



Département des Sciences de la Terre

Licences Sciences et Techniques

Eau & Environnement

**Elaboration des fiches techniques et étude d'impact
environnemental des interventions de la RADEEMA
sur le réseau d'eau potable de la ville de Marrakech**

Réalisé par:

- ❖ Abdellah KHOUZ
- ❖ Merieme NID-TALEB

Soutenu, le 09 juin 2016

Devant le jury composé de:

- Mr. K. El AMARI (FST-Marrakech)
- Mme. Y. BOURGEOINI (FST-Marrakech)
- Mr. A. ABBID (RADEEMA)
- Mr. M.RAIBI (RADEEMA)

Remerciements

*Au terme de ce travail, Nous tenons à adresser nos remerciements à **Mr.ELAMARI Khalid** professeur à la FST de Marrakech et notre encadrant pour ses conseils et renseignements, pour sa disponibilité pour avoir accepté de nous encadrer.*

*Nous tenons à adresser nos remerciements à notre encadrant au sein de la RADEEMA **Mr ABBID Abdessatane** Chef de division « gestion réseau » au Département « Exploitation eau », pour son soutien et encouragement et ses conseils.*

*Et toutes nos expressions de reconnaissance sont présentées aussi à Mr **LAHBABI Younes** Chef de Département « Exploitation eau » et **Mr Mohtadi El houdaifi** et **Mr. Taha AIT HACHA** et **Mr.Mohammed RAIBI** qui n'ont jamais hésité à nous aider durant toute la durée de notre stage.*

Nos profonde gratitude envers les membres du jury, qui se sont libérés de leurs obligations pour juger ce travail, et à tous les professeurs du département des sciences de la terre de la faculté des sciences et techniques de Marrakech.

Sommaire

- Remerciements	2
- Sommaire.....	3
- Liste des tableaux et des figures.....	5
- Abréviations.....	6
- Introduction générale.....	7
Chapitre I: Organisation générale de la RADEEMA.....	8
I. Présentation de la RADEEMA.....	9
II. Département Exploitation eau.....	11
II-1) Division Conduite Réseau.....	12
II-1-1) Service réseau de distribution d'eau.....	12
II-1-2) Service Exploitation Feeders et réservoirs.....	12
II-1-3) Service Entretien curatif et Normalisation du réseau.....	12
II-2) Division Mesures et Amélioration de rendement.....	13
II-2-1) Service Amélioration des Rendement.....	13
II-2-2) Service mesure et détection des fuites.....	14
III. Système d'alimentation.....	14
III-1) Des eaux superficielles.....	14
III-2) Des ressources souterraines.....	14
III-3) Des ressources de secoure.....	14
Chapitre II: L'élaboration des fiches techniques des interventions de la RADEEMA.....	16
sur le réseau d'eau potable	
I- Recensement des activités de la RADEEMA sur le réseau.....	17
d'eau potable dans la ville de Marrakech	
I-1) Recensement des équipements du réseau d'eau potable.....	17
I-1-1) Les types de système de distribution d'eau potable dans la ville de Marrakech.....	17
I-1-2) Les équipements hydrauliques de système de distribution.....	18
I-2) Recensement des activités de la RADEEMA.....	21
II- Elaboration des fiches techniques des interventions.....	22
Chapitre III: L'étude d'impact environnemental (EIE) des interventions de la RADEEMA.....	31
sur le réseau d'eau potable.	
I. Cadre légal et normatif d'étude d'impact environnemental des aspects.....	32
générés par les interventions de la RADEEMA	
I-1) Définitions.....	33
I-2) les déchets générés par les interventions de la RADEEMA.....	33
I-3) Préservation des ressources naturelles.....	34
I-4) Gestion des déchets.....	35
I. Etude d'impact environnemental des aspects générés par les interventions.....	35
de la RADEEMA par méthode statistique	
II-1) Généralités.....	35
II-2) Evaluation des impacts environnementaux.....	36
II-2-1) Méthodologie adoptée.....	36
II-2-2) Fiche d'évaluation des impacts environnementaux.....	39
II-3) Application de loi de PARETO à l'étude EIE.....	41
II-3-1) Généralités sur la loi PARETO.....	41
II-3-2) Classification des aspects.....	41
II-4) Proposition d'un plan d'action.....	44
Chapitre IV: Aperçu sur l'aspect qualitatif.....	45
I. Présentation du Laboratoire des analyses de la RADEEMA.....	46

I-1) Généralités.....	46
I-2) Aspect analytique.....	46
I-3) Interventions du laboratoire.....	48
II. Les précautions de potabilité.....	48
- Conclusion générale.....	51
- Bibliographie.....	52
- Annexes.....	53

Liste des tableaux, figures et des photos

Liste des figures:

Figure 1 : Organigramme de la RADEEMA

Figure 2: La structure du Département d'Exploitation Eau

Figure 3: Ressources d'eau disponibles

Figure 4: exemple de la structure de réseau ramifié

Figure 5: exemple de la structure de réseau maillé

Figure 6: l'effet de compactage

Figure 7: Barème d'évaluation de méthode de deux facteurs

Figure 8: Barème d'évaluation de méthode de deux facteurs

Figure 9: Le diagramme de PARETO

Liste des tableaux:

Tableau 1: les différents interventions en maintenance préventive et curative

Tableau 2: Classification des déchets

Tableau 3: Barème d'évaluation des impacts environnementaux

Tableau 4: Tableau d'évaluation des impacts environnementaux

Tableau 5: Le plan d'action proposé

Tableau 6: Méthodes, Normes adopté

Liste des photos:

Photo 1: l'opération de terrassement

Photo 2: Coupure et alésage de conduite

Photo 3: Montage des outils de réparation

Photo 4: lit de pose du conduit

Photo 5: Exemple de tenue de travaille

- Abréviations

RADEEMA: Régie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de Marrakech.

DEE: département Exploitation Eau.

EIE: l'étude d'impact Environnementale.

PVC: polyvinyle de chlorure.

PEHT: polyéthylène haut densité.

BP: béton précontraint.

AC: amiante ciment.

FD: fonte ductile.

FG: fonte grise.

CMD: Catalogue Marocain des Déchets

NM: normes marocains.

EN: normes européennes

NF: normes française

ISO: international organisation standardisation.

AFNOR: association française de normalisation.

PN: pression nominale.

DN: diamètre nominale

B.A.C : bouche à clé.

RV: robinet vanne.

PFA: Pression de Fonctionnement Admissible.

SIG: système d'information géographique.

NGM: Nivellement générale du Maroc

- Introduction générale

La région de Marrakech est une grande agglomération à croissance démographique, économique et touristique; mais elle rencontre plusieurs problèmes de nature environnementaux, socio-économiques et techniques. L'accroissement rapide de la démographie ainsi que l'amélioration du niveau de vie dans la ville engendre un développement économique et social et nécessitent proportionnellement un accroissement des besoins en eau. Envers cette situation, la RADEEMA a mis en œuvre un système d'alimentation en eau potable qu'elle développe au fil des années. Cependant, ce système connaît des pannes, puisque le centre d'appel de la régie reçoit quotidiennement des appels de réclamations suite à des problèmes dans le réseau d'eau potable: fuites, casses des conduites d'eau..etc. Ceci a des impacts sur l'environnement et sur la qualité de l'eau.

Le sujet de cette étude consiste à réaliser des fiches techniques des interventions et d'étudier les impacts sur l'environnement. Ce qui nous permettrons de proposer un plan d'action afin de diminuer l'impact de ces interventions sur l'environnement de la ville, et de développer l'aspect qualitatif de ces interventions.

Ce mémoire est subdivisé en quatre parties:

- Bibliographie sur la RADEEMA en général, et le département Exploitation Eau dans lequel ce stage a été réalisé, en particulier,
- Elaboration des fiches techniques des interventions de la maintenance curative et préventive après le recensement des activités du département d'exploitation d'eau, par équipements et par intervention,
- Etude des impacts environnementaux de ces interventions et proposition d'un plan d'action pour diminuer leurs effets et,
- Introduction sur l'aspect qualitatif de ces interventions.



***Chapitre I:
Organisation générale
de la RADEEMA***

Introduction:

Ce chapitre consiste à développer une vision générale sur la Régie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de Marrakech (R.A.D.E.E.M.A), notamment le département Exploitation Eau, ainsi qu'une vision sur le système d'alimentation en eau potable de la ville de Marrakech.

I. Présentation de la RADEEMA

Cet axe a pour objectif de donner une vision générale sur l'organisation de la RADEEMA (fig. 1).

La R.A.D.E.E.M.A (La Régie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de Marrakech) a été créée en premier janvier 1971, et ce suite aux délibérations du conseil communal de la ville le 26 décembre 1970.

Elle assure la distribution d'eau et d'électricité et l'exploitation du service d'assainissement liquide au sein de la ville de Marrakech. Les trois activités couvrent une zone d'action de 24.000 ha. Les agents de la RADEEMA sont mobilisés pour la desserte d'environ 1 198 688 habitants sur un total de 1 229 284 sur leur zone d'action, avec un taux de branchement de 97,51% (en 2014), avec une augmentation de 1,4% entre 2010 et 2014.

Les objectifs de la RADEEMA sont :

- Sauvegarder les ressources en eau potable.
- Améliorer le système de distribution d'eau potable de la ville de Marrakech, par la lutte contre le gaspillage d'eau pour réduire les pertes d'eau.

Il existe quatre directions à la RADEEMA :

Ingénierie et Investissement ; Exploitation ; Clientèle & Administrative et financière.

Et quatre départements qui sont :

- Département contrôle permanent
- Département ressources humaines
- Département Audi interne
- Département QSE

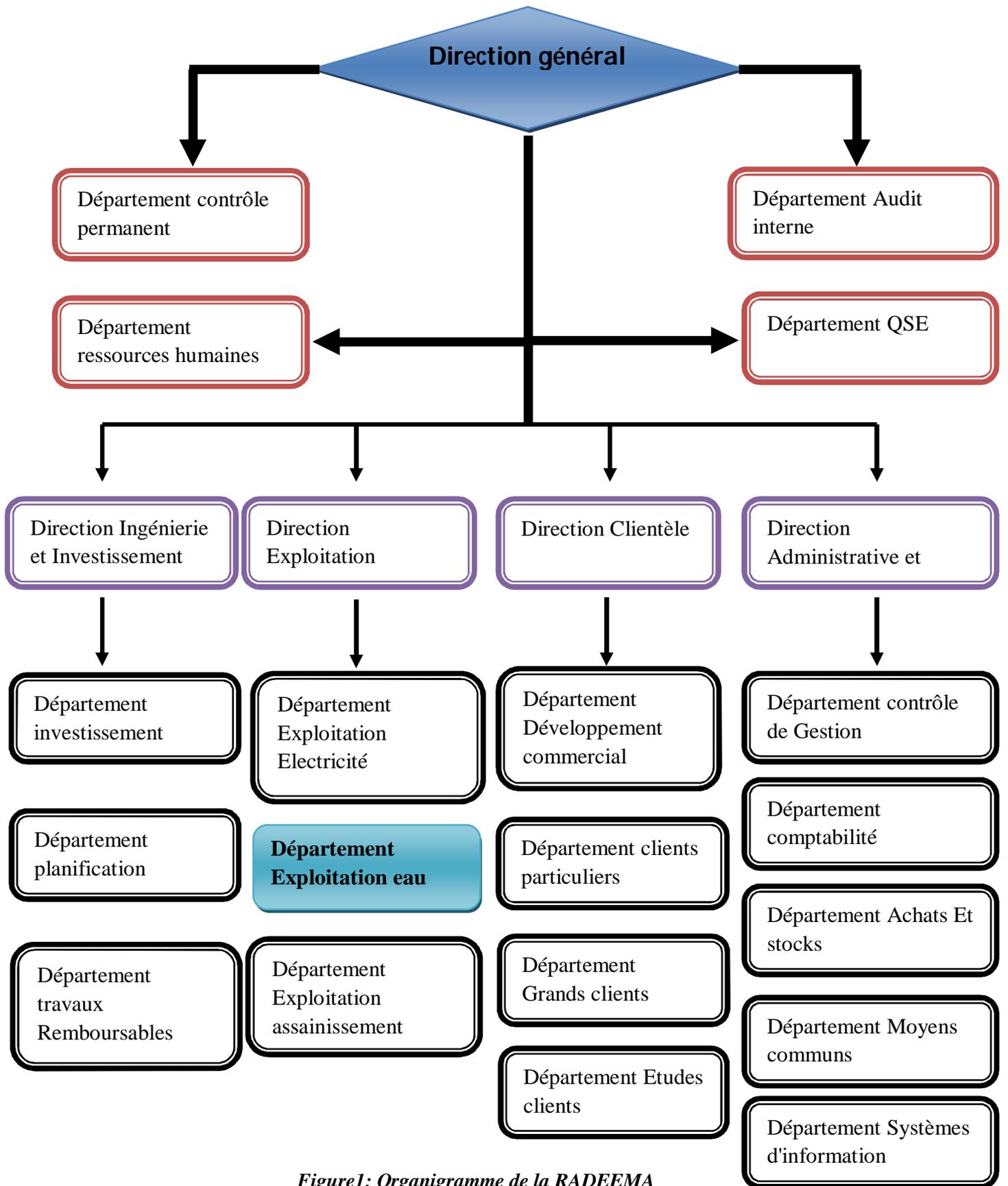


Figure1: Organigramme de la RADEEMA

Le travail dans le cadre de ce stage de fin d'études est effectué à l'intérieur de la direction exploitation, notamment dans le département Exploitation Eau.

II. Département Exploitation Eau

Ce département est subdivisé en deux principales divisions (fig.2) :

- Division Conduite Réseau, qui contient trois services.
- Division Mesure et Amélioration de rendement, qui est subdivisée en deux services.

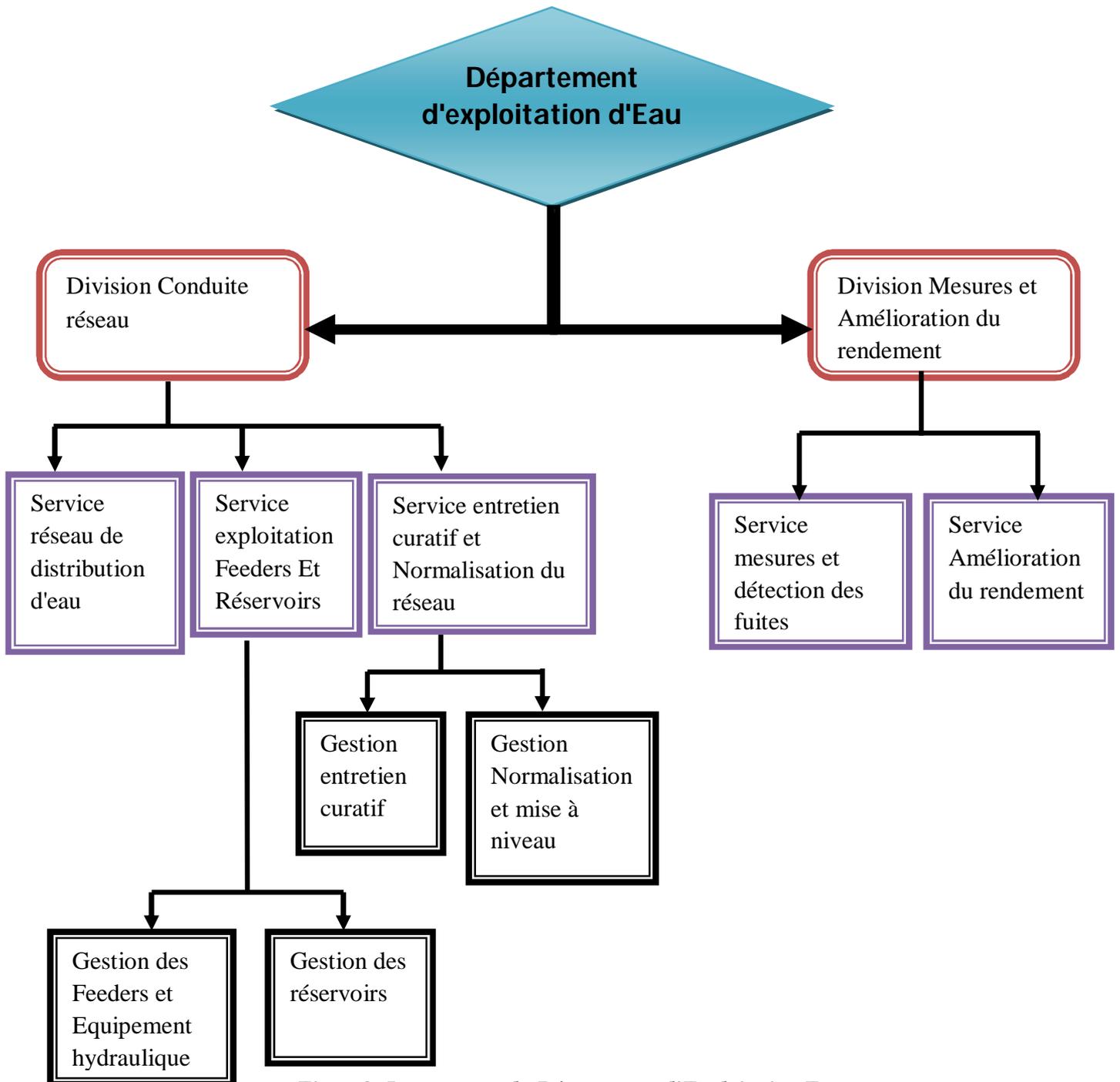


Figure2: La structure du Département d'Exploitation Eau

II-1) Division Conduite Réseau

La Division Conduite Réseau est subdivisée en trois principaux services : Service réseau de distribution d'eau, Service Exploitation Feeders et réservoirs et Service Entretien curatif et Normalisation du réseau.

II-1-1) Service réseau de distribution d'eau

Il assure différents rôles :

- ✚ Entretien curatif du réseau,
- ✚ Réparation des fuites sur canalisations et branchements,
- ✚ Mise en exploitation des canalisations neuves,
- ✚ Suivi et contrôle du fonctionnement des canalisations (diagnostic réseau, proposition de renforcement, de réhabilitation et de renouvellement ...),
- ✚ Suivi de la situation du patrimoine des canalisations
- ✚ Surveillance des installations,
- ✚ Enquêtes réseau (localisations, coupures programmées...),
- ✚ Modélisation du réseau,
- ✚ Suivi et mise à jour des plans de réseau et,
- ✚ Réception des travaux réalisés et établissement des notes de mise en service.

II-1-2) Service Exploitation Feeders et réservoirs

Ce service assure les rôles suivants :

- ✚ Mise en exploitation des grands ouvrages,
- ✚ Suivi, contrôle de fonctionnement et entretien des réservoirs et des feeders,
- ✚ Entretien des équipements hydrauliques et électromécaniques,
- ✚ Calage et maintenance des stabilisateurs de pression,
- ✚ Amélioration des ouvrages d'infrastructures,
- ✚ Entretien et rinçage des ouvrages de stockage,
- ✚ Mise en place et contrôle du double comptage RADEEMA-ONEP et,
- ✚ Surveillance de la sécurité d'approvisionnement.

II-1-3) Service Entretien curatif et Normalisation du réseau

Il assure les tâches suivantes :

- ✚ Réorganisation de l'astreinte Eau,
- ✚ Etablissement des états de performance,
- ✚ Accueil et réception des réclamations,

- ✚ Organisation et gestion de la performance hebdomadaire,
- ✚ Organisation et gestion des permanences particulières (en cas d'événement),
- ✚ Coordination entre intervention et réparation,
- ✚ Tenue des fiches de suivi des événements et,
- ✚ Réunion des coordinations SIG/secteurs (une fois par deux semaines).

Il est divisé en deux sous services, à savoir: Sous service Normalisation et Mise à niveau et Sous service entretien curatif .

-Le sous service Normalisation et Mise à niveau a pour rôle:

- ❖ Suivi et contrôle quantitatif et qualitatif des travaux, objets des marchés de fournitures et de pose des canalisations.
- ❖ Programmation des travaux conformément au budget,
- ❖ Vérification des dossiers d'exécution,
- ❖ Réception de l'implantation et du tracé,
- ❖ Réception de la fourniture au chantier et à l'usine,
- ❖ Réception des travaux durant toutes les phases d'exécution,
- ❖ Réalisation des essais de pressions et de la stérilisation,
- ❖ Vérification des plans de recollement,
- ❖ Réceptions provisoires et définitives,
- ❖ Etablissement des métrés et attachements,
- ❖ Etablissement des fiches projets et,
- ❖ Etablissement des états d'avancement.

II-2) Division Mesures et Amélioration de rendement

La division Mesures et Amélioration de rendement est subdivisée en deux principaux services : Service Amélioration des Rendement et Service Mesure et détection des fuites. elle a comme objectif principal:

- Le suivi des équipes de recherche et détection des fuites,
- La réalisation des campagnes de mesure de débit et de pression et,
- Le contrôle et la vérification du réseau eau potable.

II-2-1) Service Amélioration des Rendements

Il joue les rôles suivants :

- ✚ Sectorisation du réseau et suivi des volumes distribués par secteur,
- ✚ Contrôle des poteaux incendie,
- ✚ Suivi des compteurs généraux et résidences fermées,
- ✚ Suivi et contrôle des volumes livrés par L'ONEP,
- ✚ Mise en place et suivi de la sectorisation,
- ✚ Optimisation des niveaux de pression,

- ✚ Diagnostic des feeders et,
- ✚ Suivi et amélioration des performances.

II-2-2) Service mesure et détection des fuites

- ❖ Travaux de recherche systématique et de pré-localisation des fuites,
- ❖ Campagnes de mesures de débits de nuit et des débits distribués,
- ❖ Mesures et métrologies,
- ❖ Surveillance des installations et,
- ❖ Préparation des rapports d'activités mensuels et annuels.

III. Système d'alimentation

La ville de Marrakech est alimentée en eau potable à partir d'eaux superficielles et souterraines (fig.3) :

III-1) Les eaux superficielles (98%)

Elles sont mobilisées à partir du barrage Sidi Driss qui est lui-même alimenté par le barrage Hassan Premier. Elles sont véhiculées par le canal de Rcade (longueur de 118 km et capacité de transit de 12 m³/s) qui transporte l'eau pour l'irrigation du périmètre agricole et l'approvisionnement en eau brute de la station de traitement de l'ONEP (capacité 3300 l/s).

III-2) Les ressources souterraines (2%)

- Elles proviennent de 35 captages, forages, puits et drains dispersés géographiquement de l'Est à l'Ouest de la ville, sur un rayon maximal de 35 Km. Les captages d'eau souterraine se situent à N'fis, Agdal, Issil, Ourika, Khetara Agdal, Khtara Bouzoughar, les puits Ménara 1 et Ménara 2, les puits Isiki et les puits Bahja.
- Le débit total équipé s'élève à 1 734 l/s, alors que le débit exploitable atteint à peine 114 l/s. En effet, la capacité des ressources souterraines a connu une chute importante au fil des années.

III-3) Des ressources de secours

Les eaux de l'Oued N'fis sont mobilisées à partir du barrage Lalla Takarkoust:

- la prise d'eau pour l'alimentation de la station de traitement est réalisée sur le bassin du puits de chute situé à la sortie de la Galerie de transfert des eaux du barrage précité vers les périmètres irrigués de Marrakech. Elle est utilisée en cas de problème au niveau du canal de rocade (canal hors service, baisse du niveau d'eau dans le canal ou pollution accidentelle, fortes charges en suspension).

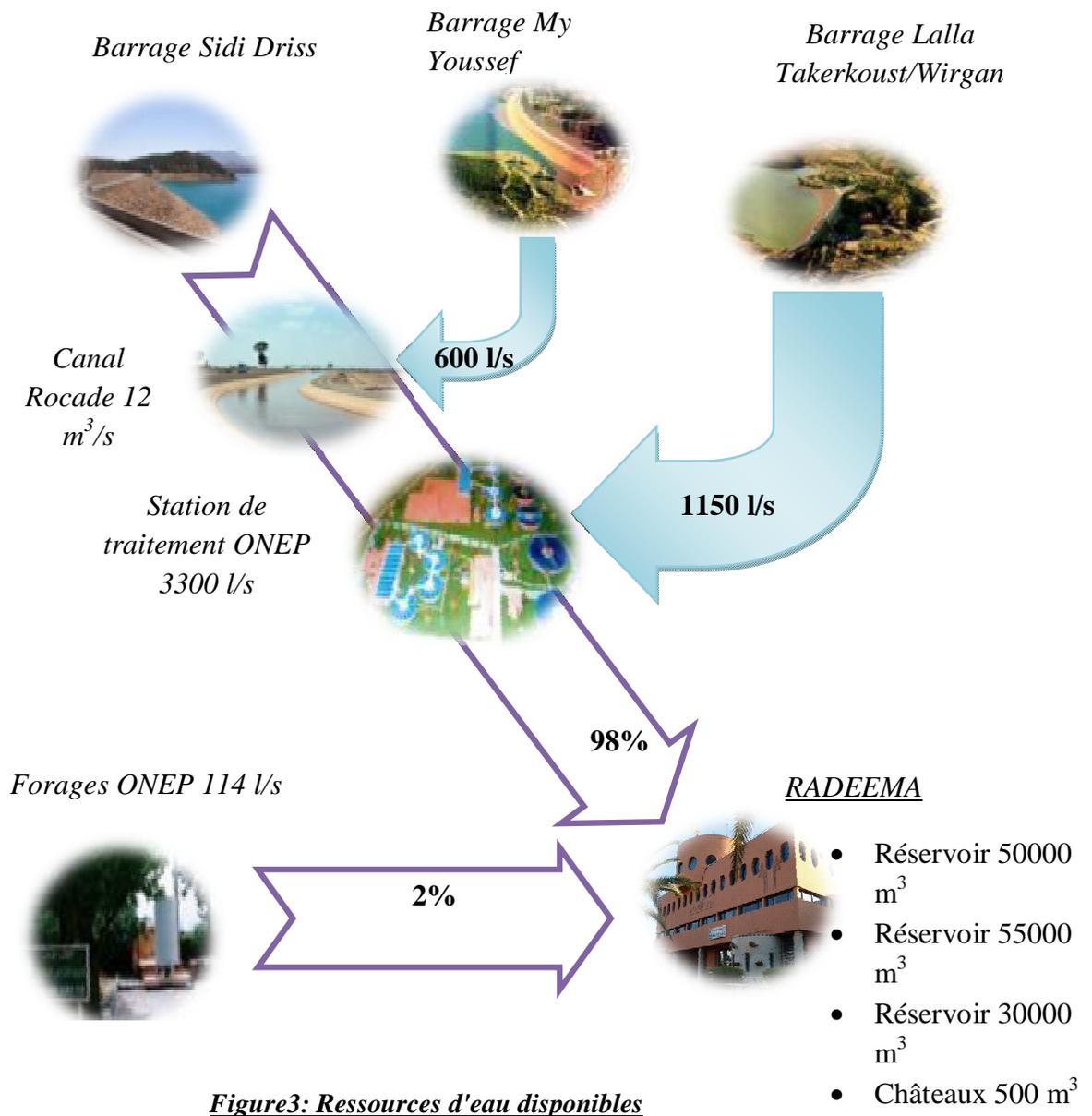


Figure3: Ressources d'eau disponibles

*Chapitre II: Elaboration des
fiches techniques des
interventions de la
RADEEMA sur le réseau
d'eau potable*

Introduction:

Ce chapitre a pour objectif de passer en revue les différentes activités de la RADEEMA à l'intérieur du département Exploitation Eau, que ce soit les équipements ou les interventions sur le terrain. Cette étape va permettre de réaliser des fiches techniques relatives aux différentes interventions, afin d'identifier les déchets qui peuvent être générés. Un tableau d'évaluation des impacts environnementaux sera ensuite élaboré, pour pouvoir ensuite étudier leur impact sur l'environnement, et par conséquent proposer un plan d'action en fonction de la criticité.

Cependant, avant de procéder à l'étude d'impact environnemental, il est primordial d'avoir une idée globale sur les activités du département Exploitation Eau, que ce soit par équipements ou par interventions.

I- Recensement des activités de la RADEEMA sur le réseau d'eau potable dans la ville de Marrakech

I-1) Recensement des équipements du réseau d'eau potable

Ce recensement concerne aussi bien les types de système de distribution d'eau potable dans la ville de Marrakech, et les équipements hydrauliques de système de distribution y compris les structures de réseau existants.

I-1-1) Les types de système de distribution d'eau potable dans la ville de Marrakech

Le réseau de distribution de la RADEEMA totalise un linéaire de 2621 Km (en 2016) de conduites de différentes natures : béton précontraint, amiante ciment, fonte grise, fonte ductile, PVC, polyéthylène, de diamètres allant jusqu'à 1200 mm. Il est subdivisé en trois étages de pression: l'étage très haut service, l'étage haut service et l'étage bas service, organisés en plusieurs secteurs stabilisés :

- L'étage très haut service est alimenté par le réservoir 50000 m³ du haut service moyennant un château surélevé de capacité 500 m³, il alimente la commune Tasoultante, les projets touristiques Chrifia, Argana et une partie de la zone très élevée de secteur M'Hammid.
- L'étage haut service est alimenté à partir du réservoir 50000 m³. Il alimente la zone sud de la ville et subdivisé en neuf (9) secteurs hydrauliques.
- L'étage bas service est alimenté à partir du réservoir 55000 m³. Il alimente la zone Nord de la ville et subdivisé en treize (13) secteurs hydrauliques.

Il existe deux types de système de distribution d'eau potable : Système de distribution gravitaire, le plus utilisé au niveau de Marrakech et le système de distribution par refoulement.

✚ Système de distribution gravitaire

La distribution gravitaire où l'écoulement de l'eau à des pressions importantes est causé par la différence des niveaux hydrauliques : l'altitude de réservoir est supérieure à celle du point de consommation. L'eau se déplace donc grâce à la force de gravitation d'où son nom. C'est le principe du Château d'eau.

✚ Système de distribution par refoulement

La distribution se fait par refoulement ou par pompage lorsque la côte de réservoir est inférieure à celle du point d'alimentation, où la pression sur le réseau et l'acheminement de l'eau se fait à l'aide de pompes à l'intérieur de stations de pompage.

I-1-2) Les équipements hydrauliques de système de distribution

Le système de distribution d'eau potable est composé par les équipements hydrauliques suivants: réservoir, conduite et branchement et, les équipements.

✚ Réservoir

Un réservoir est une construction destinée à stocker l'eau, en général placé sur un sommet géographique pour permettre de distribuer l'eau sous pression. L'alimentation à Marrakech est assurée par deux réservoirs d'environ 20 heures d'autonomie :

➤ **Réservoir Ourika** : situé sur la route d'Ourika, dans la zone touristique Agdal, avec une capacité de 55000 m³ et une côte TP (Trop Plein) : 494,77 m NGM, ce réservoir alimente l'étage bas services de Marrakech (Gueliz, Daoudiate, Massira, Médina nord, zone industriel). Et à coté il y a un réservoir qui a une capacité de 30000 m³.

➤ **Réservoir Sidi Moussa**: de capacité de 50000 m³ située dans le complexe hydraulique Sidi Moussa sur la route d'Ourika, il alimente l'étage haut service de Marrakech (M'Hamid, Médina sud, SYBA, Hivernage, Agdal), avec une cote TP (Trop Plein) de 554 m NGM.

✚ Conduite et branchement

Les principaux composants du réseau de distribution sont:

- **Conduite** :

C'est un canal de DN supérieure ou égale à 63 mm. Les types des conduites en fonction de la nature sont: PVC (polyvinyle de chlorure), polyéthylène, béton précontraint, l'amiante ciment, la fonte ductile et grise. PVC et l'amiante ciment représente 97 % de réseau de distribution d'eau potable à Marrakech.

- **Branchement** :

Le terme « branchement » désigne l'ensemble compris entre la prise sur la conduite principale de distribution publique jusqu'au dispositif de comptage.

Un branchement comprend au minimum :

- La prise d'eau sur la conduite de distribution publique,
- Le robinet de prise en charge sous bouche à clé,

- La canalisation de branchement située tant sous le domaine public que privé, en polyéthylène haute densité (PEHD) d'une pression nominale de 16 bars (PN16),
- La Pose d'un grillage avertisseur bleu au-dessus du fourreau pour signaler sa position et sa présence,
- Un dispositif de comptage (exceptionnellement plusieurs) et,
- Un dispositif anti-pollution, entretenu et renouvelé par l'abonné, situé en aval immédiat du compteur et comprenant un clapet anti-retour.

Les conduites et branchements assurent l'alimentation en eau potable de la ville de Marrakech avec une longueur de 2 621 km, ils peuvent se présenter dans le réseau par deux structures; ramifiée et maillée, mais la plus adaptée est la structure maillée.

❖ Réseau ramifié (fig.4)

Il est plus simple et plus économique, **mais**:

- Il y a un seul trajet possible entre le réservoir et le point d'alimentation.
- les consommateurs sont privés d'eau en cas d'incident.

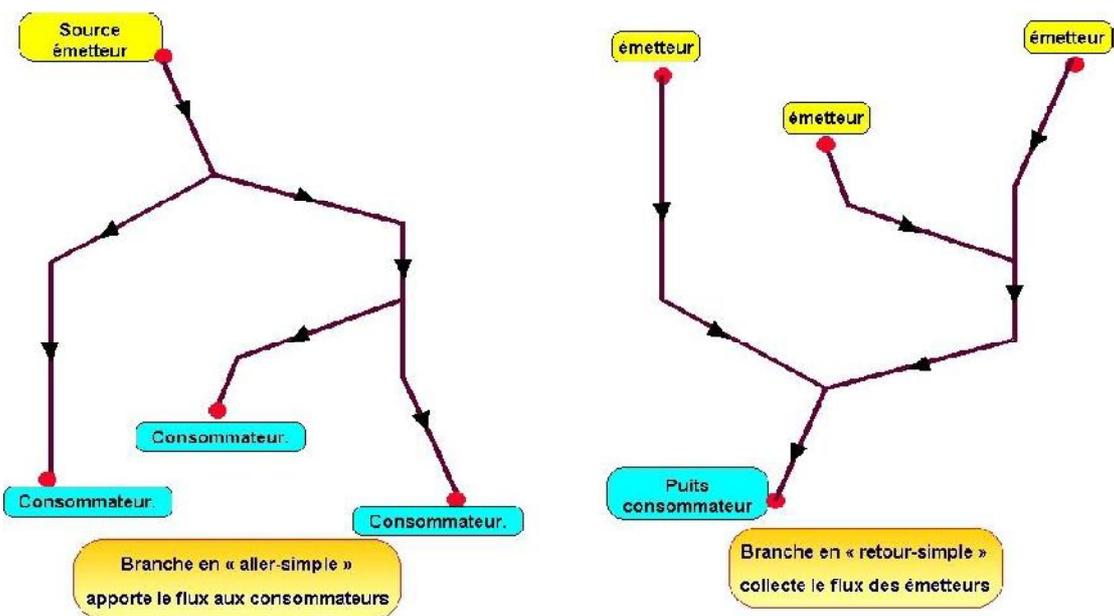


Figure4: exemple de la structure de réseau ramifié

❖ Réseau maillé (fig 5)

Il y a plusieurs trajets possibles entre le réservoir et le point d'alimentation, et la sécurité d'approvisionnement est beaucoup plus grande puisque les consommateurs aval peuvent être alimentés, **mais** il est Plus coûteux et plus complexe.

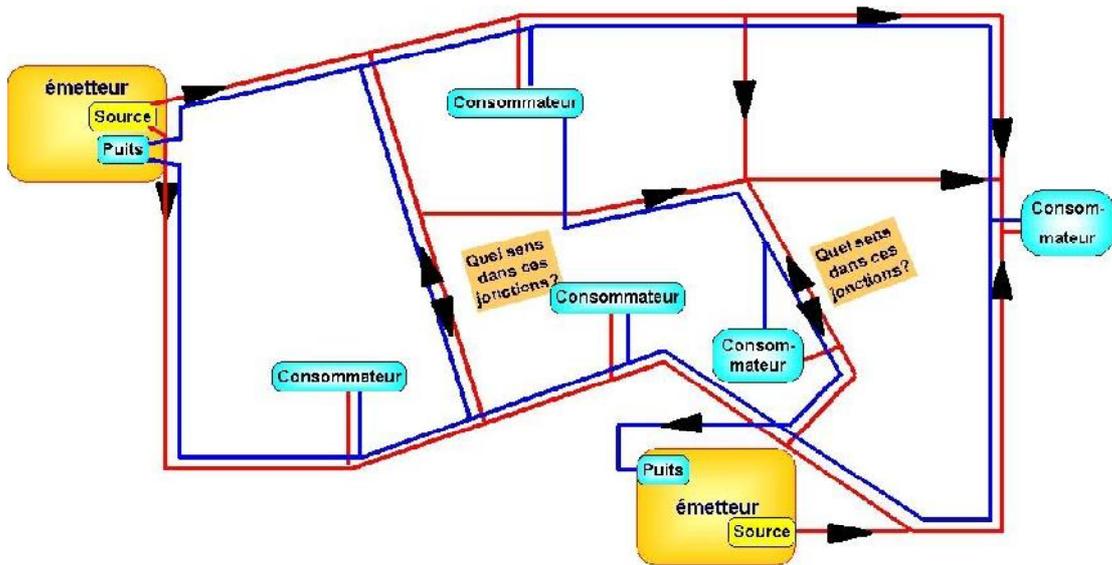


Figure5: exemple de la structure de réseau maillé

✚ Equipements du réseau

Ce sont les accessoires du système de distribution:

- **Ventouses:** placées sur tous les points hauts d'un réseau, sont nécessaires pour permettre l'évacuation de l'air emprisonné dans les conduites et pour éviter la dépression des conduites lors des incidents avec coupure d'eau.
- **Vidanges :** réalisées sur les points bas d'un réseau ainsi sur les branches terminales de réseau, permettent de vidanger la conduite pour réparation des fuites. Le diamètre de vidange doit être égal au $\frac{1}{4}$ du diamètre de la conduite.
- **Vannes:** dispositifs qui sert à arrêter ou modifier le débit de l'eau, c'est l'équivalent d'un robinet est parfois utilisé pour des appareils de petites dimensions, montés sur des canalisations. il y a plusieurs types des vannes (à papillon, à opercule, à soupape.....).
- **Stabilisateurs de pression:** c'est une vanne conçue pour décharger l'excès de pression dans un système de fourniture d'eau et sert à maintenir la pression du système à un niveau ne dépassant pas une valeur maximale prédéterminée. Il y a deux types de stabilisateurs : réducteur pour réduire la pression pendant le jour, et modulateur pour compenser les pertes de charge de façon très souple en période de forte consommation (jour) et respectivement en période de faible consommation (nuit). **Poteaux d'incendies ou bouches d'incendies:** sont des dispositifs de lutte contre l'incendie. ils permettent d'alimentation les sapeurs-pompiers.

I-2) Recensement des activités

Il a comme objet de définir la maintenance du réseau d'eau potable et ses niveaux d'importance, dans un premier temps, et d'identifier les différentes interventions, sur le terrain, effectuées par le département Exploitation Eau dans un deuxième temps.

La maintenance est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé. Il existe deux types de maintenance à la RADEEMA ; curative et préventive.

La maintenance préventive : selon l'AFNOR c'est la maintenance exécutée à des intervalles indéterminés ou selon des critères prescrits et destinés à diminuer la probabilité de défaillance ou dégradation du fonctionnement d'un bien(extrait de la norme NF EN A3306 X 60-319). Elle a pour but de:

- Augmenter la durée de vie des équipements,
- Augmenter la fiabilité d'un équipement, donc diminuer la probabilité des défaillances en service,
- Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de la maintenance curative,
- Permettre de décider la maintenance curative dans de bonnes conditions et,
- Supprimer les causes des anomalies graves.

La maintenance curative: est une maintenance qui s'attache à corriger tout incident identifié dans le réseau de distribution d'eau potable, mais n'entraînant de perturbation au niveau de celle-ci. Il s'agit d'une intervention en profondeur et définitive pour réparer un équipement.

Les niveaux de la maintenance sont au nombre de cinq:

- **Premier niveau**: Réglages simples ne nécessitant pas le démontage ou l'ouverture de l'équipement,
- **Deuxième niveau**: Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et des opérations mineures de maintenance préventive,
- **Troisième niveau**: Identification et diagnostic des pannes suivis éventuellement :
 - D'échanges de constituants,
 - De réparations mécaniques mineures,
 - De réglage et d'étalonnage général des mesureurs.
- **Quatrième niveau**: Tous les travaux importants de maintenance curative ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction,
- **Cinquième niveau**: Tous les travaux de rénovation, de reconstruction ou de réparation importante.

Le tableau 1 présente les différentes interventions effectuées par le département exploitation eau, avec la maintenance curative et préventive de chaque intervention.

Tableau 1: les différentes interventions en maintenance préventive et curative

Interventions sur	Maintenance curative	Maintenance préventive
Conduite	Réparation d'une fuite/ casse sur conduite	—
Branchement	Réparation d'une fuite/ casse sur branchement	—
Les vannes à papillon, à opercule et à soupape	Changement ou Réparation d'une fuite sur les vannes à papillon, à opercule et à soupape	Vérification de l'état et le bon fonctionnement de la vanne
Les ventouses	Changement ou Réparation d'une fuite sur les ventouses	Vérification de l'état et le bon fonctionnement de la ventouse
Les poteaux d'incendie	Changement ou Réparation d'une fuite sur Les poteaux d'incendie	Vérification de l'état et le bon fonctionnement de poteau d'incendie
Les stabilisateurs de pression	Réparation des stabilisateurs de pression	Vérification de l'état et le bon fonctionnement des stabilisateurs de pression
Les vidanges	Changement ou Réparation d'une fuite sur les vidanges	Vérification de l'état et le bon fonctionnement des vidanges
Les réservoirs	Réparation d'une fuite sur les réservoirs	Rinçage de réservoir
Les feeders	Changement ou Réparation d'une fuite sur les feeders	Vérification de l'état et le bon fonctionnement des feeders

II- Elaboration des fiches techniques des interventions

Pour comprendre le déroulement de chaque intervention et déterminer les aspects qu'elle génère (Tableau1), la réalisation de fiches techniques est indispensable. Une fiche technique présente à la fois la méthodologie d'une intervention sur le réseau d'eau potable et ses impacts environnemental et qualitatif de cette intervention.

A partir des missions sur le terrain, effectuées dans le cadre de ce stage avec l'équipe du département Exploitation Eau, neuf fiches techniques ont été réalisées. Dans ce qui suit, on donne deux exemples de fiches relatives à deux interventions curative et préventive. L'ensemble des fiches technique réalisées et donné en annexe.

Fiche technique d'entretien curatif:

Cas d'une casse de conduite

Objet:

Ce document a comme objet de déterminer les différents aspects de la maintenance curative: déroulement technique et le cadre légale et normative (environnementale et qualitative), d'une intervention de réparation d'une fuite/casse de conduite.

Etendue d'application:

Ce document est applicable à la maintenance curative du réseau d'eau potable, exactement les conduites tertiaires, secondaires et primaires. Il est valable pour l'activité de l'exploitation eau potable de la RADEEMA, notamment la réparation des fuites sur :

- Branchements de différents calibres.
- Conduites secondaires et tertiaires de différents diamètres et différentes natures.
- Feeders de différents diamètres et natures.

Ce document traite tous les aspects de fuites qui peuvent survenir dans un réseau d'eau potable, que ce soit des fuites apparentes ou non, à petit ou à grand débit.

Temps et périodicité de l'intervention (statistiques 2015/2016)

Temps d'intervention:

Le temps d'intervention en moyenne y compris le déplacement:

- 2h pour la réparation d'une fuite sur branchement
- 4h 00 pour la réparation d'une casse sur conduite.

La fréquence d'intervention:

- Journalier: 37 fuites au branchement et 3 casses sur conduites.
- Annuelle: 13 626 fuites au branchements et 1 155 casses sur conduites.

Aspect technique:

L'intervention technique se déroule comme suit :

1ère étape: Isoler le tronçon touché (coupure d'eau)

- Disposer d'un jeu de plan de la zone de fuite.
- Repérage des vannes à fermer:

- Vannes accessibles:
 - Ouvrage sous trottoirs
 - Ouvrage sous chaussée
- Vannes non accessibles:
 - Dégagement des remblais
 - Augmenter la zone menacée par la coupure d'eau lors de réparation (Chercher une autre vanne plus loin).

2ème étape: Mise en sécurité du chantier

- Balisage.
- Signalisation routière en application des dispositions du code de la route (les cônes, feux tricolores, déviation de circulation), permission de voirie, l'arrêt de circulation.
- Panneaux de chantier.

3ème étape: Terrassement

1) Déroulements

- Intervention des employés.
- Ouverture de tranchée (plus ou moins aisée en fonction de la profondeur, de la nature du terrain et des réseaux existants).
- Mise en décharge des matériaux.

2) Matériel

Les terrassements sont effectués à la main dans le cas des petits volumes ou encore dans le cas d'existence des réseaux divers aux alentours de la conduite. et Ils sont réalisés à l'aide des machines en cas des volumes importants avec l'absence des réseaux divers.

L'opération est réalisée par des personnes qui portent des équipements de protection individuelle : **des casques, bottes, gants, tenue de travail (Gilets...)**....,

De manière générale, les terrassements nécessitent le matériel suivant : Mini-pelle, Marteau, Pioche, Marteau piqueur avec compresseur, Scie à sol, Tractopelle, Camion, Pompe, Groupe électrogène, la meule pneumatique (pour éviter les accidents d'électrocutions) et Projecteurs (en cas d'interventions nocturnes).



Photo1 : l'opération de terrassement

A l'achèvement des terrassements; les dimensions définitives de la fouille reviennent à la nature de la fuite ainsi que le diamètre de conduite. De manière générale les terrassements sont réalisés de manière à avoir la conduite suspendue afin de pouvoir travailler aisément sur la réparation de la fuite.

4ème étape : Réparation de l'Anomalie

1) Types de fuite

Il s'agit d'une fuite de type casse de conduite de nature:

- PVC et PEHD (cassure longitudinale ou perçage).
- Béton précontrainte (cassure radiale ou perçage)
- Amiante ciment (cassure radiale ou perçage)

2) les types de dommages

Les types de dommages qui peuvent être réparés sont les suivants:

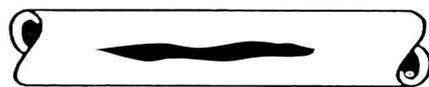
-Cassure vertical:



-Les dommages dus à des tuyaux éclatés:



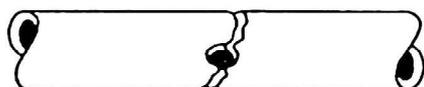
-Les fissures longitudinales:



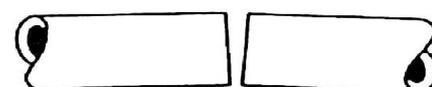
-Perçage:



-Fissures après forage du tuyau:



-Petit pliage des bouts des tuyaux:



3) Etapes de réparation

la réparation se fait comme suit:

- Vidange de la conduite
- Terrassement
- Enlèvement d'anciennes pièces si elles existent

4) Les outils de réparation

La réparation peut se faire avec différents outils:

- **Les Manchons de réparations** : Ils sont utilisés pour la réparation des fuites de nature radiale, perçage ou fissuration longitudinale de petite longueur.
- **Joints GIBAULT** : Les Joints GIBAULT servent à raccorder en cas de casse longitudinale de grande longueur. Ce cas de figure est utilisé pour le remplacement de tronçon endommagé par un manchon de même nature, c'est à dire sans différence en diamètre extérieur.
- **Joint dissymétrique** : Cet équipement est utilisé pour les cas de fissurations longitudinales de grande longueur, il est adapté aux tuyaux à extrémités lisses de diamètres extérieurs différents. il est capable de raccorder toute une variété de matériaux, y compris l'acier, la fonte ductile, l'Amiante ciment, le PVC, la fonte grise, et autres.

5ème étape: Montage

Après avoir dégagé la zone d'intervention, on arrive à l'étape de montage des pièces de rechange. Cette opération se fait par les étapes suivantes :

- Vidange de la conduite soit par les vannes de vidange, ou bien à l'aide d'une pompe.
- La coupure de la conduite au cas d'une grande cassure longitudinale.



Photo5 : Coupure et alésage de conduite

- Reconstituer le chanfrein d'extrémité à l'aide de la lame coupante pour faciliter l'opération d'emboîtement et éviter d'endommager le joint.
- Lubrification des surfaces d'assemblage.
- Montage des outils de réparation: manchon de réparation, joint Gibault , joint dissymétrique, avec un morceau de tuyau si cela est nécessaire , qui doit être fixé par les manchons cités.

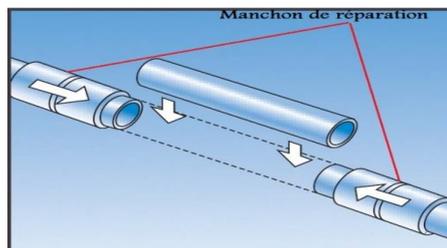


Photo 6: Montage des outils de réparation

- L'ouverture de la vanne de conduite pour s'assurer à l'étanchéité de la fuite, et la répétition d'opération si cela est nécessaire.

6ème étape: Purge suite d'intervention

Objectif : après le montage des pièces nécessaires pour la réparation d'une fuite donnée, il est recommandé d'effectuer un rinçage pour assurer la potabilité d'eau à consommer, et d'éliminer les déblais, les débris de la coupure de tuyau qui peuvent être emprisonnés dans la conduite.

Le rinçage se fait par: remplissage total de la conduite après l'ouverture de la vanne suivi de sa vidange.

7ème étape : Substitution des Remblais

C'est la dernière étape qui se fait à l'aide d'une mini-pelle ou bien tractopelle. Elle consiste en la mise en place de différentes couches de matériaux de façon à se qui sont identique à l'état initial.

Et pour assurer une véritable réfection il faut:

- ✚ Utiliser des matériaux qui ne contiennent pas beaucoup d'argiles.
- ✚ Poser le tuyau entre deux couches (lit de pose et enrobage) de 50 cm.



Photo 7: lit de pose du conduit

✚ Utiliser des matériaux granulaire et homogène, déjà tamisés pour éliminer les éléments rocheux de diamètre > 40 mm, susceptibles d'être en contact avec le tuyau et de le percer.

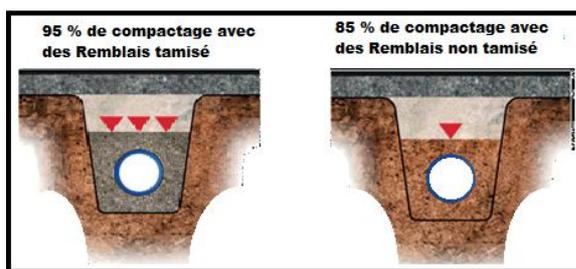


Figure 6:l'effet de compactage

Fiche technique d'entretien préventif:

Cas d'un nettoyage de réservoir

Objet:

Ce document a comme objet de déterminer les différents aspects de la maintenance préventive: déroulement technique et le cadre légale et normative (environnementale et qualitative), d'une intervention de nettoyage de réservoir.

L'objet de cette opération est de:

- Assurer la qualité de l'eau,
- Contrôler l'état du génie civil,
- Réaliser les travaux programmés durant la mise hors service et,
- Prévoir les prochains travaux.

Etendue d'application:

Ce document est applicable à la maintenance préventive des réservoirs d'eau potable, il est valable pour l'activité de l'exploitation eau potable de la RADEEMA, notamment le rinçage des réservoirs:

- Sidi Moussa,
- Route d'Ourika,
- Château d'eau de Sidi Moussa et,
- Stations de pompage.

Ce document traite de tous les aspects de nettoyage qui peuvent survenir à un réservoir d'eau potable.

Aspect technique:

Les Moyens de nettoyage:

Le nettoyage de réservoir se fait par les moyens suivants :

- Une équipe avec un fourgon lors de la mise en vidange,
- Une équipe avec un fourgon lors de la mise en remplissage,
- Une équipe avec un fourgon lors de la mise en service,
- Un opérateur réseaux pour le contrôle des abords et du génie civil,
- Un groupe motopompe haute pression,
- Un schéma hydraulique du réservoir,

- Un mode opératoire de mise en vidange et,
- Un schéma hydraulique du réservoir.

Déroulement technique

1ère étape: Isolement et vidange de la cuve

Cette étape se fait par fermeture des vannes de sortie des autres cuves et la vanne d'entrée de la cuve concernée, pour laisser juste la cuve à nettoyer, et lorsque le niveau d'eau atteint presque 1 m, on isole la cuve en fermant leurs vannes d'entrée et de sortie, puis on ouvre les vannes de vidange pour vider totalement la cuve.

2ème étape: Nettoyage des dépôts sur le radier, les parois et les accessoires

- ❖ Le nettoyage du radier s'effectue par brossage, avec évacuation des boues et des sables par la vidange du réservoir.
- ❖ Les tuyauteries et les accessoires (échelles, crinolines, équipements hydrauliques) sont nettoyés et grattés si nécessaire.
- ❖ La coupole, les voûtes et les plafonds sont rincés au jet d'eau afin d'éliminer les eaux de condensation susceptible d'être porteuses de germes.
- ❖ Pour l'élimination des incrustations sur les parois, le nettoyage peut-être :
 - **Mécanique** : brossage et raclage manuel à l'aide d'une lance télescopique ou par projection d'eau sous pression (utilisation d'une motopompe) ; Ce procédé est long et parfois insuffisant en présence de certains types d'incrustation calcaire, oxydes de fer ou de manganèse...
 - **Chimique** : Il existe actuellement des produits chimiques (produits acides) permettant le nettoyage des réservoirs.
- ❖ Après un lavage préalable au jet d'eau, le produit mélangé à l'eau, est pulvérisé à basse pression sur les parois avec une lance télescopique équipée d'une buse de diffusion.
- ❖ Le produit dégouline lentement le long des parois verticales et assure ainsi la dissolution des incrustations .le temps de contact nécessaire est d'environ 30 min.

3ème étape: Rinçage et désinfection

Les surfaces nettoyées mécaniquement ou traitées chimiquement sont abondamment rincées à l'eau sous pression (éviter cependant les trop fortes pressions). Pour assurer la désinfection de l'ouvrage, on incorpore dans les dernières eaux de rinçage une solution désinfectante autorisée par le Ministère chargé de la santé. Actuellement les produits les plus courants sont le chlore sous forme d'hypochlorite de sodium et les produits à base d'eau oxygénée. Si on emploie l'eau de Javel, la concentration en chlorite doit être de 50g/m³.

Dans le cas d'un nettoyage avec des produits chimiques, il est nécessaire de contrôler le pH des eaux de rinçage avant leur rejet. Le pH doit être compris entre 5,5 et 8,5 dans le cas contraire on effectuera une neutralisation de ces eaux de lavage avant leur vidange.

4^{ème} étape: Remplissage

Les premières eaux de remplissage doivent être vidangées à plusieurs reprises.

En général on effectue un ou deux rinçage après remplissage sur une hauteur d'eau comprise entre 0,10 et 0,50m.

5^{ème} étape: Contrôle bactériologique et chimique final

Avant le remplissage définitif, un ou plusieurs prélèvements d'échantillons destinés à l'analyse sont effectués en différents points du réservoir si il est étendu en surface, afin de déterminer la potabilité de l'eau.

Conclusion:

La réalisation des fiches techniques à travers le recensement des activités du département Exploitation Eau par équipement et par intervention, indique que ces activités génèrent des aspects de différentes natures qui ont des impacts sur l'environnement, c'est pour cela il faut effectuer une étude d'impact environnemental.

**Chapitre III: Etude
d'impact environnemental
(EIE) des interventions de
la RADEEMA sur le réseau
d'eau potable**

Introduction:

Ce chapitre a pour objectif d'étudier les impacts environnementaux des interventions relatives à la maintenance curative et préventive. Cette étude a été menée à partir des neuf fiches techniques réalisées durant ce stage. Elle a été réalisée par une méthode statistique d'évaluation d'impact en utilisant le diagramme de PARETO, qui se repose sur le point de vue réglementaire.

I. Cadre légal et normatif d'étude d'impact environnemental des aspects générés par les interventions de la RADEEMA

Le développement de cet axe doit se dérouler comme suit: quelques définitions réglementaires, les déchets générés par les interventions, classification des déchets, préservation des ressources naturelles puis la manière de gestion de ces déchets.

I-1) Définitions

Suivant la Loi relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement, Loi n°11-03 promulguée par le dahir n°1-03-59 du 12 mai 2003, **Section 2-Définitions-Art.3:**

-Environnement : l'ensemble des éléments naturels et des établissements humains ainsi que les facteurs économiques, sociaux et culturels favorisant l'existence et le développement des organismes vivants et des activités humaines.

-Protection de l'environnement : la préservation et l'amélioration des constituants de l'environnement, la prévention de leur dégradation, de leur pollution ou la réduction de cette pollution.

-Air : l'enveloppe gazeuse qui entoure la terre et dont la modification des caractéristiques physiques ou chimiques peut porter atteinte aux êtres vivants, aux écosystèmes et à l'environnement en général.

-Norme : valeur limite obligatoire à ne pas dépasser.

-Pollution de l'environnement : tout impact ou modification direct ou indirect de l'environnement provoqué par un acte ou une activité humaine ou par un facteur naturel susceptible de porter atteinte à la santé, à la salubrité publique, à la sécurité ou au bien-être des personnes ou de constituer un danger pour le milieu naturel, les biens, les valeurs et les usages licites de l'environnement.

-Déchets: tous résidus résultant d'un processus d'extraction, exploitation, transformation, production, consommation, utilisation, contrôle ou filtration, et d'une manière générale, tous objet et matière abandonnés ou que le détenteur doit éliminer pour ne pas porter atteinte à la santé, à la salubrité publique et à l'environnement.

□ l'article 2 de la loi 28-00 (2006) définit les déchets dangereux et inertes comme suit:

-Déchets dangereux: "toutes formes de déchets qui, par leur nature dangereuse, toxique, réactive, explosive, inflammable, biologique ou bactérienne, constituent un danger pour l'équilibre écologique tel que fixé par les normes internationales dans ce domaine ou contenu dans des annexes complémentaires".

-Déchets inertes: tout déchet qui ne produit pas de réaction physique ou chimique tels les déchets provenant de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation et qui ne sont pas constitués ou contaminés par des substances dangereuses ou par d'autres éléments générateurs de nuisances.

I-2) les déchets générés par les interventions de la RADEEMA

Les déchets générés par les interventions de la RADEEMA sont classés suivant leur nature; solide ou bien liquide et gazeuse.

Une intervention de réparation de fuite branchement ou casse conduite peut générer comme déchets **solides, liquides et gazeux:**

- Les déblais:* générés par tous les types de réparations après l'étape de terrassement.
- Les morceaux endommagés des tubes de nature plastique (PVC et PE):* générés par les réparations des tubes plastiques.
- Les morceaux endommagés des tubes en Amiante ciment.*
- Les morceaux endommagés des tubes en fer et acier (fonte et acier galvanisé):* générés par les réparations des tubes en acier.
- Les pièces de rechange des équipements hydrauliques,* qui sont générées soit par l'entretien curatif ou bien l'entretien préventif:
 - *Les vannes papillon, opercule et soupape.*
 - *Les ventouses.*
 - *Les poteaux d'incendie.*
 - *Les stabilisateurs de pression.*
 - *Les vidanges.*
- Echappement des fumées.*
- Déversement d'huile.*
- Poussière.*
- Fuite des hydrocarbures.*

Le tableau n°2 présente la classification des déchets suivant le Catalogue Marocain des Déchets (CMD) lancé par le Décret n° 2-07-253 du 14 rejev 1429 (18 juillet 2008) (pour plus d'informations sur les textes des codes voir annexe 2).

Tableau 2: Classification des déchets

Les déchets	Leur nature	Leur code
Les déblais de terrassement	Déchets inertes	Code 17-05
Les matières plastiques	Déchets inertes	Code 17-02-03
Le fer et acier	Déchets inertes	Code 17-04-05
Poussières de coupure de certains tuyaux	Déchets dangereux	Code 19-10-03
Déversement des huiles	Déchets dangereux	Code 13-07
Fuite des hydrocarbures	Déchets dangereux	Code 13-02
Boues	Déchets inertes	Code 17-05-06
Poussières de terrassement	Déchets inertes	Code 10-03-22

I-3) Préservation des ressources naturelles

L'importance de la Préservation des ressources naturelles se manifeste dans Chapitre 3 - "De la protection de la nature et des ressources naturelles" de la Loi relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement, (Loi n°11-03 promulguée par le dahir n°1-03-59 du 12 mai 2003).

Section 1 - Le sol et le sous-sol

Art.17.- Le sol, le sous-sol et les richesses qu'ils contiennent en ressources limitées ou non renouvelables sont protégés contre toute forme de dégradation et doivent être exploités de manière rationnelle.

Section 3 - Les eaux continentales

Art.27.- L'administration prend les mesures nécessaires afin d'assurer l'inventaire régulier et périodique et la gestion rationnelle des eaux continentales, ainsi que la prévention et la lutte contre toute forme de pollution conformément à la législation et à la réglementation en vigueur.

Section 4 - L'air

Art.31.- L'émission dans l'air de toute substance polluante, en particulier les fumées, poussières ou gaz toxiques, corrosifs ou radioactifs est interdite au-delà des limites prévues par les dispositions législatives et réglementaires.

Art.32.- Les dispositions législatives et réglementaires déterminent les mesures à entreprendre en vue de préserver la qualité de l'air ainsi que les normes de contrôle et de suivi nécessaires.

I-4) Gestion des déchets

La Gestion des déchets inertes et dangereux se déroule, selon la Loi 28-00 comme suit:

- Article 27: 'en cas d'absence de techniques appropriées pour le traitement et l'élimination des déchets inertes, ils peuvent être utilisés pour remplir des carrières. Ils peuvent aussi être utilisés pour améliorer, traiter ou éliminer d'autres catégories de déchets, à l'exception des déchets dangereux'.*

*-*Article 29 :Les déchets dangereux ne peuvent être traités en vue de leur élimination ou de leur valorisation que dans des installations spécialisées désignées par l'administration et autorisées conformément au plan directeur national de gestion des déchets dangereux et aux dispositions de la présente loi et ses textes d'application.*

II. Etude d'impact environnemental des aspects générés par les interventions de la RADEEMA par méthode statistique

II-1) Généralités

-L'étude d'impact sur l'Environnement (EIE) constitue un instrument de prévention dans le cadre d'une politique de protection de l'environnement qui comprend généralement trois volets:

- La surveillance et le suivi de l'état de l'environnement,
- La réparation des dégâts déjà causés par l'homme (volet curatif) et,
- La prévention de futurs dégâts (volet préventif).

-L'EIE a comme objectif principal de prévenir de nouvelles dégradations de l'environnement liées aux activités humaines. Elle permet de:

- Déterminer et mesurer à l'avance les effets sur l'environnement naturel et humain d'une activité (industrielle, agricole ou de service) ou d'un aménagement (route, barrage, port, ...) qui en est encore au stade de projet.
- Définir à l'avance les mesures éventuellement nécessaires pour supprimer, atténuer ou compenser les effets négatifs du projet sur l'environnement .

-l'étude d'impact environnemental des interventions de la maintenance curative et préventive effectuées par la RADEEMA sur le réseau d'eau potable, permet de mesurer d'avance les effets de ses interventions sur l'environnement naturel et humain.

-Et en fonction de la criticité d'un aspect donné (parmi les aspects des activités préalablement cités), on peut établir des plans d'actions et proposer des solutions ayant comme but de diminuer ou supprimer l'effets de cet aspect.

-L'EIE a permis de trouver une solution à un problème grave avant même que celui-ci ne se pose. Elle permet de prévenir efficacement le risque de ses interventions.

II-2) Evaluation des impacts environnementaux

Pour évaluer les impacts environnementaux des interventions curatives et préventives de département d'exploitation eau de la RADEEMA, Il faut suivre les étapes suivantes :

- Classer les interventions et ses impacts environnementaux.
- Evaluer les impacts environnementaux et déterminer la criticité de chacune à l'aide de la fiche d'évaluation des impacts environnementaux.
- Déterminer les impacts environnementaux critiques à partir du diagramme de PARETO.

II-2-1) Méthodologie adoptée

L'impact environnemental peut être apprécié à partir de la détermination d'un paramètre C appelé criticité. Ce paramètre permet également de comparer la dangerosité des déchets entre eux.

Il existe trois grilles d'évaluation des impacts environnementaux :

Méthode 1 : se base sur deux facteurs (P et I) et permet de connaître l'importance de risque à partir de la relation :

$$C=P*I$$

Où C : la criticité, P : la probabilité pour que le phénomène ait lieu et, I : l'impact

La figure 7 présente les gammes de criticités en fonctions de P et I, avec:

Critique : Plusieurs décès et/ou très importantes pertes d'actifs et/ou impact critique sur les revenus ou les coûts.

Majeur : Un seul décès et/ou multiples blessures et/ou importante pertes d'actifs et/ou grave impact sur les revenus ou les coûts.

Modéré : Blessures corporelles et/ou pertes d'actifs modérés et/ ou impact considérable sur les revenus ou les coûts.

Mineur : Premiers soins et/ou perte d'actifs mineures et/ou impact mineur sur les revenus ou les coûts.

Négligeable : Pas de blessure et/ou pertes de biens négligeables et/ou impact négligeable sur les revenus ou les coûts.

Presque certain : L'événement est susceptible de se produire dans la majorité des cas.

Probable: L'événement se produira probablement dans la majorité des cas.

Possible: L'événement devrait éventuellement se produire.

Rare: L'événement pourrait se produire uniquement dans des circonstances Exceptionnelles.

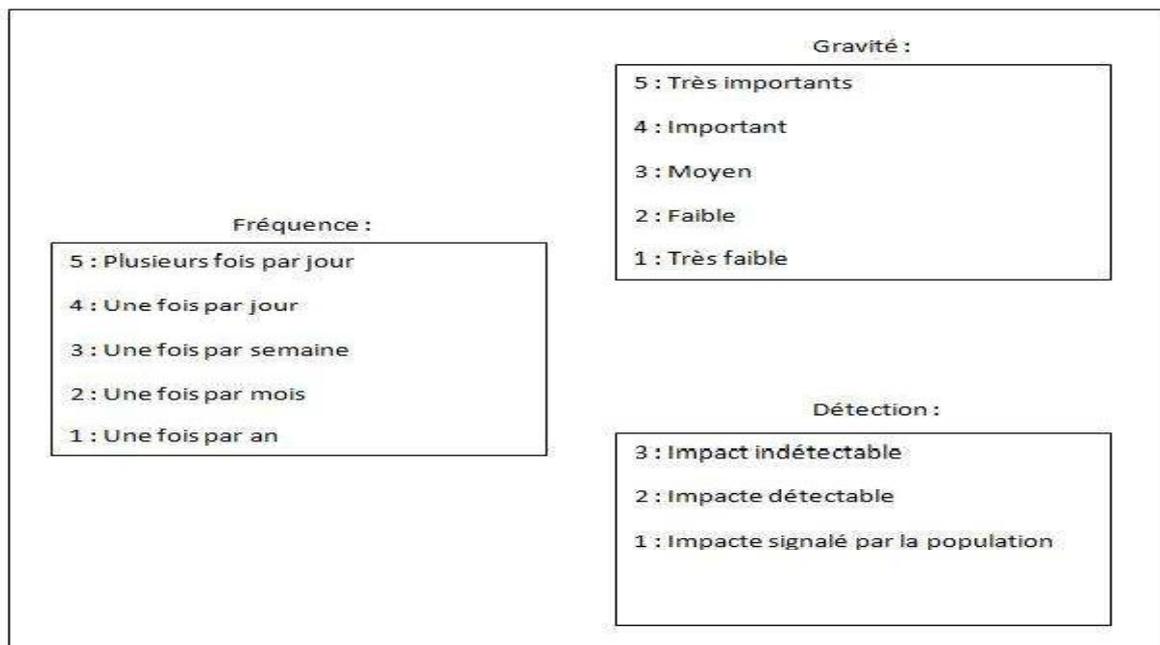


Figure 8: Barème d'évaluation de méthode de trois facteurs

Méthode 3 : C'est la méthode adoptée dans le cadre de ce stage car elle permet d'avoir plus de précision sur les résultats. Ceci à cause du nombre plus élevé d facteurs étudiés.

Elle se base sur quatre facteurs (F, G, S et R), Elle permet de calculer la criticité à partir de la relation suivante:

$$C=F*(G+S)*R$$

Où F: fréquence, G: gravité, S: sensibilité et R: réglementation.

-Cette relation laisse un grande intervalle pour les valeurs de la criticité c'est-à-dire une bonne précision de l'impact environnemental. Elle prend en compte la sensibilité du milieu et les normes environnementales.

-les aspects doivent être décrits et analysés de manière précise, en utilisant un barème d'évaluation des impacts environnementaux, les libellés sont présentés dans le tableau - numéro 3- d'évaluation d'impact en fonction de leurs ampleurs, matérialisées par des chiffres de 0 jusqu'à 4 et chaque chiffre a une signification, avec:

-**Fréquence** : la répétition de l'activité (plusieurs fois par an, plusieurs fois par moi, plusieurs fois par jours)

-**Gravité**: le risque de l'activité sur l'environnement (faible, important avec le temps, importante maitrisable et non maitrisable)

-**Sensibilité**: Sensible si il y a un impact sur le sol, l'eau de surface et l'air .

Non sensible : si l'impact environnemental n'a pas un effet néfaste direct sur le milieu naturel.

-**Réglementation**: existante d'une loi ou d'une norme environnementale (respecter ou non).

Tableau3: Barème d'évaluation des impacts environnementaux

Symbole	Libellé	0	1	2	3	4
F	Fréquence		Jamais ou quelques fois durant la vie de la RADEEM A	Plusieurs fois par an	Plusieurs fois par mois	Continu ou plusieurs fois par jour
G	Gravité		Conséquences minimales et pouvant être effacés	Conséquences qui peuvent être importantes avec le temps	Conséquences importantes et immédiates mais maîtrisables instantanément	Conséquences graves, coûteuses et difficiles à maîtriser
S	Sensibilité	Milieu récepteur n'est pas sensible	Le milieu récepteur est sensible			
R	Réglementation		Pas de réglementation ou Conforme à la réglementation	Non conforme à un projet de réglementation	Non conforme à réglementation interne	Non conforme à la réglementation
C	Criticité	=F x (G+S) x R				

II-2-2) Fiche d'évaluation des impacts environnementaux

Chaque impact doit être défini, caractérisé, mesuré, et comparé aux exigences pour la protection de l'environnement (normes en vigueur, seuils de tolérance établis). Son importance relative doit également être définie. Les différents impacts pourront ainsi être hiérarchisés afin d'établir un ordre de priorité pour l'atténuation des impacts suivant un plan d'action proposé.

Les aspects qui sont générés par les interventions de maintenance curative et préventive sont au nombre de onze (11). Ils sont présentés dans le tableau 4 par les libellés cités en fonction de leur importance en utilisant le barème d'évaluation d'impact.

Tableau 4: Tableau d'évaluation des impacts environnementaux

Activité/site	Sous activité	Aspect	Impact	F	G	S	R	C
Maintenance du réseau	Réparation des fuites	Echappement des fumées	Pollution d'air	2	2	1	1	6
		Déversement d'huile	Pollution du sol	3	2	1	1	9
		Poussière de terrassement	Pollution d'air	2	1	0	1	2
		Fuite d'hydrocarbure	Pollution du sol	3	2	1	1	9
		Déchets inertes (gravats , déblais, débris)	Impact visuel	4	1	0	1	4
		Déchets plastiques (les morceaux des tuyaux...)	Pollution du sol	3	1	0	1	3
		Déchets fer et acier (les pièces de rechange)	Pollution du sol	3	1	0	1	3
		Poussière de coupure (les débris de coupure)	Pollution du sol	3	1	1	1	6
Gestion de réservoir		Débordement du réservoir	Epuisement des ressources	1	1	0	1	1
		Boue de nettoyage	Pollution du sol	1	1	0	1	1
		Perte d'eau potable (rinçage de réservoir)	Epuisement des ressources	1	1	0	1	1

Ce tableau présente la criticité, calculée en fonction des aspects des activités de la RADEEMA à l'aide du Barème de EIE et de chaque sous activité.

II-3) Application de loi de PARETO à l'étude EIE

II-3-1) Généralités sur la loi PARETO:

-Le diagramme de Pareto est un moyen simple pour classer les phénomènes par ordre d'importance. Ce diagramme et son utilisation sont aussi connus sous le nom de "règle des 20/80" ou méthode ABC.

-La loi de Pareto dit que 80% de la variabilité est expliquée par 20% des causes suivant la formulation de Juran "Vital few and trivial many".

-Le diagramme de Pareto est un histogramme dont les plus grandes colonnes sont conventionnellement placées à gauche et vont en décroissant vers la droite. Aussi une ligne des pourcentages cumulés indique l'importance relative des colonnes.

-Suivant la loi de 20/80, il suffit de travailler sur 20% des causes pour *influencer fortement* l'impact environnemental des interventions, dans le cas de ce travail.

En ce sens, le diagramme de Pareto est un outil efficace de prise de décision.

II-3-2) Classification des aspects:

Pareto propose une classification en trois (3) groupes: A, B et C d'où le nom méthode ABC

- **Le groupe A** est composé des causes constituant 80% des effets du phénomène (représentant généralement 20% des causes). Dans notre cas ce sont les aspects qui sont déjà au nombre de 11 (tableau 5). sont donc représentés presque par deux aspects).

- **Le groupe B** est composé des causes constituant 15% des effets du phénomène (représentant généralement 30% des causes= presque trois aspects).

- **Le groupe C** est composé des causes constituant 5% des effets du phénomène (représentant généralement 50% des causes= presque six aspects).

Le tableau 5 présente la classification des aspects par l'application de la loi Pareto à notre étude.

Tableau 5: Classification des aspects

Aspects		Impact	Criticité	Pourcentage	Pourcentage cumulé	Classification
A	Déversement d'huile	Pollution du sol	9	20,00%	20,00%	A
B	Fuite d'hydrocarbure	Pollution du sol	9	20,00%	40,00%	
C	Poussière de coupure (les débris de coupure)	Pollution du sol	6	13,33%	53,33%	B
D	Echappement des fumées	Pollution de l'air	6	13,33%	66,66%	
E	Déchets inertes (gravats, déblais, débris)	Impact visuel	4	8,89%	75,55%	
F	Déchets fer et acier (les pièces de rechange)	Pollution du sol	3	6,67%	82,22%	C
G	Déchets plastiques (les morceaux des tuyaux...)	Pollution du sol	3	6,67%	88,89%	
H	Poussière de terrassement	Pollution de l'air	2	4,44%	93,33%	
I	Débordement du réservoir	Epuisement des ressources	1	2,22%	95,55%	
J	Boue de nettoyage	Pollution du sol	1	2,22%	97,77%	
K	Perte d'eau potable (rinçage de réservoir)	Epuisement des ressources	1	2,22%	100,00%	
Total			45	100,00%	100,00%	

A partir de ce tableau, un diagramme de Pareto est tracé à l'aide du logiciel Excel, on définit les catégories à partir des aspects recueillies, On les répartit dans les catégories puis:

- Les criticités sont classées par ordre décroissant (tri dans Excel),
- Faire le total des données,
- Calculer les pourcentages pour chaque criticité : criticité / total,
- Calculer le pourcentage cumulé,
- Déterminer une échelle adaptée pour tracer le graphique,
- Placer les barres sur le graphique, en commençant par la plus grande criticité du gauche,
- Lorsque les barres y sont toutes, tracer la courbe des pourcentages cumulés et,
- En déduire le seuil de criticité à partir de ce diagramme en projetant le pourcentage 80% sur la courbe des pourcentages.

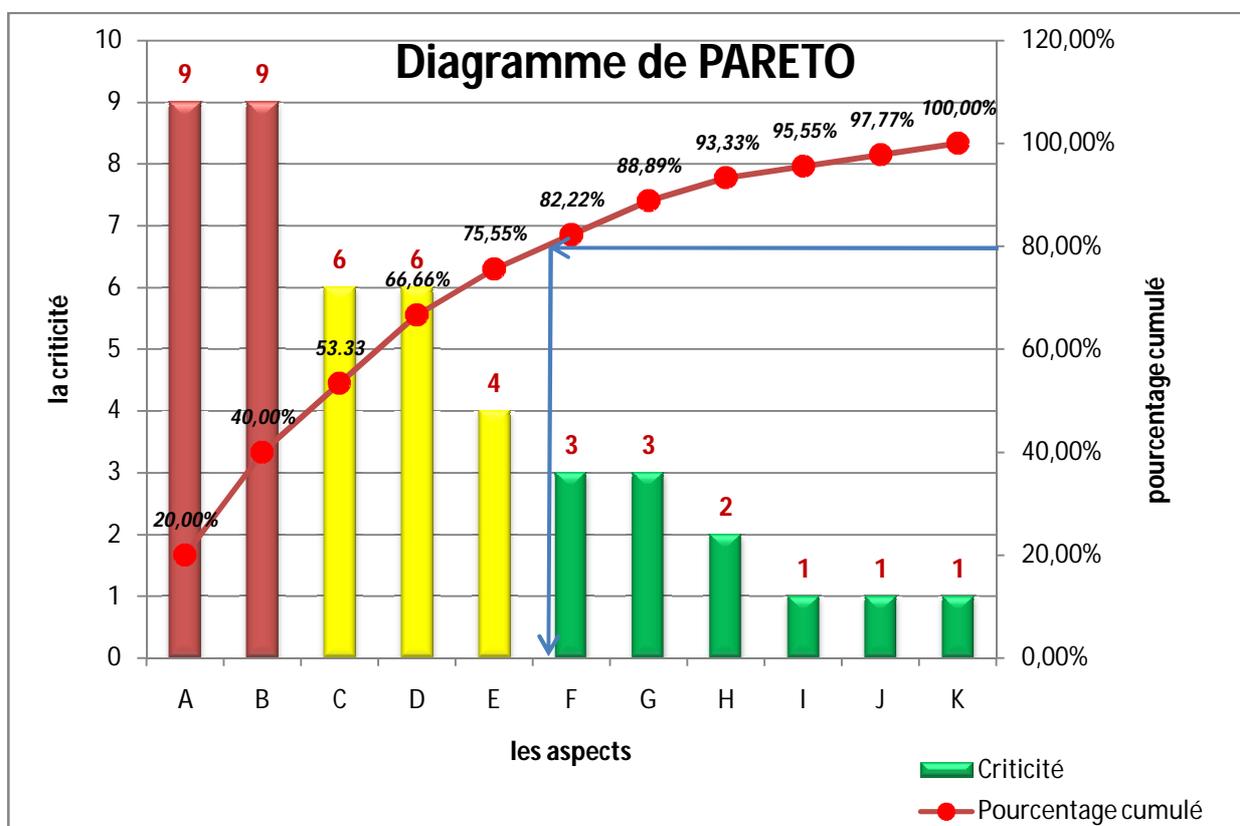


Figure 9: Le diagramme de PARETO

D'après la loi de PARETO et à partir de graphe ci-dessus (fig.9), les sous activités qui se trouvent Avant l'intersection de la ligne qui passe de 80 %, et la courbe de %cumulés sont les 20% des aspects qui sont responsables sur 80% des impacts environnementaux liés aux activités de DEE de la RADEEMA. le diagramme PARETO est utilisé pour déterminer le seuil de criticité à partir de laquelle l'impact environnemental devient critique.

A partir de l'analyse du graphe de PARETO, les aspects qui ont une Criticité supérieure ou égale à 4 sont les aspects qui ont un impact environnemental le plus critique. Ces aspects sont:

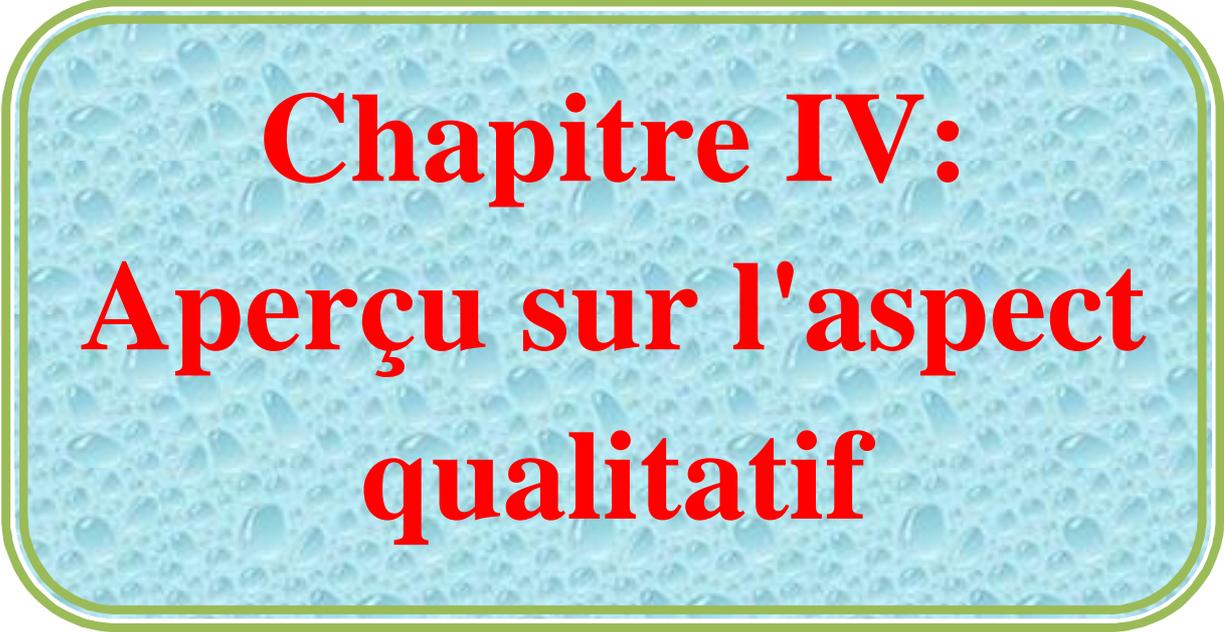
- Déversement d'huile
- Fuite d'hydrocarbure
- Poussière de coupure (les débris de coupure)
- Echappement des fumées
- Déchets inertes (gravats , déblais, débris)

II-4) Proposition d'un plan d'action

Après la détermination des aspects critiques par la méthode statistique reposer sur le point de vue de la loi, nous proposons un plan d'action (tableau 5) pour minimiser leur impact sur l'environnement.

Tableau 5: Le plan d'action proposé pour minimiser les impacts des interventions

Impact environnemental	Plan d'actions
Pollution du sol (fuite d'huile)	-Contrôle de la machine avant l'utilisation (la maintenance systématique) . -utiliser un bac de rétention pour éviter l'arriver d'huile au sol, récupération de ces huiles dans les citernes de stockage, puis vers les usines de recyclage.
Pollution du sol (fuite hydrocarbures)	-Contrôle de la machine avant l'utilisation (la maintenance systématique) . -utiliser un bac de rétention et réutilisé ces hydrocarbures.
Pollution du sol (déblais)	-Evacuer les débris directement après les travaux et les rejeter dans la décharge publique. -Les déchets inertes peuvent être utilisés pour remblaiement de carrières. -Ils peuvent être également utilisés pour valoriser, traiter ou éliminer les autres catégories de déchets .
Pollution d'air	-Effectuer un entretien périodique des engins. -Vérification de l'état des filtres de fumée.
Poussière de coupure	-Trouver une autre méthode de coupure de conduite. -Arroser la conduite avant la coupure. -Renouveler les conduites amiante ciment en Pvc.



**Chapitre IV:
Aperçu sur l'aspect
qualitatif**

Lors des interventions effectuées par le département Exploitation Eau, préventive ou curative, la qualité de l'eau potable destinée aux clients est un paramètre très important dont il faut tenir compte. Pour cela, le département exploitation fait appel au Laboratoire des Analyses de la RADEEMA.

Parmi les tâches réalisées par ce laboratoire on peut citer les analyses de routine pour contrôler la potabilité de l'eau, ainsi que les interventions spécifiques, liées aux activités du département exploitation Eau pour éviter toute forme de contamination des eaux.

Aussi une série de précautions sont proposées pour assurer la potabilité d'eau lors et après une intervention donnée.

I. Présentation du Laboratoire des analyses de la RADEEMA

I-1) Généralités

Le Laboratoire des analyses de la RADEEMA est situé dans le complexe "hydraulique Sidi Moussa", sur la route d'Ourika, surveillé par les ministères de Santé et d'intérieur, suivant les normes de potabilité 03-701 et de surveillance 03-702, qui déterminent le mode opératoire et les valeurs maximales admissibles de chaque paramètre analysé. Ce laboratoire se base sur les normes 14001 (Environnement), ISO 9001 (Management) et 18001 (Sécurité), avec un certificat d'accréditation 17025 donné par le ministère de l'industrie, du commerce, de l'investissement et de l'économie numérique, suivant le contrôle permanent des compétences des personnels, et des matériaux de laboratoire.

I-2) Aspect analytique

Le laboratoire effectue deux types d'analyses pour s'assurer de la conformité des échantillons par rapport aux normes en vigueur du tableau 6:

- Quotidiennes: pour analyser le taux des germes totaux, coliformes, E.coli, et les analyses physico-chimiques (Chlore, Température, pH, Turbidité).
- Hebdomadaires: complémentaires des quotidiennes pour analyser les Entérocoques intestinaux, les spores des micro-organismes anaérobies sulfitoréducteurs, et les analyses physico-chimiques (Conductivité, Chlorures, Oxydabilité, Nitrates, Nitrites, Titre Alcalimétrique, Dureté Totale, Sulfates).

Tableau 6: Méthodes, Normes adoptées

<i>Paramètres analysés</i>	<i>Méthodes utilisées</i>	<i>Norme de référence</i>	<i>Référence Normatives</i>
Critères Bactériologie			
Coliformes par 100ml	Filtration	NM.ISO9308	0/100ml
Escherichia Coli par 100ml	Filtration	NM.ISO9308	0/100ml
Germes revivifiables à 22°C par 1ml	Incorporation en gélose	NM ISO 6222	100/1ml
Germes revivifiables à 36°C par 1 ml	Incorporation en gélose	NM ISO 6222	20/1ml
Entérocoques intestinaux	Filtration	NM ISO 7899-2	0/100ml
Spores des micro-organismes anaérobies sulfitoréducteurs	Filtration	NM ISO.6461-2	0/100ml
Critères physico-chimiques			
Chlore résiduel total en mg/l	Dosage à l'orthotolidine	NM.03-7-007	–
Température en °C	Mesure thermomètre	NM.03-7-008	Acceptable
Potentiel hydrogène en unité pH	Mesure potentiométrique	NM.ISO 10523	6,5<pH<8,5
Turbidité en N .T.U	Méthode néphélométrique	NM.04-7-010	5 NTU
Conductivité à 25°C en µS/cm(avec dispositif de compensation de température)	Conductivité électrique	MN.ISO 7888	2700 µS/cm
Chlorure en mg/l	Dosage titrimétrique	NM.03-7-024	750mg/l
Oxydabilité en mg/l	Oxydation à chaud en milieu acide par KMnO4	MN.03-7-015	5mg O2/l
Nitrates en mg/l	Spectrophotométrie d'absorption moléculaire	RODIER 9ème édition	50mg/l
Nitrites en mg/l	Spectrophotométrie d'absorption moléculaire	NM.ISO 6777	0,5mg/l
Titre Alcalimétrique en °F	Méthode titrimétrique	« l'analyse de l'eau » RODIER 8ème édition. P.113	–
Dureté total en °F	Méthode titrimétrique	NM.03-7-020	–
Sulfates en mg/l	Méthode néphélométrique	« l'analyse de l'eau » RODIER 8ème édition. P.214	400mg/l

I-3) Interventions du laboratoire

Le laboratoire intervient de façon:

- ✚ **Systematique:** Il effectue tous jours 14 points de mesure divisés comme suit:
 - Trois points fixes qui sont situés dans la conduite d'entrée qui amène l'eau traitée de ONEP d'une part, et dans la sortie des deux réservoirs Sidi Moussa et Ourika.
 - Prélèvements dans onze points différents des secteurs, de façon à contrôler les points de tous les secteurs dans une durée d'un mois.
- ✚ **En cas de demande du Service exploitation eau à cause de:**
 - Installation d'une nouvelle conduite,
 - Rinçage de réservoir,
 - Nouvelle construction,
 - Casse conduite,
 - Pour détecter la source d'une fuite non connue et,
 - Après stagnation dans une conduite hors service.

II. Les précautions pour éviter la pollution/contamination

Lors et après les interventions effectuées sur les réseaux de distribution d'eau potable et les appareils qui s'y rattachent par le département Exploitation Eau, il est nécessaire de prendre quelques précautions pour éviter toute contamination de l'eau transportée jusqu'au robinet du consommateur. Ces précautions sont regroupées en trois tâches principales, à savoir: Chaque pièce de rechange doit avoir **un certificat de conformité sanitaire** conformément aux normes de potabilité en vigueur, **Une tenue de travail spécifique** dans un objectif de respecter les critères de potabilité, surtout dans les équipements sensibles tels que les réservoirs et, **nettoyage et désinfection pendant et après l'intervention.**



Photo 5: Exemple de tenue de travail

-La désinfection d'un réseau ou d'un élément de réseau de distribution d'eau potable a comme principal objet la suppression des causes d'altération de la qualité de l'eau entre son point de traitement et les lieux de consommation. Cette opération finale ne suffit pas en elle-même, elle doit être précédée d'une opération de nettoyage et de rinçage. Celle-ci jouera un rôle primordial dans la réussite de la désinfection finale.

-Les opérations de nettoyage et de désinfection doivent permettre d'obtenir, dès la remise en service, une qualité d'eau conforme aux exigences réglementaires en éliminant notamment les germes pathogènes.

-Les produits utilisés doivent être autorisés par le ministère de la santé.

- **Les objectifs de la désinfection**

Une procédure complète de nettoyage et de désinfection doit répondre à plusieurs objectifs :

- Éliminer les matières étrangères présentes dans les installations (conduites, réservoirs).
- Éliminer les sources de contamination microbienne, présentes dans les installations (canalisations, réservoirs et appareils raccordés).
- Éviter de contaminer le réseau de distribution.
- Éviter les plaintes causées par les travaux de pose et/ou d'entretien des canalisations et réservoirs (eaux troubles, colorées...).

- **Les cas d'intervention de la désinfection**

-Les opérations de nettoyage et de désinfection sont mises en œuvre dans les situations suivantes :

- Installation de conduites et de nouveaux appareils pour l'extension d'un réseau,
- Remise en service d'une conduite laissée vide d'eau pendant **plus** de 15 jours,
- Réparation planifiée du réseau de distribution,
- Réparation d'urgence du réseau de distribution lors de casses, de fuites...,
- Entretien des réservoirs d'eau,
- Contamination sectorielle démontrée par des analyses,
- Plaintes des consommateurs sur la qualité de l'eau confirmées par analyse et,
- Retours d'eau.

Toutes ces circonstances requièrent une désinfection adéquate et adaptée au contexte d'intervention afin de ne pas mettre en danger la santé des consommateurs.

-La réglementation précise que :

- “Les réseaux et installations doivent être nettoyés, rincés et désinfectés avant toute mise ou remise en service”.

- “Les réservoirs doivent être vidés, nettoyés et rincés au moins une fois par an”.

- **Chronologie des opérations de nettoyage et de désinfection**

Toute procédure de nettoyage et de désinfection réalisée sur des installations de distribution d'eaux destinées à la consommation humaine avant leur mise ou remise en service, comprend nécessairement les étapes suivantes :

- Protection efficace contre toute entrée d'éventuels contaminants, des matériaux et matériels avant être utilisés au cours des opérations de construction, de rénovation, de réparation ou d'entretien de l'installation.
- Nettoyage préalable des installations de distribution concernées et de leur environnement immédiat.
- Désinfection des canalisations des réservoirs et des accessoires à l'aide d'un produit chimique adapté à cet usage.
- Élimination de la solution désinfectante par vidange dans les conditions prévues par la réglementation, suivie d'un rinçage efficace.
- Évaluation de l'efficacité du nettoyage et de la désinfection effectuée au moyen d'analyses d'échantillons d'eau.
- Mise ou remise en service de l'installation de distribution.

En générale, cette opération se fait lors de la mise en service et après tout travaux sur le réseau, et par les étapes suivantes :

- Désinfecter le tronçon de réseau concerné (fonction de l'ampleur des travaux et des conditions d'accès aux installations) et laisser un temps de contact suffisant (quelques heures),
- Rincer par réalisation de purges,
- Contrôler la concentration résiduelle en chlore et,
- Faire une analyse microbiologique.

IMPORTANT: Effectuer un nouveau rinçage si la concentration en résiduel de chlore est supérieure à 0,3 mg/l.

Cette introduction sur l'aspect qualitative des interventions de département Exploitation Eau a montré qu'il y a tout un organisme occuper de cette tâche, toute une série des précautions sont prennent, afin d'assurer la potabilité d'eau qui est un point sensible dans le domaine de sécurité alimentaire. Mais cette étude reste insuffisant, c'est pour cela ce sujet reste à étudier dans un autre projet de fin d'étude.

- **Conclusion générale**

Ce sujet a porté sur l'étude d'impact environnemental lié aux activités d'exploitation d'eau potable au sein de la RADEEMA. C'était une occasion de comprendre le déroulement des interventions de ce service, et élaborer des fiches techniques de ces interventions. Ces fiches ont été la base de l'étude d'impact environnemental des aspects générés par les différentes interventions.

Neuf fiches techniques ont été ainsi élaborées à partir des missions de terrain. En se basant sur le point de vue réglementaire, La méthode statistique de PARETO a permis d'identifier les aspects dont l'impact est le plus important et ce sont en l'occurrence; le déversement d'huile, la fuite d'hydrocarbure, l'échappement des fumées, les débris de coupure et les déchets inertes.

Un plan d'action a été proposé pour minimiser ces impacts, se résumant en la gestion de ces aspects par leur traitement ou élimination.

Le concours du service du Laboratoire de la RADEEMA a été également mis en évidence dans son implication dans toutes les interventions effectuées par le service exploitation eau.

Référence bibliographique

- RADEEMA, (2010). Mission A. Audit du secteur d'eau potable, p29, 30.
- RADEEMA, Système Management QSE, réf: MO-EEA 01/02/05/07/08/09.
- RADEEMA, Système Management QSE, fiche d'évaluation des impacts environnementaux, réf: F0-PIL-13.
- Dahir n° 1-03-61 du 10 rabii 1 1424 (12 mai 2003) portant promulgation de
- Loi n° 13-03 relative à la lutte contre la pollution de l'air, document PDF.
- Loi 11-03 relative aux études d'impacts sur l'environnement, document PDF.
- Décret n° 2-07-253 du 14 rejeb 1429 (18 juillet 2008) portant classification des déchets et fixant la liste des déchets dangereux, document PDF.
- Rapport de gestion de la RADEEMA de Marrakech. (2014)
- Loi28-00 relative a la gestion des déchets et a leur élimination, document PDF.
- -Loi relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement-Loi n°11-03 promulguée par le dahir n°1-03-59 du 12 mai 2003 P6, document PDF.
- A.MOUNGUENGUI, 2010-2011 Préparation de l'ISO 14001 au sein du Centre de Recherche et d'Etudes Européen de Cavaillon de SAINT-GOBAIN, Thèse Master Management de la qualité Université de technologie Compiègne P29.

Les Sites web :

- www.RADEEMA.ma
- www.BAYARD.fr
- <http://fr.slideshare.net/mobile/jabbouriyassir01/etude-d'impact-sur-l-environnement>
- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Maintenance>

Annexes

Annexe 1:

Définitions

✚ **Conduite** : C'est un tuyau de diamètre supérieure ou égal à 63mm, Les types des conduites en fonction de la nature sont: PVC, PE, BP, AC, FD et FG.

✚ **Stabilisateurs de pression**: c'est une vanne conçus pour décharger l'excès de pression dans un système de fourniture d'eau et sert à maintenir la pression de système à un niveau ne dépassant pas une valeur maximale prédéterminé. On a deux types de stabilisateurs : réducteur pour réduire la pression pendant le jour, et modulateur pour compenser les pertes de charge de façon très souple en période de forte consommation (jour) et respectivement en période de faible consommation (nuit).

✚ **Contrôle d'un stabilisateur de pression** : le contrôle d'un stabilisateur de pression consiste à contrôler la pression amont et aval du stabilisateur et le réglage de celui-ci.

✚ **Feeder**: une conduite porteuse de distribution d'un diamètre généralement supérieur à 400 millimètres, dont l'arrêt d'eau est susceptible de modifier le fonctionnement du réseau.

✚ **Contrôle des feeders**: le contrôle consiste à vérifier le bon fonctionnement des feeders et ses organes associés.

✚ **Poteaux d'incendies ou bouches d'incendies**: sont des dispositifs de lutte contre l'incendie, permettent d'alimentation les sapeurs-pompiers. destinés à l'alimentation, à l'irrigation ou l'industrie.

✚ **Contrôle d'un poteau d'incendie**: le contrôle d'une poteau d'incendie consiste à vérifier le bon fonctionnement de l'appareil et ses organes associés.

✚ **Les vannes de vidanges** : réalisés sur les points bas d'un réseau ainsi sur les branches terminales de réseau, permettent de vidanger la conduite pour réparation des fuites. Le diamètre de vidange doit être égal au $\frac{1}{4}$ du diamètre de la conduite.

✚ **Contrôle d'une vanne vidange**: le contrôle d'une vidange consiste à vérifier le bon fonctionnement du R.V et du clapet battant.

✚ **Nettoyage de réservoir**: Chaque réservoir doit être vidé (cuve par cuve), contrôlé et nettoyé au moins une fois par an.

✚ **Réservoir Route Ourika (55 000 m3)**: Il est constituée de sept cellules indépendantes de capacité de 55 000 m3, situé sur la route d'Ourika avec une côte du trop plein de 494,92 NGM, Ce réservoir alimente l'étage bas services de Marrakech.

✚ **Réservoir Route Ourika (30 000 m3)**: Il est constituée de trois cellules indépendantes de capacité de 30 000 m3, situé sur la route d'Ourika avec une côte du trop plein de 494,92 NGM, Ce réservoir alimente avec l'autre réservoir l'étage bas services de Marrakech.

✚ **Réservoir Sidi Moussa (50 000 m3)**: Il est constituée de trois cuves semi enterrées indépendantes en béton armé, situé dans le complexe hydraulique Sidi Moussa sur la route d'Ourika avec une côte du trop plein de 553,94 NGM, Ce réservoir alimente l'étage haut services de Marrakech

✚ **Château Sidi Moussa**: il est de capacité de 500 m3 situé dans le complexe hydraulique Sidi Moussa sur la route d'Ourika, il est destiné à l'alimentation de la zone très haute service, notamment les abonnés de la zone limitrophe au réservoir, deux Golf Argana et Cherifia, et

une partie de la zone très élevée de secteur M'Hammid.

✚ **Robinet vannes:** dispositifs qui sert à arrêter ou modifier le débit de l'eau, c'est l'équivalent d'un robinet est parfois utilisé pour des appareils de petites dimensions, montés sur des canalisations. il y a plusieurs types des vannes (à papillon, à opercule, à soupape...).

✚ **Contrôle d'une vanne:** le contrôle d'une vanne consiste à vérifier le bon fonctionnement de l'appareil et ses organes associés.

✚ **Ventouses:** sont des équipements placées sur tous les points hauts d'un réseau, ils sont nécessaires pour permettre l'évacuation de l'air emprisonné dans les conduites et pour éviter la dépression des conduites lors des incidents avec coupure d'eau.

✚ **Contrôle d'une ventouse:** le contrôle d'une ventouse consiste à vérifier le bon fonctionnement de l'appareil et ses organes associés.

✚ **PARETO:** Le diagramme de Pareto est un moyen simple pour classer les phénomènes par ordre d'importance, Ce diagramme et son utilisation sont aussi connus sous le nom de "règle des 20/80" ou méthode ABC, La loi de Pareto dit que 80% des résultats est expliquée par 20% des causes.

Annexe 2:

Classification des déchets suivant CMD

Suivant le Catalogue Marocain des Déchets (CMD) lancé par le Décret n° 2-07-253 du 14 rejeb 1429 (18 juillet 2008).

- D'après le Code 17-05 ; "*la terre (compris déblais provenant de site contaminés, cailloux et boue de dragage)*", sont considéré comme des déchets non dangereux ou inertes.
- D'après le Code 17-02-03; "*les matières plastique*" sont considéré comme des déchets non dangereux ou inertes.
- D'après le code 17-04-05; "*le fer et acier*" (Les morceaux endommagés des tubes de nature fer et acier) sont considéré comme des déchets non dangereux ou inertes.
- D'après le Code 19-10-03; "*fraction légère des résidus de broyage et poussières contenant des substances dangereuses*" sont considéré comme des déchets **dangereux**
- D'après le Code 13 07; "*combustibles liquides usagé*" sont considéré comme des déchets **dangereux**.
- D'après le Code 13 02; "*huiles moteur, de boîte de vitesses et de lubrification*" sont considéré comme des déchets **dangereux**.
- D'après le Code 17 05 06; "*boues de dragage autres que celles visées à la rubrique 17 0505*" sont considéré comme des déchets non dangereux ou inertes.
- D'après le Code 10 03 22; "*autres fines et poussières (y compris fines de broyage de crasses)*" sont considéré comme des déchets non dangereux ou inertes.

Annexe 3

Fiche technique d'entretien préventif des stabilisateurs de pression

I. Objet :

Ce document a comme objet de déterminer les différents aspects de la maintenance préventive: déroulement technique d'une intervention d'entretien préventif de stabilisateur de pression, il assure :

- La connaissance du fonctionnement de l'appareil.
- Le contrôle de la pression amont et la pression aval.
- Le contrôle de l'état du regard.
- Le contrôle de l'état de stabilisateur.
- La mise à jour des fiches Système informatique géographique.

II. Etendue d'application :

Ce document est applicable à la maintenance préventive des stabilisateurs de pression, que ce soit des conduites secondaires ou primaires, il est valable pour l'activité de l'exploitation eau potable de la RADEEMA, notamment l'entretien préventif des stabilisateur de pression à fonction aval.

Ce document est applicable à la maintenance préventive des stabilisateurs avec ou sans bay-passe.

III. Aspect technique :

L'intervention technique se déroule comme suit :

1ère étapes: Isoler le stabilisateur concerné (coupure d'eau)

Cette opération se fait soit à travers bay-passe ou bien en utilisant le robinet vanne amont.

2ème étapes: Mise en sécurité du chantier

- Balisage.
- Signalisation routière en application des dispositions du code de la route (les cônes, feux tricolores, déviation de circulation), permission de voirie, l'arrêt de circulation.
- Panneaux de chantier.

Moyens utilisés

- Deux agents avec un fourgon
- Dossier stabilisateur :
- Fiches des stations de mesures et de régulation
- Schémas des stations de mesures et de régulation

- Fiche d'entretien
- Plan 1/2000ème
- Clé de réglage
- Deux manomètres
- Feuilles montage type.

Déroulement technique

- **Robinet Vanne de sectionnement :**

Fermer les robinets vannes de 10 tours environ et le remettre dans sa position initiale pour tester la réponse de stabilisateur.

- **Réglage de l'appareil :**
 - Pose des deux manomètres (échelle des manomètres en rapport à la pression de réglage) sur les prises de pression.
 - Régler la pression aval à l'aide de la clé.
 - Créer un débit de fuite pour vérifier le bon fonctionnement du détendeur .
- **Boîte à crépine:**

Nettoyage des tamis de la crépine.

Temps et périodicité de l'intervention

Le temps d'intervention en moyenne y a compris le déplacement est 2heures par chaque appareil.

C'est une opération mensuelle pour tous les diamètres.

Annexe 4

Fiche technique d'entretien préventif des feeders

I. Objet:

Ce document a comme objet de déterminer les différents aspects de la maintenance préventive: déroulement technique d'une intervention d'entretien préventif des feeders.

Ce document sert à:

- La connaissance du lieu des appareils et du cheminement de la canalisation.
- Le repérage des obstacles sur la conduite.
- La connaissance de la fonction du feeder.
- Le contrôle de l'état et du bon fonctionnement des divers appareils équipant le feeder concerné.
- La connaissance de divers possibilités de réalimentation.
- La mise à jour des dossiers feeder.
- La mise à jour des fichiers SIG feeder.

II. Domaine d'application:

Ce document est applicable à la maintenance préventive du réseau d'eau potable, exactement des feeders, il est valable pour l'activité de l'exploitation eau potable de la RADEEMA, notamment l'entretien préventif des feeders:

- Des feeders de différents diamètres et natures.
- Les équipements hydrauliques installés sur les feeders.

Ce document traite tous les aspects de la maintenance préventive qui peuvent survenir sur un feeder de réseau d'eau potable, que ce soit les parties des conduites enterrées ou les parties sous galerie ou regard.

III. Aspect technique:

Avant l'intervention de maintenance préventive il faut d'abord mise en sécurité du milieu de travaille:

- Balisage.
- Signalisation routière en application des dispositions du code de la route (les cônes, feux tricolores, déviation de circulation), permission de voirie, l'arrêt de circulation.
- Panneaux de chantier.

✚ Moyens utilisés

- Un agent pendant un jour et demi pour la création du dossier.

- Un agent pendant un jour pour la mise à jour du dossier, le compte rendu du cheminement.
- Deux agents et un opérateur réseaux avec un fourgon entre (0.5 et 4 jours) pour le cheminement par feeder.
- Dossier complet du feeder:
 - Feuille descriptive du feeder.
 - Plan 1/2000.
 - Plan 1/200 des équipements.
 - Fiche d'entretien.
 - Fiches SIG du feeder.

Déroulement technique

RV de sectionnement et de maillage:

- Contrôle de l'état et l'accessibilité des B.A.C.
- Fermer le RV de 10 tours environ et le remettre dans sa position initiale.
- Contrôle des fichiers SIG des RV.

RV de vidange et regard:

- Contrôle de l'état et de l'accessibilité des B.A.C.
- Attention ne pas manœuvrer le RV.
- Contrôler l'état général du regard, l'étanchéité apparente, le bon fonctionnement du clapet battant et voir si le regard est raccordé à l'égout ou au pluvial.
- Contrôle des fiches SIG des Vidanges

RV de venteuse et ventouse:

- Contrôle de l'état et de l'accessibilité des B.A.C.
- Fermeture totale de la vanne et contrôlé de l'étanchéité de celle-ci à partir de la venteuse.
- Vérification de l'état général de la venteuse, du regard et de la ventilation.
- Contrôle des fiches SIG des ventouses.

RV inter connexion fermée sur le réseau:

- Même étage, suivre les consignes des responsables d'exploitation.

Etage différent, vérifier l'état et l'accessibilité.

Temps et périodicité d'intervention

Chaque Feeder doit être inspecté au moins une fois par an.

Chaque semaine, un Feeder sera programmer suivant le degré de priorité définie par la Division Exploitation Eau.

Annexe 5

Fiche technique d'entretien préventif des poteaux d'incendie

I. Objet:

Ce document a comme objet de déterminer les différents aspects de la maintenance préventive: déroulement technique d'une intervention d'entretien préventif des poteaux d'incendie.

Ce document sert à la vérification:

- De la fonction de la vanne.
- De l'état et le bon fonctionnement des poteaux d'incendie.
- Le débit et la pression.
- Prolonger la durée.

II. Etendue d'application:

Ce document est applicable à la maintenance préventive des poteaux d'incendie, il est valable pour l'activité de l'exploitation eau potable de la RADEEMA, notamment l'entretien préventif des poteaux de:

- Réseaux sur pressé.
- Source d'eau sans pression.
- Réseaux sous pression.

Ce document traite tous les aspects de la maintenance préventive qui peuvent survenir à un poteaux d'incendie de réseau d'eau potable, que ce soit leur vannes sous bouche à clé, compteurs, vidanges, filtres et leur état d'apparent.

III. Aspect technique:

Lors d'intervention, il faut d'abord mise en sécurité du milieu de travaille par :

- Balisage.
- Signalisation routière en application des dispositions du code de la route (les cônes, feux tricolores, déviation de circulation), permission de voirie, l'arrêt de circulation.
Panneaux de chantier.

Moyens utilisés

- Un fontainier avec casque et chaussures de sécurité.
- Petit outillage à main: pelle, pioche, clé à béquille, bloc d'éclairage autonome.
- Un fourgon pour le transport.
- Un système de balisage routier.
- Plan 1/2000.
- Plan 1/200 des équipements.

- Fiche d'entretien.
- Un appareil de contrôle de débit et de pression

Déroulement technique

- Contrôle visuel de l'accessibilité, de l'état apparent et absence de fuites.
- Désengorgement de la vidange.
- Contrôle de l'état des bouchons, des raccords, des joints...
- Graissage régulière des pièces.
- Vérification de bon fonctionnement du système anti-congélation.
- Contrôle de conformité de pose: Selon la norme NF 62-200 les poteaux d'incendie doivent disposer d'une vanne d'isolement et respecter des règles spécifiques en termes d'accès et emplacements.
- Préservation des voies d'accès et des infrastructures: Lors des contrôles, utilise un matériel breveté garantissant le non détérioration des chemins, des voies d'accès et des espaces verts autour du poteau.
- Contrôle réglementaire de débit et de pression: 60 m³/heure à 1 bar pour les hydrants en DN100. Contrôle assuré selon la norme NF S 62-200.

Temps et périodicité d'intervention

- Le temps d'intervention en moyenne y compris le déplacement: 15 minutes.
- l'opération s'effectue Semestriellement.

Annexe 6

Fiche technique d'entretien préventif des ventouses

I. Objet:

Ce document a pour objet de déterminer les différents aspects de la maintenance préventive: déroulement technique d'une intervention d'entretien préventif des ventouses, il assure la vérification :

- Du bon fonctionnement de l'appareil.
- De la normalisation du montage.
- De l'état de propreté du regard de la ventouse.
- Du fonctionnement et l'étanchéité du RV de branchement.

II. Domaine d'application

Ce document est applicable à la maintenance préventive du réseau d'eau potable, exactement les ventouses que ce soit celles des conduites tertiaires, secondaires et primaires, il est valable pour l'activité de l'exploitation eau potable de la RADEEMA, à savoir:

- Les ventouses des branchements de différents calibres.
- Les ventouses des conduites secondaires et tertiaires.
- Les ventouses des feeders de différents diamètres.

III. Aspect technique:

Avant l'intervention de maintenance préventive il faut d'abord isoler l'équipement touché (coupure d'eau), c'est pour cela il faut:

- Disposer d'un jeu de plan de la zone de fuite.
- Repérage des vannes à fermer:
 - Vannes accessibles
 - Ouvrage sous trottoirs
 - Ouvrage sous chaussée
 - Vannes non accessibles
 - Dégagement des remblais
 - Augmenter la zone menacée par la coupure d'eau lors de réparation (Chercher une autre vanne plus loin).

✚ Moyens utilisés

- Un fontainier avec équipement personnels
- Petit outillage à main : pelle, pioche clé à béquille, bloc d'éclairage autonome
- Un fourgon pour le transport
- Une pompe d'épuisement
- Un système de balisage
- Plan 1/2000ème

- Fiche contrôle ventouse

Déroulement technique

L'intervention sur les vannes doit être réalisée comme suit :

Opération semestrielle :

- Inspection et dégagement éventuel des accès.
- Inspection et nettoyage du génie civil
- Contrôle des aspects extérieurs (corrosion)
- Manœuvre du témoin de dégazage
- Manœuvre de fermeture /ouverture de la vanne d'isolement
- Vérification d'étanchéité.

Opération annuelle

En plus des opérations semestrielles :

- Fermeture de la vanne d'isolement de la ventouse.
- Démontage du couvercle de protection des flotteurs d'obturation:
 - Vérification du mouvement des flotteurs d'obturation
 - Nettoyage du flotteur et sièges
- Remontage du couvercle.
- Remise en eau de l'ensemble.
- Vérification de l'étanchéité.

Temps et périodicité de l'intervention

Le temps d'intervention en moyenne y compris déplacement est:

- 30 minutes par chaque appareil de diamètre supérieur à 200mm, pour l'entretien semestriel.
- 2 heures par chaque appareil de diamètre inférieur à 200mm, pour l'entretien annuel.

Annexe 7

Fiche technique d'entretien préventif des vidanges

I. Objet :

Ce document a pour objet de déterminer les différents aspects de la maintenance préventive: déroulement technique d'une intervention d'entretien préventif des vidanges, il assure la vérification:

- Du bon fonctionnement de l'appareil.
- De L'état de propreté du regard de la vidange.
- Du fonctionnement du clapet battant.
- Du renseignement des bases de données informatiques.
- De le raccordement du regard au pluvial ou à l'assainissement.

II. Domaine d'application:

Ce document est applicable à la maintenance préventive du réseau d'eau potable, exactement les vidanges que ce soit celles des conduites tertiaires, secondaires et primaires, celles liés au canalisation pluvial ou à l'assainissement il est valable pour l'activité de l'exploitation eau potable de la RADEEMA.

III. Aspect technique:

La méthodologie de cette intervention se déroule comme suit :

1ère étape: Isoler la vanne de vidange concerné (coupure d'eau)

- Disposer d'un jeu de plan de la zone d'intervention.
- Repérage des vannes à fermer:
 - Vannes accessibles
 - Ouvrage sous trottoirs
 - Ouvrage sous chaussée
 - Vannes non accessibles
 - Dégagement des remblais
 - Augmenter la zone menacée par la coupure d'eau lors de réparation (Chercher une autre vanne plus loin).

2ème étape: Mise en sécurité du chantier

- Balisage.
- Signalisation routière en application des dispositions du code de la route (les cônes, feux tricolores, déviation de circulation), permission de voirie, l'arrêt de circulation.
- Panneaux de chantier.

3ème étapes: Terrassement (si la vanne de vidange est enterrée)

3) Déroulements

- Intervention des employés.
- Ouverture de tranchée (plus ou moins aisée en fonction de la profondeur, de la nature du terrain et des réseaux existants).
- Mise en décharge des matériaux.

4) Matériel

- Les terrassements sont effectués à la main dans les cas des petits volumes ou encore dans le cas d'existence des réseaux divers aux alentours de la vanne de vidange, Et ils sont réalisés à l'aide des machines en cas des volumes importants avec l'absence des réseaux divers.

L'opération est réalisée par des personnes qui portent des équipements de protection individuelle : **des casques, bottes, gants, tenue de travail (Gilets...)...**,

De manière générale, les terrassements nécessitent le matériel suivant :Mini-pelle, Marteau, Pioche, Marteau piqueur avec compresseur, Scie à sol, Tracto-pelle, Groupe électrogène *et* Projecteurs (en cas d'interventions nocturnes).

Moyens utilisés

- Un fontainier avec équipements personnels.
- Petit outillage à main: pelle, pioche, clé à béquille, bloc d'éclairage autonome.
- Un fourgon pour le transport.
- Une pompe d'épuisement.
- Un système de balisage routier.
- Plan 1/2000.
- Fiche contrôle vidange.

Déroulement technique

L'intervention sur les vidanges se fait comme suit :

- Contrôlé l'accessibilité de la B.A.C.
- Contrôlé le fonctionnement du R.V. sur canalisation inférieure ou égale à 200mm.
- Contrôlé l'état de la vidange.
- Contrôlé l'état de propreté du regard.
- Contrôlé la bonne fermeture du regard (bruit, étanchéité)
- Contrôlé le raccordement du regard à l'assainissement.
- Renseigner la fiche contrôle vidanges.

Temps et périodicité d'intervention

- Le temps d'intervention en moyenne y compris déplacement : 30minutes
- C'est une opération semestrielle

Annexe 8

Fiche technique d'entretien préventif de robinet vanne

I. Objet:

Ce document a pour objet de déterminer les différents aspects de la maintenance préventive: déroulement technique d'une intervention d'entretien préventif de robinet vanne.

Ce document sert à la vérification:

- Du lieu de la vanne.
- De la fonction de la vanne.
- De l'incidence de la vanne sur le réseau.
- De l'état et le bon fonctionnement de la vanne.

II. Etendue d'application:

Ce document est applicable à la maintenance préventive du réseau d'eau potable, exactement les vannes opercules et papillon et à soupape, que ce soit des conduites tertiaires, secondaires et primaires, il est valable pour l'activité de l'exploitation eau potable de la RADEEMA, notamment l'entretien préventif de robinet vanne:

- Papillon et opercule et à soupape.
- Des branchements de différents calibres.
- Des conduites secondaires et tertiaires.
- Des feeders de différents diamètres.

Ce document traite tous les aspects de la maintenance préventive qui peuvent survenir à un robinet vanne de réseau d'eau potable, que ce soit les vannes sous bouche à clé ou celles qui se trouvent à l'intérieur des regards.

III. Aspect technique:

La méthodologie de cette intervention se déroule comme suit :

1ère étape: Isoler la vanne concernée (coupure d'eau)

- Disposer d'un jeu de plan de la zone d'intervention.
- Repérage des vannes à fermer:
 - Vannes accessibles
 - Ouvrage sous trottoirs
 - Ouvrage sous chaussée
 - Vannes non accessibles
 - Dégagement des remblais

- Augmenter la zone menacée par la coupure d'eau lors de réparation (Chercher une autre vanne plus loin).

2ème étape: Mise en sécurité du chantier

- Balisage.
- Signalisation routière en application des dispositions du code de la route (les cônes, feux tricolores, déviation de circulation), permission de voirie, l'arrêt de circulation.
- Panneaux de chantier.

3ème étape: Terrassement (si la vanne est enterrée)

5) Déroulements

- Intervention des employés.
- Ouverture de tranchée (plus ou moins aisée en fonction de la profondeur, de la nature du terrain et des réseaux existants).
- Mise en décharge des matériaux.

6) Matériel

Les terrassements sont effectués à la main dans les cas des petits volumes ou encore dans le cas d'existence des réseaux divers aux alentours de la vanne, et ils sont réalisés à l'aide des machines en cas des volumes importants avec l'absence des réseaux divers.

L'opération est réalisé par des personnes qui portent des équipements de protection individuelle : *des casques, bottes, gants, tenue de travail (Gilets...)...*,

De manière générale, les terrassements nécessitent le matériel suivant :Mini-pelle ,Marteau, Pioche, Marteau piqueur avec compresseur, Scie à sol, Tracto-pelle, Groupe électrogène, Projecteurs (en cas d'interventions nocturnes).

3ème étape: Réhabilitations des regards (si la vanne n'est pas enterré)

Cette étape est effectuée comme suit:

- Intervention des employés.
- Coupure d'eau avec des autres vannes ou bien utilisation d'un bay-passe.
- Ouverture de regard.
- Après l'aération de regard, on doit effectuer une opération de mise en décharge des déchets qui peuvent être comblés dans le regard.

Moyens utilisés

- Un fontainier avec casque et chaussures de sécurité.
- Pour les vannes installées au fond du regard, un aide est nécessaire pour les raisons de sécurité.
- Petit outillage à main: pelle, pioche, clé à béquille, bloc d'éclairage autonome.
- Un fourgon pour le transport.
- Une pompe d'épuisement.

- Un système de balisage routier.
- Un appareil d'écoute de type DF Junior.
- Plan 1/2000.
- Fiche contrôle vanne standard.

Déroulement technique

L'intervention sur les vannes doit être réalisée comme suit :

- Inscription et dégagement éventuel des accès à la vanne (état des échelles, état du tampon de visite).
- Inspection et nettoyage du génie civil (encombrement intempestif de la chambre, inondation de la chambre) conduite et grilles d'aération.
- Manœuvre de la vanne (fermeture totale suivie d'une ouverture totale).
- Aspect extérieur de la vanne (corrosion extérieure et en particulier de la boulonnerie) graissage des boulons.
- Vérification de l'étanchéité intérieure vers extérieur (étanchéité des joints sur conduite sur conduite et de presse étoupe de la tige de manœuvre).

NB: pour les vannes sous bouche à clé, l'inspection des aspects extérieurs de la vanne est évidemment supprimée.

Temps et périodicité de l'intervention

Le temps d'intervention en moyenne y compris déplacement est: 30 minutes.

Opération semestrielle:

Pour les diamètres supérieurs à 200 mm.

Opération annuelle:

Pour les diamètres inférieurs à 200 mm.

Annexe 9

Fiche technique d'entretien curatif des équipements hydrauliques

I. Objet:

Ce document a pour objet de déterminer les différents aspects de la maintenance curative: déroulement technique d'une intervention d'entretien curatif des équipements hydrauliques.

II. Etendue d'application:

Ce document est applicable à la maintenance curative du réseau d'eau potable, exactement les équipements hydraulique que ce soit celles des conduites tertiaires, secondaires et primaires, il est valable pour l'activité de l'exploitation eau potable de la RADEEMA, notamment l'entretien curatif des équipements hydrauliques à savoir:

- Les vannes papillon, opercule et soupape.
- Les venteuses.
- Les poteaux d'incendie.
- Les stabilisateurs de pression.
- Les vidanges.
- Les équipements des branchements de différents calibres.
- Les équipements des conduites secondaires et tertiaires.
- Les équipements des feeders de différents diamètres.

Ce document traite tous les aspects curatif qui peuvent survenir à un équipement donnée de réseau d'eau potable, que ce soit les équipements enterrés ou celles qui se trouvent à l'intérieur des regards, à petit ou à grands débit.

III. Aspect technique:

La méthodologie de cette intervention se déroule comme suite :

1ère étape: Isoler l'équipement touché (coupure d'eau)

- Disposer d'un jeu de plan de la zone de fuite.
- Repérage des vannes à fermer:
 - Vannes accessibles
 - Ouvrage sous trottoirs
 - Ouvrage sous chaussée
 - Vannes non accessibles
 - Dégagement des remblais
 - Augmenter la zone menacée par la coupure d'eau lors de réparation (Chercher une autre vanne plus loin).

2ème étape: Mise en sécurité du chantier

- Balisage.

- Signalisation routière en application des dispositions du code de la route (les cônes, feux tricolores, déviation de circulation), permission de voirie, l'arrêt de circulation.
- Panneaux de chantier.

3^{ème} étape: Terrassement (si l'équipement est enterré)

7) Déroulements

- Intervention des employés.
- Ouverture de tranchée (plus ou moins aisée en fonction de la profondeur, de la nature du terrain et des réseaux existants).
- Mise en décharge des matériaux.

8) Matériel

Les terrassements sont effectués à la main dans les cas des petits volumes ou encore dans le cas d'existence des réseaux divers aux alentours de la conduite, et ils sont réalisés à l'aide des machines en cas des volumes importants avec l'absence des réseaux divers.

L'opération est réalisée par des personnes qui portent des équipements de protection individuelle: *des casques, bottes, gants, tenue de travail (Gilets...)...*

De manière générale, les terrassements nécessitent le matériel suivant :

Mini-pelle, Marteau, Pioche, Marteau piqueur avec compresseur, Scie à sol, Tracto-pelle, Camion, Pompe, Groupe électrogène, la meule pneumatique (pour éviter les accidents d'électrocutions) et Projecteurs (en cas d'interventions nocturnes)

A l'achèvement des terrassements, les dimensions définitives de la fouille reviennent à la nature de la fuite ainsi que le diamètre de l'équipement. De manière générale les terrassements sont réalisés de manière à avoir la conduite porter l'équipement suspendue afin de pouvoir travailler aisément sur la réparation de la fuite d'équipement.

3^{ème} étape: Réhabilitations des regards (si l'équipement n'est pas enterré)

1) Déroulements

- Intervention des employés.
- Coupure d'eau avec des autres vannes ou bien utilisation d'un bay-passe.
- Ouverture de regard: soit à travers leur entrée ou en ouvrant la dalle si l'équipement de rechange est de démontions important.
- Après l'aération de regard, on doit effectuer une opération de mise en décharge des eaux qui peuvent être stagné dans le regard ou les autres déchets.

2) Matériel

La mise en décharge d'eau, peuvent être effectué à la main dans les cas de faible volume, ou bien à l'aide d'une pompe d'épuisement en cas des importants volumes d'eau.

L'opération est réalisé par des personnes portent : *des casques, bottes, gons, tenue de travail...*, et il nécessite les matériels suivantes :

- ✚ Mini-pelle pour évacué les déchets qui peuvent être comblé dans le regard,
- ✚ Marteau pour détruire le ciment qui peuvent être utilisé pour maintienne les équipements,
- ✚ Pompe d'épuisement,
- ✚ Un groupe électrogène,
- ✚ Les griffes pour l'ouverture des boulonneries et,
- ✚ Les projecteurs d'éclairage.

4ème étape: Réparation de l'Anomalie

Il s'agit d'une fuite de type joint.

5) Etapes de réparation

La réparation se fait par les étapes suivantes :

- Coupure d'eau
- Réhabilitation de regard ou terrassement
- Vidange de conduit
- Enlèvement d'ancienne pièce

6) Les outils de réparation

Suivant l'équipement endommagé, la réparation peut se faire avec les outils suivants:

- Les vannes papillon, opercule et à soupape,
- Les venteuses,
- Les poteaux d'incendie et,
- Les stabilisateurs de pression.

5ème étape: Montage

Après avoir dégagé la zone d'intervention, on arrive à l'étape de montage des pièces de rechange, Cette opération se fait par les étapes suivantes :

- Vidange de la conduite soit par les vannes de vidange, ou bien à l'aide d'une pompe.
- Libération de l'équipement de manière à l'avoir suspendue afin de pouvoir travailler aisément.
- Dévisage d'ancien équipement.
- Lubrification.
- Montage de l'outil de réparation: vanne, venteuse, poteau d'incendie ou stabilisateur de pression.
- L'ouverture de la vanne de fermeture ou de bay-passe pour vérifier l'étanchéité de la l'équipement installé, et la répétition d'opération si cela est nécessaire.

6ème étape: Purge suite d'intervention

Objectif : après le montage de la pièce nécessaire pour la réparation d'une fuite d'équipement, il a recommandé d'effectuer un rinçage pour assurer la potabilité d'eau à consommer, et d'éliminer les déblais de terrassement, les graisses,...qui peuvent être emprisonner dans la conduite.

Les étapes de rinçage: remplissage total de la conduite après l'ouverture de la vanne suivi de sa vidange.

7ème étape: Substitution des Remblais (en cas de terrassement)

C'est la dernière étape qui se fait à l'aide d'une mini-pelle ou bien tractopelle, il consiste en mise en place des différentes couches de matériaux de façon à se qui sont identique à l'état initial.

et pour assurer une véritable réfection il faut:

- Utiliser des matériaux qui ne contient pas beaucoup d'argile pour éviter les enfoncements après la mise à niveau.
- Effectuer une opération de compactage.