



Licence Sciences et Techniques (LST)

eau et environnement

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Les effluents des tanneries et la dégradation de L'environnement
d'Oued Sebou à l'aval de la ville de Fès**

Présenté par :

- ◆ Melle omayma AMELLAH
- ◆ Melle loubna ASFOURI

Encadré par :

- ◆ Pr. SAID HINAJE (FST)
- ◆ Mr. MHAMED ELMOUMNI (RADEEF)

Soutenue Le 11 Juin 2014 devant le jury composé de:

- Pr. S. HINAJE
- Pr. Y. GHFIR
- Pr. M. CHARROUD

Stage effectué à la Régie autonome de distribution de l'eau et de l'électricité à Fès

Année Universitaire 2013 / 2014

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES – SAISS

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☒ Ligne Directe : 212 (0)5 35 61 16 86 – Standard : 212 (0)5 35 60 82 14

Dédicace

Avant que je dédie ce travail
Je remercie DIEU qui me donne la force .la volonté, et l'espoir
Pour réussi mes études et ma vie
Je remercie DIEU qui était et qui reste la lumière qui éclaire
Mon chemin
Puisse DIEU m'offre le succès et le bon heur
Puisse DIEU me donne la force, la stabilité sur le chemin

Remerciements

A nos très chers parents.

Nous ne pouvons laisser passer cette occasion qui nous est offerte sans m'adresser aux personnes les plus importantes de notre existence, pour tous les sacrifices qu'ils ont faits tout au long de ces années pour que nous aboutissions à ce résultat.

A nos frères et sœurs.

Veillez trouvez ici l'expression de nos grands amours.

A tous nos amis.

Pour les magnifiques moments qu'on a partagés ensemble tout au long de ces années.

A tous ceux qui nous aiment et que nous aimons.

Veillez trouver ici, la preuve de notre gratitude pour votre amour et votre perpétuel soutien.

A tous nos camarades de notre promotion de la licence eau et environnement.

A tous ceux qui nous ont aidés à élaborer ce travail

Avant de présenter notre travail, nous tenons à présenter nos vifs remerciements à tous ceux qui nous ont accordé leurs orientations, leurs conseils et ceux qui ont veillé au bon déroulement de notre projet.

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadrant, **Monsieur Pr. HINAJE said** pour son encadrement, pour toute l'aide qu'il nous a offerte, ainsi que sa compréhension, ses remarques et ses conseils qui nous ont été précieux, et son accueil plus distingué.*

*Nous exprimons notre connaissance et nos sincères remerciements à **Monsieur ELMOUMNI mohamed** pour son aide, son accueil et pour la réalisation de ce travail et le temps précieux qui nous a été accordé tout au long de notre stage.*

Une profonde gratitude, s'adresse aux :

Membres de jury d'avoir accepté de juger notre travail. Ainsi nous sentirions-nous capables d'exprimer nos gratitude envers nos enseignants qui nous ont appris tant de choses durant les années de nos études.

La Liste des figures

Figure 1: Organigramme générale de la RADEEEF.....	6.
Figure 2 : Carte de bassin de Sebou.....	8
Figure 3: graphique d'évolution mensuelle des apports de l'ensemble des barrages	9
Figure 4: la Situation des nappes de bassin de Sebou.....	11
Figure5 : carte de la répartition des différentes flexures du bassin de sais.....	15
Figure 6 : Log lithostratigraphique synthétique du bassin de sais.....	16
Figure7 : photos de Tanneries de la Médina de Fès.....	19
Figure8: carte de pollution des eaux de surface de bassin de Sebou.....	22
Figure 9 : Graphique de la répartition des unités de tanneries a Fès.....	26
Figure10 : localisation géographiques des stations de traitement des eaux usées.....	28
Figure 11 : phots Cuvette de stockage d'eau chromés	28
Fig12: phots Filtre presse	30
Figure13 : plan de Station d'épuration des eaux usées.....	31
Figure14 : Dégrillage Fin	32
Figure15 : Dégrillage grossier.....	32

La Liste des tableaux

Tableau 1 : de bilan hydraulique de la nappe de sais et la nappe d'el Gharb.....13

Tableau 2 : le taux des rejets domestique dans l'oued Sebou en 2006.....17

Tableau 3: représentant la répartition des tanneries a Fès.....21

Tableau 4 : Tableau 3: charge polluante pour les tanneries de Dokkarate-2004.....23

Tableau 5 : rejet des tanneurs de Ain Nokbi -

200423

Sommaire

INTRODUCTION	3
Chapitre 1 : Aperçu administratif sur la RADEEF	
1- Présentation	
<i>générale</i>	4
2-L'organigramme de la RADEEF	5
Chapitre 2 : généralité sur le bassin versant du Sebou	
I-	
Introduction	7
II.	
Ressources	
en	
eau	9
1- <i>Les eaux de surface</i>	9
2- <i>Les eaux souterraines</i>	10
III-aperçu	
géologique	
du	
bassin	
de	
saïs	14
Chapitre 3 : La Pollution	
I- Les sources de pollution liquide de bassin versant de Sebou	17
I-1- La pollution liquide d'origine domestique	17
I-2-La pollution d'origine industrielle	18
I-3- La pollution liquide d'origine agricole.....	18
I-4- La pollution par les décharges publiques.....	19
II-Les Effluents des Tanneries à la ville de Fès	20
II-1-Introduction	20
II-2-les tanneries de Fès :	21
II-3-la charge polluante issue du secteur des tanneries de Fès	22
III-Les impacts des rejets de tanneries sur l'environnement	24
III-1-impacts sur les eaux de surface.....	24
III-2-Impacts sur les eaux souterraines.....	24
III-3-Impacts sur sol	24
III-4-impacts sur la santé de l'homme.....	25
IV-Epuration des eaux usées de la ville de Fès	26
IV-1-généralité.....	26
IV-2- stations de prétraitement	26
A- station de traitement dokkarat	26
B-Station de traitement zenjfour	29
C-Station de traitement STEEP.....	31
Conclusion	
.....	35

**Liste
bibliographique.....36**

INTRODUCTION :

La population de la ville de Fès, qui était estimée à 947.000 habitants en 2004, est actuellement selon les projections de l'ordre de 1.073.000 habitants et atteindrait 1.190.000 en 2015.

Les rejets des eaux usées générés par cette population, en plus de ceux engendrés par l'activité industrielle de Fès, sont de l'ordre de 110.000 m³/j et atteindraient en 2015 ≈130.000 m³/j, RADEEF. Ces rejets sont caractérisés par une forte pollution industrielle (en l'absence de prétraitement) en particulier du fait des rejets des margines (huileries) et des métaux lourds (tanneries et dinanderies). De ce fait, l'oued Sebou qui est le milieu récepteur final de l'ensemble de ces eaux usées de Fès est le plus pollué à l'échelle nationale, avec 28 % de la pollution totale. Le sous bassin de Fès génère à lui seul 40 % de la Pollution de cet Oued.

De part ces problèmes, il faut signaler que la ville de Fès disposait également d'un réseau d'assainissement très dégradé causant des problèmes immenses: rejets des eaux usées à ciel ouvert, cours d'eau de la ville très pollués, retours fréquents des eaux usées chez les citoyens, affaissements de collecteurs, ce qui engendrait d'ailleurs d'énormes nuisances à la population de Fès et entachait la qualité de vie au niveau de la ville.

Chapitre 1 : Aperçu administratif sur la RADEEF

1-Présentation générale

La Régie Autonome intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de la wilaya de Fès (RADEEF) est un établissement public à caractère industriel et commercial, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, placé sous la tutelle du Ministère de l'Intérieur.

La RADEEF a été créée par délibération du conseil municipal de la ville de Fès en date du 30 avril et 29 août 1969 en vertu du Dahir n° 1.59.315 du 23 Juin 1960 relatif à l'Organisation communale, la RADEEF.

En Janvier 1970, la RADEEF s'est substituée, d'une part à la «Compagnie Fassie d'Electricité» pour la gestion du réseau électrique, et d'autre part à la ville de Fès pour la gestion du réseau d'eau potable.

La dotation en capital de la Régie, à sa création, fut constituée par l'apport initial auquel se sont ajoutés la valeur des installations, du matériel et du stock remis par la ville ainsi que les fonds détenus pour le compte de celle-ci par l'ancien concessionnaire.

Par la suite, la RADEEF a été transformée en Régie Intercommunale suite à l'arrêté du Ministre de l'Intérieur n°3211 du 02-10-1985 portant autorisation de créer le nouveau syndicat des communes pour la gestion du Service de l'Eau potable dans 19 communes.

La Régie est donc chargée d'assurer, à l'intérieur de son périmètre d'action, le service public de distribution d'eau et d'électricité, elle est également chargée de l'exploitation des captages et adductions d'eau appartenant à la ville.

A compter du 1er Janvier 1996, la RADEEF a été chargée de la gestion du réseau d'assainissement liquide de la ville de Fès en vertu de l'arrêté du Ministre de l'Intérieur n° 2806-95 du 3 Juin 1996 approuvant les délibérations du conseil de la Communauté Urbaine de Fès et des conseils communaux relevant de cette communauté, lesquelles délibérations ont chargé la RADEEF de la gestion du réseau d'assainissement liquide de la ville de Fès.

Par ailleurs, la RADEEF est assujettie au contrôle des finances de l'Etat en vertu du Dahir n° 1-03-195 du 11 Novembre 2003 portant promulgation de la loi N° 69-00 relative au contrôle financier de l'Etat sur les entreprises publiques et autre organismes.

Actuellement, la RADEEF assure la distribution de l'eau et de l'électricité ainsi que la gestion du réseau d'assainissement liquide l'intérieur de la ville de Fès et de la commune Ain Chkef. Elle est en outre chargée de la distribution de l'eau potable dans les communes urbaines de Sefrou et Bhalil ainsi que dans les communes rurales suivantes : Bir Tam-Tam, Ras Tabouda, Sidi Harazem, Ain Timgnai, Ouled Tayeb, Douar Ait Taleb et Douar Ait El Kadi

La Régie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de Fès est principalement préoccupée par les aspects relatifs aux rejets d'eaux usées. Ce projet constitue pour elle un début de solution pour réduire la pollution émanant des activités artisanales dans la médina.

Les cadres de cette entreprise ont mené des études par le passé sur le problème des métaux lourds et ont conclu la nécessité de mettre en pratique les solutions sur la diminution de la pollution dans le cadre de ce projet.

2-L'organigramme de la RADEEF

Il est à noter que la R.A.D.E.E.F comporte des départements et des divisions selon l'importance des tâches et des effectifs. Cependant ils sont tous pilotés par la direction générale.

L'organigramme de la régie est un outil de présentation structural d'hierarchie fonctionnelle comportant les différentes liaisons entre les départements et les services dotés d'une tâche bien claire et définie.

L'organigramme de la RADEEF se présente comme suite :

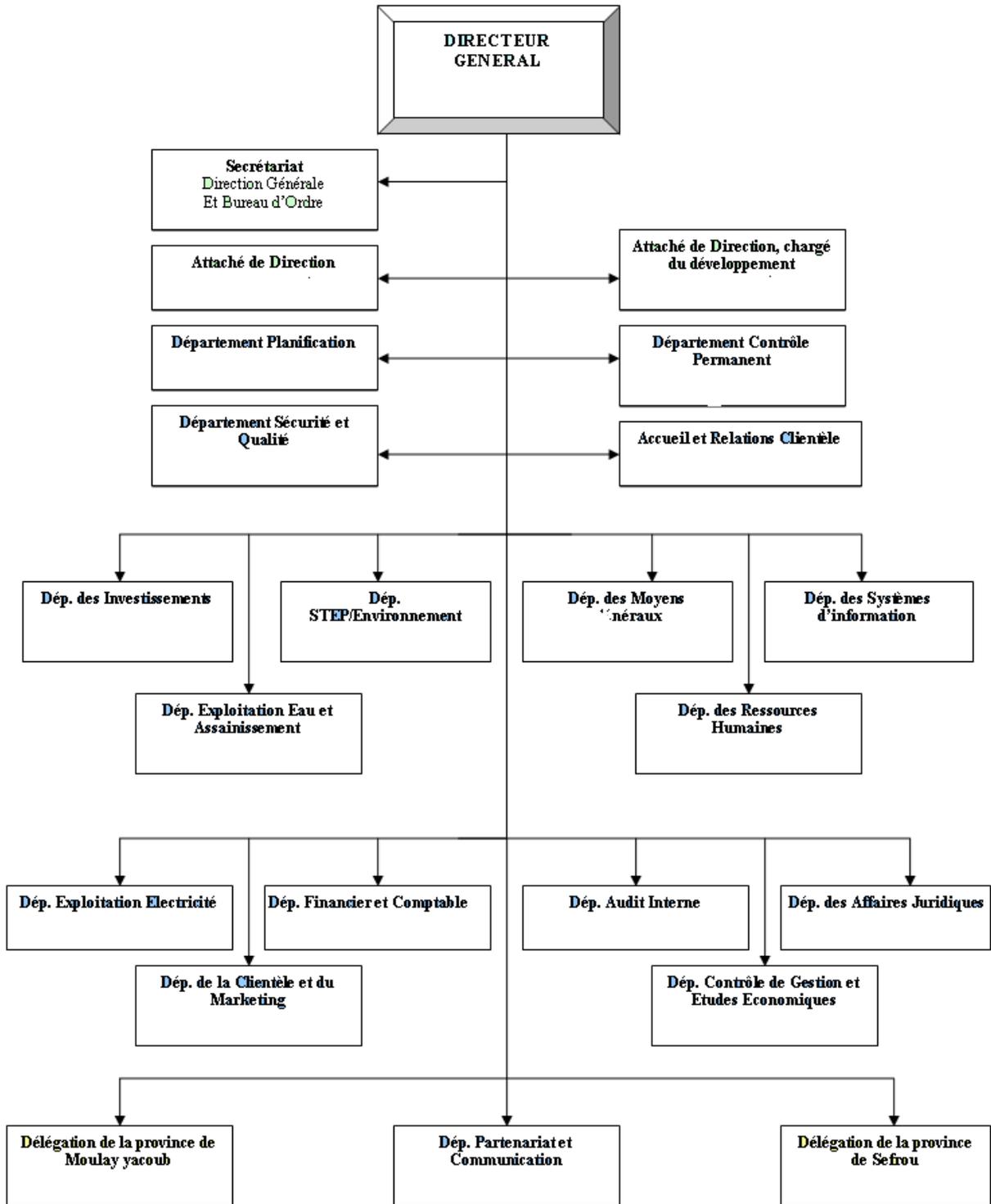


Figure1 : Organigramme générale de la RADEEEF.

Chapitre 2 : GENERALITE SUR LE BASSIN VERSANT DU SEBOU

I-Introduction :

Le Bassin de Sebou forme une cuvette entre le Rif au Nord, le Moyen Atlas et la meseta au sud, le couloir Fès-Taza à l'Est et l'océan Atlantique à l'ouest. S'étend sur une superficie d'environ 40 000 km², il est l'un des bassins les plus importants du royaume qui représente 6% de l'aire du territoire national. Il abrite une population de l'ordre de 6.2 millions d'habitants répartis sur :

✚ 17 préfectures et provinces

✚ 82 communes Urbaines

✚ 287 communes Rurales

Ce bassin qui comprend globalement 30% des ressources en eau de surface du Maroc, est drainé par l'oued Sebou qui prend naissance dans le Moyen Atlas et parcourt environs 500km avant de rejoindre l'océan Atlantique près de Kenitra.

Situé au nord ouest du Maroc, le bassin du Sebou est marqué par un contexte géographique très diversifié : Figure2

Dans la partie amont du bassin, on trouve au Nord, le massif du Rif s'élevant jusqu'à 2450m, et au Sud la chaîne du Moyen Atlas. Entre ces deux massifs, dans la région de Fès/Meknès, se situe la plaine de saïs, et, plus aval, on trouve les affluents rive droite et rive gauche du Moyen Sebou qui sont les oueds Ouergha et Beht. Dans la partie la plus avale, le bas Sebou est constitué d'une grande plaine alluviale, la plaine du Gharb, qui s'ouvre largement sur la cote Atlantique.

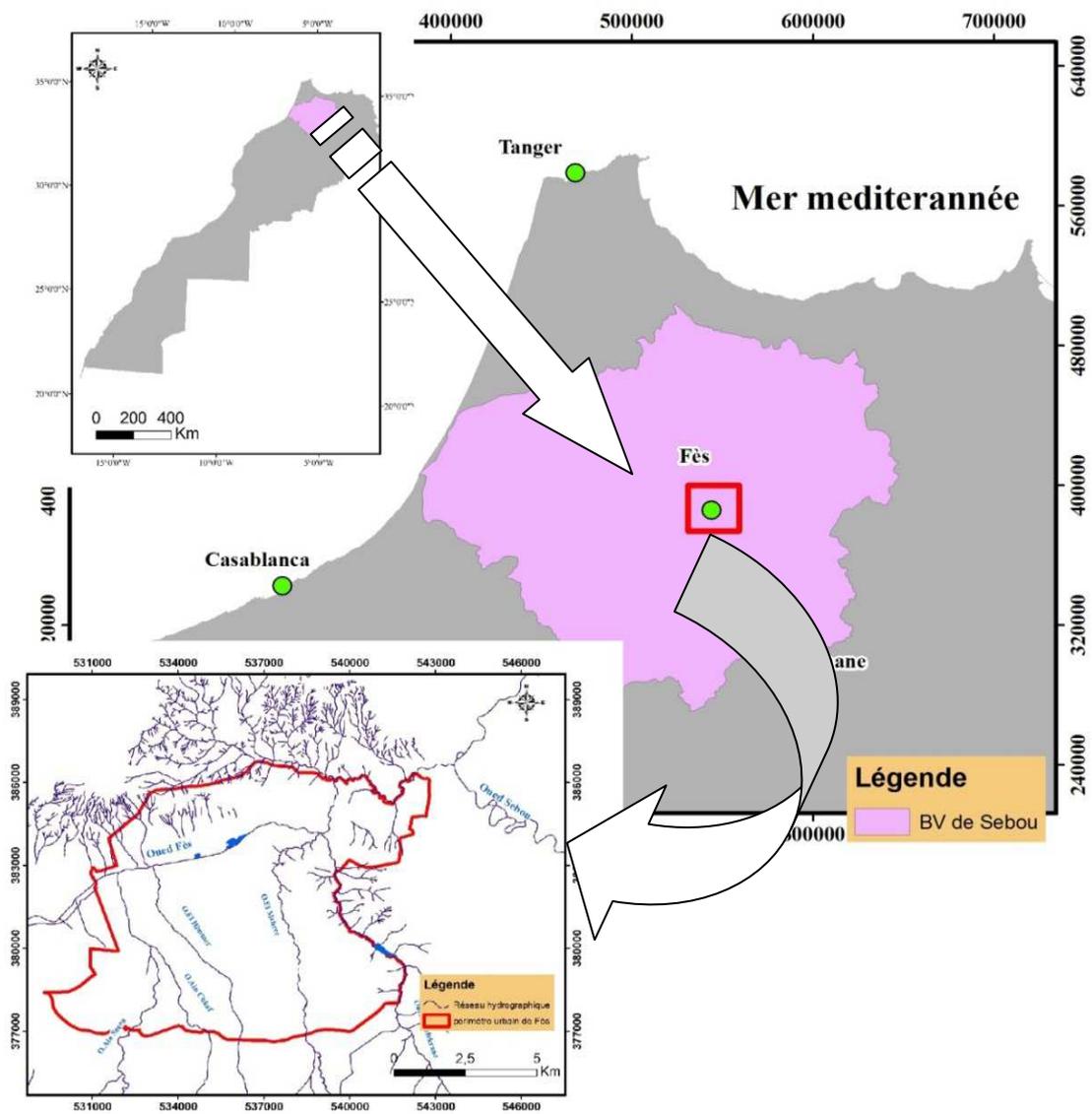


Figure2 : Carte géographique de bassin de Sebou, (MEZYANI, 2006).

II- Ressources en eau :

II-1- Les eaux de surface :

D'un point de vue hydrologique, le bassin peut être divisé en 4 ensembles :

- ✓ **Sebou, issu du Moyen Atlas et constitué par les bassins du haut Sebou (6000 km²) d'Inaouene (5200 km²) et du moyen Sebou (5400 km²).**
- ✓ **Ouergha, qui a une superficie de l'ordre de 7300 km².**
- ✓ **Beht, qui a une superficie de l'ordre de 9 000 km², reçoit oued Rdom avant de rejoindre Sebou Dans la plaine du Gharb.**
- ✓ **Le bas Sebou, dont la superficie couvre environ 6000 km² et constitue un chenal instable et insuffisant pour supporter les débits de crues.**

Les apports en eau du bassin au niveau des barrages (Al wahda, Driss 1^{er}, Kensra, Allal Ifassi, sidi chahed, sahla, asfalou, bouhouda, bablouta) s'élèvent à 2652.3 mm³ sur la période

(2008-2009), Ces apports présentent une irrégularité dans l'espace et dans le temps. Le graphique illustre des apports mensuels dans l'ensemble des barrages comme suite :

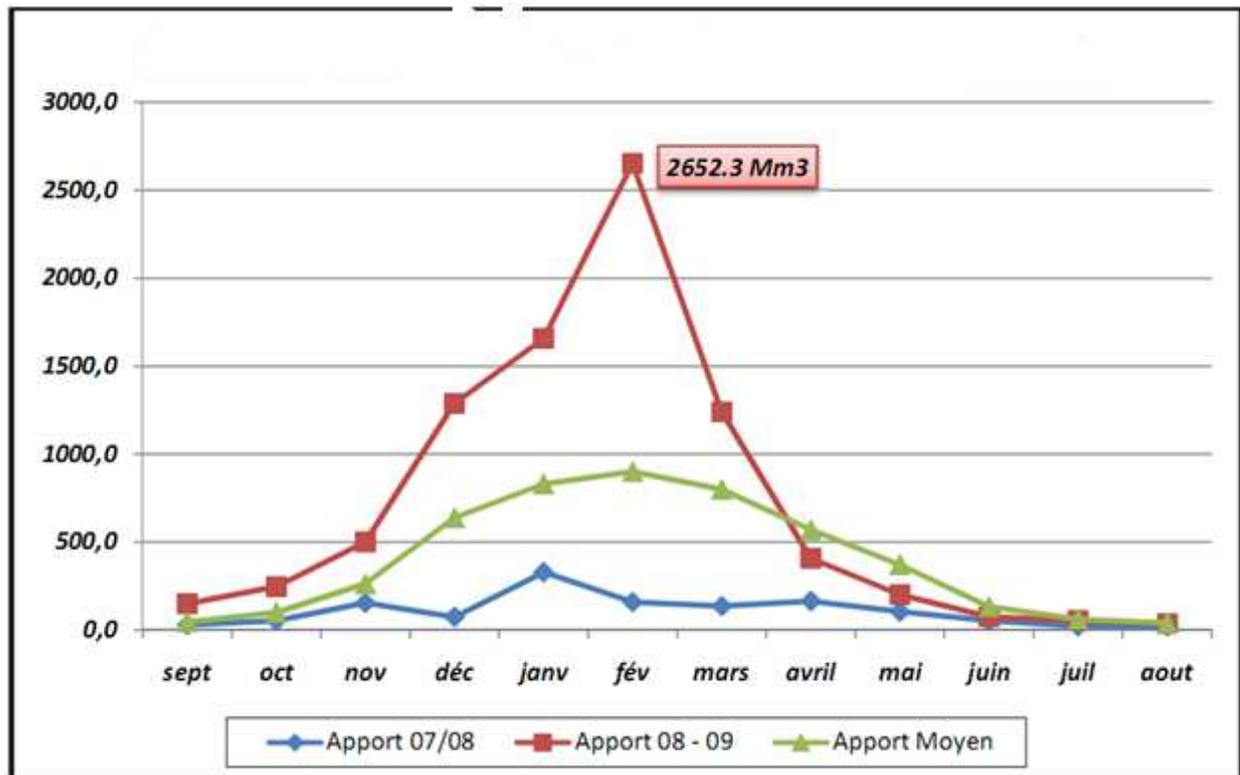


Figure3 : graphique d'évolution mensuelle des apports de l'ensemble des barrages.(Situation hydraulique ABHS, sep.2009)

Dans cette année les apports mensuels dans les barrages du bassin sont largement excédentaires. L'excédent maximum est enregistré au cours du mois de février. Les apports dus aux épisodes pluvieux de mois de février représentant 31% des apports totaux enregistré au niveau des barrages.

II-2- Les eaux souterraines

Les ressources en eau souterraine du bassin constituent une part importante du patrimoine hydraulique du bassin du Sebou et représentent 20% environ du potentiel national. A l'échelle du bassin du Sebou, on peut distinguer plusieurs unités hydrogéologiques recelant une douzaine de nappes dont les principales sont :

- ✓ **nappe de sais.**
- ✓ **nappe de Maâmora.**
- ✓ **nappe d'el Gharb.**
- ✓ **La nappe des causses moyens atlasiques.**
- ✓ **La nappe de Bou Agba.**
- ✓ **La nappe de couloir Fès-Taza.**
- ✓ **La nappe de Taza.**
- ✓ **La nappe de moyen Atlas plissé.**

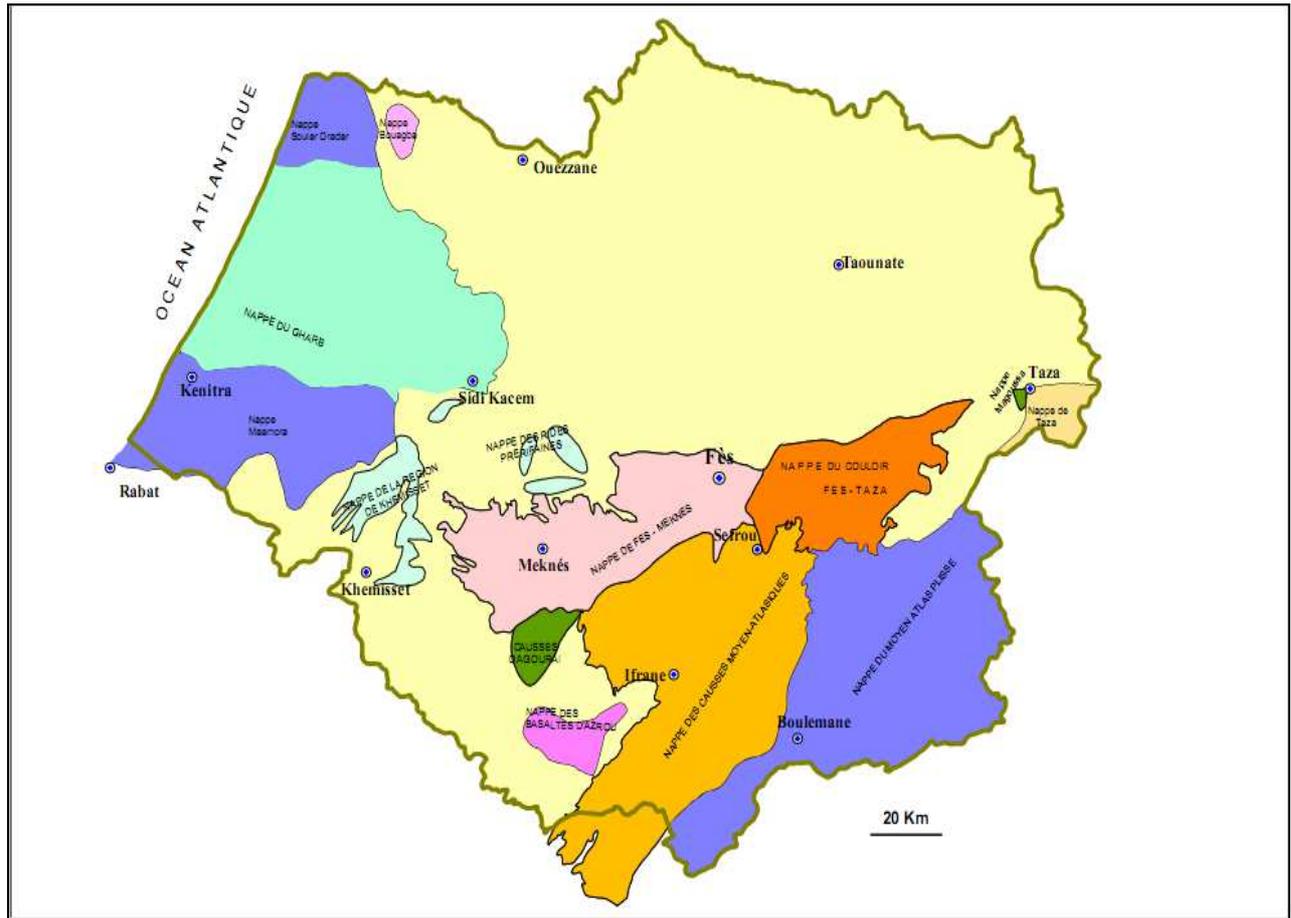


Figure4 : la Situation des nappes de bassin de Sebou,(étude d'actualisation.(ABHS , 2011).

A- Système aquifère du Saïs

Le système aquifère du Saïs, compté parmi les principaux systèmes aquifères du Maroc, est limité au Nord par le Pré-rif, à l'Est par la vallée de l'oued Sebou, à l'Ouest par les affluents de l'oued Beht et au Sud par les Causses du Moyen Atlas. Il est formé par la nappe profonde du Lias et la nappe phréatique du Quaternaire.

Nappe phréatique :

D'une superficie d'environ 2100 **km²**, la nappe phréatique circule principalement dans des grès et des conglomérats reposant sur des sables plus ou moins argileux au centre et à l'Ouest de la plaine, tandis qu'à l'Est, la nappe est siégée dans des calcaires lacustres.

La recharge de cette nappe se fait à travers l'infiltration pluviale, par drainance ascendante à partir de la nappe profonde et par les retours d'eau d'irrigation. La minéralisation de l'eau est faible et reste inférieure à 1g/l.

Nappe profonde :

L'aquifère profond du bassin Fès- Meknès, couvre une superficie d'environ 3500 Km², et siège dans les formations calcaires dolomitiques du Lias fortement fissurés. Sous l'effet de la Tectonique.

L'alimentation de cette nappe se fait d'une part, par abouchement latéral à partir de la nappe des Causses adjacente au sud et d'autre part, à partir des eaux de pluie et de la fonte des neiges que connaissent les affleurements calcaires des causses du Moyen Atlas au sud. La productivité de la nappe est importante et peut dépasser 120 l/s. La minéralisation de l'eau est faible et varie de 0.3 à 0.7g/l.

B- Système aquifère du Gharb

La plaine du Gharb, d'une superficie de 4000 km² est limitée au Nord par les collines de Lalla Zohra, au sud par la plaine de Maâmora, à l'est par les collines de Bou Draa et Bel Ksiri et à l'ouest l'océan atlantique.

Nappe phréatique

L'aquifère supérieur est constitué par des formations argilo- silteuses du Quaternaire récent est rencontré dans la partie centrale du Gharb. Il est plutôt de qualité médiocre et présente un intérêt Hydrogéologique limité.

Nappe profonde

La nappe profonde circule dans des terrains d'âge plio- quaternaire que l'on peut subdiviser en deux faciès : un faciès à prédominance de niveaux graveleux et/ou conglomératiques, séparés par des niveaux limono argileux (Est de la nappe) et un faciès est à prédominance de niveaux

Sableux, de grés et de calcarénites, séparés par des niveaux limono-argileux (zone côtière et secteur Sud côté Maâmora).

Dans le détail, des lentilles argileux semi perméables d'épaisseur variable s'intercalent entre les couches perméables. Cette configuration rend l'aquifère profond du Gharb multicouche.

L'ensemble aquifère repose sur les marnes bleues du Miocène.

L'épaisseur saturée de l'aquifère varie de 50 à 150 m et elle est plus importante au centre de la plaine et s'amincie vers les bordures. Le niveau de la nappe est rencontré en général entre 5 et 20m du sol et peut atteindre localement 40 m. L'écoulement général de la nappe se fait en direction du littoral océanique.

L'aquifère profond est captif sur une grande partie du bassin du Gharb et libre le long des affleurements ouest (Zone d'El Manasra) et des affleurements Est.

La recharge de l'aquifère s'effectue par l'infiltration des pluies sur les affleurements, par l'abouchement des écoulements profonds en provenance de la nappe de la Maâmora, par la percolation à travers les lits des oueds Ouergha et Sebou à l'Est de la plaine, et par retour des eaux d'irrigation. Les sorties sont constituées par l'écoulement vers l'océan, par la drainance ascendante vers la nappe phréatique et par les prélèvements pour l'AEPI et l'agriculture.

C - le bilan hydraulique de sais et du Gharb :

Nappe	Entrées (mm ³)		Sorties (mm ³)	
Sais	Recharges pluviales	40	Débit drainé par les sources et oueds	20
	Débit entrant aux limites	140	Prélèvement d'AEP	100
	Retour d'irrigation	40	prélèvement d'irrigation	160
	Total entrées	220	sources captées	40
ElGharb	Apports pluviales	110	total sorties	320
	Déversement de la nappe Maâmora	35	Prélèvement pour l'irrigation	240
	Retour d'irrigation	125	Prélèvement pour AEP	30
	Infiltration par les oueds	60	Déversement vers l'océan	30
	Total	330	Sorties par les oueds	30
			Total	330

Tableau1 : de bilan hydraulique de la nappe de sais et la nappe d'el Gharb .(ABHS , 2011).

III-apercu géologique du bassin de sais :

III-1-Aspects structural :

La zone est affecté par de nombreuses familles de failles de direction généralement NE-SE, E-W et NW-SE témoignant d'une évolution tectono-sédimentaire et géodynamique en

plusieurs phase. Ces fracturations sont en relation avec l'évolution des domaines montagneux encadrant ce bassin (Moyen atlas et le domaine rifain)

Les familles de faille :

D'après les études (géologique, structurales, géophysiques, etc.) antérieures, le bassin de Meknès-Fès est affecté par un certain nombre de failles qui sont organisées selon des familles qui peuvent être résumé comme suit :

- Famille de faille de direction NE-SW (orientation hercyniennes), ce sont les failles les plus abondantes, telle la faille d'ain lorma et d'autres failles déterminés par des études géoélectrique .ces failles se manifestent à la surface par des flexures bien visibles de même direction.
- Famille de failles de direction perpendiculaire à la première (NW-SE) à NNW-SSE tel que la flexure d'ain taoujdate qui subdivise structuralement le bassin en deux compartiments.
- Famille de failles de direction E-W, qui suit la structure chevauchante de l'ensemble pré-rifain et les rides pré-rifaines, (HARMOUZI ,2010).

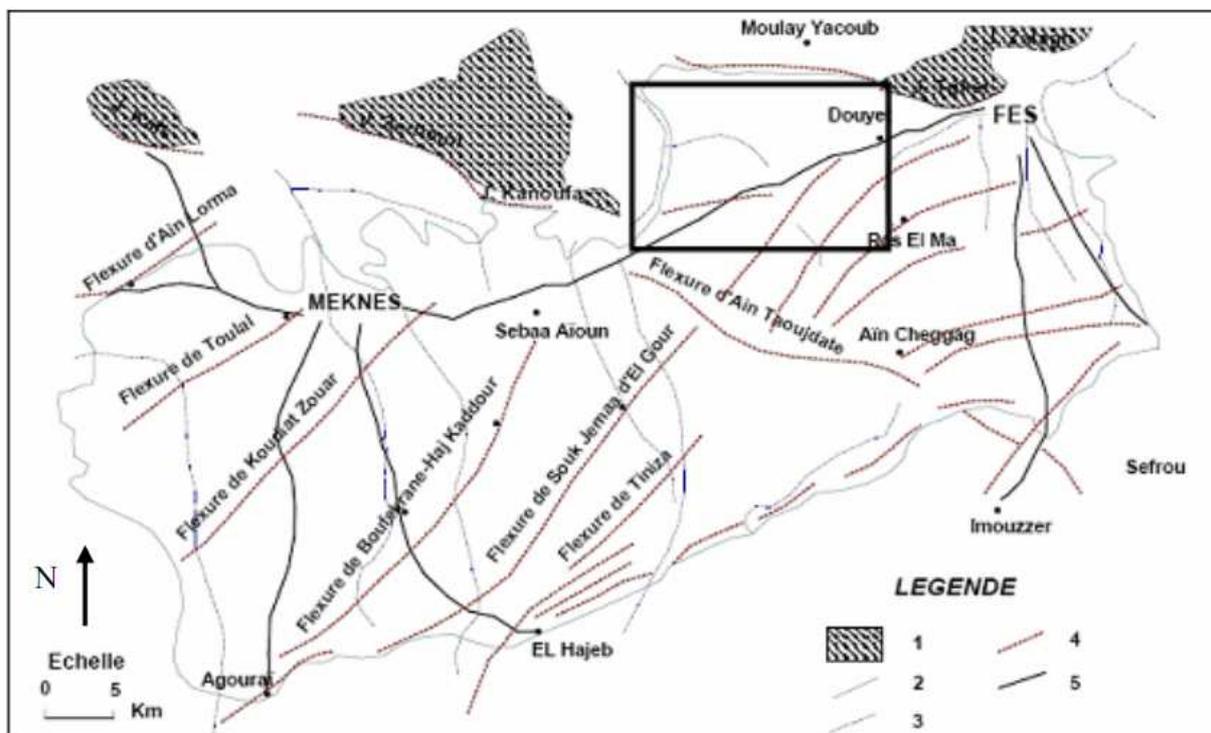


Figure5 : carte de la répartition des différentes flexures du bassin de saïss, (HARMOUZI, 2010).

III-2-Les phase tectoniques :

Ces nombreuses familles de failles sont les témoins des phases tectoniques qui ont structuré le bassin de saïss. Ces phases sont datées depuis le tortonien jusqu'au quaternaire.

- La première phase tectono-sédimentaire d'âge tortonien. Les contraintes de cette phase sont de direction N90°, cette phase est responsable des émergences des rides pré-rifaines et le début de l'ouverture du bassin de Saïss suivant une distension orientée NW-SE.
- La deuxième phase tectono-sédimentaire d'âge tortonien supérieur-messinien. La contrainte majeure de cette phase est de direction N00° à N40°, elle a pour conséquence l'accentuation de l'individualisation du bassin de Saïss le long de la direction NE-SW qui est la direction hercynienne. Les rides pré-rifaines sont totalement émergées. L'érosion de ces dernières alimente le bassin en produits détritiques interstratifiés dans les marnes.
- La troisième phase d'âge plio-quadernaire, est caractérisée par une compression de direction nord-sud. Cette phase est bien enregistrée dans les calcaires lacustres. En effet cette phase est à l'origine de la morphologie actuelle de Saïss, (HARMOUZI, 2010).

III-3-Stratigraphie :

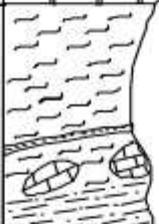
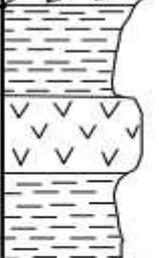
Age	Log	Epaisseur (m)	Description des faciès
Quaternaire		0 à 50	Coulées basaltiques, travertins et tufs, limons anciens et cailloutis
Pliocène		10 à 50	Calcaires lacustres et sables fauves
Miocène		0 à 1000	Marnes bleues avec intercalation de quelques niveaux gréseux (Tortonien)
		20 à 50	Calcaires gréseux et mollasses à la base (Burdigalien)
Lias		20 à 80	Dolomies litées, recouvertes de calcaires à silex et calcaires dolomitiques, le tout surmonté de calcaires gris (Lias moyen)
		50 à 150	Dolomies sableuses friables, recouvertes par des dolomies massives et surmontées par des dolomies litées (Lias inférieur)
Trias		Dizaines à centaines	Alternance d'argiles rouges gypsifères et salifères avec des basaltes doléritiques
Paléozoïque		Quelques centaines	Schistes bruns, parfois violacés, des grès, des quartzites et des calcaires gréseux (Viséen).

Figure 6 : Log lithostratigraphique synthétique du bassin de sais, (AMRAOUI, 2005).

Le bassin de sais est une structure sédimentaire à matériel Miocène. Ce matériel est recouvert par des formations plio-quaternaires et recouvre un substratum paléozoïque triasique et jurassique. La paléozoïque est essentiellement silico-clastique ; pélitique et grésopélitique, daté du viséen supérieurs à namurien. Le trias qui repose en discordance angulaire sur le paléozoïque est composé d'argiles et de grés rouges dans les quels abondent les coulées basaltiques. Le jurassique présenté par le lias et a matériel calcaire et calcaire dolomitique, massif ou bréchique. (AMRAOUI, 2005).

Chapitre 3 : La Pollution

I- Les sources de pollution liquide de bassin versant de Sebou

Le bassin du Sebou est le bassin le plus pollué du pays, La pollution des eaux de ce bassin est due essentiellement aux déversements des effluents urbains et industriels, sans aucun traitement préalable. Près de 85% de la pollution urbaine est déversée dans les cours d'eau, 3% épandue sur les sols et 12% rejetée en mer.

Le volume total des rejets d'eaux usées dans le réseau hydrographique est évalué à près de 180.000 m³/jour dont 45% par la ville de Fès, qui contribue à elle seule à près de 40% de cette pollution totale est situé en tête de L'ensemble des bassins du Maroc en termes de pollution organique d'origine industrielle et domestique et de pollution toxique, (BELKHIRI, 2007).

Les sources de pollution sont multiples et se résument comme suite:

I-1- La pollution liquide d'origine domestique :

Proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollutions organiques. Elles se répartissent en eau ménagère qui a pour origine les salles de bain et les cuisines, elles sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, et de débris organiques. Il s'agit aussi des rejets des toilettes, chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

Les 82 villes et centres urbains du bassin rejettent un volume annuel d'eau usée estimé à 100 millions de m³, dont 86% sont déversés dans les cours d'eau, 12% dans la mer et 2% épandus sur les sols. Ces rejets génèrent une pollution organique totale annuelle de L'ordre de 29655 tonnes de DBO₅, représentant 25 %du total national, (BELKHIRI en 2007).

Selon les résultats de l'étude relative au coût de la dégradation de l'environnement dans le bassin de Sebou, menée par le Ministère de l'Aménagement du territoire, de l'Eau et de l'Environnement en 2006, la pollution provoquée par ces rejets est évaluée à près de :

Année	DCO (tonne)	DBO ₅ (tonne)	Matière en suspension (tonne)	Azote (tonne)	Phosphore (tonne)
2006	63950	29655	40150	8060	1900

Tableau 2 : le taux des rejets domestique dans l'oued Sebou en 2006, (BELKHIRI en 2007).

I-2-La pollution d'origine industrielle :

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques azotées ou phosphorées, elles contiennent également des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures.

Le secteur industriel est très diversifié dans le bassin du Sebou. Les principales branches industrielles sont : l'agro-alimentaire (sucreries, huileries, laiteries, conserveries), les papeteries, les tanneries, le textile, la levurerie, la production d'alcool,...



Photos de Tanneries de la Médina de Fès, (en 2014).

I-3- La pollution liquide d'origine agricole :

Il s'agit de rejets liquides agricoles issus du ruissellement d'eau d'irrigation qui entraîne des engrais, des pesticides, des herbicides ou des rejets organiques dus à un élevage important. **Disposant d'une importante superficie agricole utile, le bassin du Sebou est parmi les régions agricoles les plus importantes du pays. Il connaît ainsi une intensification agricole par le recours à l'irrigation et à l'utilisation des engrais et des produits phytosanitaires. Il en résulte l'infiltration dans les eaux souterraines des produits agrochimiques.**

Les charges polluantes sont constituées essentiellement de l'azote et des phosphates et sont estimées à :

- **8 670 tonnes par an de l'azote total;**
- **2 050 tonnes par an des phosphates, (BELKHIRI, 2007).**

1-4- La pollution par les décharges publiques :

Les décharges publiques non contrôlées constituent une source de pollution non négligeable. En plus de leur localisation en général à côté des villes et parfois non loin des milieux hydriques (oueds, nappes), elles dégagent des lixiviations qui rejoignent les eaux superficielles ou souterraines selon la géologie du site. La production totale des déchets solides est estimée à 750.000 tonnes par an, occasionnant une pollution annuelle d'environ 6 900 tonnes de DBO5.

A l'exception de la ville de Fès qui dispose d'une décharge publique bien aménagée, la majorité des autres villes sont au stade des études d'aménagement et de choix de nouveaux sites, (BELKHIRI, 2007).

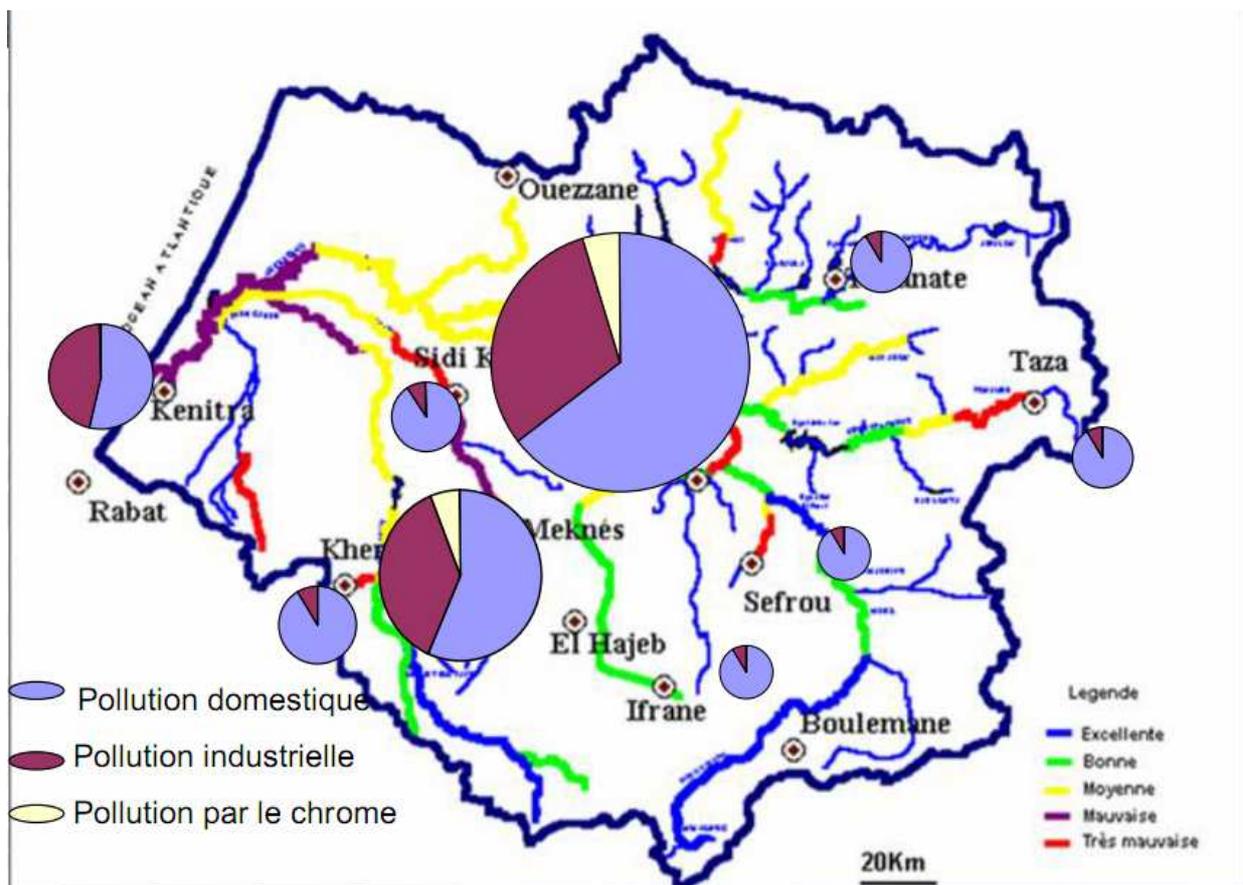


Figure 7: carte de pollution des eaux de surface de bassin de Sebou, (MEZYANI, 2006).

II-Les Effluents des Tanneries à la ville de Fès

II-1-Introduction :

L'industrie de tannerie peut être perçue comme un processus qui utilise les déchets potentiels des abattoirs pour produire du cuir, Par le tannage.

Les industries de tanneries utilisent un grand nombre d'agents chimiques et produisent d'énormes volumes d'eaux résiduaires et de déchets solides. Approximativement 35 - 40 litres d'eau sont consommés par kilogramme de peau traitée, (la RADEEF, 1991).

Le tannage du cuir est l'ensemble d'opérations, dont lesquelles on emploie du tanin, qui par un procédé chimique transforme les peaux en cuir en les rendant plus durables, plus souples et imputrescibles. Cette opération se fait essentiellement dans des tanneries.il utilise différents produits chimiques (notamment : l'hydroxyde de sodium, l'hypochlorite de sodium, le dichromate de potassium, la chaux, les chlorures, l'acide sulfurique, l'acide formique, les tensioactifs, le sulfure de sodium, les sels de sodium et d'ammonium, etc.) ,Les produits utilisés finissent ainsi dans les eaux usées avec un net apport en charge polluante.et cette opération se divise en deux type de tannage :végétal et minéral (à base de chrome) .

➤ Le tannage végétal :

Les tanins sont des substances d'origines organiques issues des végétaux (sève, feuilles, écorce) et à divers taux de concentrations. A l'origine, ils ont une fonction naturelle de protection contre les parasites. Chaque tanin ayant des propriétés chimiques qui lui sont propres, cela produit des effets différents sur le cuir, ce qui explique que l'on ait recourt à certaines espèces végétales plutôt qu'à d'autres en fonction des résultats à obtenir.

Selon le résultat désiré en terme de souplesse, de couleur ou autre, on utilisera principalement pour le tannage végétal des extraits :

- d'écorces : chêne, mimosa, pin, épicea, saule, bouleau ou palétuvier.
- de bois : châtaignier, québracho (arbre d'Amérique du Sud), chêne, etc.
- de racines : bruyères, canaigre, etc.
- de feuilles : sumac, Gambier, etc.
- de fruits : cupules des glands de vallonnés, myrobolan, rhubarbe, etc.

➤ Le tannage minéral (aux sels de chrome) :

Le tannage au chrome fait partie des tannages minéraux. On l'applique aux peaux de veaux, chevreau ou gros cuirs.

Les cadences de production de l'industrie moderne ont rapidement imposé ce mode de tannage comme un standard et aujourd'hui la majorité des peaux tannées utilise les sels de chrome ou d'aluminium.

Ce qui est gagné en productivité et en rendement se fait au détriment de la qualité du produit et qualité d'environnement.

En effet dans le cas du tannage au chrome, il reste des boues fortement concentrées en sels de chrome (qui est un métal lourd), qui sont nocives lorsqu'elles sont répandues dans l'environnement. Il faut donc les « neutraliser » chimiquement avec de l'oxyde de magnésium, de la chaux ou de la soude. Une fois séchés les restes ne peuvent pas être valorisés dans la filière agricole (contrairement au résidu de tannage végétal) et doivent être entreposés en décharges de classe I pour les déchets présentant un caractère dangereux, (les Cuirs Nomades, 2010).

Le tannage au chrome est parmi les plus répandu actuellement car plus rapide. Cependant, il convient de préciser que cet élément métallique peut provoquer des réactions allergiques de plus en plus dénoncées par les associations de consommateurs.

II-2-la répartition des tanneries a la ville de Fès:

Les tanneries de Fès se situe dans 4 quartiers qui sont : l'ancienne Médina, Ain nokbi, dokkarate et sidi Brahim :

Les quartiers	Le nombre d'unité
Sidi Brahim	1
Ain Nokbi	38
Dokkarat	16
Totale	58

Tableau 3: représentant la répartition des tanneries a Fès. (en 2014)

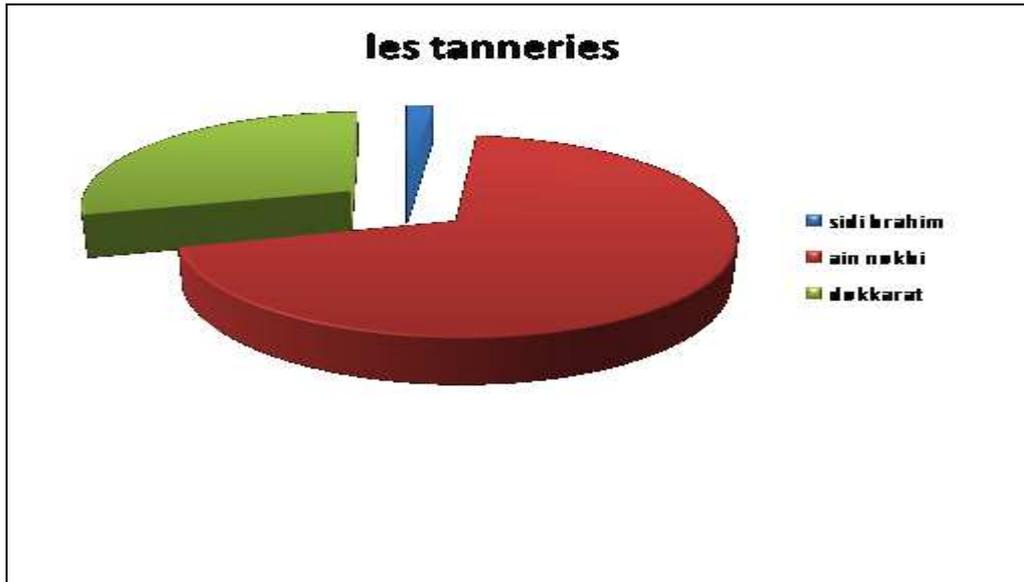


Figure 8: Graphique de la répartition des unités de tanneries à Fès

Il est concentré à DOKKARAT et à AIN NOKBI, ce groupe comprend les établissements dont l'activité principale consiste à tanner, à corroyer, à teinter et à apprêter les peaux d'animaux pour en obtenir du cuir.

II-3-LA CHARGE POLLUANTE ISSUE DU SECTEUR DES TANNERIES de Fès :

Introduction :

Les effluents des tanneries sont considérés parmi les rejets industriels les plus polluants. A Fès, le problème prend de plus en plus d'ampleur avec la multiplication du nombre de ces unités, leurs rejets dans le réseau d'assainissement, dans les oueds de la médina et dans le Sebou. Fès est le premier gros pollueur avec une part très importante dans la pollution totale dans le bassin versant de Sebou.

➤ Tannage végétal :

Les eaux usées qui résultent du tannage végétal contiennent des matières organiques hautement Polluantes, parce que de nombreuses tanneries, utilisent des écorces et des noix pour procéder au tannage dans des fosses, et parce que le cuir absorbe moins de 50 % des tanins végétaux utilisés. La méthode du tannage végétal se passe du stade antérieur du picklage, et partant, la charge polluante en sels sulfatés est plus faible. Mais les sels sulfatés entraînent une charge élevée en DBO, DCO et de solides en suspension. Par ailleurs, les tanins végétaux sont des matériaux biodégradables durs. Ainsi, les déchets contenant des tanins végétaux se dégradent certes, mais lentement, le cas de l'ancienne Médina.

➤ Tannage au chrome :

Les rejets des tanneries contiennent des polluants et des produits chimiques, comme les sulfures, le plomb et le chrome. On estime qu'au mois 300 kg de produits chimiques par tonne de peaux sont ajoutés, (RADEEF, 2004).

Le tannage au chrome est une autre méthode importante fréquemment utilisée pour bien conserver les peaux. Les eaux usées qui en résultent sont très riches en chrome, car le cuir n'absorbe qu'entre 50 et 70 % du sulfate basique de chrome employé, le reste étant rejeté. Avec cette méthode, des solutions contenant des sels de chrome (Cr), des chlorures et des sulfates sont rejetés. Leur apport en TSD et aux concentrations de chrome est préoccupant sur le plan écologique, **En effet, il reste des boues fortement concentrées en sels de chrome (qui est un métal lourd), qui sont nocives et dangereuses lorsqu'elles sont répandues dans**

L'environnement.

Et ces quartiers industriels ont été identifiés comme étant les principaux foyers de ce type de pollution :

Tonnage(t /j)	Volume rejeté (m3/j)	Rejet de chrome (kg/j)
15	15	90

Tableau 4: charge polluante pour les tanneries de Dokkarate-2004

Tonnage(t /j)	Volume rejeté (m3/j)	Rejet de chrome (kg/j)
30	30	180

Tableau 5: rejet des tanneurs d'Ain Nokbi -2004

Les influents rejetés dans les égouts par les tanneries contribuent à la contamination de l'oued Fès, qui se jette en aval dans le grand oued du Sebou qui figure de nos jours parmi les cours d'eau les plus pollués du Maroc,(RADEEF, 2004) ,270 kg par jour de chrome ont été déversés dans les écosystèmes de la ville de Fès.

[III-Les impacts des rejets de tanneries sur l'environnement :](#)

[III-1 - Impact sur les eaux de surface](#)

Si on déverse les eaux résiduaires (ou effluents) dans des eaux de surface voisines, c'est-à-dire dans les fleuves ou les petits canaux, elles peuvent rapidement détériorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques des cours d'eau récepteurs. De nombreuses matières

organiques se décomposent dans l'eau à un rythme rapide, ce qui donne lieu à des odeurs délétères et épuise l'oxygène dissous dans l'eau, nécessaire à leur décomposition.

L'oxygène étant indispensable à la vie aquatique, sa diminution affecterait sérieusement la biodiversité de l'eau et altérerait son existence. En outre, les quantités de solides en suspension (c'est-à-dire les sels de chaux ou les sels insolubles dérivés du calcium) entraînent une turbidité, et, en se déposant au fond de l'eau, détruisent les habitats, les micro-organismes et les autres éléments vivants. De plus, les substances chimiques et les résidus toxiques (c'est-à-dire le chrome, les sulfures, l'ammoniaque, etc.) utilisés pour le tannage minéral rendent dangereuse l'utilisation de l'eau pour des activités ménagères ou de loisirs.

III-2 -Impact sur les Eaux Souterraines

Les eaux souterraines représentent pour beaucoup de communautés une source importante d'approvisionnement en eau. Leur capacité d'autoépuration est moindre que celle des eaux de surface, car elles s'écoulent lentement et n'entrent pas en contact avec l'air. Il y a contamination des eaux souterraines lorsque les eaux résiduaires et les substances chimiques qui proviennent des bassins sans garnissage, des fosses, des canalisations, des égouts, ou qui sont dues à des déversements accidentels ou des déchargements directs d'effluents sur les terres, s'infiltrent à travers le sol.

III-3- Impact sur le sol

L'emplacement de la tannerie et son site, particulièrement les bassins, les bassins de Décantation, les zones de stockage et les dépôts de déchets peuvent nuire gravement aux sols en sous-couche. Cette détérioration entraîne une altération de l'utilisation ultérieure de la terre au niveau de l'agriculture.

Elle accélère également l'érosion des sols. Il y a détérioration des sols lorsque la charge polluante est plus importante que la capacité neutralisante du sol. Si la structure de celui-ci est endommagée, sa capacité de production agricole diminue, et il met un temps considérable à se régénérer.

Se débarrasser de déchets de tannerie en les déversant dans les systèmes d'eau utilisés pour l'irrigation peut affecter le niveau de fertilité du sol en raison de l'importante accumulation de sel à l'intérieur de celui-ci.

Les déchets déversés sur les terres stagneraient et dégageraient des odeurs délétères. Tous les

polluants de tannage affectent les sols, mais les plus nocifs sont le chrome, qui peut dans certains cas affecter la croissance et le développement des cultures, et le sodium, qui altère le Taux d'Absorption du Sodium (TAS). Les substituts du chrome, c'est-à-dire le zirconium, le titane et l'aluminium, déversés, ont aussi un effet nuisible sur la croissance des plantes.

III-4- Effets sur la Santé de l'Homme

Les opérations de tannage impliquent l'utilisation de substances chimiques pouvant représenter des dangers potentiels pour la santé. Ces dangers ne touchent pas uniquement le « métier », ils peuvent affecter les milieux environnementaux voisins des tanneries et, indirectement, le grand public. Les problèmes écologiques inquiétants vont du simple désagrément (génération d'odeurs désagréables) aux problèmes plus graves tels que les émissions d'H₂S toxique, ou la génération de fines particules pouvant avoir un effet sur la santé. De la même manière, les eaux résiduaires du tannage, souvent chargées en substances chimiques et en métaux lourds, peuvent polluer les sols et les ressources en eau ; mal gérées, ces eaux résiduaires peuvent considérablement endommager la faune et la flore. Les polluants seraient alors bioconcentrés via la chaîne alimentaire et atteindraient les êtres humains. Les effets sur la santé qui en résultent sont variables : symptômes chroniques tels que fatigue, infirmité et maladie, ou effets plus graves.

IV-Epuration des eaux usées de la ville de Fès

IV-1-Généralités :

La ville de Fès, est parmi les villes du Maroc qui sont en pleine expansion urbaine avec la production d'importants volumes d'eaux usées, constituant une menace pour l'environnement.

Dans cette région, qui connaît un déficit hydrique, la réutilisation des eaux usées en agriculture pourrait couvrir une part importante de ce déficit. Les rejets domestiques de la ville de Fès dans l'oued Sebou à travers l'oued Fès.

Devant cette situation dangereuse, la Régie a été chargé officiellement du service assainissement de la ville de Fès en premier lieux, et après la réalisation de la STEP et une station de déchromatation, un programme de dépollution industriel a été adopté, qui concerne toutes les unités polluantes et une station ancienne de zenjfour de prétraitement.

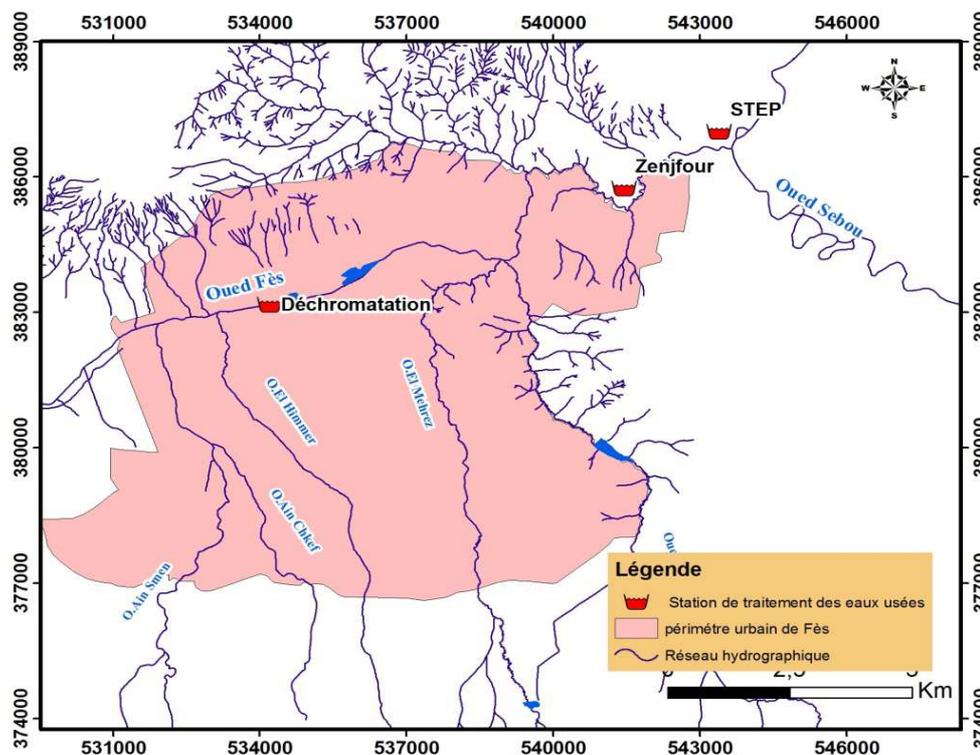


Figure 9: localisation géographiques des stations de traitement des eaux usées, (MEZYANI, 2006).

IV-2-Stations de prétraitement

A- Station de déchromatation des rejets des tanneries de Dokkarat à Fès :

La ville de Fès est déclaré l'une des pôles industriels importantes du Maroc. Les industries les plus polluantes de Fès sont celles produisant les margines et les métaux lourds. Les tanneries rejettent du chrome 15 m³/j d'eaux chromées (90 kg de Cr/j),

Cela contamine l'oued Sebou en aval de la ville, en faisant ainsi l'une des rivières les plus polluées du royaume. Les 16 tanneries opérationnelles de DOKKARATE rejettent plus de 35% du chrome déversé dans les égouts de Fès, (la RADEEF ,2004).

Processus de traitement

Le processus de traitement consiste à acheminer les eaux chromées des tanneries de la zone industrielle DOKKARATE via un réseau de collecteur de 3 Km de longueur vers la station pour traitement et recyclage.

Les tanneurs ont également procédé à la construction de leurs propres réseaux de séparation des eaux chromées à l'intérieur des unités alors qu'auparavant ils rejettent quotidiennement près de 270 Kg de chrome dans les égouts.

La RADEEF assure l'exploitation de la station depuis sa mise en service en Mai 2003 et le fonctionnement se fait d'une façon continue sans arrêts.

Objectif du projet :

- réduire 90% des rejets chromés des tanneries de DOKKARATE
- préparer le secteur des tanneries à l'application de la loi sur l'eau et l'introduction des normes sur les rejets.
- démontrer aux autres tanneurs l'intérêt des techniques de dépollution
- recycle le chrome récupéré dans les tanneries de Fès

Etapes de traitement de chrome.

Dégrillage : c'est une étape principale qui se fait à l'entrée de la station de déchromatation, pour se débarrasser des déchets grossiers (traitement mécaniques) ; seule le chrome qui passe à la station dans un dégrilleurs de 2mm.

↓
Stockage d'eau chromé avec un (pH acide) dans quartes cuvettes

↓
Ajout de l'eau, la soude NaOH afin (afin de rendre la solution basique), polymère (pour estimer l'agglomération des particules)

↓
Malaxage



Formation de pate

Ajout de l'acide sulfurique

Déshydratation par un filtre presse

Obtention de sulfate de chrome qui sera revendu de nouveau aux tanneurs.



Figure 10: photos de Cuvette de stockage d'eau chromés

Figure 11: photos Filtre presse

B- Station de prétraitement de Zenjfour :

La station de prétraitement ZENJFOUR est une ancienne station dans la ville de Fès qui a pour but de diminuer les effluents et les grandes charges solides par action de dessablage et dégrillage. La mise en marche de cette station à commencée en 2004 pour estimer une alimenter l'usine hydroélectrique de Fès-avale géré par Office National De l'Electricité. (ONE)

Les étapes de prétraitements :

➤ **Dégrillage**

- L'action de dégrillage consiste à débarrasser les eaux usées des polluants solides les plus volumineux susceptibles de gêner les traitements ultérieurs. Les eaux usées sont filtrées au travers d'une grille de 2m de largeur dont les barreaux, plus ou moins espacés de 2 cm, retiennent les matières les plus volumineuses qui seront ensuite éliminées avec les ordures ménagères.

-Les grilles ont été faites d'une manière qu'ils répondent aux normes pour la protection de la faune aquatique (espacement des barreaux).

➤ **Dessablage**

L'étape de dessablage se fait dans des conditions d'aération, elle permet, l'extraction automatiques des sables et les graviers dans deux canaux de longueur 29m et largeur 4m, ces sables sont mélangés dans les eaux usées qui gênent le fonctionnement de la station et provoquent une usure plus rapide des éléments mécaniques comme les pompes.

➤ **Nettoyage manuelle**

Après chaque opération le dégrilleur et le désableur chaqu'un deux est équipé par une grande Benne basculante conçue pour l'évacuation rapide des déchets (gravats, métaux, bois, plastiques, cartons, sable, etc.). La manutention manuelle de cette benne basculante est possible grâce à la large poignée de poussée ou par chariot-élévateur. Cette benne basculante à déchets résiste à la corrosion et aux rayures.

➤ **Pompage d'eau**

C'est une dernière étape de prétraitement des eaux de l'oued BOUKHRAREB, ensuite l'eau est acheminée par deux groupes de pompe qui permettent le passage d'eau vers l'usine hydroélectrique pour une alimentation en électricité.



L'arrivé des eaux usées



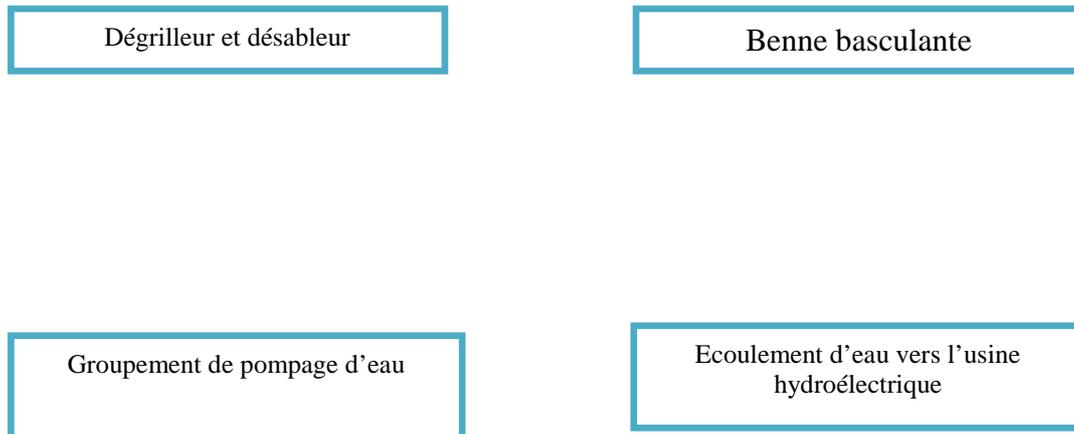


Figure 12 : Les composants de la station de prétraitement de Zenifour.

C- Station d'épuration des eaux usées (STEP) :

Sebou est actuellement, l'un des oueds les plus pollués, avec des répercussions néfastes sur la santé, l'irrigation et la potabilisation de l'eau. Ainsi, la dépollution de l'oued Sebou est une priorité nationale qui passe impérativement par l'épuration des eaux usées de Fès. . La capacité de traitement de cette station est de 1,2 million Equivalent Habitant avec un débit de 130.000m³/jour permettant un abattement de la pollution à hauteur de 85%. Le procédé d'épuration devrait permettre un abattement considérable de la pollution générée par la ville de Fès.

Composantes de la station :

Il s'agit d'une station d'épuration comportant :

- Une filière eau : dégrillage, dessablage-déshuilage, décantation primaire, aération, décantation secondaire.
- Une filière boue : épaisseurs des boues primaires, flotteurs des boues secondaires, digestion, déshydratation, chaulage
- Unité de cogénération de l'électricité à partir du biogaz.



Figure13 : plan de Station d'épuration des eaux usées.

Les Etape d'épuration des eaux usées :

Après l'entrée de ces aux à la station ils subiront de divers traitement qui se résument comme suivants :

Filière eau :

Consiste à une épuration des eaux à 50%.

-Dégrillage grossier : il s'agit d'un prétraitement qui permet de débarrasser les eaux usées des déchets grossiers à un diamètre supérieur à 6cm.

-Dégrillage fin : il permet l'élimination des déchets les plus fins dans les eaux usées à un diamètre supérieur à 1 cm.



Figure14 : Dégrillage Fin



Figure15 : Dégrillage grossier

-Dessablage : permet de débarrasser les eaux des sables et des graviers par décantation vers le fond du bassin, où elles seront collectées puis évacuées par la suite. (Les sables sont lavés puis rejetés vers la décharge).

-Déshuilage - dégraissage : consiste à éliminer une grande partie des huiles et des graisses.

-Décantation primaire : il s'agit à la récupération d'une partie de boue est sera envoyer pour l'épaississement dans un bassin afin d'éliminer les molécules de H₂O. Une autre partie des boues reste dans l'eau.

L'eau va subir un traitement biologique qui consiste à dégrader les MES par les bactéries aérobies existantes dans la boue resté dans l'eau, (l'eau donc est épurée à 50%).

-Aération : consiste à éliminer les matières dissoutes dans l'eau (comme les matières organiques) dans les bassins biologiques à l'aide des aérateurs.

-Décantation secondaire : se fait dans les clarificateurs où les eaux et les boues secondaires qui constituent les résidus du traitement secondaire seront séparées par décantation.

Filière boue :

-Epaississement des boues primaires: permet de traiter les boues primaires résultant de la décantation primaire et qui vont passer directement au bassin des boues non digérées.

-Flottation de boues activées: permet un traitement de boues activées venant des bassins biologiques.

-Digestion des boues : Les boues non digérées vont passer par un digesteur, à l'intérieur de celui-ci les bactéries anaérobies dégradent chimiquement et biologiquement des boues et diminuent leur pouvoir de fermentation.

-Déshydratations des boues: les boues digérées sont envoyées pour subir une déshydratation par séchage aux filtres à bandes en ajoutant la chaux qui stabilise le pH et diminue le nombre de bactéries.

-Stockage des boues dans le hall de stockage.

Filières gaz :

-Récupération du biogaz : l'huile et les gaz du bassin de boue non digérée passe aux digesteurs dont il y aura formation du biogaz à partir de la transformation de la matière organique en méthane par fermentation anaérobie. Le biogaz est composé de (CH₄, CO₂, H₂O vapeur, H₂S).

-séchage des boues déshydraté : les boues sont exposées à des fortes températures dans le but de supprimer l'eau qu'elles contiennent à 80%.

-désulfuration : consiste à éliminer les acides toxiques résultant du biogaz comme l'acide sulfurique et de l' H_2S .

-cogénération : il s'agit de la production de la chaleur et d'électricité 50% à partir du biogaz qui peut être valorisé sous quatre formes :

- production de la chaleur en chaudière

- production d'électricité

- production de carburant

Le biogaz est une énergie renouvelable dont l'utilisateur contribue à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES), ainsi qu'il est convertible à toutes les formes d'énergies utiles (chaleur, électricité, carburant).

Conclusion

La ville de Fès peut être considérée comme une source de pollution domestique et industrielle qui dégrade les réseaux hydrographiques de la ville et aussi la qualité d'environnement de l'oued Sebou.

La RRADEEF est chargé pour traiter ces rejets (le projet de la station STEEP) et déminer leur toxiquation d'un pourcentage de 85% avant de les rejeter.

Malgré tous ces efforts la pollution de ces eaux est encore grave et a différentes sources quelque soit industriel ou artisanal.

Références bibliographiques :

- Activité de **La Régie Autonome intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de la wilaya de Fès (RADEEF)**.
- Article, les cuivres nomades, 2011, site web: www.lescuirsnomades.fr
- BELKHIRI. (juin 2007).gestion intégrée des ressources en eau protection de la ressource, agence hydraulique de bassin versant de Sebou.
- Etude sur les Possibilités de Prévention de la Pollution dans le Secteur Industriel du Tannage, (janvier 2000), Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre (CAR/PP), web page: <http://www.cipn.es>
- Septembre 2011, Etude d'actualisation du plan directeur d'aménagement intègre des ressources on eau du bassin hydraulique de Sebou, Agence hydraulique de bassin de Sebou.
- AMRAOUI Fouad, 2005, thèse de doctorat d'tat : contribution a la connaissance des aquifères cas de lias de Sais et de moyen atlasique tabulaire, université Hassan II Ain Chok.
- HARMOUZI ouassima, 2010, reconnaissance détaillé de la partie nord-est de bassin de Sais, thèse doctorat, INIVERSITE MOULAY SMAIL.
- MEZYANI Mohammed. Mars 2006, programme de dépollution de l'oued Sebou, RADEEF.