

N°d'ordre



République Algérienne Démocratique et populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et d'Aménagement du Territoire

Département des Sciences de la Terre

Mémoire

Présenté pour l'obtention du grade Master en Géologie

Option : Risque Naturel et Gestion

Thème :

L'impact de L'activité Industrielle de la Zone des Hassi sur les Ressources en Eau.

Présenté par:

Mlle BOUKHERCHA CHAHIRA

Mlle DERKAOUI FATMA

Soutenu le 24-07- 2019, devant le jury composé de:


- | | | |
|--------------------------|-------------------|--------------|
| ➤ M. NADJI Abd elmansour | Université d'Oran | Président |
| ➤ M. FOUKRACHE MOHAMED | Université d'Oran | Encadreur |
| ➤ M. ABLAOUI Halima | Université d'Oran | Examinatrice |

ORAN, 2019.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الْأَرْضِ)

سورة الزمر: 21.



REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions Dieu qui nous a guidés tout au long de notre vie et qui nous a donné la volonté et le courage et patience pour passer tous les moments difficiles.

Nous remercions vont tout d'abord à mon encadreur, Monsieur **FOUKRACHE Mohamed** Professeur à l'Université d'Oran. Pour ses conseils, pour sa compréhension, sa patience, ses observations précieuses et son soutien.

Nous aimerions également exprimer notre gratitude à Monsieur **NADJI Abd elmansour** professeur à l'université d'Oran, pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury. Je le remercie également pour ses discussions utiles et fructueuses et ses conseils précieux, ses efforts et sa fatigue avec nous.

Nous remercions vivement Mademoiselle **ABLAOUI HALIMA**, pour avoir consenti à faire partie du jury de ce travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à nos parents et à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes



Dédicace

Je dédie ce mémoire

A mes chers parents ma mère et mon père

**Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs
encouragements**

A mes frères, leurs femmes et leurs enfants

A mes sœurs, leurs maris et leurs enfants

A mes amies Fatima, Aicha, Hanane, Assia, Halima

A BOURBABA Lakhdar

**Sons oublié tout les professeurs que ce soit de primaire
du moyen du secondaire ou de
l'enseignement supérieur**

BOUKHERCHA





Dédicace

C'est avec un grand plaisir et une grande joie que je dédie ce
modeste travail

A Ma mère qui m'a donné la force et m'a poussé et encouragé pour
et qui a tenu à ce succès tout au long de la période d'étude;

A mon père après tout les efforts qui a faits et qu'il fait encore
et toujours pour le bien de notre famille ; Je leur souhaite une
longue et joyeuse vie.

A mes frères et sœurs et leur enfants Haroun, Maroun, Anfel, et
Meriem à tout la famille DERKAOUI

A tous les amis de l'université 2 Mohamed Ben Ahmed à mes
amis, Chahira, Aicha, Assia à mes camarades de Master
Risques naturels et gestion.

A la fin je dédie chaleureusement tous enseignants de
l'université de Mohamed

DERKAOUI



Résumé

Résumé

La diversité des secteurs d'activité joue un rôle important dans l'économie nationale, qui a de graves conséquences sociales et environnementales, en particulier sur les ressources en eau.

La plaine des Hassis, est caractérisée par des activités industrielles importantes ; principalement celle de Hassi Ameer qui est une grande zone industrielle dans le plateau des Hassis ; à l'Est de la ville d'Oran. Un ensemble "Astien- Calabrien", parfois indifférencié, formé de grès astiens surmontés de grès lumachelliques et grès jaunes du "Calabrien", constitue le principal réservoir aquifère de la région.

On peut citer aussi l'exploitation du gypse au niveau de la carrière de Sidi Boutbal, sise à 24 km à l'Est de la ville d'Oran. Le gisement de gypse d'âge Mesenien constituant l'ossature des monticules encadrent la zone des Hassis exploitée par l'entreprise Knauf, est utilisé pour la production de plâtre.

Le rejet des eaux industriel et des eaux usées notamment celle de la zone de Hassi Ameer montre que ces eaux sont toutes chargées en matière organique non biodégradable qui dépasse les normes algériennes et mondiales, ce qui confirme une certaine. Ces eaux drainées vers le lac de Télamine par un canal à ciel ouvert.

Ainsi, les eaux usées rejetées par la zone industrielle de Hassi Ameer auront un impact négatif sur le plan d'eau de surface du lac Télamine dont les eaux manifestant une forte pollution. L'état de la qualité des eaux a été apprécié à travers l'étude des paramètres indicateurs de pollution bactériologique et minérale des eaux prélevées, dans la partie occidentale de l'agglomération oranaise ainsi que la teneur en éléments mineurs de certains métaux lourds.

Il s'avère que cette région des Hassis est une zone humide très fragile, recevant de grands volumes de rejets de nature industrielle et domestique; nécessitant ainsi une protection vigilante de la ressource en eau souterraine et de surface.

Mots clés : les ressource en eau ; les activités industrielles ; la plaine des Hassi, Oran, lac Télamine , indicateurs de pollution.

يؤدي تنوع الصناعات دورا هاما في الاقتصاد الوطني، الذي تترتب عليه عواقب اجتماعية وبيئية خطيرة، ولا سيما على الموارد المائية.

يتميز سهل الحاسي بأنشطة صناعية هامة خاصة حاسي عامر و هي منطقة صناعية كبيرة في هضبة الحاسي؛ شرق مدينة وهران. هو مجموعة "استيان كالابريان" غير متميزة أحيانا وتتألف من الحجر الرملي الستيني يعلوه الحجر الرملي الصديفي والحجر الرملي الأصفر الكالابرياني و الممثل لطبقة المياه الجوفية الرئيسية في المنطقة.

ويمكننا أن نذكر استغلال الجبس على مستوى محجر سيدي بوتبال، التي تقع على بعد 24 كيلومترا شرق مدينة وهران. وتستخدم رواسب الجبس التي تعود إلى العصر الميلاني، والتي تشكل العمود الفقري للتلال، منطقة هاسي التي تديرها شركة كناوف، لإنتاج الجص.

إن إطلاق المياه الصناعية ومياه الصرف الصحي، وخاصة من منطقة حاسي عامر، يبين أن هذه المياه كلها محملة بمادة عضوية غير قابلة للتحلل البيولوجي تتجاوز المعايير الجزائرية والعالمية، مما يؤكد بعض اليقين. هذه المياه استنزفت إلى بحيرة تيلامين من خلال قناة مفتوحة.

وبالتالي، فإن مياه الصرف الصحي التي تفرغها منطقة حاسي عامر الصناعية سيكون لها أثر سلبي على جسم المياه السطحية لبحيرة تلامين، التي تلوثت مياهها بشدة. تم تقييم حالة نوعية المياه من خلال دراسة معايير التلوث البكتريولوجي والمعدني للمياه التي تم جمعها، في الجزء الغربي من التجمع الوهراني، فضلا عن المحتوى الطفيف لبعض المعادن الثقيلة.

وتبين أن هذه المنطقة هي أرض رطبة هشة جدا، وتتلقى كميات كبيرة من التصريفات الصناعية والمنزلية؛ مما يتطلب حماية يقظة لموارد المياه الجوفية والمياه السطحية.

الكلمات الرئيسية: الموارد المائية الأنشطة الصناعية؛ سهل الحاسي، وهران، بحيرة تلامين، مؤشرات التلوث.

Table des matières

<i>Remerciements</i>	
<i>Dédicace</i>	
<i>Résumé</i>	
<i>Table des matières</i>	
<i>Liste des Figures</i>	
<i>Liste des tableaux</i>	
<i>Annexes</i>	
<i>Références bibliographiques</i>	
<i>Introduction générale</i>	1
Chapitre I	
<i>Aspects du milieu physique de la zone des Hassis</i>	
<i>I.1. Situation géographique</i>	3
<i>I.2. Aspect géomorphologique</i>	4
<i>I.2.1. Aspect topographique</i>	4
<i>I.2.2. Le réseau hydrographique</i>	4
<i>I.3. Cadre climatologique</i>	5
<i>I.3.1. Etude des précipitations</i>	5
<i>I.3.1.1. Précipitations moyennes mensuelles</i>	5
<i>I.3.2. Etude des Températures</i>	7
<i>I.3.2.1. Températures moyennes mensuelles</i>	7
<i>I.4. Cadre géologique</i>	8
<i>I.4.1. Cadre géologique général</i>	8
<i>I.4.2. Litho stratigraphie de la région étudiée</i>	10
<i>I.4.2.1. Les formations anté-nappes</i>	11
<i>a. Permo-trias</i>	11
<i>b. Jurassique</i>	11
<i>c. Le Crétacé</i>	11

Table des matières

<i>I.4.2.2. Les formations Poste-nappes.....</i>	<i>11</i>
<i>a. Le miocène.....</i>	<i>11</i>
<i>b. Le pliocène.....</i>	<i>11</i>
<i>c. Le plio-pléistocène "Calabrien".....</i>	<i>12</i>
<i>d. Le pleisto-Holocène.....</i>	<i>12</i>
<i>I.4.3. Contexte Tectonique et structural.....</i>	<i>14</i>
<i>I.5. Cadre Hydrogéologique.....</i>	<i>16</i>
<i>I.5.1. Identification des aquifères.....</i>	<i>16</i>
<i>1. Aquifère du Plio-Quaternaire.....</i>	<i>16</i>
<i>2. Aquifère des calcaires dolomitiques du Lias.....</i>	<i>17</i>
<i>I.5.2. Etude piézométrique.....</i>	<i>17</i>
<i>I.5.3. Paramètres Hydrodynamique.....</i>	<i>19</i>
<i>1. La transmissivité.....</i>	<i>20</i>
<i>2. La perméabilité.....</i>	<i>20</i>
<i>I.5.4. L'étude Hydro chimique.....</i>	<i>20</i>
<i>I.5.4.1. Etude des paramètres physiques.....</i>	<i>22</i>
<i>a. Le potentiel d'hydrogène (pH).....</i>	<i>22</i>
<i>b. La température.....</i>	<i>22</i>
<i>I.5.4.2. Etude des paramètres chimiques.....</i>	<i>23</i>
<i>a. La minéralisation.....</i>	<i>23</i>
<i>Conclusion.....</i>	<i>25</i>

Chapitre II

Développement des activités industrielles dans la zone des Hassis

<i>Introduction.....</i>	<i>26</i>
I. Les activités industrielles dans la zone des Hassis.....	27
I.1. La zone industrielle Hassi Aneur.....	27

Table des matières

I.1.1. Localisation de la zone.....	27
I.1.2. Historique de la zone industrielle.....	27
I.1.3. <i>L'évolution des activités industrielles</i>	28
I.2. Entreprise knauf plâtres.....	29
I.2.1. Plâtrière.....	30
I.2.2. La carrière de Sidi Boutbal.....	30
1.gypse.....	32
2. L'alternance marno-gréseuse.....	33
3. Calcaire Lumachellique.....	34
4. L'argile rouge conglomératique.....	35
I.2.3. Système d'exploitation.....	35
I.2.4. Organisation des travaux.....	36
I.2.4.1. Travaux d'extraction.....	36
a. Foration.....	36
b. Tir a l'explosif.....	36
c. Débitage secondaire.....	38
d. Chargement et transport.....	38
e. Le concassage.....	39
II. Les ressources en eau dans la zone des Hassi.....	39
II.1. Le lac de Télamine.....	40
II.1.1. Caractéristiques physico-chimiques des eaux du lac Télamine.....	41
II.1.1.1. Paramètres physiques.....	42
a. Température.....	42
b. pH	42
c. La conductivité électrique.....	42

Table des matières

<i>II.1.1.2. Paramètres Chimiques</i>	43
<i>A. Balance ionique</i>	43
<i>A.1. Les éléments majeurs</i>	43
<i>1-Le calcium (Ca)</i>	43
<i>2-Magnésium (Mg)</i>	43
<i>3-Le sodium et le potassium (Na) (K)</i>	43
<i>A.2. Anions</i>	44
<i>1-Les bicarbonates (HCO₃⁻)</i>	44
<i>2-Les sulfates (SO₄²⁻)</i>	44
<i>3-Les chlorures (Cl⁻)</i>	44
<i>4-Nitrates (NO₃⁻)</i>	44
<i>Conclusion</i>	45

Chapitre III

Indices de pollution et impact sur les ressources en eau

<i>Introduction</i>	46
<i>I.1. Définition de la pollution de l'eau</i>	47
<i>I.2. Origine de la pollution</i>	47
<i>I.2.1. La pollution d'origine urbaine</i>	47
<i>I.2.2. Pollution d'origine agricole</i>	47
<i>I.2.3. Pollution d'origine industrielle</i>	48
<i>II. Impacts de l'exploitation de gypse sur les ressources en eau</i>	48
<i>II.1. Le drainage d'acide minier et la lixiviation des contaminants</i>	49
<i>II.2. L'érosion des sols et des déchets miniers dans les eaux de surface</i>	50
<i>III.1. Origine de la pollution du lac Têlamine</i>	51
<i>III.1.1. Eaux usées</i>	51

Table des matières

<i>III.1.1.1. Le réseau d'assainissement industriel et urbain.....</i>	<i>51</i>
<i>III.1.1.2. Volume des eaux usées rejetées.....</i>	<i>53</i>
<i>III.1.2. Déchets solides urbains.....</i>	<i>53</i>
<i>III.1.2.1. Production des déchets solides.....</i>	<i>55</i>
<i>III.1.3. Diagnostic du site de la décharge sauvage.....</i>	<i>56</i>
<i>III.2. Analyse des éléments indicateurs de pollution dans le lac Télémine.....</i>	<i>58</i>
<i>III.2.1. Paramètres de pollution organique.....</i>	<i>59</i>
<i>a- Les matières en suspension (M.E.S).....</i>	<i>59</i>
<i>b-Demande biochimique en oxygène (DBO5).....</i>	<i>59</i>
<i>c-Demande chimique en oxygène (DCO).....</i>	<i>59</i>
<i>III.2.2. Paramètres de pollution azotée.....</i>	<i>59</i>
<i>a-Ammonium (NH₄⁺).....</i>	<i>59</i>
<i>b- Les nitrates (NO₃⁻).....</i>	<i>59</i>
<i>c- Les nitrites (NO₂).....</i>	<i>59</i>
<i>III.2.3.Le phosphore.....</i>	<i>59</i>
<i>III.2.4.Le rapport DCO/DBO.....</i>	<i>60</i>
<i>III.2.5. Paramètres indésirables (Fe, Mn, Cr).....</i>	<i>60</i>
<i>a- Le Fer (Fe).....</i>	<i>60</i>
<i>b- Le Manganèse(Mn).....</i>	<i>60</i>
<i>e- Chrome.....</i>	<i>60</i>
<i>III.3. L'indice de pollution organique (IPO).....</i>	<i>60</i>
<i>IV. Etude de la pollution dans la plaine des Hassis.....</i>	<i>62</i>
<i>IV.1. Analyse des éléments indicateurs de pollution dans la plaine des Hassis..</i>	<i>62</i>
<i>IV.1.1. Les éléments nutritifs.....</i>	<i>64</i>
<i>a. les nitrates.....</i>	<i>64</i>

Table des matières

<i>b. Les nitrites</i>	65
<i>c. L'ammonium</i>	65
<i>d. Les phosphates</i>	66
<i>IV.1.2. Les matières organiques acides</i>	66
<i>IV.1.3. Les matières en suspension</i>	66
<i>IV.1.4. La silice</i>	66
<i>IV.1.5. Les micropolluants minéraux "les métaux lourds"</i>	66
<i>IV.1.5.1. Discussion et interprétation des résultats</i>	66
<i>a. Le Cadmium</i>	67
<i>b. Le Chrome</i>	67
<i>c. Le Cobalt</i>	67
<i>d. Le Cuivre</i>	67
<i>e. Le Manganèse</i>	67
<i>f. Le Fer</i>	68
<i>g. Le Plomb</i>	68
<i>h. Le Zinc</i>	68
<i>Conclusion</i>	69
<i>Conclusion générale</i>	70
<i>I. Recommandations pour la prévention des risques industriels</i>	72
<i>I.1. l'action de protection de l'environnement naturel</i>	72
<i>I.2. Recommandation</i>	73

Liste des figures

Liste des figures

<i>Figure. n°01: Localisation géographique de région d'étude (extrait de la carte topographique 1/500.000)</i>	<u>3</u>
<i>Figure. n°02 : Réseau hydrographique de la région de Gdyl. (Modifier)(M. Hadjaj, 2018).....</i>	<u>4</u>
<i>Figure n°03: précipitations moyennes mensuelles à la station Es-Sénia et Arzew (1990-2008)</i>	<u>06</u>
<i>Figure n°04: Températures moyennes mensuelles à la station Es-Sénia et Arzew (1990-2008)</i>	<u>07</u>
<i>Figure. n°05 : Log Géologique Synthétique de la région d'Oran (Hassani M.I., 1987)</i>	<u>9</u>
<i>Figure. n°06: Carte géologique de la région d'Arzew (d'après B.Frenet, 1954)</i>	<u>13</u>
<i>Figure. n°07: Schéma structural de l'Oranie (B.Fenet, 1975)</i>	<u>14</u>
<i>Figure. n°08: Ecroché géologique de la région de Gdyl (Y.Gourinard, 1957)</i>	<u>15</u>
<i>Figure. n°09: Coupes montrant les relations entre les niveaux aquifères. Echelle: 1/50000 (M. Foukrache)</i>	<u>18</u>
<i>Figure n° 10 : Carte piézométrique du secteur d'étude (24-25 février 2012) (M. Boubkeri, 2013)</i>	<u>19</u>
<i>Figure n° 11 : Carte de situation des points de prélèvement (M. Boubkeri, 2013)</i>	<u>21</u>
<i>Figure n° 12 : Carte d'isovaleurs de minéralisation (mg/l) des eaux du secteur d'étude. (M. Boubkeri, 2013)</i>	<u>23</u>
<i>Photo n°1 : Vue aérienne de la zone industrielle de Hassi Aneur (2012)</i>	<u>27</u>
<i>Photo n°2 : une partie de l'usine de plâtre Knauf</i>	<u>30</u>
<i>Figure n°13 : localisation de la carrière (extrait de la carte topographique de Gdyl 1/50000)</i>	<u>31</u>
<i>Figure n°14: Coupe géologique de la carrière de Sidi Boutbal – Fleurus</i>	<u>32</u>
<i>Photo n°03: limite supérieur de la formation du gypse</i>	<u>33</u>
<i>Photo n°04: Gypse grisâtre macro-cristallin en fer de lance.</i>	<u>33</u>

Liste des figures

<i>Photo n°05 : la formation marno-gréseuse.</i>	<u>34</u>
<i>Photo n°06 : Calcaire lumachellique (les lamellibranches sont plus ou moins silicifiés).</i>	<u>34</u>
<i>Photo n°07: la formation des argiles rouges conglomératiques.</i>	<u>35</u>
<i>Photo n°08 : les différents explosifs utilisés pour abattre le gypse. (A : la Marmanit, B : la Gélanit, C : l'Anfomil)</i>	<u>37</u>
<i>Photo n°09 :le remplissage des trous de mine avec l'anfomil et la marmanite.</i>	<u>37</u>
<i>Photo n°10 : La chargeuse des blocs de gypse.</i>	<u>38</u>
<i>Figure n°15 : le résumé d'un circuit de concassage à l'usine.</i>	<u>39</u>
<i>Figure n°16: Situation géographique du Lac Télamine (M. HADJAJ, 2018).</i>	<u>41</u>
<i>Figure n°17: Localisation des lieux des prélèvements (extrait de la carte topographique de Gdyel 1/50000).</i>	<u>42</u>
<i>Photo n°11: Remontée des eaux d'une nappe phréatique d'eau saumâtre.</i>	<u>49</u>
<i>Photo n°12: Canal du réseau d'assainissement (Hassi Ameer vers le lac Télamine).</i>	<u>53</u>
<i>Figure. n°18: Quantités des déchets générés par commune.</i>	<u>56</u>
<i>Photo n°13: La décharge sauvage du lac Télamine (Commune de Gdyel).</i>	<u>57</u>
<i>Photo n°14 : Rejet à ciel ouvert de Gdyel vers le lac de Télamine.</i>	<u>57</u>
<i>Figure n°19: Carte des teneurs en nitrates (mg/l). (M. Boubkri. 2013).</i>	<u>65</u>
<i>Figure n°20: Carte des teneurs en Manganèse (mg/l) (M. Boubkri. 2013).</i>	<u>68</u>

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des tableaux

<i>Tableau n°01 : coordonnées des les stations climatologiques d'Es-Sénia et Arzew (1990-2008).....</i>	<i>5</i>
<i>Tableau n°02: précipitation moyennes mensuelles des deux stations (1990-2008).....</i>	<i>5</i>
<i>Tableau n° 03 : Températures moyennes mensuelles de deux stations (1990-2008).....</i>	<i>7</i>
<i>Tableau n°04 : Résultats de mesures de perméabilité des niveaux aquifères du plateau Oran-Bir El Djir (AGEP/Sogreah, 1984).....</i>	<i>20</i>
<i>Tableau n° 05 : Présentation des résultats de l'analyse physico-chimique des eaux.....</i>	<i>21</i>
<i>Tableau n°06 : Plage de valeurs du titre hydrotimétrique.....</i>	<i>24</i>
<i>Tableau n°07 : Valeurs de TH calculés.....</i>	<i>24</i>
<i>Tableau n°08 : répartition des unités selon le type d'activités en 2005.....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau n°09: les caractéristiques des quatre niveaux d'exploitation.....</i>	<i>36</i>
<i>Tableau n°10: Relation conductivités - minéralisations des eaux.....</i>	<i>43</i>
<i>Tableau n°11 : Résultats des analyses des cations des eaux de surface.....</i>	<i>43</i>
<i>Tableau n°12 : Résultats des analyses des anions des eaux de surface.....</i>	<i>44</i>
<i>Tableau n°13: Le taux de raccordement, les rejets et le milieu récepteur de la région de Gdyel.....</i>	<i>52</i>
<i>Tableau n°14: débit des eaux usées dans la région de Gdyel.....</i>	<i>54</i>
<i>Tableau n°15: La quantité des déchets solides produits dans la région d'étude.....</i>	<i>55</i>
<i>Tableau. n°16: Résultats d'analyses des éléments indicateurs de pollution.....</i>	<i>58</i>
<i>Tableau. n°17 : Grille de la qualité (IPO).....</i>	<i>61</i>
<i>Tableau. n°18 : Indice de pollution organique (IPO) de lac Télamine.....</i>	<i>61</i>
<i>Tableau n°19 : Résultats des analyses des éléments indicateurs de pollution (mg/l).....</i>	<i>63</i>
<i>Tableau n°20 : Seuils de classes de qualité pour les nitrates.....</i>	<i>64</i>

Liste des tableaux

Introduction Générale

Introduction Générale

Introduction générale

Les eaux souterraines sont la source d'eau douce la plus importante au monde, représentant 97% des réserves d'eau douce disponible de la planète. Dans une grande partie de la région méditerranéenne, cette ressource est de plus en plus polluée par les activités humaines, mettant ainsi en danger certaines nappes phréatiques et compromettant le rôle des eaux souterraines comme ressource pour les générations futures.

Ces eaux souvent menacées par la contamination par des polluants de diverse source et nature : physique, chimique ou biologique, et plus particulièrement les activités industrielles, lesquelles présentent des risques qui ne sont pas récents puisque leur apparition coïncide avec la révolution industrielle.

Les méthodes traditionnelles d'évaluation des risques industriels, basée seulement sur des cadres économiques, se sont révélées incomplètes parce qu'elles sont presque toujours limitées aux analyses de coûts et de bénéfices, sans tenir compte de l'espace naturel. Une sensibilisation accrue à la dégradation de cet espace doit conduire les pouvoirs publics à prêter de plus en plus d'attention aux conséquences écologiques et environnementales qui découlent des activités industrielles. De même la connaissance et l'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines exposées aux risques industriels constituent une étape essentielle à une meilleure prise en compte des phénomènes destructeurs.

Dans cette perspective, l'objectif principal de cette étude est de mettre en valeur l'impact des risques industriels sur les ressources en eau dans la zone des Hassi (Hassi Bounif, Hassi Ameer, Hassi Ben Okba) à l'Est de la ville d'Oran. En effet, la plaine des Hassi encadrant le lac Telamine, recèle un ensemble aquifère multicouche, de nature libre, dont les eaux souterraines sont fortement susceptibles d'être affecté par les activités industrielles en surface.

Plus en détails, le plan de ce mémoire est présenté en trois chapitres :

Le premier chapitre présente le cadre physique de la zone d'étude, cette partie comporte les caractéristiques morphologiques, climatiques, géologiques et hydrogéologiques de cette zone.

Le deuxième chapitre, est basé sur le développement de l'activité industrielle dans la zone des Hassi, représentée essentiellement par celle de Hassi Ameer et l'entreprise KNAUF d'exploitation de gypse dans la carrière de Sidi Boutbal. Le volet a été complété par une présentation des caractéristiques physico-chimiques des eaux superficielles du lac Télamine qui sont en relation intime avec la nappe phréatique bordant le plan d'eau de surface.

Introduction Générale

Le troisième chapitre, a été consacré à l'estimation des indicateurs de pollution et l'appréciation de l'impact des activités industrielles sur les ressources en eau de la plaine bordière du lac Télémine; ainsi que l'impact de l'exploitation du gypse au niveau de la carrière longeant le lac.

Chapitre

Les aspects du milieu physique de la zone des Hassis

I.1. Situation géographique (figure 01)

La plaine des Hassi située à 15 km à l'Est d'Oran, occupe la partie occidentale du plateau des Hassi. Elle s'inscrit dans la région des piémonts d'Arzew, qui est constituée par la dépression des Hassi et le lac Telamine, et couvre une superficie de 400 km². Cette plaine est orientée WSW – ENE ; elle longe la route nationale (RN) 11 Oran - Arzew, et elle est bordée :

- Au Nord, par les Monts de Gdyel et d'Arzew ;
- A l'Ouest, les bordures du plateau sont imprécises, traduisant une certaine continuité avec le plateau d'Oran-Bir-El Djir.
- Au Sud, par Boufatis (le vallonement du Mangin St-Louis)
- A l'Est, par Bethioua.

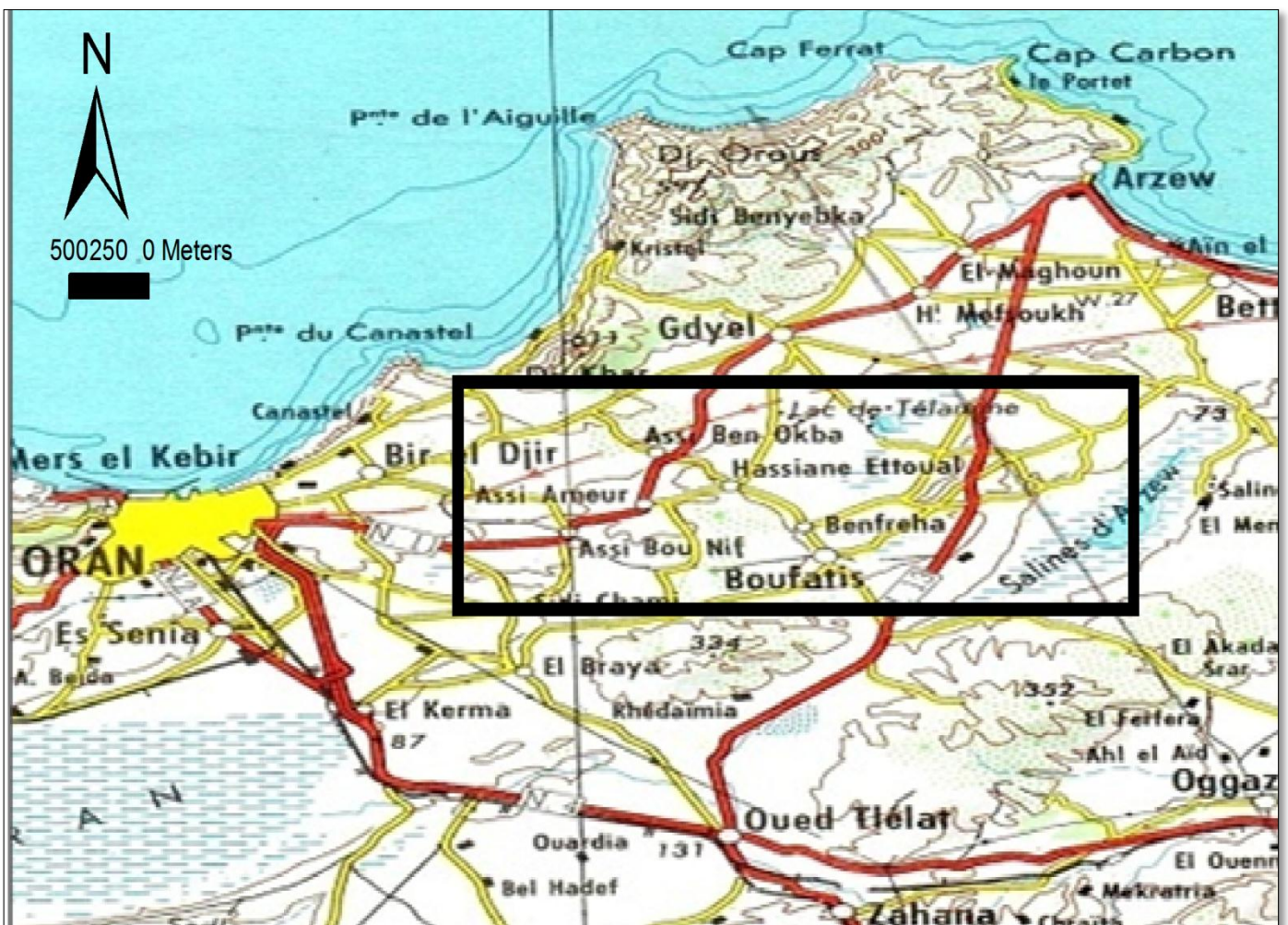


Figure n°01 : Localisation géographique de région d'étude (extrait de la carte topographique 1/500.000)

I.2. Aspects géomorphologique

I.2.1. Aspect topographique

La plaine de Hassi fait partie d’une série de cuvettes topographiques bien marquées dans le paysage du plateau des Hassi. Les reliefs qui dominent la plaine des Hassis sont :

- Au Nord-ouest, les collines de la forêt de Hassi Ben Okba qui se prolongent vers le piémont méridionale du Djebel Khar dont le point culminant atteint 611 m ;
- A l’Est, la colline de Kouduat Er Reha, son altitude maximale est inférieure à 150 mètres, elle s’étend du NW vers le SE entre Hassi Ben Okba et Hassian Ettoual, et sépare la plaine des Hassis du lac Télamine.
- A l’Ouest et au Sud, une série de petites collines aux altitudes ne dépassant pas 325 mètres (colline de Hassi Bounif et colline entre El Braya et Hassian Ettoual).

I.2.2. Le réseau hydrographique

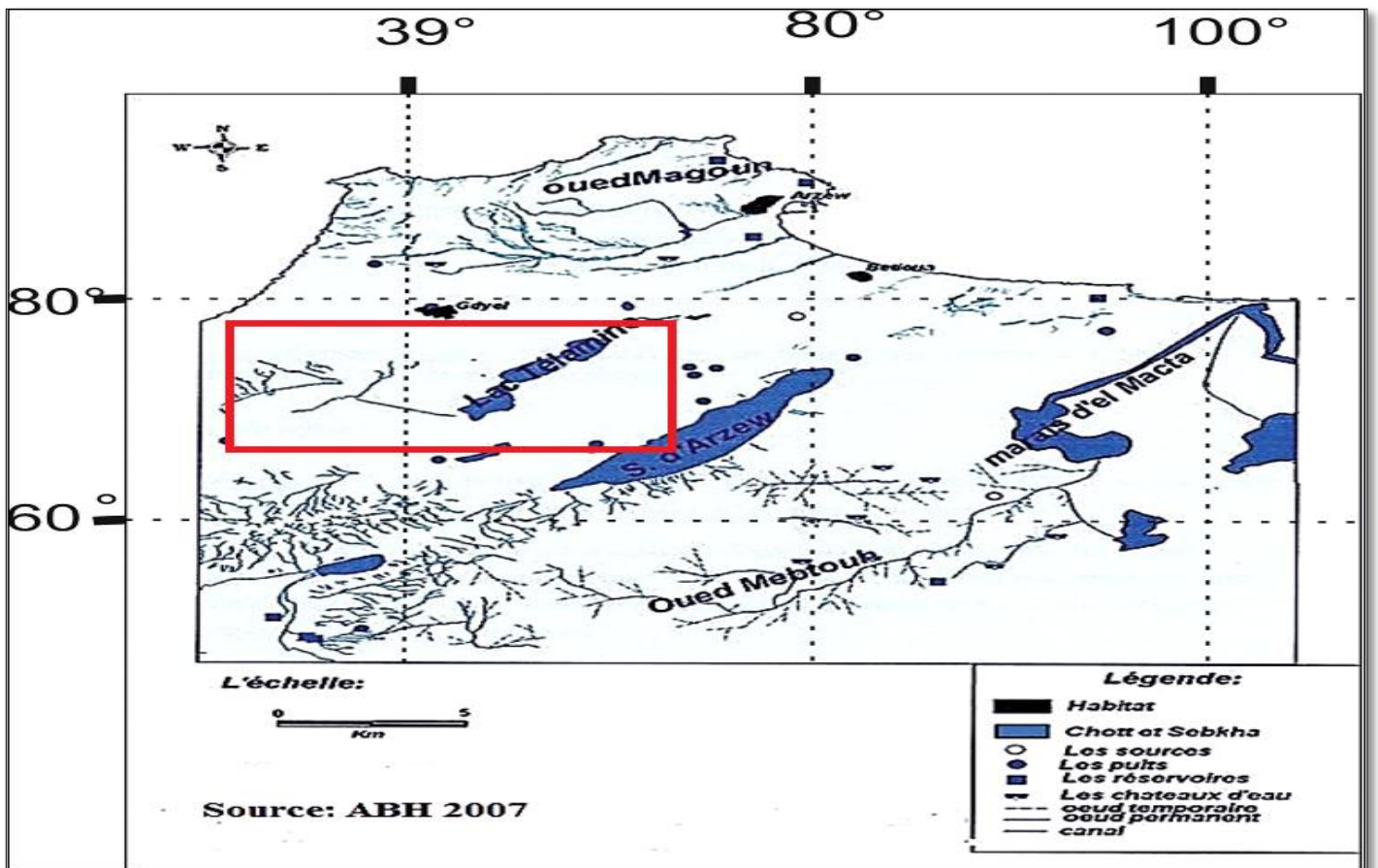


Figure. n°02 : Réseau hydrographique de la région de Gdyl. (Modifier)(M. Hadjaj, 2018).

Le réseau hydrographique de la zone des Hassis est borné et restreint. Les reliefs de la partie Nord/Nord-Ouest de la plaine ont permis le développement d'un cheveu hydrographique très réduit, peu dense et faiblement organisé: trois ou quatre chaâbets importantes (Chaabet El Houari, Chaabet El Ma, etc.) descendent des reliefs de la forêt de Hassi Ben Okba vers la plaine. Le ruissellement est en générale diffus et superficiel, à la faveur de fort amortissement de la pente. L'écoulement est sporadique, animé par des crues brutales, lors de la saison pluvieuse. (M. Boubkeri, 2013).

I.3. Cadre climatologique

Les conditions climatiques d'une région jouent un rôle déterminant dans les comportements hydrogéologique des cours d'eaux et la distribution des apports par les précipitations en écoulements superficiel et souterrain.

La climatologie a été étudiée pour illustrer et définir le type et l'influence de quelques paramètres climatiques, à savoir la pluviométrie et la température.

Les principales caractéristiques climatiques de la zone d'étude se sont basées sur les données relatives à la période (1990 à 2008), au niveau des deux stations : **Es-Sénia** et **Arzew**.

Tableau n° 01 : Coordonnées des les stations climatologiques d'Es-Sénia et Arzew (1990-2008)

Station	Altitude	Longitude	Latitude
Arzew	03m	00°16'W	35°49'N
Es-Sénia	87m	0°36'	35°38'N

I.3.1. Étude des précipitations

Les précipitations représentent l'élément le plus important du climat tant pour les êtres vivants que pour les milieux. Tant de raisons qui font que la majorité des études et analyses s'appuient sur les précipitations bien plus que sur d'autres paramètres du climat. Toutes les ressources en eaux superficielles ou souterraines sont conditionnées par les précipitations.

I.3.1.1. Précipitations moyennes mensuelles

Les données des précipitations moyennes mensuelles pour les deux stations Es-Sénia et Arzew sont représentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°02 : précipitation moyennes mensuelles des deux stations (1990-2008).

Station	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
Es-Sénia	56,6	57,84	38	33,95	24	5,02	1,26	3,76	16,34	31,22	67,8	51,55	387.34
Arzew	33,18	37,31	23,56	21,05	14,88	2,02	0,85	2,33	10,13	19,35	44,04	31,96	240.66

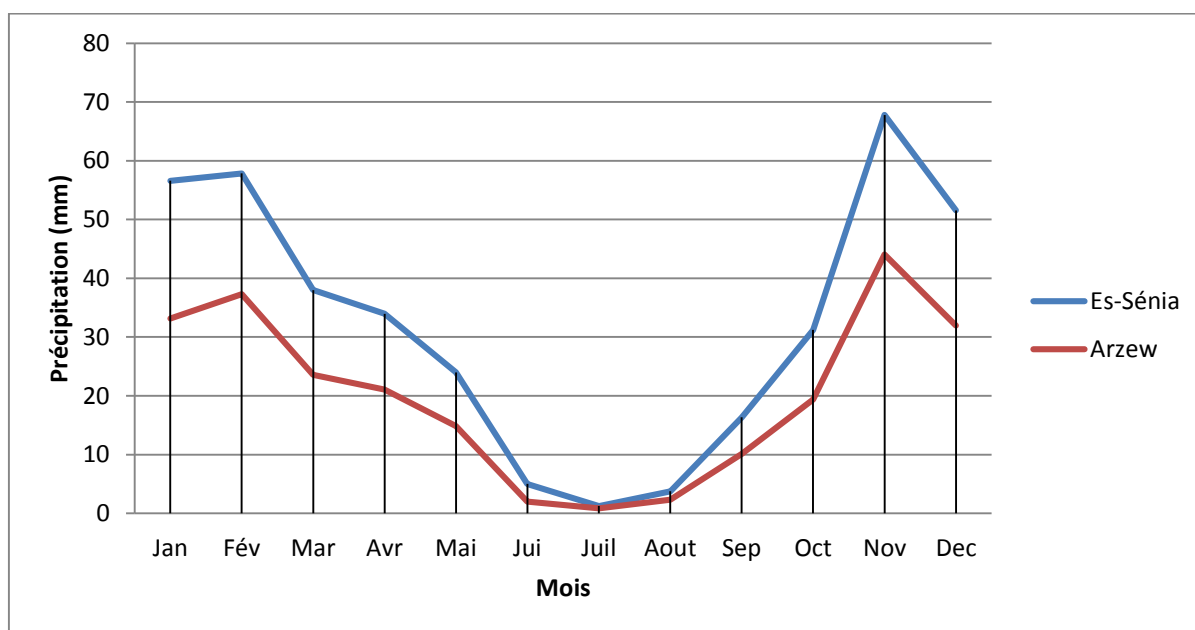


Figure n°03 : précipitations moyennes mensuelles à la station Es-Sénia et Arzew (1990-2008).

Le graphe des précipitations moyennes mensuelles (figure. n°03) montre qu'il ya deux périodes, l'une est aride du mois Mai ou mois Septembre ; l'autre pluviale du mois d'Octobre à Avril

La quantité maximale de précipitation est de près de 67,8mm au mois de novembre à la station Es-Sénia et 44,04mm à la station d'Arzew.

Le mois de juillet enregistre une quantité minimum de précipitation, de 1,26mm à la station Es-Sénia et 0,85mm à Arzew.

Les précipitations mensuelles à la station d'Es-Sénia sont plus élevés qu'à Arzew ; de même, à l'échelle annuelle, On remarque un contraste net entre la précipitation observé à Es-Sénia et Arzew ; ou on enregistre respectivement 387.34 mm et 240.66 mm. Cela nous semble logique

puisque cette station est implantée à 87m d'altitude. Ceci montre que les précipitations sont régis par le facteur altitude.

I.3.2. Étude des Températures

La température est le paramètre climatique qui influe directement sur l'évaporation, la pression, le vent et l'humidité.

I.3.2.1. Températures moyennes mensuelles

Une collecte des données thermiques mensuelles a été effectuée auprès de l'office national de la météorologie d'Oran (O.N.M) portant sur la période 1990-2008.

Les données des températures moyennes mensuelles, sont représentées au tableau ci-dessous :

Tableau n° 03 : Températures moyennes mensuelles de deux stations (1990-2008).

Station	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moyenne
Es-Sénia	10,87	12,10	14,42	16,08	19,19	23,00	26,00	26,55	23,60	20,11	15,17	12,30	18,28
Arzew	12,78	12,40	14,83	16,62	19,45	22,43	24,73	26,09	24,00	20,74	16,64	14,05	18,73

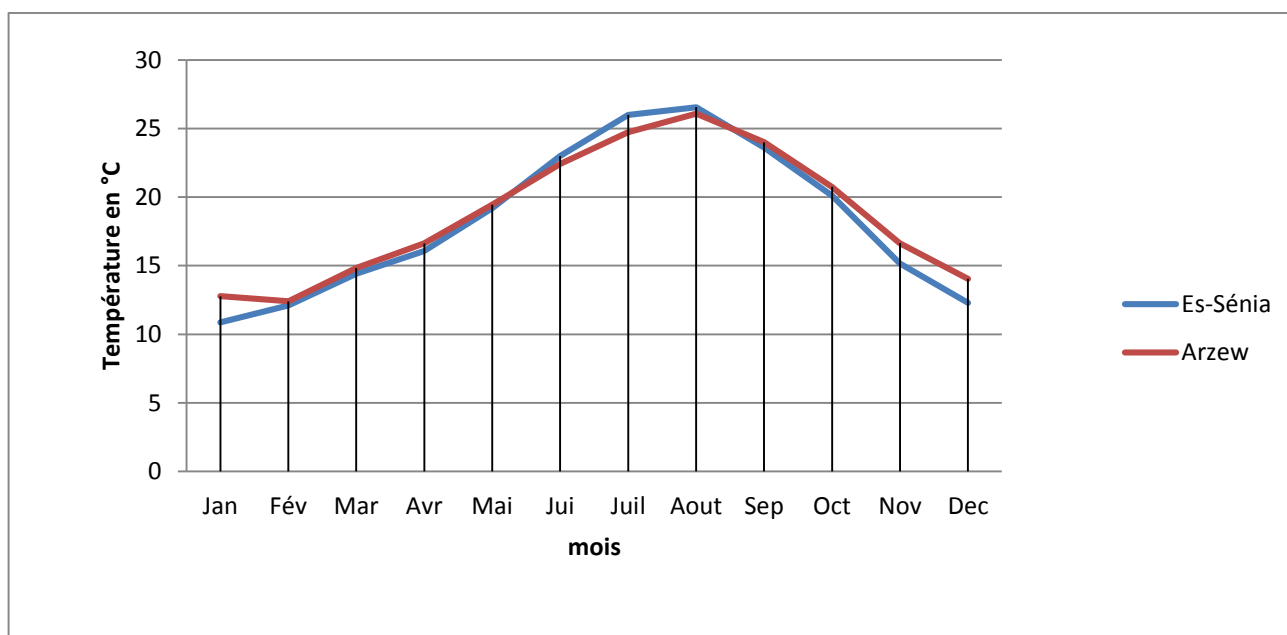


Figure n°04 : Températures moyennes mensuelles à la station Es-Sénia et Arzew (1990-2008).

Du graphe (figure. n°04), on remarque qu'à la station Es-Sénia le mois janvier est le plus froid avec une température moyenne égale à 10,87°C, tandis que le mois d'août est le plus chaud avec une température moyenne de 26,55°C.

A la station d'Arzew le mois le plus froid est février avec une température de 10,40°C, et le mois le plus chaud et celui d'Aout avec une température de 26,09°C.

La température moyenne annuelle est égale 18,28°C à la station d'Es-Sénia et 18,73°C à la station d'Arzew, ces températures sont relativement faibles. Et puis que la précipitation moyenne annuelle est égale 240,66 mm étant donnée le climat semi aride caractérisant la région d'étude.

I.4.Cadre géologique

I.4.1.Cadre géologique général

La région d'étude fait partie du grand ensemble des massifs littoraux oranais. Elle est située dans la zone externe du domaine tellien de la chaîne alpine. Ce domaine s'allonge sur environ 100 Km entre le massif de Madagh à l'Ouest, et les Monts d'Arzew à l'Est. Il s'étend sur une largeur moyenne d'environ 20 Km. Il comprend un groupe de horsts (Djebel Murdjadjo, Djebel Khar, les monts d'Arzew) constitués essentiellement de terrains d'âge Secondaire. Ils sont bordés au sud par des zones déprimées (plateaux d'Oran, de Bir El Djir, des Hassis...), comblées d'une importante sédimentation post-nappe, constituée de terrains d'âge Néogène et Quaternaire.

Les bordures de la plaine des Hassis sont composées de grès lumachelliques formés par une alternance de grès d'origine marin et de grès d'origine dunaire. Ces grès sont fréquemment recouverts par un simple encroûtement calcaire et de formation limono-sableuses qui prennent une grande extension vers l'Est du lac Télamine.

De nombreux travaux effectués en ce domaine, en particulier par F. Doumergue (1912), Tinthoin (1948), A. Perrodon (1957), A. Gourinard (1958), B. Fenet (1975), G. Thomas (1985), ont permis de distinguer deux grands ensembles structuraux, dont le premier est anté à synchro-nappe et le second est post-nappe. (Figure. n°05)

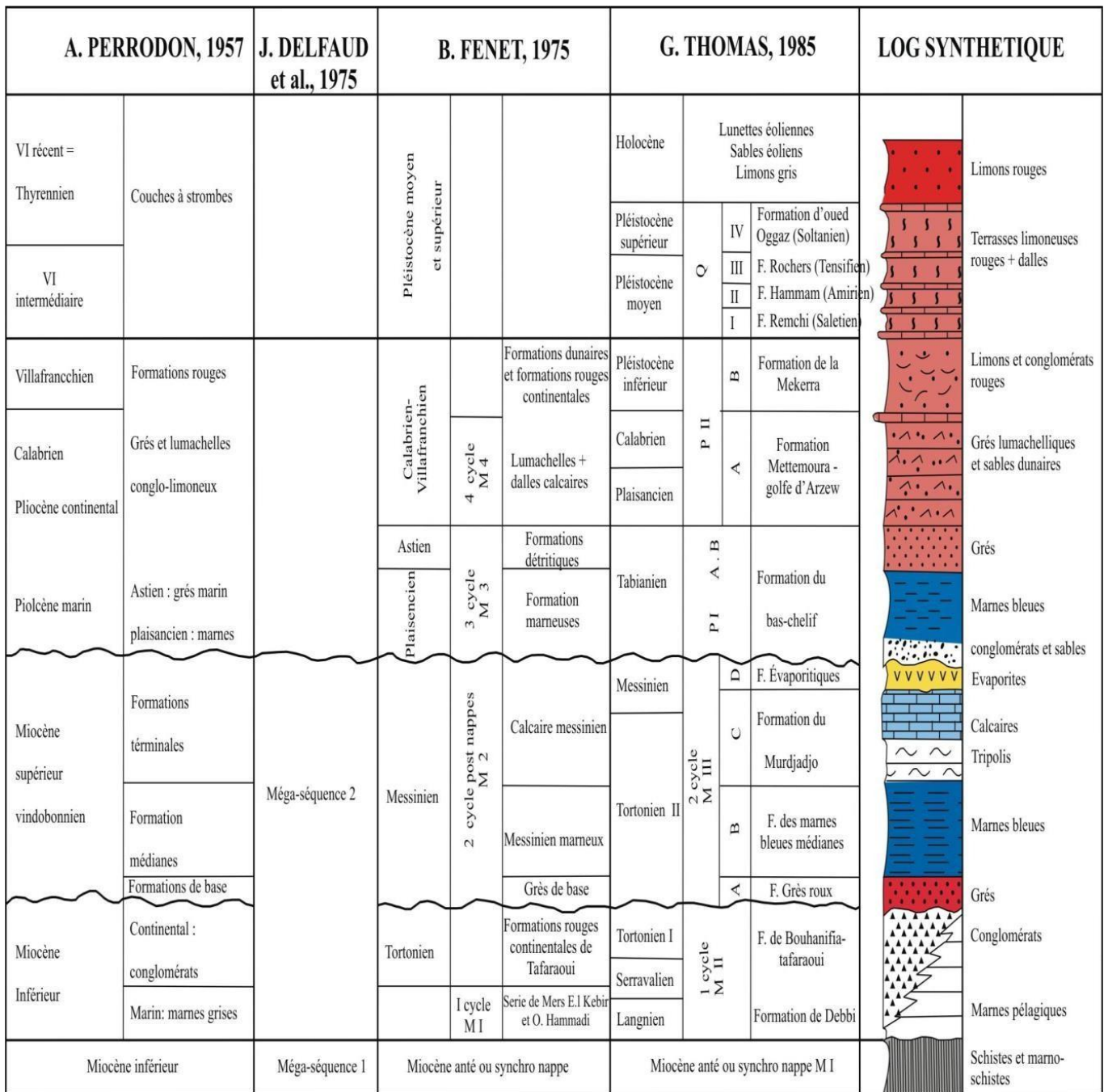


Figure n°05 : Log Géologique Synthétique de la région d'Oran (in Hassani M.I., 1987)

a. Le Substratum anté à synchro nappe

Dans les massifs littoraux d'Oran, les formations du substratum forment l'autochtone relatif (B. Fenet, 1975) ou autochtone anté-nappe (G. Thomas, 1985). Ce substratum affleure, représenté par des massifs schisteux, autochtones, d'âge permo-triasique, Jurassique et Crétacé, fortement affectés par l'orogénèse alpine.

b. Le remplissage (couverture) poste nappe

Tandis que les unités telliennes achèvent de se mettre en place dans le bassin synchrone sud tellien dans lequel la sédimentation marine se poursuit encore un certain temps, plus au Nord s'amorce un nouveau cycle sédimentaire. Il s'installe pendant que naissent et se développent des mouvements épirogéniques qui découpent les régions littorales en zones ascendantes ou subsidences (Y. Gourinard, 1957).

Ces phénomènes épirogéniques se poursuivent pendant toute la fin du Néogène puis le Quaternaire et c'est sur une morphologie réglée presque exclusivement par les mouvements ascendants et descendants que vont succéder quatre cycles marins d'importance inégale, entrecoupés de périodes d'érosion. Ce sont :

-Le premier cycle Miocène post-nappes (M1) : Il début par des formations continentales non datées qui se déposent immédiatement après la mise en place des nappes sur les massifs littoraux (B. Fenet, 1975). Les dépôts continentaux sont constitués d'alternance de conglomérats et de marnes parfois gypseuses, bien développés sur les côtes. L'âge de ces formations est compris entre la transgression Messinienne (P. Guardia et J. Magné, 1971) et la mise en place des nappes, il s'agit pour l'essentiel du Tortonien.

-Le deuxième cycle Miocène post-nappes : Il débute généralement dans le bassin du Chélif par une importante série détritique grés-sableuse. Constitué par des formations médianes formées de marnes bleues et des formations terminales constituées par une série des tripolis et la série des gypses.

-Le troisième cycle post-nappes –Pliocène : Dans le bassin du Bas Chélif, le Pliocène est représenté par la succession classique des marnes jaunes "plaisanciennes" et des grès marins "astiens" puis continentaux.

-Le quatrième cycle post nappes (Calabrien) : Ce cycle est d'abord lumachellique ou conglomératique et passe progressivement à des grès dunaires. Il représente le dernier épisode marin de quelque importance sur le littoral Oranais.

I.4.2. Litho stratigraphie de la région étudiée

A partir de la carte géologique (Figure. n°06) on distingue que la région d'étude est caractérisée par un plateau incliné NW-SE d'ou émergent deux massifs constitués de terrains d'âge Secondaire.

I.4.2.1. Les formations anté-nappes**a. Permo-Trias**

Il est formé de schistes violacés à bancs de quartzites et de poudingues à débris de quartz. Ils n'affleurent qu'en montagne des lions.

b. Jurassique

Il est représenté par des calcaires dolomitiques du Lias qui constituent des affleurements peu importants au Nord-Ouest de Gdyl et par des schistes et grès ardoises, bruns rouges en surface, qui apparaissent en lambeaux sur le flanc sud du Djebel Khar, recouvrant les schistes et les poudingues permo-triasiques (B. Fenet, 1975).

c. Le Crétacé

Il est représenté par des schistes plus ou moins calcaires au Nord-Ouest du Djebel Khar (Montagne des lions).

I.4.2.2. Les formations poste-nappes**a. Le Miocène**

Sur le flanc sud du Djebel Khar, le premier terme du Miocène supérieur transgressif, est constitué par des marnes bleues à verdâtres à grès micacées formant une dépression couverte de cultures au pied du Djebel Khar. Elles affleurent aussi au Sud-ouest de la ferme du "domaine des lions". Les marnes bleues sont surmontées par des grès qui affleurent aux falaises du Djebel Khar surmontées de marnes tendres, blanchâtres intercalés avec des bancs de tripolis et avec des niveaux micacés (à quelques passées gréseuses). Ces dernières formations affleurent aux ravins et fond des chaabets des collines de Hassi Ben Okba : Chaabet El Houari, Chaabet El Ma.

Le dernier terme du Miocène supérieur est représenté au sud de Hassian Ettoual (ex : Fleurus). Là, pointent des affleurements de marnes gréseuses gypsifères et des bancs de gypse massif de plusieurs dizaines de mètres. Des marno-calcaires à tripoli formant des bancs de un à deux mètres d'épaisseur s'intercalent au sein de ces formations (Fenet B., 1975).

b. Le Pliocène

Au sud du secteur, au niveau du Djebel Debbi, le Pliocène inférieur et moyen, marin, est affleurant et transgressif. La carte au 1/50 000^{ème} de Saint Cloud indique l'existence de :

-Marnes pliocènes (Plaisancien), constituées de formations marno-sableuses jaunes devenant plus franchement marneuses vers le bas.

-Grès pliocènes, marins à ciment calcaire (Astien), formés de bancs assez résistants qui se marquent bien dans la topographie.

c. Le Plio-Pléistocène "Calabrien"

Au niveau du Plateau des Hassis, cette formation montre la présence de faciès gréseux associés à des fragments de calcaire ou marnes. Elle est constituée de grès coquilliers de couleur blanchâtre passant à une véritable lumachelle, très consolidée, attribuée au "Calabrien".

d. Le Pleisto-Holocène

Les dépôts du pléistocène-Holocène sont bien développés le long du littoral actuel. Ils sont constitués pour l'essentiel par des Beach rock, des dunes, des limons et des cailloutis.

Dans la zone de piémont, entre les collines de Hassi Ben Okba et la plaine de Sidi Ali s'étend une bande de glacis d'accumulation, formée d'éléments grossiers provenant du démantèlement des reliefs. Ces glacis sont raccordés à l'aval à un empilement de couches formées de limons sableux, argileux ou caillouteux, rubéfiés. La majeure partie de la plaine de Sidi Ali est occupée par des alluvions récentes, limoneuses, recouvrant les formations astiennes et calabriennes. Un mince encroûtement calcaire vient masquer ces alluvions, en surface.

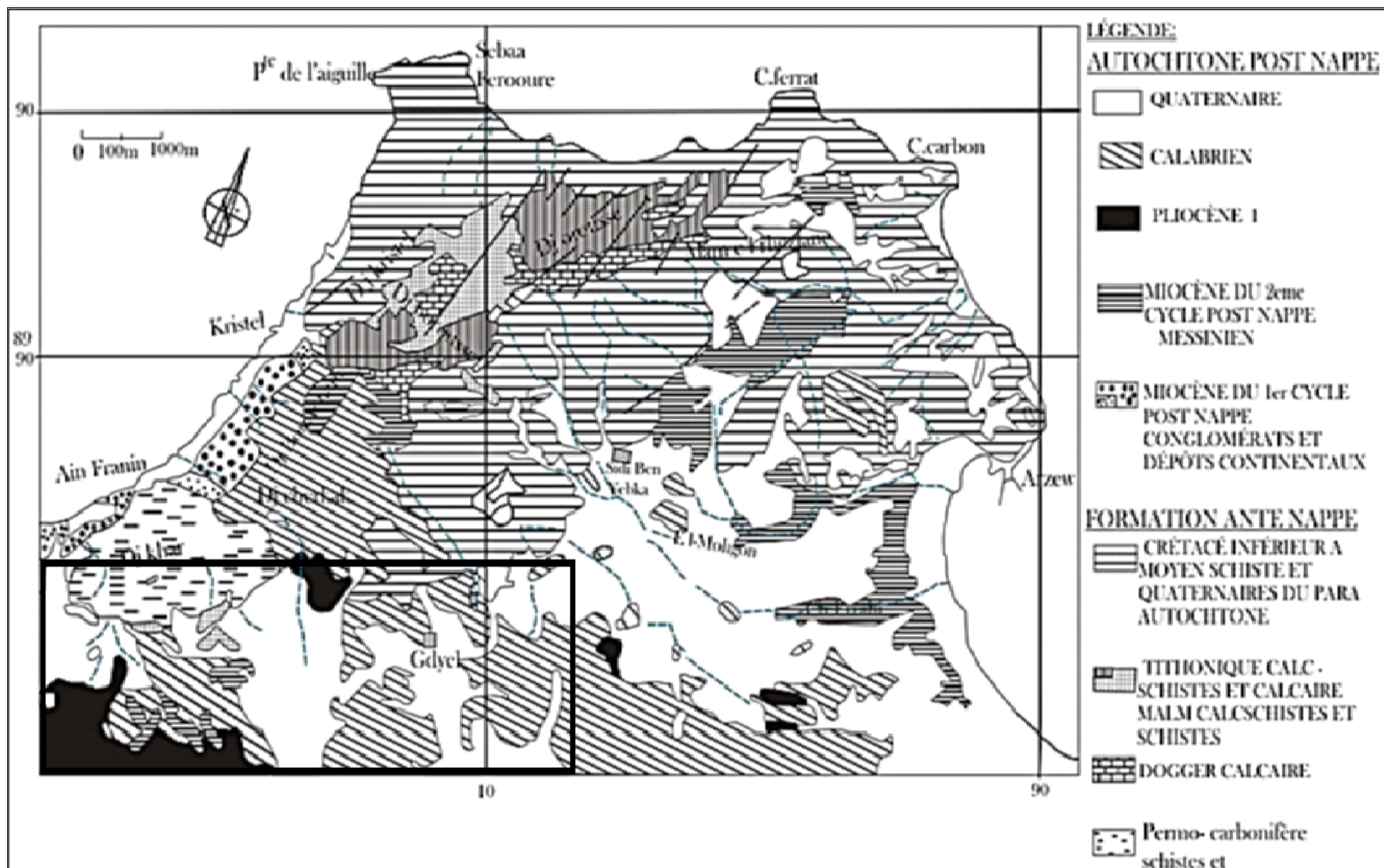


Figure. n°06 : Carte géologique de la région d'Arzew (d'après B. Frenet, 1954).

I.4.3. Contexte Tectonique et structural

Il est vraisemblable que la région étudiée ne peut à elle seule apporter tous les éléments nécessaires pour expliquer les grandes périodes de l'histoire tectonique. Il est donc nécessaire de placer le secteur étudié dans un contexte beaucoup plus général qui est celui du littoral oranais. Dans la région d'Oran la tectonique dessine des traits essentiels de la structure actuelle elle s'exprime par trois directions principales N10-20 E, N50-70 E, N90 E. et N140E. (Figure. n°07.).

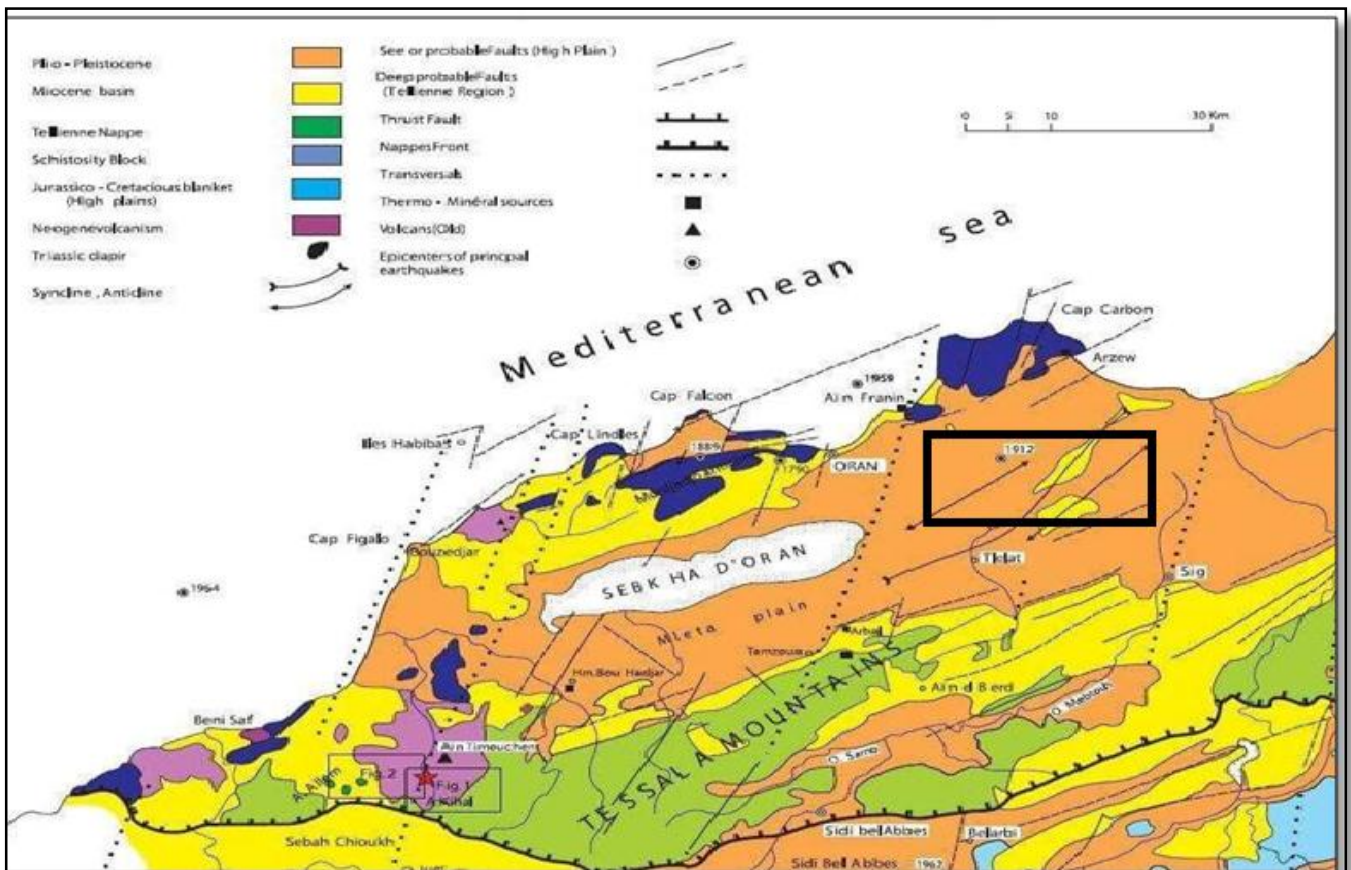


Figure n°07 : Schéma structural de l'Oranie (B.Fenet, 1975)

Le secteur que nous étudions fait partie de la région d'Arzew caractérisée par l'existence d'éléments de la chaîne alpine du tell septentrional.

Le Djebel khar (la montagne des lions) légèrement détaché du massif d'arzew, est un petit horst de 4Km² dont l'évolution est analogue à celle des Monts d'Arzew (Ciszak,1993).

Il ya plusieurs formes plicatives (anticlinal et synclinal) qui sont enregistrées par le relief; nous pouvons citer:

-Le lac Télamine qui occupe une aire synclinal.

-Le Djebel Debbi qui est un anticlinal dissymétrique. Ce pli est limité au Sud par une flexure plongeant d'une vingtaine de degrés (Perrodon, 1957).

-L'anticlinal s'allongeant parallèlement au Djebel Debbi, entre Djebel Djira et Port aux Poules. D'après Perrodon (1957), il est limité au SE par une flexure de 15 à 20°, la séparant de la plaine de l'Habra. C'est un anticlinal de style légèrement coffré dont la partie axiale forme un plateau tabulaire, recouvert par des formations marines quaternaires dans la région des Hamayanes et par des recouvrements villafranchiens dans la partie Sud.

-Les salines d'Arzew qui sont une dépression fermée occupent l'aire d'un synclinal de forme ovale. Elles sont limitées sur ses deux flancs par une flexure bien nette. Sur la bordure W, nous avons une flexure qui se marque dans le Calabrien et qui plonge d'une vingtaine de degrés. Le pliocène qui forme l'autre flanc, présente des pendages de 10 à 15°, atteignant localement 45° dans la partie SW (perodon1957). Ce synclinal sépare les deux axes anticlinaux précédents.

Les formes synclinales et les bassins lacustres actuels (salines d'Arzew, lac Télamine et autres) représentent des enfoncements d'environ 100 mètres dans le relief actuel.

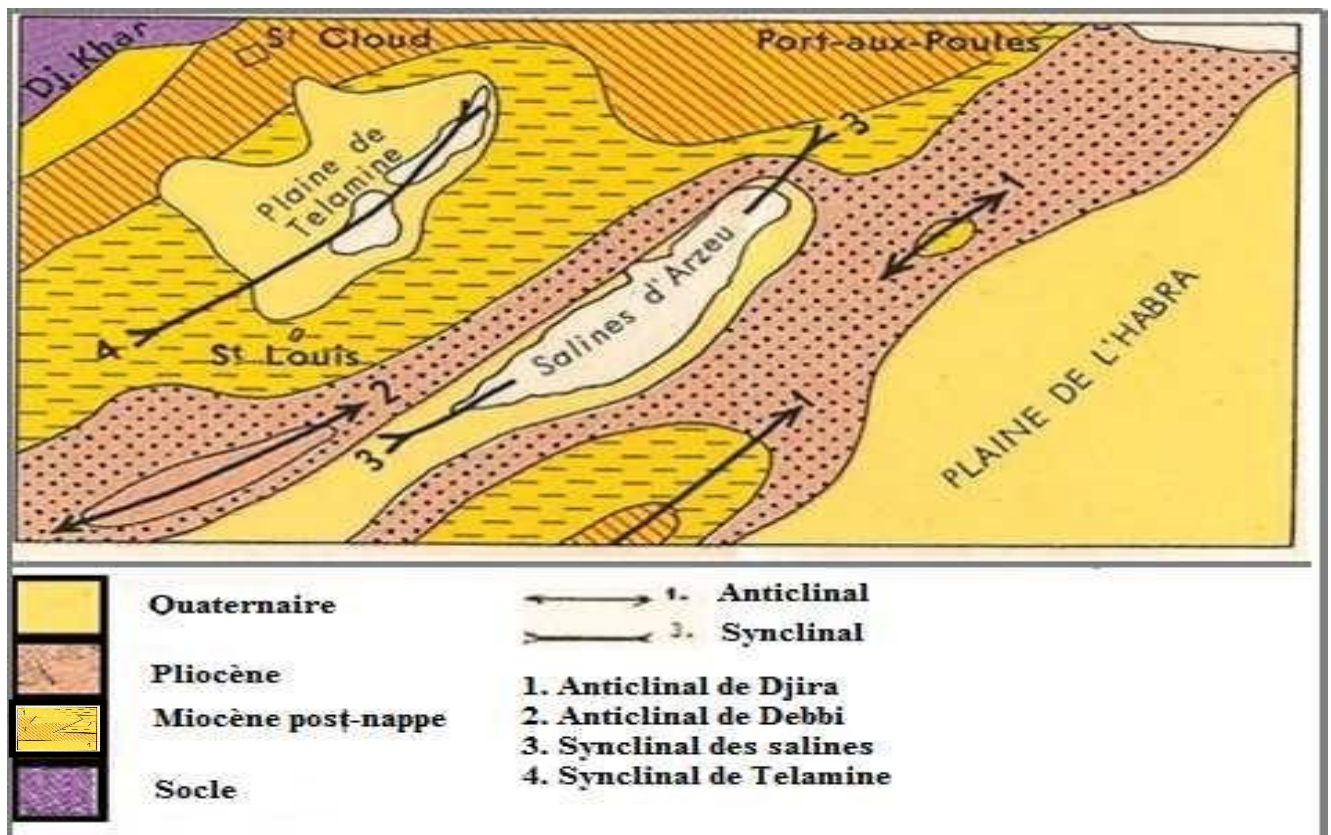


Figure n°08 : Ecorché géologique de la région de Gdyl (Y. Gourinard, 1957)

I.5. Cadre Hydrogéologique

I.5.1. Identification des aquifères

Une étude hydrogéologique apporte des connaissances précises sur le fonctionnement hydraulique des différents aquifères présents dans un secteur d'étude.

Les coupes des sondages et forages de la région étudiée, ont mis en évidence plusieurs niveaux aquifères dont deux réservoirs principaux :

***L'aquifère multicouche à nappe libre formé par des formations de recouvrement Plio-Quaternaire.**

***La zone fissurée : formé par des calcaires dolomitiques du Lias.**

1. Aquifère du Plio-Quaternaire

Cet aquifère se termine en biseau au contact des schistes qui constituent une limite étanche (Djebel Khar). Il est constitué par la superposition de trois niveaux aquifères :

- **l'aquifère alluvionnaire** qui s'étend de l'Est du village de Hassi Bounif, jusqu'en bordure du lac Telamine. Celui-ci est formé par des alluvions de différente nature : argile, limons et gypse. L'eau y est saumâtre captée par des puits de faible profondeur ne dépassent pas les 30m.

- Le second niveau **aquifère des grès coquilliers et grès jaunes** recèle une nappe phréatique captée et exploitée par la majorité des puits de la plaine des Hassi. Il montre une épaisseur d'environ 20m. Un forage captant ce niveau a atteint 60m de profondeur, et l'épaisseur des grès coquilliers a été de l'ordre de 10m.

- Le troisième niveau **aquifère est formé par des calcaires gréseux** ; il recèle une ressource en eau très importante. Le forage de Hassian Ettoual exécuté, en juillet 1985, a montré que l'épaisseur de ces calcaires pouvait atteindre 50 m. Le mur de cette nappe est constitué par les marnes bleues du Pliocène. Elle alimente un nombre de puits qui se concentrent au niveau du village de Hassian Ettoual, Hassi Ben Okba et au Nord-Ouest de Hassi Bounif. Les calcaires gréseux sont constitués de deux horizons :

- Une couche supérieure, dure et compacte. Son épaisseur ne dépasse pas 1m.

- Une couche inférieure, tendre, constituée de calcaire gréseux devenant plus marneux, friable, formant un milieu d'interstices.

A partir d'une cartographie géologique de la feuille de Gdeyel au 1/25000, réalisé par I. Haddar, on se basant sur les travaux de M. Foukrache, 2001 qui donnent les résultats de trois coupes montrant les relations entre les différents horizons aquifères (M. Foukrache 2001) :

- (figure n°09) : montre que le niveau formé par les grès et sables est recouvert, vers l'est, par les alluvions. L'ensemble formant une aquifère bicouche. Les marnes sableuses constituent le mur de la nappe. On note ici, l'absence des calcaires gréseux.

- (figure n° 09) : On observe vers le sud, une large extension de la nappe des calcaires gréseux, dont le mur est formé par les marnes bleues. Le niveau grésosableux est de moindre importance.

- (figure n°09) ; montre les trois niveaux superposés associés en relation direct entre eux. Ces conditions hydrogéologiques sont favorables à une ressource en eau appréciable.

2. Aquifère des calcaires dolomitiques du Lias

Les calcaires Liasique affleurent largement aux Djebels Orousse et Borosse. C'est une formation d'une très bonne perméabilité de fissure, offrant une ressource en eau importante dans la région. Cet aquifère est à l'origine de la source de Kristel qui constitue un point de débordement de la nappe. Cet aquifère se prolonge plus au sud en profondeur sous le recouvrement Plio-Quaternaire (M. Foukrache, 2001).

L'aquifère liasique constitue une nappe profonde alimentant par drainance la nappe superficielle Plio-Quaternaire sus jacente. (M. Foukrache, .2001)

I.5.2.Étude piézométrique (M.Boubkeri, 2013)

La piézométrie de la nappe phréatique dans la zone étudiée a été réalisée au cours d'une campagne piézométrique portant sur treize points d'eau (puits et forages) situés à l'intérieur de la zone industrielle et au niveau des terres agricoles et urbanisées environnantes, durant la période du 24 -25 février 2012. Au niveau de chaque puits ou forage, un prélèvement d'échantillon d'eau a été effectué pour des analyses physico-chimiques.

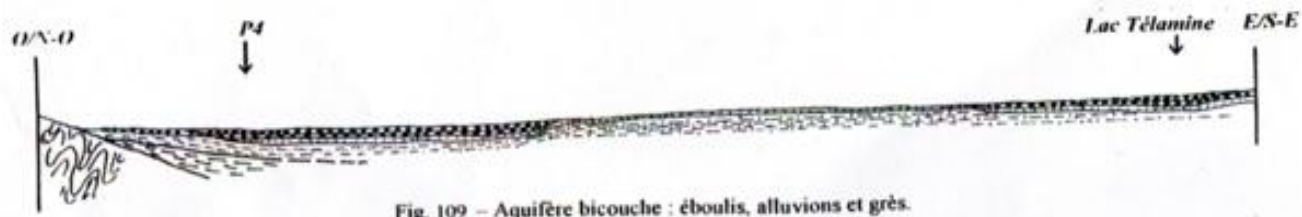


Fig. 109 - Aquifère bicouche : éboulis, alluvions et grès.

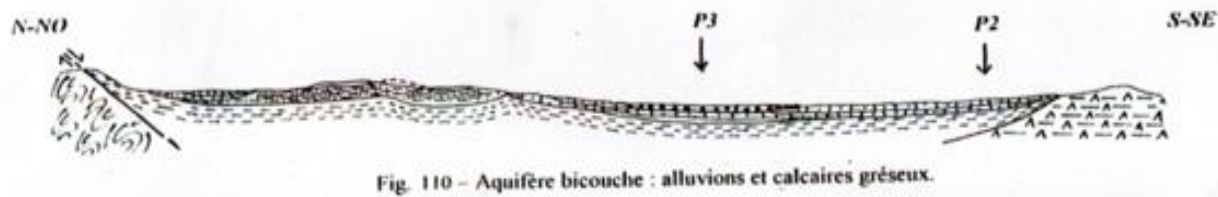
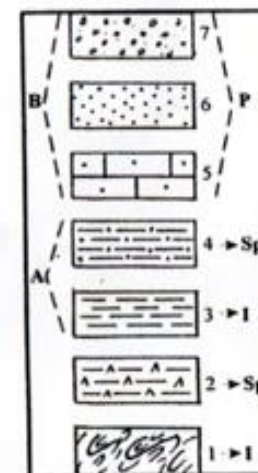


Fig. 110 - Aquifère bicouche : alluvions et calcaires gréseux.



Fig. 111 - Aquifère multicouche : alluvions, grès, sables, calcaire gréseux.



A : Mur de la nappe, B : niveaux aquifères, P : Perméable, Sp : Semi-perméable et I : Imperméable.

1 : Schistes et quartzites, 2 : Gypses à passées marneuses, 3 : Marnes bleues
4 : Marnes sableuses, 5 : Calcaires gréseux, 6 : Grès coquilliers et sables jaunes
et 7 : Eboulis de pente et alluvions.

Figure. n°09 : Coupes montrant les relations entre les niveaux aquifères. Echelle : 1/50000 (in M. Foukrache., 2001).

Les mesures piézométriques, nous ont permis d'établir la carte en courbes hydro isohypses de la nappe d'eau souterraine de la zone d'étude (figure n°10). Annexe n°2.

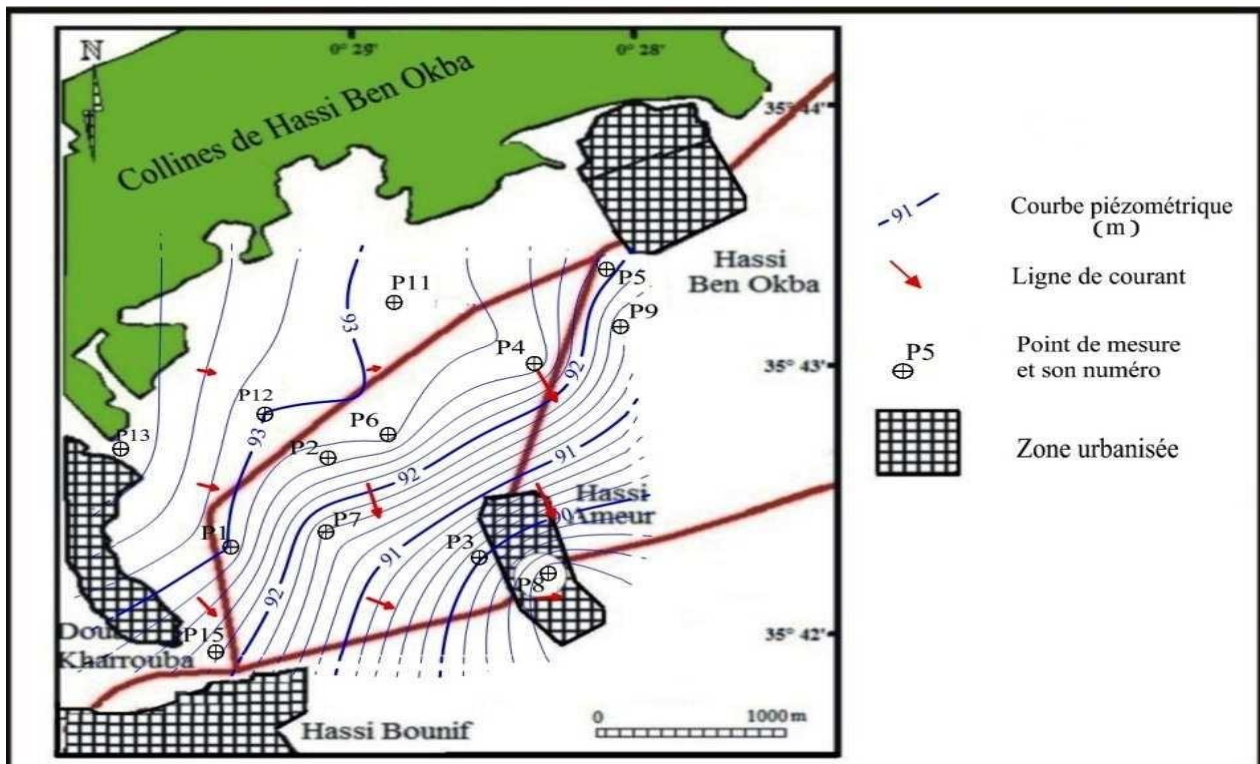


Figure n° 10 : Carte piézométrique du secteur d'étude (24-25 février 2012) (M. Boubkeri, 2013).

L'examen des courbes iso-pièzes indique une surface piézométrique caractérisant une nappe radiale, à écoulement de direction Nord-Ouest/Sud-est, légèrement convergent vers le secteur de l'agglomération de Hassi Ameur. La pente de cette nappe présente une morphologie assez régulière. L'examen de l'allure et de l'espacement des courbes iso pièzes indique un écoulement général à profil parabolique dénotant une diminution de la perméabilité dans le sens de l'écoulement. Le gradient hydraulique moyen de la nappe au niveau de la zone industrielle (S.S) est faible de l'ordre de 1.8×10^{-3} .

Les collines formant le plateau des Hassi (Hassi Ben Okba) sont constituées par le gré calcaire du Pliocène doués d'une double perméabilité d'interstices et de fissures. Cette formation offre une limite d'alimentation pour l'essentiel du système aquifère de la région des Hassi.

I.5.3. Paramètres Hydrodynamique

Les pompages d'essai sont un moyen pour déterminer in situ les propriétés hydrauliques de l'aquifère, telles que **la transmissivité et le coefficient d'emménagement** ou pour révéler la présence de condition aux limites (ouvertes ou fermées).

1. La transmissivité : un pompage d'essai effectué dans un puits, à grand rayon, situé à quelques dizaines de mètres de l'ouvrage de captage P1 (X= 212,40 Y= 271,73 Z= 111m) a fourni une transmissivité de la formation aquifère (alluvions et calcaire gréseux) de l'ordre de $2,8 \cdot 10^{-3}$ à $4,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 / \text{s}$ (ENRENAD, 1998).

2. La perméabilité : mesures de perméabilité, interprétés selon la méthode Lefranc, réalisés dans des sondages de reconnaissance mettant en évidence différents horizons à l'échelle du plateau d'Oran-Bir El Djir (Ouest du plateau des Hassi) ont donné les résultats résumés au tableau n°04 (AGEP/Sogreah, 1984).

Tableau n°04 : Résultats de mesures de perméabilité des niveaux aquifères du plateau Oran-Bir El Djir (AGEP/Sogreah, 1984).

Quaternaire	Argiles à gravier ou à horizon sableux ou gypseux	$1,2 \cdot 10^{-7}$ à $2,4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
	Argiles rouges	$1,3$ à $7 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$
	Silts et sables fins	$1,1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
	Sables fins, sables argileux, calcaires tufeux	$9,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
Astien	Argiles sableuses et gréseuses	$6,6 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$
	Sables argileux	$1,1 \cdot 10^{-5}$ à $7 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
	Argiles et calcaires	$1,1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

La présence de niveaux sableux ou gréseux ou parfois la formation des calcaires, montre des valeurs de perméabilité moyenne à bonne.

I.5.4. L'étude Hydro chimique (M.Boubkeri, 2013)

L'étude hydro chimique donne des informations sur les caractéristiques des eaux souterraines en rapport avec le contexte lithologique de circulation de ces eaux dans la zone saturée ainsi que des interactions du contexte environnant : percolation à travers la zone non saturée, échanges avec les eaux de surface, évaporation, effet des pollutions en surface, etc. L'ensemble de ces facteurs prédéterminera la qualité de l'eau vis-à-vis de sa potabilité et de son aptitude à l'irrigation.

L'étude des caractéristiques physico-chimiques sont basées sur les informations des compagnes de prélèvements à partir de quinze points d'eaux ciblés durant la campagne piézométrique du 24/25 février 2012. L'analyse complète des échantillons prélevés, limitée à quinze

points d'eau, a été effectuée au niveau du laboratoire de chimie de la Direction Régionale Ouest (DRO) de l'A.N.R.H.

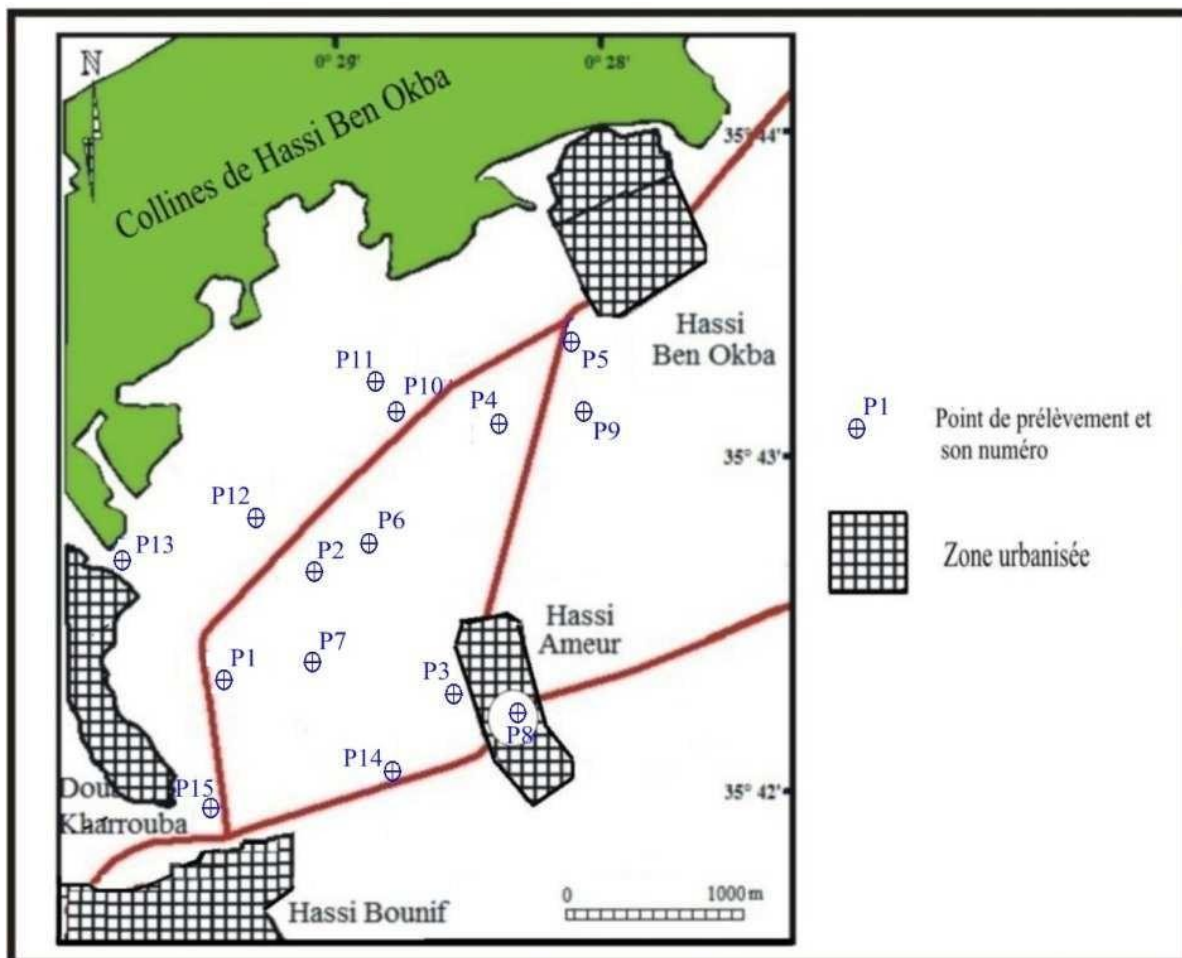


Figure n° 11 : Carte de situation des points de prélèvement (M. Boubkeri, 2013).

Les résultats des analyses des échantillons sont portés au tableau n° 05.

Tableau n° 05 : Présentation des résultats de l'analyse physico-chimique des eaux.

Point d'eau	T (°C)	pH	Cond (µs/cm)	Min (mg/l)	Rs (mg/l)	Ca ⁺⁺ (mg/l)	Mg ⁺⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)
P1	18.6	7.55	4140	3142	3520	234	104	658	22	974	271	728	92
P2	16.8	7.8	3470	2633	2800	76	145	589	4	821	542	418	55
P3	20	7.3	4110	3120	3100	128	175	695	31	1054	535	447	97
P4*	15.7	7.51	1370	1040	1060	93	54	157	2	334	243	146	21
P5	19	7.06	3500	2657	3000	276	46	460	4	934	250	257	100

P6	18.6	7.32	2740	2080	2040	111	58	479	5	601	474	337	50
P7	20.5	7.33	6110	4638	4800	170	179	1093	12	1729	542	612	58
P8	18.8	7.18	4150	3150	3300	166	123	759	47	888	453	890	112
P9	17.1	7.27	4960	3765	4200	234	153	777	7	1515	339	414	84
P10	20.9	7.03	4880	3704	4200	395	94	695	6	1582	271	322	94
P11	20	7.39	2019	2660	2100	191	66	375	6	687	345	271	55
P12	20.3	7.16	4560	3461	3920	353	71	621	7	1381	284	308	101
P13	18.7	7.2	3180	2414	2600	263	37	458	5	814	284	303	128
P14	20.7	7.39	5270	4000	3880	102	172	1001	16	1428	704	467	46
P15	19.6	7.32	2480	1822	1880	102	78	433	8	514	426	414	71

I.5.4.1. Etude des paramètres physiques

a. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est une mesure de la concentration des ions H^+ dans l'eau, c'est un paramètre physique qui détermine l'acidité ou l'alcalinité. Dans la zone d'étude, les valeurs de pH sont très homogènes et proches de la neutralité, varient entre 7,03 et 7,80.

La stabilité des valeurs du pH témoigne d'une homogénéité des niveaux aquifères, ainsi qu'une régularité du flux des eaux souterraines.

b. La température

La température des eaux souterraines est moins affectée par les variations, quotidienne et saisonnière, de la température ambiante de l'air. Ce paramètre permet de donner des indications sur les profondeurs de circulations des eaux souterraines. La température des eaux de la zone d'étude est assez homogène. Les valeurs varient de 16.3 et 20.9 °C ; là encore, ce confirme le même niveau de circulation des eaux souterraines à travers le milieu aquifère.

I.5.4.2. Etude des paramètres chimiques

a. La minéralisation

La conductivité reflète la minéralisation totale des eaux. La répartition spatiale des valeurs de la minéralisation sur l'ensemble de la zone d'étude est représentée dans la figure n°11.

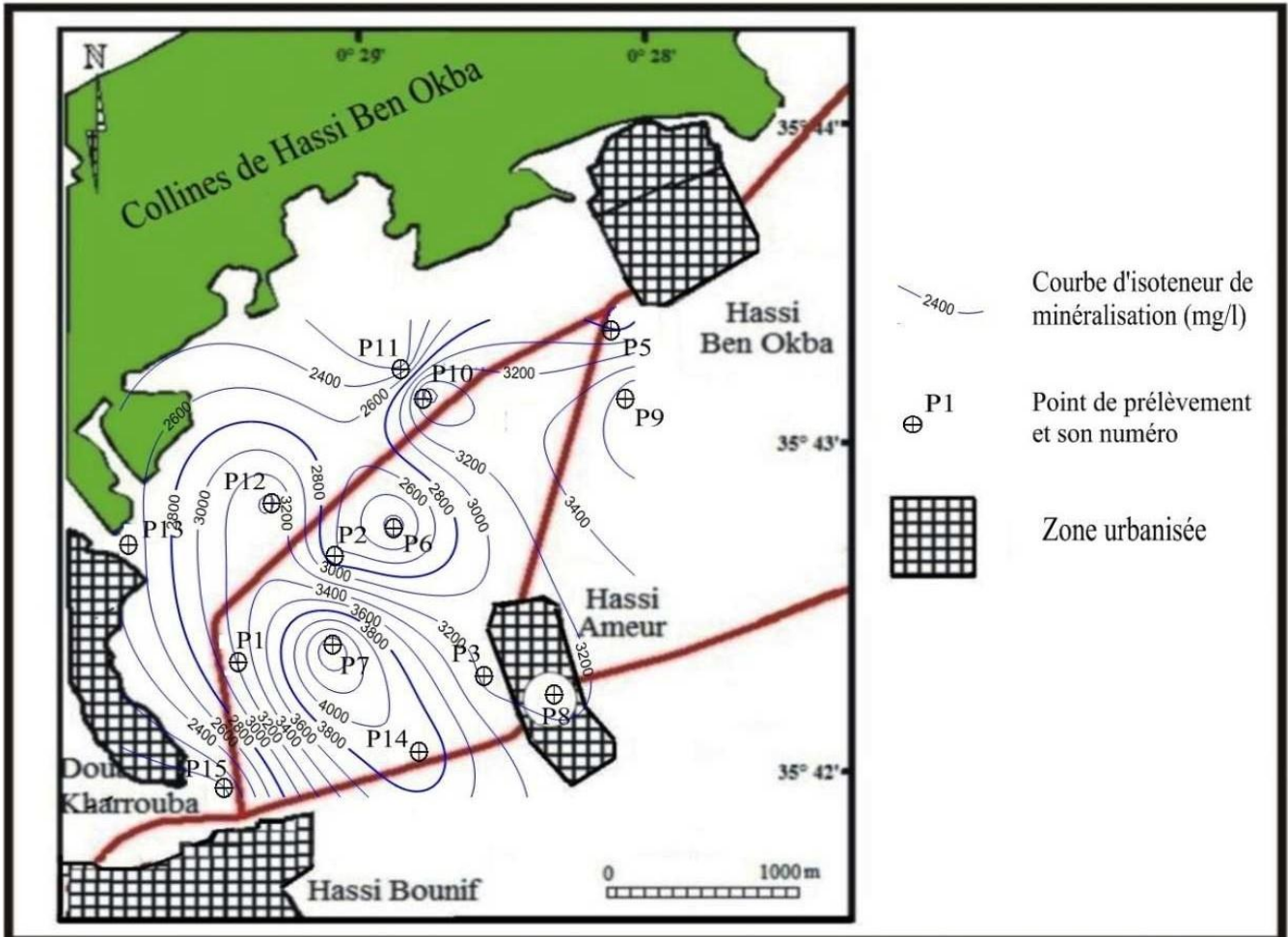


Figure n°12 : Carte d'iso-valeurs de minéralisation (mg/l) des eaux du secteur d'étude. (M. Boubkeri, 2013).

Les plus fortes minéralisations (>3000 mg/l) se concentrent dans le secteur Ouest de la zone à forte concentration de grandes unités industrielles en activité. Les minéralisations les plus faibles sont relevables dans les zones les plus amonts de la plaine (piémont des collines de Hassi Ben Okba) qui forment un front d'alimentation du système aquifère.

La dureté de l'eau : ou le titre hydrotimétrique (TH), est l'indicateur de la minéralisation de l'eau. Elle est due uniquement aux ions calcium et magnésium. Une eau trop dure constitue un

risque important d'entartrage des canalisations. Les eaux peuvent être classées suivant les indications du tableau n°06.

Tableau n°06 : Plage de valeurs du titre hydrotimétrique

TH (°F)	0 à 6	6 à 15	15 à 30	30 et plus
Spécificité de l'eau	Eau très Douce	Eau Douce	Eau moyennement dure	Eau très Dure

Dans notre secteur d'étude, les valeurs de TH calculées dans l'ensemble de puits (tableau n°07) montrent qu'on est en présence d'eaux très dures. Les valeurs varient entre 72 et 137

Tableau n°07 : Valeurs de TH calculées

Points d'eaux	P1	P2	P3	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
TH calculé en °F	101	79	104	88	52	116	92	121	137	75	117	81	96	58

Ce degré de dureté élevé des eaux témoigne de l'importance des niveaux aquifères des calcaires et grés calcaireux.

Conclusion :

La plaine des Hassi se situe à l'Est de la ville d'Oran, c'est un espace qui réunit les agglomérations : Hassi Bounif, Hassi Ameer, Hassi Ben Okba, Boufatis, et Ben Freha. La zone étudiée est caractérisée par les reliefs : Au Nord-ouest, les collines de la forêt de Hassi Ben Okba à l'Est, la colline de Kouduat Er Reha l'Ouest et au Sud, petites collines aux altitudes ne dépassant pas 325 mètres (colline de Hassi Bounif et colline entre El Braya et Hassian Ettoual). Cette zone caractérisée par un réseau hydrographique très restreint.

Du point de vue géologique la zone des Hassi est constituée essentiellement des terrains d'âge Secondaire, et des terrains d'âge Néogène et Quaternaire. Les coupes des sondages et forages de la région étudiée, ont mis en évidence plusieurs niveaux aquifères dont deux réservoirs principaux :

- L'aquifère multicouche à nappe libre formé par des formations de recouvrement Plio-Quaternaire. Couvrant l'ensemble de la plaine il est constitué par la superposition de trois niveaux aquifères : les alluvions, les grès coquilliers et grès jaunes, les calcaires gréseux.
- L'aquifère des calcaires dolomitiques du Lias. Cette formation carbonatée coiffant le massif d'Arzew, passe en profondeur vers le sud sous le recouvrement Plio-Quaternaire constituant la nappe superficielle.

Du point de vue climatique, la plaine des Hassi est caractérisée par un climat méditerranéen de type semi-aride avec une période sèche qui s'étend du mois de mai au mois de septembre et une période humide (pluvieuse) qui s'étend du mois d'octobre au mois d'avril.

Chapitre II

Développement des activités industrielles dans la zone des Hassis

Introduction

L'activité industrielle occupe une place de choix dans la wilaya d'Oran car elle constitue en son sein, une de ses plus grandes vocations.

Le complexe pétrochimique d'Arzew constitue un potentiel productif très important et ce, même à l'échelle nationale compte tenu de la dimension des unités qui y sont implantés. En plus de ce complexe, la Wilaya dispose de cinq zones industrielles (03 zones industrielles d'Es-Sénia, 01 zone industrielle de Hassi Ameer et 01 d'Arzew). Si un risque industriel vient à se produire, il peut avoir un impact négatif sur l'espace naturel, sur l'homme et ses biens.

Donc dans notre région d'étude de la zone des Hassi, ils existent une zone industrielle implantée au niveau de Hassi Ameer.

Dans notre étude de cette région nous référons à le lac Télamine qui est considérée comme une ressource en eau importante dans la région ; cette zone implantée à 15 km à l'Est d'Oran s'étant sur une superficie 31' hectares à l'intérieur du triangle formé pour les trois villages de Hassi Bounif, Hassi Ben Okba et Hassi Ameer, le long de la route national n° 11 Oran-Arzew.

La zone entièrement aménagée, est dotée :

-D'un réseau routier : 7km de longueur.

-D'un réseau ferroviaire : 24km.

-D'un réseau de collecte des eaux usées 6.4km de longueur composée de conduite de diamètre de 200-400mm.

L'activité humaine est la principale source de la pollution du lac Télamine telle que l'industrie, celle-ci présente un danger pour le milieu naturel et son environnement. De ce fait les causes naturelles de la dégradation de la zone des Hassi encadrant le lac Télamine sont donc exclues de ce concept.

I. Les activités industrielles dans la zone des Hassi

I.1. La zone industrielle Hassi Ameer

I.1.1. Localisation de la zone

La zone industrielle de Hassi Ameer se situe à environ 11 km de la ville d'Oran. Elle longe la route nationale RN 11 Oran /Arzew et elle est limitée par :

- L'agglomération de Hassi Ben Okba au Nord ;
- L'agglomération de Hassi Ameer au Sud –Est
- L'agglomération de Hassi Bounif à l'Ouest.

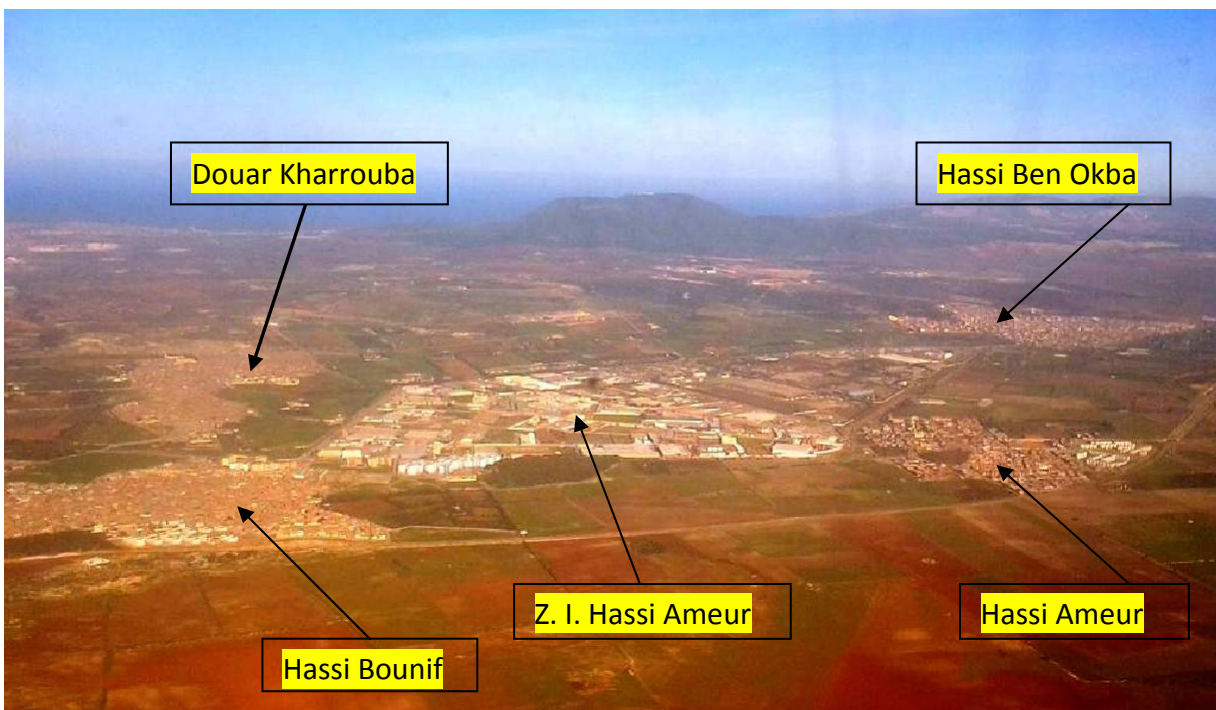


Photo n°1 : Vue aérienne de la zone industrielle de Hassi Ameer (2012).

I.1.2. Historique de la zone industrielle

La zone industrielle de Hassi Ameer créée vers la fin des années 1970, sur une superficie de 313.63 hectare a été conçue et lotie initialement pour accueillir l'industrie lourde (construction métallique, construction véhicule automobile, matériaux de construction, etc...). L'évolution de la politique économique et industrielle du pays a conduit à une restructuration de la zone industrielle et un nouveau lotissement selon plusieurs facteurs :

-La décision politique pour l'orientation de l'économie nationale vers l'industrialisation

Chapitre II Développement des activités industrielles dans la zone des Hassi

- La disposition de la main d'œuvre profitante.
- Une infrastructure routière importante.
- Potentialité en eau considérable dans la plaine des Hassi.
- Situation géographique stratégique dans la région Nord Ouest de l'Algérie.

On trouve que le facteur essentiel dans la sédentarité usinière est la décision politique vise à construire des pôles industriels dans les différents régions du pays, pour arriver à un développement industriel compréhensif, mais sans prendre en considération le facteur de danger pour le milieu naturel concerné et son environnement.

I.1.3. L'évolution des activités industrielles

Les industries productives existant en 1973 comportent deux types d'unités industrielles, la première métallurgique et la deuxième de production des matériaux de construction. Les industries de service étaient celles de SONELGAZ et SESIDSNS, les autres unités industrielles étaient en cours de réalisation.

L'industrie de matériaux de construction était la plus dominante avec un pourcentage atteignant 40% par rapport à l'ensemble de l'industrie, en deuxième place l'industrie métallique avec 30% et en dernier se sont les industries électroniques, l'industrie des machines et autres type d'industrie.

Actuellement la zone industrielle de Hassi Ameer comprend plus de 48 unités de production, dont 29 privés et 19 étatiques. L'industrie la plus dominante est la métallurgique avec un pourcentage de 17% par rapport à l'ensemble de l'industrie chimique, agro-alimentaire et celle de matériaux de construction avec de 12.5%, après les industries électroniques, textile et de bois représentent 8 %, en dernier l'industrie de cuire et des machines et autres types.

Tableau n°08 : répartition des unités selon le type d'activités en 2005.

Type d'industrie	Nom de l'unité	Type
Industrie métallique	SOTHYOR	Etatique
	AOUMEUR	Privé
	TRAVOSIDER	Etatique
	SIMAS	Etatique
	Groupe Travosider	Etatique
	URF	Etatique
	SNS TPL	Etatique
	ANABIB	Etatique

Industrie de matériaux de construction	HAROUAL	Privé
	EBTPH	Etatique
	ECO	Etatique
	ECOTEC	Etatique
	ECOURM	Etatique
	ENNAI	Privé
Industrie de plastique et chimique	BENAISSA	Privé
	HARATE	Privé
	BENYALLES	Privé
	HABOUR	Privé
	SEDJELMALI	
	SOMOTIB	Etatique
Industrie électrique et électronique	Moulay Amar	Privé
	ALFATRON	Etatique
	Sarl SAFA	Privé
	SONALGAZ	Etatique
Industrie du bois et de papier	HARAT Habib	Privé
	Sarl INTIMAR	Privé
	BESSAYEH	Privé
	MOBILART	Privé
	BOURAYOU	Privé
	SALAH	Privé
	SARL HALL	
Industrie agroalimentaire	BOURAYOU	Privé
	CIVITAL	Privé
	Loukil Nafissa	Privé
	Maghreb Tapis	Privé
Industrie du textile	SOFITEX	Etatique
	SOTITEX	Etatique
	SOFRAMAR	Etatique
	LEHABRI Kamel	Privé
	GHOMRI	Privé
Industrie des chaussures et de cuire	SOFAB	Privé
	POLYOR	Privé
Industrie des machines	BENSAFIA	Privé
	SOFRAMACO	Etatique
	ETT	Etatique
	Sarl SOTRAMAR	Privé
Centre de distribution		

Source : Monographie d'Oran 2005

I.2. Entreprise kNAUF plâtres

L'entreprise KNAUF pôle de production de plâtre en Algérie exploite un gisement de gypse de très bonne qualité.

I.2.1. Plâtrière

L'usine de plâtre fondée aux années soixante-dix par la firme KNAUF est actuellement en partenariat entre l'Algérie et l'Allemagne et L'activité d'exploitation a débuté en 1978. C'est l'ancienne société étatique SOPLAF (société de plâtre Fleurus), filiale de l'entreprise ERCO (entreprise du ciment Ouest).

Cette unité comporte plusieurs bâtiments pour fabriquer le plâtre de construction et ses dérivés (Photo. n°2). Elle alimente aussi les cimenteries de l'Ouest en gypse concassé comme produit rentrant dans la fabrication du ciment.



Photo n°2 : une partie de l'usine de plâtre Knauf.

I.2.2. La carrière de Sidi Boutbal

Distante à 24 km à l'Est de la ville d'Oran et à 6 km au SE du village de Benfriha, la carrière de Sidi Boutbal est rattaché administrativement, à la commune de Ben Freha, Daïra de Gdyl, Wilaya d'Oran.

Cernée par deux étendues d'eau, la saline d'Arzew au Sud-est et le lac de Télamine au Nord-Ouest, constituée essentiellement par des terrains du Miocène supérieur et du Plio- Quaternaire (figure n°14). La carrière de Sid i Boutbal est une structure anticlinale à cœur Messinien formé par de puissantes couches de gypse qui dépassent les 50 m d'épaisseur.

La production annuelle prévue pour 2016 est de l'ordre 260870 m³ soit 600000 tonnes pour assurer une alimentation régulière de la chaîne de fabrication du plâtre.

Chapitre II Développement des activités industrielles dans la zone des Hassi

L'exploitation se fera à partir des quatre niveaux (niveaux +135m, 125m, 100m, 90m) par la méthode de foration et tir à l'aide de l'explosif ; et Les réserves géologiques actualisées ont été évaluée à 14 350 000 tonnes.

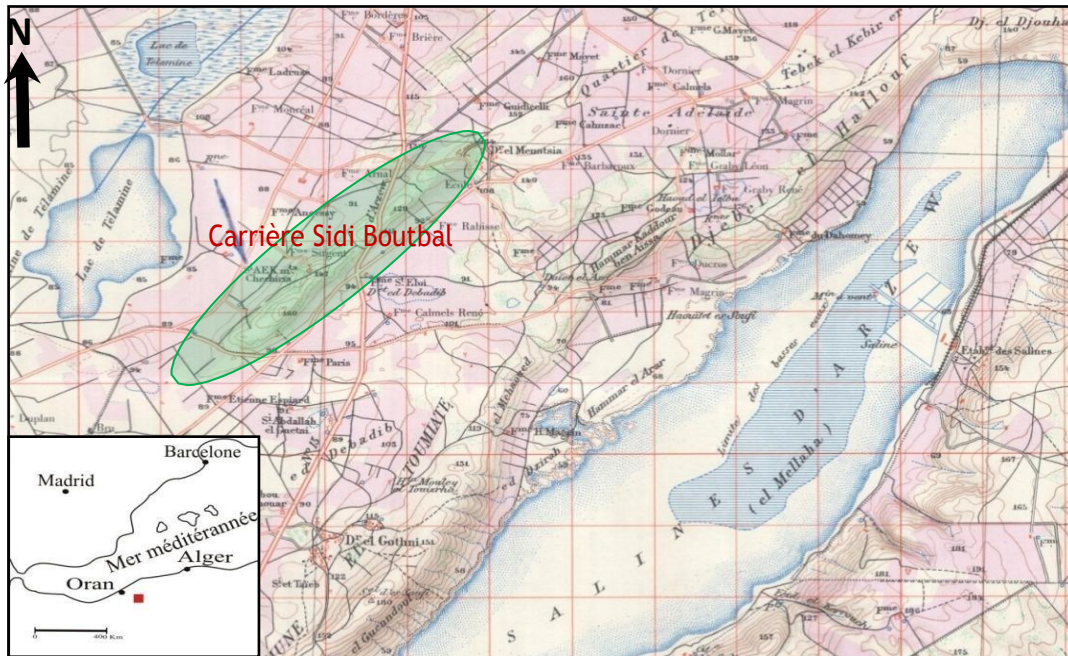


Figure n°13 : localisation de la carrière (extrait de la carte topographique de Gdyl 1/50000)

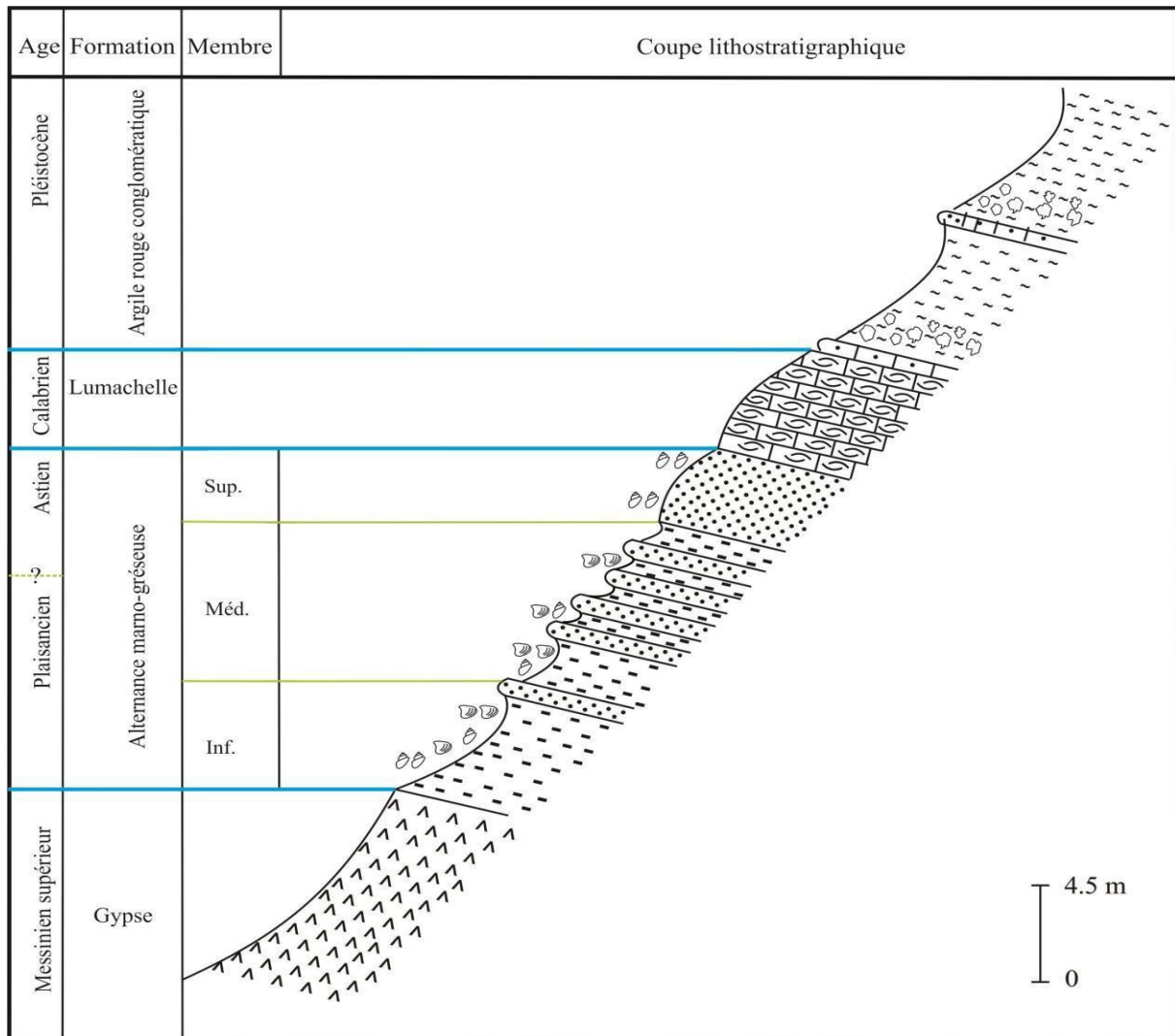


Figure n°14: Coupe géologique de la carrière de Sidi Boutbal – Fleurus.(Entreprise KNAUF)

Le gisement de Sidi Boutbal, situé à 24 km à l’Est de la ville d’Oran, est un anticlinal à cœur gypsifère d’âge Messinien supérieur. Le gypse exploité constitue la matière première à la fabrication du plâtre de construction et autres produits.

La coupe levée à travers la carrière a révélé les formations suivantes en ordre ascendant :

1. Le gypse

De couleur grisâtre, en affleurement c’est la formation qui constitue le cœur de l’anticlinal. C’est des bancs métriques (dépassant par endroit les 10 m) de gypse en fer de lance, microcristallin, de couleur gris.

Le gypse se présente sous forme de couches stratifiées et continues sur de très grandes distances. Au milieu de la carrière, les bancs de gypse sont subverticaux ($\alpha = 85^\circ$). Aux cotés Est et Ouest, les couches de gypse ainsi que les autres formations sont horizontales. Plusieurs karts sont

visibles à travers cette formation. Selon Thomas (1985), c'est la formation évaporitique d'âge Messinien supérieur.

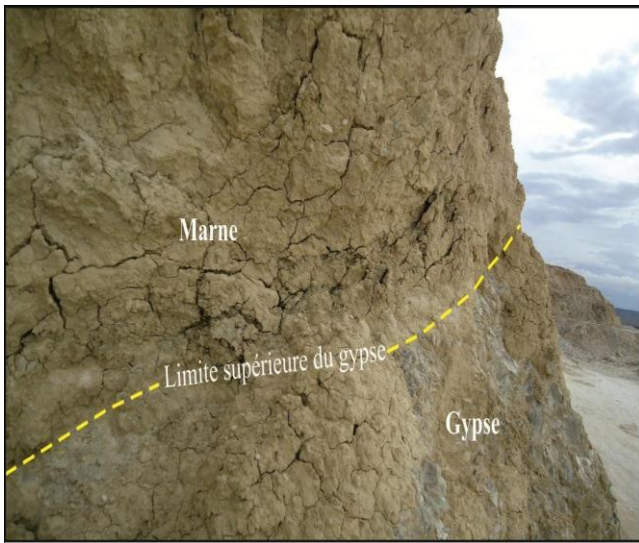


Photo n°03: limite supérieur de la formation du gypse



Photo n°04: Gypse grisâtre macro-cristallin en fer de lance

2. L'alternance marno-gréseuse

L'examen en détail a montré que cette formation est subdivisée en trois membres qui sont :

- a. Combe marneuse de couleur bleue à gris-bleuâtre, renfermant de nombreux fossiles : en premier degré, des lamellibranches ensuite des gastéropodes.
- b. Alternance serrée de marnes et de grés, d'une puissance de 4m. Les marnes sont fossilifères et de couleur bleue à vert. Les bancs de grés sont plus ou moins psammitique et friables.
- c. Un banc de grés de grande taille, dépassant par endroits les 3 m. Il est de teinte jaunâtre, refermant des gastéropodes (Hélix).



Photo n°05 : la formation marno-gréseuse.

3. Calcaire Lumachellique

Le calcaire coquillé (lumachelle) est de couleur jaunâtre ou brun-jaunâtre, solide, compacte et bien cimenté, il est composé principalement de lamellibranches, ce niveau est très régulier et sert d'un excellent niveau de repère. Ce calcaire est surmonté par un niveau de grès à hélix. L'épaisseur de cette formation est de 5 m et selon plusieurs auteurs (Perrodon 1957, Fenet 1975 et Thomas 1985), elle est d'âge Calabrien.



Photo n°06 : Calcaire lumachellique (les lamellibranches sont plus ou moins silicifiées).

4. L'argile rouge conglomératique

C'est la formation qui couvre l'ensemble de la série. Elle est discordante sur la totalité des formations (photo n°07).



Photo n°07: la formation des argiles rouges conglomératiques.

I.2.3. Système d'exploitation

L'exploitation des gisements se fait par différentes modes d'exploitation selon la nature et les caractéristiques de gisements. Dans la pratique minière on distingue les modes suivants :

- Exploitation à ciel ouvert
- Exploitation souterraine
- Exploitation combinée.

La technique la plus utilisée et la plus répandue dans les carrières est à ciel ouvert. Elle permet de fragmenter des volumes importants de roche pour la reprise et le traitement du matériel abattu.

Cependant, L'explosif est devenu la principale source d'énergie pour les travaux d'abattage, de découpage et de sautage. Son utilisation industrielle pour ces travaux perd son caractère empirique pour devenir une technique à base scientifique.

La carrière compte quatre niveaux d'exploitation +135m, +125 m, +100m et 90 m.

Tableau n°09: les caractéristiques des quatre niveaux d'exploitation.

Niveau d'exploitation	Superficie (m ²)	Hauteur moy (m)	Volume (m ³)	Densité de gypse (t/m ³)	Réserve exploitable
Zone 2					
+135 m	4699	5.8	27254	2.3	62685
+125 m	7285	8	58280	2.3	134044
Zone 1					
+100 m	2416	10	23677	2.3	54457
+90 m	15180	10	151800	2.3	349140
Total			261 100		6005

I.2.4. Organisation des travaux

I.2.4.1. Travaux d'extraction

L'exploitation du gisement se fait par forage et tir :

a. Foration

La foration des trous de mines est réalisée en un poste par jour par un chariot de forage muni d'un compresseur tractable doté d'un taillant de diamètre de 76 mm.

Les trous de mines forés sont disposés en quinconce et reparties sur deux à trois rangées.

b. Tir a l'explosif

Les paramètres de la méthode d'exploitation sont définis comme suit :

- Hauteur de gradin : 10 m
- Angle de talus d'exploitation : 80°
- Coefficient du foisonnement des roches : 1.5
- Poids volumique : 2.30 t/m³
- Dimensions des blocs abattus ne doit pas dépasser (1.0*1.3 m³) selon ouverture du concasseur
- Diamètre des trous de mines est pris égal à 76 mm
- Chargement continu des trous de mines

Chapitre II Développement des activités industrielles dans la zone des Hassi

- Diamètre de cartouche et type d'explosif suivant la disponibilité au niveau de l'ONEX, avec une préférence pour la marmanit en cartouche de diamètre de 65 mm
- Un tir chaque semaine pour produire 12000 tonne de roches



Photo n°08 : les différents explosifs utilisés pour abattre le gypse.

(A : la Marmanit, B : la Gélanit, C : l'Anfomil)



Photo n°09 : le remplissage des trous de mine avec l'anfomil et la marmanite.

Dans cette carrière, il y'a un problème des hors gabarits dus à la géologie de la région tels que les discontinuités et les KARSTS.

Malgré l'optimisation du plan de tir et le changement des paramètres de ce dernier, le problème n'est pas résolu .donc ils ont utilisé le débitage mécanique pour réduire la taille des blocs.

c. Débitage secondaire

Tout tir d'abattage à l'explosif génère des blocs hors gabarits. On estime que le volume de ces roches représente 5 à 10% du volume abattu foisonné.

Le débitage secondaire des blocs hors gabarits générés par les tirs d'battage à l'explosif. Est réalisé à l'aide d'un marteau brise roche de poids 4 tonnes monté sur pelle hydraulique.

Cette opération va permettre le dégagement des blocs stockés sur les plates formes des niveaux d'exploitation et les blocs suspendus sur le front d'exploitation.

d. Chargement et transport

Le chargement se fait par une chargeuse qui charge 3 tombereaux articulés de type volvo. Ces dernières transportent les blocs jusqu' au concasseur qui n'est pas loin. Environ 200 m.

C'est une étape très importante en même temps très délicate car les engins assurant cette opération sont de nombre élevé. Leur mouvement fréquent et continu provoque une certaine densité de circulation, soit à la carrière soit au niveau d'unité de traitement. C'est pour cette raison que les dirigeants de la carrière adoptent un plan de circulation de ces engins (cycle de rotation) bien défini durant toute l'année.



Photo n°10 : La chargeuse des blocs de gypse.

Cependant, on estime que cette nappe superficielle est sensiblement maintenue en charge par l'alimentation de l'aquifère profond sous-jacent (M.FOUKRACHE 2001).

II.1. Le lac de Télamine

La dépression du lac de Télamine est le plus vaste bassin fermé du plateau d'Oran après celui occupé par la sebkha d'Arzew (Dubuis et Simonneau, 1960). Situé à l'Est d'Oran à 84,50 m d'altitude, est divisé en trois cuvettes séparées s'étendent sur 6 Km de long et 1 Km de largeur moyenne, d'une superficie de 2399 Ha. Le lac occupe une dépression elliptique orienté SSO-NNE. Elle est formée de poudingues (roche constituée de galets agglutinés par un ciment naturel calcaire ou siliceux) et grès coquilliers de l'Astien-Villafranchien et remblayée d'alluvions quaternaires récentes. (Tinthoin in Dubuis et Simonneau, 1960).

Le lac Télamine était constitué par deux mares, nettement séparées. Sur 02Ha c'est la daya de Fleurus, près de Legrand, sur 6 hectares environ près de Saint-Cloud. Les eaux relativement douces, étaient bues par les troupeaux de gazelles qui hantaient la région (Dubuis et Simonneau, 1960).

Pendant l'été de 1856, les eaux de la daya déposèrent sur 150 Ha une couche de sel d'environ 3 à 5 cm d'épaisseur, une exploitation s'installe, jusqu'en 1890 où elle extrait 4.300 tonnes de sel, qui se ruine l'année suivante par une inondation qui recouvre la daya d'une lame d'eau de 1,40 m d'épaisseur.

Ainsi sous l'influence des défrichements et des cultures, les pâturages de Télamine se sont changés en saline, impropre à toute végétation et l'on est passé insensiblement de la daya à la sebkha (Thinthouin, 1949, Dubuis et Simonneau, 1960). Mais, il nous semble qu'il vaut mieux rester sur le terme de « lac » ou « daya » puisqu'il s'agit ici d'une simple dépression topographique. La sebkha étant plutôt une structure d'origine tectonique (Grabben).

Actuellement, le site est caractérisé par une végétation naturelle composée de plantes herbacées adaptées à la salinité du milieu. Sont présent les sansouires caractérisées par la Salicorne, une plante halophile dont les taux de recouvrement atteignent 100% en certains endroits (Anonyme IV, 2004). La Direction des Forêts décrit le site comme un plan d'eau entouré par des cultures céréalières parsemées d'oliviers sur la majeure partie de son périmètre. Sur les talus on retrouve des friches à chardons. Dans les endroits où débouchent les ruisseaux ou les rejets d'eaux usées des villages voisins, se forment des vasières entourées d'une végétation d'herbacées parsemées de touffes de joncs et de quelques jeunes sujets de Tamaris (Anonyme, 2004). Le site est très visité par les oiseaux.

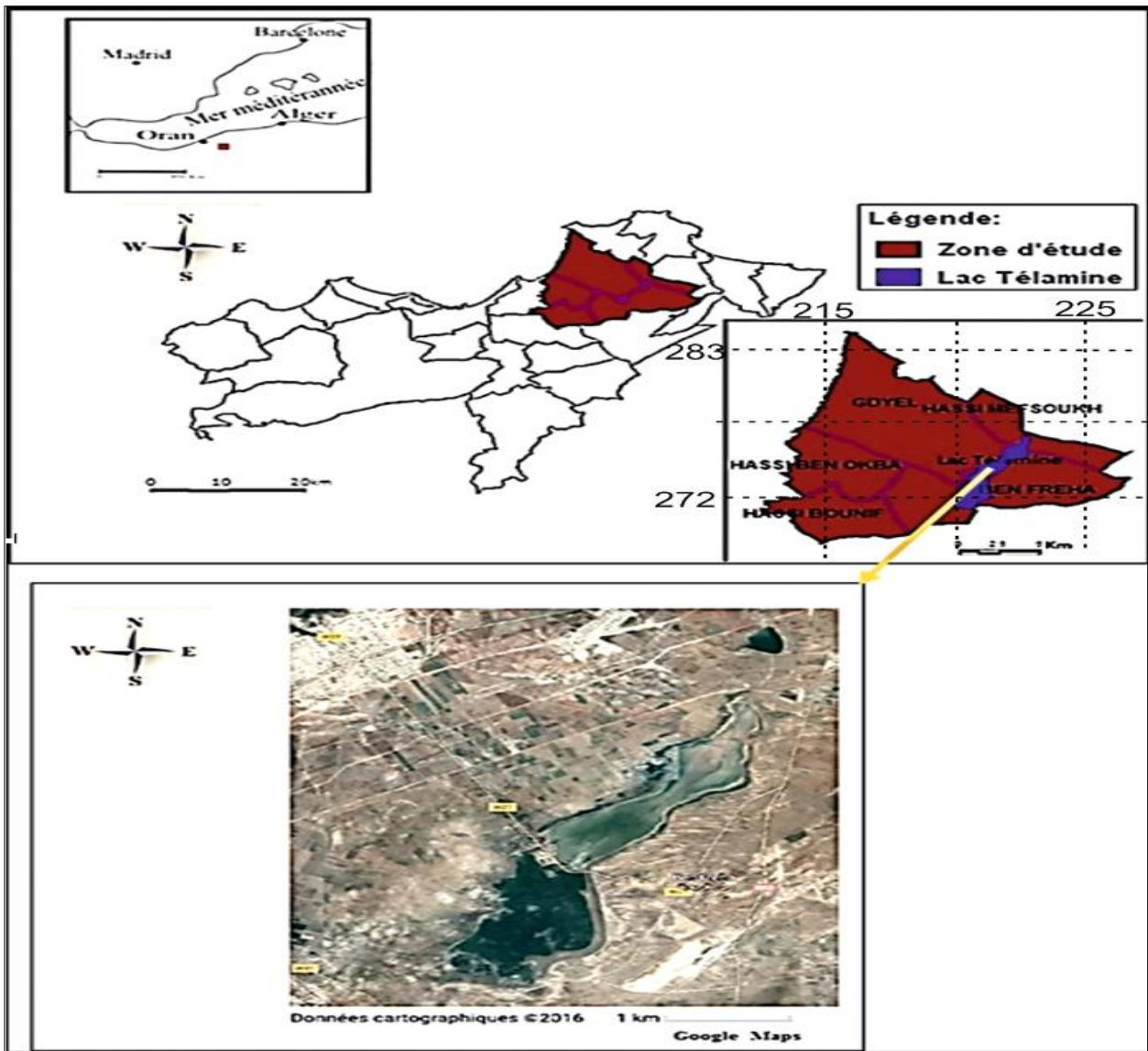


Figure n°16: Situation géographique du Lac Téalmine (M. HADJAJ, 2018).

II.1.1. Caractéristiques physico-chimiques des eaux du lac Téalmine

L'interprétation des analyses hydro chimiques concerne les prélèvements effectués en 2013 par l'Agence nationale des Ressources Hydriques (ANRH) d'Oran. Ils sont, en tout, au nombre de 05 points de prélèvements au niveau du lac Téalmine (carte d'inventaires des points d'eau, Figure 17). Les analyses ont été effectuées au laboratoire de l'ANRH ; elles ont porté essentiellement sur les ions majeurs (cations et les anions).

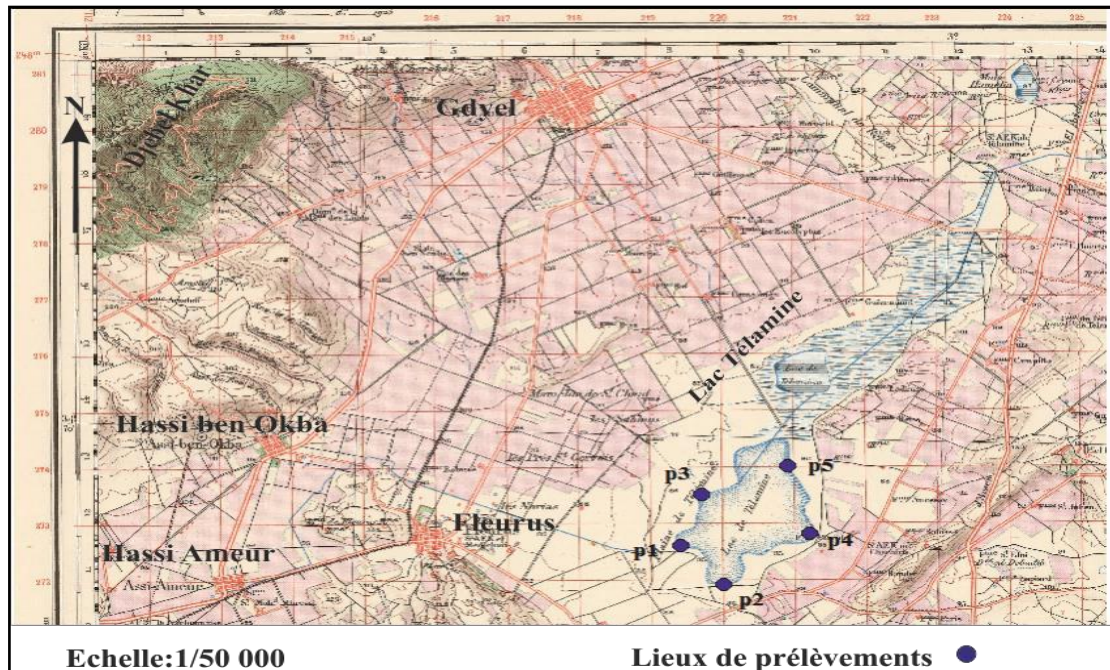


Figure n°17: Localisation des lieux des prélèvements (extrait de la carte topographique de Gdyl 1/50000).

II.1.1.1. Paramètres physiques

a. Température: la température des échantillons d'eau varie de 20 à 23°C. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée directement par les conditions climatiques.

b. pH : Les données du pH sont comprises entre 7,43 et 8,95 Le pH donne une indication de l'acidité ou l'alcalinité d'une substance. Il est déterminé à partir de la quantité d'ions. Hydrogène libre (H⁺). Les eaux du lac Talamine présentent une forte Alcalinité due à l'évaporation intense régnant à la surface du plan d'eau.

c. La conductivité électrique : une conductivité moyenne de 8796.6 $\mu\text{s}/\text{cm}$ est très élevée; cette conductivité a dépassé les normes.

L'estimation de la minéralisation d'une eau à partir de l'intervalle de sa conductivité est représentée par la valeur enregistrée au point d'eau p4 qui est la plus élevée. En général, la minéralisation augmente d'amont en aval.

Tableau n°10: Relation conductivités - minéralisations des eaux.

Conductivités ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Appréciations
Conductivités < 100	Minéralisation très faible
100 < Conductivités < 200	Minéralisation faible
200 < Conductivités < 333	Minéralisation moyenne
333 < Conductivités < 666	Minéralisation moyenne accentuée
666 < Conductivités < 1000	Minéralisation importante
Conductivités > 1000	Minéralisation élevée

II.1.1.2. Paramètres Chimiques

A. Balance ionique : les résultats des analyses des eaux de surfaces traitées dans le cadre de cette étude, sont pris en considération pour des valeurs de la balance ionique inférieures à 10 %. Ce choix est dicté par le fait que les eaux sont très chargées et par le temps pris pour la réalisation des analyses.

A.1. Les éléments majeurs

Tableau n°11 : Résultats des analyses des cations des eaux de surface.

Eléments	Max	Min	Moy	Ecart-type
Ca²⁺ (mg/l)	1245	821	1067.4	159.06
Mg²⁺ (mg/l)	1810	362	891.4	560.32
Na⁺ (mg/l)	4140	2430	3353.2	826.79
K⁺ (mg/l)	748	126	374.8	285.54

1-Le calcium (Ca): Le calcium peut provenir des évaporites comme le gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) et l'anhydrite (CaSO_4) ou les carbonates [calcaires : CaCO_3 et les dolomies $\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$].

La concentration du calcium augmente dans la partie sud du lac Télamine avec un maximum de 1245 mg/l (p4). Cette partie du lac est très proche des formations évaporitiques.

2-Magnésium (Mg) : Comme le calcium c'est un alcalino terreux, il provient, de la dissolution des formations carbonatées riches en magnésium (dolomite), au niveau de la région d'étude.

3-Le sodium et le potassium (Na) (K)

-Le sodium provient des formations évaporitiques liées aux intrusions triasiques

-Le potassium présente les mêmes variations que le sodium, peut provenir de l'altération des argiles potassiques et de la dissolution des engrais chimiques (NPK) qui sont utilisés massivement par les agriculteurs, liée au déversement des eaux industrielles et domestiques.

A.2. Anions

Tableau n°12 : Résultats des analyses des anions des eaux de surface.

Eléments	Max	Min	Moy	Ecart-type
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	1773	181	676	679.5
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	7520	169	2982	2829.04
Cl ⁻ (mg/l)	9719	7241	8492.2	1041.43
NO ₃ ⁻ (mg/l)	8	3	5.2	1.92
NO ₂ (mg/l)	0.41	0.06	0.36	0.17

1-Les bicarbonates (HCO₃⁻) : Cette teneur est liée vraisemblablement à la dissolution des carbonates. La concentration maximale des bicarbonates s'est manifestée au point d'eau p3 (1773mg/l).

2-Les sulfates (SO₄²⁻) : Les teneurs en sulfates proviennent du lessivage des eaux de surface sur les formations marneuse et gypseuse, les rejets des eaux usées et de l'agriculture, la forte concentration est enregistrée au point p5 (7520 mg/l).

3-Les chlorures (Cl⁻) : Les chlorures (Cl⁻) proviennent du contact permanent des eaux avec les marnes, de la présence des niveaux argileux dans les alluvions, de l'évaporation intense (climat aride à semi-aride) mais également de la dissolution des engrais et des pesticides utilisés en agriculture ainsi que des rejets des eaux usées (urbaines et les rejets des animaux).

4-Nitrates (NO₃⁻) : Les nitrates représentés par des concentrations faibles, sont liées à la nature des rejets observés dans la région; ils atteignent un maximum au point p4 (8 mg/l).

Alors la majorité des eaux du lac Télamine présentent une très forte alcalinité, elles sont regroupées en une seule principale famille de faciès chimique : Chloruré sodique, avec une minéralisation très élevée, Ces eaux sont de même saturées par rapport à la calcite et l'anhydrite et est sursaturée par rapport à la dolomite, l'aragonite et le gypse. Les eaux du lac Télamine présentant un danger d'alcalinisation très fort et une qualité médiocre pour l'irrigation.

Conclusion :

Le contexte industriel dans la plaine des Hassi, incluant la zone industrielle a été créée en 1973 sans prendre en considération les préoccupations environnementales et la notion du risque pouvant être induit par les activités industrielles. Au cours des ces dernières années, la zone industrielle est devenue plus étendue et plus complexe du fait de l'adjonction de nouvelles activités (chimie, hydrocarbures, etc.)

L'entreprise KNAUF pôle de production de plâtre en Algérie; exploite un gisement de gypse de très bonne qualité. L'activité d'exploitation a débuté en 1978, le gisement de gypse alimente le concasseur de la platerie situé à proximité du gisement.

Le gisement de gypse du lieu-dit Fleurus est situé à 6 km au Nord-est de la commune de Ben freha et 24 km à l'Est de la wilaya d'Oran. La carrière compte quatre niveaux d'exploitation +135m, +125 m, +100m et 90 m.

La technique la plus utilisée dans les carrières est à ciel ouvert. Le forage c'est la première étape dans la chaîne des opérations pour traiter la roche en carrière cette chaîne inclue les travaux suivants: forage; Tir à l'explosif; chargement; transport; concassage

Les ressources en eau souterraines et de surface au niveau de la plaine des Hassi représentées respectivement par la nappe phréatique et le plan d'eau du lac Telamine, sont sujettes à d'éventuelles sources de pollution d'origine domestique et industrielles.

C'est ainsi que, le lac Télamine et son environnement formé par la plaine bordière des Hassi reçoivent de grands volumes de rejets de tout genre véhiculés par les eaux. Il s'agit ainsi d'une zone humide très fragile à la pollution.

En effet, toutes ces activités industrielles dans la zone des Hassi, ainsi que l'exploitation du gisement de gypse peuvent impacter manifestement les ressources en eau et le contexte environnementale de cette région.

Chapitre III

Indices de pollution et impact sur les ressources en eau

Introduction

L'eau souterraine à l'Est d'Oran est représentée par deux nappes concentrées au niveau des plateaux des Hassi (Gdyel, Hassiane Ettoual). Il s'agit d'un système aquifère multicouche à nappe libre formé par la superposition de plusieurs niveaux aquifères: limons sableux, grés coquillé, calcaire gréseux et sables jaunes. Ces différents niveaux se relaient et se superposent du N-NW au S-SE. Les formations alluvionnaires ont une extension spatiale de près de 2560 Hectares, ce qui se traduit par la formation de petites nappes phréatiques plus au moins continues et facilement exploitables (puits) (Hassiane S- Ali 2006).

La croissance exponentielle de la démographie et des activités industrielles et agricoles au cours de ce siècle a entraîné dans certaines régions une pénurie quantitative et qualitative des eaux mobilisables.

Dans notre pays, cette ressource est actuellement soumise à divers impacts (activités agricoles et industrielles... etc.), entraînant une pollution, modifiant sa qualité et limitant son utilisation. Cela peut avoir de graves conséquences sur l'homme et son activité.

La caractérisation de la pollution est basée sur l'étude de deux types d'éléments indicateurs de pollution : les éléments indicateurs de la pollution organique (ammonium, nitrite, etc.) et les éléments indicateurs de pollution métallique (micropolluants).

I.1. Définition de la pollution de l'eau

Une eau est polluée lorsque, sous l'effet de l'activité humaine, elle devient impropre à satisfaire la demande d'utilisation où qu'elle présente un danger pour l'environnement (G. Castany, 1982). Les causes naturelles de la dégradation de la qualité de l'eau souterraine sont donc exclues de ce concept.

I.2. Origine de la pollution

Selon l'origine de pollution, on peut distinguer trois grands groupes de pollution : urbaine, agricole et industrielle.

I.2.1. La pollution d'origine urbaine

La pollution d'origine urbaine, correspond à des apports hétérogènes liés, d'une part aux activités physiologiques et domestiques, et d'autre part aux activités économiques, industrielles et commerciales pratiquées dans le milieu urbain.

Pour celles liées aux activités physiologiques et domestiques, elle est essentiellement de type organique et bactériologique.

I.2.2. Pollution d'origine agricole

L'agriculture est entrée dans un stade de modernisation, où les cultivateurs font parfois recours à une utilisation abusive d'engrais chimiques et de produits phytosanitaires (insecticides, fongicides, herbicides, etc.).

L'utilisation irrationnelle de ces produits peut entraîner des risques graves et polluer les eaux souterraines.

Les communes de Hassi Bounif et de Hassi Ben Okba sont à vocation agricole bien qu'elles aient intégré une industrie légère. Dans la commune de Hassi Bounif la superficie agricole est de 2050 ha soit 64.52% de la superficie totale de la commune. Dans la commune de Hassi Ben Okba, les terres agricoles recouvrent une superficie de 2356 ha, ce qui représente 49.74% de la superficie totale de la commune. Annexe n°07

Les pompages excessifs d'eau douce par les industries ont entraîné des dépressions de la nappe qui est considérée comme un réservoir stratégique puisqu'elle est sollicitée pour assurer l'alimentation en eau potable de nombreux quartiers de la ville d'Oran, l'irrigation des centaines d'hectares de terres agricoles et l'alimentation de plusieurs unités industrielles.

I.2.3. Pollution d'origine industrielle

Elle peut être provoquée par les rejets industriels, thermiques et chimiques. Sa nature est aussi variée que celle des industries. La pollution par les éléments toxiques est la plus dangereuse pollution incluse dans ce type.

II. Impacts de l'exploitation de gypse sur les ressources en eau

Les effets sur la qualité de l'eau et de la disponibilité des ressources en eau dans la zone du projet constituent peut-être l'impact le plus important d'un projet d'exploitation minière. Les questions clés sont de savoir si la disponibilité des eaux de surface et des eaux souterraines restera appropriée à la consommation humaine, et si la qualité des eaux de surface dans la zone du projet restera adéquate pour supporter la vie aquatique et la faune terrestre native.

Au niveau de la carrière de gypse de Fleurus ; le niveau du plancher d'exploitation actuel dénote une remontée des eaux d'une nappe phréatique d'eau saumâtre comme le montre les photos ci-après.

Le niveau d'exploitation à l'échelle de la carrière a atteint la surface libre de la nappe. Ce niveau affleurant des eaux souterraines est à la même altitude que celui du plan d'eau de surface du lac. Cette situation de condition aux limites à potentiel imposé, nécessite des mesures de protection vigilantes des ressources en eau.



Photo n°11: Remontée des eaux d'une nappe phréatique d'eau saumâtre.

II.1. Le drainage d'acide minier et la lixiviation des contaminants

Le drainage des acides et des contaminants de lixiviation est la plus importante source d'impact sur la qualité de l'eau liée à l'extraction des minerais métalliques. Le drainage d'acide minier est une préoccupation pour de nombreuses mines métalliques, parce que des métaux comme l'or, le cuivre, l'argent, se trouvent souvent dans des roches contenant des minéraux sulfurés. Le drainage d'acide de mine peut provenir de n'importe quelle partie de la mine où les sulfures sont exposés à l'air et à l'eau. Il est considéré comme un impact dangereux pour la vie aquatique, il ya un impact sur les poissons, les animaux et les plantes.

De nombreux cours d'eau affectés par le drainage d'acide de mine ont un pH de 4 ou inférieur. Les poissons, les plantes et les animaux ont peu de chance de survivre dans de tels

milieux. Le drainage d'acide de mine peut causer des dommages longtemps après la fermeture de l'exploitation minière.

Un autre risque majeur peut survenir ; il s'agit de la contamination des eaux souterraines dont la surface piézométrique de la nappe est au même niveau que celui du plan d'eau superficielle du Lac. Ces conditions fragiles des eaux de la nappe, favorisent leur contamination par les produits polluants qui rejoignent aisément l'aquifère en profondeur en contact avec les eaux superficielles.

II.2. L'érosion des sols et des déchets miniers dans les eaux de surface

Pour la plupart des projets miniers, le potentiel d'érosion de sols et de sédiments dans l'eau de surface et la dégradation de la qualité de celle-ci est un grave risque.

En raison de la grande superficie de terres endommagées par l'exploitation minière et des grandes quantités de matériaux qui sont exposées sur les sites, l'érosion peut être une préoccupation majeure sur les sites miniers. Par conséquent, la lutte contre l'érosion doit être considérée depuis le début des opérations jusqu'à l'achèvement des travaux de réhabilitation. L'érosion peut provoquer le chargement important de sédiments (et tous polluants chimiques) vers des plans d'eau proches, surtout pendant des tempêtes sévères et de grandes périodes de crues.

Les types d'impacts associés à l'érosion et à la sédimentation sont nombreux. Dans les eaux de surface, des concentrations élevées de particules dans la colonne d'eau peuvent produire des effets toxiques à la fois chroniques et aigus chez les poissons. Les sédiments déposés en couches dans les plaines inondables ou les écosystèmes terrestres peuvent produire de nombreux impacts associés aux eaux de surface et souterraines. Les minéraux associés aux dépôts de sédiments peuvent faire baisser le pH du ruissellement de surface et ainsi mobiliser les métaux lourds qui peuvent s'infiltrer dans le sous-sol environnant.

Au-delà du potentiel pour des impacts polluants sur la vie humaine et aquatique, il existe des impacts physiques potentiels associés à l'augmentation du volume et de la vitesse de ruissellement découlant des nouvelles activités de perturbation des terres.

Dans les zones où les émissions atmosphériques ont déposé des particules acides et où la végétation indigène a été détruite, le ruissellement a le potentiel d'augmenter le taux d'érosion et de conduire à la suppression du sol de la zone concernée

III.1. Origine de la pollution du lac Télamine

Le lac Télamine présente de nombreux problèmes environnementaux de différentes origines telles que les rejets liquides industriels et domestiques et les déchets solides.

III.1.1. Eaux usées**III.1.1.1. Le réseau d'assainissement industriel et urbain**

Les eaux usées sont des eaux qui contiennent des organismes microscopiques et organiques qui sont dus à la consommation des eaux potables et l'utilisation ménagère et industrielle. Ces eaux usées sont considérées comme une source de danger pour la santé en général et sur le milieu naturel. Les rejets des eaux usées, sont collectés puis raccordés au collecteur principal existant qui déverse plus loin ces eaux dans le lac Télamine.

La région de Gdyl possède un réseau avec des systèmes différents :

-L'agglomération chef-lieu Hassi Bounif est dotée d'un réseau d'assainissement de type unitaire qui est de même pour celui de l'agglomération de Hassi Aneur, constitué de deux réseaux distincts selon leurs positions géographiques par rapport aux collecteurs principaux, le premier prend son origine à la partie Ouest pour se terminer à la partie Est. Le déversement se fait sur un canal à ciel ouvert qui longe l'ancien chemin de fer, le deuxième se situe dans la partie Nord.

-La commune de Hassi Ben Okba est raccordée par deux réseaux d'assainissement à savoir un réseau unitaire de l'agglomération, et un réseau séparatif de la zone industrielle. Pour la zone d'activité le problème posé à son niveau est celui de l'accumulation des trois rejets vers le lac Télamine connu par sa vulnérabilité à la pollution.

Le réseau d'assainissement que dispose la commune de Ben Freha est de type unitaire qui canalise toutes les eaux usées du territoire qu'il dessert, que ces eaux soient d'origines domestiques ou pluviales. Les pentes sont orientées du Sud vers le Nord dont le rejet est dirigé vers le réseau existant de la ville de l'Ouest vers l'Est en diamètre 300mm.

Le réseau d'assainissement de Hassi Mefssoukh est de type unitaire, rassemblant la totalité des rejets de la population, on distingue quatre rejets dispersés sur plusieurs directions à savoir le Sud-ouest, le Nord-Ouest, le Nord et l'Est. Le tableau suivant nous démontre le taux de raccordement, les rejets et le milieu récepteur dans différentes communes.

Tableau n°13: Le taux de raccordement, les rejets et le milieu récepteur de la région de Gdyel.

Communes		Hassi Bounif	Hassi BenOkba	Boufatis	Gdyel	Hassi Mefsoukh	Ben Freha	Totale
Nbr d'habitat Km ²		59671		11579	37315	11856	20235	88246
Taux de raccordement en AEP		80%	90%	95%	95%	90%	90%	-
Taux de raccordement au réseau d'assainissement		71%	80%	86%	85%	85%	90%	-
Les rejets	Volume m ³	5325	910	1187	3513	1130	1743	13808
	Nbr	1	1	1	1	1	2	7
Milieu récepteur		Lac Télamine	Daya	Lac Télamine	Lac Télamine	Lac Télamine	Lac Télamine	-

Source : Direction de l'hydraulique, 2009.

Il s'avère ainsi que la dépression du lac Télamine reçoit la totalité des eaux du réseau d'assainissement et constitue le milieu récepteur principal des eaux usées au niveau de la zone des Hassis.



Source : la direction de l'environnement, 23/10/2012

Photo n°12: Canal du réseau d'assainissement (Hassi Ameer vers le lac Télamine).

III.1.1.2. Volume des eaux usées rejetées

Le débit des eaux usées est estimé en général selon la consommation moyenne en eau potable par habitant pour les eaux d'origine domestique ou par activité pour les effluents industriels. Pour calculer le débit des eaux usées, nous avons utilisé la formule suivante :

$Q_{EU} = Q_j \text{ moy} * 80\%$ Où :

Q_{EU} = débit des eaux usées (m^3/j).

$Q_j \text{ moy}$ = débit journalier moyen consommé (m^3/j).

80% = taux de retour.

Tableau n°14: débit des eaux usées dans la région de Gdyl.

Commune	Hassi Bounif	Hassi BenOkba	Ben freha	Gdyl	Hassi Mefsoukh
Population	59671	12906	17620	37315	11856
Besoins journaliers moyenne en eau potable	11799	2521	3524	3782	-
$Q_{EU} (m^3/j)$	10383.2	2218.4	3100.8	3513	1194
$Q_{EU} L/j$	120	26	36	-	-

III.1.2. Déchets solides urbains

Les déchets solides urbains sont en quantité croissante et les centres d'enfouissement (décharges) sont de plus en plus saturés. Certains déchets sont dangereux (piles, solvants..) et pas toujours réutilisables par recyclage. Il est indispensable de limiter l'utilisation excessive d'emballages, de favoriser le recyclage et surtout d'utiliser des moyens d'élimination appropriés.

L'élimination des déchets solides urbains pose des problèmes, les filières de valorisation des déchets ne sont pas encore maîtrisées et l'incinération n'est pas appropriée compte tenu de son coût assez élevé et du fort taux d'humidité des déchets. Les dépotoirs et les décharges brutes constituent ainsi, l'exutoire final des ordures dont les conditions de stockage ne répondent aucunement aux garanties nécessaires pour éviter la contamination des eaux, des sols et assurer une gestion efficace des sites. En effet, dès la phase de dépôt, les déchets sont soumis à des processus de dégradation liés à des réactions biologiques et physico-chimiques complexes. L'eau s'y infiltre et produit des lixiviats et du biogaz chargés de substances organiques ou minérales qui engendrent une pollution essentiellement de type organique et métallique, en relation avec la biodégradation naturelle des déchets confinés et avec leurs composants anthropiques qui libèrent de nombreuses substances toxiques dans le milieu naturel, notamment dans l'atmosphère, les eaux souterraines et les cours d'eau.

Malgré la législation avancée en matière de gestion des déchets avec tous ses mécanismes régulateurs, on remarque que le manque d'une conscience environnementale et le peu de confiance tant au niveau collectivités locales, acteurs économiques et citoyens, limite et freine le développement d'une activité économique des déchets qui est protectrice de l'environnement.

Dans cette étude nous avons pris en considération l'état actuel du lac Télamine et la décharge sauvage au niveau de ce site dans le but de définir les impacts qui sont présents sur le lac Télamine et ses zones limitrophes.

III.1.2.1. Production des déchets solides

Dans cette partie on s'intéresse à l'évaluation des déchets produits (quantités, qualités), pour déterminer la quantité quotidienne des déchets ménagers. Le nombre de la population résidente est le facteur retenu. Le tableau suivant nous montre la quantité des déchets solides produits dans la région de Gdyel.

Tableau n°15: La quantité des déchets solides produits dans la région d'étude.

Commune	Quantité des déchets solides produits dans la région de Gdyel							
	Quantité des déchets produits en 2005				Quantité des déchets produits en 2008			
	Population	Kg/hab/j	T/j	T'an	Population	kg/hab/j	T/j	T/an
Hassi Bounif	59671	0.52	35	12712	66978	0.55	44	15882
Hassi BenOkba	12364	0.57	7	2572	12906	0.61	8	3059
Boufatis	11290	0.51	6	2102	11579	0.54	6	2363
Gdyel	38138	0.52	20	7239	37315	0.55	23	8346
Hassi Mefsoukh	10614	0.54	6	2092	11856	0.57	7	2538
Benfreha	17314	0.5	9	3160	20235	0.53	10	3574
Total de la région	156698	3.16	83	29877	153562	3.21	98	35762

Source : La direction de l'environnement, 2009.

A partir du Tableau n°15 on constate que la quantité totale des déchets générés par les communes de la région de Gdyel atteint quotidiennement les 98 tonnes/j (35762 T/an) en année 2008 qui est une grande quantité par rapport à celle de l'année 2005 où la quantité des déchets générés n'était que de 83 T/j (29877 T/an). Cela compte environ une augmentation de 20% de déchets solides produites en trois ans. Chaque commune de la région participe avec une quantité importante à la production des déchets. La figure suivante nous détermine la quantité des déchets générés par commune.

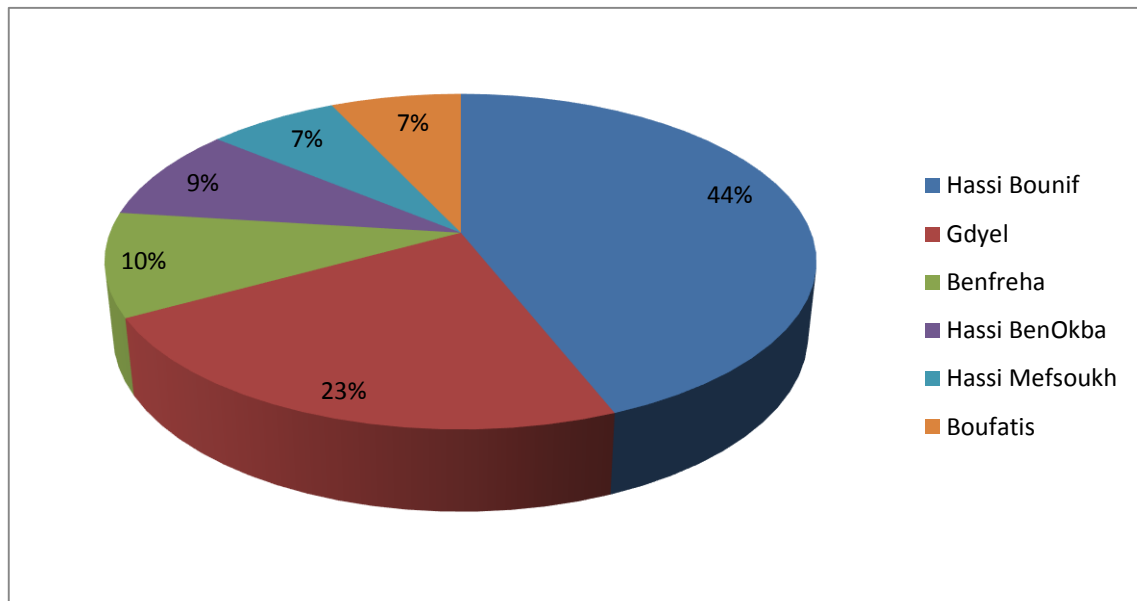


Figure. n°18: Quantités des déchets générés par commune.

On remarque que la quantité la plus importante provient de la commune de Hassi Bounif. Avec 15882 T/an et ceci est le résultat de la forte pression démographique où le nombre de population est de 59671 habitants en deuxième place la commune de Gdyel avec une quantité des déchets de 8346 T/an, après succède Ben Freha et Hassi Ben Okba avec une quantité de déchets plus que 3000 T/an; en dernière place viennent Hassi Mefssoukh et Boufatis avec une quantité plus que 2000 T/an.

III.1.3. Diagnostic du site de la décharge sauvage

La décharge sauvage du lac Télamine (Commune de Gdyel), couvre une superficie d'environ 400 hectares, atteignant au-dessus du terrain naturel une hauteur d'environ 0.7 m. Cette décharge contient des déchets de toutes natures (ménagers, commerciaux, hospitaliers, produits de nettoyage et certains déchets industriels, déchets inertes), représentant un volume d'environ 19250m³. La date de mise en service était en 1986.

La décharge reçoit les gravats et autres débris qui proviendraient des constructions. Cette décharge est officielle » mais gérée comme une décharge sauvage. En effet, elle ne comporte aucun dispositif d'une décharge contrôlée (absence de clôture, de casier, de tri et de traitement.).



Source : La direction de l'environnement, 2012

Photo n°13: La décharge sauvage du lac Télamine (Commune de Gdyel).



Source : La direction de l'environnement, 2008

Photo n°14 : Rejet à ciel ouvert de Gdyel vers le lac de Télamine.

III.2. Analyse des éléments indicateurs de pollution dans le lac Télamine

Pour apprécier l'effet possible de la pollution des eaux du lac Télamine, on s'est basé sur les résultats d'analyses réalisées par l'ANRH d'Oran en 2013 sur 05 points prélèvement (Figure n°17), pour l'étude de certains éléments indicateurs de pollution contenus dans les eaux du lac, afin d'évaluer le degré de la pollution et procède à une classification des eaux du lac, en relation directe avec les eaux souterraines du système aquifère centré sur la zone des Hassi.

A cet effet, l'analyse des échantillons d'eau prélevés a concerné, en plus des éléments indicateurs de pollution, les principaux éléments analysés : les nitrates, les nitrites, l'ammonium, le phosphore total, le phosphore (po4), la matière organique, les matières en suspension, la DBO5 (demande biochimique en oxygène en 5 jours) et la DCO (demande chimique en oxygène) et le fer, manganèse, chrome (les éléments en traces).

Tableau. n°16: Résultats d'analyses des éléments indicateurs de pollution.

Paramètres (mg/l)	P1	P2	P3	P4	P5
Paramètres de pollution					
MES	142	156	188	201	211
DCO	500	442	838	673	1400
DBO5	160,7	142,3	402	229,3	495
DCO/DBO5	3,11	3,11	2,08	2,94	2,83
NH4	12	14	35	17	42
PT	6,07	5,82	4,87	5,94	5,86
PO4	2,38	2,1	57	5,55	3,15
NO2	0,09	0,06	0,38	0,36	0,41
NO3	3	4	6	8	5
Fe	0,064	1,2	0,22	1,864	1,889
Mn	0,018	0,09	0,18	0,128	0,23
Cr	0,03	0,01	0,02	0,03	0,05

III.2.1. Paramètres de pollution organique**a- Les matières en suspension (M.E.S)**

Les concentrations des matières en suspension augmentent d'amont en aval et les plus grandes valeurs enregistrés aux points P5. Leurs valeurs conformes à la norme Algérienne admissible sont d'ordre de 30 mg/l, ce qui signifie que les eaux du lac présentent une pollution très excessive.

b-Demande biochimique en oxygène (DBO5)

D'amont en aval, les valeurs moyennes de la DBO5 sont très élevées, et atteignent un maximum au point P5. Les valeurs mesurées confèrent à l'eau une qualité mauvaise et très polluée, selon la classification de l'ANRH, 2000. Ces valeurs anormales témoignent d'une pollution avancée pouvant être due à la présence de matières organiques des rejets domestiques.

c-Demande chimique en oxygène (DCO)

D'amont en aval, les valeurs de DCO sont très élevées. On observe encore un maximum au point P5. Les valeurs enregistrées confèrent aux eaux une pollution toujours très excessive.

III.2.2. Paramètres de pollution azotée**a-Ammonium (NH₄⁺)**

Les concentrations observées d'amont en aval sont très élevées avec un maximum en P5, témoignent d'une eau de pollution très forte, selon la classification figurée par l'ANRH (2000).

b- Les nitrates (NO₃⁻)

Les concentrations observées augmentent d'amont en aval et illustrent une eau manifestant de faibles valeurs de concentrations en nitrates. Quoique ces résultats nous semblent douteux.

c- Les nitrites (NO₂)

Les concentrations sont faibles à moyennes, avec un maximum au P5. Les points P1 et P2 présentent une pollution modérée et les autres points caractérisent l'eau d'une pollution notable.

III.2.3. Le phosphore

Ces teneurs sont supérieures aux limites P3, P4, P5 avec un maximum au point d'eau P4. Ces points présentés par une pollution importante et P1, P2 connu par une pollution notable. Peuvent conduire à des phénomènes d'eutrophisation du milieu.

III.2.4. Le rapport DCO/DBO5

L'écart entre DCO et DBO nous permet d'apprécier des polluants qui ne sont pas biodégradables en raison de leur structure ou à cause d'un effet inhibiteur.

Si $DCO/DBO5 < 2$: indique une eau d'égout souvent ménagère et facilement décomposable.

Si $DCO/DBO5 > 2$: indique une eau d'égout industrielle difficilement décomposable.

Dans le lac de Télamine, les résultats obtenus montrent que le rapport DCO/DBO est très élevé, Ceci confirme la présence d'une grande proportion de matières organiques non biodégradables.

Dans ce contexte on estime que les sites industrielle au niveau de la région, ne disposent d'aucune système adéquat d'épuration des eaux utilisés avant leur rejet dans le milieu naturel.

III.2.5. Paramètres indésirables (Fe, Mn, Cr)**a- Le Fer (Fe)**

Les valeurs du fer est moyenne à faible dans les cinq stations, bien que ces teneurs ne dépassent pas les valeurs limites 5 mg/l. ces valeurs de fer peut être due à la corrosion du fer.

b- Le Manganèse(Mn)

L'examen du tableau montre que les teneurs en manganèse sont à l'état de traces.

Ces valeurs sont presque nulles, inférieures aux limites fixées.

e- Chrome

Au vu du tableau les teneurs relevées en chrome, ils sont relativement inférieurs aux normes fixées par la réglementation algérienne.

III.3. L'indice de pollution organique (IPO)

Le suivi d'analyse dans les différents points a fait l'objet d'un traitement de données par l'établissement d'une carte de pollution organique des eaux naturelles, qui nous renseigne sur l'influence des rejets et la qualité des eaux par le biais d'un indice de pollution organique ; ce dernier se calcule selon la méthode de Leclercq et Maquet (1987) dont le principe est de répartir les valeurs des éléments polluants en 05 classes, et de déterminer à partir de ses propres mesures le numéro de classe correspondant pour chaque paramètre pour en faire la moyenne.

Classes		5	4	3	2	1
Paramètres	unité					
DBO ₅	mg-O ₂ /l	< 2	2 - 5	5,1 - 10	10,1 - 15	>15
Ammonium	mg-N/l	< 0,1	0,1 - 0,9	2,4	2,5 - 6	>6
Phosphates	µg-P/l	15	16 - 75	76 - 250	251 - 900	> 900
Nitrites	µg-N/l	5	6 - 10	11 - 50	51 - 150	>150

Tableau. n°17 : Grille de la qualité (IPO).

IPO= moyenne des numéros des classes des 04 paramètres.

IPO= 5,0 – 4,6 : pollution organique nulle.

IPO= 4,5 – 4,0 : pollution organique faible.

IPO= 3,9 – 3,0 : pollution organique modérée.

IPO= 2,9 – 2,0 : pollution organique forte.

IPO= 1,9 – 1,0 : pollution organique très forte

Tableau. n°18 : Indice de pollution organique (IPO) (lac Télamine).

Paramètres	P1	P2	P3	P4	P5
DBO5 (mg/l)	1	1	1	1	1
NH4 (mg/l)	1	1	1	1	1
Phosphate µg p/l	1	1	1	1	1
NO2 µg N/l	2	2	1	1	1
IPO	1,25	1,25	1	1	1

A partir des résultats de l'IPO, on constate que les eaux du lac Télamine montrent une pollution organique très forte.

IV. Etude de la pollution dans la plaine des Hassi

IV.1. Analyse des éléments indicateurs de pollution dans la plaine des Hassi

La variété des unités industrielles peut causer différents types de pollutions. Pour apprécier l'effet possible de la pollution des eaux souterraines dans le secteur d'étude, nous avons procédé à l'étude de certains éléments indicateurs de la pollution, contenus dans les eaux souterraines.

Dans le cadre de ce travail (M. Boubkeri, 2013) effectué quinze prélèvements dans la zone industrielle et environnement. Pour chaque point d'eau, deux types d'éléments indicateurs de pollution ont été dosés (tableau n°19):

- des éléments indicateurs de pollution organique ; les nitrates, les nitrites, l'ammonium, les phosphates, la matière organique acide, la matière en suspension, la silice et la turbidité, analysés au sein du même laboratoire (ANRH-DRO) que les éléments précédents.
- onze éléments indicateurs de pollution métallique ; à savoir, le cadmium, le chrome, le cobalt, le cuivre, le fer, le manganèse, le molybdène, le nickel, le plomb, le sélénium et le zinc. L'analyse de ces éléments métalliques a été effectuée par ICP-MS au niveau du laboratoire du " Servicios Centrales de Investigación" de l'Université d'Almeria-Espagne

La présence de ces éléments dans l'eau ou de leur non-conformité aux normes de potabilité pourrait informer sur la propreté ou non à tel ou tel usage (eau potable, industrie, etc.).

Tableau n°19 : Résultats des analyses des éléments indicateurs de pollution (mg/l).

	NO ₃	NO ₂	NH ₄	PO ₄	MO A	ME S	SiO ₂	Tur b	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Se	Cd	Pb
P1	92	0.04	0.05	0.09	4.8	2	27.3	1	0.00613	0.00172	0.05891	0.00407	0.00194	0.07817	0.00002	0.00069
P2	55	0.01	0.06	0.17	4.4	5	29.7	3	0.00117	0.00205	0.03455	0.00478	0.00489	0.07138	0.00002	0.00053
P3	97	0	0.07	0.09	4.3	5	28.6	2	0.00023	0.00255	0.03815	0.00357	0.00672	0.066697	0.00001	0.00023
P5	100	0.01	0.05	0.03	4.5	2	24.1	1	0.00019	0.00194	0.08354	0.00295	0.01088	0.07028	0.00001	0.000039
P6	50	0	0.08	0.08	2.2	2	23.5	1	0.00106	0.002	0.03674	0.0035	0.00471	0.04574	0.00002	0.00039
P7	58	0.06	0.07	0.05	7.1	2	22.9	1	0.00014	0.002	0.04782	0.009	0.01346	0.1264	0.00002	0.00022
P8	112	0.02	0.06	0.05	3.7	2	23.3	1	0.00015	0.04223	0.04514	0.00456	0.00299	0.05504	0.00002	0.00046
P9	84	0.01	0.07	0.04	5.9	5	32.7	2	0.00032	0.00211	0.04963	0.0033	0.01428	0.1168	0.00003	0.00033
P10	94	0	0.06	0.05	5.3	2	26.6	1	0.00016	0.00241	0.08354	0.00339	< limite de detection	0.1097	0.00001	0.00025
P11	55	0.04	0.06	0.15	2.8	2	27.3	1	0.00018	0.00319	0.05887	0.00475	0.00642	0.05119	0.00002	0.00035
P12	101	0.02	0.09	0.08	4.3	5	21.2	2	0.00021	0.00273	0.08321	0.00311	0.01658	0.09136	0.00001	0.00035
P13	128	0	0.05	0.05	2.7	2	14.4	1	0.00008	0.00262	0.06394	0.00359	0.00217	0.05287	0.00005	0.00026
P14	46	0.2	0.09	0.04	4.8	2	20.9	1	< limite de detection	0.3872	0.03056	0.00316	< limite de detection	0.09287	0.00001	0.00016
P15	71	0.01	0.07	0.11	2.2	5	22	2	0.00028	0.00289	0.05219	0.00448	0.00738	0.04239	0.00001	0.000092

IV.1.1. Les éléments nutritifs

a. les nitrates

Le contaminant identifiable le plus commun dans les eaux souterraines est le nitrate. La limite recommandée pour les nitrates dans l'eau potable par l'Organisation Mondiale de la Santé est de 50 mg/l. Des concentrations excessives de nitrates ont un potentiel de nuire à l'être humain infantile et le bétail si elle est consommée régulièrement.

Les données recueillies sont traitées à l'aide d'une grille de qualité générale. Les seuils de classement des nitrates sont discutés dans le tableau n°20.

Tableau n°20 : Seuils de classes de qualité pour les nitrates.

Classes	Nitrates	Echantillons
Bleu : Eau de très bonne qualité dont la composition est naturelle ou sub-naturelle.	< 10 mg/l	
Vert : eau de bonne qualité, proche de l'état naturel mais avec détection d'une contamination d'origine anthropique.	10 - 20 mg/l	
Jaune : Eau de qualité passable. Dégradation significative par rapport à l'état naturel.	20 – 40 mg/l	
Orange : Eau de qualité médiocre. Dégradation importante par rapport à l'état naturel.	40 – 50 mg/l	P6, P14.
Rouge : Eau de mauvaise qualité. Dégradation importante par rapport à l'état naturel.	>50 mg/l	P1, P2, P3, P5, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P15.

Source : Rapport sur la qualité de l'eau et de l'assainissement en France, Gérard Miquel, tome II.

On note qu'il n'existe que deux classes de qualité dans le secteur d'étude ; orange et rouge. Donc la majorité des eaux dépassent le seuil de 50 mg/l. Certains excèdent même la teneur de 100 mg/l.

D'après les résultats des analyses, on constate pour la plupart des points d'eau une teneur élevée en nitrates dépassant largement les normes de potabilité. Elle atteint un maximum au niveau du point P13 (128 mg/l). La plus faible teneur en nitrates se retrouve dans les eaux des points P6 et P14. La figure n°19 permet de visualiser les variations spatiales des teneurs en nitrates.

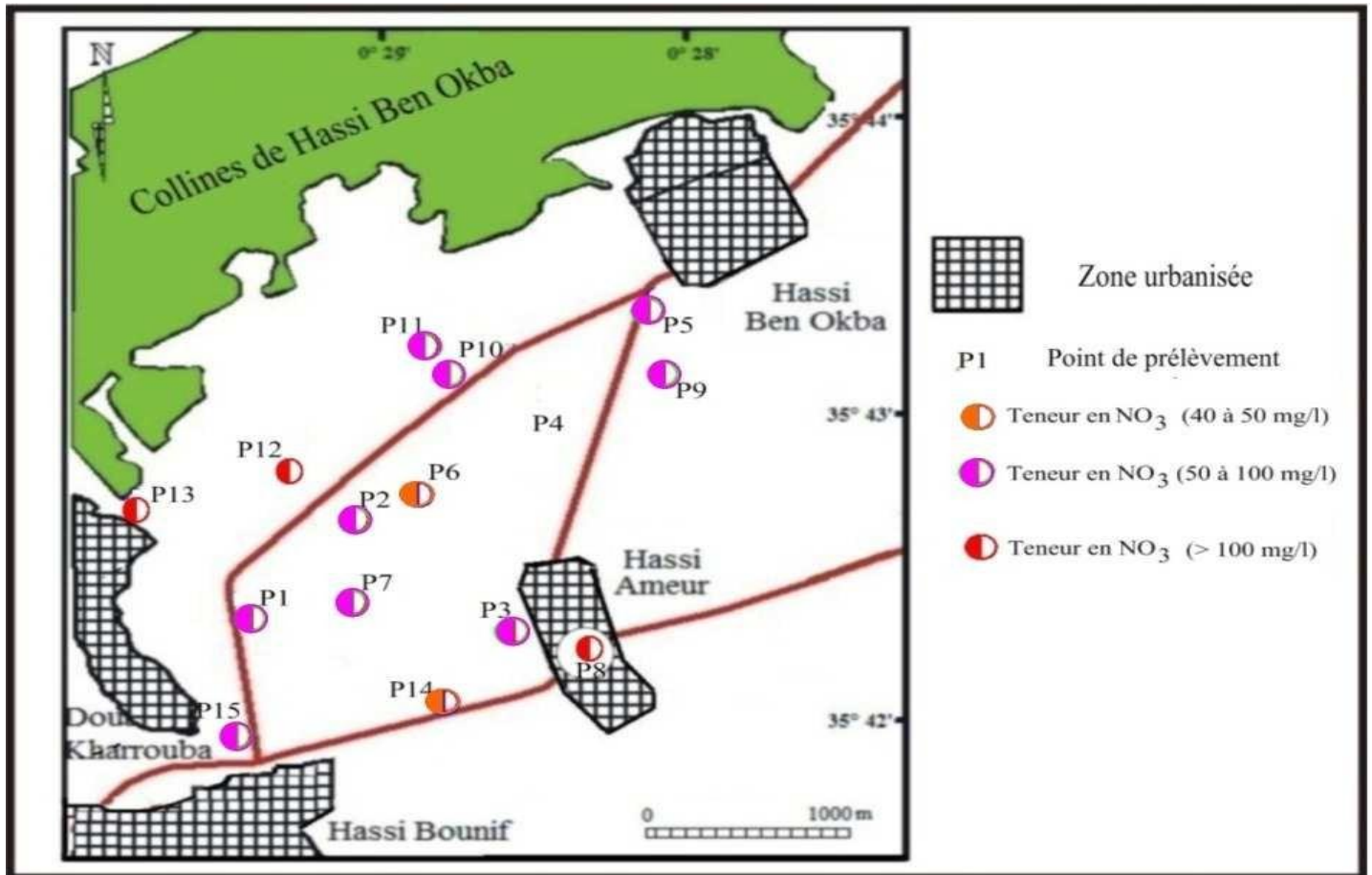


Figure n°19: Carte des teneurs en nitrates (mg/l). (M. Boubkri. 2013).

b. Les nitrites

Contrairement aux nitrates, les teneurs en nitrites dans tous les points d'eau sont faibles, en dessous des normes de potabilité. Elles s'échelonnent entre 0 mg/l et 0.06mg/l.

c. L'ammonium

Dans notre secteur d'étude, les résultats obtenus sont très inférieurs aux normes de potabilité admises (0.5 mg/l). Les teneurs en NH₄ s'échelonnent entre 0.05 et 0.09 mg/l

d. Les phosphates

Les valeurs les plus élevées de la teneur en phosphates se retrouvent au P2 (0.17 mg/l). Pour tous les autres puits, les teneurs restent faibles, inférieures aux normes de potabilité (0.4 mg/l).

IV.1.2. Les matières organiques acides

Les résultats d'analyse indiquent que les eaux souterraines du secteur étudié présentent des teneurs élevées en matières organiques acides. Les teneurs s'échelonnent entre 2.2 mg/l au P6, P15 et 5.9 mg/l au P9. Là encore, se confirme d'impact certain de l'activité industrielle sur la ressource en eau de la région des Hassi.

IV.1.3. Les matières en suspension

Les eaux souterraines du secteur étudié ne possèdent pas une forte teneur en MES. Les valeurs varient entre 2 et 5 mg/l.

IV.1.4. La silice

Dans l'industrie, il existe un problème pour les installations de refroidissement et les eaux de chaudières à haute pression ; en effet, la silice forme des dépôts extrêmement durs sur les tubes des surchauffeurs et sur les turbines.

Dans notre secteur d'étude, les valeurs des teneurs en silice s'échelonnent entre 14.4 mg/l (P13) et 32.7 mg/l (P9).

L'ensemble des points de prélèvement, à l'exception du point P13, présentent des teneurs en SiO₂ supérieures à la valeur maximale préconisée.

IV.1.5. Les micropolluants minéraux "les métaux lourds"

Les micropolluants minéraux étudiés sont : le cadmium, le plomb, le chrome, le fer, le manganèse, le sélénium, le zinc, le cuivre et le cobalt.

L'évaluation de la qualité des eaux des points étudiés vis-à-vis des micropolluants minéraux est cependant très délicate.

Certains métaux (Fer, zinc, manganèse, etc.) ne produisent que des inconvénients d'aspect ou de goût ; l'eau doit être traitée pour être potable, ou utilisée en l'état pour d'autres usages. Les métaux lourds, comme le Mercure, le Cadmium, le Plomb, le Chrome, sont toxiques et rendent l'eau inutilisable pour l'usage domestique et l'agriculture.

IV.1.5.1. Discussion et interprétation des résultats

a. Le Cadmium

Les teneurs en cadmium pour l'ensemble des points d'échantillonnage s'échelonnent entre 0.01 $\mu\text{g/l}$ et 0.05 $\mu\text{g/l}$. La contamination par le cadmium reste faible si l'on en juge par la valeur maximale admissible, qui est de l'ordre de 3 $\mu\text{g/l}$, pour cet élément en ce qui concerne les eaux potables.

b. Le Chrome

Les concentrations en chrome enregistrées au niveau des points de prélèvement sont très faibles et ne présentent aucun risque sur la santé. La valeur maximum en chrome est enregistrée au niveau du point P1 avec 6.13 $\mu\text{g/l}$.

c. Le Cobalt

Pour la majorité des points d'eau étudiés, les valeurs de cobalt sont inférieures à la limite de détection. Certains points sont caractérisés par de faibles teneurs en cobalt si l'on juge par la valeur limite qui est de l'ordre de 1 mg/l . Le point P14 présente un teneur supérieure aux autres points : 7.28 $\mu\text{g/l}$. La valeur enregistrée dans ce point d'eau peut être expliquée par une origine anthropique du cobalt, liée à l'activité industrielle.

d. Le Cuivre

Les concentrations en cuivre restent très faibles par rapport à la concentration maximale admissible pour l'élément cuivre dans les eaux d'alimentation (1 mg/l). La valeur maximale est de l'ordre de 5.94 $\mu\text{g/l}$ (P4) et la valeur minimale est de l'ordre de 2.95 $\mu\text{g/l}$ (P5).

e. Le Manganèse

Dans la zone d'étude, les résultats des analyses montrent la présence de faibles teneurs en manganèse pour la majorité des puits d'échantillonnage. Les valeurs s'échelonnent entre 1.72 $\mu\text{g/l}$ (P1) et 3.19 $\mu\text{g/l}$ (P3). Cependant, les points P7 (42.23 $\mu\text{g/l}$) et P14 (387.2 $\mu\text{g/l}$) sont caractérisés par des teneurs très élevées par rapport aux autres points. (Figure n°19).

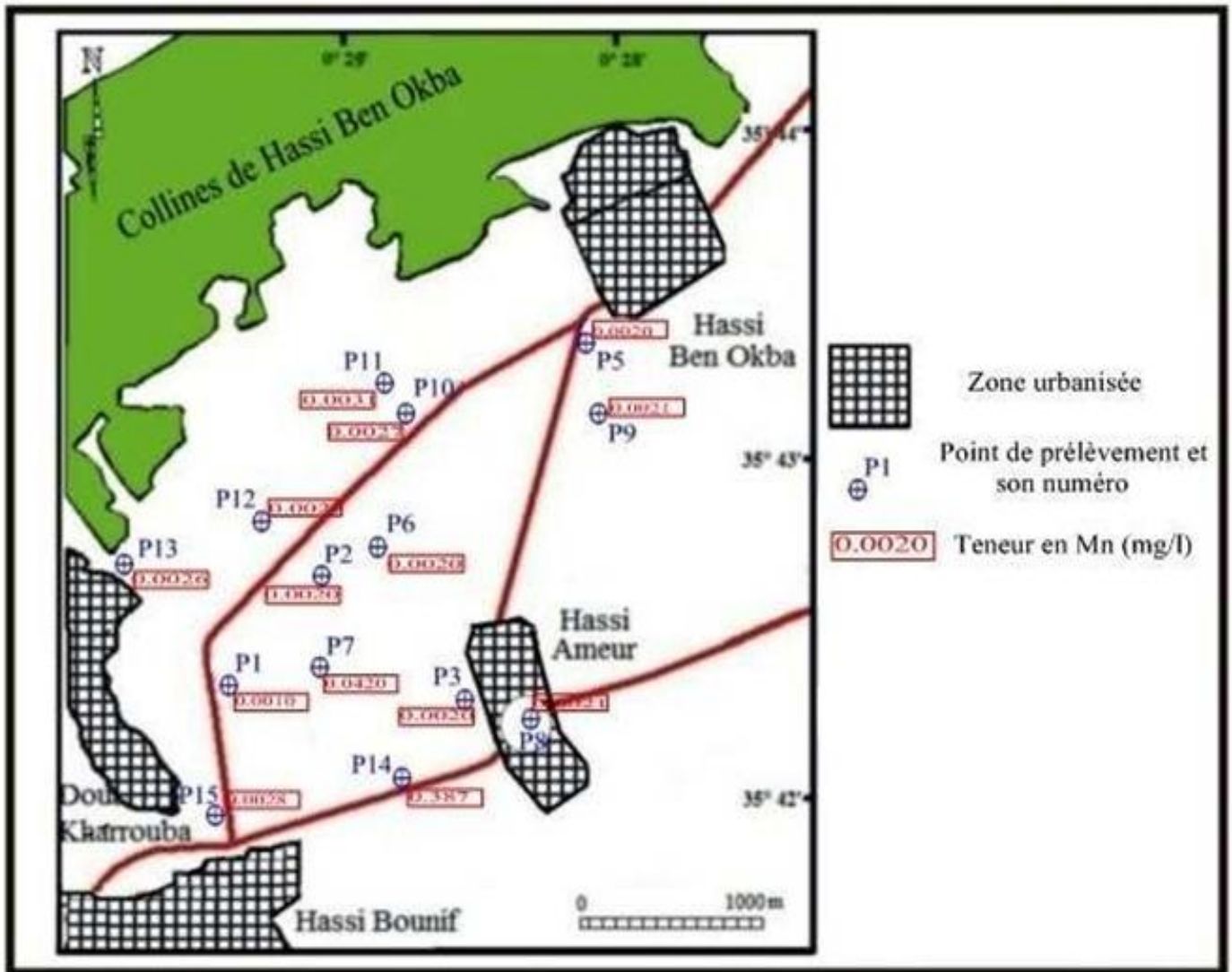


Figure n°20: Carte des teneurs en Manganèse (mg/l) (M. Boubkri. 2013).

f. Le Fer

Les résultats des analyses permettent de constater de faibles teneurs en fer : toutes des valeurs sont inférieures à 83.54 µg/l. Les teneurs maximales sont trouvées aux points P5 et P10 et sont inférieures à la norme de potabilité (0.2 mg/l).

g. Le Plomb

Les résultats des analyses permettent de constater de faibles teneurs en plomb pour l'ensemble des points d'eau.

h. Le Zinc

Les teneurs en zinc indiquent de faibles concentrations, particulièrement au niveau des points P10 et P14. Pour les autres points, les valeurs sont comprises entre 1.94 µg/l (P1) et 16.58 µg/l (P12).

Ces teneurs enregistrées au niveau de tous les points restent inférieures à la concentration maximale admissible (CMA) recommandée pour l'élément zinc dans les eaux d'alimentation (3 mg/l).

Conclusion:

L'appréciation de la qualité des eaux de la nappe étudiée, du point de vue caractérisation et étude des éléments indicateurs de pollution, a permis de délimiter les points affectés par tel ou tel élément indicateur de pollution.

D'après l'interprétation des résultats en deux lieux : le rejet industriel et les eaux du lac Télamine, en déduit que les eaux usées rejetées par la zone industrielle ont un impact négatif certain sur le lac qui est traduit par une forte pollution des eaux de surface en relation directe avec les eaux souterraines de la nappe libre.

Les eaux du lac Télamine présentant un danger d'alcalinisation très fort et donc une qualité médiocre pour l'irrigation.

L'étude des indicateurs de pollution permet de faire les observations suivantes :

-Les éléments nutritifs, les nitrates sont détectés avec des teneurs dépassant les normes de potabilité pour l'ensemble des points d'eaux sauf pour les points P6 et P14 (≤ 50 mg/l).

-Pour les autres d'éléments, les normes sont respectées, sauf pour le point P14 qui se caractérise par une teneur en NO₂ dépassant la norme de potabilité. Il ya lieu dans ce cas de prospecter la zone concernée, et en particulier les sites industriels qui s'y implantent.

-Il y' a la présence de teneur du sélénium dépassant très fortement les normes OMS de potabilité, entre 2 et 12 fois la valeur maximale admissible.

-Les métaux lourds présentent des teneurs inférieures aux normes de potabilité, sauf pour le Mn dont les teneurs moyennes sont élevées, point (point P7) par rapport aux autres points, et dépassent les limites de potabilité pour le point P14.

A cet effet, l'utilisation des eaux de la nappe étudiée est fortement déconseillée pour l'industrie, surtout agro-alimentaire, ou comme eau de bain. Même en cas de traitement des eaux, ce traitement doit être spécifique à l'élimination des métaux lourds incriminés.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Conclusion générale :

La plaine des Hassi est caractérisée par un climat méditerranéen de type semi-aride. Avec une période sèche du mois de mai au mois de septembre et une période humide du mois d'octobre au mois d'avril.

L'étude géologique, basée sur les travaux de plusieurs auteurs ayant étudié la région, amène en évidence une structure constituée par deux grands ensembles géologiques. Un substratum anté à synchrone nappe, affleurant dans le Djebel Murdjadjo, le Djebel Khar et dans les Monts d'Arzew, représenté par des massifs schisteux autochtones d'âges Permo-triasique, jurassique et crétacé, fortement affectés par l'orogénèse alpine.

Un remplissage (couverture) post-nappe, avec une forte extension dans les zones basses du domaine. Dans ce remplissage on distingue quatre cycles : Cycle miocène post-nappes (M1), cycle miocène post-nappes (M2), Cycle post-nappes –pliocène- (P1), cycle post nappes (Calabrien).

Sur le plan hydrogéologique, plusieurs niveaux aquifères dont deux réservoirs principaux :

-L'aquifère du Plio-Quaternaire, c'est un aquifère multicouche à nappe libre.

-L'aquifère des calcaires dolomitiques du Lias. Qui affleurent au sommet du massif d'Arzew et passent en profondeur sous l'ensemble Plio-Quaternaire ; cette formation de très bonne perméabilité de fissure contribue à la recharge de la nappe libre sus-jacente.

La région étudiée se caractérise par l'existence d'une activité industrielle focalisée au niveau de Hassi Ameur, celle-ci s'étend sur une superficie d'environ 315 ha. Le rejet des eaux industrielles et domestiques interfèrent avec le milieu naturel représenté par les ressources en eau souterraines et superficielles des secteurs limitrophes du lac Télamine.

On peut noter de même l'influence de l'exploitation de gypse par l'entreprise KNAUF, présentant un impact certain sur le plan d'eau du lac Télamine et la nappe phréatique qui lui est associé.

Le lac Télamine est un bassin endoréique collectant l'ensemble des eaux de surface. Il constitue un milieu naturel de zone humide très fragile aux phénomènes de pollution de tout genre puisqu'il reçoit de grands volumes de rejets d'eaux domestiques et industrielles.

Les conditions aux limites de type à potentiel imposé les eaux souterraines de la nappe phréatique libre des zones limitrophes des Hassi ; imposent des mesures de protection de toute la zone encadrant le lac.

Conclusion générale

D'après l'étude des indicateurs de pollution permet de faire ressortir les résultats suivants :

- Les éléments nutritifs, les nitrates sont détectés avec des teneurs dépassant les normes de potabilité.
- Pour les autres d'éléments, les normes sont respectées, sauf pour le point P14 qui se caractérise par une teneur en NO₂ dépassant la norme de potabilité. Il ya lieu dans ce cas de prospecter la zone concernée.
- La présence de teneur du sélénium dépassant très fortement les normes OMS de potabilité, entre 2 et 12 fois la valeur maximale admissible.
- Les métaux lourds présentent des teneurs inférieures aux normes de potabilité, sauf pour le Mn dont les teneurs moyennes sont élevées.

Les résultats des analyses chimiques montrent l'impact marqué des rejets d'eau domestique et industrielle, traduit par pollution des eaux de surface et des eaux souterrain. Cela est bien mis en évidence par la présence de nitrate, matières organique acides et de certains métaux lourds.

I. Recommandations pour la prévention des risques industriels

I.1. l'action de protection de l'environnement naturel

Dans le but de réduire la vulnérabilité de l'espace naturel et de la population autour de la zone de la plaine des Hassi, nous proposons des mesures et des actions pour la protection des ressources en eaux souterraines contre la dégradation:

-Nous recommandons tout de même la dépollution de ces terres afin de garantir une meilleure qualité environnementale et une qualité de produits agricoles.

-Nous recommandons aussi de traiter les déchets liquides, solide et gaz toxiques avant leur rejet par la zone industrielle. Ainsi nous proposons que chaque site industriel doive disposer d'une station de traitement des eaux utilisées avant leur rejet dans le milieu naturel. De même ces stations doivent être étanches et faire l'objet d'un contrôle continu.

-La nécessité d'une application stricte des lois régissant l'exploitation des ressources en eaux souterraines (loi n ° 12 de 1984 et son règlement d'exécution) et de la protection contre la pollution.

-Entretien des réseaux d'assainissement, avec la fourniture de zones de population et de villages dépourvus de l'existence de tels réseaux avec des réseaux appropriés ou des réservoirs d'analyse répondant aux spécifications requises pour réduire la pollution humaine.

-La conception idéale des puits et la sélection appropriée de leurs sites doivent être effectuées aussi loin que possible des sources naturelles de pollution (fer et manganèse), la partie supérieure étant isolée par un cimentage afin de les protéger de toute contamination directe par la surface.

-La nécessité d'intensifier les programmes de sensibilisation des médias et des écoles à l'importance de la conservation des ressources en eaux souterraines et de la protection contre la pollution, en tant que source d'approvisionnement en eau la plus importante pour répondre aux besoins de la communauté en eau potable et en irrigation.

-Enfin nous jugeons que la zone industrielle doit faire l'objet d'un audit environnemental capable de relever toutes les atteintes de l'environnement et d'apporter les solutions adéquates pour la préserver.

I.2. Recommandation

Pour la sauvegarde du lac Télamine et son environnement plusieurs projets sont en cours de réalisation tels que :

- Formation des gestionnaires des zones humides.
- Développement d'un programme d'éducation, d'information et de sensibilisation des autorités centrales et locales, du grand public et particulièrement des enfants sur les valeurs et fonctions des zones humides et la nécessité de les protéger durablement. Ceci est à la charge de la direction des forêts.
- Reboisement autour du lac Télamine selon la direction des forêts.
- Ouvrir l'ancien canal de Télamine, qui rejoint le lac avec la mer, pour éviter le problème de l'augmentation de la superficie du lac au profit des terres agricoles.
- Réalisation de station de lagunage qui reçoit toutes les eaux usées de la région des Hassi.
- Réalisation de station d'épuration au niveau du lac Télamine qui va recevoir les eaux usées domestiques et industrielles et les traiter avant de les rejeter dans le lac, le choix d'implantation de la station d'épuration des eaux usées se caractérise par les points suivants :
 - A- Une intégration dans le paysage
 - B- Une simplicité d'exploitation
 - C- Une grande fiabilité
 - D- Un rendement d'épuration est conçu en vue d'atteindre les objectifs suivants :
 - Sauvegarder l'équilibre écologique du milieu récepteur et en particulier la qualité des eaux de surface.
 - Eviter toute détérioration de la qualité des eaux souterraines
 - Eliminer les nuisances qui se manifestent principalement par des dégagements d'odeurs nauséabondes provenant de la fermentation des matières organiques par suite de l'accumulation et de la stagnation des eaux usées.
 - Valoriser les résidus solides et liquides de l'épuration dans l'agriculture.

Annexes

Annexe n° 01: Forage de Hassian Ettoual (In Agep. Sogreah, 1997).

Log	Prof (m)		
	0	Encroûtement rosé puis blanchâtre	
	7.68	Argile ocre souvent sableuse et grès tendre	
	21.65	Argile ocre et graviers calcaires	
	25.10	Argile blanche et jaune	
	26.70	Calcaire blanc parfois argileux à débris de coquilles	
	35.42	Argile blanche puis marron	
	46.80	Calcaire blanc souvent marneux et argile blanche	
	75.60	Argile grise à niveaux gypseux	
	82.30	Gypse massif	
	135.50	Gypse avec passées marneuses	
	175.45	Perte totale à 176.80	
	183.25	Gypse macro-cristallin fissuré à intercalations argilo-sableuses ocre.	
			Alluvions quaternaires
			Pliocène
		Miocène sup	

Annexes

Annexe n° 2 : Tableau n°01: Les données piézométriques des points d'eau

Indice des points d'eau	Longitude	Latitude	Z (m)	H (m)	Localisation
P1	35°42'20.10''	0°29'27.14''	97	93	Zone Industrielle (U. Haffar)
P2	35°42'39.48''	0°29'07.66''	96.5	92.7	Zone Industrielle (U. Benyelles)
P3	35°42'17.13''	0°28'37.38''	94	90	Zone Industrielle (U. Saidi)
P4	35°43'01.14''	0°28'25.22''	98.5	92.75	Zone agricole
P5	35°43'21.65''	0°28'10.94''	99	92.1	Zone Industrielle (U. ECO)
P6	35°42'45.03''	0°28'55.89''	97	92.9	Zone Industrielle (U. SIMAS)
P7	35°42'21.24''	0°29'07.13''	94.8	91.55	Zone Industrielle (U. Unilevers)
P8	35°42'17.18''	0°28'25.65''	94	89	Milieu urbain
P9	35°43'01.35''	0°28'10.22''	96	91.4	Zone agricole
P11	35°43'18.19''	0°28'55.77''	115	92.8	Zone Agricola

Annexes

P12	35°42'48.80''	0°29'20.86''	99.75	93	Zone Agricola
P13	35°42'42.23''	0°29'50.01''	102	93.8	Zone agricole
P15	35°41'57.11''	0°29'30.23''	97	92.25	Zone agricole

Annexe n° 03: Classification des eaux d'après leur pH :

pH < 5	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux Naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

Annexe n° 04: Les gradins de gypse de la carrière de Sidi Boutbal (vue vers l'Est)



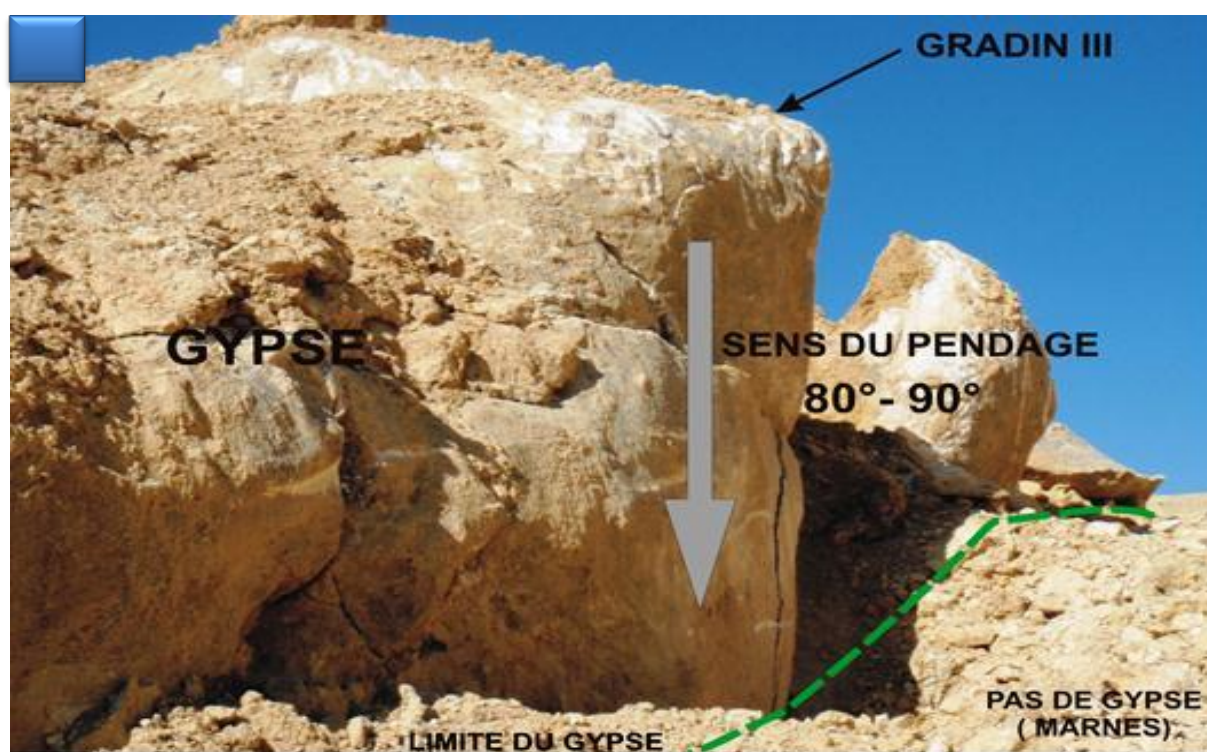
Annexes

Annexe n° 05: Echantillons de fossiles récoltés des marnes Pliocène de la carrière de Sidi Boutbal



Annexes

Annexe n° 06: Le pendage verticale des couches de gypse du gradin N°3 et sa limite



Annexe n°07 : tableau répartition générale des terres en 2005

Commune	S.A.U totale en ha	dont		S.A.T (ha)	Forets (ha)	Parcours (ha)	Terre Improductive (ha)
		S.A.U en irriguées	S.A.U En sec				
H. Ben Okba	2003	307	1696	2356	1550	153	50
H.Bounif	2000	622	1378	2050	55	00	22

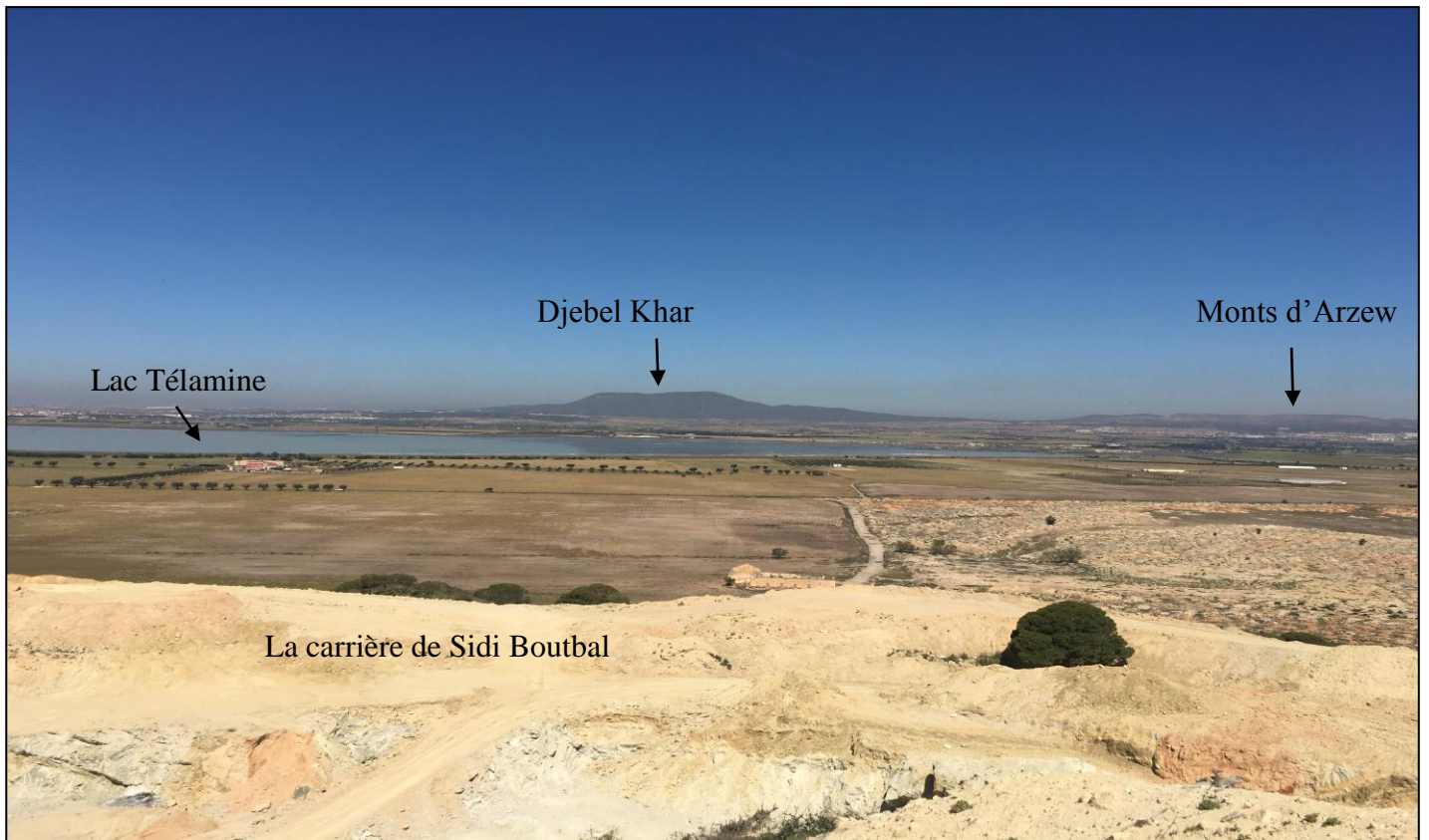
Annexes

Annexe n°08: Tableau représentant les types d'activités industrielles dans la zone industrielle de Hassi Ameur (1973-1983).

	Unités	Nature de l'industrie	Mise en productio
Unités de production	Complexe (SNM)	Production des réservoirs de pétrole	1975
	Complexe Sonatiba	Matériaux de construction	1975
Unités des services	SERSID SNS	Entrepreneur	1978
	SONELGAZ	Energie	1976
Unités Non Achevées	Complexe ACOTEC	Production des Matériaux taillées	1983
	Unité de fabrication des Plaques	Fabrication des Plaques métalliques	1984
	Unité de récupération du fer	récupération des résidus du fer	1984
	Unité de construction Oran	Matériaux de construction	1983
	Unité Treillis Soudés	Matériaux de construction	1975
	Unité de fabrication du gaz	Fabrication du gaz industriel	1975

Annexes

Annexe n°09 :photo du lac T elamine pris de carrière du Sidi Boutbal



Références Bibliographiques

Références Bibliographiques:

ABDALLAH I.H. (2017): Etude Hydrologique de la zone des Hassis (Zone limitrophe du lac Télamine).Mém., Master hydro géol., UNIV ORAN., P75.

ADDA M. (2013): CARACTERISATION HYDROCHIMIQUE ET POLLUTION DES EAUX SOUTERRAINES EN CONTEXTE URBAIN: CAS DE L'AGGLOMERATION ORANAISE (ALGERIE). Mém., Magis Hydro géol., UNIV ORAN., P138.

Aini M. (2011): Risque Industriel & Représentation Social: Enquête dans la Zone d'Arzew. Mém., Magis Gestion des risques majeurs. UNIV Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem., P110.

BELLAREDJ A.E. (2013): Caractérisation des eaux souterraines de la plaine de M'leta (Algérie, Nord-Ouest) par application de méthode statistique multi variées et modélisation géochimique. Mém., Magis Hydro géol., UNIV ORAN., P113.

BENABDELLAH M. (2011): Mise en évidence des phénomènes dynamiques contrôlant le littoral oranais (de la calère à la pointe de canastel): étape fondamentale pour une cartographie des risques géologiques. Mém., Magis RN., UNIV ORAN., P284.

BOUBKERI M. (2013): Vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines en contexte industriel : cas de la zone de Hassi Ameur (région d'Oran - Algérie). Mém., Magis., Hydro géol., UNIV ORAN., P133.

BOUKLIA H. R. (2017/2018): Gestion Intégrée des ressources en eau de la wilaya d'ORAN. Thèse. hydrolique. UNIV ORAN Sci., Tich., Mohamed Bou Diaf. P188.

BOUSSAID B. (2015) : Caractéristiques d'un massif rocheux et anomalies de tir. Carrière de Gypse de Sidi Boutbal, plateau de Boufatis, Oran. (Entreprise Knauf plâtres). Mém., Ing., Ensembles Sédimentaires. UNIV ABOU BEKR BELKAID. P70.

CASTANY G. (1982) : Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Edition Dunod, Paris.

Djellouli I. (2016) : Rapport de stage à l'entreprise KNAUF.

FENET B. (1975) : Recherche sur l'alpinisation de la bordure septentrionale du bouclier africain à partir d'un élément de l'Orogenèse nord-maghrébin : Les Monts du Djebel Tessala et les Massifs du littoral oranais. Thèse de doctorat Es Sciences.

FOUKRACHE M. (2001): Hydrogéologie des massifs côtiers oranais (Arzew- Beni saf). these de magister. P295.

Gourinard Y. (1958) : Recherches sur la géologie du littoral Oranais II. Epeirogenesis et nivellements. Publication du service de la carte géologique de l'Algérie.

Haddar L. (1986) : Contribution à l'étude hydrogéologique du piémont du Djebel Khar entre le lac Telamine et Hassi Ameur. Mém. Ing. Université d'Oran.

Références Bibliographiques

- HADJAJ.M.** (2017/2018): Suivi des indicateurs de pollution dans une zone semi-aride : Diagnostic environnemental de la région du lac Télamine. Mém., Magis., UNIV ORAN2., P126.
- Hassani M.I.** (1987) : Hydrogéologie d'un bassin endoréique semi-aride. Le Bassin Versant de la grande Sebkha d'Oran (Algérie). Doctorat 3ème cycle. Université de Grenoble. 304 p.
- LAKEHAL Kh., MECHEHOUD W.** (2016):Exploration et exploitation du gypse. Impact sur l'environnement et les ressources en eau. (Entreprise Knauf plâtres, Plateau de Boufatis-Oran). Mém., Master RNG., UNIV ORAN2 Mohamed Ben Ahmed.
- LARABI. Z.** (2015): Une réponse cartographique à la disparition latérale du gypse d'âge Messinien de la carrière de Sidi Boutbal, Knauf plâtres. (Plateau de Boufatis, bassin du Bas Chélif). Mém., Ing., Ensemble sédimentaire. UNIV ABOU BEKR BELKAID. P67.
- Perrodon A.** (1957) : Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie Occidentale, Publ. Serv. Carte Géol. Algérie, 12, 328 pp.
- SARDOU. M.** (2009): La vulnérabilité de la population de la plaine des Hassis face aux risques industriels «Cas de la zone industrielle de Hassi Ameer».Mém., Ing., Aménagement des milieux physiques. UNIV ORAN Es-Sénia., P106.