



Université Badji Mokhtar – Annaba  
Faculté des sciences  
Département des Sciences de la Mer

Laboratoire d'Ecobiologie  
des  
Milieux Marins et Littoraux

Année 2007

**Mémoire**  
Présenté en vue de l'obtention du diplôme de **MAGISTER**  
en Sciences de la Mer

**Identification et quantification des déchets solides encombrant les plages de la ville d'Annaba: aspects physico - chimiques et bactériologiques des eaux.**

**Option:**  
**Biologie et physiologie des organismes marins**

**Par**  
**Chaouch Rabah**

**Directeur de mémoire:** Abdallah Borhane DJEBAR Pr. Université Badji Mokhtar - Annaba

**Devant le jury**

**Président:** Kara M. H. Pr. Université Badji Mokhtar – Annaba.

**Examineurs:** Bensouilah M. Pr. Université Badji Mokhtar – Annaba.  
Benyacoub S. Pr. Université Badji Mokhtar – Annaba.

## ملخص

رمي النفايات الصلبة علي مستوى شواطئنا يتمثل في تشويه المناظر الطبيعية. لهذا قمنا خلال سنة 2006 بدراسة نوعية وكمية النفايات الصلبة الحضرية المتواجدة علي مستوى شواطئ ساحل مدينة عنابة وتطرقنا كذلك إلي الخصائص الفيزيوكيميائية و البكتيريولوجية لمياه الشواطئ.

نتائجنا تبين أن النفايات البلاستيكية تمثل النسبة الأكبر بـ 29%, المعادن بـ 23%, ثم تأتي النفايات الزجاجية بـ 22%, يليها الخشب بـ 15% وأخيرا الورق والمنسوجات علي التوالي بـ 6%, 5%.

حسب وحدة المساحة, نجد أن محطة جوانوفيل تأتي في المرتبة الأولى بكمية إجمالية تقدر بـ 2019,5 كغ من النفايات الصلبة متبوعة بشاطئ رفاص زهوان بـ 769,5 كغ ثم شاطئ الخروبة بـ 703,8 كغ, سيدي سالم بـ 660,7 كغ في حين شاطئ بالفيدار بـ 621,3 كغ, رزقي رشيد بـ 600,65 كغ, شاطئ لوفي ادلورور بـ 598,75 كغ' عين أعشير بـ 550,1 كغ و أخيرا شاطئ ريزي عمر بـ 533,65 كغ.

نتائجنا تبين أن خليج عنابة هو نظام بيئي في تدهور نظرا لخواص مياهه الفيزيوكيميائية التي تسمح باستمرار حياة لبكتيريا.

هذا العمل يسجل في إطار التوعية للحفاظ علي نظافة الشواطئ و حماية الصحة العامة و البيئة. نقترح بدء برنامج مراقبة بالتقييم المنتظم من المصادر المحتملة للتلوث و وضع خطة لإدارة الشريط الساحلي لعنابة.

**مفاتيح كلمة: عنابة, نفايات صلبة, التسيير, الساحل, البكتيريولوجي.**

**Abstract:**

Discharges of solid waste on our beaches are a running sore which degrades the beauty of the landscape. To do so, we have identified and quantified in the year 2006 the detritus of urban solid bulky beaches shore of Annaba and addressed the physico-chemical and microbiological aspects of the water.

Our results show that, plastics represent the biggest waste with 29%, metals with 23%, followed by waste glass with 22%, then come the wood with 15% and finally the paper and textiles respectively 6 % and 5%.

Reported per unit area station Joinoville comes first with a total of 2019.5 kg, it is followed by the beach Réfés zahouen (Toch) with 769.5 kg The Caroube then with 703.8 kg, 660.7 kg Sidi salem, Belvedere 621.3 Kg, Rezui rachid (St. Cloud) 600.65 Kg, lifting the dawn 598.75 kg, 550.1 kg, Ain achir and finally beach Rizi amor (Chapuis) with 533.65 Kg.

Our results show that the bay is a Annaba ecosystem degradation. Its physical and chemical parameters keep the bacteria alive, the increase in temperature and population growth have resulted in a significant microbial overload, especially during the summer streptococci that exceed the limit values (regulation Algeria).

This work is primarily in the context sensitivity of the issue remains the cleanliness of the beaches and the protection of public health and the environment. We suggest the establishment of a monitoring program run by a type structure observatory, which will regularly evaluate potential sources of contamination and the establishment of a management plan for the coast as a joint venture with the municipality of Annaba.

Key-words: Annaba, macrowaste, management, coastal, bacteriology.

**Résumé:**

Les rejets des déchets solides sur nos plages constituent une véritable plaie qui dégrade la beauté des paysages. Pour cela, nous avons identifié et quantifié l'année 2006 les détritiques solides d'origine urbaine encombrant les plages du littoral d'Annaba et abordé les aspects physico-chimique et microbiologique de l'eau.

Nos résultats montrent que, les plastiques représentent les déchets les plus importants avec 29%, les métaux avec 23%, puis on a les déchets de verre avec 22%, ensuite viennent les bois avec 15 % et enfin le papier et textiles avec respectivement 6% et 5%.

Rapporté par unité de surface la station Joinoville vient en 1<sup>er</sup> avec un total de 2019,5 Kg, elle est suivie par la plage Réfés zahouen (Toch) avec 769,5 Kg. puis La caroube avec 703,8 Kg, Sidi salem 660,7 Kg, Belvédère 621,3 Kg, Rezui rachid (St Cloud) 600,65Kg, levée de l'aurore 598,75 Kg, Ain achir 550,1 Kg et enfin la plage de Rizzi amor (Chapuis) avec 533,65 Kg.

Nos résultats montrent que la baie d'Annaba est un écosystème en dégradation. Ses paramètres physico-chimiques maintiennent les bactéries en survie, l'augmentation de la température et l'accroissement des populations entraînent une surcharge microbienne notable, surtout en streptocoques en période estivale qui dépassent les valeurs limites (réglementation Algérienne).

Ce travail s'inscrit d'abord dans la perspective de sensibilité dont l'enjeu reste la propreté des plages et la protection de la santé publique et l'environnement. Nous suggérons la mise en place d'un programme de surveillance géré par une structure type observatoire, qui aura à évaluer régulièrement des sources potentielles de contamination et l'établissement d'un plan de gestion du littoral en joint-venture avec la municipalité d'Annaba.

Mot-clés: Annaba, macrodéchets, gestion, littoral, bactériologie.

## ***Remerciements***

Mes remerciements les plus sincères s'adressent à Mr. Kara M. H. professeur au département des Science de la mer et Directeur du laboratoire BIOMAR de m'avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements au professeur Djebbar Borhane qui a proposé et dirigé ce travail et auprès de qui j'ai trouvé aides et encouragements.

Je tiens également à exprimer ma gratitude au Pr Bensouilah M. directeur du laboratoire EMMAL et Benyacoub S. Professeur et directeur du laboratoire ECOSTAQ à l'université d'Annaba pour ces intérêts à ce travail et ses critiques constructives.

Un grand merci également à tout ceux qui ont participé à la réalisation de ce travail par un service, un encouragement ou un conseil.

Merci également à tout le personnel du laboratoire du SEMP (service d'épidémiologie et de médecine préventive) du Centre de Santé - C.H.U et laboratoire d'hygiène et de prévention Frantz fanon d'Annaba, pour l'aide très précieuse, nous citerons en particulier Dr. Abdelhamid S.

Enfin, tous mes remerciements vont à l'ensemble des enseignants et responsables du département des sciences de la mer et ceux de l'Université Badji Mokhtar- Annaba.

## Liste des tableaux

<b>Tab.</b>	<b>Titre</b>	<b>page</b>
<b>1</b>	Principales industries de la région d'Annaba déversant dans le golfe (agence de bas hydrographique d'Annaba) (1999).	<b>16</b>
<b>2</b>	Représentation des principaux déchets solides urbains.	<b>17</b>
<b>3</b>	Risques sanitaires dus à une pollution microbiologique des eaux de baignade selon Poggi (1991).	<b>22</b>
<b>4</b>	Normes de qualité des eaux de baignade décret exécutif n° 93-164 du 10 juillet 1993.	<b>22</b>
<b>5</b>	Représentation des stations de prélèvement. Les stations sont choisies en tenant compte des emplacements des rejets urbains ou industriels.	<b>33</b>
<b>6</b>	Représentation des sources probables de contamination des eaux (CCE, (1988)).	<b>40</b>
<b>7</b>	Localisations GPS des 21 stations d'étude retenues dans le golfe d'Annaba. Dans les ports commercial (S5 et 6) et de pêche (S7 et 8) nous n'avons pas quantifié les macrodéchets, seuls les paramètres physico- chimiques et bactériologiques ont été mesuré.	<b>42</b>
<b>8</b>	Situation des stations retenues pour les études physico-chimique et bactériologique.	<b>67</b>
<b>9</b>	Comparaison des résultats physico-chimiques des eaux du golfe d'Annaba (en rouge) avec ceux d'autres auteurs. H: hivers, P: printemps, PE: été, A: automne.	<b>79</b>
<b>10</b>	Représentation comparative des moyennes des températures, salinités, pH et O <sub>2</sub> dissous à Annaba et à Skikda.	<b>80</b>
<b>11</b>	Comparaison de nos résultats sur la qualité bactériologique des eaux du golfe d'Annaba en germes / 100 ml avec ceux d'autres auteurs.	<b>83</b>

## Liste des figures

Fig.	Titre	Page
1	Schéma représentant les origines et vecteurs des déchets solides. V: Pluie, vent, cours d'eau et courants. RP: individus, entreprises, transports maritimes. GP: décharges, réseaux pluviaux, plages et ports. DSL: déchets solides littoraux.	19
2	Situations des stations d'étude sur le golfe d'Annaba. S1, S2, S3 et S4 se trouvant dans la commune d'El Bouni et de S5 à S21 commune d'Annaba.	25
3	Photographie aérienne montrant les stations 1 et 2 (plage Sidi Salem), et stations 3 et 4 (plage Joinoville).	27
4	Image satellitaire montrant le port commercial avec les stations 5, 6 et le port de pêche.	28
05	Photographie montrant le port commercial d'Annaba.	29
06	photographie montrant le port de pêche d'Annaba.	29
07	Image satellitaire montrant les stations 9 (plage Levé de l'aurore), 10 et 11 (plage Rezgui Rachid), 12 et 13 (plage Rizi Amor), 14 et 15 (plage la Caroube), 16 et 17 (plage Refes Zahouane), 18 et 19 (plage Belvédère), 20 et 21 (plage Ain Achir).	31
8	Schématisation de la recherche et du dénombrement des Coliformes (Colimètrie).	37
9	Schématisation de la recherche et du dénombrement des Streptocoques fécaux.	39
10	Représentations des résultats de la collecte de déchets de la plage Sidi salem en Kg en 2006.	43
11	photographie représentant une vue d'un effluent urbain dans la station Sidi salem (S1)	44
12	photographie représentant une vue générale de la plage Sidi salem (S2).	44
13	Représentations des résultats de la collecte de déchets de la plage Joinoville en Kg en 2006.	45
14	Photographie représentant une vue générale de la station Joinoville(S3).	46
15	Photographie représentant un amas de déchets dans la station Joinoville(S4).	46
16	Représentations des résultats de la collecte de déchets de la plage Levée de l'aurore en Kg en 2006.	47
17	Photographie représentant une vue d'un effluent urbain avec le phénomène de boue dans la station Levée de l'aurore (S9).	48
18	Photographie représentant une vue générale de la plage Levée de l'aurore (S9).	48
19	Représentations des résultats de la collecte de déchets de la plage Rezgui rachid en Kg en 2006.	49
20	Photographie représentant une vue générale de la station Rezgui rachid avec le phénomène de la boue (S10).	50
21	Photographie représentant une vue de détritrus dans la station Rezgui rachid (S11).	50
22	Représentations des résultats de la collecte de déchets de la plage Rizi amor en Kg en 2006.	51
23	Photographie représentant une vue d'un effluent urbain et le phénomène de plantation dans la station Rizi amor (S12).	52
24	Photographie représentant une vue d'un effluent urbain dans la station Rizi amor (S13).	52
25	Représentations des résultats de la collecte de déchets de la plage La Caourbe en Kg en 2006.	53

<b>26</b>	Photographie représentant une vue d'un effluent urbain et le phénomène de plantation dans la station de La Caroube (S14).	<b>54</b>
<b>27</b>	Photographie représentant une vue générale de la station La Caroube (S15).	<b>54</b>
<b>28</b>	Représentation des résultats de la collecte de déchets de la plage Réfés zahouen en Kg en 2006.	<b>55</b>
<b>29</b>	Photographie représentant une vue générale avec un amas de déchets dans la station Réfés zahouen(S16).	<b>56</b>
<b>30</b>	Photographie représentant une vue d'un effluent urbain et le phénomène de boue dans la station de Réfés zahouen (S17).	<b>56</b>
<b>31</b>	Représentations des résultats de la collecte de déchets de la plage Belvédère en Kg en 2006.	<b>57</b>
<b>32</b>	Photographie représentant une vue de détritrus dans la station belvédère (S18).	<b>58</b>
<b>33</b>	Photographie représentant une vue de boue dans la station de Belvédère (S19).	<b>58</b>
<b>34</b>	Représentations des résultats de la collecte de déchets de la plage Ain achir en Kg en 2006.	<b>59</b>
<b>35</b>	Photographie représentant une vue générale de la station Ain achir avec le phénomène de boue (S20).	<b>60</b>
<b>36</b>	Photographie représentant une vue d'un amas de déchets dans la station Ain achir (S21).	<b>60</b>
<b>37</b>	Représentations des quantifications du Papier par Kg dans le littoral d'Annaba en 2006.	<b>61</b>
<b>38</b>	Représentations des quantifications du Plastique par Kg dans le littoral d'Annaba en 2006.	<b>62</b>
<b>39</b>	Représentations des quantifications du Métaux par Kg dans le littoral d'Annaba en 2006.	<b>62</b>
<b>40</b>	Représentations des quantifications du Bois par Kg dans le littoral d'Annaba en 2006.	<b>63</b>
<b>41</b>	Représentations des quantifications du Verre par Kg dans le littoral d'Annaba en 2006.	<b>64</b>
<b>42</b>	Représentations des quantifications du textile par Kg dans le littoral d'Annaba en 2006.	<b>64</b>
<b>43</b>	Disque montrant la distribution des déchets sur le littoral d'Annaba en 2006.	<b>65</b>
<b>44</b>	Distribution des déchets par Kg et par plage du golfe d'Annaba en 2006.	<b>66</b>
<b>45</b>	Représentation des résultats des paramètres physico-chimiques. A: Température, B: Salinité, C: pH, D: O <sub>2</sub> .	<b>68</b>
<b>46</b>	Résultats cumulatifs des paramètres physico-chimiques des principales plages et ports d'Annaba. Carte établie à partir di site : earth google (2007).	<b>69</b>
<b>47</b>	Représentation des résultats cumulatifs des paramètres bactériologiques.	<b>71</b>
<b>48</b>	Disques représentant les résultats récapitulatifs des taux de contaminations bactériologiques des eaux du golfe d'Annaba.	<b>72</b>
<b>49</b>	Distribution des indices de Bourgeois des plages et ports d'Annaba.	<b>72</b>
<b>50</b>	Photographie représentant un amas de déchets sur la plage Toch (grande bleue, Réfés zahouan).	<b>75</b>
<b>51</b>	Photographie représentant les eaux de refroidissement d'Asmidal.	<b>77</b>
<b>52</b>	photographie montrant un déversement d'eaux usées directement dans le littoral.	<b>81</b>

## Liste de symboles

<b>Symboles</b>	<b>Définitions</b>
<b>CF</b>	Coliforme Fécaux
<b>CHU</b>	Laboratoire de microbiologie du centre de santé d'Annaba
<b>CT</b>	Coliforme Totaux
<b>EMMAL</b>	Laboratoire d'Ecobiologie des Milieux Marins et Littoraux
<b>G.P.S</b>	Guidage par Satellite
<b>IB</b>	Indice de Bourgeois
<b>MEDPOL</b>	Méditerranéen pollution
<b>NPP</b>	Nombre le plus probable
<b>O.M.S</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>O.N.G</b>	Organisation non gouvernementale
<b>P</b>	Période
<b>PAM</b>	Plan d'Action pour la Méditerranée
<b>Pc</b>	Port commercial
<b>PNUE</b>	State of the Mediterranean marine environment
<b>Pp</b>	Port de pêche
<b>S</b>	Station
<b>S‰</b>	Salinité
<b>SEMP</b>	Service d'Epidémiologie et de Médecine préventive
<b>SF</b>	Streptocoque Fécaux
<b>T°</b>	Température
<b>V.G</b>	Valeur guide
<b>V.L</b>	Valeur limite
<b>VLI</b>	Valeur limite inférieur
<b>VLS</b>	Valeur limite supérieur
<b>ZET</b>	Zone d'Expansion Touristique

## Table des matières

<b>1. Introduction.....</b>	<b>13</b>
<b>2. Matériels et méthodes.....</b>	<b>24</b>
2.1. Localisation G.P.S. des stations d'étude.....	25
2.1.1. Secteur de la commune d'El Bouni .....	25
2.1.1.1. Concernant les stations 1 et 2 .....	25
2.1.1.2. Concernant les stations 3 et 4.....	26
2.1.2. Secteur de la Commune de Annaba .....	28
2.1.2.1. Concernant les stations 5 et 6.....	28
2.1.2.2. Concernant les stations 7 et 8.....	29
2.1.2.3. Concernant la station 9 .....	29
2.1.2.4. Concernant les stations 10 et 11 .....	30
2.1.2.5. Concernant les stations 12 et 13 .....	30
2.1.2.6. Concernant les stations 14 et 15.....	30
2.1.2.7. Concernant les stations 16 et 17.....	30
2.1.2.8. Concernant les stations 18 et 19.....	30
2.1.2.9. Concernant la station 20 et 21 .....	30
2.2. Etude expérimentale.....	31
2.2.1. Technique d'identification et de quantification des déchets solides.....	32
2.2.2. Chronologie et technique de mesure des paramètres physico-chimiques.....	32
2.2.3. Techniques d'identification et de quantification des bactéries.....	34
2.2.3.1. Techniques d'analyse.....	34
2.2.3.2. Appareillages utilisés.....	35
2.2.3.3. Milieux de cultures pour la recherche des coliformes.....	35
2.2.3.3.1. Test présomptif.....	35
2.2.3.3.2. Test confirmatif.....	36
2.2.3.4. Milieux de cultures pour rechercher les streptocoques totaux.....	38
2.2.3.4.1. Test présomptif.....	38
2.2.3.4.2. Test confirmatif.....	38
2.2.3.5. Expression des résultats.....	38

2.2.3.6. Calcul des Indices de Bourgeois.....	40
<b>3.Résultats.....</b>	<b>42</b>
3.1. Position G.P.S des stations d'étude.....	42
3.2. Résultats d'identification et quantification des déchets solides dans les 9 plages.....	43
3.2.1. Concernant la plage Sidi salem .....	43
3.2.2. Concernant la plage Joinoville .....	45
3.2.3. Concernant la plage Levé de l'aurore .....	47
3.2.4. Concernant la plage Rezgui rachid (ex Saint cloud) .....	49
3.2.5. Concernant la plage Rizzi amor (ex Chapuis).....	51
3.2.6. Concernant la plage la Caroube .....	53
3.2.7. Concernant la plage Réfès zahouen (Toche ) .....	55
3.2.8. Concernant la plage Belvédère .....	57
3.2.9. Concernant la plage d Ain achir .....	59
3.2.10. Quantification globale des déchets sur le littoral d'Annaba.....	61
3.2.10.1. Concernant le Papier et dérivés .....	61
3.2.10.2. Concernant les produits plastiques .....	61
3.2.10.3. Concernant les produits métalliques .....	62
3.2.10.4. Concernant le bois et dérivés .....	62
3.2.10.5. Concernant les déchets de verre .....	63
3.2.10.6. Concernant les déchets en textiles .....	64
3.2.10.7. Taux des divers déchets encombrant le littoral d'Annaba .....	65
3.2.10.8. Distribution des déchets par Kg et par plage .....	65
3.3. Résultats des paramètres physico-chimiques.....	67
3.3.1. Résultats cumulatifs.....	67
3.4. Résultats de l'analyse bactériologique .....	70
3.4.1. Concernant les résultats cumulés dans les 21 stations:.....	70
3.4.1.1. L'indice de Bourgeois (1980) dans le golfe d'Annaba.....	72
<b>4. Discussion et conclusion.....</b>	<b>74</b>
<b>5. Références bibliographiques.....</b>	<b>91</b>

**Annexes**..... 94

# Introduction.

## 1. Introduction:

Le débat sur l'environnement en prenant de l'importance et de la densité n'a pas pour autant gagné en clarté et en rationalité. Que l'action de l'homme puisse dégrader la nature de façon réversible, parfois irréversible, cela est devenu un truisme universellement accepté. Mais au-delà, commencent les conflits d'intérêts, la recherche des responsabilités, les interrogations sur les bonnes politiques à conduire. Dans toutes ces approches, il est indispensable de disposer d'un langage commun et d'un corps de connaissances objectives pour une meilleure prise en compte des milieux naturels, dans leur diversité et leur complexité.

La responsabilité en matière de sauvegarde des qualités de l'environnement, incombe non seulement aux organismes internationaux spécialisés et aux différents Etats, mais aussi à l'ensemble des citoyens qui doivent prendre conscience de ce problème, s'en informer et s'engager à participer aux actions d'assainissement et de protection du milieu humain.

En Algérie, le rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement et les interventions sur l'environnement font apparaître que la gestion des déchets solides est devenue, ces dernières années l'une des préoccupations majeures de notre société (décret exécutif n°1 du 07 janvier 2001) (Huerb (2001).

Aussi, l'état Algérien, jugeant que la gestion des déchets solides pose un sérieux problème en termes de planification, d'organisation et de financement, impose l'implication de toutes les institutions nationales concernées, à fortiori les collectivités locales. Parallèlement, une politique de réduction et de recyclage des déchets est mise en place. D'autre part des actions de sensibilisation doivent être engagées auprès du citoyen. Toutes ces actions ont pour but, à la fois d'éviter la pollution de nos villes et d'améliorer la salubrité et la santé publique. L'élaboration de véritables outils de gestion intégrée rassemble des scientifiques de toutes les disciplines pour définir et mettre en pratique un comportement responsable de l'homme envers son environnement, car la diversité et la variabilité des phénomènes physico-chimiques ou biologiques qui s'y développent font du milieu marin qui nous semble si familier, un extraordinaire champ d'application de toutes les branches de la science.

L'élimination des déchets urbains a toujours constitué une question d'hygiène de première importance et malgré le développement de nouvelles techniques d'élimination comme le tri, la récupération, le recyclage, l'incinération ou encore le compostage, la technique la plus utilisée reste encore la mise en décharge. Si autre fois, les déchets étaient composés de matières naturelles facilement biodégradables, ce n'est plus le cas aujourd'hui avec des déchets partiellement toxiques que la nature n'est plus capable d'éliminer, c'est pourquoi cette pratique ancienne de la décharge sauvage est devenue une des principales causes de pollution des sols, des eaux, et de l'air et donc des ressources vitales. Seul la mise en décharge contrôlée des résidus urbains permet d'éviter au moins de minimiser

les nuisances. Il est donc dramatique de constater que la plupart des décharges actuelles en Algérie peuvent être classées comme décharges sauvages avec la quasi-inexistence de décharges contrôlées.

Depuis une vingtaine d'années l'Algérie a mis en place un système de classification de la qualité des eaux rejetées en mer, destiné à orienter les politiques et à mesurer les progrès réalisés nous citerons les arrêtés parus dans le journal officiel (JORA n° 46 (1993)). Tous ces systèmes, qui combinent en général des critères physico-chimiques et biologiques, sont plus ou moins différents et rendent bien difficiles les comparaisons de pays à pays car l'étude des conditions de la méditerranée représente un système très complexe au carrefour de la physique, de la chimie et de la biologie.

Au cours de ces dernières décennies, la charge et la diversité des polluants d'origine urbaine, industrielle et agricole, drainés sur tous les bassins versants et véhiculés jusqu'à la mer par les fleuves, n'ont fait qu'accroître les perturbations naturelles consécutives aux arrivées d'eau douce en mer.

La concentration de l'habitat, le récent développement des villes à vocation portuaire ou touristique ont amplifié ce phénomène, le rythme de croissance dépasse toutes prévisions, les possibilités d'épuration et le traitement des effluents urbains qui sont bactériologiquement très pollués, demeurent le plus souvent inférieurs à la demande. C'est ainsi que la plupart des cités bordant le bassin nord occidental de la méditerranée rejettent leurs eaux usées systématiquement à la mer sans traitement ou après filtrage et décantation.

L'analyse de l'eau de mer doit répondre à 2 questions complexes, étroitement liées mais dont l'importance varie suivant la nature des problèmes posés.

La 1<sup>ère</sup> question concerne la connaissance de la composition exacte de l'eau de mer, la nature et la concentration de ses différents constituants normaux, éléments majeurs et éléments à l'état de traces dont la présence et la répartition sont relativement homogènes dans les mers et leurs sédiments.

La 2<sup>ème</sup> question, d'ordre plus pratique et dont l'importance s'accroît de jour en jour, concerne la mise en évidence de nouveaux éléments ou composés liés en grande partie à l'activité humaine, étrangers au milieu marin pouvant modifier la composition normale de l'eau. Sur terrain, les dispositions à prendre sont très importantes. En effet, le prélèvement d'un échantillon d'eau, sa conservation et son transfert au laboratoire restent des opérations délicates aux quelles le plus grand soin doit être apporté, elles conditionnent les résultats analytiques et surtout l'interprétation qui en sera donnée.

La wilaya d'Annaba totalise aujourd'hui près de 611 600 habitants avec 433 hab. / km<sup>2</sup>. Depuis 1962, l'effectif de la population d'Annaba s'accroît annuellement de 1,52 % ce taux est lié essentiellement au développement industriel et urbain avec une couche sociale rurale de la région qui diminue rapidement suite à sa migration vers cette ville.

En plus de son potentiel agricole et son littoral concerné par les zones d'expansion touristique (ZET), la Wilaya d'Annaba a une vocation industrielle représentée, en plus d'entreprises agro - industrielles comme FERROVIAL ou encore ORLAIT, essentiellement par 2 grands complexes industriels :

- le complexe sidérurgique d'El Hadjar.
- le complexe d'engrais ASMIDAL

A cela s'ajoute 3 ZET couvrant près de 2078 hectares, il s'agit de :

- La Corniche d'Annaba d'une superficie de 375 hectares.
- La Baie ouest de Chetaibi, d'une superficie de 328 hectares.
- Oued el begrat de Seraidi, qui s'étale sur près de 1375 hectares.

Le golf d'Annaba est caractérisé par un plateau continental qui s'avance jusqu'à 10 miles seulement au large, très étroit dans son ensemble il possède un fond hétérogène, restreint au Nord du Cap de Garde (4,5 miles), il s'étend dans le golfe jusqu'à 14,5 milles et se rétrécit légèrement à l'Est (Gruvel (1926).

La bathymétrie entre les Caps de Garde à l'ouest et Rosa à l'est limitant le golfe d'Annaba est estimée à 65 m. Les isobathes -10m et -20m sont très rapprochés de la cote, les 2 lignes s'éloignent l'une de l'autre et de la cote à hauteur de Oued Seybouse jusqu'au port. L'isobathe -50 m est très détachée des 2 isobathes précitées (Vaissier (1963).

Le golfe d'Annaba recueille des déversements directs de plusieurs industries et les eaux usées de complexes urbains installés le long du littoral (voir tab.1) de plus par le biais de 3 oueds: Seybouse, Mafrague et Méboudja il reçoit les rejets industriels et urbains des wilayates environnantes. Il faut savoir que les décharges de matières organiques provenant d'industries de type agro-alimentaire comme les laiteries, conserveries, abattoirs, etc. sont mélangées aux effluents urbains des collectivités. Enfin, les eaux de pluie plus ou moins polluées ont une part non négligeable dans l'eutrophisation du golfe d'Annaba quant on sait qu'elles représentent en méditerranée selon Aubert (1994)  $98 \text{ km}^3 / \text{an}$  alors que l'évaporation n'est que de  $2900 \text{ km}^3 / \text{an}$ , soit une couche de 1 m d'épaisseur (Aubert (1994).

Tableau1: Principales industries de la région d'Annaba déversant dans le golfe (Agence du bassin hydrographique d'Annaba) (1999).

Unité industrielle	Localisation	Nature des effluents liquides	Milieu Récepteur
<b>Asmidal</b>	El-Bouni	- Eaux de process (chargées de résidus chimiques) - Eaux de refroidissement	Mer
<b>EN – Ferphos</b>	Port commercial	- Eaux usées domestiques	Mer
<b>E.N.Corps Gras</b>	Port commercial	- Eaux usées domestiques - Eaux usées industrielles	Mer
<b>O.N. Aliment du Bétail n</b>	Port commercial	- Eaux usées domestiques	Mer
<b>Orelait</b>	Lallelik (El-Bouni)	- Eaux usées industrielles (lactosérum)	Oued Seybouse
<b>E.N.C.C.</b>	Z.I. Pont Bouchet	- Eaux de refroidissements	Oued Seybouse
<b>Ferrovial</b>	Lallelick (El-Bouni)	- Eaux usées domestiques - Eaux usées industrielles	Oued Seybouse
<b>Carreaux – Granito</b>	Z.I. Pont Bouchet	- Eaux usées industrielles (ponçage)	Oued Seybouse
<b>Hydro – canal</b>	Z.I. Pont Bouchet	- Eaux usées domestiques	Oued Seybouse

Généralement l'état de salubrité de l'eau de mer est lié à la propreté du rivage où de la côte entière, nous nous intéresser à l'analyse quantitative et qualitative des déchets solides ou macrodéchets ménagers et industriels encombrant les plages du littoral d'Annaba.

Un déchet est toute substance ou objet dont le détenteur se défait car n'étant pas utilisable. Globalement les sources de déchets se répartissent en 3 catégories ils sont soit:

- Ménages: ordures ménagères, déchets encombrants et déchets spéciaux.
- Communs: balayures des rues, déchets verts des parcs, boues et traitement des eaux usées.
- Commerces, services, industrie: déchets de la production industrielle, déchets de chantiers, déchets du secteur énergie et mines et déchets agricoles.

Les principaux déchets solides urbains proviennent de 3 sources résumées dans le tab. 2.

Tableau 2 : Représentation des principaux déchets solides urbains.

Type	Description	Exemples
Ordures ménagères.	Déchets solides de toute nature produits par les occupants des habitations et déposés dans les poubelles individuelles ou collectives.	Déchets de la cuisine, restes alimentaires, emballages, papiers, cartons, plastiques, textiles, cuirs, bois, cendres.
Déchets encombrants	Déchets ménagers dont la taille ne permet pas leur dépôt dans les poubelles et nécessite une manipulation séparée.	Meubles, divers bois, pneus, électroménagers.
Déchets du commerce assimilables aux déchets ménagers.	Déchets provenant des établissements commerciaux, industriels, hôtels, écoles et pouvant être éliminés avec les ordures ménagères.	Emballages, papier, carton, plastique, cendre, déchets de nettoyage.
Déchets verts de jardins et parcs.	Déchets de désherbage et taille d'arbres.	Herbe, feuillage, branches.
Déchets de marchés.	Déchets organiques pour compostage, déchets ménagers.	Déchets végétaux, emballages, d. de nettoyage.
Déchets dangereux.	Déchets ménagers contenant des substances nuisibles.	Batteries, restes de peintures, de désinfectants.
Déchets de nettoyage des rues.	Balayures des rues, contenu des poubelles à papier.	Feuillage, papier.
Déchets de construction.	Déchets de travaux de construction et de démolition.	Matériaux des excavations et de démolition, gravats.
Boues de traitement d'eau.	Boues de sables, boues de décantation et d'épuration.	Sable, boues déshydratées.

A l'origine les déchets proviennent de la consommation domestique, de l'activité professionnelle ou des productions agricole et industrielle. Les déchets éliminés sans précautions, risquent non seulement de dégrader les paysages, mais aussi de polluer l'environnement et d'exposer l'homme à des nuisances et des dangers dont certains peuvent être très graves. Selon leurs propriétés, les déchets sont soit:

- **Irritants**: ils peuvent provoquer une réaction inflammatoire par contact immédiat, prolongé ou répété avec la peau ou les muqueuses.
- **Nocifs**: ils peuvent entraîner des risques de gravité limitée par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée.
- **Toxiques**: ils peuvent entraîner des risques graves, aigus ou chroniques, voir la mort par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée.
- **Cancérogènes**: ils peuvent être à l'origine de cancers ou augmenter sa fréquence par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée.

- **Corrosifs**: ils peuvent exercer une action destructrice sur les tissus vivants avec lesquels ils sont en contact.
- **Infectieux**: ils contiennent des micro-organismes viables dont les toxines qui causent la maladie chez l'homme ou chez d'autres organismes vivants.
- **Tératogènes**: ils peuvent produire des malformations congénitales non héréditaires ou en augmenter la fréquence par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée.
- **Mutagènes**: ils peuvent produire des défauts génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée.

Certains déchets sont dangereux parce qu'ils peuvent porter une atteinte indirecte à la santé en dégageant un gaz toxique ou très toxique au contact de l'eau, de l'air ou d'un acide, ou parce qu'ils peuvent donner naissance après élimination, à une autre substance qui possède les caractéristiques énumérées plus haut. D'autres caractéristiques indiquées ci-après rendent certains déchets dangereux pour l'homme et pour l'environnement.

**Explosifs**: ils peuvent exploser sous l'effet de la flamme ou sont plus sensibles aux chocs ou aux frottement (ex : le dinitrobenzène).

**Carburants**: ils présentent une réaction fortement exothermique au contact d'autres substances, notamment de substances inflammables.

**Inflammables**: ils peuvent s'enflammer facilement à température ambiante ou produire des gaz facilement inflammables en quantités dangereuses au contact de l'eau ou de l'air humide.

**Ecotoxiques**: ils présentent ou peuvent présenter des risques immédiats ou différés pour une ou plusieurs composantes de l'environnement.

Certains déchets contenant des métaux lourds comme le mercure, le cadmium, le chrome, le plomb etc. Le caractère dangereux du déchet dépend non seulement de la présence de la substance mais aussi de sa forme chimique (sel, oxyde, composé,...) et de sa quantité relative. La toxicité d'une substance est généralement évaluée selon Christian (2000) par 3 paramètres:

- **La toxicité aiguë** qui provoque la mort ou de très graves troubles physiologiques après un court délai suivant la voie d'absorption, en une fois, d'une dose de la substance.
- **La toxicité chronique** induite par l'exposition répétée à de plus faibles concentrations de substances qui provoquent des troubles physiologiques;
- **La dose journalière** admissible sans risques.

Les **déchets hospitaliers** et les déchets provenant des activités de soins peuvent être contaminés par des germes pathogènes. Dans ce cas ils sont infectieux et doivent être éliminés avec des précautions particulières pour supprimer les risques d'atteinte à la santé humaine.

Les déchets solides ont des effets négatifs considérables sur l'environnement en général et les impacts causés touchent à de nombreux domaines, plus qu'une simple pollution visuelle, les déchets

solides présentent une menace pour la sécurité publique, une menace pour la faune et la flore et peuvent aboutir à des pertes économiques (Med pol (2004) avec une population croissante et par conséquent une consommation aussi.

Cette question risque d'être encore pour longtemps d'actualité et même de se poser plus sérieusement encore dans les années à venir si les comportements individuels ne changent pas. La pollution des eaux de mer par le déversement de déchets est moins visible, ce qui explique peut-être pourquoi l'immersion dans les grands fonds a longtemps été autorisé par certains états. Mais cela n'empêche pas des conséquences négatives pour la vie de la flore et la faune marines.

Pire, la dégradation de la qualité des eaux souterraines due à l'infiltration d'eaux polluées par des déchets est plus insidieuse, car elle est moins visible et peut toucher les nappes phréatiques qui contribuent à l'alimentation en eau destinée à la consommation humaine.

En fait, l'eau est le principal vecteur de la pollution engendrée par les déchets abandonnés ou éliminés dans des conditions écologiquement peu satisfaisantes, ce transport se fait suivant le schéma de la fig. 1.

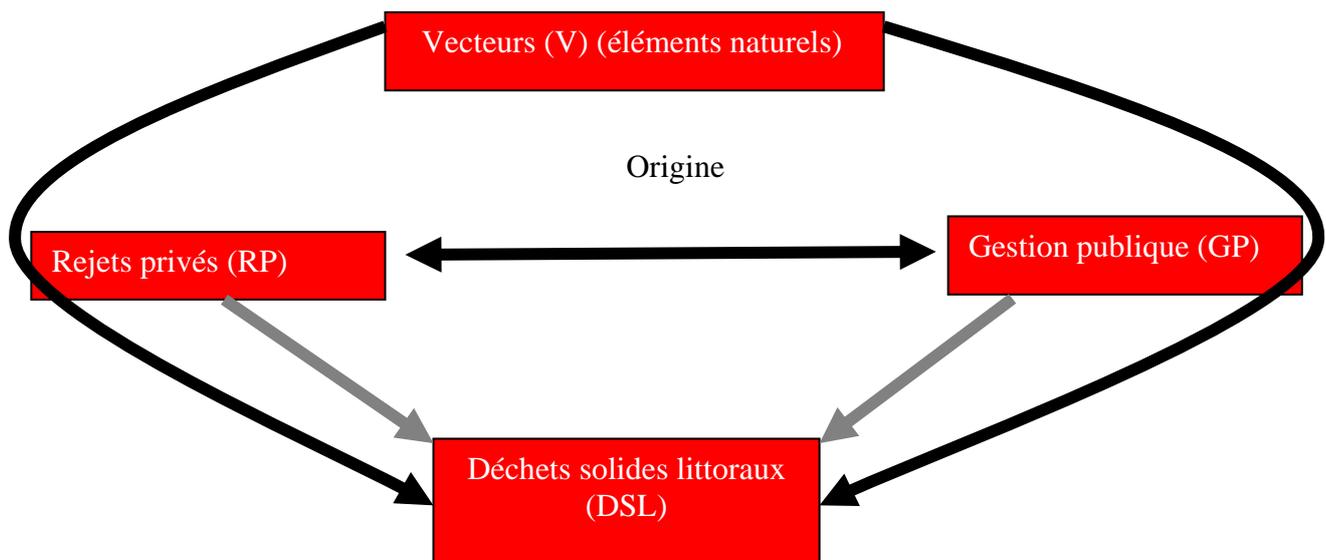


Figure 1: Schéma représentant les origines et vecteurs des déchets solides. V: Pluie, vent, cours d'eau et courants. RP: individus, entreprises, transports maritimes. GP: décharges, réseaux pluviaux, plages et ports. DSL: déchets solides littoraux.

Pour nous permettre d'établir un état de la pollution par les macro déchets solides des principales plages de baignades de la ville d'Annaba, nous nous sommes intéressé dans cette étude à l'identification et la quantification des divers déchets encombrants le littoral.

Il est important de connaître les caractéristiques physico-chimiques de l'eau avant d'aborder l'impact de la pollution. C'est ainsi que nous nous sommes intéressé à la pollution physico - chimique

des eaux où nous avons mesuré sur un cycle annuel la température, la salinité, le pH et l'O<sub>2</sub> dissous de l'eau.

La **température** de l'eau joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, de la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Les températures relativement élevées agissent comme pollutions additionnelles ayant ainsi des répercussions sur les cycles biologiques. En outre la mesure de ce paramètre est très utile pour les études limnologiques et du point de vue industriel pour les calculs d'échanges thermiques (Rodier (1996). D'un point de vue réglementaire, (décret exécutif n°93-160 du 10 juillet 1993), les rejets industriels ne doivent pas atteindre une température > 30°C.

La **salinité** est définie conventionnellement comme la masse en g des composés solides séchés à poids constant à 480°C, obtenu à partir de 1 Kg d'eau de mer, il est supposé que la matière organique a été oxydée, le brome et l'iode remplacés par leurs équivalents en chlore et les carbonates en oxydes (Rodier (1996). Dans l'étude du milieu marin, la mesure de la salinité est importante du fait qu'elle exerce une influence significative sur la densité de l'eau de mer, elle permet d'identifier les masses d'eaux d'origine différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la côte. D'un point de vue réglementaire (décret exécutif n°93-160 du 10 juillet 1993), les rejets industriels ne doivent pas atteindre une salinité > 35 ‰.

La valeur du **pH** est un indice de pollution en effet, il représente l'acidité quand il est < 7 ou l'alcalinité > 7 ou la neutralité = 7 de l'eau de mer. Le décret exécutif n°93-160 du 10 juillet 1993, limite les pH dans les eaux des rejets industriels entre 5,5 et 8,5.

L'**O<sub>2</sub> dissous**, indispensable à la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatiques, est le réactif limitant de la principale voie de biodégradation de la pollution organique. Présent dans l'eau, sa solubilité est fonction de la température, de la pression atmosphérique et de la salinité. Il faut savoir que la nitrification de l'azote ammoniacal est une source de déficit en O<sub>2</sub>, par ailleurs, des croissances de phytoplanctons en zones eutrophiques, peuvent engendrer des sursaturations. De plus, l'appauvrissement du milieu en O<sub>2</sub> dissous provoque l'apparition de pollutions bactériologiques, alors que le phénomène de corrosion est proportionnel aux teneurs élevées d'O<sub>2</sub> dissous. Selon le décret exécutif n°93-164 du 10 juillet 1993 définissant la qualité requise des eaux de baignade, Le taux de saturation en oxygène ne doit pas dépasser une valeur limite comprise entre 80 et 120% alors que dans les déversements industriels (extrait du décret exécutif n° 93-160 du 10/07/1993 réglementant les rejets d'effluents industriels – JORA n°46) il doit être < 10 mg / l d'eau.

L'**analyse microbiologique** des eaux marines s'inscrit dans un cadre général de protection de la santé humaine et de l'environnement afin de rendre les eaux susceptibles d'être polluées compatibles avec les diverses formes de vie aquatique et des organismes pouvant être en contact. Cette

analyse est donc indispensable et complémentaire de l'analyse physico-chimique pour la détermination de la qualité générale des eaux marines.

Pour les eaux littorales, la quasi-totalité des micro-organismes identifiés sont de provenance fécale: coliformes totaux et fécaux ainsi que les streptocoques totaux et fécaux. Selon Cormier et Martin (1991) l'homme et les animaux rejettent parallèlement des micro-organismes d'environ  $10^{12}$  germes / g de fèces.

Généralement, les micro-organismes pénètrent dans l'environnement marin par les rejets d'eaux résiduaires non traitées ou partiellement traitées, constituant ainsi les apports ponctuels. Le devenir de la charge bactérienne dans l'eau de mer comme pour les autres polluants, est fonction de la dilution, de la dispersion physique et de la sédimentation des particules fines. Les bactéries issues des rejets peuvent se présenter sous forme libre ou agglomérée (bactéries dans des floccs, bactéries adhérentes à des particules). Les particules les plus grossières (diamètre moyen 24 mm) décantent en masse mais elles sont peu chargées en bactéries, alors que les particules fines (diamètre moyen de 8 mm) riche en matière organique et en bactéries, sédimentent lentement par rapport aux grosses particules et suivent à la destinée de la diffusion turbulente des eaux et de ce fait, sont entraînées dans les couches marines superficielles.

Le sédiment est considéré comme un réservoir des bactéries car elles peuvent acquérir des caractères qu'elles ne possèdent pas auparavant, tels que la résistance aux métaux lourds ou contaminants organiques par transfert de matériel génétique, la durée de survie évalués par le Guyard *et al.*, (1990), en moyenne à 14 jours et peut atteindre 40 jours. Thomas (1995) a constaté une survie de 10 à 40 % des micro-organismes intestinaux 7 jours après leur rejet. Aubert (1994) estime que l'apport d'eau douce plus ou moins polluée était en méditerranée de  $420 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/an venant des cours d'eau et 8 à 10 milliards de m<sup>3</sup> des eaux résiduaires (50 à 60 fois moins volumineuses, mais beaucoup plus polluées).

Assez souvent, la pollution bactérienne aboutit finalement dans les zones de baignade et se répercute sur la santé humaine. Les principales maladies causées par les eaux récréatives contaminées sont regroupées dans le tab. 3.

Les coquillages posent également, de délicats problèmes de sécurité alimentaire parce qu'ils filtrent l'eau et concentrent les micro-organismes présents dans le milieu marin et qu'ils sont dégustés crus ou peu cuits. Les conséquences toxi-infectieuses de la consommation de coquillages contaminés sont variées et présentent des risques beaucoup plus importants que ceux liés à la baignade. Selon Poggi (1991), les consommateurs de coquillage sont 3 fois plus exposés que les autres aux maladies entériques. Il peut s'agir pour les bénignes de: vomissements, nausées, céphalées, diarrhée, de gastro-entérites, de dysenteries accompagnées de douleurs abdominales. Pour les plus graves: de fièvres typhoïde par les Salmonelles, d'hépatite A ou encore d'épidémies de choléra (tab. 3).

Tableau 3: Représentation des risques sanitaires dus à une pollution microbiologique des eaux de baignade selon Poggi (1991).

Type de bactérie	Risque Sanitaire potentiel	Localisation	Remarques
Coliformes Totaux	Gastro-entérite	- Eaux douces et marines - Coquillages	Utilisé comme indicateur général de pollution bactérienne
Coliformes fécaux	Gastro-entérite	- Eaux douces et marines - Coquillages	Utilisé comme indicateur de pollution fécale
Streptocoques fécaux	- Gastro-entérite - Fièvre - Typhoïde - Salmonelles - Otite externe - Sinusite - Conjonctivite	- Eaux douces et marines	Indicateur le plus spécifique de pollution fécale secondaire ou tertiaire

En Algérie, le décret exécutif N° 93-164 du 10 juillet 1993 ayant pour objet de définir la qualité requise des eaux des baignade et précisément dans l'article 3 (tab. 4).

Tableau 4 : Normes de qualité des eaux de baignade décret exécutif n° 93-164 du 10 juillet 1993.

Types de bactéries	Nombre guide	Nombre impératif
Coliformes totaux / 100 ml	< 500	< 10000
Coliformes fécaux	< 100	< 2000
Streptocoques fécaux	< 100	< 2000
Salmonelles	Absence	Absence

Le nombre guide correspondant à un objectif de qualité et le nombre impératif à ne pas dépasser. Les concentrations  $\leq$  aux valeurs guides indiquent une eau de bonne qualité et celles comprise entre les valeurs guides et les valeurs limites sont de qualité acceptable et doivent faire l'objet d'une surveillance continue.

Ainsi, pour nous permettre d'établir un état de la pollution le long du golfe d'Annaba, nous nous sommes intéressé dans ce travail à l'identification et la quantification des divers déchets encombrants le littoral, nous avons également mesuré les paramètres physico-chimiques et contrôlé la qualité microbiologique des eaux dans les principales plages de baignades de la ville d'Annaba.

# Matériels et méthodes.

## 2. Matériel et méthodes :

Les techniques d'identification et de quantification des bactéries ou des paramètres physico-chimiques dans un volume liquide sont bien établies, mais les déchets solides ou macrodéchets ont une taille et un volume qui nécessitent l'usage de modes d'appréhension inhabituelle. Les protocoles de mesure des méthodes développées dans les différents laboratoires sont le plus souvent exigeants et les comptages très détaillés, pour cela des méthodes élaborées par des scientifiques consistent à tracer des transects sur des plage où les objets sont comptés, pesés et leur nature définie. L'opération est répétée plusieurs fois en tenant compte du coefficient de marée, de la météo et de l'orientation de la plage, le comptage pouvant être réalisé le nombre de fois que l'on veut.

D'autres méthodes ont été élaborées au sein D'IFREMER en 1982 par des chercheurs Israéliens et Grecs pour explorer des secteurs de littoral, mais il n'existe pas encore de méthode commune à tous les pays du pourtour méditerranéen (Med pol (2004).

Le prélèvement d'échantillons d'eau de mer est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne le résultat analytique et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène et représentatif il ne doit pas modifier les caractéristiques de l'eau.

La séquence prélèvement – échantillonnage – conservation – analyse constitue donc une chaîne cohérente pour laquelle nous avons conscience de ne négliger aucun maillon.

Pour la présente étude, les sites de prélèvements sont choisis en tenant compte de nombreux facteurs, notamment le type de polluant considéré, l'emplacement d'émissaires d'eaux usées, des embouchures d'oueds et de la topographie du fond.

Alors, nous avons opté une chronologie de mesures mensuelles in situ étalées entre janvier et décembre 2006. Il s'agit de l'identification et quantification des déchets solides encombrants les principales plages d'Annaba.

Ainsi, 4 paramètres physico-chimiques, la température, la salinité, le pH et l'O<sub>2</sub> dissous ont été mesurés et l'identification et quantification des bactéries de l'eau de mer réalisée dans 21 stations.

## 2.1. Localisation G.P.S des stations d'étude.

Nous avons retenus 21 stations que nous avons positionnées par G.P.S. ces stations sont s'étendent entre les communes d'El Bouni (S1 à S4) et Annaba (S5 à S21) (voir fig. 2).

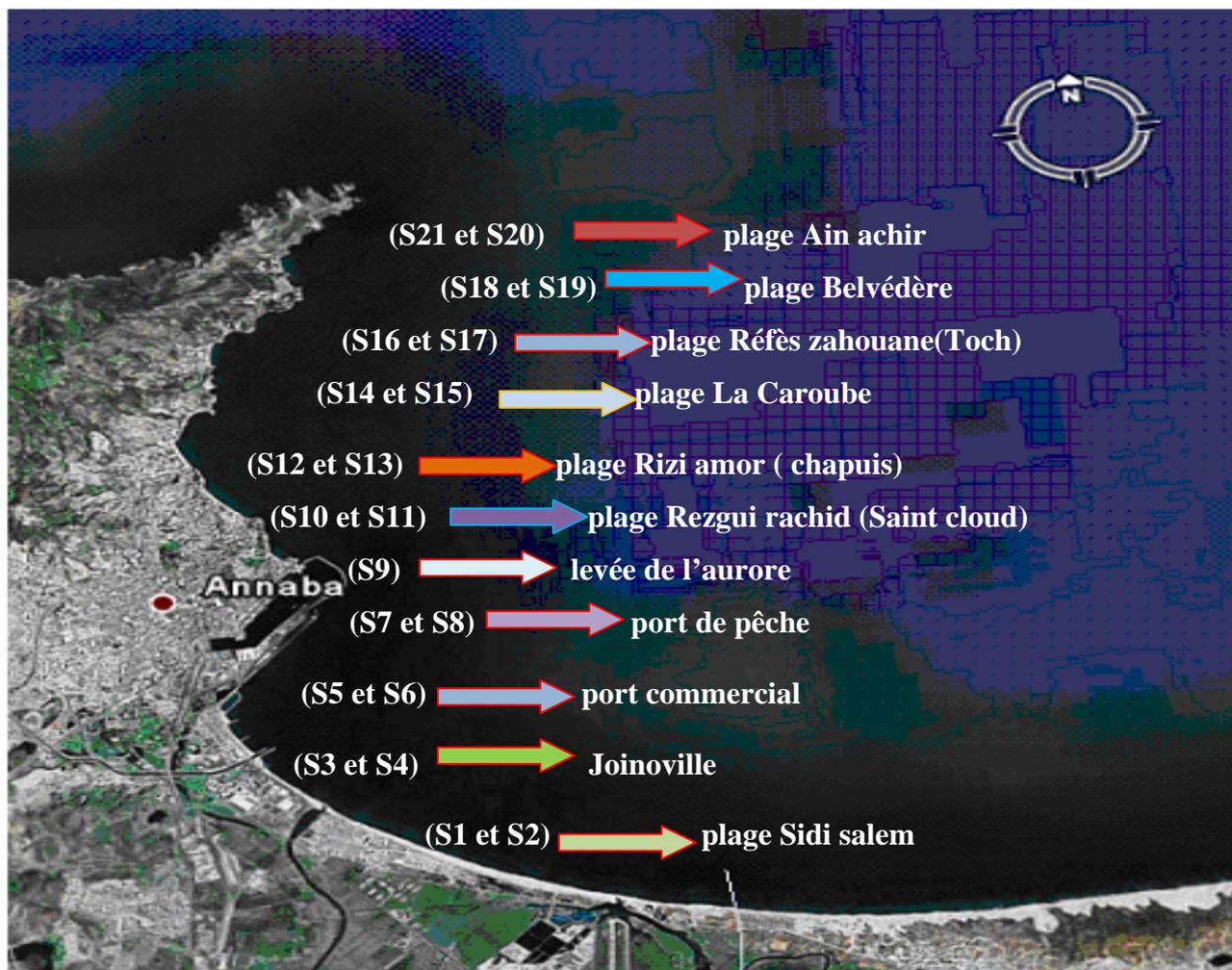


Figure 2: Situations des stations d'étude sur le golfe d'Annaba. S1, S2, S3 et S4 se trouvent dans la commune d'El Bouni et de S5 à S21 la commune d'Annaba.

### 2.1.1. Secteur de la commune d'El Bouni :

#### 2.1.1.1. Concernant les stations 1 et 2:

Il s'agit de la plage Sidi salem qui se trouve à l'Est de la ville d'Annaba dans la commune d'El Bouni entre les oueds Seybouse et Mafrag (fig. 3). Cette zone initialement industrielle s'est vue transformée depuis 1995 en cité urbaine avec une population de plus de 30 400 habitants. Elle est autorisée à la baignade même si elle reste peu fréquentée. Cependant des embarcations artisanales de type petits métiers exercent des activités de pêches au large de cette plage et leur nombre ne cesse d'augmenter. Embouchure de l'Oued Seybouse dans la commune d'El Bouni, principal cours d'eau de la

baie d'Annaba de 160 Km de long, il draine un bassin versant de 5955 km<sup>2</sup> avec un débit moyen annuel de 441 millions de m<sup>3</sup>. Il prend naissance dans les hautes plaines du sud d'Annaba (Harkata et Sella Ouanouna) à 800 à 1000 m d'altitude. Ses affluents sont: Oued Charef, Oued EI-Rassol, Oued Mellah, Oued Dahmen, Oued Krab, Oued Bouhamden, Oued Zenati, Oued El-kebir Oued Fregha et Oued Meboudja.

#### **2.1.1.2. Concernant les stations 3 et 4:**

Il s'agit de plages peu fréquentées, généralement utilisées en période estivale par les habitants des cités qui se situent à l'Ouest de l'oued Seybouse et Méboudja, aussi elle reçoivent les Rejets industriels du complexe Asmidal au Nord-Est de la ville d'Annaba dans la commune d'El Bouni (fig. 3) et fabrique des engrais phosphatés et azotés. Ce complexe «Asmidal» est alimenté en eau par 2 sources: centrale 1 qui fonctionne avec l'eau du barrage de Bounamoussa eau industrielle et la centrale 2: qui utilise l'eau de mer dessalée aspirée par 2 pompes avec un débit de 1500 m<sup>3</sup> chacune.

L'eau de mer est utilisée comme source de vapeur et d'énergie électrique, elle assure également les systèmes de refroidissement et avant son utilisation, elle est dessalée puis rejetées directement en mer sans traitement préalable.

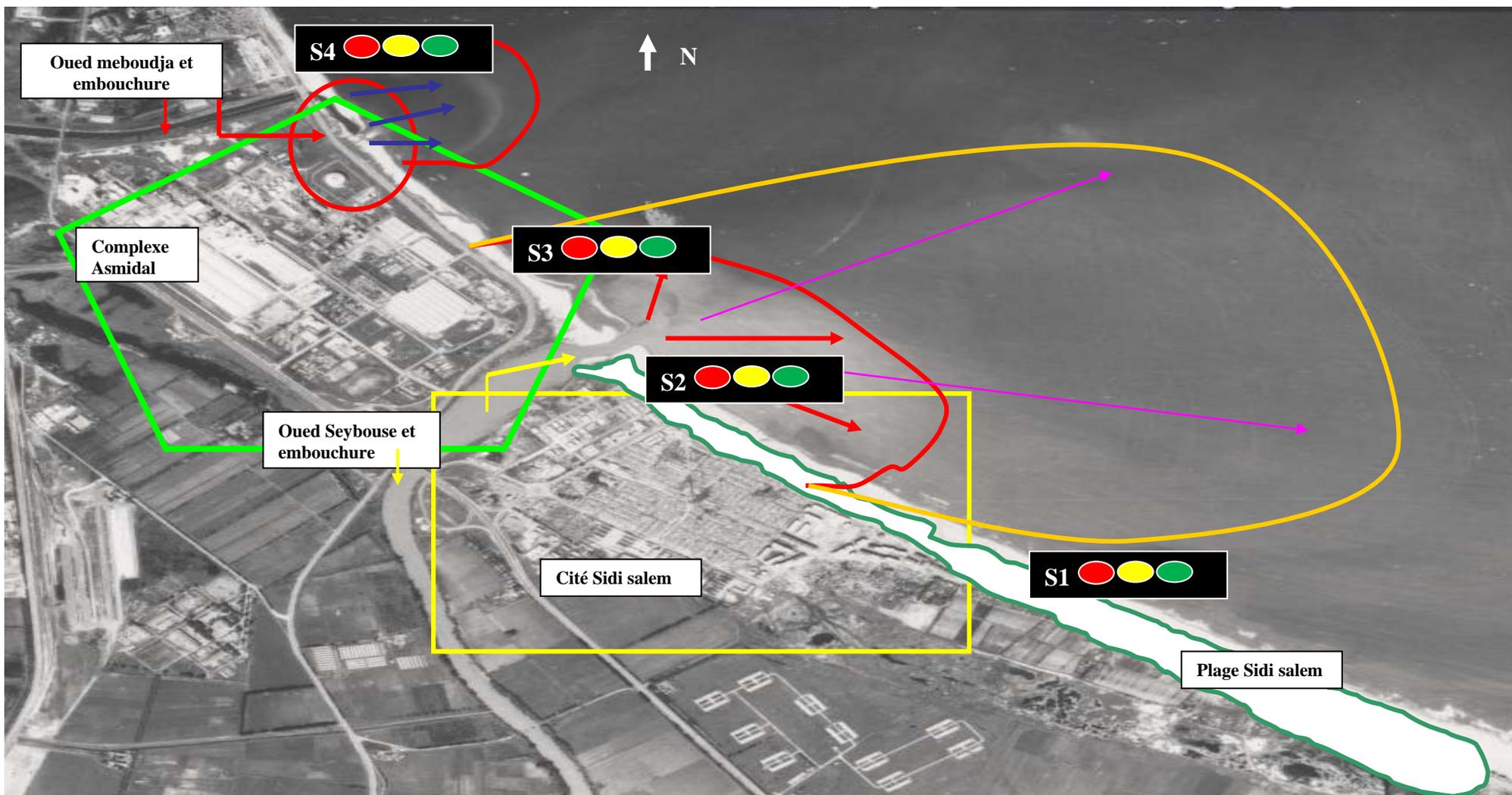


Figure 3: Photographie aérienne montrant les stations 1 et 2 (plage Sidi salem), et stations 3 et 4 (plage joinoville). ● Déchets solide, ● paramètres physico chimiques de l'eau, ● bactériologie. → : Dispersion primaire des eaux de l'oued mebudja. → : Dispersion primaire de l'oued Seybouse. → : Dispersion secondaire des eaux de l'oued Seybouse.

### 2.1.2. Secteur de la Commune de Annaba:

**2.1.2.1. Concernant les stations 5 et 6:** Il s'agit du port commercial (figs. 4 et 5) qui géré par l'Entreprise Portuaire de Annaba (EPAn), assure le transit des passagers et des marchandises, il est soumis à diverses sources de pollutions dont 2 importants rejets urbains et 3 rejets industriels de 3 entreprises concessionnaires : Mittal Steel, Ferphos et Sonelgaz (centrale électrique). Le port commercial d'Annaba est situé entre longitude Est 07° 47' 03 et latitude Nord 3 6° 54' 11".

En plus de la pollution bactérienne et organique générée par les 2 rejets urbains déversant directement dans les eaux de la petite darse on rencontre un autre type de pollution lié essentiellement à l'activité portuaire. Ce dernier est la conséquence d'un trafic maritime intense à l'origine de rejets de produits de vidange de cales, fuites d'hydrocarbures, d'huiles de graissage ou encore de produits chimiques suite aux nettoyages des résidus de cargaisons et débordements résultant des opérations de chargement ou encore des rejets de ballasts. Enfin, les rejets d'origine accidentelle sont souvent dévastateurs par les quantités qu'ils déversent en mer. Ils sont entre autre, la conséquence de collision, d'explosion ou d'échouage de navires citernes.



Figure 4: Image satellitaire montrant le port commercial avec les stations 5 et 6 et le port de pêche avec S7 et S8. Noter la concentration des habitations (cercle jaune) autour des 2 ports qui contiennent la majorité des rejets de la ville. ● : Paramètres physico-chimiques de l'eau. ● : bactériologie de l'eau.



Figure 5: Photographie montrant le port commercial d'Annaba.

**2.1.2.2. Concernant les stations 7 et 8:** Il s'agit du Port de pêche (la Grenouillère) (figs. 4 et 6) il se situe entre la longitude Est  $36^{\circ}50'40''$  et la latitude Nord  $07^{\circ}46'30''$ . Il reçoit les eaux de lavage, huiles, graisses et peintures et parfois des déchets de ballastes des chalutiers et sardiniers. Ainsi que les rejets de l'usine Sogedia.



Figure 6: photographie montrant le port de pêche d'Annaba.

**2.1.2.3. Concernant la station 9 :** Il s'agit de la plage levée de l'aurore (fig. 7) qui fait partie de la zone côtière de la ville, cette station reçoit les rejets urbains des quartiers centre d'Annaba sans traitement préalable en plus des eaux de pluie.

**2.1.2.4. Concernant les stations 10 et 11:** Il s'agit de la plage Rezgui rachid (ex Saint cloud) (fig. 7) qui fait partie de la zone côtière centre dont les stations de prélèvement reçoivent les rejets urbains des quartiers centre et Ouest d'Annaba sans traitement préalables. Il en est de même pour les eaux de pluie.

**2.1.2.5. Concernant les stations 12 et 13:** Il s'agit de la plage Rizamor (ex Chapuis) qui se situe à l'Ouest de la ville d'Annaba, elle reçoit les rejets urbains des quartiers Ouest d'Annaba sans traitement préalables (fig. 7).

**2.1.2.6. Concernant les stations 14 et 15:** Il s'agit de la plage la Caroube (fig. 7) caractérisée par des sources ponctuelles de pollution notamment bactérienne conséquence de rejets domestiques des habitants de cette région.

**2.1.2.7. Concernant les stations 16 et 17:** Il s'agit de la plage Refes zahouane (ex Toch) (fig. 7). Cette plage fait partie de la zone côtière Ouest. Ce secteur est limité au Nord par le promontoire du cap de garde, à l'Est par la mer méditerranée, à l'Ouest par le mont de l'Edough, et au Sud par la cité Zaafrania.

**2.1.2.8. Concernant les stations 18 et 19:** On l'appelle plage Belvédère (fig. 7). Cette plage est cernée de restaurants et d'hôtels qui déversent leurs eaux directement en mer. Cette grande partie de la zone d'étude est soumise l'été à un flux important des vacanciers qui constitue une source saisonnière supplémentaire de pollution particulièrement bactérienne.

**2.1.2.9. Concernant la station 20 et 21 :** La station 20 se trouve dans la zone Est de la plage Ain achir, et la station 21 à l'extrême Ouest de la plage Ain achir. Ce point est situé entre  $36^{\circ} 57' 59.35''$  N et  $7^{\circ} 47' 42.21''$  E et est supposé n'être exposé à aucune sources de pollutions du fait de sa localisation assez éloignée par rapport à divers rejets (sauf pollution accidentelle occasionnée par le trafic maritime) ou par les vacanciers (fig. 7).



Figure 7: Image satellitaire montrant les stations 9 (plage levée de l'aurore), 10 et 11 (plage Rezgui rachid), 12 et 13 (plage Rizamor), 14 et 15 (plage la Caroube), 16 et 17 (plage Refes zahouane), 18 et 19 (plage Belvédère), 20 et 21 (plage Ain achir). ● : déchets solides, ● : paramètres physico-chimiques de l'eau, ● : bactériologie de l'eau.

## 2.2. Etude expérimentale :

Il n'est pas facile d'évaluer quantitativement un polluant si hétérogène dans l'environnement marin vaste et diversifié les déchets solides ou macrodéchets sont composés de tous types de déchets et ils évoluent dans les océans, les mers, sur le rivage et le long du littoral entier. Ces déchets sont très complexes, composés de plusieurs matériaux qui ont chacun des impacts spécifiques (Med pol (2004)).

L'échantillon doit être homogène et représentatif et ne pas modifier les caractéristiques de l'eau. La séquence prélèvement – échantillonnage – conservation – analyse constitue donc une chaîne

cohérente pour laquelle nous avons conscience de ne négliger aucun maillon. Pour la présente étude, les sites de prélèvements sont choisis en tenant compte de nombreux facteurs, notamment le type de polluant considéré, l'emplacement d'émissaires d'eaux usées, des embouchures d'oueds, de la topographie du fond etc.

### **2.2.1. Technique d'identification et de quantification des déchets solides :**

Il s'agit d'identifier et de quantifier, les déchets rejetés sur le sable dans 9 plages du littoral d'Annaba. Après avoir photographié les sites à l'aide d'un appareil à photographier numérique (EPSON). Ensuite nous avons calculé la surface des plage de notre étude pour les délimités en zone à l'aide de piquets et un fil de 35m, après nous avons procédé au tri, l'opération de séparation des déchets selon leur matières en vue de leur traitement et entasser par lot en fonction de leur nature.

Six composants principaux des déchets solides qui ont été trouvés le long des plages il s'agit de:

- Les plastiques: débris, film de protection, sacs, les bouteilles et récipients.
- Le bois: bois flotté (arbres et branches) et caisses).
- Le métal: conserves et canettes de boissons, vaporisateur etc.
- Le verre: bouteille.
- Le papier: carton
- Les textiles.

Après le tri on a procédé au pesage à l'aide d'un balance (pèse personne). Ces collectes de déchets ont été effectuées mensuellement de janvier à décembre 2006.

### **2.2.2. Chronologie et technique de mesure des paramètres physico-chimiques :**

Nous avons quantifié mensuellement durant l'année 2006, 4 paramètres physico-chimiques de l'eau de mer dans 21 stations (S1 à S21) (tab. 5). Il s'agit de la température, la salinité, le pH, l'O<sub>2</sub> dissous.

Tableau 5: Représentation des stations de prélèvement. Les stations sont choisies en tenant compte des emplacements des rejets urbains ou industriels.

N°	Station
1	Plage Sidi salem
2	Plage Sidi salem
3	Plage Joinoville
4	Plage Joinoville
5	Port commercial
6	Port commercial
7	Port de pêche
8	Port de pêche
9	Plage levée de l'aurore
10	Plage Rezgui rachid (ex Saint cloud)
11	Plage Rezgui rachid (ex Saint cloud)
12	Rizi amor (ex Chapuis)
13	Rizi amor (ex Chapuis)
14	La caroube
15	La caroube
16	Réfès zahouen (ex Toch)
17	Réfès zahouen (ex Toch)
18	Belvédère
19	Belvédère
20	Plage Ain-achir
21	Plage Ain-achir

Au total, 1008 mesures ont été effectuées, nous avons utilisé un multi paramètres de terrain Consort C535, qui nous a permis de déterminer la température, la salinité, le pH et l'O<sub>2</sub> dissous des eaux de mer à -50cm. Nous avons opéré comme suit :

1. Etalonnage pour calibrer l'appareil pour chaque paramètre mesuré.
2. Immerger la sonde correspondant à chaque paramètre considéré dans l'eau prélevée dans un flacon stérile pendant 30 sec., le résultat de la mesure s'affiche et se stabilise sur l'écran.
3. Le résultat affiché est reporté sur des fiches préalablement préparées.

Les sondes sont rincées à l'eau distillée puis tamponnées avec du papier absorbant après chaque mesure.

### 2.2.3. Techniques d'identification et de quantification des bactéries.

Une série de prélèvements de l'eau de mer est effectuée mensuellement de janvier à décembre 2006 pour les 21 stations du golfe d'Annaba réparties d'Est en Ouest.

Ces prélèvements ont été analysés au laboratoire du SEMP (service d'épidémiologie et de médecine préventive) du Centre de Santé - C.H.U., d'Annaba et dans le laboratoire d'hygiène et de prévention Frantz fanon d'Annaba, pour identifier et quantifier:

- Les coliformes totaux.
- Les coliformes fécaux.
- Les streptocoques fécaux.

Les échantillons sont recueillis dans des flacons en verre de 250 ml soumis au préalable à un nettoyage rigoureux à l'eau potable puis à l'eau distillée, séchés, bouchés et stérilisés à 170 °C au four Pasteur. Pour les eaux de baignade, les prélèvements sont effectués au moins à 2 m du rivage. Le flacon de prélèvement est tenu à sa base, le goulot vers le bas, enfoncé à -50 cm environ au dessous de la surface de l'eau puis ouvert. Il est tourné pour le redresser légèrement, l'orifice face au courant éventuel. Une fois le prélèvement effectué, le flacon est bouché, étiqueté et placé dans une glacière à l'abri de la lumière à une température comprise entre 4 et 6 °C (Recommandations préconisées par l'Q.M.S. / PNUE, pour la surveillance des eaux côtières) (Rodier (1984).

L'analyse au laboratoire est réalisée 6 à 8 h après le prélèvement de l'échantillon comme préconisé par Rodier (1978).

Tous les prélèvements sont accompagnés d'une fiche de renseignements sur laquelle on note :

- le lieu de prélèvement.
- la date et l'heure de prélèvement.
- l'état de la mer.
- la direction du vent.

#### 2. 2. 3. 1. Techniques d'analyse.

Les résultats analytiques de la quantité bactériologique de l'eau de mer concernent 756 tests à raison de 3 germes recherchés pour chaque station, retenue au cours de 12 mois. La recherche et le dénombrement des coliformes totaux, des coliformes fécaux et des Streptocoques fécaux est réalisé par une méthode basé sur le test de fermentation des tubes multiples, afin de déceler le nombre le plus probable (NPP) de germes dans 100 ml d'eau et ce par incubation dans des milieux liquides. Cette méthode est préconisée par l'unité de coordination du plan d'action pour la méditerranée PAM, (Rodier (1978).

### 2.2.3.2. Appareillages utilisés:

- Glacière.
- Flacons de 250 ml.
- Fiche des stations.
- Pipettes Pasteur.
- Portoirs.
- Etuve.
- Bec Benzène.
- Table de NPP de Mac Crady (1980).

### 2.2.3.3. Milieux de cultures pour la recherche des coliformes:

La recherche et le dénombrement des coliformes a nécessité:

- Milieu lactose au pourpre de bromocrésol: (BCPL) double concentré (D/C) et simple concentré (S/C) muni d'une cloche de Durham.
- Bouillon lactose bilié au vert brillant (VBL) double concentré (D/C) et simple concentré (S/C), muni d'une cloche de Durham.
- Eau peptonée exempte d'indole avec double concentration (D/C) et simple concentration (S/C).
- Réactif d'Erlisch Kovaks.

Cette recherche est identique à la colimétrie des eaux de boisson, elle consiste à déceler les germes et à dénombrer les germes coliformes et parmi eux, les coliformes fécaux. Cette recherche comporte 2 phases de test l'un présomptif et l'autre confirmatif.

#### 2.2.3.3.1. Test présomptif :

Pour ce test nous utilisant le milieu BCPL D/C et S/C, les tubes sont munis de cloches de Durham pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu. Par souci d'économie du milieu, nous avons travaillé avec une série de 3 tubes, nous avonsensemencé:

- Trois tubes de BCPL D/C avec 10 ml de l'échantillon.
- Trois tubes de BCLP S/C avec 1 ml de l'échantillon.
- Trois tubes de BCPL S/C avec 0,1 ml de l'échantillon.

Pour permettre l'homogénéisation des contenus, les tubes sont agités avec précaution pour ne pas faire pénétrer d'air dans la cloche de Durham. La lecture se fait après 48 heures d'incubation dans une étuve à 37 °C. Tous les tubes présentant un aspect trouble de couleur jaune et des gaz dans la cloche, sont considérés comme positifs, c'est-à-dire contenant des coliformes totaux Nous avons noté le nombre de tubes positifs dans chaque série et nous nous sommes reportés aux tables du NPP (annexe1) pour obtenir le nombre de coliformes totaux présents dans 100 ml d'échantillon d'eau.

#### **2.2.3.3.2. Test confirmatif:**

A partir de chaque bouillon BCPL positif pour la recherche des coliformes totaux nous avonsensemencé 5 à 6 gouttes dans chacun des 2 tubes, l'un du milieu VBL muni d'une cloche de Durham, l'autre du milieu de l'eau peptonée; après incubation de 24 h dans une étuve à 44 °C tous les tubes des milieux VBL qui présentent un trouble bactérien et un dégagement de gaz dans la cloche du durham confirment la présence des coliformes totaux.

Les tubes de milieu d'eau peptonée correspondants à des tubes positifs de VBL additionnées au réactif de Kovacs laissant apparaître un anneau rouge cerise en surface confirment la production d'indole. Ils sont considérés comme positif c'est-à-dire comme contenant des coliformes fécaux. Nous avons noté le nombre de tubes positifs dans chaque série et nous nous sommes reportés aux tables de NPP pour obtenir le nombre de coliformes fécaux présents dans 100 ml d'eau (fig. 8).



#### **2.2.3.4. Milieux de cultures pour rechercher les streptocoques totaux.**

- Bouillon à l'acide de sodium (bouillon de Rothe) D/C et S/C.
- Bouillon à Méthyle violet et azide de sodium (EVA) D/C et S/C.

Les streptocoques sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale car tous, ont un habitat fécal cependant, leur spécificité n'est pas identique pour toutes les espèces. Comme pour les coliformes totaux, la recherche des streptocoques fécaux comporte 2 phases de tests; l'une présomptive et l'autre confirmative.

##### **2.2.3.4.1. Test présomptif:**

Pour ce test nous avons utilisé le milieu Rothe D/C et S/C. par souci d'économie du milieu, nous avons travaillé avec une série de 3 tubes. Nous avonsensemencé :

- Trois tubes de Rothe à D/C avec 100 ml de l'échantillon.
- Trois tubes de Rothe à S/C avec 1 ml de l'échantillon.
- Trois tubes de Rothe à S/C avec 0.1 ml de l'échantillon.

Les tubes sont agités pour une homogénéisation. La lecture se fait après 48h d'inoculation dans une étuve à 37 °C. Tous les tubes présentant un louche microbien sont considérés comme pouvant contenir des Streptocoques fécaux et ils sont obligatoirement soumis au test confirmatif. Nous avons noté le nombre de tubes positifs dans chaque série.

##### **2.2.3.4.2. Test confirmatif.**

Après agitation, à partir de chaque milieu de Rothe positif, nous avonsensemencé 5 à 6 gouttes dans un tube de bouillon Eva.

Après incubation de 24h dans une étuve à 37 °C, tous les tubes présentant une culture et un jaunissement, sont considérés comme positifs.

Nous avons noté le nombre de tubes positifs dans chaque série et nous nous sommes reporté aux tables du NPP pour obtenir le nombre de Streptocoques fécaux présents dans 100ml d'échantillon.

##### **2.2.3.5. Expression des résultats:**

Les résultats sont exprimés comme suit:

- Nombre le plus probable de coliforme totaux / 100ml d'échantillon.
- Nombre le plus probable de coliforme fécaux / 100ml d'échantillon.
- Nombre le plus probable de streptocoques fécaux / 100ml d'échantillon.

Les Streptocoques fécaux possèdent la substance antigénique caractéristique du groupe D de Lance Field c'est-à-dire: Streptocoques feccalis, S. faecium, S. durans, S. bovis. S. equinus. Ces Streptocoques du groupe D sont généralement pris en compte comme des témoins de pollution fécale (fig. 9).

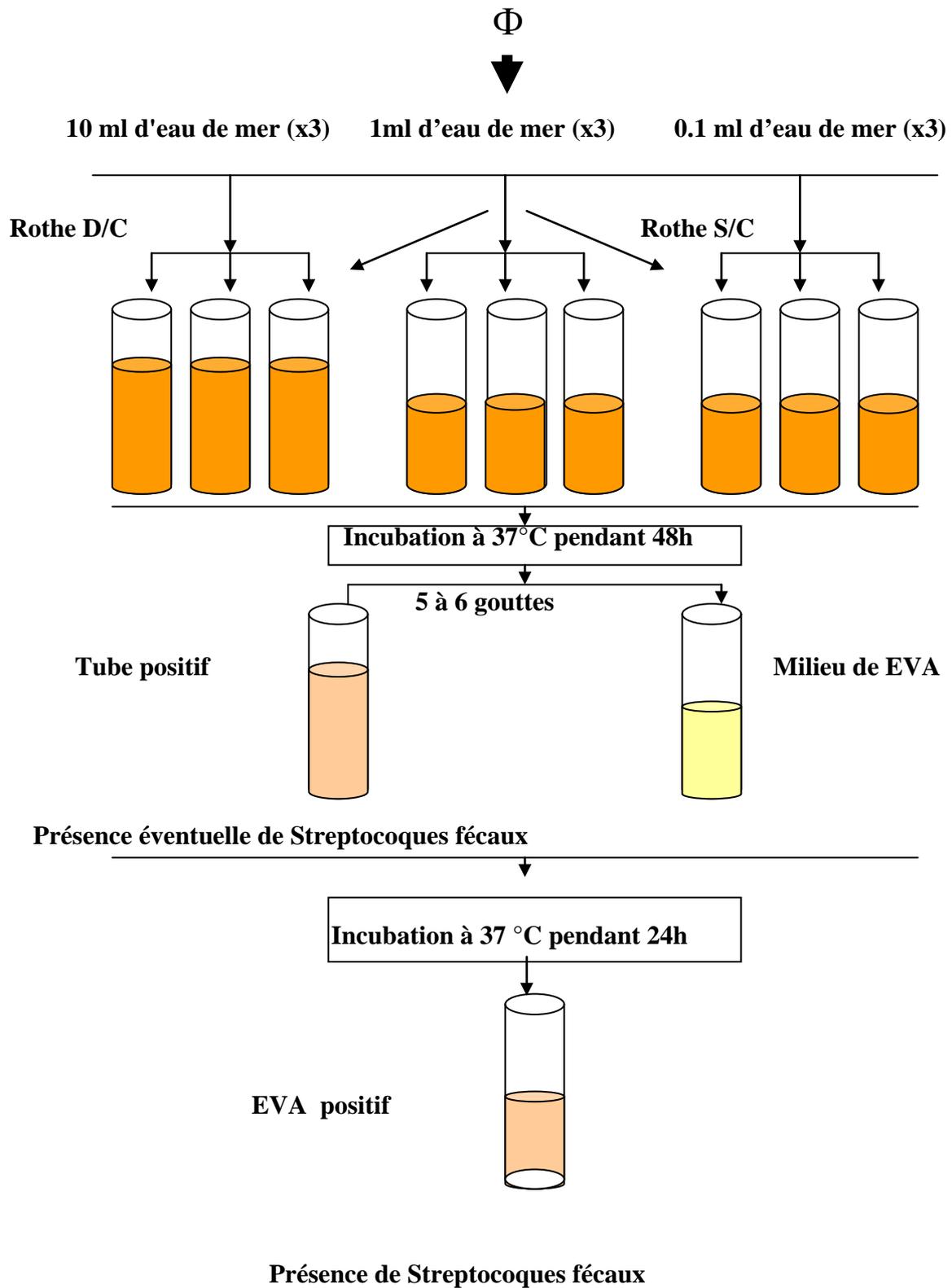


Figure 9: Schématisation de la recherche et du dénombrement des Streptocoques fécaux.

### 2.2.3.6. Calcul des Indices de Bourgeois.

La détermination pratique de l'origine de la pollution fécale est estimée par l'indice de (Bourgeois (1980)). Il s'agit du rapport CF / SF qui oriente vers la source de contamination selon la tableau. 6

Tableau 6: Représentation des sources probables de contamination des eaux (CCE (1988)).

	<b>Sources probables de contamination</b>
<b>CF/SF &lt; 1</b>	déchets de bétail ou de basse cour et autres animaux
<b>CF/SF &gt; 1</b>	Humaine

# Résultats.

### 3. Résultats :

#### 3.1. Positions G.P.S des stations d'étude:

Les positions par guidage satellitaire (G.P.S) des 21 stations d'étude retenues dans le golfe d'Annaba, la nature de la zone et sa commune sont représentées dans le tableau 7.

Tableau 7: Localisations GPS des 21 stations d'étude retenues dans le golfe d'Annaba. Dans les ports commercial (S5 et 6) et de pêche (S7 et 8) nous n'avons pas quantifié les macrodéchets, seuls les paramètres physico- chimiques et bactériologiques ont été mesuré.

Station	Type	Nature de la zone	Position GPS	Commune
S1	Plage Sidi salem	Plage de baignade	36° 51' 42'' N 07° 46' 59'' E	El Bouni
S2	Page Sidi salem	Embouchure d'oued	36° 52' 03'' N 07° 46' 29'' E	El Bouni
S3	Joinoville (asmidal)	Rejet industriel et urbain	36° 52' 14'' N 07° 46' 10'' E	El Bouni
S4	Joinoville	Rejet urbain et industrie	36°52'14'' N 07° 46' 06'' E	El Bouni
S5 et 6	Port commercial	Rejets urbain et industriel	36° 54' 11'' N 07° 47' 03'' E	Annaba
S7 et 8	Port de pêche	Rejets urbains	36° 54' 40'' N 07° 46' 30'' E	Annaba
S9	Levéé de l'aurore	Rejets urbains	36°54'36'' N 07° 46' 02'' E	Annaba
S10	Plage Rezgui rachid	Rejets urbains	36° 54' 36'' N 07° 46' 02'' E	Annaba
S11	Plage Rezgui rachid	Rejets urbains	36° 54' 59'' N 07° 46' 10'' E	Annaba
S12	Plage Rizi amor	Rejets urbains	36° 55' 09'' N 07° 45' 16'' E	Annaba
S13	Plage Rizi amor	Rejets urbains	36° 55' 22'' N 07° 45' 56'' E	Annaba
S14	Plage La caroube	Rejets urbains	36° 55' 34'' N 07° 45' 44'' E	Annaba
S15	Plage La caroube	Rejets urbains	36° 55' 39'' N 07° 45' 16'' E	Annaba
S16	Plage Réfes zahouen	Rejets urbains	36° 55' 44'' N 07° 45' 42'' E	Annaba
S17	Plage Réfes zahouen	Rejets urbains	36° 55' 50'' N 07° 45' 49'' E	Annaba
S18	Plage Belvédère	Rejets urbains	36° 55' 54'' N 07° 45' 50'' E	Annaba
S19	Plage Belvédère	Rejets urbains	36° 55' 59'' N 07° 45' 55'' E	Annaba
S20	Plage Ain achir	Plage de baignade	36° 56' 28'' N 07° 46' 03'' E	Annaba
S21	Plage Ain achir	Plage de baignade	36° 57' 59'' N 07° 47' 42'' E	Annaba

### 3.2. Résultats de l'identification et de la quantification des déchets solides dans les 9 plages.

Nous avons quantifié et identifié les déchets solides dans les 9 plages d'Annaba pendant 12 mois (voir détails en annexe 2).

#### 3.2.1. Concernant la plage de Sidi salem :

Cette plage se trouve à l'Est d'Annaba, nous avons retenu 2 stations S1 et S2 (figs. 11 et 12). Ce rivage situé à 36°51'800''N et 07°46'733''E, contient la plus grande partie des déversements de l'oued Seybouse et une population de plus en plus importante.

Dans cette plage, autorisée partiellement à la baignade en été, le plastique, les métaux (cannettes et ferrailles), les verres et le bois représentent les déchets les plus importants (fig. 10) avec respectivement 149,9Kg, 137,5Kg, 138Kg et 135,9Kg. Enfin viennent les textiles avec 52Kg et le papier et dérivés qui ne représentent que 47,2Kg.

Un phénomène de dépôt de boue sur le sable est à l'origine de poussées de plantes sauvages qui envahissent la cote de Sidi salem (figs.11 et 12).

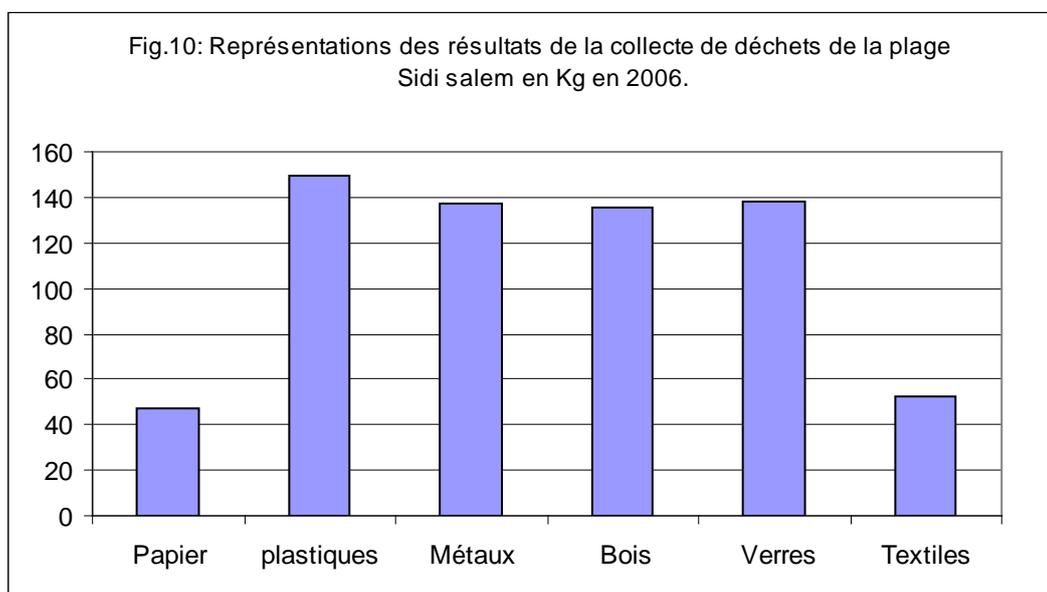




Figure 11: Photographie représentant une vue d'un effluent urbain dans la station Sidi salem (S1).



Figure 12: Photographie représentant une vue générale de la plage Sidi salem (S2).

### 3.2.2. Concernant la plage de Joinoville:

Cette plage se situe à l'Ouest de l'oued Seybouse (S3 et S4), elle reçoit les eaux de refroidissement d'Asmidal avec le déversement de l'oued Seybouse et l'oued Méboudja et les débris ménagers rejetés par la population de la cité Joinoville. Sa position par le GPS est : 36°56'164''N et 007°46'249''E.

Durant la période d'étude la plage Joinoville était caractérisée par les déchets plastiques qui représentent 586 Kg, puis viennent les déchets en verres avec 423 Kg, les métaux avec 397,5Kg et le bois avec 384Kg, cependant, la quantité de papier et de textiles est moins importantes, avec respectivement 142Kg et 81Kg (fig. 13).

Nous avons noté dans cette portion du rivage l'installation d'une pente qui a un effet négatif sur l'image de cette plage en plus du phénomène de la boue et des plantes sauvages signalé dans les S1 et 2 (figs. 14 et 15).

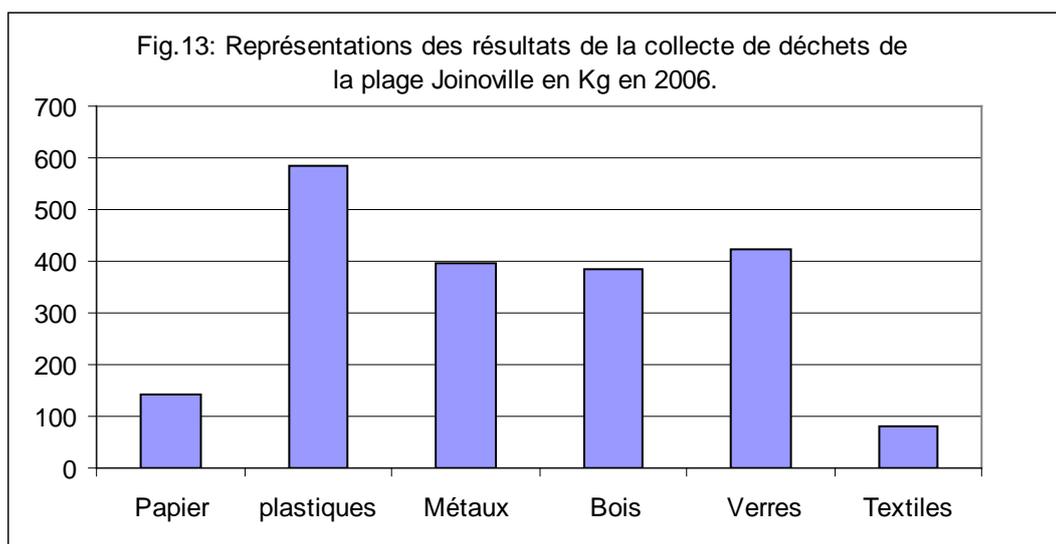




Figure 14: Photographie représentant une vue générale de la station Joinoville (S3).



Figure 15: Photographie représentant un amas de déchets dans la station Joinoville (S4).

### 3.2.3. Concernant la plage Levée de l'aurore :

Cette station se situe dans la zone Est de la ville d'Annaba (S9). Il s'agit de la 1<sup>ère</sup> plage de baignade située à : 007°46'266''E et 36°45'575''N et comportant une salle de sport et recevant les déversements urbains de plusieurs quartiers d'Annaba Est.

Dans cette plages les macrodéchets rencontrés sont par ordre décroissant: les plastiques avec 202,75Kg, les métaux et les cannettes avec 123,60Kg, puis le verres avec 113,20Kg, ensuite le bois, les textile et enfin le papier de cartons avec respectivement 79,7Kg, 42,2Kg et 37,3Kg (fig. 16).

Comme pour les stations 1, 2, 3 et 4, la S9 est concerné par le phénomène de boues qui recouvrent le sable parfois sur 20 cm de profondeur alors que vers l'intérieur, le sable est complètement remplacé par la terre qui le colore en rouge brun sur lequel poussent des herbes sauvages (figs. 17 et 18).

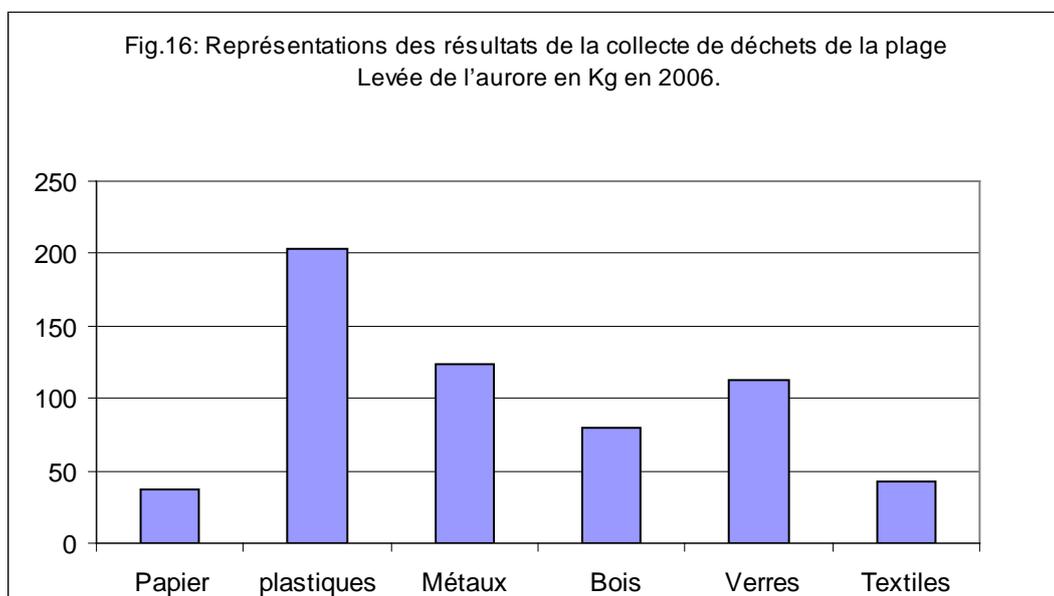




Figure 17: Photographie représentant une vue d'un effluent urbain avec le phénomène de boue dans la station Levée de l'aurore (S9).



Figure 18: photographie représentant une vue générale de la plage levée de l'aurore avec le phénomène de plantation (S9).

### 3.2.4. Concernant la plage Rezgui rachid (ex Saint cloud) :

C'est la plage qui se trouve en plein centre de la ville, elle reçoit les rejets urbains des quartiers du centre d'Annaba sans traitements préalables. Il en est de même pour eaux de pluie. Sa position par le GPS est la suivante : 007°45'940''E et 36°55'131''N.

Nous avons placé 2 stations (S10 et 11) d'échantillonnage. La figure 19 montre que les déchets les plus importantes sont les pastiques avec 203,8Kg ensuite les métaux avec 147,9Kg puis viennent les verres avec 110,20Kg et le bois, le textiles, le papier avec respectivement 84Kg, 29Kg et 25,65Kg.

On a remarqué sur cette plage l'apparition du phénomène de dépôt de boue qui recouvre pratiquement la moitié du rivage (figs. 20 et 21).

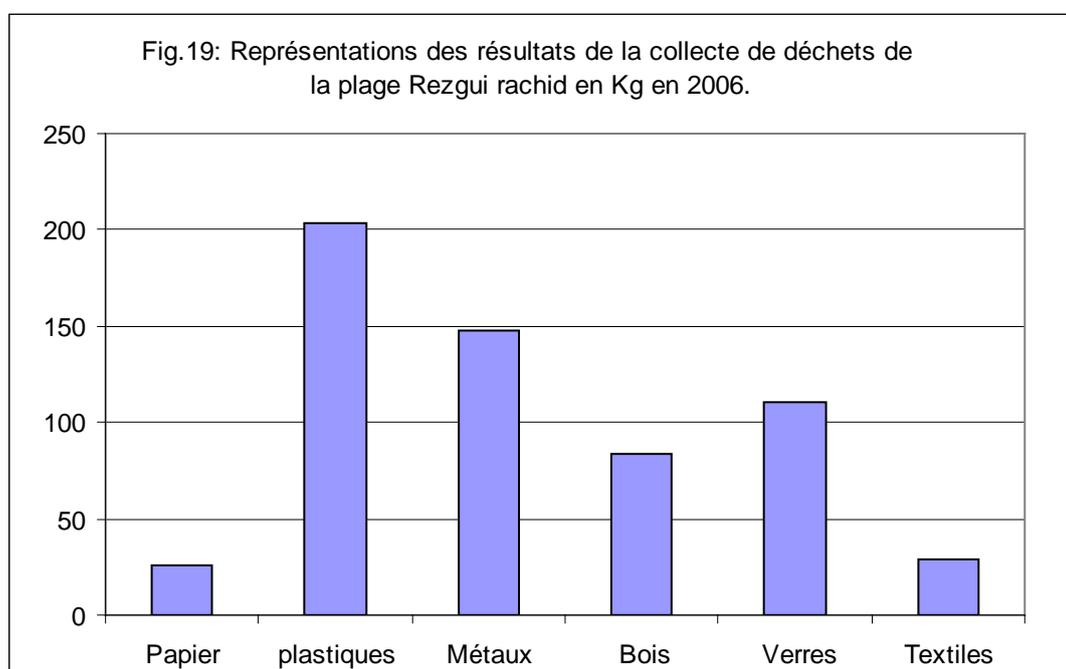




Figure 20: Photographie représentant une vue générale de la station Rezgui rachid avec le phénomène de la boue (S10).



Figure 21: Photographie représentant une vue de détritrus dans la station Rezgui rachid (S11).

### 3.2.5. Concernant la plage Rizi amor (ex Chapuis):

Cette plage fait suite à Saint cloud, elle reçoit les déversements de plusieurs quartiers Ouest de la ville d'Annaba, elle est située entre  $007^{\circ}45'693''E$  et  $36^{\circ}45'630''N$ .

Dans les 2 stations, S12 et S 13 les plastiques représentent les déchets les plus importants avec 197,1Kg, viennent ensuite les métaux et les cannettes avec 132Kg, les verres avec 83,45Kg, le bois 83,10Kg et enfin le textile et le papier avec respectivement 21,6Kg et 16,4Kg (fig. 22). On note le problème de boue et des herbes qui recouvre une partie de la plage (figs. 23 et 24).

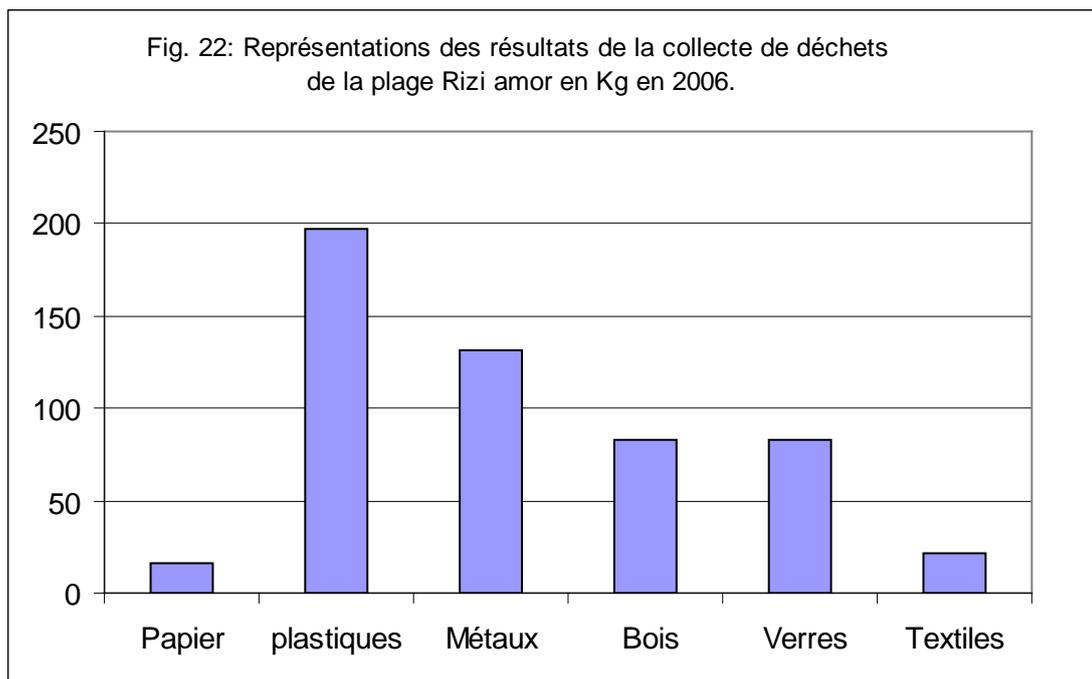




Figure 23: Photographie représentant une vue d'un effluent urbain et le phénomène de plantation dans la station Rizi amor (S12).



Figure 24: Photographie représentant une vue d'un effluent urbain dans la station Rizi amor (S13).

### 3.2.6. Concernant la plage de la Caroube :

La position de la plage la Caroube (S14 et S15) sont: 007°45'804''E et 36°56'042''N.

Les variations du poids les plus importantes dans cette plage sont les plastiques avec 234,9Kg, puis les métaux avec 182,9Kg, après viennent les verres avec 137,4Kg et le bois et le papier avec respectivement 84,7Kg et 33,5Kg enfin, le textile qui a un faible poids par rapport aux autres avec 30,4Kg (fig. 25).

On note également les dépôts de boue et les herbes sauvages sur cette plage (figs. 26 et 27).

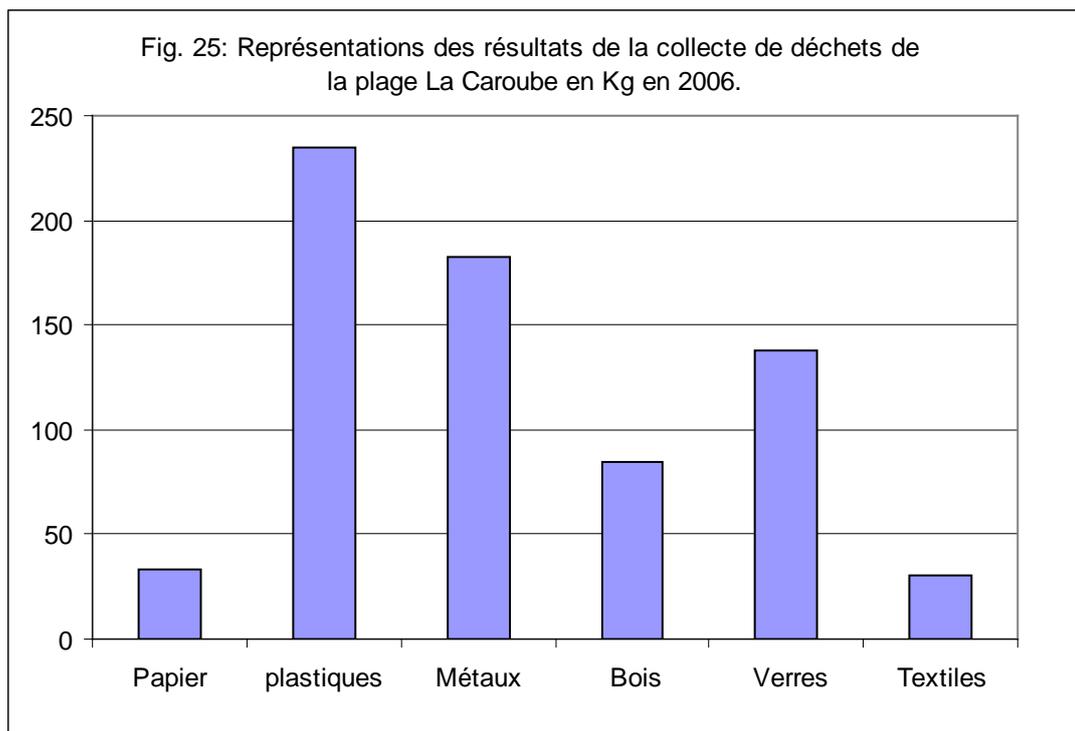




Figure 26: Photographie représentant une vue d'un effluent urbain et le phénomène de plantation dans la station de La Caroube (S14).



Figure 27: Photographie représentant une vue générale de la station La Caroube (S15).

### 3.2.7. Concernant la plage Réfès zahouen (Toche) :

Dans cette plage nous avons fixé 2 stations S16 et S17. La plage Toche appelée communément la Grande Bleue pour son étendue de plus d'1 km se trouve à 7 km à l'Ouest de la ville d'Annaba à  $36^{\circ}56'575''N$  et  $007^{\circ}46'021''E$ .

Nos résultats montrent que les verres représentent les macro déchets les plus important avec un poids de 220,6Kg, après nous avons les bouteilles en plastiques et autres avec 181,30Kg, les métaux avec 167,8 Kg, le bois avec 95,9Kg et enfin, on trouve le papier et le textile avec respectivement 61,5 Kg et 42,4Kg (fig. 28).

Comme pour le reste des plages du golfe d'Annaba on a noté la présence de terre et d'herbes recouvrant le sable fin de cette plage (figs. 29 et 30).

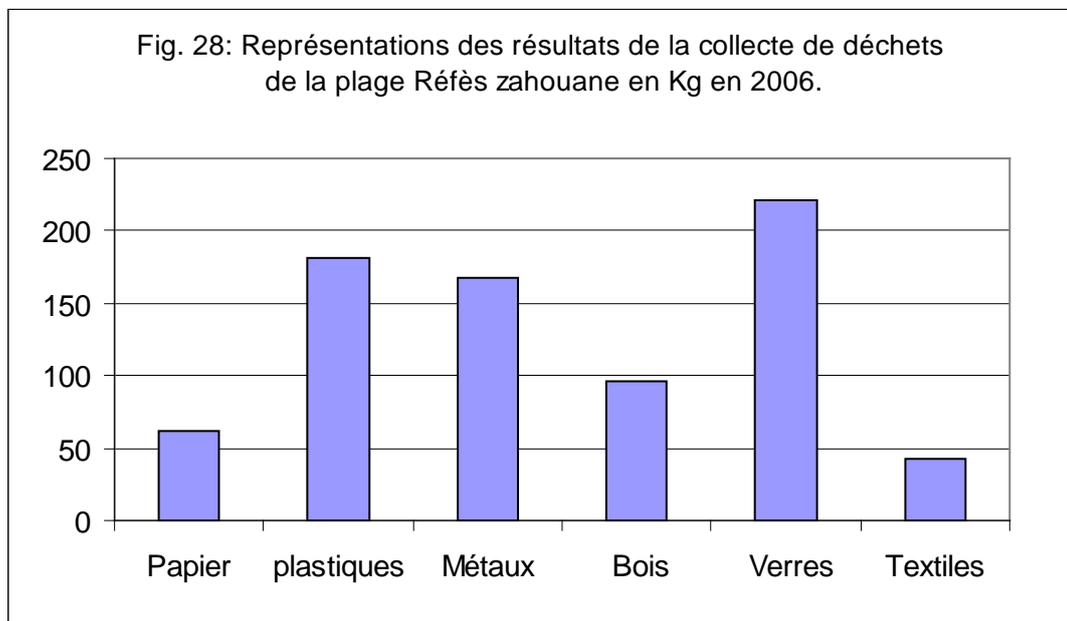




Figure 29: Photographie représentant une vue générale avec un amas de déchets dans la station Réfés zahouen (S26).



Figure 30: Photographie représentant une vue d'un effluent urbain et le phénomène de boue dans la station de Réfés zahouen (S17).

### 3.2.8. Concernant la plage Belvédère :

La plage Belvédère se trouve à l'Ouest de la station Toche (S18 et S 19) à 36°56'818''N et 007°46'242''E.

Elle est cernée de restaurants et d'hôtels qui déversent directement leurs eaux en mer. D'après l'identification et la quantification des différents déchets solides qu'on a pu rencontrer sur ce rivage, on remarque que le verre représente la plus grande quantité avec 195,3Kg il s'agit principalement de bouteilles, après on trouve le métal avec 171,7Kg, ensuite le plastique 152,6Kg, le textile 38,1Kg et enfin, les morceaux de bois et papiers en cartons avec un poids faible par rapport aux autres éléments, on a 37,7Kg pour le bois et 25,9Kg pour le carton (fig. 31).

Durant notre étude on a remarqué la présence du phénomène de terre qui recouvre en partie le sable (figs. 32 et 33).

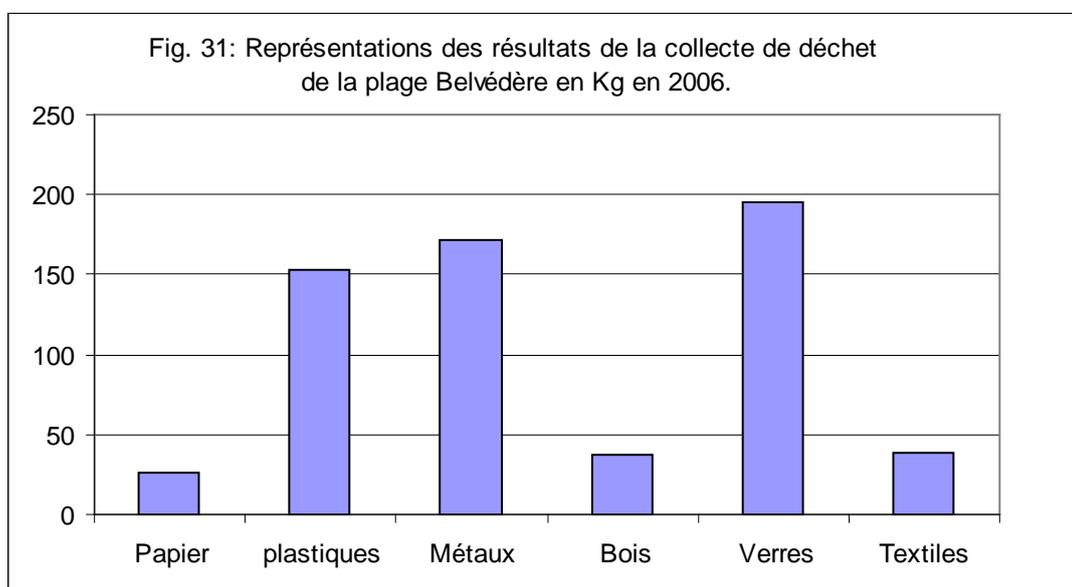




Figure 32: Photographie représentant une vue de détritrus dans la station belvédère (S18).



Figure 33: Photographie représentant une vue de boue dans la station de Belvédère (S19).

### 3.2.9. Concernant la plage Ain achir:

Ain achir est la dernière plage de baignade de la zone Ouest d'Annaba (S20 et S21), sa position GPS est : 36°57'395''N et 007°46'794''E.

Parmi les déchets solides qui dégradent la qualité de ce site on a plus rencontré les bouteilles de verres sont les plus important avec 156Kg et les déchets plastique avec 131,50Kg durant la période (fig. 34) ensuite vient le métal avec 128 ,8Kg, le bois, le papier carton et le textile avec respectivement les poids suivants: 82,40Kg, 41,10Kg et 10,30Kg.

Comme pour les autres stations, nous avons noté l'installation du phénomène de la boue qui envahit tout le rivage (figs. 35 et 36).

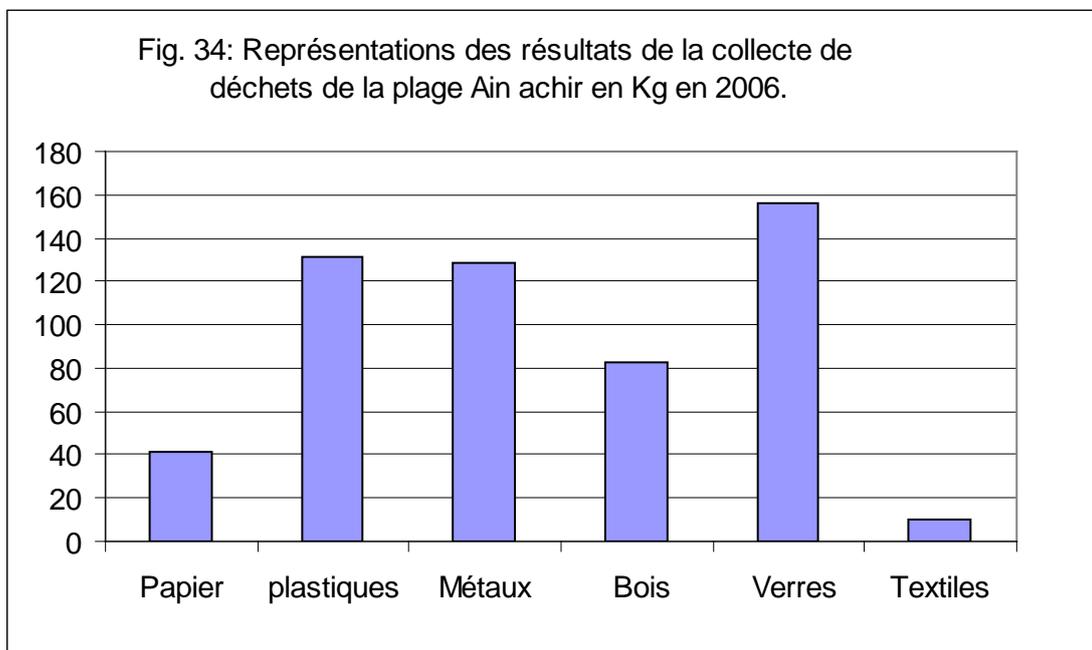




Figure 35: Photographie représentant une vue générale de la station Ain achir avec le phénomène de boue (S20).

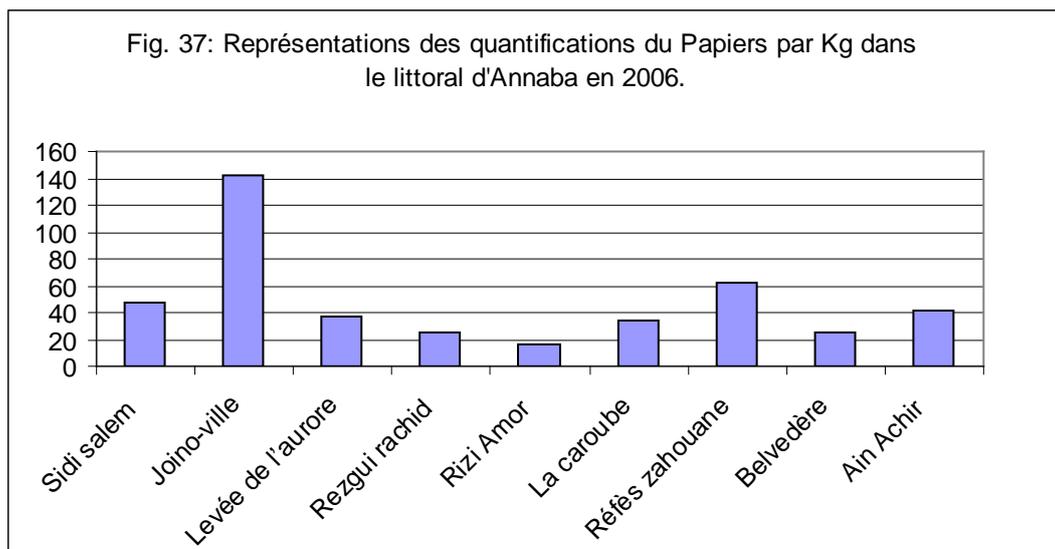


Figure 36: Photographie représentant une vue d'un amas de déchets dans la station Ain achir (S21).

### 3.2.10. Quantification globale des déchets sur le littoral d'Annaba

#### 3.2.10.1. Concernant le papier et ses dérivés:

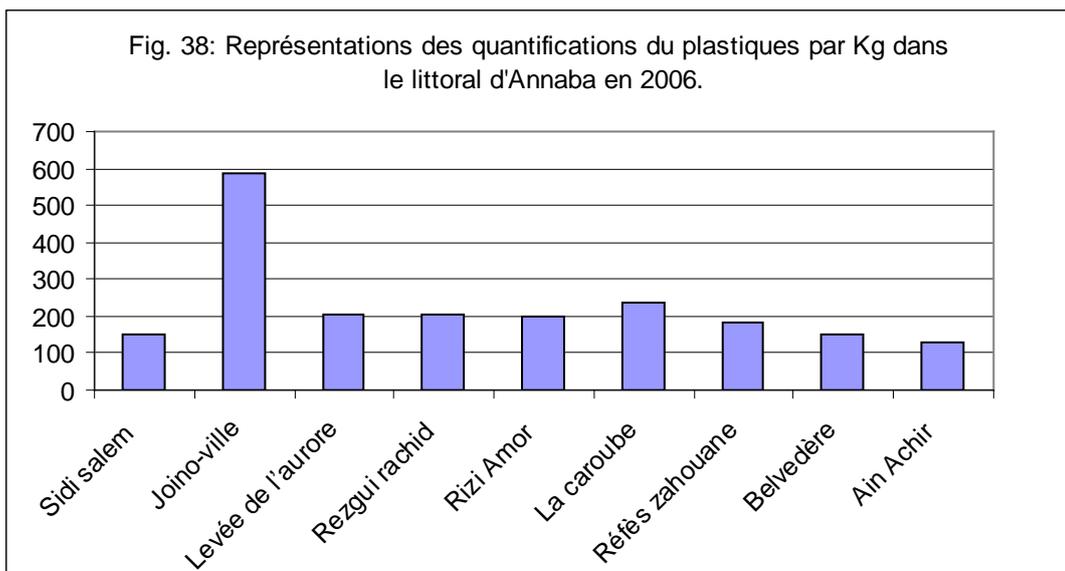
Sur le littoral d'Annaba nous avons récoltés un total de 430,55Kg de papier. La concentration la plus importante de papier se trouve sur la plage de Joinoville avec 142Kg, après vient la plage Rêfès zahouaen (Toche) avec 61,5Kg, puis viennent respectivement les plages Sidi salem, Ain achir, Levée de l'aurore, La Caroube, Belvédère et enfin Rizi amor ( Chapuis) (fig. 37).



#### 3.2.10.2. Concernant les produits plastiques :

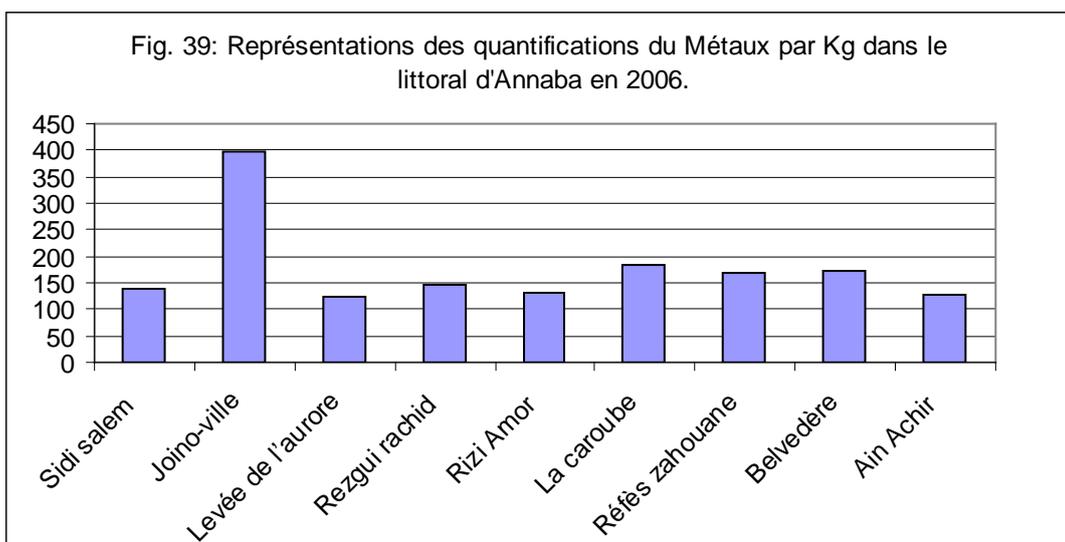
Pour ce qui est des produits plastiques (bouteilles, sacs, autres produits) nous avons récolté un total de 2039,85Kg de plastique tout le long du littoral d'Annaba durant la période d'étude (fig. 38).

La concentration la plus importante de plastique se trouve sur la plage Joinoville avec 586Kg, la station Ain achir est le moins polluée avec 131,5Kg.



**3.2.10.3. Concernant les produits métalliques:**

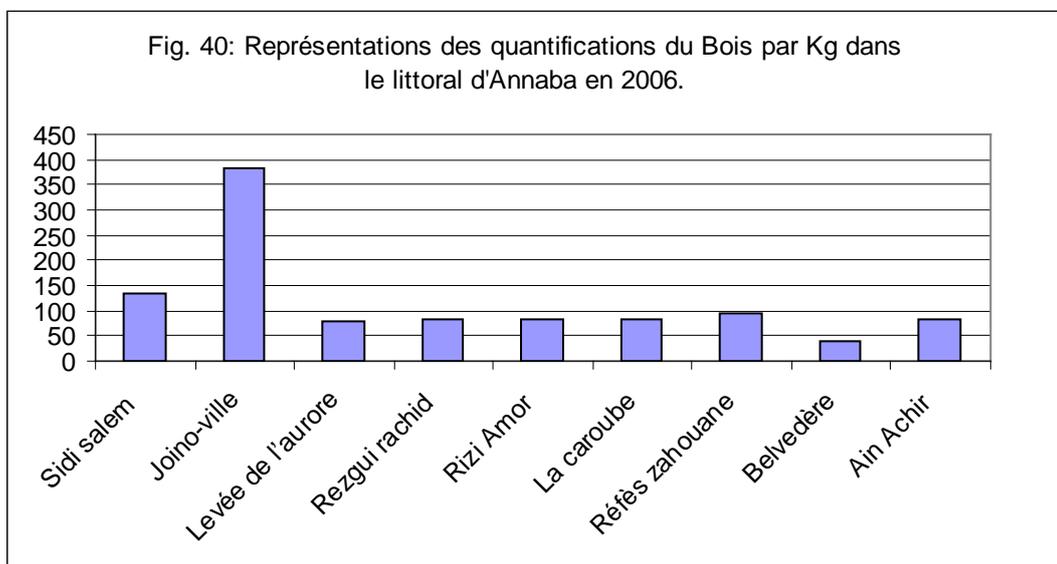
Pendant les 12 mois d'étude sur le littoral d'Annaba, nous avons récolté un total de 1589,7Kg de métal (bouts de ferrailles, cannettes et tout ce qui concerne les métaux). La concentration la plus importante de métaux se trouve sur la plage de Joinoville avec 397,5Kg puis vient la plage la Caroube avec 196,4Kg, ensuite vient la plage Réfès zahouane avec 167,8Kg. Enfin, les autres plages qui sont moins polluées que les précédentes sont Ain achir et Levée de l'aurore qui ne contiennent que 128,8Kg et 123,6Kg (fig. 39).



**3.2.10.4. Concernant le bois et dérivés:**

Pour ce qui est du bois et ses dérivés nous avons récolté un total de 1067,5Kg entre janvier et décembre 2006 sur le littoral d'Annaba.

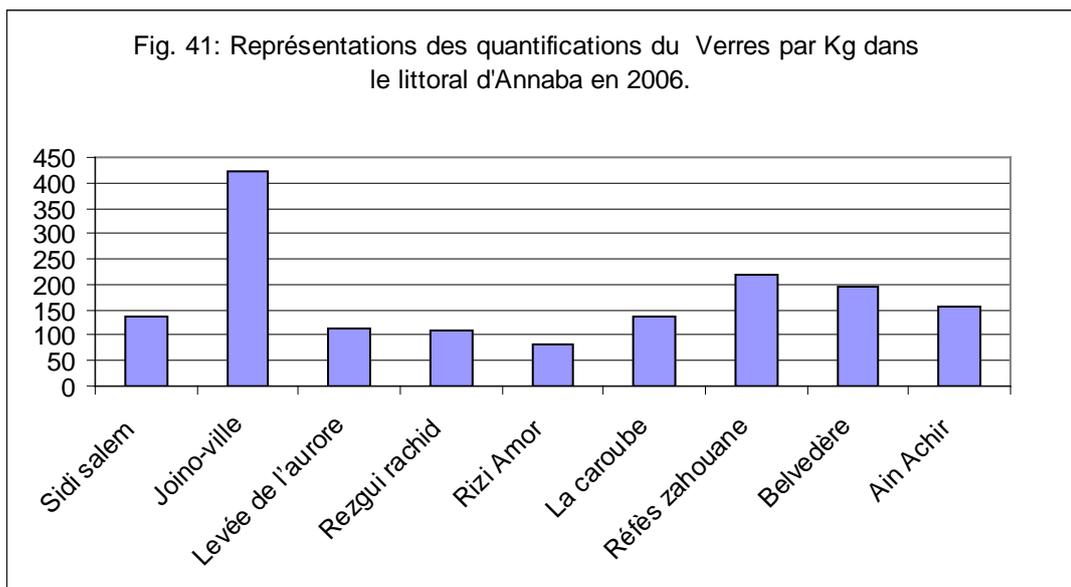
La figure 40 montre que la concentration la plus importante du bois se trouve sur la plage de Joinoville avec 384Kg puis vient le plage de Sidi salem avec 135,9Kg ensuite viennent par ordre décroissant de pollution les plages de Rêfès zahouane (Toche), la caroube, Rezgui rachid (Saint cloud), Chapuis, Ain achir, Levée de l'aurore et Belvédère.



**3.2.10.5. Concernant les déchets de verre :**

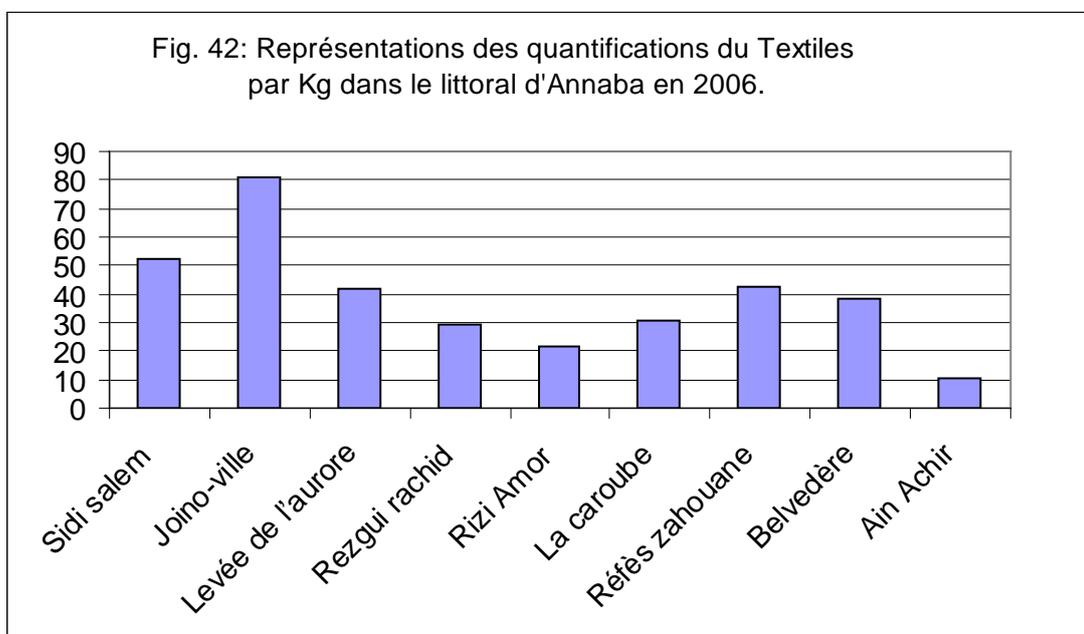
Dans les 9 plages du littoral d'Annaba, nous avons récolté un total de 1577,15Kg de verre (fig. 41).

La concentration la plus importante de verre se trouve sur la plage Joinoville avec 423Kg, ensuite viennent les plages de Rêfès zahouane (Toche) et Belvédère avec respectivement 220,6Kg, 195,3Kg, la station de Rizzi amor (Chapuis) est la moins polluée par rapport aux autres, avec 83,45Kg.



**3.2.10.6. Concernant les déchets en textiles :**

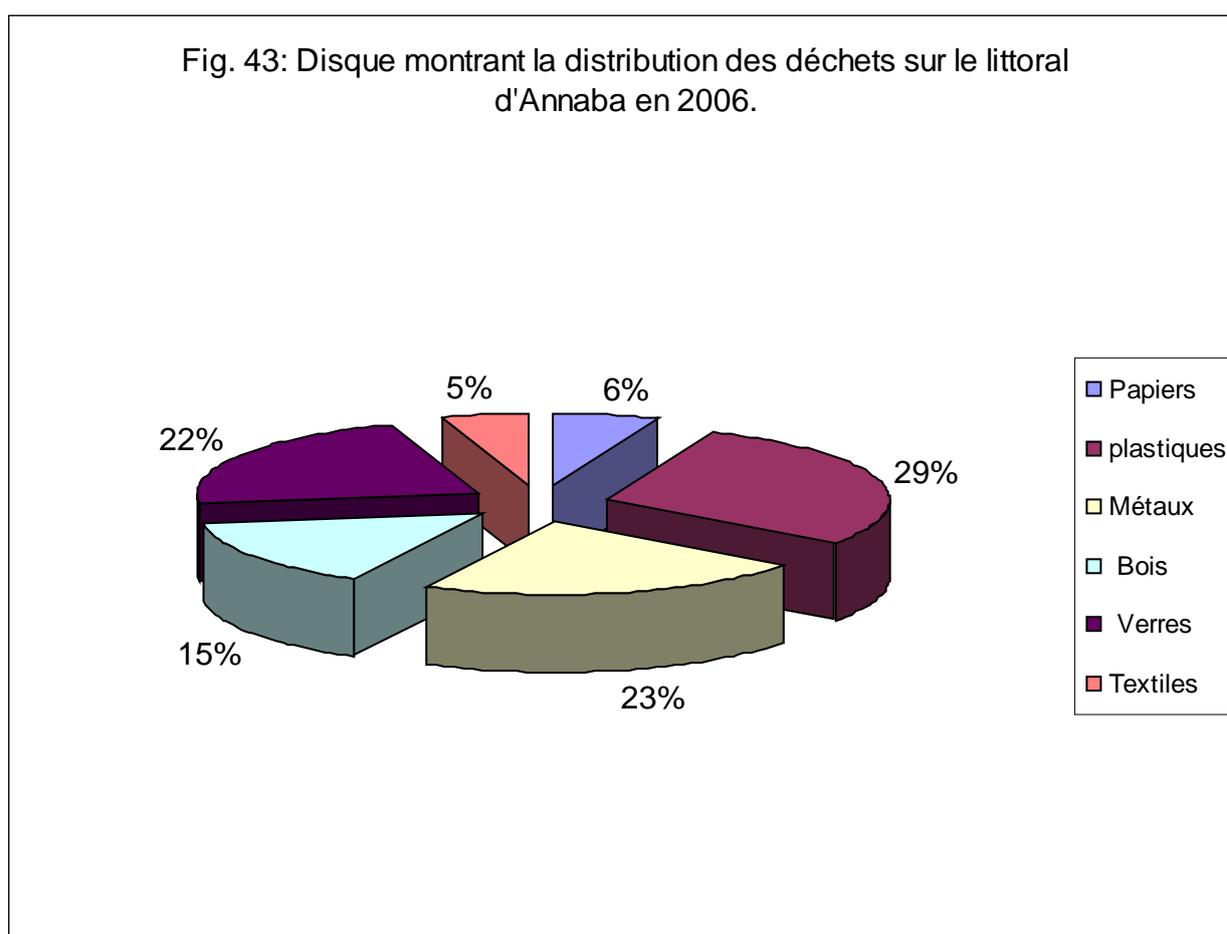
Pour ce qui est du textile, nous avons récolté durant 12 mois un total de 347,20Kg de textile (fig. 42). Durant la période, nous avons remarqué que la concentration la plus importante de textile se trouve sur le rivage de Joinoville avec 81Kg. La plage Ain achir est la moins polluée avec 10,30Kg.



### 3.2.10.7. Taux des divers déchets encombrant le littoral d'Annaba :

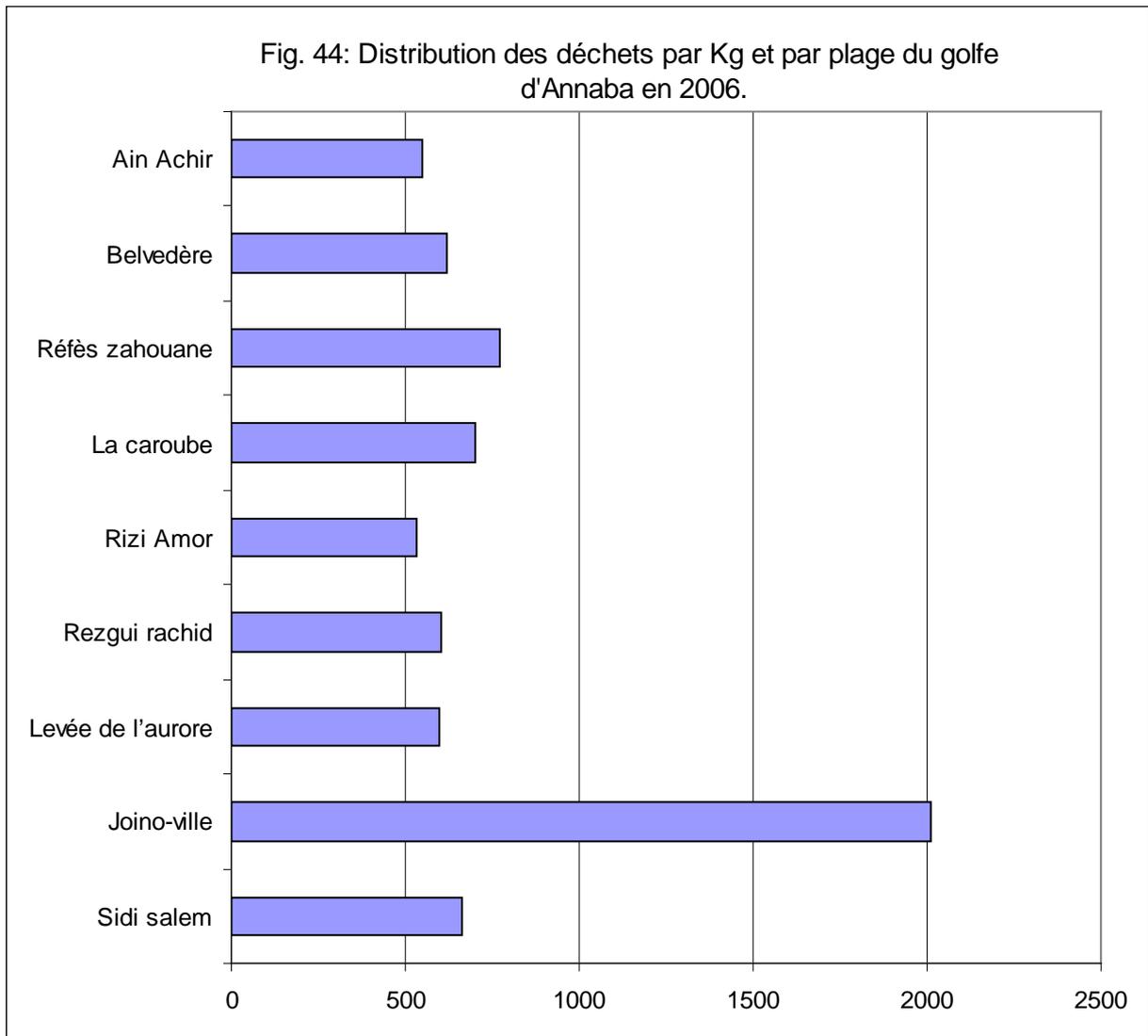
Pour mieux comprendre le problème des déchets solides sur le littoral d'Annaba et mettre en place une méthode de gestion de ces détritrus, nous avons jugé intéressant de représenter leur distribution en fonction de leur qualité.

Ainsi, les déchets en plastiques représentent 29% ils viennent en 1<sup>ère</sup> position ensuite on a les métaux avec 23%, puis les verres avec 22%, ensuite viennent les déchets en bois avec 15 % et enfin on a le papier et le textiles avec respectivement 6% et 5% (fig. 43).



### 3.2.10.8. Distribution des déchets par Kg et par plage :

Si nous tenons compte de la distribution par Kg rapportée par unité de surface (100 m<sup>2</sup>), des déchets encombrant le littoral d'Annaba on se rend compte, que la station de Joinville vient en 1<sup>er</sup> avec un total de 2019,5Kg, elle est suivie par Réfés zahouen (ex Toche) avec un total de 769,5Kg puis la caroube avec 703,8Kg, la station Sidi salem 660,7Kg, Belvédère 621,3Kg, Rezgui rachid (ex Saint cloud) 600,65Kg, levée de l'aurore 598,75Kg, Ain achir 550,1Kg et enfin Rizi amor (ex Chapuis) avec 533,65Kg (fig. 44).



### 3.3. Résultats des paramètres physico-chimiques:

La température, le pH, la salinité et l'O<sub>2</sub> dissous ont été mesurés dans 21 stations représentées dans le tableau 8:

Tableau 8 : Situation des stations retenues pour les études physico-chimique et bactériologique.

Station	Type	Nature de la zone	Commune
S1	Plage sidi salem	Plage de baignade	El Bouni
S2	Page sidi salem	Embouchure d'oued	El Bouni
S3	Joinoville (asmidal)	Rejet industriel et urbain	El Bouni
S4	Joinoville	Rejet urbain et industrie	El Bouni
S5 et 6	Port commercial	Rejets urbain et industriel	Annaba
S7 et 8	Port de pêche	Rejets urbains	Annaba
S9	Levée de l'aurore	Rejets urbains	Annaba
S10	Plage Rezgui rachid 1	Rejets urbains	Annaba
S11	Plage Rezgui rachid 2	Rejets urbains	Annaba
S12	Plage Rizi amor 1	Rejets urbains	Annaba
S13	Plage Rizi amor 2	Rejets urbains	Annaba
S14	Plage La caroube 1	Rejets urbains	Annaba
S15	Plage La caroube 2	Rejets urbains	Annaba
S16	Plage Réfes zahouen 1	Rejets urbains	Annaba
S17	Plage Réfes zahouen 2	Rejets urbains	Annaba
S18	Plage Belvédère 1	Rejets urbains	Annaba
S19	Plage Belvédère 2	Rejets urbains	Annaba
S20	Plage Ain achir 1	Plage de baignade	Annaba
S21	Plage Ain achir 2	Plage de baignade	Annaba

#### 3.3.1. Résultats cumulatifs.

Les eaux des plages de la baie d'Annaba se caractérisent par une température moyenne de 19,21°C (fig. 45a) avec une salinité de 36,77‰ (fig. 45b) un pH moyen de 7,79 (fig. 45c) et une saturation en O<sub>2</sub> dissous de 50,63% (fig. 45d).

La variation spatiale des températures moyennes (voir détail annexe 4) est peu significative d'un site à l'autre avec un maximum de 19,90°C pour le S 21 et un minimal de 18,72°C pour la S5 (fig. 46) avec une salinité maximale de 37,49‰ pour la S21 et minimale, 36,26‰ pour la S3 (voir annexe 5).

Pour ce qui est des pH, les valeurs atteignent un maximum de 8,11 pour la S3 et un minimum de 7,54 pour la S21, les valeurs du pH moyen sont au-delà de la VLI (5,5) (voir détail annexe 6). Les variations spatiales du taux moyen de saturation en O<sub>2</sub> dissous sont caractérisées par un maximum de 65,76% pour la S21 (Ain achir) et un minimum de 31,09% pour la S3 (Joinoville - asmidal) (voir annexe 7).

Les valeurs moyennes du taux de saturation en O<sub>2</sub> dissous de toutes les stations d'étude sont en dessous de 80% (VLI) et de 120% (VLS) (fig. 46).

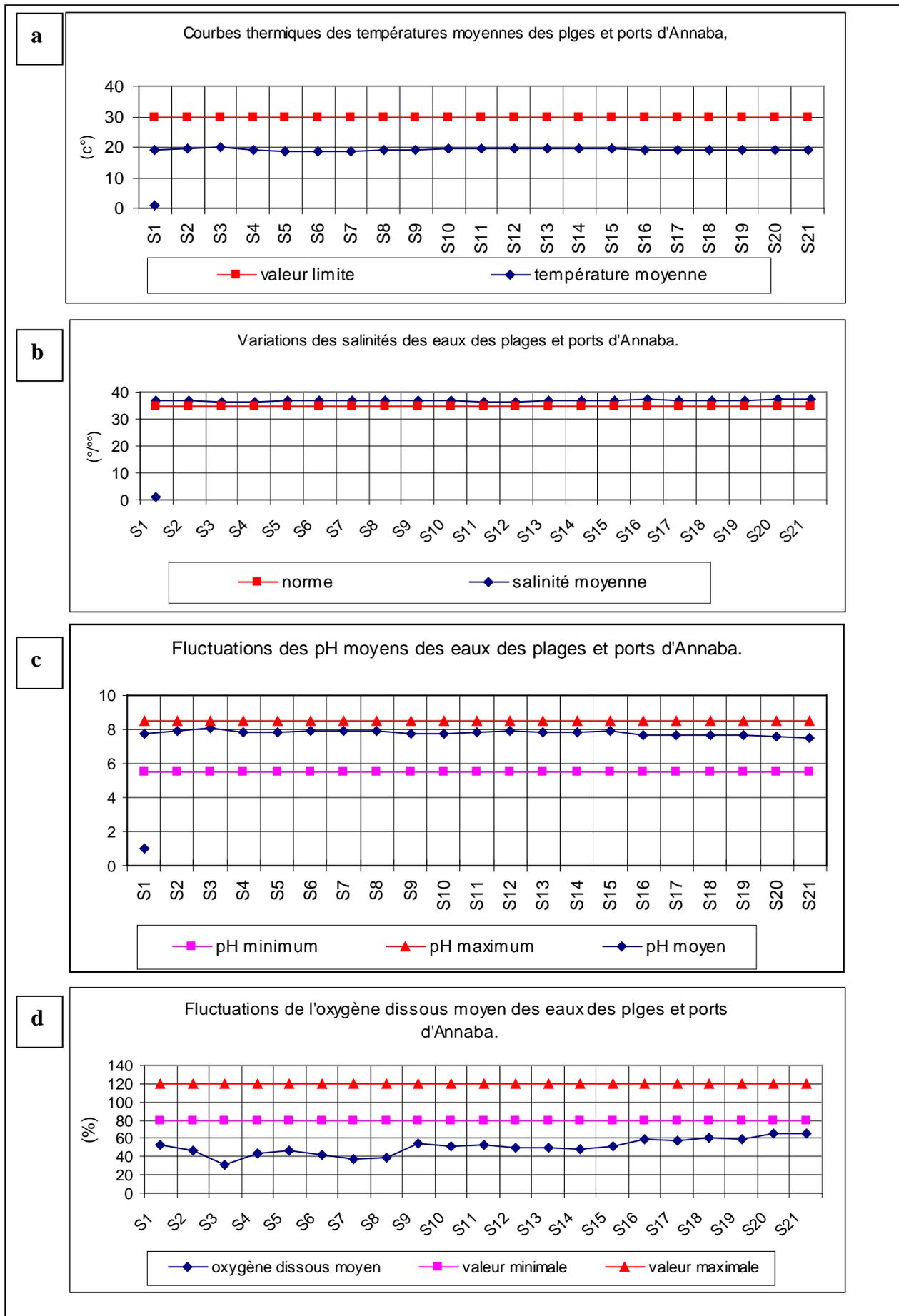


Figure 45: Représentation des résultats des paramètres physico-chimiques par station d'étude. a: température, b: salinité, c: pH, d: O<sub>2</sub> dissous.



Figure 46: Résultats cumulatifs des paramètres physico-chimiques des principales plages et ports d'Annaba. Carte établie à partir di site : earth google (2007).

### **3.4. Résultats de l'analyse bactériologique:**

La qualité bactériologique a été recherchée dans 21 stations du golfe d'Annaba. Nous avons quantifié dans les eaux les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux dans les eaux de mer à proximité des rejets urbains. Pour apprécier l'origine animale ou humaine de la pollution nous avons calculé l'indice de bourgeois (1980).

#### **3.4.1. Concernant les résultats cumulés dans les 21 stations:**

Les analyses bactériologique dans les eaux du golfe ont été réalisées mensuellement entre janvier et décembre 2006.

Pour ce qui est des coliformes totaux nous avons rencontré des concentrations comprises entre la valeur guide 500 et la valeur limite 10000 bact / 100 ml (fig. 47a) (Extrait du décret exécutif n° 93 - 164 du 10/07/1993 JORA n°46) (voir détail en annexe 8).

Il en est de même pour les coliforme fécaux où les valeurs sont généralement supérieures à la valeur guide 100 sans dépasser la limite de 2000 bact / 100 ml (fig. 47b) (voir annexe 9).

Pour les streptocoques fécaux, les concentrations dépassent la valeur limite qui est de 100 bact /100 ml dans les eaux des 21 stations d'étude avec un maximum de 784,66 bact / 100 ml dans le port de pêche (S7) (fig. 47c) (voir détail en annexe 10).

L'évaluation de la qualité microbiologique des eaux du golfe d'Annaba, nous a permis de mettre en évidence une prédominance des streptocoques fécaux avec 61%, suivis des coliformes totaux: 24% et enfin les coliforme fécaux: 15% (fig. 48)

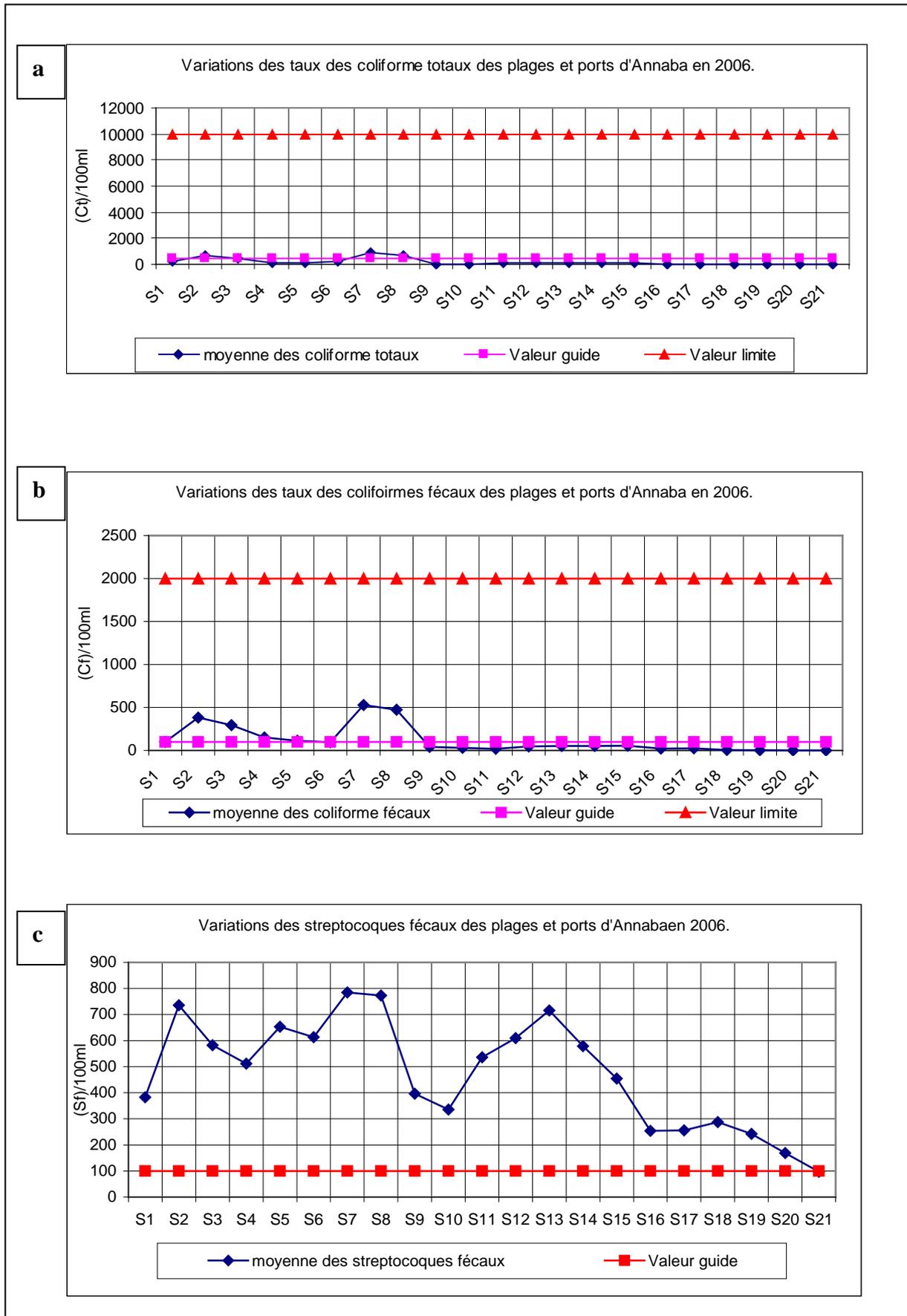


Figure 47: Représentation des résultats cumulatifs des paramètres bactériologiques.

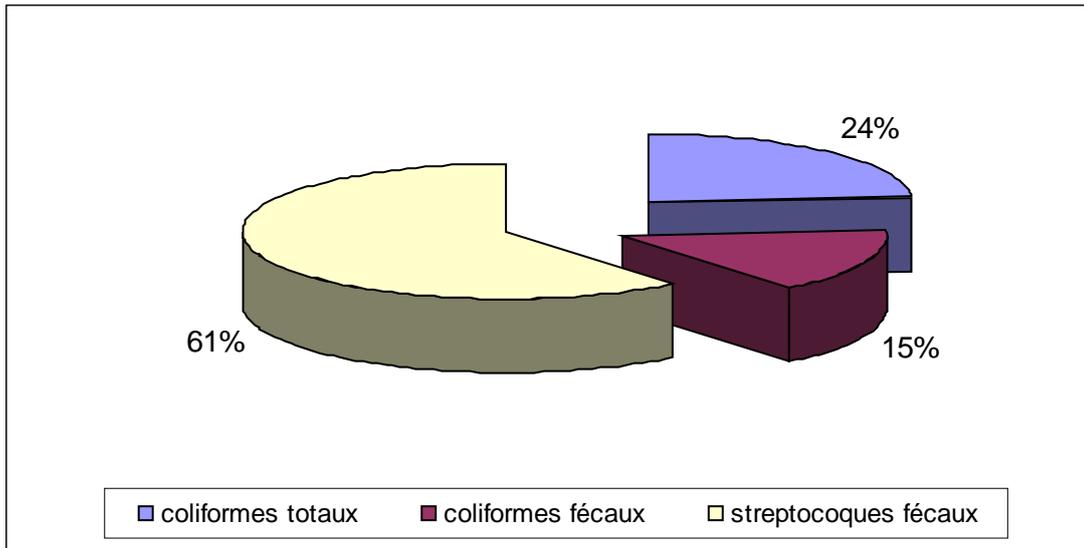


Figure 48: Disques représentant les résultats récapitulatifs des taux de contaminations bactériologiques des eaux du golfe d'Annaba.

**3.4.1.1. L'indice de Bourgeois (1980) dans le golfe d'Annaba.**

L'origine de la pollution des eaux du golfe est donnée par le calcul de l'Indice de Bourgeois (1980). En effet cet indice est basé sur les valeur des rapports CF/SF montre que le contamination fécal de la station S2 (Sidi salem) en période automnale est humaine ce constat est similaire pour la station S3 (Joinoville) en période estival et automnal (fig. 49) (voir annexe 11).

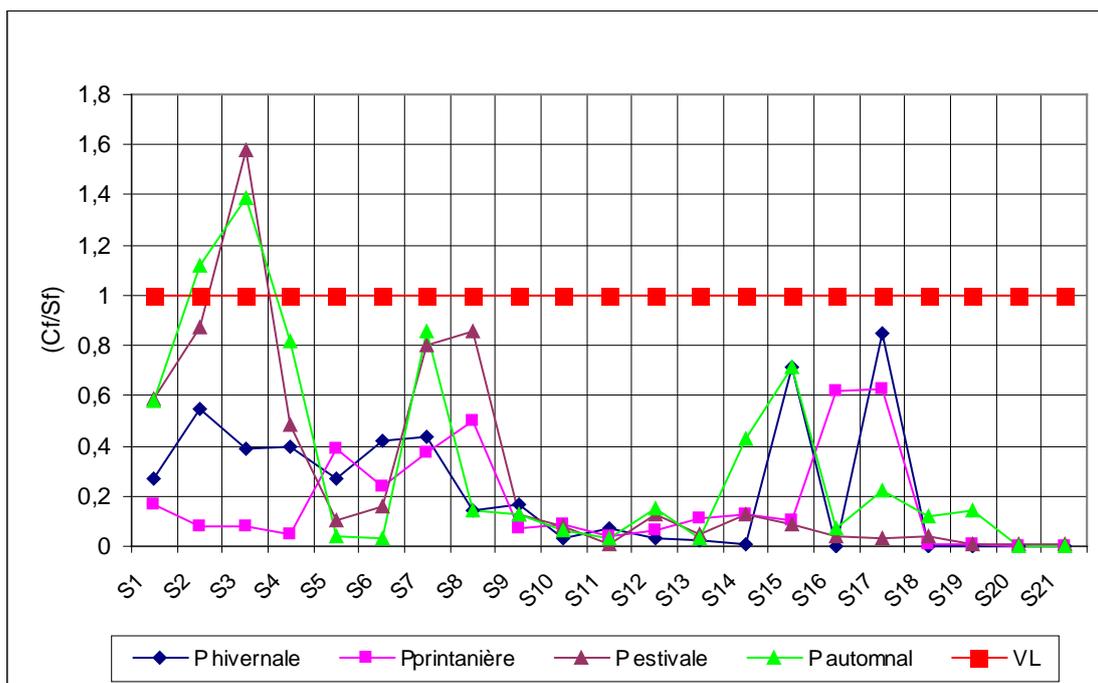


Figure 49: Distribution des indices de bourgeois des plages et ports d'Annaba

# Discussion.

#### 4. Discussion et conclusion:

L'évaluation de la qualité du milieu marin le long du littoral d'Annaba par l'identification et quantification des déchets solides dans les principales plages, ainsi que l'analyse des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux marines superficielles nous a permis d'établir un diagnostic préliminaire de l'état de la pollution et de salubrité de ce écosystème côtier.

Pour gérer rationnellement et maîtriser la pollution des eaux, il faut arriver à étudier tout ce qui concerne les apports, la distribution et le sort des contaminants, y compris les métaux lourds liés aux déchets d'origine terrestre qui se déversent dans les écosystème aquatiques.

Il faut en particulier en étudier les quantités et les caractéristiques qualitatives, ainsi que les itinéraires qu'ils empruntent quand ils se dispersent, leur destinée et surtout leurs effets sur le biotope. Pour pouvoir évaluer le niveaux de contamination de l'environnement méditerranéen, il a fallu entreprendre plusieurs programmes de suivi de la pollution et travaux de recherches au sein de diverses universités et instituts scientifiques de la région, parmi les programmes les plus pertinent le programme de surveillance continu de la pollution en méditerranée.

Il n'est pas facile d'évaluer l'eutrophisation du golfe d'Annaba du fait des condition de haute variabilités naturelles, brassage par les marées, influence des perturbations climatiques etc. d'autre part on doit noter la rareté des données sur les déchets solides et l'absence des séries chronologiques relatives aux évaluations des paramètres physico-chimiques et bactériologiques.

A cet effet, le littoral Algérien est victime d'un profond malaise écologique. La croissance démographique galopante des villes côtières, la pollution, l'afflux touristique inquiétant en été, menacent la faune et la flore de notre baie. En effet, on a souvent tendance à considérer la mer comme le tout-à-l'égout: déchets solides, polluants chimiques, hydrocarbures qui menacent à la fois la faune et la flore marine et notre propre santé.

Les techniques d'échantillonnages et d'analyse appliquées aux paramètres physico-chimiques et bactériologiques dans les 10 dernières années se sont également considérablement améliorées, ces progrès, joints à la réalisation d'opération internationale d'inter étalonnage ont permis de réunir des données plus fiables. D'autre part il n'existe pas encore de méthode pour mesurer les déchets solides commune à tous les pays du pourtour méditerranéen. Il est urgent que chaque pays développe des méthodes de surveillance sur l'ensemble de ses côtes.

**Concernant l'identification et la quantification des déchets solides**, les sources principales des déchets solides littoraux sont les activités domestiques et industrielles, avec ceux qui sont déposés directement ou indirectement dans la mer, les décharges côtières, les agglomérations, le réseau pluvial, le réseau d'assainissement, les bateaux particulièrement de haute mer qui souvent déposent leur déchets directement dans la mer qui les transporte par les élément naturels jusqu'aux côtes.

Les usagers des plages laissent de grandes quantités de déchets sur le rivage (Chaouch (2006) et (2007)). De plus de détritiques solides sont jetés par les populations habitants aux alentours des plages (fig. 50).

Il en est de même pour les fortes pluies qui lessivent les rues et le bassin versant entraînant de nombreux déchets sur la côte.



Figure 50: Photographie représentant un amas de déchets sur la plage Toch (grande bleue, Réfés zahouan).

Les vents qui soufflent sur les décharges non sécurisées emportent également des sacs plastiques et de la même manière, les déchets abandonnés en dehors des poubelles.

Le problème du golfe d'Annaba, c'est le manque de forts courants, de marées et la présence d'une population côtière de plus en plus importante surtout en été. La gestion de ses rejets n'a été mise en œuvre que depuis peu de temps. Les communes de la wilaya d'Annaba n'étaient pas suffisamment équipées en matière de station d'épuration, d'usine d'incinération, ou de dispositifs de nettoyage du littoral. Actuellement un effort est consenti mais la mission est loin d'être accomplie sur le golfe.

Nos résultats montrent une prédominance de plastique, une grande quantité est rencontrée dans la plage Joinoville ce type de déchet est le polluant le plus important des plages d'Annaba. Les déchets en plastiques représentent 29% des détritiques rassemblés pendant la période d'étude sur les 9 plages d'Annaba. Le plastique présente un problème spécifique pour les mêmes qualités qui le rendent si utile, son imputrescibilité, sa légèreté, sa solidité et sa durabilité. Ils sont rendus inassimilables par la nature sans l'intervention de l'homme.

En effet, seul le soleil peut couper les chaînes de macromolécules et réduire le plastique en petites particules invisibles à l'œil nu, au bout d'une vingtaine d'années. Ces particules ne sont toujours

pas biodégradables car elles n'ont aucun intérêt énergétique pour les microorganismes. A titre d'exemple le 1/3 des sédiments des plages aux alentours de Southampton est composé de microparticules de plastiques issues de la dégradation d'objet plus gros (cordes, emballages), les effets de ces particules de plastique sur la faune marine sont encore inconnus (Thompson et *al.*, (2004).

Ces plastiques peuvent entraîner une pollution physico-chimique du milieu où ils se déposent par diffusion des éléments qui les composent comme les biphénols et phtalates, suspectés d'endommager le développement du système endocrinien (Deraik (2002). Des quantités très importantes sont rencontrées par ordre décroissant dans les plages Levée de l'aurore, Rezgui rachid, la Caroube, Rizi amor et la plage Ain achir qui reste le moins polluée.

Comme pour les déchets plastiques, la plus grande quantité des déchets métalliques, est rencontrées dans la plage Joinoville. Les métaux représentent 23% des déchets rassemblés durant notre étude. Des quantités élevées sont déposées également par ordre décroissant dans les plages La Caroube, Belvédère, Réfès zahouen et dans la plage levée de L'aurore.

Comme les 2 déchets précédents, le verre se trouve en grande quantité dans la plage Joinoville il s'agit généralement de bouteilles. Les déchets en verre représentent 22% des déchets rassemblés pendant une année. Des quantités importantes sont obtenues dans les plages cernées par des hôtels où des restaurants comme c'est le cas des plages Réfès zahouen, belvédère et Ain achir.

Les déchets en bois sont représentés par des morceaux de poutres de construction, des bois peints, des pièces de bateau et aussi d'autres produits volumineux à ne pas confondre avec des débris en bois de la nature comme les troncs d'arbre et des branches, qui ne sont pas classés comme macrodéchets, cependant qu'ils soient d'origine naturelle ou façonnés par l'homme, ces morceaux de bois nécessitent des moyens pour être retirés des plage ou des eaux afin d'assurer un bon usage de la mer.

La quantité la plus importante de bois est obtenue comme pour le reste des déchets, dans la plage Joinoville. Les détritrus en bois représentent 15% des déchets identifiés durant la période d'étude. Des quantités aussi élevées sont enregistrées dans les plages où il y a des bassins versant et une forte urbanisation. C'est le cas des plages Sidi salem, Réfès zahouen et La Caroube.

Le papier que ce soit papier carton, papier de journal ou d'emballage représente une grande quantité dans la plage de Joinoville où ce déchet représente 6% des détritrus rassemblés durant notre étude. Des quantités aussi importantes sont obtenues dans les plages comme Réfès zahouen et Sidi salem.

Pour ce qui est de textiles nos résultats montrent leur présence en grande quantité dans la plage Joinoville. Les textiles représentent 5% des déchets rassemblés pendant l'année 2006. Des quantités aussi importantes sont obtenues dans les plages entourées d'habitations comme Sidi salem, Réfès zahouen et la plage Levée de L'aurore.

D'après cette analyse la station Joinoville a les mêmes caractéristiques qu'une décharge publique que soit du point de vu quantitatif ou qualitatif. Cette station reçoit d'énormes quantités de détritux, on trouve même des déchets qui appartiennent à ASMIDAL il s'agit généralement de sacs plastique en fin d'utilisation.

Les stations La caroube et Réfès zahouen reçoivent des quantités importantes de déchets à cause de leur situation non loin des habitations, il en est de même pour Sidi salem, Rezgui rachid, Levée de l'aurore, Rizi amor. La station Ain achir est la moins polluée par les déchets solides loin de toute source de pollution.

Ainsi, il est nécessaire et urgent d'optimiser le système de collecte, de prendre des mesures d'assainissement des décharges sauvages, d'assurer une exploitation correcte des centres d'enfouissement technique. Un renforcement des capacités humaines est nécessaire et d'une manière globale, les collectivités locales doivent à court et moyen termes renforcer leur capacités de gestion en matière de déchets solides.

**La pollution de l'eau liée aux paramètres physico-chimiques** est due aux rejets d'industrie qui puisent de l'eau de mer pour refroidir leur systèmes et la rejette en mer, cela provoque une forte élévation de la température au point de rejet ou encore une augmentation ou une baisse du pH, il en est de même pour les station de désalement qui rejettent en mer des eaux saturée en sels (fig. 51).



Figure 51: Photographie montrant le principal rejet d'eaux de refroidissement d'Asmidal.

Pour ce qui est de  $O_2$  il faut savoir qu'en méditerranée son stock dans l'eau n'est pas inépuisable il est limité par les quantités d' $O_2$  dissous que les eaux de surface emportent avec elles lors de leurs plongée hivernale. Ainsi, les apports terrestres en substances polluantes s'ils se poursuivent au rythme actuel entraîneront la consommation totale de l' $O_2$  des eaux des fonds vers 2020 pour la méditerranée

occidentale et vers 2035 pour la méditerranée orientale. Au début du 21<sup>ème</sup> siècle, la méditerranée pourrait commencer à présenter quelques caractéristiques de la mer noire et de la mer baltique c'est-à-dire une anoxie des eaux profonds avec pour conséquence une prochaine disparition de la faune benthique et son remplacement par des microorganismes anaérobies (Davis et Macknight (1990).

**Concernant la température**, la valeur maximale est obtenue dans les eaux de la S3 (Joinoville) en août, ceci s'explique par l'activité du complexe d'Asmidal qui utilise l'eau de mer pour refroidir ses installations en plus du rejet industriel d'oued Boudjamaa. Malgré cela, les températures mesurées l'année 2006 sont  $< 30^{\circ}\text{C}$  valeur limite, mettant ainsi la conformité de ce rejet avec les normes Algériennes (annexe 3). La valeur minimale a été enregistrée en décembre 2006 dans les eaux du S20 (Ain achir), ceci s'explique par la forte intrusion du large du bassin méditerranéen à l'origine d'un renouvellement continu de ces eaux. Les températures de l'eau des ports sont en relation avec les conditions climatiques elles sont maximales en septembre et minimales en décembre.

**Pour ce qui est de la salinité**, les concentrations maximales sont mesurées en août, conséquence de l'importance intensité d'évaporation lors des forts réchauffements durant l'été 2006 et les minimales en février dans la même station. Ce résultat s'explique par la dilution des eaux de mer par les fortes précipitations en hiver.

On peut dire que les fluctuations de la salinité des eaux, sont en relation avec les conditions climatiques, cependant, en 2006 la salinité de l'eau de mer est  $> 35$  g/l (valeur limite Algérienne) (annexe 3) dans les eaux de toutes les plages. Elle reste comme même comprise entre 36 et 37 g/l donc, l'eau de la baie d'Annaba est euryhaline et nécessite une surveillance particulière.

**Les variations du pH** sont relativement faibles cependant, toutes les valeurs enregistrées sont comprises entre la limite inférieure (5,5) et supérieure (8,5). La tendance basique du pH est rencontrée dans toutes les eaux, elle peut être expliquée du moins pour la S3 par les pH alcalins des produits chimiques rejetés par Asmidal (S3) et par les oueds Boudjamaa et Seybouse. Ce constat met en évidence une non conformité de ces rejets d'effluents avec la réglementation en vigueur.

**Pour ce qui est de l'O<sub>2</sub> dissous**, il est le plus important parmi les gaz dissous dans l'eau, les valeurs maximales sont mesurées en décembre dans les eaux de la S21 (Ain achir) ou les eaux de la baie bénéficient d'un renouvellement continue en régime de courantologie ouvert dans cette station proche des intrusions du large. Il en est de même en automne période coïncidant avec une intense activité photosynthétique. Dans les ports les valeurs minimales de l'O<sub>2</sub> dissous sont enregistrées au printemps, cela peut être lié à une pollution permanente par les hydrocarbures et autres huiles rejetés par les bateaux.

Les valeurs du tableau 9 permettent d'établir une comparaison entre nos résultats et ceux de d'autres auteurs, pour apprécier ces données nous les avons regroupés par saisons.

Tableau 9: Comparaison des résultats physico-chimiques des eaux du golfe d'Annaba (en rouge) avec ceux d'autres auteurs. H: hivers, P: printemps, PE: été, A: automne.

Paramètres saison	Température (°C)				Salinité (‰)				pH				O <sub>2</sub> dissous (g/l)				Référence
	H	P	E	A	H	P	E	A	H	P	E	A	H	P	E	A	
Port commercial	-	20,44	-	-	-	25,96	-	-	-	7,93	-	-	-	48,3	-	-	Boudjeber (2002)
	<b>14,82</b>	<b>19,58</b>	<b>25,18</b>	<b>15,40</b>	<b>35,67</b>	<b>36,42</b>	<b>38,18</b>	<b>36,89</b>	<b>7,11</b>	<b>8,42</b>	<b>8,30</b>	<b>7,71</b>	<b>55,66</b>	<b>32,1</b>	<b>39,29</b>	<b>48,33</b>	<b>Chaouch (2006)</b>
Port de pêche	-	20,38	-	-	-	25,7	-	-	-	7,81	-	-	-	58,3	-	-	Boudjeber (2002)
	<b>14,66</b>	<b>19,64</b>	<b>25,74</b>	<b>15,28</b>	<b>35,46</b>	<b>36,28</b>	<b>38,25</b>	<b>36,62</b>	<b>7,12</b>	<b>8,50</b>	<b>8,39</b>	<b>7,63</b>	<b>43,43</b>	<b>31,08</b>	<b>36</b>	<b>43,33</b>	<b>Chaouch (2006)</b>
Rezgui Rachid	14,87	21,16	28	22	36,25	35,26	36,25	37	-	-	-	-	-	-	-	-	Ounissi (1999)
	15,9	20,33	26,16	22,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Gharsallah (2002)
	-	-	-	-	-	36,37	37,34	-	-	8,07	7,76	-	-	96,74	86,11	-	Sce prévention (2003)
	<b>14,56</b>	<b>21,76</b>	<b>25,85</b>	<b>15,11</b>	<b>35,46</b>	<b>37,14</b>	<b>38,17</b>	<b>36,37</b>	<b>7,27</b>	<b>8,30</b>	<b>8,01</b>	<b>7,63</b>	<b>73,44</b>	<b>36,73</b>	<b>36,93</b>	<b>61,7</b>	<b>Chaouch (2006)</b>
Réfès zahouen	14,5	20	27,02	20,75	36,75	36,3	36,07	36,10	-	-	-	-	-	-	-	-	Ounissi (1999)
	15,63	19,33	25,93	23,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Gharsallah(2002)
	-	-	-	-	-	36,62	37,01	-	-	8,11	7,85	-	-	82,18	89,08	-	Sce prévention (2003)
	<b>14,49</b>	<b>21,56</b>	<b>25,86</b>	<b>14,87</b>	<b>36,51</b>	<b>36,43</b>	<b>38,16</b>	<b>36,39</b>	<b>7,22</b>	<b>7,94</b>	<b>8,04</b>	<b>7,37</b>	<b>81,99</b>	<b>42,74</b>	<b>39,69</b>	<b>69,01</b>	<b>Chaouch (2006)</b>
Ain Achir	14,95	19,58	27,62	21,5	37,15	37,46	38,12	37,90	-	-	-	-	-	-	-	-	Ounissi (1999)
	15,76	17,5	25	23,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Gharsallah (2002)
	-	-	-	-	-	36,7	37,27	-	-	8,26	7,80	-	-	75,60	96,33	-	Sce prévention (2003)
	<b>14,08</b>	<b>21,43</b>	<b>25,39</b>	<b>14,98</b>	<b>36,45</b>	<b>37,35</b>	<b>38,48</b>	<b>37,17</b>	<b>7,03</b>	<b>7,86</b>	<b>8,01</b>	<b>7,3</b>	<b>83,96</b>	<b>53,33</b>	<b>35,41</b>	<b>89,26</b>	<b>Chaouch (2006)</b>

Nous avons établi aussi un tableau comparatif (tab. 10) entre les résultats des paramètres physico-chimiques enregistrée sur une année et réalisés sur les eaux du golfe d'Annaba et ceux de la baie de Skikda

Tableau. 10: Représentation comparative des moyennes des températures, salinités, pH et O<sub>2</sub> dissous à Annaba et à Skikda.

	T (°C)	S (‰)	pH	O <sub>2</sub>	Références
Baie d'Annaba	21, 8	36,25	-	-	Ounissi (1999)
Baie de Skikda	27,09	40,23	8,15	50,06	Gueddah (2003)
<b>Baie d'Annaba</b>	<b>19,21</b>	<b>36,77</b>	<b>7,79</b>	<b>50,63</b>	<b>Chaouch (2006)</b>

Le tableau 10 montre que l'évaluation des paramètres physico-chimiques est conforme à celle obtenue pour la même région par Ounissi (1999). Mais nos valeurs sont largement inférieures à celles obtenue sur les côtes de Skikda voir travaux sur la baie de Skikda (Gueddah (2003)).

En général, nos résultats montrent que du point de vue thermique, pH, oxygène dissous, et salinité les eaux du littoral d'Annaba ne présentent aucune pollution. Leur qualité peut être considérée comme conforme aux normes Algériennes (annexe 3).

**Concernant la pollution de l'eau liée aux paramètres bactériologiques**, elle est provoquée par les eaux usées d'origine domestique et industrielle, on constate pendant la saison estivale sur la côte d'Annaba, une augmentation de la pollution des eaux marines (fig. 52) par des matières organiques fermentescibles d'autant plus que les stations d'épurations sont absentes ou saturées. Des études ont montré que le déversement d'effluents urbains à raison de seulement 7,5 m<sup>3</sup> /sec à suffit à dégrader voir à détruire totalement le peuplement sous-marin sur plus d'une centaine d'hectares jusqu'à une profondeur de -40 m. Ainsi, cette pollution a détruit des herbiers de Posidonies, ces grandes plantes à fleurs sous-marines qui constituent une des communautés vivantes les plus riches et les plus productives de toutes les eaux du littoral méditerranéen. A titre d'exemple, les rejets de l'agglomération de Marseille ont provoqués des dégâts encore plus catastrophiques ainsi les peuplements infra littoraux à *Cysioseira stricta* une grande algue brune était altérée par cette pollution dès 1975 sur une vingtaine de km<sup>2</sup>.



Figure 52: Photographie montrant un déversement d'eaux usées directement dans le littoral.

La mise en service de station d'épuration traitant 50% des eaux usées de la région d'Annaba, permettra de reconstituer de manière significative des communautés marines dans les zones dégradées du golfe. Sachant que l'on estime que la population devrait être multipliée par 4 d'ici l'an 2025, il faut être très vigilant envers les intentions des promoteurs immobiliers et autres, pour ne pas que les conséquences de la destruction du littoral et de sa flore soit irréversibles.

L'indice de bourgeois indique que la pollution est essentiellement d'origine humaine dans 2 stations (Sidi salem S2 et Joinoville S3). Ce constat montre encore une fois l'importance de stations de traitement des eaux usées domestiques avant déversement dans l'eau de mer.

Les normes Algériennes (annexe 3), montrent que les concentrations inférieures ou égale au valeur guides indiquent une eau de bonne qualité, celles comprises entre les valeurs guides et les valeurs limites caractérisent une eau de qualité acceptable et doivent faire l'objet d'une surveillance continue.

L'évaluation de la qualité microbiologique des eaux côtières du golfe d'Annaba, nous a permis de mettre en évidence une prédominance des streptocoques fécaux, suivis des coliformes totaux et enfin les coliformes fécaux .

En 2006, nous avons enregistré dans les eaux des stations Sidi salem (S1et S2), Joinoville (S3 et S4), port commercial (S5 et S6), port de pêche (S7 et S8), Levée de l'aurore (S9), Rezgui rachid (S10 et S11), Rizi amor (S12 et S13) et La Caroube (S14 et S15), des concentrations qui dépassent de loin la valeur guide, particulièrement en période printanière, estivale et en automne pour les streptocoques fécaux. Pour les coliformes totaux et fécaux, ce phénomène est présent en été et en automne conséquence des apports urbains et de l'oued Seybouse et Boudjamaa. La contamination reste inférieur aux valeurs guide en période de crue.

Dans les autres stations: la plage Réfès zahouen (S16 et S178), Belvédère (S18 et S19), Ain achir (S20 et S21), les concentrations sont inférieures aux valeurs guides avec des exceptions pour les streptocoques fécaux qui dépassent les normes surtout en période estivale, résultats de la présence accrue d'estivants sur ces plages. Le reste de l'année, les eaux de ces plages sont de bonne qualité bactériologique.

Plus on s'éloigne de l'influence des courants, plus le spectre de la pollution terrestre par les rejets d'eaux usées est à craindre ce qui nécessite une surveillance continue car on y quantifie des valeurs dépassant les normes surtout, pour les streptocoques fécaux qui représentent un test de contamination plus significatif que celui des coliformes fécaux. C'est un meilleur indicateur de la salubrité des eaux à usage récréatif, sachant leur capacité de résistance aux agents chlorés et donc à leur persistance dans le milieu marin.

Une surveillance continue doit être également mise en place concernant les coliformes fécaux pour les stations S9 et S12, S13 et S14, S15 due à la présence de nombreux égouts déversant leurs contenus directement dans ces plages.

Il nous semble logique que les stations Sidi salem (S1, S2), Joinoville (S3, S4), port commercial (S5, S6), port de pêche (S7, S8), Razgui rachid (S10, S11), Rizi amor (S12, S13), La Caroube (S14, S15) soient les plus contaminées, du fait de l'urbanisation qui les entoure, sachant que les eaux usées de cette zone sont rejetées sans aucun traitement préalable dans le golfe, de plus la charge polluante rejetée par les émissaires ne permet pas une autoépuration efficace des eaux. Aussi la menace d'une contamination des baigneurs par les bactéries pathogènes est à redouter, à fortiori en période estivale.

De plus la sécurité alimentaire n'est pas assurée particulièrement pour les coquillages : haricots de mer et moules dégustés crus ou peu cuits. Ces derniers filtrent l'eau et concentrent les microorganismes présents dans le milieu marin. Leur commercialisation n'est soumise à aucun contrôle.

La station la plus saine est la plage Ain achir cette dernière ne reçoit aucun rejet et bénéficie d'un renouvellement continu de ses eaux en régime courantologie de la baie. Mais cet état ne va pas durer longtemps à cause de l'installation de nouvelles sources de contamination comme les nouvelles constructions de bâtiments, station de captage des eaux usées et complexes touristiques dans cette portion du littoral. La disparition des bactéries dans un milieu où elles devraient être présentes peut être attribuée soit à des causes purement physiques comme la dilution ou la dispersion soit à la mortalité biologique intrinsèque par l'inadaptation au milieu, la carence en nutriment ou encore la compétition interspécifique et la mortalité due au rayonnement solaire.

Ainsi, la station Ain achir semble être la plus néritique et la plus éloignée des influences continentales au moins pour le moment.

En conclusion, nos résultats montrent une contamination très importante et ce dans tout les stations d'étude. Les valeurs guides requises par le décret exécutif N°93-164 du 10/07/1993 définissant la qualité requise des eaux de baignade, sont largement dépassées aussi bien pour les coliformes totaux et fécaux que pour les streptocoques fécaux. Toutes les eaux analysées sont de mauvaise qualité bactériologique. Ce résultat montre la nécessité de mettre en place une surveillance et assurer un suivi continu et rigoureux de la qualité bactériologique des eaux des plages de baignade d'Annaba. Le tableau 11 nous permet d'établir une comparaison entre nos résultats et ceux obtenus par d'autres auteurs.

Tableau 11: Comparaison de nos résultats sur la qualité bactériologique des eaux du golfe d'Annaba en germes / 100 ml avec ceux d'autres auteurs.

	Coliformes Totaux	Coliformes Fécaux	Streptocoques Fécaux	Références
<b>Rezgui rachid</b>	104,66	31,08	372,41	Centre de santé 2001 / 2002
	140	36,75	428,16	Centre de santé 2003 / 2003
	3556	1214	2093	Gharsallah (2002)
	<b>54,66</b>	<b>24,91</b>	<b>435,91</b>	<b>Chaouch (2006)</b>
<b>Rizi amor</b>	315	41,5	557,41	Centre de santé 2001 / 2002
	220,33	27,66	733,41	Centre de santé 2002 / 2003
	1556	116	2152	Gharsallah (2002)
	<b>103,87</b>	<b>50,20</b>	<b>662,83</b>	<b>Chaouch (2006)</b>
<b>La caroube</b>	229	35,33	276,25	Centre de santé 2001 / 2002
	116,75	40,5	531,33	Centre de santé 2002 / 2003
	<b>78,91</b>	<b>54,12</b>	<b>516,91</b>	<b>Chaouch (2006)</b>
<b>Réfés zahouan</b>	34,08	15,6	214,83	Centre de santé 2001 / 2002
	21,16	6,41	87,41	Centre de santé 2002 / 2003
	1556	116	2152	Gharsallah (2002)
	<b>19,54</b>	<b>22,83</b>	<b>255,03</b>	<b>Chaouch (2006)</b>
<b>Belvédère</b>	25,33	2,33	70,66	Centre de santé 2001 / 2002
	18,16	3,75	58,91	Centre de santé 2002 / 2003
	<b>10,83</b>	<b>4,66</b>	<b>265,16</b>	<b>Chaouch (2006)</b>
<b>Ain Achir</b>	12,75	1,16	98,41	Centre de santé 2001 / 2002
	12,83	4,41	74,25	Centre de santé 2002 /2003
	16	2	363	Gharsallah (2002)
	<b>6,37</b>	<b>0,66</b>	<b>132,62</b>	<b>Chaouch (2006)</b>
<b>Valeur guide</b>	<b>500</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	JORA n° (1993)
<b>Valeur limite</b>	<b>10000</b>	<b>2000</b>		JORA n° (1993)

L'étude comparative du tableau 11 nous permet de constater que les taux de germe quantifiés sont conformes à ceux obtenus par d'autres auteurs dans les mêmes zones au cour de suivis ultérieurs (Centre de santé 2002 / 2003). Cependant nos résultats sont largement inférieurs à ceux

observés par Gharsallah (2002) et ceci serait la conséquence de la mise en place de mesure de prévention par les services d'hygiène.

Le calcul de l'indice de Bourgeois, montre que la contamination bactérienne des eaux du golfe d'Annaba est généralement d'origine animale, ceci s'explique par le fait que toute la portion Ouest du golfe: La caroube, Réfés zahouen, Belvédère, Ain achir est de nature rurale et à vocation agricole où les activités d'élevage d'animaux sont courantes. Cet indice montre qu'en période estivale la station Joinoville (S3) penche pour une contamination fécale de prévalence humaine. Cette conclusion reste valable pour la même station avec Sidi salem (S2) en période automnale. En dehors de ces périodes ces stations penchent pour une contamination fécale d'origine animale.

# Conclusion et perspectives.

**En conclusion** on peut dire qu'il existe dans le milieu marin 2 types de conséquences de la pollution: les conséquences directes qui sont visibles comme les déchets solides et les marées noires par exemple et des conséquences indirectes qui se répercutent sur l'homme de façon nocive après ingestion de produits de la mer et lorsqu'on se baigne.

La pollution peut avoir des conséquences à long terme sur le milieu marin, cela dépend de son origine: la pollution biologique est vite résorbée, quant à la pollution chimique elle ne peut disparaître sans l'intervention de l'homme. Il faut aussi tenir compte que le littoral Algérien a longtemps été considéré comme une décharge.

Actuellement l'occupation du territoire est essentiellement marquée par la très forte concentration des activités et du peuplement sur le littoral et par l'anarchie qui caractérise la forte poussée de l'urbanisation. Cette situation se traduit par: une sur occupation et des contraintes pour la frange côtière qui représente 4% de la superficie total du pays, avec toute les conséquences actuelles et futur (prévisibles) sur l'environnement marin.

En Algérie l'accroissement de la population littorale et des activités économiques rend compte de la dégradation de la région littorale. Plus des 2/3 de la population réside sur 4% du territoire, les wilayatess côtières qui occupent 2% du territoire concentrent 40% de la population, les villes côtières dont Annaba compte en moyenne + de 100 000 habitants en 1997 a depuis doublé. En plus une proportion importante de l'industrie nationale est implantée sur le littoral 5242 unités industrielles sur un total de 10202, soit 51,49%, selon un recensement de 1993.

Cet état, conçoit des problèmes d'eau usée non traitée, la prolifération de décharge de déchets solides non contrôlés et la pollution de l'air due au trafic automobile, constituant un véritable fléau avec des conséquences sur la santé publique, la faune et la flore marines.

En 2006 la collecte des déchets ménagers est dévolue aux services communaux pour les quels l'assainissement et la voirie reste insuffisamment pris en charge au vu du manque de moyens financiers, de formation des gestionnaires et de directives précises. La quantité de déchets générés est estimée à plus de  $5 \cdot 10^6$  tonnes / an. Si la collecte est plus ou moins bien effectuée dans les grands centres urbains à l'aide de véhicules souvent en mauvaise état et à partir de dépôts non standardisés et d'une programmation non rigoureuse, la mise en décharge contrôlée est quasi -inexistante, ce qui explique la prolifération de décharges sauvages. Pour les 281 décharges en Algérie recensées en 1996, l'aire totale affectée aux déchets est de l'ordre de 2500 ha, représentant 70% des besoins totaux estimés: un nombre important d'agglomération urbaines souffrent du manque d'aires affectées aux déchets et les conséquences sont:

- pollution des nappes phréatique, émanation gazeuses, prolifération de rongeurs et de moustiques.
- pollution due à l'incinération des déchets et son impact sur la santé publique.
- pertes économiques (recyclage non opéré, absence de compostage) et pertes esthétique.

Nous avons noté aussi, dans le golfe d'Annaba que les conditions physico-chimiques des eaux permettaient le maintien des bactéries en survie malgré leur présence en milieu hostile par sa salinité et ses pressions. En effet, et surtout en été, l'augmentation de la température et l'accroissement des populations entraînent une surcharge microbienne notamment à Sidi salem, Joinoville, Rezgui rachi, Rizi amor, la caroube, Réfés zahouen et Belvédère et ce après plusieurs heures dans l'eau de mer. Les concentrations en streptocoque dépassent les valeurs limites (réglementation Algérienne), cette contamination d'origine animale est due aux rejets d'eaux usées non préalablement traitées. Elles sont rejetées directement en mer rendant ces plages inadaptées à la baignade.

**En perspective**, on peut dire que les analyses effectuées dans le golfe d'Annaba sont partielles et irrégulières elles n'indiquent aucune précision, pour cela il faudrait mettre en œuvre une stratégie de sécurité et de protection de l'environnement notamment par les 6 recommandations suivantes:

1. la mise en place urgente d'une politique de protection de l'environnement des déchets solides basée sur 2 principes: le principe de pollueur - payeur et le principe de prévention et réduction des déchets à la source (production - récupération).

2. renforcer les capacités organisationnelles et humaines du service public chargé de la propreté par la formation, l'information, l'appui à l'organisation et l'aide à la décision synergique. En outre il s'agira de créer une synergie entre les élus locaux, les cadres communaux, les ONG, l'administration départementale et centrale chargée des questions environnementales.

3. la mise en œuvre d'une stratégie qui développe les activités de recyclage - valorisation par un système national de reprise, de recyclage et de valorisation des déchets et mettre des dispositifs incitatifs pour stimuler la participation du secteur privé (micro entreprise) dans les activités liées à la gestion des déchets.

4. mettre en place un système d'information qui permette le développement de l'éveil de conscience générale et des campagnes de sensibilisation et le développement de la communication appropriée avec l'utilisation de canaux, des outils éducatifs et des médias adaptés au public cible et à chaque niveau de la société.

5. la mise en place d'une réglementation qui interdit tout rejet d'effluents liquides entraînant des stagnations, des incommodités de contacts avec les eaux côtières avant traitement.

6. la création d'un système de surveillance permanent, la mise en place des laboratoires spécialisés pour assurer la surveillance des eaux de baignade, la création d'un observatoire du littoral qui sera un appui à l'administration et aux professionnels de la mer et d'une banque de données environnementales.

**Ceci étant, il faudra toujours se rappeler qu'en mer, il faut:**

**De 1 à 5 ans pour éliminer un mégot de cigarette,**

**De 10 à 20 ans pour un objet en plastique,**

**De 30 à 40 ans pour du nylon.**

# Références bibliographiques.

**Aubert M. (1994)** «La Méditerranée; la mer et les hommes». Rev. Int. Océanogr. Med. Tomes 109-122: 488p.

**Boudjeber D. (2002)** «Etude de la qualité bactériologique des eaux du littoral d'Annaba». Mémoire d'ingénieur d'Etat en Sciences de la Mer. Université de Annaba.

**Bourgeois C.M. (1980)** «Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaire». Edition. Technique et Documentation, Paris. Vol. 3. pp 90-224.

**CCE. (1988)** «Législation communautaire dans le domaine de l'environnement: 1967-1987. Vol. 3, produit chimiques et déchets». Commission des Communautés européennes, Direction générale Environnement, Protection des consommateurs et sécurité nucléaire. Bruxelles.

**Chaouch R. et Djebbar A. B. (2006)** «Identification et quantification des déchets solides encombrant les plages du littoral d'Annaba». Communication du 1<sup>er</sup> Congrès Méditerranée d'Océanologie Alger.

**Chaouch R. et Djebbar A. B. (2007)** «Déchets solides globale d'origine urbaine encombrant les plages du littoral d'Annaba». Publication synthèse soumise.

**Cormier M. et Martin Y., (1991)** «Rejets urbains et salubrité du littoral; synthèse. In:La mer et les rejets urbains». Ifemer Ed., Brest: 149-151.

**Cristtian D., (2000)** «Les déchets sensibles à une gestion écologique».

**Davis J.D. (1990)** «Environmental considerations for port and Harbor». IMO Staff

**Derraik J. G.B. (2002)** «The pollution of marine environment by plastic debris: a review. Marine pollution bulletin». 44 842-852. World Bank Technical Paper. 126p.

**Décret exécutif n°93-160 du 10 juillet (1993)** «Réglementant les rejets d'effluents liquides industriels».

**Décret exécutif n°93-164 du 10 juillet 1993** «Normes de la qualité requise des eaux des baignades».

**Gharsallah. (2002)** «Evaluation de la pollution du littoral d'Annaba: qualité microbiologique de l'eau et teneur en métaux lourds du sédiment superficiel ».Thèse de Magister. Université de Annaba, 82 p.

**Gruvel A., (1926)** «Les pêches maritimes en Algérie». Société d'Ed.Challarnel.162p.

**Gueddah D. (2003)** «Evaluation de la pollution industriel et urbaine dans la région de Skikda: impact sur l'écosystème marin côtier». Thèse de magister. Université de Annaba.

**Guyader M., Pommepuy M., Cormier M. (1990)** «Implantation d'*E. coli* expérimental et influence des compétitions de flore. Can. J. Microbiol. Vol. 36.

**Huber D. (2001)** «Manuel d'information sur la gestion des déchets solides urbain, édité pour le ministère de l'aménagement du territoire et l'environnement».

**JORA n° 46 (1993)** «Journal officiel de la république Algérienne».

**Med pol. (2004)** «linges directrices sur le gestion des détritrus côtiers pour la régions méditerranéenne». n° 148 de la série des rapports techniques du PAM.

**Ounissi M. et Frehi H. (1999)** «Variabilité du microphytoplancton et des Tintinides (Protozoaires ciliés) d'un secteur eutrophe du golfe d'Annaba (Méditerranée Sud - occidentale)». Cah. Biol. Mar. 40: 141-153.

**Poggi R. (1991)** «Impact sanitaire des contaminations microbiologiques ». *in*: La mer et les rejets urbains. Ifremer Ed., Brest : 115-131.

**Rodier. J. (1978)** «L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer». 6<sup>ème</sup> édition Paris. ISBN.

**Rodier. J. (1984)** «L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer». 7<sup>ème</sup> édition. Paris. 1365 pages.

**Rodier. J. (1996)** «L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer». 8<sup>ème</sup> édition Paris Dunod.

**Thmas O. (1995)** «Métrologie des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC. 192p.

**Thompson, R. C., Olsen Y., Mheli, R.P., Davis A., Rowland, S.J., John, A.W.G., Mcgonigle, D. et Russell AE. (2004)** «Lost at sea: where does all the plastic go». Science 304: 838.

**Unep/oms. (1991)** «Biogeochemical cycles of specific pollutant MAP Technical Report Series », UNEP n°55, 95 p.

**Vaissiere. R. et Fredj. (1963)** «Contribution à l'étude de la faune benthique du plancton continental de l'Algérie». Bull, Inst, Océanogr, Monaco, vol. 60 n°:1272, 83p. 5 cartes.