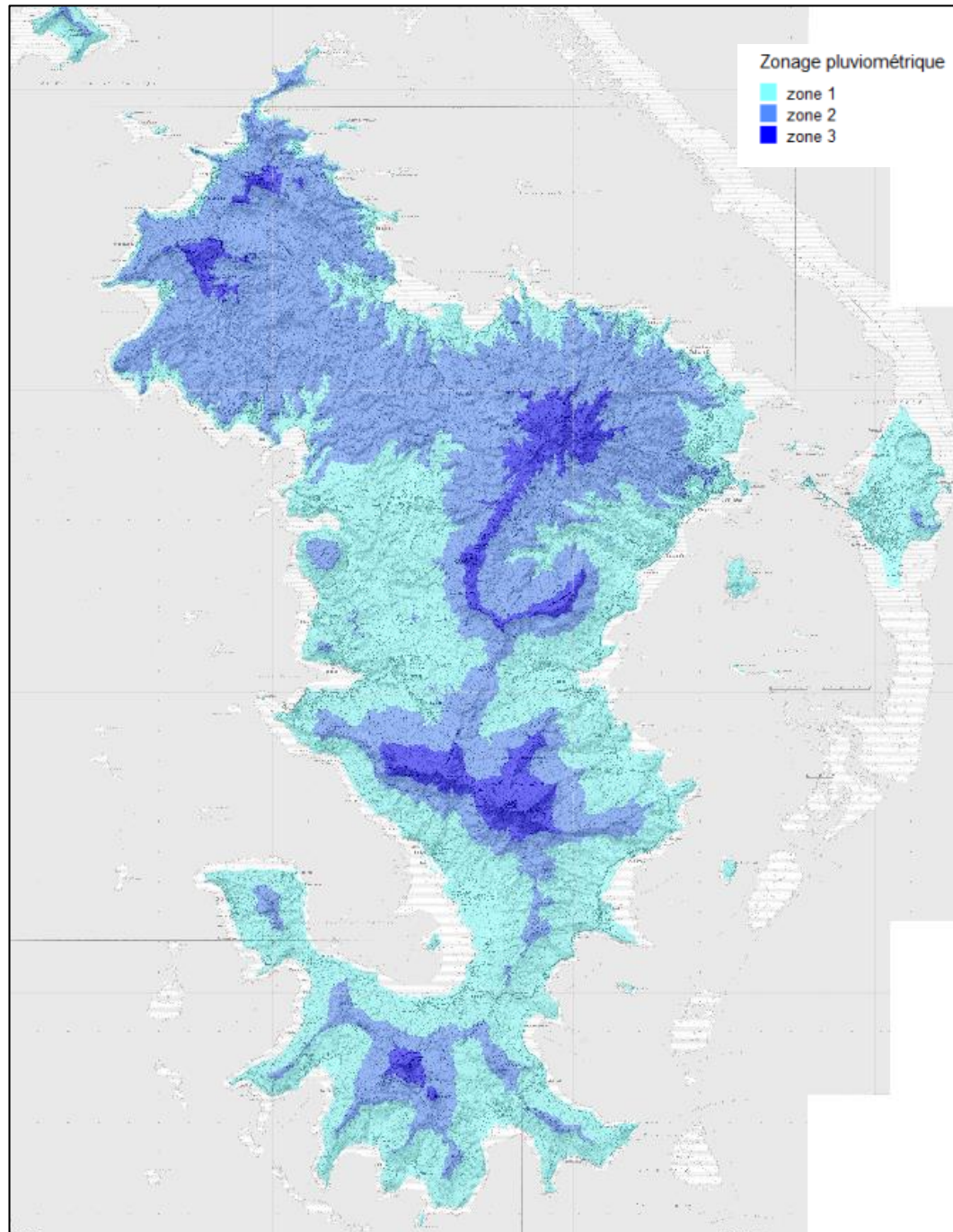


Figure 16 Zonage pluviométrique de MAYotte

Au final, pour un projet donné, le coefficient de ruissellement est donc calculé par pondération des surfaces présentant une occupation homogène avec le coefficient associé selon la formule suivante :

$$C = \frac{\sum(C_i \times S_i)}{S}$$

Où :

- C est le coefficient de ruissellement pondéré du projet global,
- S est la surface du projet global,
- Si est la surface de l'ensemble des terrains présentant une même occupation du sol,
- Ci est le coefficient de ruissellement à appliquer à chacune des surfaces Si définies.

- **Définition de l'intensité pluviométrique**

L'intensité pluviométrique se définit comme la quantité de pluie tombée sur un laps de temps donné. Elle s'exprime généralement en mm/min ou en mm/h. Elle est donnée par la formule suivante :

$$I = \frac{Pj(f) \times \alpha \times t^\beta}{t}$$

Où :

- I est l'intensité pluviométrique en mm/min ou en mm/h,
- Pj(f) est la pluie journalière de fréquence f exprimée en mm (cf. tableau ci-après),
- α et β correspondent à des coefficients adimensionnels (cf. tableau ci-après),
- t est la durée de la pluie considérée (en min ou en h).

Pluie journalière (mm)	Période de retour ou fréquence (année)					
	2	5	10	20	50	100
Région 1	100	145	170	200	235	260
Région 2	125	175	210	245	290	320
Région 3	150	210	250	290	340	380

Durée	Coefficients adimensionnels	
	α	β
t < 1 h	0,52	0,6828
t ≥ 1 h	0,54	0,257

La durée t de la pluie est généralement prise égale au temps de concentration du bassin versant considéré (ou de la parcelle) dans la mesure où cela permet in fine d'évaluer son débit maximal de pointe. Rappelons que le temps de concentration correspond au temps nécessaire à une particule d'eau pour parcourir la distance hydraulique la plus grande du bassin versant jusqu'à l'exutoire. Plusieurs formules permettent de l'estimer :

- Formule de Desbordes : $Tc = \frac{5,3 \times S^{0,3} \times C^{-0,45} \times (i \times 100)^{-0,38}}{0,8}$
- Formule de Passini : $Tc = 0,14 \times (S \times L)^{\frac{1}{3}} \times i^{-0,5}$
- Formule de Dujardin : $Tc = 0,9 \times S^{0,35} \times C^{-0,35} \times i^{-0,5}$
- Formule de Ventura : $Tc = 0,763 \times \left(\frac{S}{i}\right)^{0,5}$

Avec :

- T_c , temps de concentration du bassin versant en minutes ;
- S , superficie du bassin versant en hectares ;
- C , coefficient de ruissellement ;
- I , pente du bassin versant en m/m ;
- L , longueur du drain principal (en m).

Dans le cadre d'un projet d'aménagement, chacune des formules sera testée. Une moyenne des valeurs les plus homogènes pourra être réalisée et sera appliquée au projet.

La comparaison des valeurs de débits obtenues pour les états initial et aménagé permet ainsi d'apprécier l'impact quantitatif d'un projet sur les débits ruisselés.

4.3.2. Impact qualitatif

Tout projet d'aménagement urbain se traduit par un impact qualitatif sur le milieu naturel en raison des activités anthropiques qui s'y développent. Les eaux se chargent en effet de divers éléments et particules dont certains présentent une toxicité pour les milieux aquatiques.

Parmi ces éléments ou particules, on trouve essentiellement des hydrocarbures, des dépôts d'échappements, des produits d'usure de chaussée, des déjections d'animaux, des résidus de travaux, des poussières, des particules de terre et des déchets urbains (mégots, papiers, etc.).

Bien entendu, la part de polluants véhiculés par les eaux pluviales dépend beaucoup de la nature des activités humaines envisagées sur la zone concernée : typiquement, une zone industrielle engendrera une plus forte pollution des eaux de ruissellement qu'une zone résidentielle. Par ailleurs, l'ampleur de l'impact du rejet varie selon la vulnérabilité du milieu récepteur si bien qu'il doit être systématiquement recherché une non-dégradation de sa qualité avant aménagement.

D'une manière générale, la pollution des eaux pluviales est qualifiée et quantifiée par :

- Les Matières En Suspension (MES) ;
- La Demande Chimique en oxygène (DCO) ;
- Le taux d'hydrocarbures ;
- Le taux de métaux.

- **Les Matières en suspension**

Il s'agit de l'ensemble des matières non-solubles dans l'eau qui sont en suspension. Dans la mesure où une majeure partie des polluants se lie aux MES, elles représentent la plus grande la majeure partie de la pollution des eaux de ruissellement. Leur principale caractéristique est leur aptitude (en fonction de leur poids et de leur dimension) à se déposer sur le fond d'un ouvrage si la vitesse d'écoulement au sein de ce dernier est suffisamment diminuée.

- **La demande chimique en oxygène**

La DCO est la consommation en oxygène par les oxydants chimiques pour oxyder les substances organiques et minérales de l'eau (peu biodégradables et non assimilables directement par les microorganismes).

- **Le taux d'hydrocarbures**

Il s'agit de la quantité d'hydrocarbures présente par litre d'eau. Les hydrocarbures sont réputés être nocifs pour les milieux aquatiques.

- **Le taux de métaux**

Il s'agit de la quantité de métaux présente par litre d'eau. Les métaux sont également nocifs pour les milieux aquatiques. Sont généralement recherchés le plomb, le mercure, le cuivre et le zinc.

La quantification des principaux éléments polluants contenus dans les eaux de ruissellement est issue de campagnes de mesures réalisées par les services de l'Etat (SETRA). Les valeurs à retenir sont synthétisées dans le tableau suivant :

Paramètres de pollution	Charges unitaires annuelles (*) (kg/ha imperméabilisé pour 1 000 véhicules par jour)	
	Site ouvert (**)	Site restreint (**)
MES	40	60
DCO	40	60
Hydrocarbures totaux	0,9	0,6
Cuivre	0,02	0,02
Cadmium	0,002	0,001
Zinc	0,4	0,2
HAP	0,08 g/ha imp.	0,15 g/ha imp.

(*) : "Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières" (Juillet 2006 – SETRA).

(*) : Le site ouvert correspond à une infrastructure dont les abords ne s'opposent pas à la dispersion de la charge polluante par voie aérienne tandis qu'un site restreint limite cette dispersion par la présence d'écrans tels qu'écran phonique, merlon, murs de soutènement, etc., d'une hauteur minimale de 1,50 m.

Pour chaque projet, il conviendra donc d'évaluer le trafic envisagé qui pourra s'effectuer sur la base du nombre de places de parking et de la nature des aménagements attendus (habitations, bureaux, industrie, etc.).

Une fois cette donnée fixée, la charge polluante annuelle pourra se calculer de la façon suivante pour chaque élément polluant :

$$Ca = Cu \times \frac{T}{1\,000} \times S$$

Avec :

- Ca = charge annuelle en kg (pour trafic compris entre 0 et 10 000 véhicules/jour ;
- Cu = charge unitaire annuelle en kg/ha pour 1 000 v/j (cf. tableau ci-dessus) ;
- T = trafic global en v/j (quelque soit la proportion de poids lourds) ;
- S = surface imperméabilisée du projet en ha.

Deux types de pollutions sont à distinguer :

- Les **pollutions chroniques** qui résultent du lessivage de produits accumulés sur les surfaces imperméabilisées tout au long de l'année ;
- Les **pollutions choc** pour lesquelles les éléments polluants sont libérés au cours d'un événement pluviométrique.

Les concentrations en éléments polluants dans les eaux de ruissellement (moyenne annuelle et maximale) sont définies à l'aide des formules détaillées ci-après.

Pour la pollution chronique :

$$C = \frac{Ca}{9 \times S \times P}$$

Avec :

- C = concentration moyenne annuelle en mg/l (pour chaque éléments polluants) ;
- Ca = charge annuelle en kg (définie précédemment) ;
- S = surface imperméabilisée en ha ;
- P = pluviométrie moyenne annuelle en m.

Nota : il est considéré que 10 % de la pluie annuelle n'entraîne pas de ruissellement sur la surface imperméabilisée ce qui explique le chiffre 9 au dénominateur.

Pour la pollution choc :

$$C = \frac{2,3 \times Ca}{10 \times S}$$

Avec :

- C = concentration maximale en mg/l ;
- Ca = charge annuelle en kg ;
- S = surface imperméabilisée en ha.

En pratique, l'évaluation de l'impact qualitatif d'un projet consiste à confronter les valeurs de concentration définies à l'aide des formules précédentes avec celles qui caractérisent le milieu naturel destiné à recevoir les eaux pluviales du projet.

Pour cela, des connaissances sur la qualité de l'eau du milieu récepteur (détermination de seuils de qualité pour divers paramètres tels que les MES, DBO₅, DCO, oxygène dissous, etc.) qui ne sont pas en vigueur à ce jour sur Mayotte.

Dans l'attente de ces éléments, il convient donc :

- de détailler les sources potentielles de pollution du projet (en fonction de la nature des activités attendues),
- et d'apprécier autant que possible la qualité des eaux du milieu récepteur sur la base d'études antérieures ou de mesures et reconnaissances effectuées in situ,

pour permettre une comparaison de valeurs telle qu'évoquée ci-dessus et évaluer ainsi l'impact qualitatif du projet envisagé.

D'une manière générale, tout projet de grande ampleur et/ou accueillant des activités polluantes (voirie à forte circulation, station-service, garage automobile, centre commercial, etc.) devra être équipé d'un dispositif de traitement spécifique.

5. Etape 3- Dimensionnement des ouvrages

5.1. Paramètres à prendre en compte lors du dimensionnement des ouvrages

Pour chaque projet d'aménagement urbain, une réflexion sur le devenir des eaux pluviales nécessite d'être engagée par le Maître d'Ouvrage. Aussi, afin d'optimiser au mieux les techniques qui peuvent être envisagées pour assurer leur bonne gestion, différents paramètres doivent être pris en considération. Ils sont décrits dans ce qui suit :

Origine des eaux pluviales :

Selon le milieu où s'écoulent les eaux pluviales (toitures, voiries, parkings, terrains à nu, etc.), elles peuvent se charger de matières polluantes, de débris végétaux, de déchets ou de sédiments qui orienteront le Maître d'Ouvrage vers certaines techniques de collecte, de stockage et/ou de traitement appropriées : dégrillage, bassin de décantation, séparateur à hydrocarbures, etc.

Nature du sous-sol :

Ce paramètre conditionne la possibilité d'infiltrer les eaux pluviales. Pour cela, la perméabilité des formations en présence doit être déterminée afin d'évaluer la capacité d'absorption du sous-sol. La reconnaissance du sous-sol doit également permettre l'éventuelle mise en évidence d'une formation imperméable à proximité car elle est susceptible de conduire à la formation de résurgences sur des secteurs aval déjà exposés au risque d'inondation. Enfin, certains sols sont sensibles à la présence d'eau qui peut accroître le risque de glissement de terrain.

Présence d'une nappe :

La présence d'une nappe (et sa variation piézométrique) et de ses éventuels usages (captage AEP par exemple) doit être appréhendée car l'infiltration d'eaux (pluviales en l'occurrence) peut être réglementée voire interdite.

Nature et vulnérabilité du milieu récepteur et des enjeux situés en aval :

Lors de la conception du système de gestion des eaux pluviales, une attention particulière doit être portée au milieu qui réceptionnera les eaux et aux éventuels enjeux implantés à proximité : s'agit-il d'un réseau existant, d'un fossé, d'un cours d'eau ? Présente-t-il une vulnérabilité vis-à-vis du risque de pollution ? Quel est le risque actuel d'inondation (détermination de la capacité hydraulique de l'exutoire) ? Quels sont les enjeux actuellement touchés par les inondations (habitat, établissements recevant du public, industries, etc.) et leur degré de vulnérabilité ?

Pente du site :

La pente d'un site destiné à accueillir un aménagement urbain doit être analysée car elle conditionne la capacité de rétention des ouvrages. Cela étant, lorsque la gestion des eaux pluviales est intégrée dès le démarrage d'un projet, des adaptations sont possibles pour permettre

une implantation optimale des différents ouvrages. Le cas échéant, certaines techniques sont susceptibles de s'accommoder de fortes pentes mais cela entraîne inévitablement un surcoût.

Espace foncier disponible :

Comme le chapitre 4.1 l'a évoqué, certaines techniques de gestion des eaux pluviales sont consommatrices d'espace si bien que la disponibilité foncière ou les contraintes de coût engendrées par le gel ou la spécialisation de ces surfaces nécessitent d'être analysées.

Pente des toits :

Il s'agit d'un paramètre primordial si le Maître d'Ouvrage souhaite réaliser du stockage d'eau sur les toits et qui, de préférence, ne doit pas dépasser 2 %.

Encombrement du sous-sol :

Selon la technique de gestion des eaux pluviales envisagée, la présence de réseaux dans le sous-sol peut constituer un obstacle qui peut toutefois être franchi au cours de la conception du projet d'aménagement.

5.2. Choix des périodes de retour dimensionnant le projet

Ce choix, qui conditionne les dimensions des ouvrages de collecte et de gestion des eaux pluviales, s'effectue au cas par cas et dépend :

- De la zone dans laquelle s'inscrit le projet. A titre d'exemple, en zone urbaine ou péri-urbaine, un réseau devra être dimensionné a minima pour une période de retour de 20 ans pour limiter l'inondation des biens et des personnes. Bien que n'ayant pas de portée juridique, la norme NF EN 752, évoquée précédemment, peut servir de guide ;
- De la capacité d'absorption du milieu récepteur et donc du risque d'inondation et de la vulnérabilité des zones implantées en aval.

Cette étape nécessite donc une grande collaboration avec les services de l'Etat (DEAL).

De manière générale, en termes de rejet, l'objectif est de ne pas dépasser le débit initial (état avant aménagement) de période de retour donnée (à fixer en fonction de la sensibilité des zones aval).

En première approche, il peut être fixé les hypothèses suivantes :

- Rejet dans le milieu marin ou la mangrove : aucune réduction des débits a priori nécessaire sauf en cas de projet de grande ampleur du fait du risque de dessalure ;
- Rejet en ravine avec risque d'inondation identifié en aval du projet (cf. PPRi ou étude hydraulique spécifique) : période de retour du débit rejeté de 2 ans (à affiner cependant en fonction de la fréquence des inondations sur les zones aval et de la nature des enjeux) ;
- Rejet en ravine sans risque d'inondation identifié en aval du projet : période de retour du débit rejeté de 10 ans ;

- Rejet dans un réseau pluvial correctement dimensionné : période de retour du débit rejeté de 10 ans ;
- Rejet dans un réseau pluvial sous-dimensionné : période de retour du débit rejeté de 2 ans (à affiner en fonction de la fréquence des débordements du réseau et de la nature des enjeux potentiellement inondés en aval).

5.3. Dimensionnement du réseau de collecte

S'agissant de réseaux (ou de canaux à ciel ouvert) au sein desquels l'écoulement s'effectue à surface libre, la méthodologie la plus utilisée repose sur l'application de la formule de *Manning-Strickler* qui s'exprime de la façon suivante :

$$Q = K \times S \times Rh^{2/3} \times \sqrt{i}$$

Avec :

- Q = débit à faire transiter dans le réseau (en m³/s) ;
- K = coefficient de Manning-Strickler (ou de rugosité) en m^{1/3}/s ;
- S = section du réseau en m² ;
- Rh = rayon hydraulique en mètre (rapport de la section du réseau et du périmètre mouillé) ;
- i = pente du réseau (en m/m).

A titre d'information, le tableau ci-après synthétise quelques valeurs de coefficients de rugosité en fonction de la nature des parois :

Nature des parois	Valeur de K (selon état du revêtement)
PVC	75-90
Béton	60-80
Maçonnerie	35-55
Végétation herbacée	35-50
Végétation arbustive	10-20

Afin d'éviter une dégradation du revêtement du réseau, la vitesse d'écoulement devra être limitée à 4 m/s quelque soit la nature du réseau. La vitesse d'écoulement peut se définir selon la formule suivante :

$$V = K \times Rh^{2/3} \times \sqrt{i} \text{ (cf. explications des termes ci-avant)}$$

Le cas échéant, le ralentissement des écoulements pourra être obtenu à l'aide de marches réparties de façon plus ou moins régulière le long du réseau (permettant de réduire sa pente longitudinale) ou par une augmentation de la rugosité *K* du revêtement (mise en place de petits enrochements sur le fond d'un caniveau par exemple). Les deux photos présentées ci-dessous illustrent ce type d'aménagement.



Figure 17 Profil en long en marches



Figure 18 Radier au macro-rugosité

Afin de faciliter l'entretien des réseaux, il convient de favoriser la création de caniveau auto-curant, en privilégiant les fonds en V.

Dans le cas où les caniveaux à ciel ouvert doivent être recouverts d'une grille (pour assurer leur franchissement par exemple), il convient de privilégier les grilles "pays" (cf. photo ci-après) qui permettent d'adapter l'espacement entre chaque traverse (longitudinale et transversale) et éviter ainsi leur colmatage prématuré par les déchets végétaux transportés par les eaux de ruissellement (cf. exemple de grille classique colmatée par une accumulation de feuilles sur la seconde photo ci-dessous). L'espacement préconisé entre chaque traverse longitudinale doit être cependant limité à 5 cm environ car au-delà le risque d'entrée de macro-déchets (domestiques essentiellement – cf. photo ci-dessous) dans le réseau augmente et peut conduire à son obstruction.



Figure 19 Grilles en couverture d'ouvrage

Sur Mayotte, compte-tenu de la présence de nombreux déchets véhiculés par les eaux pluviales, il est nécessaire de prévoir la mise en place d'ouvrages destinés à les retenir avant qu'ils ne parviennent dans le milieu récepteur. L'accès à ces ouvrages doit être aisé afin de faciliter leur entretien qui sera inévitablement régulier (a priori après chaque pluie significative ou a minima tous les 3 mois).

Sur ce point, nous tenons à préciser que cette solution n'est pas pérenne et engendre une périodicité d'entretien très voir trop fréquente pour assurer une efficacité de fonctionnement des ouvrages. Nous sommes convaincus que la solution réside surtout au niveau de l'efficacité de la collecte des déchets et de l'éducation de la population à tenir leur cadre de vie propre.

Sur les réseaux à ciel ouvert, il peut s'agir de grilles métalliques (adaptées aux canaux béton, verticales ou inclinées – cf. photo page suivante) ou d'une rangée de pieux en bois (adaptée aux fossés enherbés). Ces ouvrages sont implantés perpendiculairement aux écoulements. Afin d'améliorer le rendement de ce type d'ouvrage, il peut être pertinent d'en placer plusieurs sur un même tronçon. A noter que la cote supérieure de ces ouvrages ne doit pas dépasser la hauteur du caniveau ou du fossé sous peine de favoriser son débordement. Les grilles peuvent être aussi mise en place en tête d'ouvrage hydraulique (en position inclinée – cf. photo ci-après) pour éviter

leur obstruction. Des ouvrages préfabriqués en béton sont également disponibles et s'installent généralement en amont immédiat des canalisations (cf. photo suivante).



Figure 20 Dégrilleur

Sur les réseaux enterrés, seule une rétention en amont (avant que les eaux ne rejoignent les canalisations) apparaît réaliste car il est impératif d'éviter une entrée des macro-déchets dans le réseau sous peine d'augmenter son risque d'obstruction. Les avaloirs alimentant le réseau doivent donc être très régulièrement entretenus pour qu'ils assurent leur rôle en permanence.

Pour les déchets ayant pu pénétrer dans le réseau, leur rétention pourra s'effectuer à hauteur des ouvrages de stockage :

- S'il s'agit d'un ouvrage à ciel ouvert (bassin par exemple), une grille métallique inclinée est à mettre en place au niveau de l'ouvrage de fuite aval (cf. photo page suivante) ;
- S'il s'agit d'un ouvrage enterré, il semble pertinent de prévoir une chambre préfabriquée en béton en amont de l'ouvrage de stockage et dans laquelle une grille métallique sera mise en place. Un regard de visite permettra d'assurer son entretien régulier (après chaque événement pluvieux significatif).



Figure 21 Dégrilleur en tête d'ouvrage

5.4. Choix de la technique de gestion durable des eaux pluviales

L'objectif est de privilégier les techniques dites alternatives qui visent à retenir les eaux au plus près de leur point de chute pour les évacuer ensuite à faible débit vers le milieu naturel. En pratique, il s'agit de techniques qui respectent mieux le cycle naturel de l'eau en réduisant les effets de l'imperméabilisation des sols.

Sur l'île de Mayotte, où les réseaux de collecte des eaux pluviales sont parfois inexistants ou de capacité insuffisante, où l'intensité des pluies atteint des valeurs conséquentes et où le milieu récepteur final est particulièrement sensible (lagon), ces techniques prennent a priori tout leur sens.

A ce jour, plusieurs techniques existent et sont mises en pratique dans de nombreuses régions françaises. Parmi ces techniques, certaines peuvent être adaptées au contexte mahorais moyennant parfois quelques ajustements (notamment en raison du risque de colmatage de certains ouvrages en cas d'apports de sédiments). On peut ainsi citer :

- Les bassins de rétention ou d'infiltration ;
- Les bassins enterrés ;
- Les chaussées à structure réservoir ;
- Les puits ;
- Les tranchées drainantes ;
- Les noues (ou fossés subhorizontaux) ;
- Les cuves et les citernes ;
- Les toits stockant.

Précisons que ces techniques peuvent se combiner afin d'assurer un meilleur niveau de protection. Chacune d'entre elles est décrite sous la forme de fiches jointes en annexe du présent document.

Le tableau proposé page suivante a pour objectif de faciliter le choix d'une technique par rapport à une autre en fonction des contraintes relevées sur le site du projet.

		Type d'ouvrage							
		Bassin rétention aérien	Bassin rétention enterré	Chaussée et réservoir	Puits	Tranchée drainante	Noüe	Cuve/cite rne	Toit stockant
Contraintes	Forte pente TN	3	2	2	1	2	2	1	1
	Sous-sol peu perméable	1(*)	1(*)	1(*)	3	1(*)	1(*)	1(*)	1(*)
	Nappe affleurante	1(*)	1(*)	1(*)	3	1(*)	1(*)	1(*)	1(*)
	Espace foncier limité	3	1	1	1	1	2	1	1
	Pente élevée des toitures	1	1	1	1	1	1	1	3
	Encombrement important du sous-sol sous chaussée	1	1(**)	3	1	1(**)	1(**)	1	1
	Eaux pluviales chargées en sédiments	1	2	3(***)	3(***)	3(***)	1	2	1

1 = ouvrage adapté

2 = ouvrage adaptable moyennant travaux complémentaires ou augmentation de la fréquence d'entretien

3 = ouvrage non adapté

(*) = infiltration des eaux impossible (rejet impératif vers milieu superficiel)

(**) = mise en œuvre possible si ouvrage implanté en retrait de la chaussée

(***) = mise en œuvre possible si ouvrage de décantation disposé en amont (entretien régulier nécessaire)

Quoiqu'il en soit, il convient de privilégier autant que possible les ouvrages aériens aux ouvrages enterrés étant donné leur moindre coût et leur facilité d'entretien (permettant également une réduction des coûts d'entretien).

5.5. Le dimensionnement des ouvrages de stockage

Il s'agit ici d'évaluer le volume d'eau maximal susceptible d'être intercepté par un ouvrage de stockage des eaux pluviales en fonction de la pluie de projet et du débit de fuite retenus. A ce jour, deux principales méthodes existent : méthode des pluies et méthode des volumes. La seconde apparaît cependant assez peu adaptée à Mayotte étant donné qu'elle nécessite des statistiques détaillées de précipitations pour un lieu géographique donné.

La méthode proposée est donc la méthode dite des pluies qui est par ailleurs recommandée par le guide du CERTU "La ville et son assainissement" (Juin 2003). Son application requiert les données suivantes :

- La superficie active (ou imperméabilisée) du projet considéré ;
- Le débit de fuite de l'ouvrage de stockage supposé constant (vers un réseau existant ou un milieu naturel superficiel ou souterrain) ;
- Les hauteurs de pluie (en mm) pour une période de retour donnée (pluie de projet retenue) et pour des durées comprises entre 0 et 24 h. Ces hauteurs sont définies selon la formule suivante :

$$h = Pj(f) \times \alpha \times t^\beta$$

(Cf. valeurs de $Pj(f)$, α , β dans le tableau page 41)

Précisons que le temps de transfert entre la pluie et l'ouvrage de stockage est considéré comme instantané si bien que le phénomène d'amortissement lié à l'écoulement sur le bassin versant est négligé (le volume de l'ouvrage de stockage peut donc être surestimé sur les grands bassins versants).

Une fois ces données fixées, la méthode consiste à établir deux courbes :

- La courbe d'évolution de la hauteur d'eau précipitée, pour la période de retour considérée, en fonction de la durée de la pluie ;
- La courbe d'évolution des hauteurs d'eau à évacuer (en sortie d'ouvrage de stockage) en fonction du temps. Cette hauteur (en mm/h) s'exprime selon la formule suivante :

$$H = \frac{360 \times Q}{S}$$

Q étant le débit de fuite (m³/s) et S la superficie active du projet (ha).

La forme du graphique obtenu est présentée sur la figure page suivante.

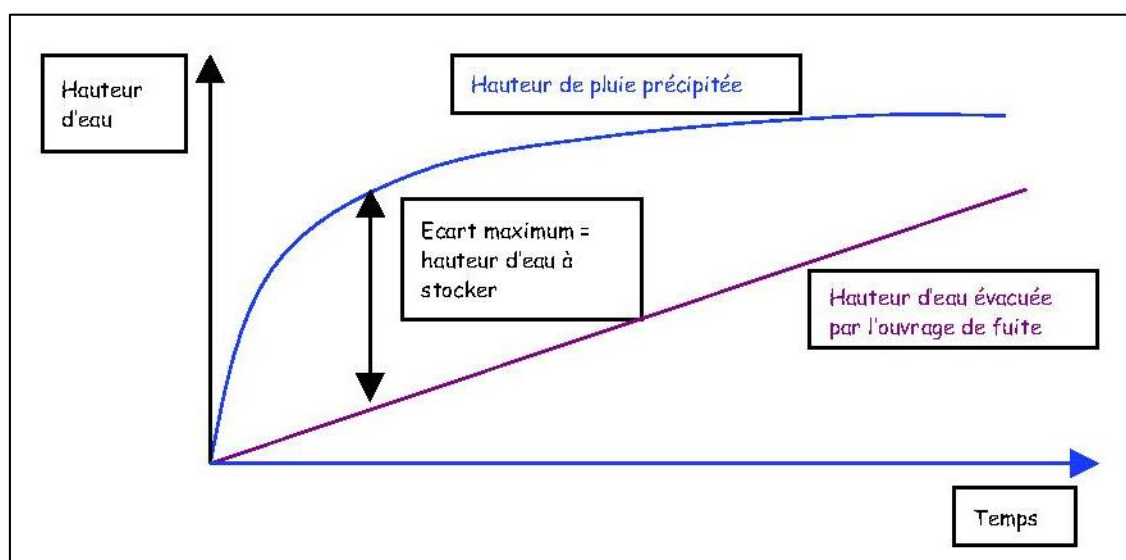


Figure 22 Méthode des pluies

La différence d'ordonnées entre ces deux courbes donne la hauteur de pluie à stocker à chaque instant. L'écart maximal correspond à la hauteur totale à stocker. Le volume à stocker est obtenu en multipliant cet écart maximal avec la superficie active du projet.

$$V = (h_{\text{pluie}} - h_{\text{fuite}}) \times S \times 10$$

Avec V en m³, h en mm et S en ha.

Remarques importantes :

Pour les ouvrages de stockage dont l'eau est évacuée par infiltration, le débit de fuite peut être calculé à l'aide de la formule suivante :

$$Q = Kas \times S$$

Où Q est le débit infiltré (en m³/s), Kas la capacité d'absorption du sol (en m³/s/m²) et S la surface de l'ouvrage concernée par l'infiltration (en m²).

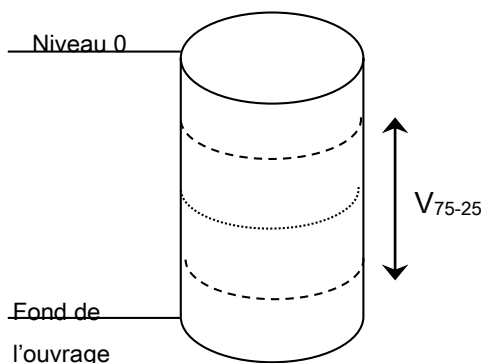
La capacité d'absorption du sol dépend de la nature du sol, de la hauteur d'eau dans l'ouvrage et du taux d'humidité dans le sol. Elle doit être déterminée *in situ* par une entreprise spécialisée à la profondeur de l'ouvrage envisagé (puits, tranchée, bassin) selon une formule telle que la suivante (Pratt CJ, Powell JJM – 1992) :

$$Kas = \frac{V_{75-25}}{(S_{50} \times t_{75-25})}$$

Où :

- V75-25 est le volume d'eau compris entre 75 et 25 % de la hauteur réelle de l'essai ;
- S50 est la surface de l'ouvrage jusqu'à 50 % de la hauteur réelle de l'essai en incluant la base ;

- t_{75-25} est le temps au bout duquel le niveau d'eau est passé de 75 % à 25 % de la hauteur réelle de l'essai.



Il est conseillé d'effectuer trois essais dans la même journée ou sur trois jours consécutifs et de retenir la capacité d'absorption la plus faible obtenue.

L'infiltration est intéressante si la perméabilité du sous-sol est supérieure à 10^{-6} m/s et s'il n'y a pas de formation imperméable (ou peu perméable) à proximité du terrain naturel (risque de glissement de terrain ou de formation de résurgences sur des zones à enjeux par exemple). Compte tenu de l'inadéquation des débits d'infiltration avec les débits générés lors d'un épisode pluvieux, il est nécessaire de prévoir systématiquement un ouvrage de stockage en amont d'un ouvrage d'infiltration. Une étude du sous-sol permettant de connaître la nature des formations en présence et d'évaluer leur perméabilité est indispensable avant d'effectuer le choix de l'infiltration. Par ailleurs, une recherche d'éventuels périmètres de protection de captages d'alimentation en eaux potable doit être également entreprise (réglementation associée).

Dans les autres cas, le débit de fuite est apprécié :

- En fonction de la capacité hydraulique du milieu récepteur (réseau, ravine),
- Au regard des débits générés en situation initiale, avant aménagement (Q étant le débit initial estimé pour une période de retour donnée (2, 5, 10 ans ... selon l'objectif assigné à l'ouvrage)),
- En fonction de la présence d'enjeux en aval et de leur degré de vulnérabilité.

5.6. Le dimensionnement des ouvrages de traitement

5.6.1. Les différents types d'ouvrages de traitement des eaux pluviales

Deux grands mécanismes de traitement des pollutions existent :

- La décantation ;
- Et la filtration.
 - La décantation

Le principe de base de la décantation est de limiter la vitesse horizontale pour favoriser la chute des particules (de diamètre supérieur à 50 µm) dans un piège. Aussi, pour que la décantation soit efficace, l'ouvrage doit être conçu de sorte :

- A réduire au maximum la vitesse d'écoulement (en augmentant notamment la section d'écoulement) ;
- A diminuer la hauteur de chute des particules (bassin peu profond) ;
- A augmenter le temps de séjour des eaux dans l'ouvrage (augmentation de sa longueur).

En théorie, l'optimisation des dimensions d'un ouvrage de décantation repose sur une détermination du diamètre moyen des particules véhiculées par les eaux de ruissellement et de leur densité (nature organique ou minérale). Il peut être en effet précisé que ces éléments conditionnent la vitesse de chute des particules.

Néanmoins, et dans la mesure où il apparaît difficile pour un projet donné d'établir avec précision ces paramètres, il est préconisé de retenir une vitesse maximale de chute de 1 m/h qui permet de tendre vers un taux d'abattement des matières en suspension de 80 %.

La surface de l'ouvrage de décantation à mettre en œuvre doit alors respecter la condition suivante :

$$S > \frac{(Q_e - Q_s) \times 100}{V_s \times \log \frac{Q_e}{Q_s}}$$

Avec :

- S = surface du décanteur en m²,
- Q_e = débit en entrée du décanteur en m³/s (0,8*Q_{max} par exemple),
- Q_s = débit de sortie (régulé) en m³/s,
- V_s = vitesse de sédimentation des particules (en cm/s).

A noter que la décantation peut être complétée par des systèmes de filtration passive (barrière végétale par exemple) qui permettent d'atteindre d'excellents rendements sur les hydrocarbures et polluants fixés sur les MES.

Parmi les types d'ouvrages favorisant la décantation, on peut citer le bassin de rétention, les noues et les débourbeurs (ouvrage enterré éventuellement associé à un déshuileur). Le tableau suivant synthétise leurs rendements potentiels de dépollution sachant qu'ils dépendent de plusieurs paramètres dont le débit instantané entrant, la nature des eaux à traiter (qui peut varier d'un épisode pluvieux à l'autre), l'entretien du dispositif d'épuration :

Paramètres de pollution	MES	DCO	Métaux	Hydrocarbures
-------------------------	-----	-----	--------	---------------

Bassin sanitaire (*)	85 %	70 %	85 %	90 %
Noue (*)	65 %	50 %	65 %	50 %
Débourbeur (**)	-	20 %	50 %	20 %

(*) : “Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières” (Juillet 2006 – SETRA). Le bassin sanitaire permet de limiter la prolifération des moustiques.

(**) : “Traitement des eaux de ruissellement routières : opportunité des ouvrages industriels (débourbeurs, déshuileurs et décanteurs-déshuileurs)” (Février 2008 – SETRA)

Sur les terrains destinés à accueillir des aménagements pouvant générer un flux important d'hydrocarbures (station-service, aires d'entretien ou de nettoyage de véhicules, zones d'activités pétrochimiques), un séparateur à hydrocarbures (ouvrage enterré) est à mettre en place et peut compléter un dispositif de décantation.

Ces ouvrages doivent répondre aux normes suivantes : NF-EN 858-1 et NF-EN 858-2. Ils sont à mettre en place au plus près de la source des effluents à traiter et nécessitent une surveillance régulière pour apprécier leur taux de remplissage (en boues et/ou en hydrocarbures) puis engager l'entretien qui convient (vidange, curage).

Pour tout projet de zone industrielle ou de parking de grande capacité, il sera étudié l'opportunité de la mise en place d'un séparateur à hydrocarbures si aucun ouvrage de décantation ne peut être réalisé.

D'une manière générale, les ouvrages à ciel ouvert sont à privilégier par rapport aux ouvrages enterrés tant vis-à-vis de leur moindre coût de réalisation et d'entretien que vis-à-vis de la détection d'un éventuel dysfonctionnement susceptible de dégrader la qualité des eaux rejetées.

- **La filtration**

Le principe de fonctionnement est basé sur le pouvoir filtrant d'un matériau fin : les matières de dimensions supérieures à la taille des pores du filtre sont arrêtées. Généralement, il s'agit d'un procédé complémentaire aux ouvrages de décantation (rétention des particules d'un diamètre inférieur à 50 µm), tel que le filtre à sable, destiné à améliorer la qualité du rejet.

Les rendements de dépollution du filtre à sable sont indiqués dans le tableau suivant :

Paramètres de pollution	MES	DCO	Métaux	Hydrocarbures
Filtre à sable (*)	90 %	75 %	90 %	95 %

(*) : “Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières” (Juillet 2006 – SETRA)

5.7. Dispositifs de protection contre l'érosion au droit des rejets

Les rejets d'eaux pluviales s'effectuant en ravine peuvent être à l'origine de l'apparition d'érosions locales qui, à terme, sont susceptibles de déstabiliser une berge.

Afin d'éviter ce type de phénomène, des protections sont à mettre en œuvre au niveau des exutoires. Deux principales techniques existent :

- La protection en enrochements (libres et/ou liés au béton) ;
- La protection en gabions.

La protection en enrochements libres est envisageable si la pente de la berge (sur laquelle s'effectue le rejet) n'excède pas 3H/2V (cf. exemple sur la photo suivante). Les blocs doivent reposer sur un géotextile et être mis en place sur deux couches. Ils doivent se prolonger jusqu'en fond de ravine où ils formeront un brise-charge : les plus gros blocs seront disposés sur ce secteur avec une rugosité élevée. Ils ne devront en revanche pas créer un obstacle aux écoulements de la ravine.



Figure 23 Protection en enrochement

Les enrochements liés au béton sont nécessaires pour toute pente de berge supérieure à 3H/2V. En fond de ravine, ils seront remplacés par des blocs en enrochements libres sur deux couches qui permettront de “casser” la vitesse d'écoulement.

La protection en gabions constitue une alternative à celle en enrochements. Elle peut être mise en place sur tout type de pente de berge : sur les pentes douces (inférieure à 3H/2V) un matelas de gabions (reposant sur un géotextile) apparaît adapté tandis que sur les pentes plus fortes, des

cages de gabions sont envisageables (cf. exemple sur la figure page suivante). Quelque soit la solution retenue, une protection du fond de lit de ravine est également nécessaire et peut faire appel au matelas de gabions ou aux enrochements libres. A noter que la qualité du grillage constituant le gabion devra être compatible avec l'agressivité des eaux (risque de corrosion accentuée en présence d'eaux saumâtres et marines).

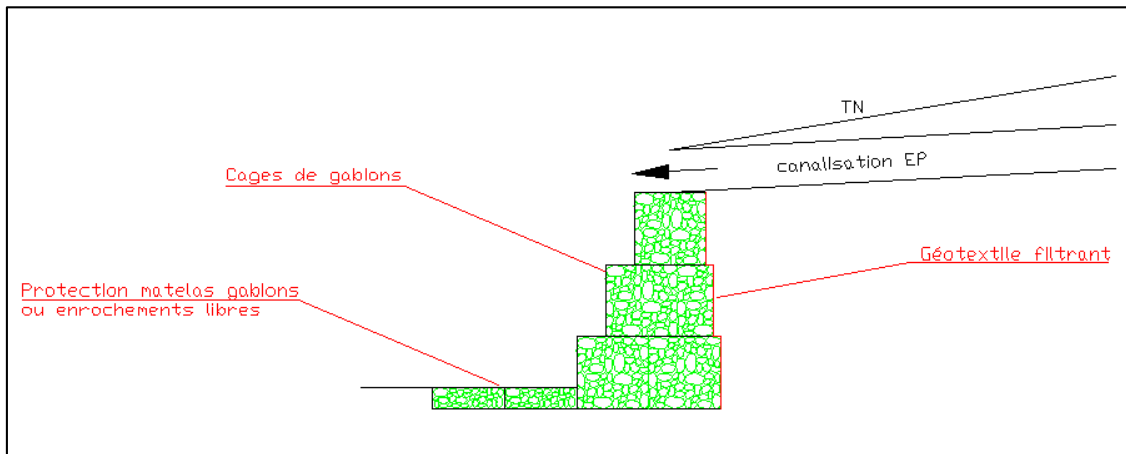


Figure 24 Protection en gabions

6. Etape 4- Mesures de compensation et de réduction des impacts

6.1. Objectif de la doctrine⁶

Les questions environnementales doivent faire partie des données de conception des projets au même titre que les autres éléments techniques, financiers, etc. Cette conception doit tout d'abord s'attacher à éviter les impacts sur l'environnement, y compris au niveau des choix fondamentaux liés au projet (nature du projet, localisation, voire opportunité). Cette phase est essentielle et préalable à toutes les autres actions consistant à minimiser les impacts environnementaux des projets, c'est-à-dire à réduire au maximum ces impacts et en dernier lieu, si besoin, à compenser les impacts résiduels après évitement et réduction. C'est en ce sens et compte-tenu de cet ordre que l'on parle de « séquence éviter, réduire, compenser ».

La séquence « éviter, réduire, compenser » les impacts sur l'environnement concerne l'ensemble des thématiques de l'environnement, et notamment les milieux naturels. Elle s'applique, de manière proportionnée aux enjeux, à tous types de plans, programmes et projets (qui seront dénommés « projets » dans la suite du texte) dans le cadre des procédures administratives de leur autorisation (étude d'impacts ou étude d'incidences thématiques i.e. loi sur l'eau, Natura 2000, espèces protégées, ...).

Dans la conception et la mise en œuvre de leurs projets, les maîtres d'ouvrage doivent définir les mesures adaptées pour éviter, réduire et, lorsque c'est nécessaire et possible compenser leurs impacts négatifs significatifs sur l'environnement. Cette démarche doit conduire à prendre en compte l'environnement le plus en amont possible lors de la conception des projets d'autant plus que l'absence de faisabilité de la compensation peut, dans certains cas mettre, en cause le projet.

Compte tenu des enjeux importants que représentent les milieux naturels, il est apparu nécessaire de définir une doctrine pour leur appliquer la séquence éviter, réduire, compenser.

6.2. Les mesures compensatoires

Les mesures compensatoires ont pour objet d'apporter une contrepartie aux impacts résiduels négatifs du projet (y compris les impacts résultant d'un cumul avec d'autres projets) qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits. Elles sont conçues de manière à produire des impacts qui présentent un caractère pérenne et sont mises en œuvre en priorité à proximité fonctionnelle du

⁶ Doctrine du Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, (du 25/06/2012 mise à jour le 16/01/2014)

site impacté. Elles doivent permettre de maintenir voire le cas échéant d'améliorer la qualité environnementale des milieux naturels concernés à l'échelle territoriale pertinente.

Les mesures compensatoires doivent être pertinentes et suffisantes, notamment quant à leur ampleur et leur localisation, c'est-à-dire qu'elles doivent être :

- au moins **équivalentes**: elles doivent permettre le rétablissement de la qualité environnementale du milieu naturel impacté, à un niveau au moins équivalent de l'état initial et si possible d'obtenir un gain net, en particulier pour les milieux dégradés, compte-tenu de leur sensibilité et des objectifs généraux d'atteinte du bon état des milieux. Il revient au maître d'ouvrage de s'inscrire dans la logique de gain net. Les mesures compensatoires sont définies à l'échelle territoriale pertinente et en tenant compte du temps de récupération des milieux naturels. Si l'impact négatif est lié à un projet d'intérêt général approuvé dans les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux, la stricte équivalence écologique entre les impacts résiduels du projet sur les masses d'eau concernées et les mesures compensatoires qui sont demandées, peut ne pas être exigée.
- **faisables**: le maître d'ouvrage doit évaluer la faisabilité technique d'atteinte des objectifs écologiques visés par la mesure compensatoire, estimer les coûts associés à la mesure et sa gestion sur la durée prévue, s'assurer de la possibilité effective de mettre en place les mesures sur le site retenu (eu égard notamment à leur ampleur géographique ou aux modifications d'utilisation du sol proposées), définir les procédures administratives et les partenariats à mettre en place, proposer un calendrier aussi précis que possible prévoyant notamment la réalisation des mesures compensatoires. Un site ne doit pas avoir subi de dommages irréversibles avant que les mesures compensatoires ne soient mises en place ; des dérogations au principe de mise en œuvre préalable des mesures sont toutefois admissibles lorsqu'il est établi qu'elles ne compromettent pas l'efficacité de la compensation.
- **efficaces**: les mesures compensatoires doivent être assorties d'objectifs de résultat et de modalités de suivi de leur efficacité et de leurs effets.

Compte-tenu de ces éléments, Il est admis que « tout n'est pas compensable ». Un impact est non compensable lorsque, en l'état des connaissances scientifiques et techniques disponibles, l'équivalence écologique ne peut être obtenue, ou lorsqu'il n'est pas certain que le maître d'ouvrage pourra assumer la charge financière des compensations proposées, ou lorsque les mesures compensatoires proposées ne sont pas réalisables (compte-tenu notamment des surfaces sur lesquelles elles auraient à s'appliquer), c'est-à-dire lorsqu'il n'apparaît pas possible de maintenir ou le cas échéant d'améliorer la qualité environnementale d'un milieu naturel. Dans le cas où il apparaîtrait que les impacts résiduels sont significatifs et non compensables, le projet, en l'état, ne peut en principe être autorisé. Par exception, un projet présentant des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement peut être autorisé sous réserve de l'absence de solution alternative de moindre impact.

En dehors des cas où leurs minimums sont prévus au niveau de textes ou de documents cadre (SAGE, SDAGE, ...), les ratios ou coefficients d'ajustement ne sont pas utilisés de manière systématique et ne constituent pas une donnée d'entrée. Lorsqu'ils sont utilisés pour dimensionner une mesure compensatoire, ils doivent en effet être le résultat d'une démarche analytique visant à atteindre les objectifs recherchés et intègrent :

- la proportionnalité de la compensation par rapport à l'intensité des impacts ;
- les conditions de fonctionnement des espaces susceptibles d'être le support des mesures ;
- les risques associés à l'incertitude relative à l'efficacité des mesures ;
- le décalage temporel ou spatial entre les impacts du projet et les effets des mesures.

Le programme de compensation doit nécessairement comprendre des mesures écologiques, telles que des actions de remise en état ou d'amélioration des habitats ou des actions de renforcement des populations de certaines espèces, et toute autre action opportune.

Dans tous les cas, les mesures compensatoires doivent être additionnelles aux actions publiques existantes ou prévues en matière de protection de l'environnement (plan de protection d'espèces, instauration d'un espace protégé, programme de mesure de la directive cadre sur l'eau, trame verte et bleue, ...). Elles peuvent conforter ces actions publiques (en se situant par exemple sur le même bassin versant), mais ne pas s'y substituer. L'accélération de la mise en œuvre d'une politique publique de préservation ou de restauration, relative aux enjeux impactés par le projet, peut être retenue au cas par cas comme mesure compensatoire sur la base d'un programme précis (contenu et calendrier) permettant de justifier de son additionnalité avec l'action publique. Ces mesures constituent des engagements du maître d'ouvrage, qui en finance la mise en place et la gestion sur la durée.

En complément, des mesures, dites « d'accompagnement » (acquisitions de connaissance, définition d'une stratégie de conservation plus globale, mise en place d'un arrêté de protection de biotope qui relève en fait des pouvoirs de l'État ou des collectivités, ...), peuvent être définies pour améliorer l'efficacité ou donner des garanties supplémentaires de succès environnemental aux mesures compensatoires.

6.3. Pérenniser les effets de mesures de réduction et de compensation

Pour garantir les résultats des mesures de réduction et de compensation, le maître d'ouvrage doit pouvoir justifier de la pérennité de leurs effets. La durée de gestion des mesures doit être justifiée et déterminée en fonction de la durée prévue des impacts, du type de milieux naturels ciblé en priorité par la mesure, des modalités de gestion et du temps estimé nécessaire à l'atteinte des objectifs.

10. Annexes

10.1. FICHES TECHNIQUES DES OUVRAGES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Remarques générales :

Tout rejet s'effectuant en mer (éventuellement via la mangrove), dont le fil d'eau est calé sous la cote de marée haute, doit être muni d'un clapet anti-retour ou doit être accompagné d'une note de calcul démontrant que le réseau situé en amont n'est pas influencé par la marée. Dans le cas où un clapet est mis en place, un entretien régulier est à programmer afin d'assurer la pérennité de son rôle.

La fréquence d'entretien des ouvrages doit être adaptée au cas par cas. Celles indiquées dans les pages qui suivent sont données à titre indicatif. Ainsi, un suivi très régulier des ouvrages doit être programmé dès la fin des travaux afin de fixer par la suite une fréquence de nettoyage à laquelle le gestionnaire doit se tenir.

Selon leur nature, les matériaux et déchets piégés dans les ouvrages de gestion des eaux pluviales pourront être valorisés (tri sélectif, réutilisation des boues en milieu agricole, etc.), mis en décharge ou traités par une filière spécifique (cas des eaux recueillies dans les séparateurs à hydrocarbures lors des vidanges).

10.2. Les bassins de rétention ou d'infiltration

Il s'agit actuellement de la solution la plus couramment utilisée pour maîtriser les eaux de ruissellement du fait de sa simplicité de mise en œuvre. Elle est particulièrement adaptée pour la gestion des eaux pluviales de projets de grande ampleur (lotissement ou ZAC par exemple).

10.2.1. Principes de fonctionnement et avantages spécifiques

L'eau est collectée par un ouvrage d'arrivée, stockée dans le bassin puis évacuée à débit régulé soit par un ouvrage vers un exutoire de surface (bassin de retenue), soit par infiltration dans le sol (bassin d'infiltration).

Les bassins de retenue sont de deux types :

- Bassin sec, vide la plupart du temps et dont la durée d'utilisation est très courte (quelques heures) ;
- Bassin en eau, une lame d'eau est présente en permanence. Cette solution est a priori à écarter à Mayotte étant donné que les services sanitaires préconisent une durée de rétention inférieure à 12 h pour limiter la prolifération des moustiques.

10.2.2. Avantages

- Création de zones vertes en milieu urbain ou périurbain ;
- Bonne intégration dans le site ;
- Bon rendement épuratoire ;
- Mise en œuvre facile et bien maîtrisée ;
- Facilité d'entretien ;
- Alimentation de la nappe (si infiltration possible).

10.2.3. Inconvénients

- Importante emprise foncière ;
- Risque lié à la sécurité des riverains pour les bassins en eau (clôture nécessaire) ;
- Nuisances dues à la stagnation de l'eau (en cas de manque d'entretien) ;
- Risque de développement de gîtes larvaires (en cas de manque d'entretien) ;
- Pollution éventuelle de la nappe pour les bassins d'infiltration.

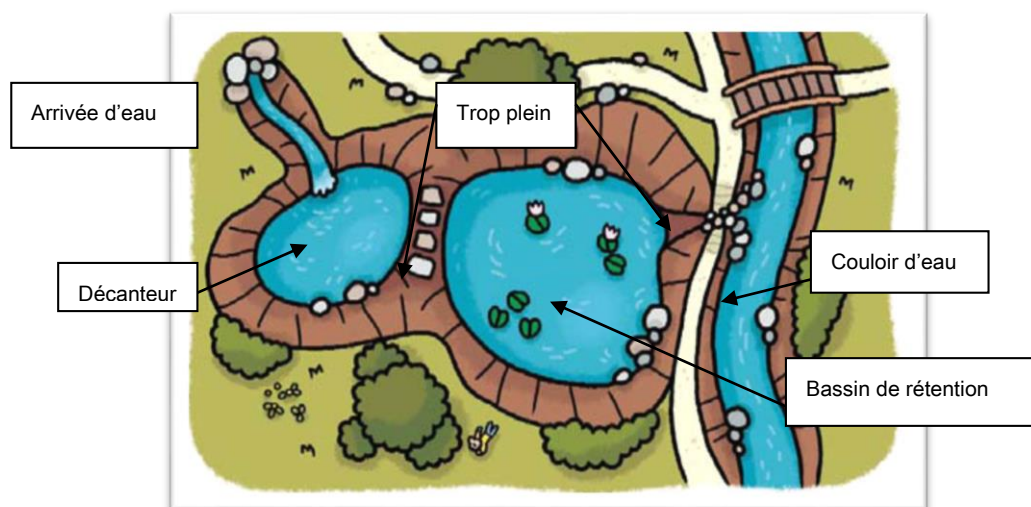


Figure 25 Exemple d'aménagement d'un bassin de rétention (source : guide pratique aménagement et eaux pluviales sur le territoire du grand Lyon)

10.2.4. Cout d'investissement

Désignation travaux	Unité	Prix unitaire (€ HT)
Terrassements (déblais)	m ³	15 à 40 (selon volume)
Ouvrage de vidange	u	variable selon dimension
Engazonnement	m ²	6

10.2.5. Entretien

Il s'agit essentiellement :

- De tondre et faucher régulièrement pour les bassins enherbés ou de nettoyer (type balayage) pour les bassins revêtus ;
- De nettoyer les équipements existants (grille, organe de régulation, etc.)

10.2.6. Coût de fonctionnement

- Tonte ou nettoyage du bassin : 10 €/m² ;
- Maintenance des équipements du bassin : 1€/m³ de stockage.

10.3. Les bassins enterrés

Les bassins de rétention enterrés sont adaptés à la gestion des eaux pluviales issues de projets urbains ou périurbains tels que les lotissements, les ZAC, les voiries ou les parkings.

10.3.1. Principes de fonctionnement et avantages spécifiques

Les bassins enterrés sont des ouvrages en dur qui peuvent être mis en œuvre sous voirie légère ou lourde mais également sous espace vert. Deux types d'ouvrages peuvent être distingués :

- Les ouvrages en béton ;
- Les ouvrages réalisés à l'aide de structures alvéolaires ultra-légères dont l'indice de vides atteint près de 95 %.

Après stockage, les eaux sont acheminées vers un exutoire en aval (réseau ou ravine) mais il est également possible de mettre en place un massif drainant sous l'ouvrage afin d'évacuer les eaux stockées vers le sous-sol. Pour cette solution, il est nécessaire de prévoir un ouvrage de décantation en amont si les eaux recueillies sont chargées en sédiments.

Quoiqu'il en soit, il est souhaitable d'envisager des ouvrages visitables pour faciliter leur entretien ultérieur.

10.3.2. Avantages

- Emprise foncière limitée ;
- Alimentation de la nappe (si infiltration retenue)

10.3.3. Inconvénients :

- Risque de pollution de la nappe (si infiltration retenue) ;
- Entretien spécifique indispensable ;
- Investissement qui peut être important.

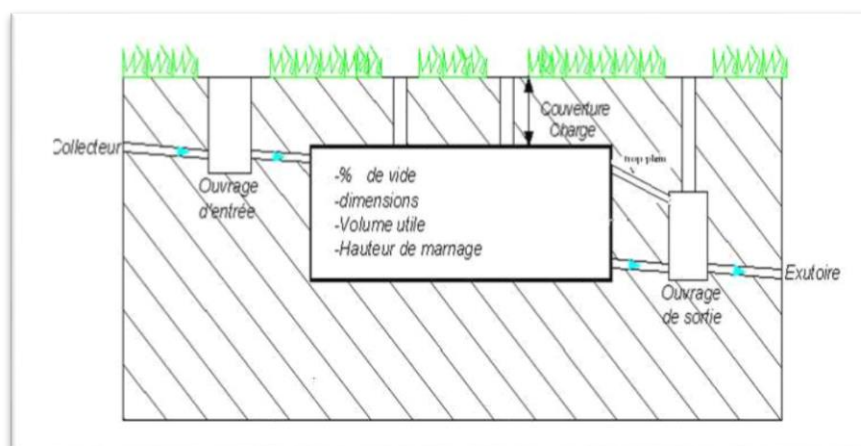


Figure 26 Exemple d'aménagement d'un bassin enterré (source : fiche pratique aménagement et eaux pluviales sur le territoire du grand Lyon)

10.3.4. Coût d'investissement

Désignation travaux	Unité	Prix unitaire (€ HT)
Terrassements (déblais)	m ³	15 à 40 (selon volume)
Béton armé (ouvrage en dur)	m ³	250
Matériau alvéolaire	m ³ d'eau stockée	250 à 400
Ouvrage de vidange	u	variable selon dimension

10.3.5. Entretien

Le seul véritable entretien de ce dispositif consiste à curer le fond des dépôts qui auraient pu s'accumuler. S'il est muni d'un ouvrage de décantation en amont, l'entretien portera essentiellement sur celui-ci. Le principal risque est d'oublier son entretien en raison de l'absence de repères visuels.

10.3.6. Cout de fonctionnement

- Nettoyage du bassin : 10 €/m² ;
- Maintenance des équipements du bassin : 1€/m³ de stockage.

10.4. Les chaussées à structure réservoir

Cette technique est adaptée à la gestion des eaux pluviales d'un lotissement ou d'une ZAC étant donné qu'elle peut être mise en place sous des surfaces supportant circulation ou stationnement.

10.4.1. Principes de fonctionnement et avantages spécifiques

Une chaussée à structure réservoir permet le stockage provisoire de l'eau dans le corps de la chaussée. L'injection de l'eau s'effectue soit par infiltration au travers d'un revêtement de surface poreux (enrobé drainant, béton poreux ou pavé poreux – non adapté à Mayotte en raison de la turbidité des eaux pluviales), soit par l'intermédiaire d'avaloirs et de drains si le revêtement est étanche.

Après stockage, les eaux sont évacuées soit par infiltration dans le sous-sol, soit de manière régulée vers un exutoire de surface.

Le corps de chaussée est généralement composé de graves sans fines (dont l'indice de vides varie de 20 à 40 % selon la granulométrie employée) ou de matériaux en plastique (nid d'abeille, casier réticulé, pneus) dont l'indice de vides est supérieur (70 à 90 % en moyenne).

10.4.2. Avantages

- Efficacité de la méthode ;
- Insertion très facile ;
- Aucune emprise foncière ;
- Bonne filtration des polluants ;
- Alimentation de la nappe (si infiltration) ;

10.4.3. Inconvénients

- Peu d'entreprise mahoraise susceptible de telle réalisation ;
- Structure tributaire de l'encombrement du sous-sol ;
- Coût de réalisation parfois élevé ;
- Phénomène de colmatage du corps de chaussée (si apports de fines par les eaux) ;
- Risque de pollution de la nappe (si infiltration).

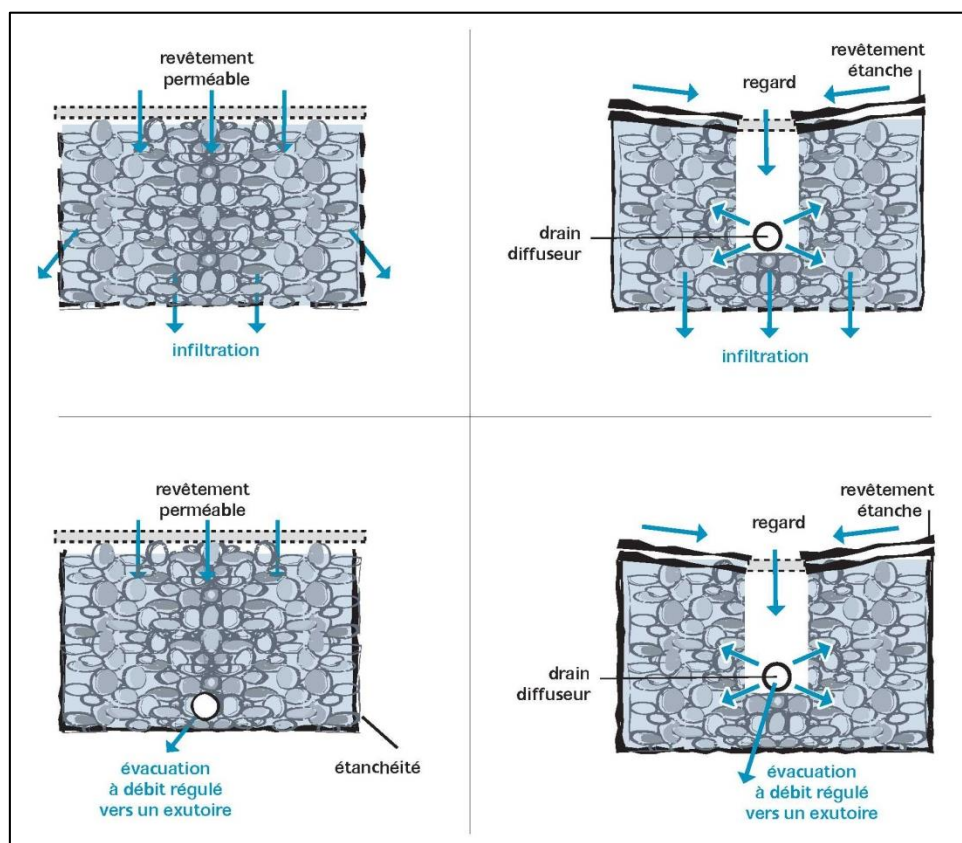


Figure 27 Exemple de chaussée à structure réservoir (source : stratégie et solutions techniques pour la gestion des eaux pluviales – région Rhône-Alpes)

10.4.4. Coût d'investissement

Désignation travaux	Unité	Prix unitaire (€ HT)
Terrassements (déblais)	m ³	15 à 40 (selon volume)
Géotextile	m ³	8
Matériau de remplissage (grave, chips de pneus, matériau alvéolaire, éléments préfabriqués)	m ³ d'eau stockée	30 à 400
Ouvrage de vidange	u	variable selon dimension
Couche de surface	m ²	100 à 150

10.4.5. Entretien

L'entretien vise principalement à éviter le colmatage du corps de chaussée. Pour ce faire, des ouvrages de décantation peuvent être mis en place sur l'amont mais doivent faire l'objet d'inspections régulières et d'un curage dont la fréquence est à adapter en fonction de la nature des eaux recueillies et de la pluviométrie (en moyenne 1 à 3 fois par an).

10.4.6. Cout de fonctionnement

- En théorie, seules certaines structures réservoir sont susceptibles d'être nettoyées (à l'aide d'un hydrocureur).
- Le coût de ce type d'intervention s'élève à 10€/m².

10.5. Les puits

Il s'agit d'une technique très simple à mettre en œuvre, adaptée à la gestion des eaux pluviales d'un particulier, d'un lotissement ou d'une ZAC. Elle s'avère en revanche extrêmement sensible au colmatage et apparait donc tout particulièrement adaptée aux eaux issues des toitures. Elle doit être associée à une technique de rétention préalable pour assurer un niveau de protection suffisant.

10.5.1. Principes de fonctionnement et avantages spécifiques

Les puits sont des dispositifs qui permettent le transit du ruissellement vers un horizon perméable du sol pour assurer un débit de rejet compatible avec les surfaces drainées après stockage et éventuel prétraitement.

Dans la majorité des cas, les puits d'infiltration sont remplis d'un matériau très poreux qui assure la tenue des parois. Ce matériau est entouré d'un géotextile qui évite la migration des éléments les plus fins tant verticalement qu'horizontalement.

La plupart du temps, ils sont combinés à des techniques de stockage de types chaussée-réservoir, tranchée drainante, fossé, citerne ou même bassin de retenue, dont ils assurent alors le débit de fuite.

10.5.2. Avantages

- Simplicité de conception et coût peu élevé ;
- Entretien relativement faible ;
- Alimentation de la nappe ;
- Pas d'exutoire à prévoir ;
- Large utilisation (de la parcelle aux espaces collectifs) ;
- Convient à tous types d'usages, sauf usage industriels ou en présence de fines ;
- Elle complète les autres techniques ;
- Intégration dans le tissu urbain et possibilité de réutiliser la surface (parking, aire de jeu, etc.) ;
- Bonne adaptation aux terrains plats où l'assainissement est difficile à mettre en œuvre ;

10.5.3. Inconvénients

- Risque de pollution de la nappe ;
- Capacité de stockage limitée ;
- Colmatage possible du puits.

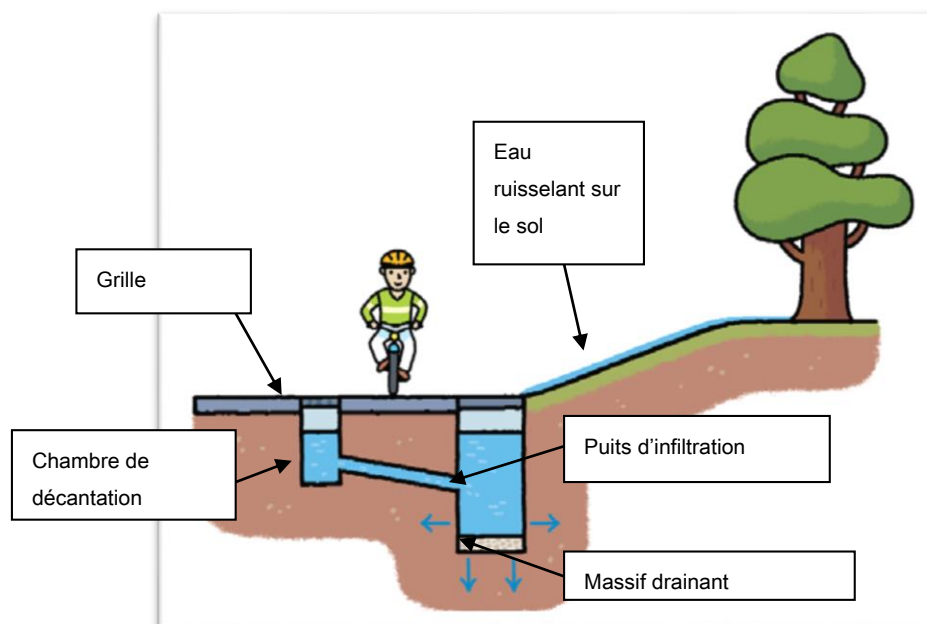


Figure 28 Exemple de puits d'infiltration (source : guide pratique aménagement et eaux pluviales sur le territoire du grand Lyon)

10.5.4. Cout d'investissement

Désignation travaux	Unité	Prix unitaire (€ HT)
Réalisation d'un puits	m ² de surface recueillie	15

10.5.5. Entretien

Deux types d'entretien sont à prendre en compte pour ce type d'ouvrage :

L'entretien préventif, qui intervient tous les mois afin de minimiser le colmatage. Il consiste à vider les chambres de décantation, nettoyer les dispositifs filtrants, vérifier le système de trop plein (puits creux) ou le tassement de la terre végétale (puits comblé) puis nettoyer les surfaces drainées ;

L'entretien curatif, qui intervient deux fois par an à une fois tous les cinq ans lorsque le puits ne fonctionne plus et déborde fréquemment. Il consiste en un hydrocurage du puits.

10.5.6. Cout de fonctionnement

- Curage de l'ouvrage de décantation (si existant) : 10 €/m² ;
- Hydrocurage du puits : 1500€/forfait

10.6. Les tranchées drainantes

Comme pour les puits, la mise en œuvre des tranchées drainantes est aisée. C'est également une technique bien adaptée à la gestion des eaux pluviales d'un particulier, d'un lotissement ou d'une ZAC qui, à l'inverse du puits, peut jouer le rôle de rétention avant infiltration. Elle apparaît en revanche aussi sensible à la présence de fines dans les eaux pluviales qui favorisent son colmatage.

10.6.1. Principes de fonctionnement et avantages spécifiques

En pratique, la tranchée est une excavation de profondeur et de largeur faibles, servant à retenir les eaux. Elle peut revêtir en surface divers matériaux selon son usage (enrobé drainant, dalle de béton, pelouse).

L'eau est collectée soit localement par un système classique d'avaloirs et de drains qui conduisent l'eau dans le corps de la tranchée. Ce dernier peut être constitué de graves ou de matériaux de récupération (chips de pneus par exemple). Pour limiter son colmatage, il convient de mettre en œuvre des chambres de décantation en amont. Le cas échéant, elles peuvent ne récupérer que les eaux issues du ruissellement sur les toitures.

L'évacuation se fait soit vers un exutoire de surface soit vers le sous-sol (infiltration).

10.6.2. Avantages

- Insertion facile en milieu urbain avec une faible consommation de l'espace ;
- Bonne intégration au paysage grâce aux diverses formes et revêtements de surface ;
- Mise en œuvre facile et bien maîtrisée ;
- Alimentation de la nappe (si infiltration possible).

10.6.3. Inconvénients

- Colmatage possible de la tranchée ;
- Contrainte en cas de forte pente (cloisonnement nécessaire) ;
- Risque de pollution de la nappe.

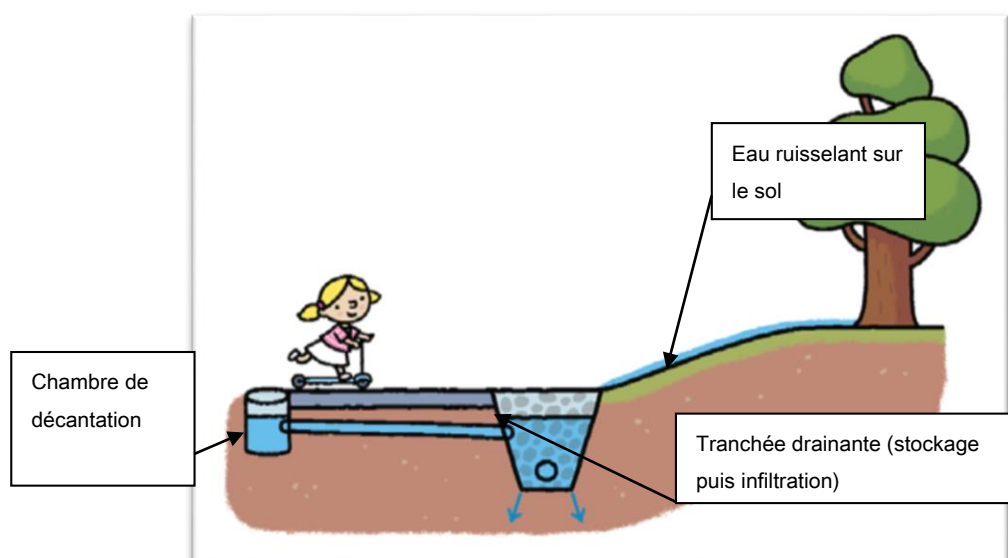


Figure 29 Exemple d'une tranchée d'infiltration (Source : Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)

10.6.4. Cout d'investissement

Désignation travaux	Unité	Prix unitaire (€ HT)
Terrassements (déblais)	m ³	15 à 40 (selon volume)
Géotextile	m ³	8
Matériau de remplissage (grave, chips de pneus, matériau alvéolaire, éléments préfabriqués)	m ³ d'eau stockée	30 à 400
Ouvrage de vidange	u	variable selon dimension

10.6.5. Entretien

L'entretien consiste essentiellement à nettoyer de façon régulière les chambres de décantation (dans le cas où les eaux recueillies par la tranchée ne se limitent pas à celles provenant des toitures). En cas de colmatage entraînant des débordements, il doit être procédé au remplacement du massif drainant.

10.6.6. Cout de fonctionnement

- Curage de l'ouvrage de décantation (si existant): 10 €/m² ;

10.7. Les noues

Cette technique peut s'adapter à la gestion des eaux pluviales d'un particulier, d'un lotissement ou d'une ZAC.

10.7.1. Principe de fonctionnement et avantages spécifiques

Une noue est un fossé "paysager" large et peu profond avec une pente longitudinale et des talus en pente douce.

10.7.2. Avantages

- Regroupement de plusieurs fonctions : rétention, régulation, écrêtement qui limitent les débits de pointe à l'aval ;
- Bon comportement épuratoire ;
- Alimentation de la nappe (si infiltration possible) ;
- Création d'un paysage végétal et d'espaces verts pour une bonne intégration dans le site ;
- Réalisation par phases selon les besoins de stockage ;
- Coût peu élevé.

10.7.3. Inconvénients

- Entretien régulier ;
- Cloisonnement nécessaire pour limiter les pertes de volume de stockage sur site pentu ;
- Emprise foncière importante dans certains cas ;
- Nuisances dues à la stagnation éventuelle de l'eau ;
- Risque de développement de gîtes larvaires (en cas de manque d'entretien).

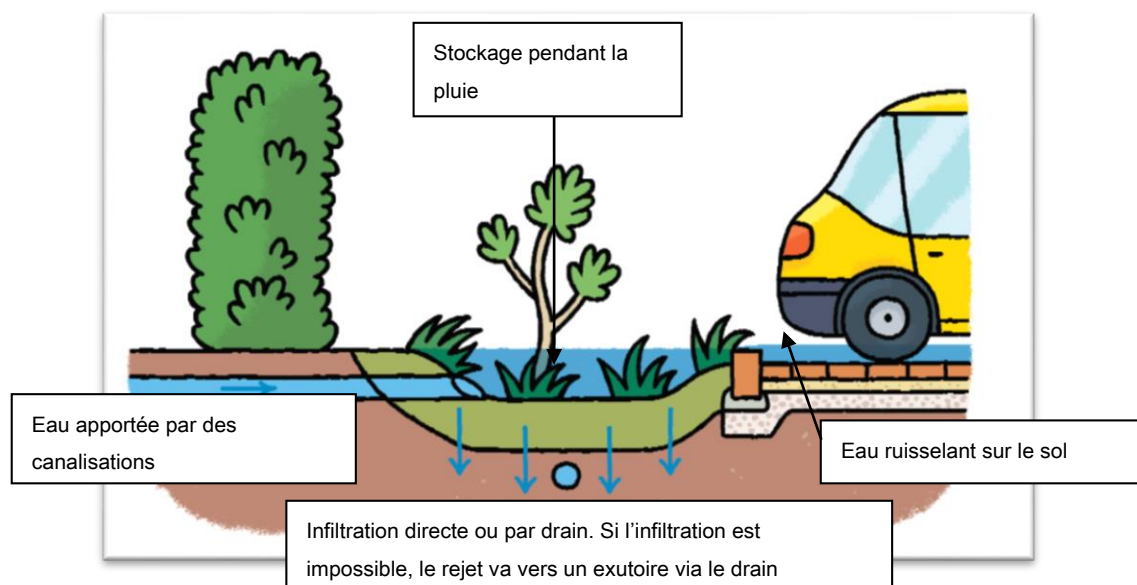


Figure 30 Exemple d'une noue (source : guide pratique aménagement et eaux pluviales sur le territoire du grand Lyon)

10.7.4. Cout d'investissement

Désignation travaux	Unité	Prix unitaire (€ HT)
Terrassements (déblais)	m ³	15 à 40 (selon volume)
Engazonnement	m ²	6

10.7.5. Entretien

Une noue nécessite un entretien régulier pour éviter qu'elle ne se transforme en mare ou en égout à ciel ouvert. De la fréquence de cet entretien dépend fortement l'image d'environnement de qualité que constitue la noue. Il consiste à tondre la pelouse, à arroser quand les sols sont secs pour que la végétation ne dépérisse pas, à ramasser les feuilles et les débris d'origine humaine et à curer les orifices.

Pour pallier le risque de bouchage des orifices, un drain peut être mis en place sous la noue. L'eau s'infiltre dans le fond de la noue puis atteint le drain et s'écoule vers l'exutoire.

10.7.6. Cout de fonctionnement

- Tonte et nettoyage : 10 €/m² ;

10.8. Les cuves et citernes

Il s'agit d'une technique tout particulièrement adaptée à la gestion des eaux pluviales d'un particulier. Elle est facile à mettre en œuvre et, moyennant une augmentation de son volume de stockage, elle peut également servir de réservoir pour l'arrosage des jardins.

10.8.1. Principes de fonctionnement et avantage spécifiques

Ces dispositifs peuvent être posés sur le sol ou enterrés. L'évacuation des eaux pluviales s'effectue vers un exutoire (zone d'infiltration, ravine, réseau) par l'intermédiaire d'un tuyau permettant la vidange gravitaire de la cuve. Une pompe peut être ajoutée pour permettre l'arrosage ultérieur du jardin.

10.8.2. Avantages

- Invisibles si enterrées ;
- Facile à mettre en place ;
- Récupération de l'eau de pluie pour d'autres usages selon la conception de l'ouvrage.

10.8.3. Inconvénients

- A intégrer dans l'environnement si non enterrées ;
- Vidange si besoin ;
- Entretien des pompes et des filtres (si équipées).

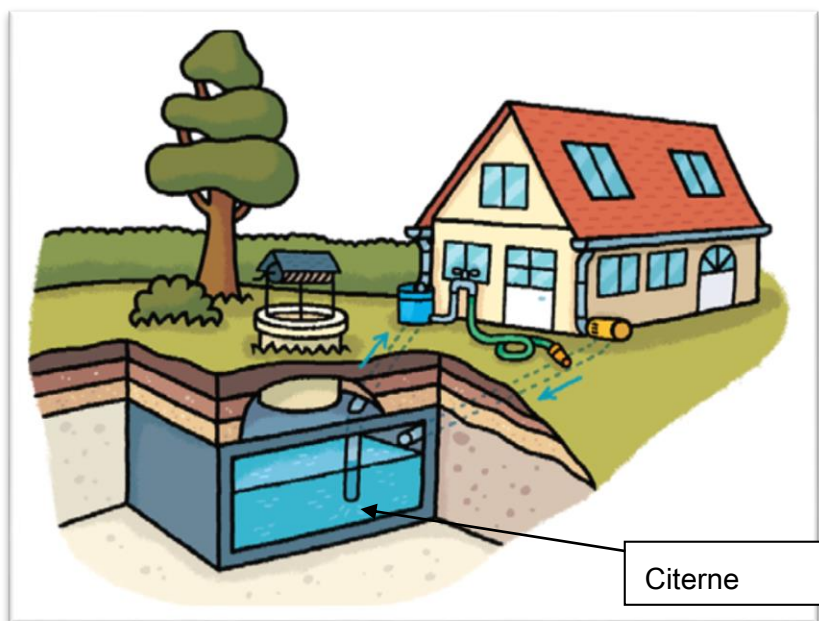


Figure 31 Exemple d'une citerne (source : guide pratique aménagement et eaux pluviales sur le territoire du grand Lyon)

10.8.4. Cout d'investissement

Désignation travaux	Unité	Prix unitaire (€ HT)
Terrassements (déblais)	m ³	15 à 40 (selon volume)
Cuve/citerne	m ³ d'eau stockée	300 (500 l) à 8 000 (5 m ³) y compris équipements

10.8.5. Entretien

L'entretien doit s'effectuer régulièrement pour éviter le développement des bactéries. Dans le cas d'une citerne enterrée, la vérification des préfiltres s'impose tous les ans. Elle doit également être vidangée et nettoyée au moins tous les 2 ans.

10.8.6. Cout de fonctionnement

- Nettoyage de la citerne : 10 €/m² ;
- Maintenance des équipements de la citerne : 1€/m³ de stockage.

10.9. Les toits stockant

Ce type de technique est adapté à la gestion des eaux pluviales de toute toiture terrasse à faible pente.

10.9.1. Principes de fonctionnement et avantage spécifiques

Le principe du toit stockant consiste à retenir, grâce à un parapet en pourtour de toiture, une certaine hauteur d'eau, puis à la relâcher à faible débit. Cette technique est utilisée pour ralentir le plus tôt possible le ruissellement, grâce à un stockage temporaire de quelques centimètres d'eau de pluie. Elle est délicate à mettre en œuvre sur les toits dont la pente dépasse 2 % car elle nécessite l'emploi de caissons cloisonnant la surface (cf. schéma page suivante).

Sur toit plat, le dispositif d'évacuation est constitué d'une ogive centrale avec filtre, raccordée au tuyau d'évacuation et d'un anneau extérieur, percé de rangées de trous dont le nombre et la répartition conditionnent le débit de fuite.

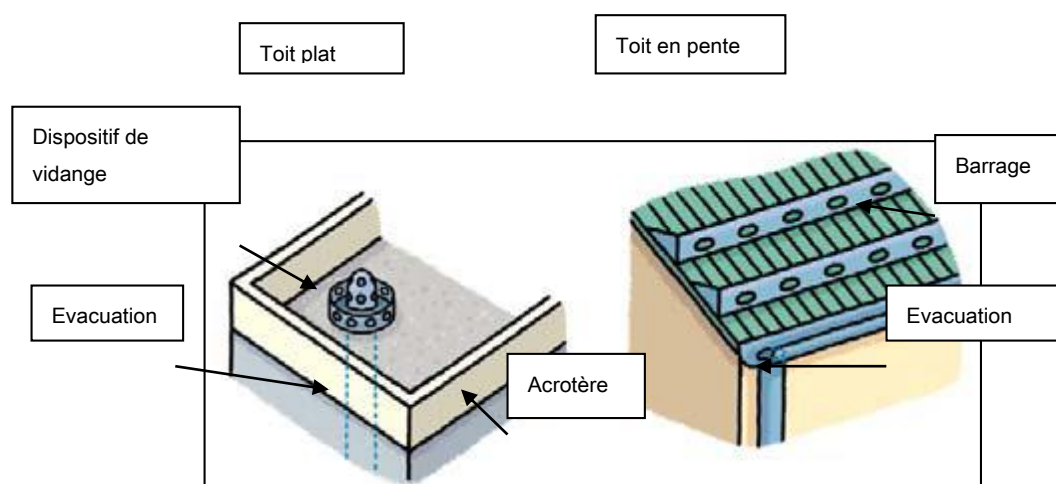


Figure 32 Schéma descriptif des différents types de toit stockant (source : guide pratique aménagement et eaux pluviales sur le territoire du grand Lyon)

Le stockage temporaire et les vidanges sont assurés par un ou plusieurs organes de régulation. Elle peut être améliorée par la présence d'une protection d'étanchéité en gravillon généralement d'une épaisseur de 5 cm pour une porosité d'environ 30 %, ou par la présence de terre végétale dans le cas des "toits jardins".

10.9.2. Avantages

- Intégration de façon esthétique à tous types d'habitats ;
- Procédé de stockage immédiat et temporaire à la parcelle ;
- Pas d'emprise foncière ;
- Mise en œuvre simple ;

- Diversité de traitement (enherbement ou matériau : bois, tôle, PVC) ;
- Fonction thermique possible des toitures végétalisées.

10.9.3. Inconvénients

- Léger surcoût par rapport à une toiture traditionnelle ;
- Nécessite une réalisation soignée, compte tenu des problèmes d'étanchéité, ainsi qu'un entretien régulier.

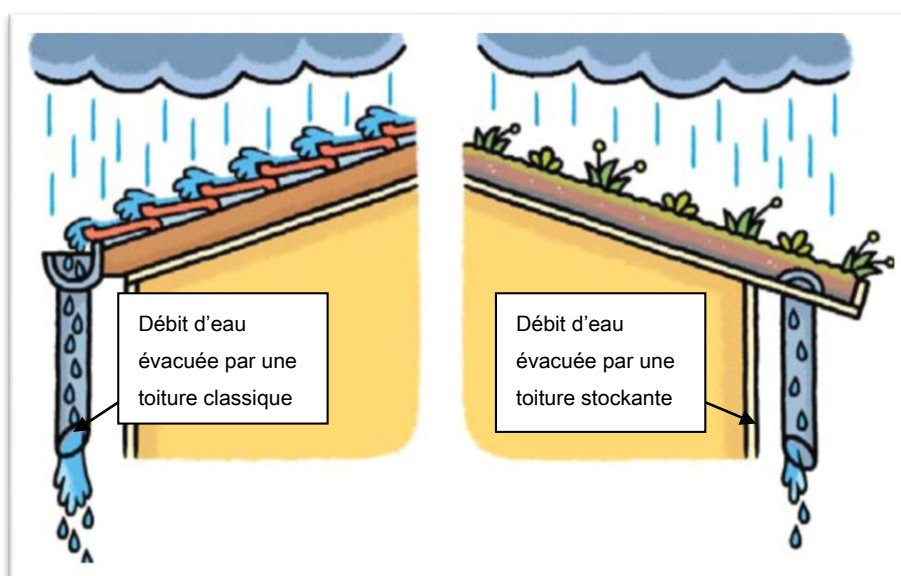


Figure 33 Différence entre une toiture classique et une toiture végétalisée (source : guide pratique aménagement et eaux pluviales sur le territoire du grand Lyon)

10.9.4. Cout d'investissement

Désignation travaux	Unité	Prix unitaire (€ HT)
Réalisation d'une étanchéité et d'un système de régulation	m ² de toiture	10 à 45 (selon aménagements réalisés)

10.9.5. Entretien

La Chambre Syndicale Nationale de l'Etanchéité recommande au minimum deux visites par an (nettoyage des feuilles qui ont pu obstruer les descentes, contrôle du bon fonctionnement des dispositifs de régulation).

10.10. Débourbeurs-Séparateurs à hydrocarbures

Ce type d'ouvrage permet l'atteinte d'objectifs qualitatifs au niveau du rejet d'eaux pluviales vers le milieu récepteur.

10.10.1. Description

Ces ouvrages ont une double vocation : décanter les particules plus lourdes que l'eau et retenir les particules moins denses que l'eau comme les hydrocarbures.

Les séparateurs sont utilisés dans un large éventail de situations afin de répondre à diverses exigences. Les raisons pour lesquelles un séparateur est employé, ainsi que les fonctions spécifiques qui sont attendues de sa part déterminent la taille nominale et le type d'installation appropriés. En général, les séparateurs peuvent être installés pour un ou plusieurs types de déversement d'effluents décrits dans le tableau ci-dessous.

Catégorie	Type de déversement d'effluents
a	Traitement des eaux usées de la production et contaminées par des hydrocarbures : • lavage de véhicules, à distribution couvert de carburants, • atelier de mécanique – carrosserie automobile et motorcycle.
b	Traitement des eaux de pluie contaminées par des hydrocarbures provenant des zones imperméables : • parking découvert, • distribution découverte de carburants.

Ils sont généralement dimensionnées pour des débits régulés variables et pour permettre d'obtenir des taux de séparation jusqu'à 99.5% des hydrocarbures, qui garantit un rejet à 5mg/L. Les normes à appliquer sont

- NF-EN 858-1 ;
- NF-EN 858-2.

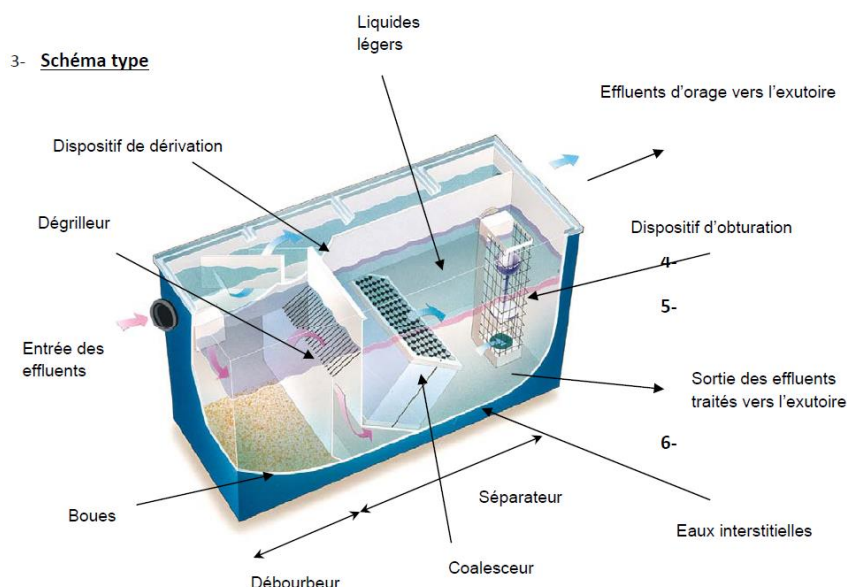
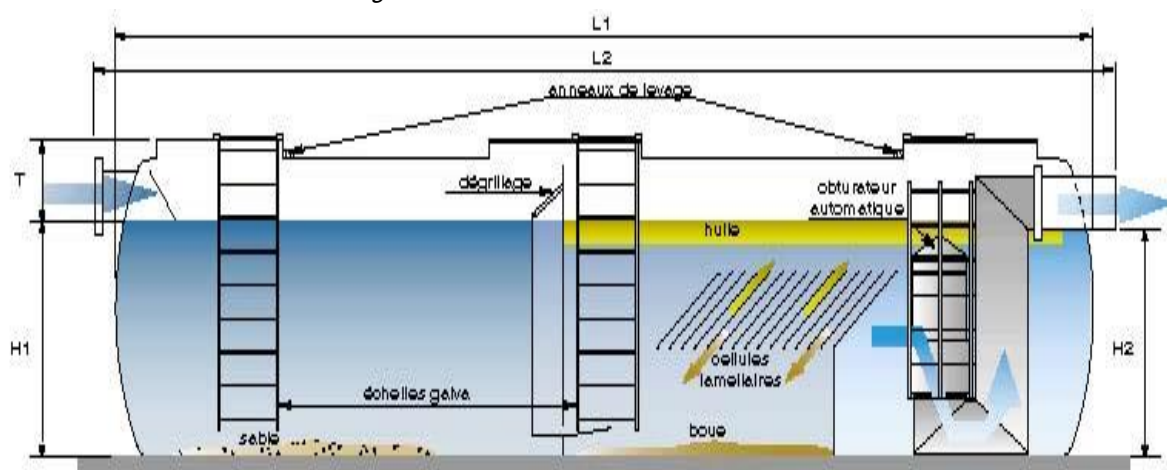


Figure 34 Modèle avec déversoir et déboureur

Figure 35 SCHEMA DE PRINCIPE D'UN SEPARATEUR A HYDROCARBURES A CELLULES LAMELLAIRES
(SOURCE : EAU ET AEROPORT, STBA)

10.10.2. Exigences

- **Classe**

Les séparateurs sont répartis en deux classes, telles que représentées dans le tableau ci-dessous:

Classe	Teneur maximale autorisée en huile résiduelle a)mg/l	Technique de séparation type (exemples)
I	5,0	Séparateur par coalescence
II	100	Séparateur par gravité

- **Éléments constitutifs**

Les éléments constitutifs des installations de séparation d'hydrocarbures sont détaillés dans le tableau ci-dessous :

Elément constitutif	Lettre code
Débourbeur	S
Séparateur Classe I	I ou I b avec dispositif de dérivation
Séparateur Classe II	II ou II b avec dispositif de dérivation
Colonne d'échantillonnage	P
Filtre Coalesseur	EBS

- **Usages**

Le tableau suivant associe un type d'ouvrage à son usage:

Situation	Application	Remarques	Traitement avec évacuation vers	
			Réseau public	Milieu naturel
Station-service, sites de distribution	Eau de pluie d'une station essence	L'eau usée ne peut pas contenir des détergents issus des activités de nettoyage.	S - II - P	S - I - P
Centre commercial partagé	Eau de pluie des parkings découverts de voitures		S - II - P	S - I - P
Site industriel	Nettoyage du sol des ateliers avec agents nettoyants		S - I - P	Le rejet direct à partir du séparateur n'est pas autorisé. Dans des cas très exceptionnels, et en accord avec l'autorité locale, le
	Nettoyage du sol des ateliers sans agents nettoyants		S - II - P	

Situation	Application	Remarques	Traitement avec évacuation vers	
			Réseau public	Milieu naturel
Station de lavage	Lavage manuel de véhicules		S - P	rejet après traitement complémentaire en aval du séparateur peut être autorisé
	Lavage de véhicules dans une installation de lavage	Surfaces véhicules	S - II - P	
	Lavage de véhicules par nettoyage haute pression	Surfaces et dessous de caisse uniquement	S - P	
	Lavage de surfaces des véhicules sans contamination par les hydrocarbures	Dans tous ces cas, agents nettoyants exempts d'hydrocarbures.		
	Lavage de véhicules (dégravolement et moteurs)		S - I - P	
	Lavage de véhicules par self-service à haute pression		S - II - EBS - P	
	Industries – casses véhicules - ferrailleurs	Parcs à ferraille		

- **Tailles nominales⁷**

Les tailles nominales recommandées pour les installations de séparation des liquides légers : 1, 3, 5, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 300, 400 et 500.

- **Généralités**

Les installations de séparation peuvent être construites en :

- béton non armé, béton renforcé de fibres, béton armé ;
- matériaux métalliques : fonte, acier inoxydable, acier ;
- matières plastiques : plastiques renforcés de fibres de verre, polyéthylène.

- **Tuyaux et raccords**

Les entrées et les sorties de l'installation de séparation doivent présenter un diamètre nominal minimal DN_{min} , conforme au tableau ci-dessous, et compatible avec les tuyaux normalisés:

Taille nominale	DNmin(a)
Inférieure ou égale à TN 3	100
Supérieure à TN 3 Inférieure ou égale à TN 6	125
Supérieure à TN 6 Inférieure ou égale à TN 10	150
Supérieure à TN 10 Inférieure ou égale à TN 20	200
Supérieure à TN 20 Inférieure ou égale à TN 30	250
Supérieure à TN 30 Inférieure ou égale à TN 100	300
Supérieure à TN 100	400
a) Le diamètre nominal peut s'appliquer soit au diamètre interne, soit au diamètre externe du tuyau.	

Des dispositions doivent être prises pour que les tuyaux d'entrée, de sortie et de raccordement puissent supporter d'éventuels mouvements et tassements du sol.

10.10.3. Détermination de la taille nominale et de la classe

- **Séparateurs préfabriqués**

La taille nominale et la classe des séparateurs préfabriqués doivent être déterminées par leurs performances dans les conditions d'essai normalisé.

- **Séparateurs construits sur site**

⁷ nombre, sans unité, approximativement égal à la valeur numérique du débit maximal d'effluent, exprimée en litres par seconde, déterminé dans des conditions d'essai normalisé.

Les séparateurs construits sur site selon la norme NF-EN 858-1, ne sont autorisés que pour des tailles nominales TN supérieures ou égales à 150.

Une telle réalisation nécessite une certaine expérience de conception de ces ouvrages, la norme précise cependant quelques lignes directrices suivantes au sujet de l'installation de séparation :

- le rapport largeur/hauteur du séparateur doit être compris entre 1/1,5 et 1/5. Il convient que la distance entre le fond du séparateur et la paroi plongeuse ou le tuyau de sortie corresponde à 20 % de la profondeur de l'eau H ;
- la profondeur minimale H_{min} de l'eau doit être de 2,5 m, y compris une profondeur de stockage de liquides légers de 0,15 m et compte tenu d'une profondeur de 0,35 m pour permettre de recueillir les sédiments éventuels ;

Le tableau ci-dessous renseigne les valeurs calculées en fonction de la taille nominale TN ainsi que du diamètre nominal minimal $DN_{\min}$ des tuyaux d'entrée et de sortie. Ce type de séparateur est considéré comme faisant partie uniquement de la classe II :

Surface d'eau minimale du séparateur $A_{\min}$ m ²	Volume total minimal $V_{\min}$ m ³	Volume minimal de la chambre collectrice de liquides légers V_1 m ³	Diamètre minimal des tuyaux d'entrée et de sortie $DN_{\min}$	Taille nominale TN
30	75	4,5	400	150
40	100	6,0	400	200
60	150	9,0	500	300
80	200	12,0	500	400
100	250	15,0	600	500

• Marquage

La plaque d'identification doit mentionner les informations suivantes :

- EN 858 ;
- la classe (I ou II) ;
- la taille nominale (TN) ;
- le volume du séparateur, exprimé en litres ou en mètres cubes ;
- le volume du débourbeur, exprimé en litres ou en mètres cubes ;
- la capacité de stockage des liquides légers, exprimée en litres ou en mètres cubes ;

- la hauteur maximale de stockage, exprimée en millimètres ;
- l'année de fabrication ;
- le nom du fabricant ou la marque ;
- le sigle de l'organisme de certification, le cas échéant.

10.10.4. **Avantage**

- Conception moderne ;
- Rendement théorique satisfaisant ;
- Utilisation d'une faible surface pour la mise en place ;
- Efficacité pour de fort taux de pollution (station essence, activité pétrochimique,...).

10.10.5. **Inconvénient**

- Entretien complexe et coûteux ;
- Pas de véritable retour sur leur efficacité ;
- Peu efficace lors de faible pollution chronique.

10.10.6. **Cout d'investissement**

Désignation travaux	Unité	Prix unitaire (€ HT)
Séparateur à hydrocarbures	m ³ d'eau stockée	2000 à 3000 (selon aménagements réalisés)

10.10.7. **Entretien**

Se référer à la fiche constructeur.