



**ABHT**

**Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences et Techniques**

**Département des Sciences de la Terre**

**Mémoire de Stage de Fin d'Etudes**

***Licence Sciences et Techniques Eau et Environnement***

**Caractéristiques environnementales et ressources en eau potable de la province  
d'Essaouira**

**Réalisé Par :**

**Mlle. ElBerkaoui Meryem**

**Encadré par :**

**Mr. Ali BACHNOU (FSTG)**

**Mme. Mounia BENGHANEM (ABHT)**

**Soutenu le 29/02/2012 devant la commission d'examen composée de :**

**Pr. A. BACHNOU (FST, Marrakech)**

**Pr. D. CHAFIKI (FST, Marrakech)**

**Pr. A. BENKADDOUR (FST, Marrakech)**

**Année Universitaire 2011-2012**

# Remerciements

*Au terme de ce travail, il est agréable d'exprimer mes reconnaissances à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à sa réalisation.*

*Je tiens d'abord à remercier sincèrement Mme BEN GHANEM MOUNIA, Chef de service de planification des ressources en eaux de m'avoir accordé ce stage.*

*J'adresse mes remerciements les plus sincères à Mr ALI BACHNOU qui m'a encadré et m'a suivi tout au long de ce travail, et à l'ensemble des enseignants du département des Sciences de la terre de la FSTG de Marrakech.*

*Je remercie également tous les fonctionnaires de service de planification, qui ont essayé de m'encourager pendant toute la durée de mon stage.*

*En fin je présente mes vives et sincères remerciements en témoignage de reconnaissance, même s'ils me paraissent insuffisants, à mes parents qui ont accepté de se sacrifier matériellement et moralement pour me permettre ces longues années d'étude.*

# *Dédicace*

*A mes très chers parents, amis et camarades.*

# Sommaire

<b>REMERCIEMENT.....</b>	<b>1</b>
<b>DEDICACE.....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>8</b>
<b>PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....</b>	<b>9</b>
<b>I-Contexte général de la province d'Essaouira.....</b>	<b>10</b>
I.1- Cadre géographique et administratif.....	10
I.2-Cadre physique.....	13
I.3-Population et démographie.....	16
I.4-Climatologie.....	16
I.5-Les potentialités hydriques.....	16
I.5.1- Eau de surface.....	16
I.5.2- Eau souterraines.....	17
I.5.3-Mobilisation.....	18
I.5.4- Usages sectoriels.....	18
I.6-Végétation naturelle.....	19
<b>II-Activités socio-économiques.....</b>	<b>20</b>
II.1-Agriculture.....	20
II.2-Pêche.....	20
II.3-Energie et mines.....	20
II.4-Artisanat.....	20
II.5-Tourisme.....	20
<b>DEUXIEME PARTIE : TRAITEMENT DES DONNEES.....</b>	<b>22</b>
<b>I-Présentation de l'ArcGIS.....</b>	<b>23</b>
<b>II-Approvisionnement en eau potable de la province.....</b>	<b>26</b>

II.1-Sécurité de l'Alimentation en Eau potable.....	26
II.2- Accès à l'eau.....	29
II.3- Etat de la production.....	31
<b>III-Les autres zones desservies par un SAEP de la province d'Essaouira.....</b>	<b>35</b>
<b>IV-Les localités non desservies par un SAEP de province d'Essaouira.....</b>	<b>38</b>
<b>TROISIEME PARTIE : QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES DESTINES A L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DE LA PROVINCE ESSAOUIRA.....</b>	<b>40</b>
<b>I-Rappel du decretN° 2-05-1326 relatif aux eaux à usages alimentaires.....</b>	<b>41</b>
<b>II-Normes marocaines de la qualité des eaux souterraines.....</b>	<b>41</b>
II.1.Paramètresorganoleptiques.....	41
II.2. Paramètresphysico-chimiques.....	41
II.3. Paramètresconcernant les substances indésirables.....	41
II.4. Paramètresconcernant les substances toxiques.....	42
II.5. Pesticides etproduitsapparentés.....	42
II.6. Paramètresmicrobiologiques.....	42
<b>III-Qualités des eaux souterraines de la province d'Essaouira et sources de pollution.....</b>	<b>43</b>
III.1-Résultats qualitatifs des eaux souterraines.....	44
III.2- Sources de pollution.....	46
III.2.1-Origine domestique.....	46
III.2.2-Origine industriel.....	47
III.2.3-Origine agricole.....	48
III.2.4-La décharge.....	48
<b>Conclusion.....</b>	<b>50</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Communes rurales et municipalités de la province Essaouira

Tableau 2 : Aménagements hydrauliques existants

Tableau 3 : les points d'eau alimentant la province d'Essaouira

Tableau 4 : Taux de desserte en eau potable par l'ONEP

Tableau 5 : Evolution de la production par centre

Tableau 8 : Grille simplifiée pour les eaux souterraines

Tableau9 : Typologie de la qualité des eaux souterraines de la nappe d'Essaouira du Réseau de contrôle de la qualité des eaux dans le bassin hydraulique de Tensift

Tableau 10 : Pollution domestique de la province d'Essaouira (Water management consulting, 2008)

Tableau11 : Pollution industrielle totale d'Essaouira (état de 2005)

## Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique de la province d'Essaouira

Figure 2: Découpage administratif de la province d'Essaouira. (Source: ABHT, 2009)

Figure 3: Carte géologique de la province Essaouira (Source : Etude de la monographie des régions des provinces d'Al Haouz et d'Essaouira, ABHT, 2009)

Figure 4: MNT de la province d'Essaouira (Source : Etude de la monographie des régions des provinces d'Al Haouz et d'Essaouira, ABHT, 2009)

Figure 5 : Les affluents de la province Essaouira

Figure 6 : Situation des points d'eaux alimentant la province d'Essaouira en eau potable

Figure 7 : Situation des douars desservis par ONEP

Figure 8 : Evolution annuelle de la production du centre SMIMOU

Figure 9: Evolution annuel de la production du centre EL HANCHANE

Figure 10: Evolution annuel de la production du centre TALMEST

Figure 11 : Evolution annuel de la production du centre TAMANAR

Figure 12: Evolution annuel de la production du centre AIT DAOUD

Figure 13: Evolution annuel de la production du centre ESSAOUIRA

Figure 14: Evolution annuel de la production du centre ZAOUIAT BEN HMIDA

Figure 15: Etat d'alimentation en eau potable

Figure 16 : Localités non desservies en eau potable dans la province d'Essaouira

## Liste des abréviations

ABHT : Agence du Bassin Hydraulique de Tensift

AEP : Alimentation de l'Eau Potable

Cond : Conductivité

CF : Coliformes Fécaux

DBO: DemandeBiologique en oxygène

DCO: DemandeChimique en Oxygène

LPEE : Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes

MES: Mutière En Suspension

MNT : Modèle Numérique de Terrain

MO : Matière Organique

ONEP : Office National de l'Eau Potable

Po : Pollution

SAEP : Système d'Alimentation en Eau Potable



# INTRODUCTION

Au Maroc la qualité globale des eaux souterraines a été bonne au niveau de 28% des stations, moyenne sur 28% et dégradés sur 44% des stations, les paramètres responsables de cette dégradation sont la forte minéralisation de ces eaux et la présence de nitrates en teneur élevées. Les nappes d'eaux souterraines fortement minéralisées sont la nappe de Berrchid, Chaouia côtière, Ben Amir et Tafilalt. Des teneurs élevées en nitrates ont été enregistrées au niveau des nappes de Temara, Meskala, Kourimat, Berchid, et Chaouia. (source :Etat de la qualité des ressources en au Maroc. année 2007;2008).

Dans la province Essaouira la qualité des eaux souterraines est globalement mauvaise (88% des stations) à cause de la minéralisation forte et une teneur élevée en nitrates.

Mon stage a été effectué au sein de l'Agence du Bassin Hydraulique de Tensift. Il a pour but d'étudier la caractérisation de la qualité des eaux souterraines destinées à l'approvisionnement en eau potable de la province Essaouira.

Le travail réalisé est divisé en trois parties:

- Présentation de la province d'Essaouira du point de vue climatique, topographique et hydrologique.
- Classification des douars de la province d'Essaouira qui ne sont pas desservis par un SAEP pour étudier leur qualité.
- Etude de la qualité globale des eaux consommées.

# PREMIERE PARTIE :

# PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Ce chapitre présente la province d'Essaouira à l'aide d'une série de données sur le cadre administratif, le cadre physique, la population, les activités socio-économiques et les infrastructures. Ces données ne prétendent pas décrire la province en détail, mais plutôt brosser un portrait rapide faisant ressortir quelques aspects qui lui sont propres.

## I-CONTEXTE GENERAL DE LA PROVINCE ESSAOUIRA :

### I.1-Cadre géographique et administratif :

La province d'Essaouira, créée en 1975, fait partie de la région Tensift Haouz, Située sur le versant occidental du Haut Atlas. Elle est limitée par (Fig.1) :

- la province de Safi au Nord;
- la province de Chichaoua à l'Est;
- les provinces d'Agadir et Taroudant au Sud;
- l'Océan Atlantique à l'Ouest.

La province d'Essaouira s'insère entre les coordonnées Lambert suivantes : 31°30'47''N - 9°48'11'' W



Figure 1 : Situation géographique de la province d'Essaouira (ABHT, 2009)

La province d'Essaouira s'étend sur un territoire occupant 6355 Km<sup>2</sup>. en 1992, elle a été découpée en 52 communes rurales et 5 municipalités (Tableau.1). L'ensemble est réparti sur deux cercles : Essaouira et Tamar, (fig.2).



Figure 2: Découpage administratif de la province d'Essaouira.  
(ABHT,2009)

PROVINCE	CERCLES	MUNICIPALITES	COMMUNES RURALES	COMMUNES URBAINES
ESSAOUIRA	ESSAOUIRA	EL HANCHANE	HAD DRA	OUNAGHA CENTRE
			MY BOUZARKTOUNE	
			OUNAGHA	
			LAHSINATE	
			AIT SAID	
			LAGDADRA	
			MESKALA	
			KORIMATE	
			MOUARIDE	
		TALMEST	SIDI ISHAQ	
			SIDI ALI KORATI	
			ZAOUT BEN HMIDA	
			MKHALIF	
			SIDI ABDELJALIL	
			SIDI LAAROUCSI	
			AQERMOUD	TAFETACHTE CENTRE
			TAFETACHTE	
			TAKATE	
			KCHOULA	
			MZILATE	
			SIDI M'HAMED OUMARZOUK	
			MRAMER	
			SIDI BOULAALAM	
			SIDI AISSA REGRAGUI	
			OULAD M'RABET	
			MEJJI	
			AIT DAOUD	ADAGHAS
			ASSAIS	
			BOUZEMMOUR	
			AGLIF	
			TAKOUCT	
			TAHELOUANTE	
			BIZDAD	
			SIDI GHANEME	
			EZZAOUIATE	
		TAMANAR	AIT ISSI IHAHANE	
			IDA OU KAZZOU	
			TIMZGUIDA OUFETTAS	
			SIDI H'MAD OU M'BAREK	
			IMGRADE	
			TARGANTE	
			IDA OUGUELLOUL	SMIMOU CENTRE

		SMIMOU	
		IMIN TLIT	
		SIDI EL JAZOULI	
		SIDI H'MAD OU HAMED	
		TIDZI	
		TAFEDNA	
	TAMANAR	SIDI AHMED ESSAYEH	
		IDA OUAZZA	
		SIDI KAOUKI	
		AGUERD	

Tableau1 : Communes rurales et municipalités de la province Essaouira

### I.2-Cadre physique :

La province d'Essaouira s'étend sur deux unités: le Bassin de Chichaoua-Essaouira et le Haut Atlas Occidental dont elle occupe respectivement 69% et 81%. Le Bassin d'Essaouira-Chichaoua forme un vaste synclinorium délimité au Nord par la colline de Mouissate et l'oued Tensift, à l'Est par la bordure occidentale du Haouz de Marrakech, au Sud par le Haut Atlas Occidental et à l'Ouest par l'Océan Atlantique. Ainsi défini, le bassin présente une superficie d'environ 5600 Km<sup>2</sup> dont 67 % dans la province d'Essaouira, 25 % dans celle de Marrakech et 8 % dans celle de Safi.

Le Haut Atlas Occidental, principalement le flanc Nord est caractérisé par l'existence de collines modelées par un réseau hydrographique peu dense. Celui-ci est représenté essentiellement par l'Oued Ksob et ses deux affluents Igrounzar et Zelten. La superficie totale du Haut Atlas Occidental est estimée à 2775 km<sup>2</sup> dont 81% est occupée par la Province d'Essaouira et le reste par la Wilaya de Marrakech.

Sur le plan géologique, la province présente une grande diversité (Fig.3). A l'Ouest, ce sont les formations récentes de dunes, grès dunaires et calcaires coquilliers qui prédominent. Le centre est dominé par des formations calcaires et marno-calcaires du Cénomanien et du Turonien. Dans les bordures Nord et Sud affleurent les marnes de Crétacé inférieur, les marnes et marno-calcaires du secondaire et tertiaire et enfin, les calcaires du Jurassique et les formations rouges du Permo-trias. Cette panoplie stratigraphique donne aussi une grande variété de formes topographiques où alternent dépressions, plateaux, relief en cuesta, vallées encaissées, etc (Fig.4). Au niveau de la commune urbaine, c'est le cordon dunaire qui domine.

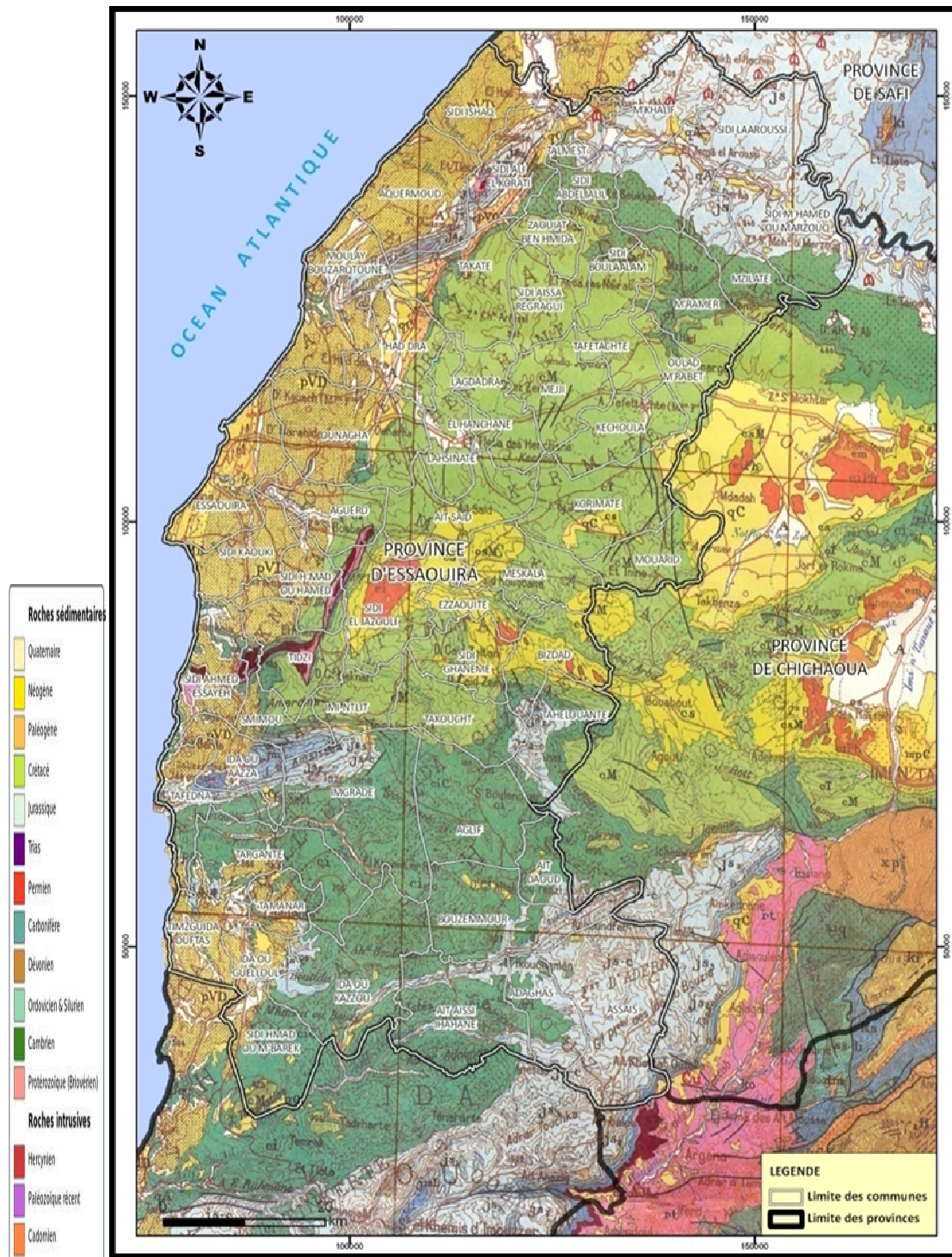


Figure 3: Carte géologique de la province Essaouira (ABHT, 2009)

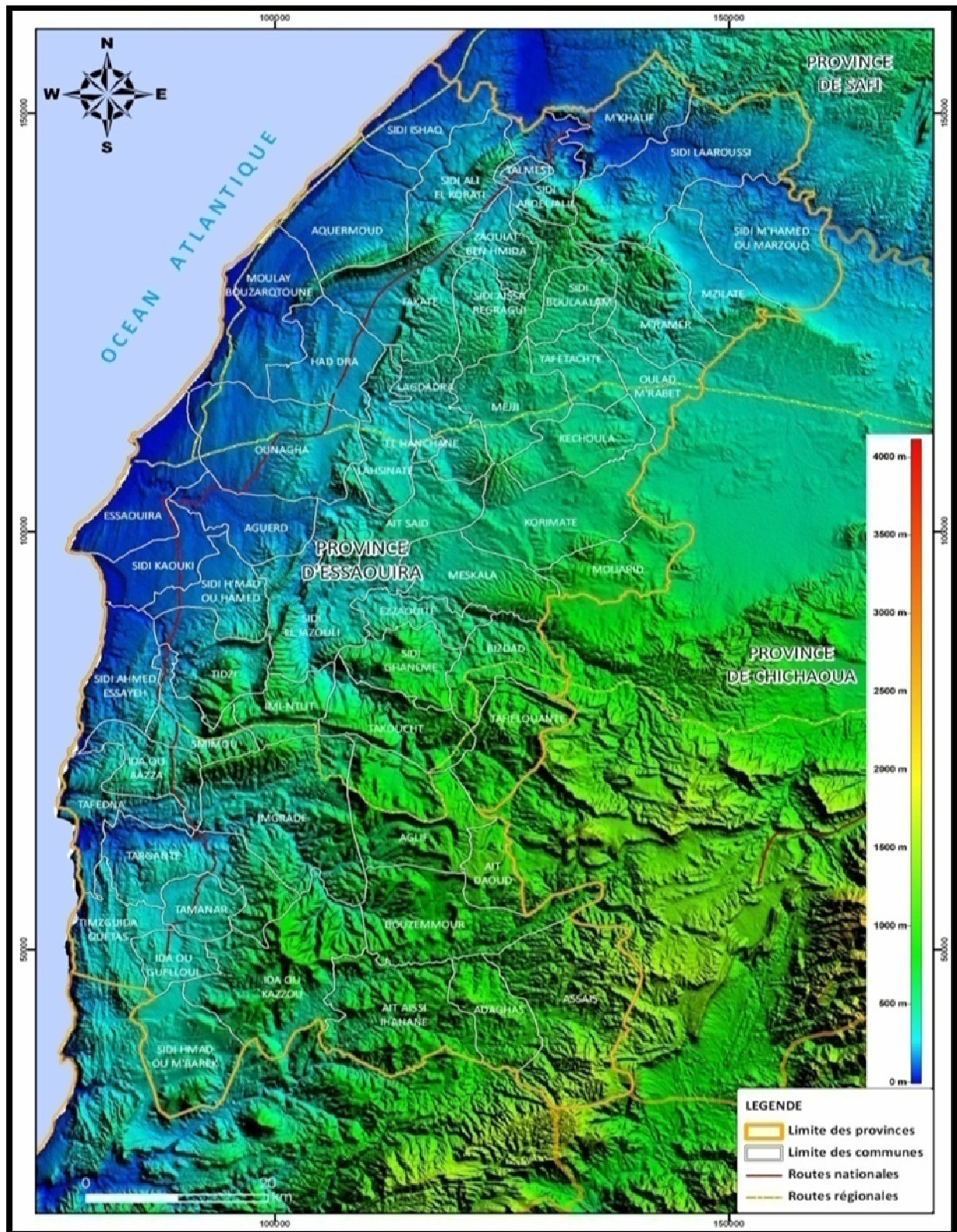


Figure 4: MNT de la province d'Essaouira (ABHT, 2009)



### I.3-Population et démographie :

Selon le recensement de 2010, la population de la province s'élèverait à 467593 habitants, 357413 ruraux et 110180 urbains. Cette population est inégalement répartie entre la frange côtière (Akerroud, bas Tensift, Ksob) et la montagne (JbelHadid et Kourati). L'habitat en milieu rural est très dispersé. Localement des agglomérations s'érigent en centres administratifs et commerciaux se développant rapidement tels le centre de Talmest, ZaouitAkerroud, Had Dra, Ounagha, etc.

### I.4-Climatologie :(Water management consulting, 2008)

Le climat de la province est un microclimat légèrement doux et variable. Les températures annuelles varient entre 18°C et 23°C, faisant de la province une destination favorable tout au long de l'année. A l'instar du milieu naturel, le climat présente aussi une diversité tant du point de vue des températures que des précipitations. Ceci est dû à l'encadrement océanique (Atlantique) d'un côté et la hauteur des montagnes de l'autre. La pluviométrie annuelle moyenne est relativement faible, elle dépasse rarement les 300mm (min : 100mm, max : 750mm). En 2008, le volume des précipitations était de l'ordre de 176 mm.L'évapotranspiration potentielle annuelle est de l'ordre de 1200mm.

### I.5-Lespotentialités hydriques :

#### I.5.1- Eau de surface :

Les bassins côtiers du Ksob et Igouzoulen s'étendent sur une superficie de 5 000 Km<sup>2</sup>. Le réseau hydrographique de ces bassins est composé essentiellement des oueds Ksob et Igouzoulen (Figure 5). Ces derniers prennent naissance dans le Haut Atlas et se jettent dans l'Océan Atlantique.

Les apports en eau sont irréguliers et sont évalués à une moyenne annuelle de près de 53 Mm<sup>3</sup>. Ces apports varient entre un minimum de 4,5 Mm<sup>3</sup> et un maximum de l'ordre de 158 Mm<sup>3</sup>.

Le bassin de la province d'Essaouira comporte trois ouvrages de stockage des eaux superficielles (Tableau 2).

Province	Nom du barrage	Cours d'eau	Date de mise en service	Volume de la retenue (Mm <sup>3</sup> )
Essaouira	Igouzoulen	Igouzoulen	2004	17
	IminLhad	Zeddir	1988	0,37
	Talmest	Tensift	2007	250

Tableau 2 : Aménagements hydrauliques existants (ABHT, 2009)

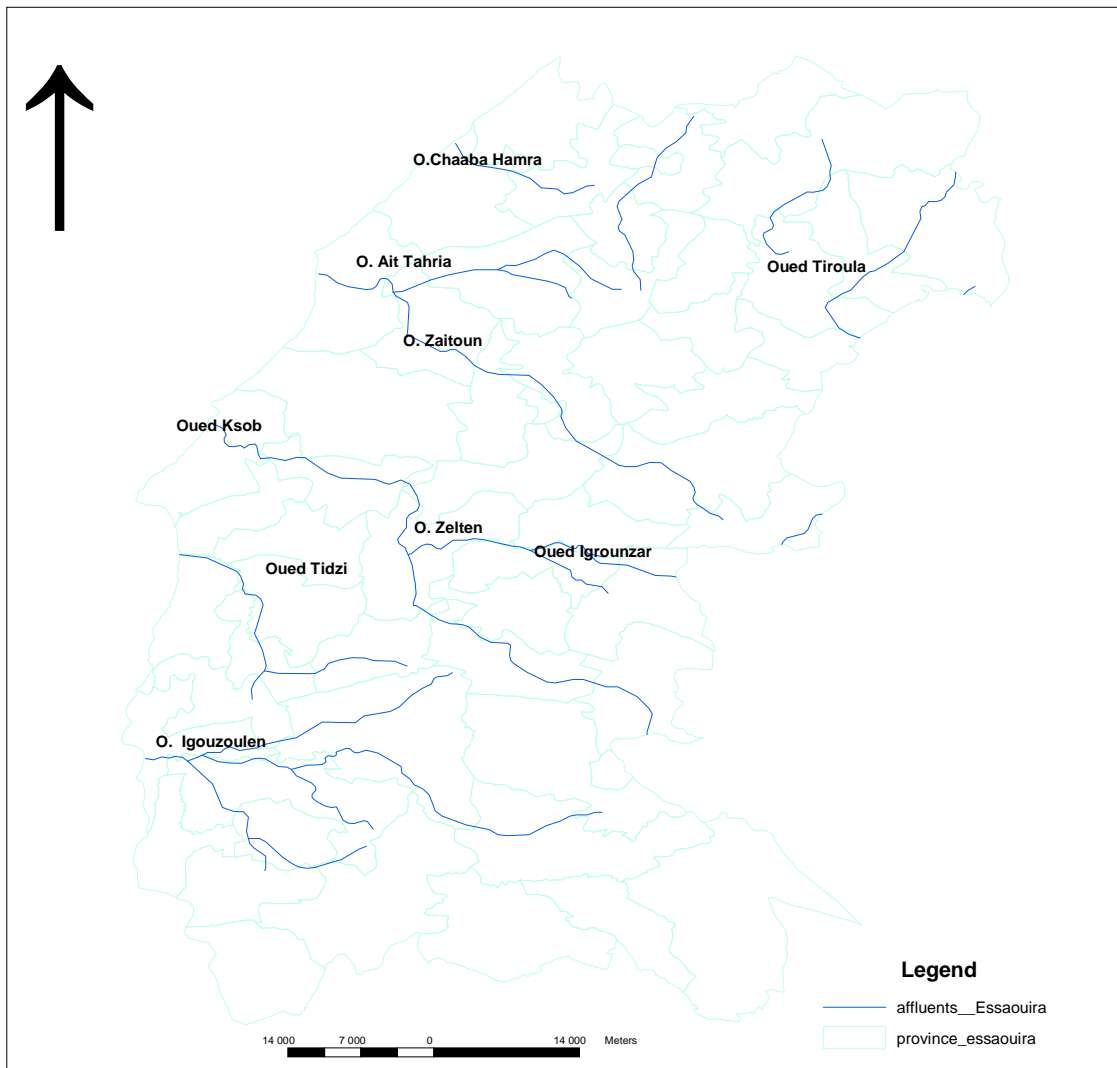


Figure 5 : Les affluents de la province Essaouira

### I.5.2- EAUX SOUTERRAINES :

Les systèmes hydrogéologiques sont :

- *Plateau d'Akermoud et bas Tensift :*

Dans cette partie située au nord de la province, les eaux circulent dans les calcaires et calcaires marneux du Crétacé inférieur et du Jurassique, à travers un système complexe de fissures et fractures. Les débits unitaires des ouvrages varient entre 5 et 30l/s. La richesse en eau souterraine est observée au niveau du plateau d'Akermoud. Les études évaluent le potentiel à 9Mm<sup>3</sup>. Les niveaux d'eau se situent entre 30 et 160 m. La qualité chimique de l'eau est moyenne à bonne. L'accès à l'eau se fait par forages de 100 à 200m de profondeur.

○ **Bassin d'Essaouira-Meskala :**

Le bassin d'Essaouira-Meskala s'étend sur une superficie de l'ordre de 6000 Km<sup>2</sup>, il renferme deux aquifères superposés, le premier formé de calcaires éocènes et l'autre par les dolomies crétaées. C'est la zone la plus riche en eau souterraine présentant un potentiel de l'ordre de 31Mm<sup>3</sup>. Les productivités unitaires peuvent dépasser 50l/s. Les niveaux d'eau se situent entre 10 et 40 m. La qualité chimique des eaux est généralement bonne ; l'accès à l'eau se fait par puits et forages. Les écoulements souterrains ont généralement une direction ESE et WSW et donnent naissance à plusieurs émergences le long de l'oued Ksob et se déversent ensuite en mer.

○ **Le Haut Atlas Occidental :**

Il se caractérise par la prédominance des formations géologiques défavorables. Dans l'état actuel des connaissances, les circulations d'eau souterraine se font selon des axes privilégiés. Leur importance est directement dépendante du développement de la facturation. Les recherches entreprises montrent que ce secteur est le plus défavorisé.

**I.5.3-Mobilisation :**

Barrage	Volume régularisé (m3)	Usage
Barrage Sidi Mohammed El Jazouli	17.000.000	AEP + irrigation
Barrage IminL'Had	400.000	abreuvement du cheptel et à la recharge
Chaabat El Masmar	20.0	

**I.5.4- USAGES SECTORIELS : (ABHT, 2009)**

➤ **AEP URBAIN:**

- Centre de production et distribution ONEP : 7
- Nombre d'habitants desservis : 97800
- Débit équipé : 251 l/s
- production : 4372867 m<sup>3</sup>/an
- Distribution : 4034255m<sup>3</sup>/an

➤ **AEP RURAL:**

AEP rural : 6 Mm<sup>3</sup>/an avec un taux d'accès de 78%.

➤ **AUTRES USAGES SECTORIELS :**

	<b>Agriculture PMH</b>	<b>industrie</b>	<b>Tourisme</b>
<b>Actuel (Mm3)</b>	18.4	0.57	0.3
<b>2030 (Mm3)</b>	18.4	1	3.6

### **I.6-Végétation naturelle :(RESING,2004)**

La région d'Essaouira comprend 2 étages de végétation, à savoir :

- l'étage de végétation méditerranéen-aride
- l'étage de végétation méditerranéen-semi-aride

• *Etage de végétation méditerranéen-aride*

L'étage de végétation méditerranéen-aride occupe la grande partie de la province d'Essaouira. Cet étage est le résultat d'un climat à faible pluviométrie (environ 250 mm par an) combiné à des températures élevées et, par conséquent, une forte évaporation. Étant donné ces caractéristiques climatiques, la vie végétale dans cet étage n'est pas facile. Cependant, malgré ces conditions, on remarque l'apparition d'une forêt claire et d'un tapis herbacé quasi continu pendant les années de pluviométrie normale.

Dans la province d'Essaouira, cet étage est représenté par l'arganier. La forêt d'arganier, étant donné son exploitation économique, présente un niveau de dégradation élevé. C'est pourquoi, il est pratiquement impossible de rencontrer actuellement une forêt à l'état climax.

• *Etage de végétation semi-aride*

La deuxième zone phytoclimatique importante en superficie est constituée par l'étage de végétation semi-aride. Le climat qui caractérise cet étage de végétation est caractérisé par une pluviométrie moyenne annuelle > 350 mm et des températures moyennes maximales moins élevées.

Dans la province d'Essaouira, cet étage entoure l'étage aride au Nord et au Sud. Il apparaît également sous forme de tâches au milieu du domaine aride, ainsi que la frange côtière autour d'Essaouira où il est représenté par le thuya de barbarie, en particulier dans une vaste zone au Sud de la ville d'Essaouira. Bien que la distribution du thuya soit très importante, son espace écologique a été l'objet d'une forte pression anthropique. Cette espèce présente un degré de dégradation élevé là où elle persiste encore, en raison des coupes abusives dont elle fait l'objet.

Dans les zones où le climat devient plus aride et continental, le thuya est remplacé par le genévrier rouge. Dans les environs d'Essaouira, on trouve une tache de genévrier rouge qui se développe plus librement dans les sols sableux plus favorables aux environs de la ville d'Essaouira.

Le genévrier rouge présente une distribution géographique potentielle plus vaste que l'actuelle. Les forêts de genévrier ont été détruites sur de grandes étendues pour se procurer du bois pour les toitures des maisons de l'ancienne médina de la ville (toitures encore visibles dans les maisons et ruelles de la médina).

La production actuelle de la forêt est estimée, en exploitation officielle, à environ 50 stères de bois de feu/ha pour le Thuya et à 30 à 80 stères/ha de bois de feu pour l'arganier. Les ventes actuelles qui en découlent sont de l'ordre de 60.000 stères/année toutes espèces confondues. A ce chiffre, il faut ajouter 120.000 stères/année prélevés directement par la population dans le cadre du droit d'usage.

## **II-ACTIVITES SOCIO-ECONOMIQUES :**

### **II.1-Agriculture:**

La superficie agricole utile est de l'ordre de 317000 ha (Bour:315250 ha; Irrigué:1750) représentant environ 50% de la superficie totale de la province, l'autre moitié est couverte des forêts, des terrains de parcours et des terrains incultes. La production végétale est basée principalement sur la céréaliculture qui occupe 79,22% de la superficie agricole utile globale, avec comme principales cultures l'orge, le maïs, le blé tendre et le blé dur. En 2ème position, vient l'arboriculture avec une prédominance de l'olivier, de l'amandier et la vigne. Cette agriculture se fait aux fonds de vallée et au niveau du plateau de Kourimat.

### **II.2-Pêche :**

Avec 152 km de façade maritime, huit sites de pêche artisanale, la province d'Essaouira dispose de potentialités de pêche importantes qui favorisent le développement des industries de transformation et de conserverie. Le port d'Essaouira, d'une superficie totale de 1,2 hectare génère près de 8 tonnes de produits de pêche, soit 8% de la production de la côte Atlantique Nord. En 2008, les quantités des captures en poisson industriel et en poisson de marché ont atteint respectivement 3 968 300,5 Kg et 4 041 502,2 Kg.

### **II.3-Energie et mines :**

La province d'Essaouira renferme un potentiel minier important dans des structures géologiques favorables à la formation des gîtes métallifères (Zn, Pb, Cu, Au, Ag.....) et d'autres substances utiles telles que phosphates, barytine, ocres, pegmatites et sel en plus des roches industrielles et ornementales.

Le patrimoine minier de la province d'Essaouira est constitué de cinq permis de recherches pour les substances de deuxième catégorie et un permis d'exploitation du sel à Azza. Le sous-sol de la province regorge de potentialité importante en matière de phosphate dans la région de Meskala.

#### **II.4-Artisanat :**

Le secteur de l'artisanat avec près de 12 783 artisans, occupe une place importante dans l'économie de la province et offre à ses visiteurs une panoplie de produits artisanaux avec une prédominance des produits de marqueterie en bois de thuya et de la bijouterie argentée.

En 2008, le montant des exportations des produits artisanaux s'est élevé à 1.905.085,00 DH

#### **II.5-Tourisme :**

Grâce à ses atouts naturels, historiques et culturels, la province d'Essaouira est devenue une destination touristique de grande qualité. Son île de Mogador, site biologique et économique, son ancienne médina enclavée dans les remparts et classée au patrimoine de l'UNESCO en 2001, son célèbre port datant du 18ème siècle, ses immenses plages sableuses propices aux sports nautiques, son patrimoine forestier riche en faune et en flore offrant des opportunités de chasse et de randonnées, ses monuments historiques tels que les remparts, les Skallas, le musée de sidi Mohamed Ben Abdellah, autant de potentialités qui attirent de plus en plus d'investisseurs étrangers. La province est aussi un lieu de rencontre culturel, folklorique et religieux, tous les ans, la ville d'Essaouira accueille le festival de la musique Gnaoua offrant une ambiance aux rythmes d'une fusion musicale appelant à la paix, la tolérance et au respect du droit à la diversité.

C'est ainsi que durant l'année 2008, 165005 touristes ont visité Essaouira. Il est à signaler que le nombre de touristes ayant séjourné chez les habitants n'est pas moins important.

La capacité d'hébergement à Essaouira est de 2486 chambres contenant 4500 lits répartis entre les hôtels classés et non classés ; résidences touristiques, pensions et auberges. Cette infrastructure va être renforcée par la réalisation de la station de Mogador inscrite dans le cadre du plan Azur. Cette station s'étendra sur une superficie globale de 368 ha et comprendra une capacité totale de 10.600 lits. Le montant d'investissement de ce projet d'envergure s'élève à 427 millions d'euros.

DEUXIEME PARTIE :  
BILAN D'APPROVISIONNEMENT  
EN EAU POTABLE DE  
LA PROVINCE D'ESSAOUIRA

Pour établir un ensemble de cartes thématiques permettant la compréhension plus facile de la répartition spatiale de l'état de la qualité des ressources en eau potable de province Essaouira, a été utilisé le logiciel ArcGis.

### **I-PRESENTATION DE L'ArcGIS: (Source :[www.esrifrance.fr](http://www.esrifrance.fr))**

ArcGIS Desktop comprend une suite d'applications intégrées : ArcCatalog, ArcMap, ArcToolbox et ModelBuilder. En utilisant conjointement ces applications et ces interfaces, on peut effectuer toutes les tâches SIG, de la plus simple à la plus sophistiquée, y compris la cartographie, l'analyse géographique, la gestion des données, la visualisation et le géo traitement.

ArcGIS Desktop est évolutif pour répondre aux besoins de nombreux types d'utilisateurs. Il est disponible à trois niveaux fonctionnels :

- ArcView est un outil SIG complet dédié à l'usage des données, la cartographie et l'analyse.
- ArcEditor permet la création et la mise à jour avancées de données géographiques.
- ArcInfo est un outil SIG bureautique professionnel et complet, qui propose des fonctions SIG complètes et de nombreux outils de géotraitement.

De nouvelles fonctionnalités peuvent être ajoutées à tous les postes de travail par l'intermédiaire d'une série d'extensions ArcGIS Desktop. Les utilisateurs ont également la possibilité de développer leurs propres extensions personnalisées dans ArcGIS Desktop en travaillant avec ArcObjects, la bibliothèque de composants logiciels d'ArcGIS. Ils peuvent développer des extensions et des outils personnalisés à l'aide d'interfaces de programmation Windows standard, telles que Visual Basic® (VB), .NET, Java et Visual C++.

- ArcMap:

ArcMap est l'application charnière d'ArcGIS Desktop pour toutes les tâches associées aux cartes, y compris la cartographie, l'analyse spatiale et la mise à jour. ArcMap est une application complète de création de cartes dans ArcGIS Desktop.

Elle propose deux types de vues cartographiques : une vue données géographiques et une vue mise en page. Dans la vue données géographiques, le travail se fait avec des couches géographiques pour symboliser, analyser et compiler les jeux de données SIG. Une table des matières aide à organiser et à contrôler les propriétés graphiques des couches de données SIG de votre bloc de données. Le mode Données est une fenêtre à l'intérieur de jeux de données SIG quelconques correspondant à une zone particulière. En mode Mise en page, le travail se fait sur des pages de cartes contenant des vues de données géographiques ainsi que d'autres éléments cartographiques, comme des barres d'échelle, des



légendes, des flèches du Nord et des cartes de référence. ArcMap est utilisé pour créer, sur des pages, des cartes à imprimer et à publier.

- ArcCatalog :

L'application ArcCatalog facilite l'organisation et la gestion de toutes les données SIG, telles que les cartes, les globes, les jeux de données, les modèles, les métadonnées et les services.

- naviguer et trouver des informations géographiques,
- enregistrer, afficher et gérer des métadonnées,
- définir, exporter et importer des structures et des modèles de géodatabases, rechercher et découvrir des données SIG sur des réseaux locaux et sur le Web, administrer un serveur ArcGIS.

On peut utiliser ArcCatalog pour organiser, trouver et utiliser les données SIG, mais également documenter les lots de données à l'aide de métadonnées normalisées. Un administrateur de base de données SIG utilise ArcCatalog pour définir et élaborer des géodatabases. Un administrateur de serveur SIG utilise ArcCatalog pour administrer l'infrastructure du serveur SIG.

- Géotraitement avec ArcToolbox:

ArcGIS Desktop propose une infrastructure de géotraitement basée sur des outils qui peut être exécutée de différentes manières, y compris par l'intermédiaire de boîtes de dialogue dans ArcToolbox, de commandes dans la ligne de commande et de fonctions dans des scripts.

ArcToolbox :

ArcToolbox est doté d'un ensemble complet de fonctions de géotraitement, avec des outils permettant :

- la gestion des données,
- la conversion de données,
- Les traitements de couverture,
- l'analyse vectorielle,
- le géocodage,
- l'analyse statistique.

ArcToolbox est incorporé à ArcCatalog et ArcMap et est disponible dans ArcView, ArcEditor et ArcInfo.

A chaque niveau de produit sont associés des outils de géo-traitement supplémentaires. ArcView propose un noyau d'outils de conversion et de chargement des données simples, ainsi que des outils d'analyse fondamentaux.

ArcEditor ajoute quelques outils supplémentaires de création et de chargement de géodatabase et ArcInfo fournit un ensemble complet d'outils de géotraitement consacrés à l'analyse vectorielle, la conversion de données, le chargement de données et le géotraitement de couverture.

ArcView fournit plus de 80 outils dans ArcToolbox, ArcEditor plus de 90 et ArcInfo environ 250.

Bien qu'il soit possible d'accéder aux géotraitements dans ArcView et ArcEditor, ArcInfo constitue le principal poste de géotraitement d'une organisation SIG car il renferme des outils de géotraitement complets permettant d'effectuer des analyses SIG pointues.

D'autres ensembles d'outils de géotraitement sont disponibles par l'intermédiaire d'extensions ArcGIS, comme ArcGIS Spatial Analyst, qui propose jusqu'à 200 outils de modélisation raster et ArcGIS 3D Analyst™, avec environ 44 outils d'analyse de TIN et de terrain. ArcGISGeostatisticalAnalyst propose également des outils de krigeage et d'interpolation de surface.

ArcGIS Desktop est un outil de création et de gestion d'informations destiné aux professionnels SIG. Il existe sous forme de trois logiciels différents, chacun offrant un niveau de fonctionnalité supérieur.

- ArcView offre des outils de cartographie, d'utilisation des données et d'analyse complets, accompagnés de fonctions de mise à jour et de géotraitement simples.
- ArcEditor propose des fonctions de mise à jour avancée pour les fichiers de formes et les géodatabases, en plus de toutes les fonctions d'ArcView.
- Regroupant l'ensemble des fonctions, ArcInfo est le fleuron des applications SIG bureautiques. Tout en reprenant les fonctionnalités d'ArcInfo et d'ArcEditor, il y intègre le géotraitement avancé. Il reprend également les anciennes applications d'ArcInfo Workstation (Arc, ArcPlot™, ArcEdit™, ARC Macro Language [AML™], etc.).

Étant donné qu'ArcView, ArcEditor et ArcInfo partagent la même architecture, les utilisateurs travaillant avec l'un de ces SIG bureautiques peuvent partager leur travail avec d'autres utilisateurs. Il est possible d'accéder aux cartes, symbologies, couches, outils et interfaces personnalisés, rapports, métadonnées, etc. dans les trois produits de façon interchangeable. En outre, les cartes, les données et les métadonnées créées avec ArcGIS Desktop peuvent être partagées par de nombreux utilisateurs par l'intermédiaire de licences ArcReader™ gratuites, d'applications ArcGIS Engine personnalisées et de services SIG avancés sur le Web par le biais d'ArcIMS et du serveur ArcGIS.

## **II- APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DE LA PROVINCE ESSAOUIRA:**

L'alimentation en eau potable (AEP) est l'ensemble des équipements, des services et des actions qui permettent, en partant d'une eau brute, de produire une eau conforme aux normes de potabilité en vigueur, distribuée ensuite aux consommateurs.

On considère quatre étapes distinctes dans cette alimentation :

- prélèvements - captages (eau de surface ou eau souterraine)
- traitement pour potabiliser l'eau
- adduction (transport et stockage)
- distribution au consommateur

L'approvisionnement en eau potable de la province d'Essaouira a connu une nette amélioration depuis l'année 1994, à partir de laquelle l'ONEP a pris en charge ce secteur. L'amélioration est ressentie aussi bien en terme de quantité que de qualité de l'eau desservie.

La présente section porte sur une évaluation de la situation de l'alimentation en eau potable de la province.

Cette évaluation est faite sur la base d'indicateurs liés à la sécurité de l'alimentation et à l'accès à l'eau ainsi que d'indicateurs relatifs à l'état de la production.

### **II.1-Sécurité de l'Alimentation en Eau potable:**

Les ressources en eaux exploitées pour l'AEP de la province d'Essaouira reposent exclusivement sur le captage des eaux souterraines. Ces ressources sont constituées d'un ensemble de 13 puits et 12 forages qui sont implantés dans le domaine de toute la province (Tableau 3 et Figure 6). La capacité de production actuelle est de 153 l/s. Ce débit a été atteint après remise en état des ouvrages réalisés par l'ONEP sous assistance technique du service eau de la province d'Essaouira.

<b>CENTRES</b>	<b>RESSOURCE</b>	<b>DEBIT EQUIPE (l/s)</b>	<b>DEBIT EXPLOITABLE (l/s)</b>
SMIMOU	F. 383/51	8	8
ELHANCHANE	P.1033/52	2	
ELHANCHANE	P. 434/52		
ELHANCHANE	F.1503/42	6	5
ELHANCHANE	<b>Lagdadra</b>		
TALMEST	P.212/43	S	
TALMEST	P 1415/43		
TAMANAR	P.161/51(brute)	4	
TAMANAR	P.163/51(brute)	4	4
TAMANAR	P. 28/51		
TAMANAR	F. 408/51		
TAMANAR	<b>Nouveau Forage</b>		
AIT DAOUD	F. 1863/52		
ESSAOUIRA	P. 252/51	10	
ESSAOUIRA	P. 257/51	9	
ESSAOUIRA	P. 259/51	30	
ESSAOUIRA	P. 260/51	10	
ESSAOUIRA	P. 261/51	6	
ESSAOUIRA	P. 272/51	8	8
ESSAOUIRA	F 346/51	60	60
ESSAOUIRA	F390/51	60	60
ESSAOUIRA	S kSOB.		
ESSAOUIRA	F.1209/52(Meskalla)		
ESSAOUIRA	F.2099/52(Meskalla)		
ESSAOUIRA	F.2098/52(Meskalla)		
Zte Ben Hmida	p1585		
Zte Ben Hmida	F.1221/43	8	8
<b>TOTAL</b>		<b>225</b>	<b>153</b>

Tableau 3: les points d'eau alimentant la province d'Essaouira

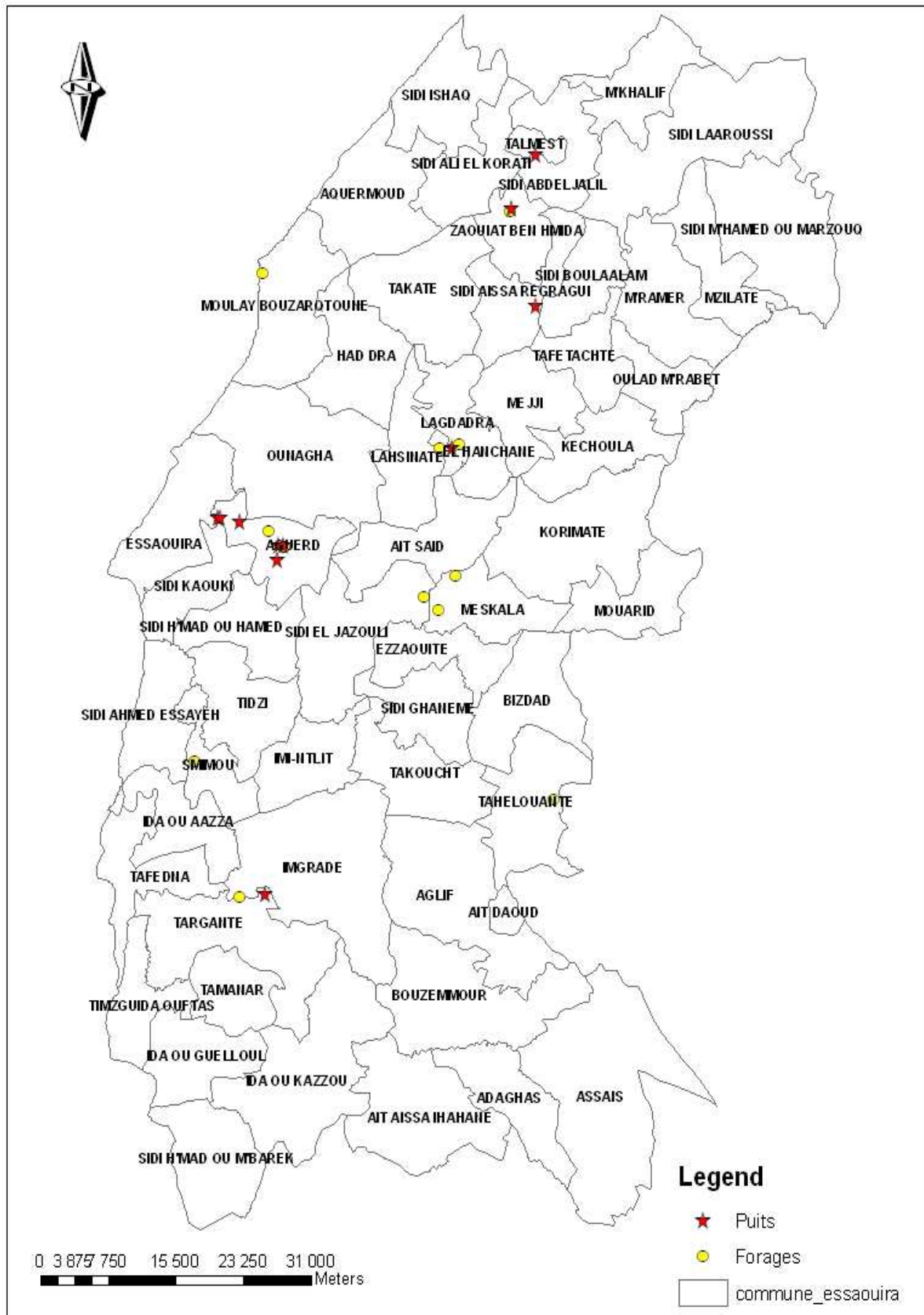


Figure 6: Situation des points d’eau alimentant la province d’Essaouira en eau potable

## II.2-Accès à l'eau :

Ce volet sera examiné en terme de taux de desserte.

**La desserte** : le taux de branchement global en eau potable au niveau de la province Essaouira est de 12% environ, équivalent à 90 douars sur un totale de 764 douars desservies par l'ONEP (Tableau 4 et Figure 7) :

Communes	Nombre des douars desservies par l'ONEP	Taux desserte en eau potable par l'ONEP par commune en % (*)
AIT SAID	4	22
LAGDADRA	6	40
LAHSINATE	6	37
MEJJI	3	25
MOILAY BOUZARQTOUNE	4	33
SIDI AISSA REGRAGUI	5	50
SIDI ALI EL KORATI	4	23
SIDI BOULAALAM	1	8
ZAOUIAT BEN HMIDA	12	100
EZZAOUIITE	2	18
IDA OU AAZZA	5	71
IMGRADE	5	22
SIDI AHMED ESSAYEH	2	18
SIDI HMAD OU HAMED	1	11
SIDI EL JAZOULI	6	30
SIDI KAOUKI	4	66
TAFEDNA	1	10
TAHELOUANTE	5	71
TARGANTE	5	16
AGUERD	9	90

**Tableau 4: Taux de desserte en eau potable par l'ONEP**

(\*)  $TA\% = \left( \frac{\text{Les douars desservies de chaque commune}}{\text{Nombre total des douars de la commune}} \right) * 100$

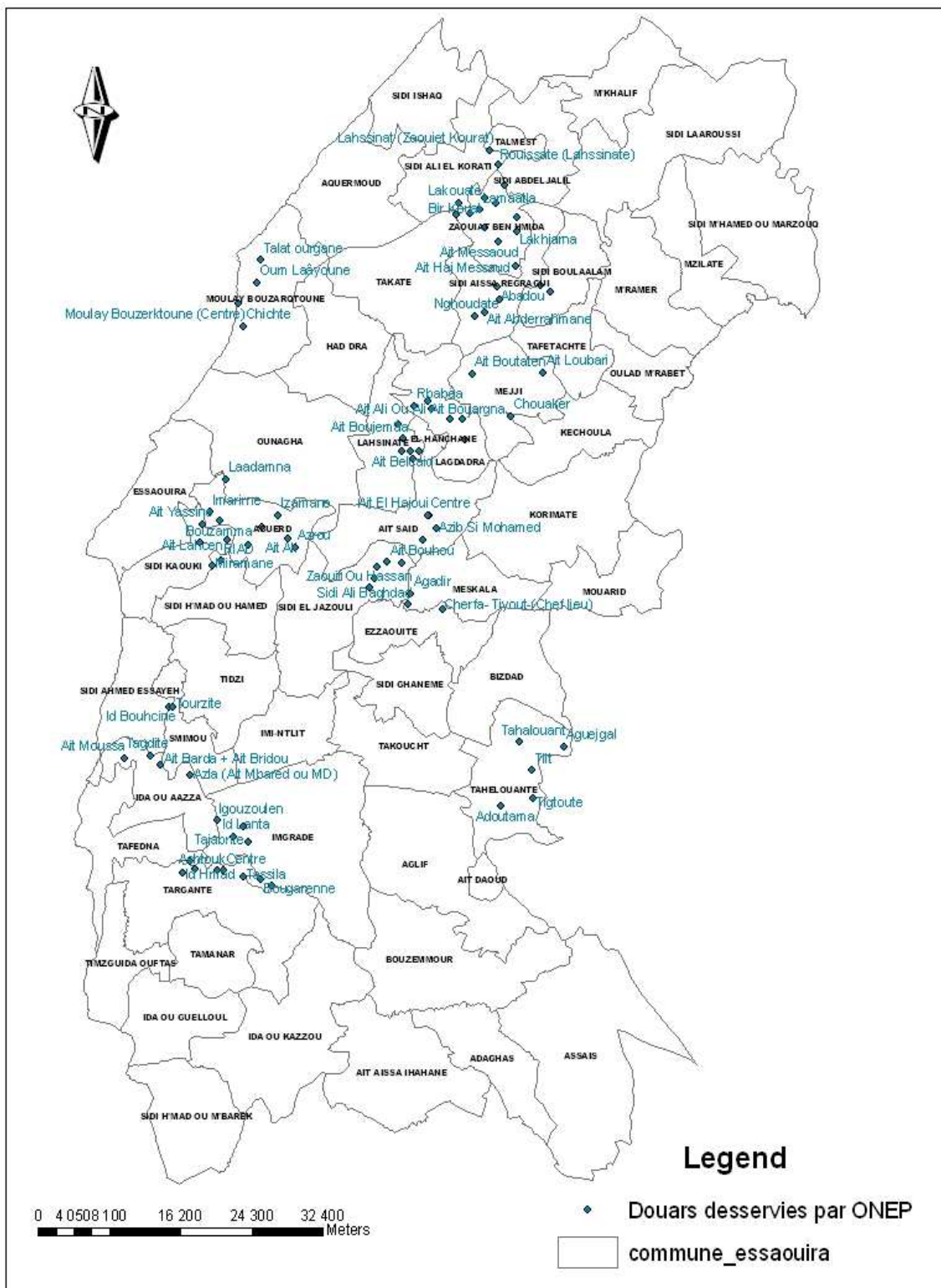


Figure 7 : Situation des douars desservies par ONEP

### II.3- Etat de la production :

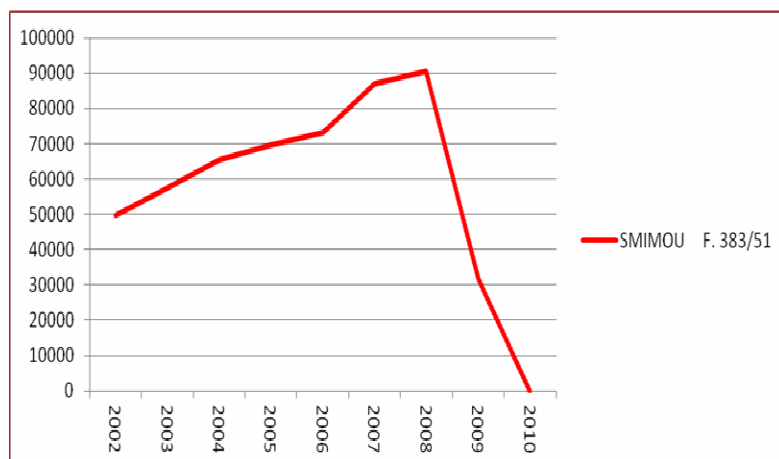
Les tableaux et les graphes qui suivent (Tableau 5 et Figure 8 à 14) montrent l'évolution des productions (en m<sup>3</sup>/an) des points d'eaux alimentant la province d'Essaouira en Eau potable. L'évolution est présentée en volume selon les puits existants dans chaque centre.

L'évolution globale est fortement marquée par les tendances observées au niveau des champs captant qui alimentent la province d'Essaouira, à partir de la nappe de Meskala-Korimate. De façon générale, on observe des débits moyens des productions de 2002 à 2010, avec quelques fluctuations.

CENTRE	Puits	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
SMIMOU	F. 383/51	49616	57367	65554	69661	73303	87128	90493	31605	0
ELHANCHANE	P.1033/52	0	0	0	0	0		51	0	0
	F.1503/42	48409	62564	73925	73365	54950	65039	55646	83881	80278
	Lagdadra							6562	0	0
TALMEST	P.212/43	55372	61817	63596	32938	17950	31252	7117	8879	45272
	P 1415/43				36073	50505	48078	109478	109118	73849
TAMANAR	P.161/51(brute)	83401	117933	31938	0	0	0	15314	110402	83627
	P.163/51(brute)	1565	1729	17897	0	0	0	0		0
	P. 28/51	5756	379	711	0	0	0	0		0
	F. 408/51			49715	100772	92642	109678	65999		0
	Nouveau Forage							31752		0
AIT DAOUD	F. 1863/52						18580	25501	33778	37833
ESSAOUIRA	P. 252/51		0	0	0	0	0	0		
	P. 257/51	32611	0	0	0	0	0	0		
	P. 259/51	348404	392953	433269	447400	506122	618385	574319	511556	530522
	P. 260/51	0	0	0	16331	27790	89506	88792	0	46862
	P. 261/51	101840	108920	84770	84040	67580	34775	38110	45740	50201
	P. 272/51	294270	412155	402820	162540	221420	152376	43810	279880	385330
	F 346/51		490320	1226130	1182450	1219450	1540650	1453190	1302610	1480162
	F390/51		1207640	1159260	1296253	1508290	1575751	1137140	1020125	1272604
	S kSOB.						0	164151	56769	15054
	F.1209/52(Meskalla)						403272	1432941	1325952	1020190
	F.2099/52(Meskalla)						0	936981	1216795	1066410
	F.2098/52(Meskalla)							8239	266364	350370
	Zte Ben Hmida	<b>p1585</b>						33165	36004	44200
F.1221/43					23789	23790	23791	23792	0	0

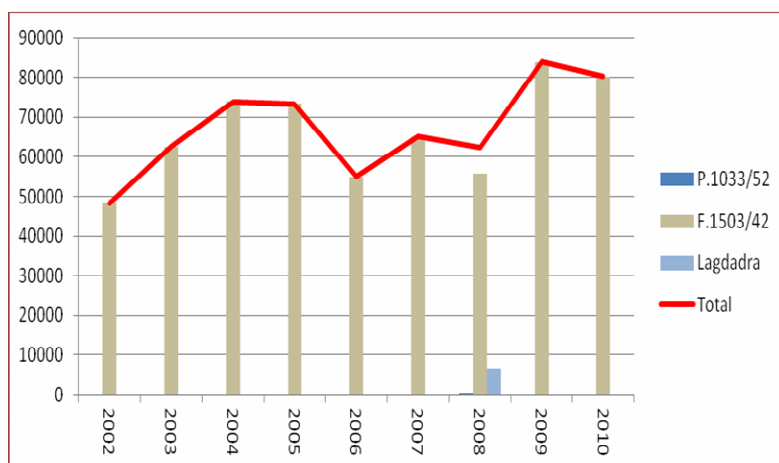
Tableau 5 : Evolution de la production par centre(ABHT, 2009)





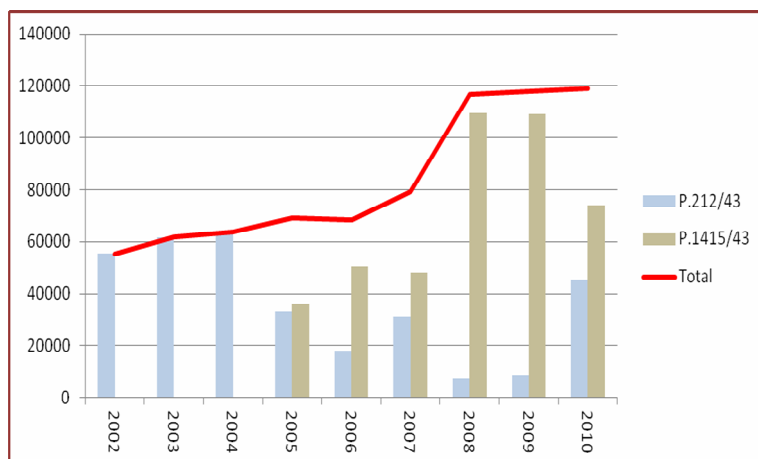
**Figure 8 :** Evolution annuelle de la production du centre SMIMOU

La figure.8 montre que la production du seul forage qui existe au centre SMIMOU a diminué brusquement depuis 2009 jusqu'à qu'elle devienne nulle, donc un arrêt de ce forage. Ceci est du au pompage excessif dans cette zone.



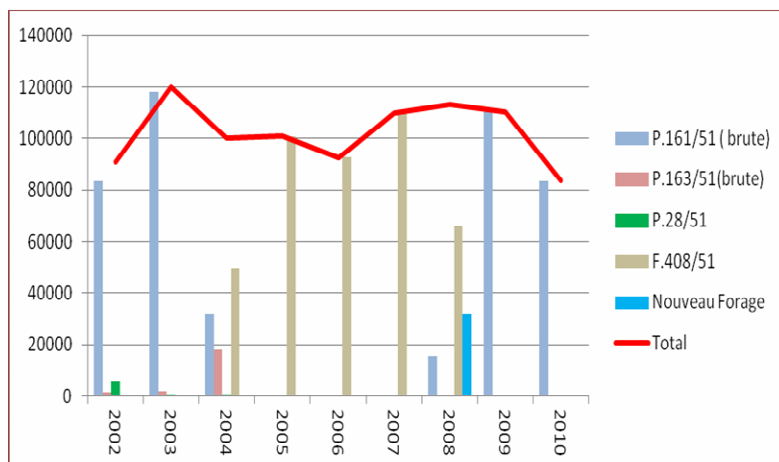
**Figure 9 :** Evolution annuel de la production du centre EL HANCHANE

Les zones de captage de Lagdadra et P.1033/52 n'ont été exploitées que l'année 2008. Appart cette année aucune production n'a été relevé. Cependant le centre El Hanchane s'alimente dès 2002 à partir du forage F.1503/42. D'une façon générale sa production est moyenne. (Figure 9)



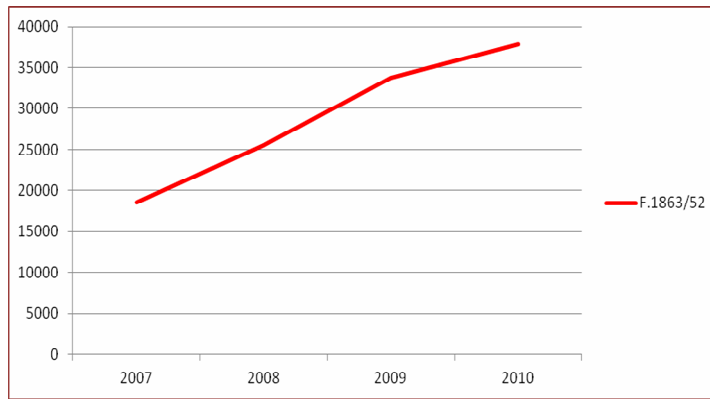
**Figure 10 : Evolution annuelle de la production du centre TALMEST**

La production du centre de Talmest est en évolution importante (Fig.10), cela favorisé par l'exploitation du puits.1415/43 dès l'année 2005, donc un accès suffisant en eau potable de ce centre.



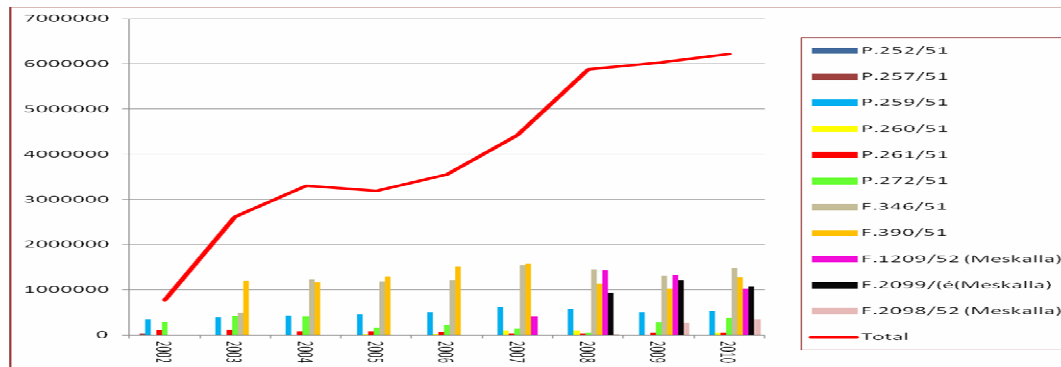
**Figure 11 : Evolution annuelle de la production du centre TAMANAR**

L'évolution annuelle de la production du centre Tamanar est en diminution intense à cause du pompage excessive de cette zone. Actuellement le centre s'alimente à partir d'un seul puits (P.161/51). (Fig.11)



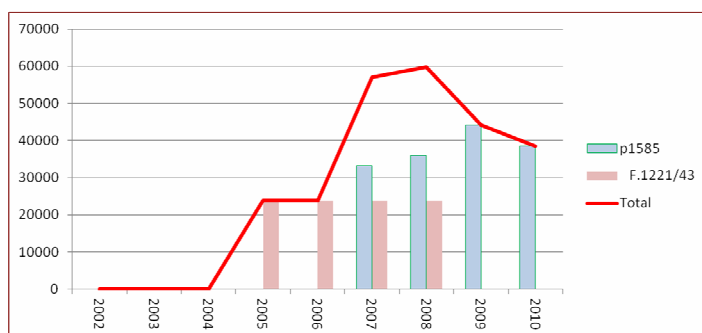
**Figure 12 :** Evolution annuel de la production du centre AIT DAOUD

On a une évolution importante de la production du forage 1863/52 (Fig.12), ce qui signifie une alimentation en eau potable suffisante pour le centre d’AIT DAOUD.



**Figure 13 :** Evolution annuel de la production du centre ESSAOUIRA

D’après la courbe on a une évolution importante de la production grâce à l’existence de plusieurs zones de captage (Fig.13), et elle a été soutenue plus avec la démarche de l’exploitation des nouveaux forages de Meskalla (F.1209/52, F.2099/52, F.2098/52).



**Figure 14 :** Evolution annuel de la production du centre ZAOUIAT BEN HMIDA

Le centre de la Zaouiat Ben Hmida a été desservie dès l’année 2005 à partir du forage 1221/43, puis avec le puits 1585 dès l’année 2007, mais avec le pompage excessive de ces zones de captages, on a une diminution de la production à partir l’année 2009. (Fig.14)

### III-Les autres zones desservies par un SAEP de la province d'Essaouira:

La majorité de la population n'est pas dotée d'eau potable, on site qu'on a 224 douars desservis par un système d'alimentation en eau potable sur un total de 774 douars (soit 28%) (Tableau 7). La dispersion de l'habitat représente de réels obstacles à l'amélioration de l'approvisionnement des populations en eau potable. Pour ses douars équipés, l'approvisionnement en eau potable se fait à partir de 3 sources, 95 puits et 107 forages (Fig.15), malgré que la qualité de l'eau de ces zones de captages reste peu satisfaisante.

COMMUNES	POPULATIONS DESSERVIES PAR UN SAEP	POPULATION TOTALE	Taux d'accès à l'eau potable(%)
AIT SAID	2984	7424	40
LAGDADRA	3346	6878	49
LAHSINATE	2776	5324	52
MEJJI	5464	8912	61
MOULAY BOUZARQTOUNE	2653	5969	44
SIDI AISSA REGRAGUI	3967	7039	56
SIDI ALI EL KORATI	2153	7442	29
SIDI BOULAALAM	4136	7889	52
ZAQUIAT BEN HMIDA	6082	6432	95
EZZAOUITE	4621	7429	62
IDA OU AAZZA	6612	6612	100
IMGRADE	2245	7148	31
SIDI AHMED ESSAYEH	2187	6344	34
SIDI HMAD OU HAMED	3616	5051	72
SIDI EL JAZOULI	4244	7394	57
SIDI KAOUKI	4931	4931	100
TAFEDNA	1467	5272	28
TAHELOUANTE	3752	3752	100
TARGANTE	1879	8370	22
AGUERD	5578	5578	100
AQUERMOUD		10859	0
HAD DRA		1514	0
KECHOULA		2300	0
KORIMATE		4577	0
MESKALA		1060	0
MOUARID		2099	0
MZILATE		2868	0
M'KHALIF		3626	0
M'RAMER		3067	0
SIDI ISHAQ		8703	0
SIDI LAAROUSSI		6646	0
TAKATE		4659	0
ESSAQUIRA		74113	0
EL HANCHANE		4969	0
TALMEST		4380	0
ADAGHAS		1741	0
AIT AISSI IHAHANE		5330	0

BIZDAD		3535	0
BOUZEMMOUR		6227	0
IDDA OU GUELLOUL		6650	0
IDDA OU KAZZOU		5285	0
SIDI H'MAD OU M'BAREK		2981	0
SIDI GHANEME		1559	0
SMIMOU		2170	0
TAKOUCHT		3463	0
TIDZI		2141	0
TIMIZGUIDA OU FTAS		4842	0
AIT DAOUD		2756	0
AGLIF		7859	0
ASSAIS		3229	0
TAFETACHTE		2148	0
SIDI GHANEME		600	0
OULAD M'RABET	3878	3878	100
SIDI M'HAMED OU MARZOUQ	6088	6088	100
ZAQUIAT BEN HMIDA	615	615	100
IMI N'TLIT	4890	4890	100

**Tableau 6 : Demande en eau desservie par un SAEP**

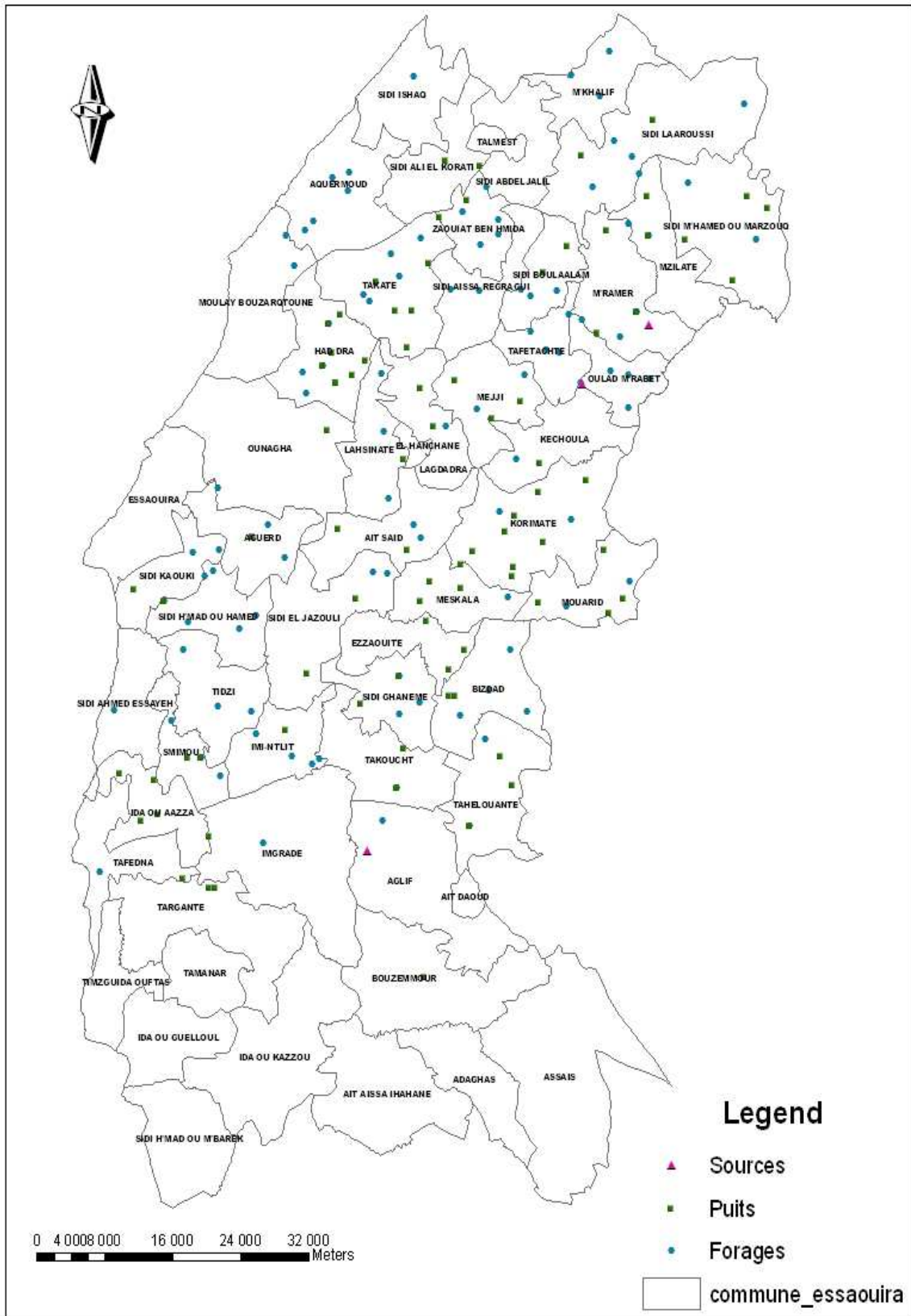


Figure 15:Etat d'alimentation en eau potable

#### **IV-LES LOCALITES NON DESSERVIES PAR UN SAEP DE LA PROVINCE ESSAOUIRA:**

Parmi 362 184 de la population totale de la province d'Essaouira on a 215744 de la population non desservie (60%) (Fig.16); donc la majorité des douars n'est pas dotée d'un réseau d'approvisionnement en eau potable. En effet, les sources naturelles, les puits, les rivières et les métfias, sont les plus utilisées par les populations pour satisfaire leurs besoins en eau, donc il est obligé de savoir la qualité de ses eaux.

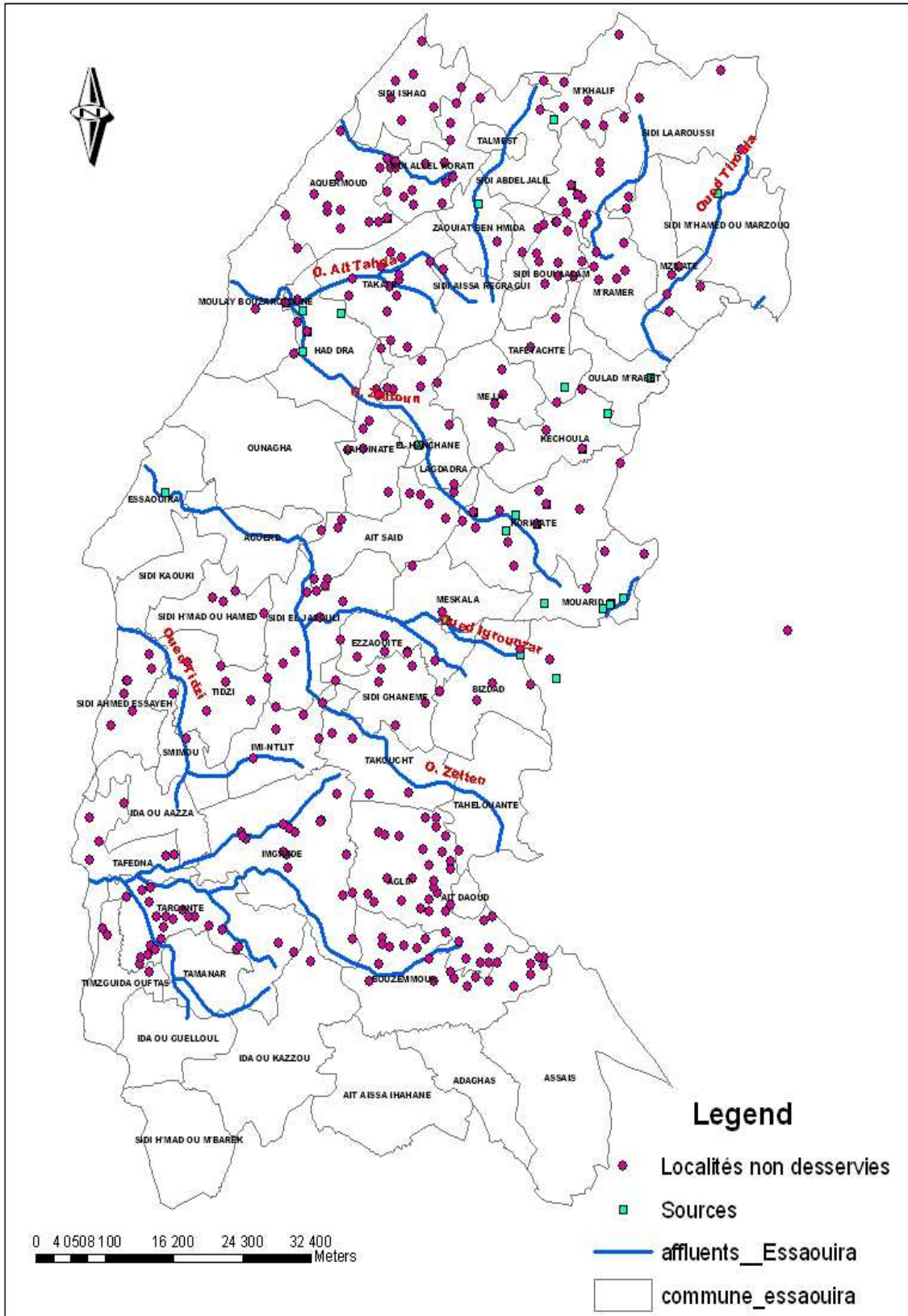


Figure 16: Localités non desservies en eau potable dans la province d’Essaouira



TROISIEME PARTIE :

QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES DESTINES  
A L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE  
DE LA PROVINCE D'ESSAOUIRA

L'appréciation de la qualité des eaux souterraines destinés à l'approvisionnement en eau potable de la province d'Essaouira est faite sur les zones non desservies par un système d'alimentation en eau potable où on a 60% de la population est alimentée par ces eaux, et cette étude est basée sur les paramètres mesurés qui respectent les normes marocaines des eaux souterraines et ces eaux sont enregistrées en Hiver 2009 (période des hautes eaux) et Automne 2009 (période des basses eaux) au niveau de la nappe d'Essaouira.

### **I-RAPPEL DU DECRET N° 2-05-1326 RELATIF AUX EAUX A USAGE ALIMENTAIRE:**

Ce décret est un complément de la loi 10-95 sur l'eau (notamment ses articles 58 à 66), et le décret n° 2-97-787, relatif aux normes de la qualité des eaux et à l'inventaire du degré de pollution des eaux.

Il s'articule sur les normes de qualité de l'eau potable qui doivent être respectées pour assurer la distribution et le ravitaillement en eau potable dans des conditions qui ne nuisent pas à la santé publique.

Le décret exige aussi une surveillance permanente et selon les normes en vigueur de la qualité des eaux à usage alimentaire produites ou distribuées, par les gestionnaires exploitants ou propriétaires des installations de production ou de distribution.

### **II-NORMES MAROCAINES DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES :**

Les ressources en eaux souterraines utilisées pour la production de l'eau potable au Maroc sont de qualité différente selon leurs origines anthropiques qu'elles subissent. Ainsi, l'objectif des producteurs de l'eau potable étant de fournir au consommateur une eau qui ne présente pas de risque pour la santé humaine et qui respecte la norme marocaine relative à la qualité des eaux alimentaires, chaque eau souterraine devra subir un traitement approprié. C'est ainsi que ces normes fixent les exigences auxquelles doit satisfaire la qualité des eaux souterraines utilisées pour la production de l'eau potable pour un niveau de traitement donné.

#### **II.1.Paramètres organoleptiques:**

L'eau ne doit pas présenter de coloration, de trouble, d'odeur et de saveur. Ces paramètres sont les seuls directement accessibles au consommateur.

#### **II.2. Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle de l'eau:**

La température ne doit pas dépasser 25°C, le pH doit être compris entre 6,5 et 9, la teneur en chlorures, sulfates, magnésium, sodium, potassium et aluminium doit être inférieure à des valeurs déterminées (par exemple > 250 mg/l de sulfates). Le résidu sec à 180°C doit être inférieur à 1,5 g/l.

#### **II.3. Paramètres concernant les substances indésirables:**

Des valeurs limites sont fixées pour les nitrates, les nitrites, l'ammoniaque, l'azote Kjeldahl, pour l'H<sub>2</sub>S, les hydrocarbures, les phénols. De plus, des valeurs limites sont arrêtées pour Fe, Mn, Cu, Zn, Ag et le Phosphore. La teneur en Fluor ne doit pas dépasser 1,5 mg/l pour une

température de l'air géographique comprise entre 8°C et 12°C; cette valeur diminue avec l'augmentation de la température.

#### **II.4. Paramètres concernant les substances toxiques:**

Les valeurs limites sont définies pour des toxiques minéraux (arsenic, métaux lourds) et organiques (cyanures, Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques, benzo-pyrènes...)

#### **II.5. Pesticides et produits apparentés:**

Cette rubrique a été ajoutée par le décret du 10 avril 1990. Elle mentionne les insecticides organochlorés persistants, organophosphorés et carbamates, les herbicides, les fongicides, les P.C.B. et P.C.T. Des valeurs limites sont établies pour chaque catégorie. La teneur totale de l'ensemble de ces substances ne doit pas dépasser 0,5 µg/l.

#### **II.6. Paramètres microbiologiques:**

Ce sont les germes indicateurs d'une pollution fécale (coliformes, streptocoques), certains germes pathogènes (salmonelles, staphylocoques, bactériophages fécaux, entérovirus) et des bactéries sulfito-réductrices dont la présence indique une mauvaise filtration. La méthodologie à suivre pour leur dénombrement est indiquée.

En outre, les eaux adoucies ou déminéralisées livrées à la consommation humaine doivent satisfaire à une valeur minimale de dureté et d'alcalinité. Le décret précise également les modalités du contrôle sanitaire, en particulier sa fréquence en fonction de la population desservie. Les eaux minérales ne sont contrôlées que du point de vue microbiologique puisque les paramètres physico-chimiques sont très variables et souvent en dehors des valeurs maximales admises pour les eaux dites potables.

La grille de la qualité des eaux souterraines se base essentiellement sur les paramètres suivants, pour l'appréciation de la qualité de l'eau : paramètres organoleptiques, physico-chimiques, substances indésirables, toxiques bactériologiques et biologiques. Une grille simplifiée est également dressée pour l'évaluation de la qualité globale des eaux souterraines (Tableau 8) comportant cinq paramètres indicateurs de pollution physico-chimique, organique, azotée et bactérienne. Ces paramètres sont :

- La conductivité et les ions chlorures qui renseignent sur la qualité minéralogique des eaux.
- Les nitrates, principal indicateur d'une pollution d'eau souterraine.
- NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : forme réduite de l'azote.
- Matières oxydables.
- Les coliformes fécaux.

Paramètre de qualité	Cond (µs/cm)	Cl- (mg/l)	NO3- (mg/l)	NH4+ (mgNH4+/l)	MO (mgO2/l)	CF (UFC/100ml)
<b>Excellente</b>	<400	<200	<5	≤0,1	<3	≤20
<b>Bonne</b>	400-1300	200-300	5-25	0,1-0,5	3-5	20-2000
<b>Moyenne</b>	1300-2700	300-750	25-50	0,5-2	5-8	2000-20000
<b>Mauvaise</b>	2700-3000	750-1000	50-100	2-8	>8	>20000
<b>Très mauvaise</b>	>3000	>1000	>100	>8	-	-

Tableau8: Grille simplifiée pour les eaux souterraines (Smaij Z. (2010/2011))

### III-QUALITES DES EAUX SOUTERRAINES DE LA PROVINCE D'ESSAOUIRA ET SOURCE DE POLLUTION :

Cette étude consiste à définir la qualité globale des eaux souterraines de province d'Essaouira, à préciser le type de la pollution détériorant la qualité de l'eau, et les paramètres les plus polluants, donc, il est procédé à l'analyse des données disponibles à la l'ABHT, qui sont collectés dans le cadre des campagnes de mesures de la qualité des eaux, réalisées en coordination avec le Laboratoire Public d'Essais et d'Etude (LPEE).

- Dans la zone d'action de l'ABHT pour l'année 2009/2010, l'évaluation de l'état de la qualité des ressources en eau s'est basée sur des campagnes d'analyses de la qualité des ressources en eau. L'appréciation de la qualité des eaux est faite sur la base :
  - ✓ Des paramètres de la qualité physique de l'eau : pH, Conductivité (Cond), et l'Oxygène dissous (O2 dissous).
  - ✓ De la minéralisation des eaux, plus précisément les éléments majeurs : Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
  - ✓ Des paramètres de la grille simplifiée pour les eaux souterraines spécifique à la nature de l'eau.

Dans ce qui suit, j'ai basé sur les données issues de cette étude afin de caractériser la qualité des eaux de la province, et indiquer les sources de pollution de ces eaux.

### III.1-RESULTATS QUALITATIFS DES EAUX SOUTERRAINES :

Le tableau ci-dessous (Tableau 9) résume la qualité des eaux souterraines dans la province d'Essaouira.

Num	Ire	NOM_POINT	Physique	Bactero	minéralisation	Organique	Azotée	Globale	Paramètres_de_Po
52	854	Puits Boujaouabi	Moyenne	Bonne	Moyenne	Bonne	Moyenne	Moyenne	AUCUN
43	621	Puits Sidi Med Ben Said	Moyenne	Bonne	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Mauvaise	Na, NO3
43	612	Puits Zagat Sidi Kanoun	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Mauvaise	Cnd, Na, NO3
52	434	Puits ONEP Hanchane	Moyenne	Bonne	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Mauvaise	SO4, Na, NO3
52	430	Puits Ait Daoud	Moyenne	Bonne	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Mauvaise	NO3
43	412	Puits Sidi Ali Kourati	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Mauvaise	Cnd, SO4, Na, NO3
43	299	Puits Haddada	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Mauvaise	Cnd, SO4, Na, NO3
43	298	Source Tigmijou	Moyenne	Bonne	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Mauvaise	SO4, Na, NO3
51	281	Puits Ait Lachger	Moyenne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	AUCUN
43	261	Puits Laachache	Moyenne	Moyenne	Mauvaise	Bonne	Moyenne	Mauvaise	SO4
61	236	Puits Bouzemourne	Bonne	Bonne	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Mauvaise	NO3
51	149	Puits Tangaro	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Bonne	Bonne	Mauvaise	Cnd, Na, Cl
52	113	Source Ain Rmach	Moyenne	Bonne	Mauvaise	Bonne	Moyenne	Mauvaise	SO4
52	75	Puits Kourimate	Moyenne	Bonne	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Mauvaise	SO4, NO3
51	57	Puits Sidi AbdErrahman	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Mauvaise	Cnd, Na, Cl, NO3
43	54	Source Ain Lahjour	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Mauvaise	Cnd, NO3
60	28	ONEP Tamanar	Mauvaise	Bonne	Mauvaise	Bonne	Bonne	Mauvaise	Cnd, SO4

Tableau9 : Typologie de la qualité des eaux souterraines de la nappe d'Essaouira du Réseau de contrôle de la qualité des eaux dans le bassin hydraulique de Tensift (Smajj Z. (2010/2011))

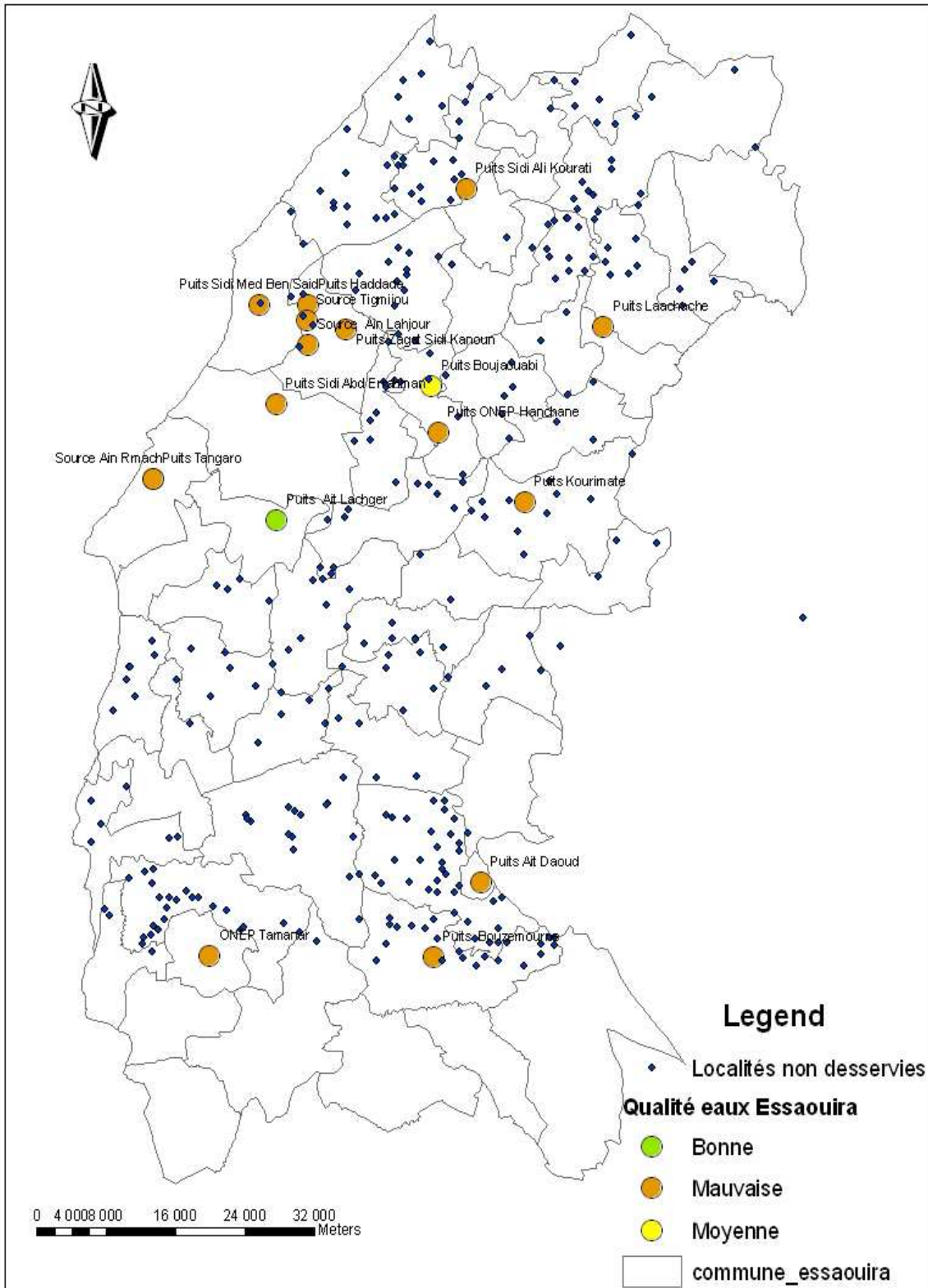


Figure 17 : La qualité globale des eaux souterraines des localités non desservies en eau potable de la province Essaouira

Pour les eaux souterraines de la nappe du bassin d'Essaouira, la qualité des eaux est globalement mauvaise (88% des stations) (Tableau 9 et Fig.17), les points de qualité globale mauvaise sont caractérisés par une minéralisation forte avec une teneur élevée en nitrates et en sodium, et également à cause d'une conductivité élevée, sauf le puits Ait Lachger qui présente une bonne qualité. Et puisqu'on a 60% de population non desservies par SAEP utilise cette eau qui a de mauvaise qualité, donc il va engendrer des risques sur leur santé. Les résultats des analyses effectuées montrent ce qui suit pour les différents paramètres de qualité :

- **Physique :**

La qualité physique est généralement moyenne.

- **Minéralisation :**

La minéralisation des eaux de la nappe est élevée ; près de 80% des puits présentent des valeurs de conductivité électrique supérieures à la valeur de 2700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , (ABHT, 2006).

- **Azotée :**

La qualité azotée est mauvaise, 65% des puits échantillonnés présentent des valeurs supérieures à la valeur de 50 mg/l.

- **Organique et bactériologique :**

La qualité des eaux de cette nappe demeure dégradée presque au niveau de tous les points échantillonnés, bien qu'elle présente une bonne qualité organique et bactériologique.

### **III.2- SOURCES DE POLLUTION :**

#### **III.2.1-Origine domestique :**

La ville et les centres urbains de la province d'Essaouira contribuent largement à la pollution domestique des eaux souterraines. La préfecture d'Essaouira produit environ plus de 6% de ces rejets, et ce pourcentage ne cesse de s'évaluer (figure18).

La consommation d'eau dépend de l'habitat (la consommation par habitant en habitat individuel est généralement de 1,5 fois plus élevée qu'en habitat collectif). L'usage domestique de l'eau potable transforme sa qualité chimique et augmente très fortement les concentrations en matière organique, en matières en suspension, mais aussi en détergents (matières inorganiques azotées et phosphorées), en graisses et quelques métaux lourds. On trouve également la pollution microbienne.

La présence de ces éléments dans les eaux usées sans aucun traitement préalable nuit à la santé et à l'équilibre des milieux récepteurs. (Tableau 10)

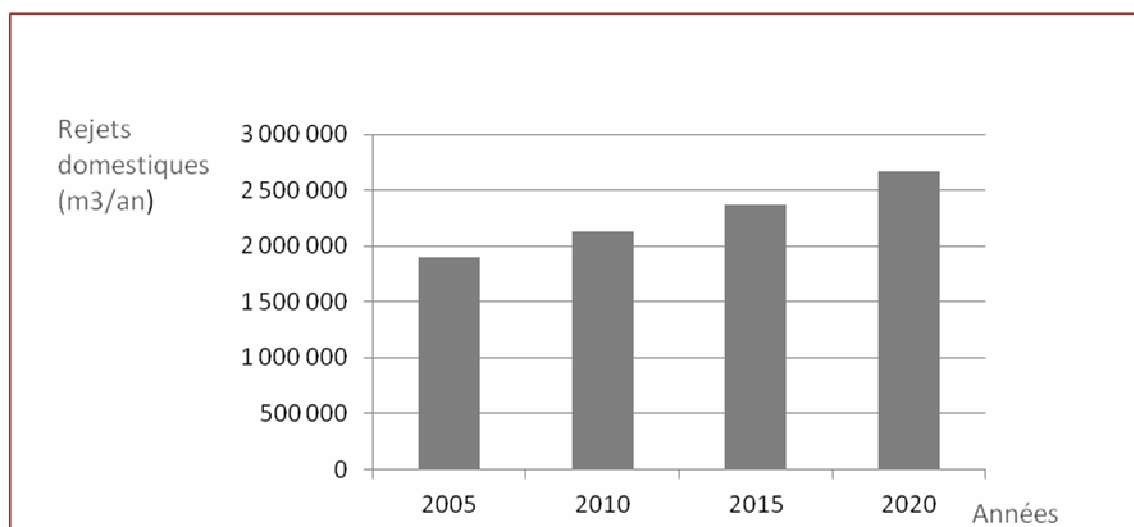


Figure18:Evolution des rejets domestiques d'Essaouira (ABHT, 2009)

Province	Ville ou Centre	Volume d'eau usées (*103 m³/an)	Milieu récepteur	Charge polluante DBO5 (Kg/an)
Essaouira	Ait Daoud	12,00	Sol	3870
	Smimou	7,00	Sol	2242
	Essaouira	1757,00	Mer	514065
	Tamanar	91,00	Oued	29081
	Talmest	30,00	Oued	9851
	El Hanchane	119,00	Oued	38057
	Tafetacht	35,00	Oued	11483

Tableau10 : Pollution domestique de la province d'Essaouira(Water management consulting, 2008)

### III.2.2-Origin industrielle :

La zone d'action de l'ABH de Tensift comporte près de 450 unités industrielles. Les principales industries en activité qui provoquent la pollution et qui contribuent à la charge hydraulique des rejets sont les industries agro-alimentaires (poisson, huilerie) et les industries du cuir.

Les effluents d'origine agro-alimentaire sont caractérisés par une importante charge en matière organique et en azote exprimé en terme de DBO5, de DCO, d'azote total et de phosphore total.

Les débits liquides issus des industries du textile et du cuir, bien que faibles, représentent un danger certain pour le milieu naturel. En effet, ils véhiculent d'importantes quantités de substances toxiques. Les tanneries, par exemple, utilisent et déversent dans les eaux usées des sulfures et du chrome qui sont fortement polluants. Les facteurs de pollution dans ce cas sont les MES, la DBO5, la DCO, le chrome, et les sulfures (Tab.11).



Province	DBO (kg/an)	DCO (kg/an)	MES (kg/an)	Pétrole (kg/an)	Azote (kg/an)
Essaouira	242 909	628 157	3 152 770	1 555 387	111

Tableau11 : Pollution industrielle totale d'Essaouira (état de 2005)

### III.2.3-Origin agricole :

La pollution globale dans la zone d'action de l'ABHT est évaluée à près de 3307 tonnes/an d'Azote, 2823 tonnes/an de Phosphore et 862 tonnes/an de Potassium. (ABHT 2003)

### III.2.4-La décharge :

Les lixiviats, issus des déchets solides, peuvent être entraînés, soit par infiltration ou par ruissellement, vers les nappes souterraines engendrant une pollution physico-chimique, organique et bactériologique des eaux.

La province Essaouira porte une décharge des plus importantes du bassin de Tensift après Marrakech et celle de Safi.

L'ensemble des décharges de la zone d'action de l'agence est non contrôlé. Ainsi, la lixiviation et le lessivage par les eaux pluviales des déchets constituent une source de pollution non négligeable.

## CONCLUSION :

Malgré l'existence d'entités chargées de la coordination en matière environnementale, on constate actuellement que les préoccupations environnementales passent en second plan par rapport aux questions de développement économique. Cette situation pénalise la salubrité des populations rurales et n'offre aucune garantie de durabilité.

En matière de protection de la qualité des eaux souterraines destinées à l'approvisionnement en eau potable, on constate un retard dans l'application des textes réglementaires. De plus, même les textes existant sont souvent dépassés. Dans ce sens, le retard à la mise en place de documents réglementaires en matière d'urbanisme et de développement de la province rend la situation de plus en plus incontrôlable.

En matière de moyens humains et matériels, les communes souffrent de grandes insuffisances qui ne leur permettent pas de s'acquitter convenablement des tâches qui leur incombent en vertu de la charte communale. De plus, les insuffisances en matière d'encadrement et de savoir faire ne permettent pas au personnel de mettre en place les solutions et les techniques appropriées. Un besoin de formation et d'organisation se fait sentir à tous les niveaux.

## SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABHT, 2009 : Etude de la monographie des régions des provinces d'AlHaouz et d'Essaouira
- RESING, 2004 : Monographie locale de la province d'Essaouira, observation National de l'environnement du Maroc
- Smajj Z. (2010/2011) : Topologie de la qualité des ressources en eaux du bassin de Tensift Al-Haouz et cadre juridique de protection et de préservation (Mémoire de fin d'études, Faculté des sciences et techniques Marrakech)
- Water management consulting, 2008 : Monographied'Essaouira
- Etat de la qualité des ressources en eau au Maroc. année 2007; 2008 .

## WEBOGRAPHIE

[www.esrfrance.fr](http://www.esrfrance.fr)

[www.u-picardie.fr](http://www.u-picardie.fr)

<http://dictionnaireenvironnement.fr>