



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



Université Constantine 1 Frères Mentouri
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

الإخوة منتوري 1 جامعة قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Ecologie et environnement

قسم: البيئة والمحيط

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du
Diplôme de Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Écologie et Environnement

Spécialité : Protection des écosystèmes

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

Impact des hydrocarbures sur la faune et la flore marine cas de Skikda

Présenté par :

Le : 10/06/2024

Naili Soraya

Jury d'évaluation :

Président : Dr Meliani Aziz (MAB - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Encadrant : Mr Benderradji M^{ed} El Habib (prof- U Constantine 1 Frères Mentouri).

Examineur(s) : Dr Alatou Hana (MCB- U Constantine 1 Frères Mentouri)

Année universitaire
2023 - 2024

Remerciement

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui on voudrait témoigner toute nos gratitude.

Tout d'abord, je remercie Dieu, le tout puissant, pour la force et la volonté qu'il m'a donné pour mener à bien ce modeste travail.

Je tiens à remercier Chaleureusement :

Monsieur BENDERRADJI MOHAMMED EL HABIB de m'avoir conseillé et guidé tout au long de ce mémoire. Que je tiens à exprimer toute ma gratitude pour son soutien scientifique et humain, et la confiance qui m'a accordée pour réaliser ce travail.

Mes plus vifs remerciements vont surtout aux membres de jury : Monsieur Meliani Aziz pour avoir bien voulu présider notre jury et d'accepter d'évaluer mon travail et ainsi l'honorer.

Madame Alatou Hana que je remercie pour l'intérêt qu'elle a portée à mon travail en acceptant de l'examiner.

A monsieur Lassifer Zoubir que je tiens a remercié particulièrement pour son soutien moral et son aide durant la réalisation de ce travail.

A Monsieur Lassifer Toufik et sa femme que je tiens a remercié pour leur chaleureux accueil, hospitalité et générosité.

Et je n'oublie pas monsieur le directeur de centre d'affaire Ramzi de Skikda que je tiens a remercié pour son aide à la réalisation de ce mémoire.

Enfin je tiens à exprimer vivement mes remerciements avec une profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Naili soraya

Dédicace

*Je dédie cet humble travail,
A mes parents qui ont sacrifié des années de leur vie pour que
je sois là aujourd'hui :*

*A ma tendre mère pour son amour, ses encouragements et
conseils, son dévouement quotidien, je t'aime beaucoup
maman.*

Mère J'ai de la chance d'avoir une mère comme vous.

*A mon adorable père pour son intéressement, sa
compréhension et ses encouragements, à ce père qui a tout
donné son recevoir en parallèle.*

Je t'aime papa.

*A la mémoire de mon grand-père que dieu accorde sa
miséricorde et l'accueille en son vaste paradis.*

A ma grande mère dont l'affection ne m'a jamais fait défaut.

*A mon cher frère Abdenour, sa femme Asma, ses adorables
enfants : louai, mes princesses : Malék, Joulia*

*A ma chère grande sœur Inès qui m'a toujours soutenu dans
les moments difficiles.*

*A ma petite sœur adoré Besma et ses enfants : ma princesse
Sirine et mon petit prince Youcef.*

A mes cher tante : Nawel, Nadjat, Assia, Amel.

*A mon cher Mouloud que tiens a remercié particulièrement
pour son soutien moral et ses encouragements.*

A tous mes amis.

A tous ceux qui me connaisse, et m'aime, je vous dis merci.

Résumé :

Le littoral de Skikda qui est à proximité de zone industriel SONATRACH est exposé à la pollution, Les analyses physicochimiques des eaux des rejets industriels de nôtre zone d'investigation (la raffinerie RA1K) nous montrent l'existence d'une pollution marine à base d'hydrocarbures, pouvons avoir un impact significatif sur l'écosystème marin. Les déversements accidentels peuvent contaminer les eaux côtières, affectant la faune et la flore marines locales, entraînant une bioaccumulation toxique tout au long de la chaine alimentaire. La perte de biodiversité marine fragilise l'écosystème océanique et sa capacité à résister aux perturbations, à s'adapter aux changements climatiques et jouer son rôle de régulateur écologique et climatique au niveau planétaire. Des mesures de réglementation et de surveillance sont nécessaires pour minimiser ces rejets et protéger l'environnement.

Mots clés : pollution marine, raffinerie, impact, hydrocarbures, faune, flore

ملخص

يتعرض ساحل سكيكدة القريب من المنطقة الصناعية لسوناطراك للتلوث، وتبين لنا التحليلات الفيزيائية والكيميائية للمياه الناتجة عن التصريفات الصناعية من منطقة التحقيق لدينا (مصفاة RAİK) أن وجود التلوث البحري الناجم عن المحروقات يمكن أن يكون له تأثير كبير على البيئة. النظام البيئي البحري. يمكن أن تؤدي الانسكابات العرضية إلى تلوث المياه الساحلية، مما يؤثر على الحيوانات والنباتات البحرية المحلية، مما يؤدي إلى تراكم بيولوجي سام في جميع أنحاء السلسلة الغذائية. يؤدي فقدان التنوع البيولوجي البحري إلى إضعاف النظام البيئي للمحيطات وقدرته على مقاومة الاضطرابات والتكيف مع تغير المناخ والقيام بدوره كمنظم بيئي ومناخي على مستوى الكوكب. ومن الضروري اتخاذ تدابير تنظيمية ورصدية لتقليل هذه الإطلاقات إلى الحد الأدنى وحماية البيئة.

الكلمات المفتاحية: التلوث البحري، محطة التكرير تاثير، الكربوهيدرات، الحيوانات، النباتات

Summary:

The coast of Skikda, which is close to the SONATRACH industrial zone, is exposed to pollution. Physicochemical analyzes of the water from industrial discharges from our investigation zone (the RA1K refinery) show us the existence of marine pollution based on hydrocarbons can have a significant impact on the marine ecosystem. Accidental spills can contaminate coastal waters, affecting local marine fauna and flora, leading to toxic bioaccumulation throughout the food chain. The loss of marine biodiversity weakens the ocean ecosystem and its ability to resist disturbances, adapt to climate change and play its role as an ecological and climate regulator at the planetary level. Regulatory and monitoring measures are necessary to minimize these releases and protect the environment.

Key words: Sea pollution, refinery, effect, hydrocarbons, fauna, flora.

Liste des abréviations :

- **RA1K** : Raffinerie de Skikda numéro 01.
- **DCO** : Demande chimique en oxygène.
- **DBO** : Demande biologique en oxygène.
- **DBO5** : Demande Biologique en Oxygène pendant 5 jours
- **STEP** : Station de traitement des eaux polluées.
- **B1** : Bassin de collecte de la charge hydraulique des eaux accidentellement polluées.
- **B2** : Bassin de déshuilage qui contient deux types de déshuileur type API.
- **B3** : Bassin de recueil d'huile et mousse.
- **B5 A/B/C** : Bassin de coagulation floculation et égalisation du pH.
- **B6** : Bassin de flottation.
- **B18** : Bassin de correction du pH.
- **B13** : Bassin d'aération.
- **B15** : Bassin d'alimentation des filtres à sable.
- **B14** : Bassin de décantation avant l'alimentation de filtres.
- **B17** : Bassin d'eau traitée
- **B7** : Bassin de boues.
- **B19** : Bassin d'épaississement et de centrifugation.
- **CTE** : Centrale Thermique Electrique
- **ERU** : eaux résiduaires urbaines
- **MES** : Matières en suspension.
- **pH** : Potentiel d'hydrogène.
- **°C** : Degré Celsius.
- **PNUE** : Programme des Nations Unies pour l'Environnement
- **PLU** : Plans Locaux d'Urgence.
- **SAT** : superficie agricole totale.
- **SAU** : superficie agricole utile.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Bilan hydrique mensuel et cumulé	8
Tableau 2 : Caractéristiques de l'eau de process.....	15
Tableau 3 : Normes algériennes de rejets des eaux résiduaires traitées	15
Tableau 4 : Les types de la pollution physique (Chartier, 1974 ; Moilleron, 2017).....	28
Tableau 5 : Effets des hydrocarbures sur certains peuplements marins	35
Tableau 6 : Facteur correspondant aux volumes d'échantillon prélevé.	42
Tableau 7 : Résultats des analyses des paramètres de pollution dans le B1 et B17	46

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique de la région de Skikda (google earth 2013 modifiée)	3
Figure 2 : Carte des altitudes de la wilaya de Skikda (Benamira 2017).....	4
Figure3 : Chevelu du réseau hydrographique de la région de Skikda. Source : (DPAT Skikda Etude monographique 2006).....	6
Figure 4 : Représentation de la zone côtière de la wilaya de Skikda. (Gueddah 2015)	6
Figure 5 : Climagramme d’Emberger de la région de Skikda (1982-2010).....	7
Figure 6 : Pluviométrie moyenne saisonnière dans la station de Skikda (1995 – 2005).....	8
Figure 7 : Températures moyennes saisonnières de la station de Skikda (1995 – 2005)	9
Figure8 : Rose des vents annuelle de la région de Skikda (Etude de danger (projet de Topping Condensat dans la zone industrielle de Skikda.....	9
Figure 9 : Photographie satellitaire montrant les 3 ports de Skikda.	10
Figure 10 : Photographie satellitaire du port mixte (Google earth, 2014, modifiée).....	11
Figure11 : Photographie satellitaire montrant les infrastructures du nouveau port de Skikda (Google earth, 2014 modifiée).....	11
Figure 12 : La raffinerie de RA1K	13
Figure13 : situation géographique de la RA1K dans la zone industrielle de Skikda (Google maps 2024).....	13
Figure 14 : Plan de masse de la raffinerie RA1K dans la zone industrielle de Skikda.....	14
Figure15 : schéma Bassin de Déshuilage (API)	17
Figure16 : schéma Bassin de coagulation- floculation et Contrôle du pH	18
Figure17 : schéma Bassin de Flottation à air dissous	18
Figure 18 : schéma Bassin de boue active	20
Figure 19 : Schéma d’un système de Filtre à sable	20
Figure 20 : schéma de système F. Charbon actif	21
Figure 21 : schéma de traitement d’eau au niveau de l’unité (U1100).....	22
Figure 22 : Principe de traitement des effluents (U1100).....	23
Figure 23 Les impacts des activités humaines sur l’écosystème marin (Bryhn et al.,2020).	26
Figure 24. Principales sources de la pollution marine (Duran and Cravo-Laureau, 2016).	27
Figure 25: Photographie d’une marée noire (Google image)	34
Figure 26 : PH mètre.....	41

Figure 27 Spectrophotomètre à UV visible	44
Figure 28 : Histogramme de variation de la température en (C°) entre le bassin B1 et B17	47
Figure 29 : Histogramme de variation de pH entre le bassin B1 et B17	47
Figure 30 : Histogramme de variation de DCO en (mg/l) entre les bassins B1 et B17	48
Figure 31 : Histogramme de variation de DBO5 en (mg/l) entre les bassins B1 et B17	49
Figure 32 : Histogramme de variation des valeurs de MES en (mg/l) entre les bassins B1 et B17	49

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Résumé

liste des abreviations

liste des tableaux

liste des figures

sommaire

Introduction :	1
Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude	2
I.1-Description de la région d'étude :	3
I.1-1 La situation géographique de la région de Skikda :	3
1.2 Topographie :	4
I.1.2.1 Les montagnes :	4
I .1.2.2. Les plaines :	5
I 1.2.3. Les piémonts :	5
I.3. Sol :	5
I.4. Hydrographie :	5
1.5 Zone côtière :	6
1.6. Caractéristiques climatologiques de la zone d'étude :	7
1.6.1 / Régime pluviométrique :	7
1.6.2 / Régime thermique :	8
1.7 / Les vents :	9
1.8 Faune et flore :	9
1.9 / Milieu économique et social de la région d'étude :	10
1.9.1/ Démographie et population :	10
1.9.2/ Situation économique :	10
1.10. Infrastructures portuaires :	11
1.10.1 Port mixte (Ancien port):	11
1.10.2. Nouveau Port (Terminal pétrolier) :	11
1.10.3 Pêche :	12
1.11. Agriculture :	12
1.12. Production industrielle :	12
I.2 Présentation de la zone d'étude :	13

I.2.1 Raffinerie de Skikda (RA1/K)	13
I.2.2 Situation géographique :	13
I.3. Unité 1100 : Traitement des effluents :	14
I.4. Le procédé de traitement des eaux usées dans RA1/K :	15
I.4.1 Caractéristiques des eaux dans l'industrie du pétrole (eau de process) :	15
I.4.2 Caractéristiques de l'eau traitée :	15
I.5. Description du procédé dans chaque bassin de la STEP :	16
I.5.1 Bassin de Déshuilage (API) :	17
I.5.2 - Mixage rapide des eaux (bassin de coagulation) :	17
I.5.3 Bassin de contrôle du pH :	17
I.5.4 Bassin de floculation :	18
I.5.5 Bassin de flottation à air dissous :	18
I.5.6 Bassin de correction du pH, addition de floculant et dosage des nourissants (éléments nutritifs) :	19
I.5.7 Bassin de traitement biologique, à boue active :	19
I.5.8 Filtration sur sable (affinage) :	20
I.5.9 Filtration sur charbon actif	20
I.5.10 Traitement des huiles :	21
I.5.11 Traitement des boues :	21
Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer	24
II.1. La pollution des eaux de mer :	25
II.1.1. Sources de pollution :	26
II.1.1.1- Pollution urbaine :	26
II.1.1.2. Pollution d'origine agricole :	26
II.1.1.3 Pollution d'origine marine :	27
II.1.1.4. Pollution d'origine industrielle	27
II.2.2 Les principaux polluants d'eau :	27
II.2.2.1. Pollution physique	27
II.2.2.2 Pollution chimique :	28
II.2.2.3. Pollution chimique minérale :	28
II.2.2.3.1. Pollution chimique organique :	28
II.2.2.3.1.1 Les hydrocarbures :	28
II.2.2.3.1.2 Les hydrocarbures aliphatiques :	29
II.2.2.3.1.2.1 Hydrocarbures aliphatiques saturés :	29
II.2.2.3.1.2.2 Hydrocarbures aliphatiques non saturés :	29

II.2.2.3.3.2 Les hydrocarbures naphténiques :	30
II.2.2.3.3.2.3 Les hydrocarbures aromatiques :	30
II.2.2.4 Pollution marine par les hydrocarbures :	30
II.2.2.5 Pollution générée par le port de Skikda :	31
II.2.2.5.1 Nouveaux et Anciens ports :	31
II.2.2.5.2 Rejets opérationnels :	31
II.2.2.6 Pollution marine rejets accidentels :	31
II.3 Mesures préventives entreprises :	32
II.3.1 Lutte et réglementation en Algérie pollution marine accidentelle :	32
II.4 Les effets des pollutions aux hydrocarbures sur l'environnement marin :	33
II.4.1 Conséquences d'ordre physique :	34
II.4.2 Marée noire :	34
II.4.3 Conséquences d'ordre biologique :	34
II.4.3.1 Effets des hydrocarbures sur le phytoplancton :	35
II.4.3.2 Effet des hydrocarbures sur les algues :	36
II.4.3.3 Effets des hydrocarbures sur les poissons et les crustacés :	36
II.4.3.4 Effet des hydrocarbures sur les reptiles marins :	37
II.4.3.5 Effet des hydrocarbures sur les oiseaux :	37
II.4.4 Conséquences l'homme :	37
Chapitre 3 : Matériels et méthodes	39
III.1 Matériels et méthodes :	40
III.2 Matériels utilisés :	40
III.3 Echantillon à analyser :	40
III.4 Méthodes d'analyses des eaux :	40
III.4.1- Détermination du potentiel d'hydrogène PH :	40
III.4.2. Demande chimique en Oxygène DCO :	41
III.4.3. Demande biologique en Oxygène DBO5 :	42
III.4.4. Mesure des matières en suspension MES :	43
III.4.5. Hydrocarbures :	43
Chapitre 4 : Résultats et discussion	45
IV.1. Présentation des résultats des analyses :	46
IV.2 Discussion et Interprétation des résultats :	
Conclusion et perspectives et orientation :	51
Référence bibliographiques :	52

Introduction :

L'environnement marin est un réseau dynamique et diversifié d'habitats et d'espèces, liés par des processus écologiques et physiques complexes qui interagissent avec les hommes et leurs activités à plusieurs niveaux.

L'industrialisation de Skikda reste l'avènement le plus important de la région. En effet en plus de son potentiel agricole, Skikda est un grand pôle industriel d'importance nationale dominé par les complexes pétrochimiques.

L'essentiel de sa capacité économique (Unités industrielles, port commercial, port spécialisé en hydrocarbures) est concentré dans la zone littorale, la région de Skikda (écosystème côtier) est soumise à des risques de pollution marine vue que les rejets industriels des raffineries sont composés de substances chimiques, des hydrocarbures (composantes organiques, non biodégradables ou à biodégradabilité lente). Ainsi, ces eaux usées une fois rejetées dans la mer causent une véritable menace pour l'équilibre de l'écosystèmes marins faune et flore.

Notre choix d'études porte sur la SONATRACH -Skikda la raffinerie de RA1/K. Pour étudier la qualité des eaux de rejets industriels par la réalisations des analyses physicochimiques et vérifier l'efficacité de ce traitement des effluents à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration , à partir des résultats des analyses de contrôle de qualité réalisées au niveau du laboratoire de cette STEP et les comparer aux normes algériennes requises pour les eaux usées industrielles , pour ce faire , nous devons répondre à des interrogations sur :

- Est ce que ces eaux de rejets d'hydrocarbures obtenues après traitement respectent les normes algériennes ?
- Est ce que les hydrocarbures rejetés peuvent causés une pollution marine ?
- Quels est l'impact des hydrocarbures rejetés sur la faune et la flore marine ?
- le travail s'articule autour :
 - D'une partie théorique comptant deux chapitres :
 - Le premier chapitre présentation de la région d'étude et la description générale de la raffinerie de Skikda
 - Le second chapitre consacré à la pollution des eaux de mer
 - D'une partie pratique comportant deux chapitres :
 - Dans le troisième chapitre sont décrites les différentes méthodes d'analyses des paramètres mesurés à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration.
 - Dans le quatrième chapitre, sont présentées les résultats des analyses et leurs interprétations
 - Conclusion, perspectives et orientation.

Chapitre 1 :
Présentation de la
région d'étude

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

I.1-Description de la région d'étude :

Le golf de Skikda est un écosystème marin dont l'environnement biotique répond à diverses variations climatiques et humaines. La mise en valeur des mers côtières est rendue difficile par la complexité des institutions concernées. Une gestion intégrée nécessite donc une compréhension détaillée du système naturel en mer et sur le continent, des activités socioéconomiques ainsi que la connaissance des diverses sources de pollution potentielles pour le développement d'outils méthodologiques adaptés. (Gueddah 2003).

I.1-1 La situation géographique de la région de Skikda :

La région de Skikda est située au Nord-est de l'Algérie, elle s'étend sur une superficie de 4137 km². Elle dispose de 130 km de côte, de la Marsa à l'Est jusqu'à Oued Zhor au fin fond du massif de Collo à l'Ouest. La région de Skikda se situe entre les 36°5' N et 36°15' Nord des latitudes, 7°15' et 7°30' Est des longitudes, Elle est limitée par :

- la mer méditerranée au Nord ;
- la wilaya d'Annaba à l'Est ;
- la wilaya de Guelma au Sud – Est ;
- la wilaya de Jijel à l'Ouest ;
- la wilaya de Mila au Sud –Ouest ;
- la wilaya de Constantine au Sud



Figure 1 : Situation géographique de la région de Skikda (Google earth 2013 modifiée)

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

1.2 Topographie :

Le relief est très accidenté sur la frange littorale et dans les massifs de Collo, Azzaba et la Marsa (figure 2).

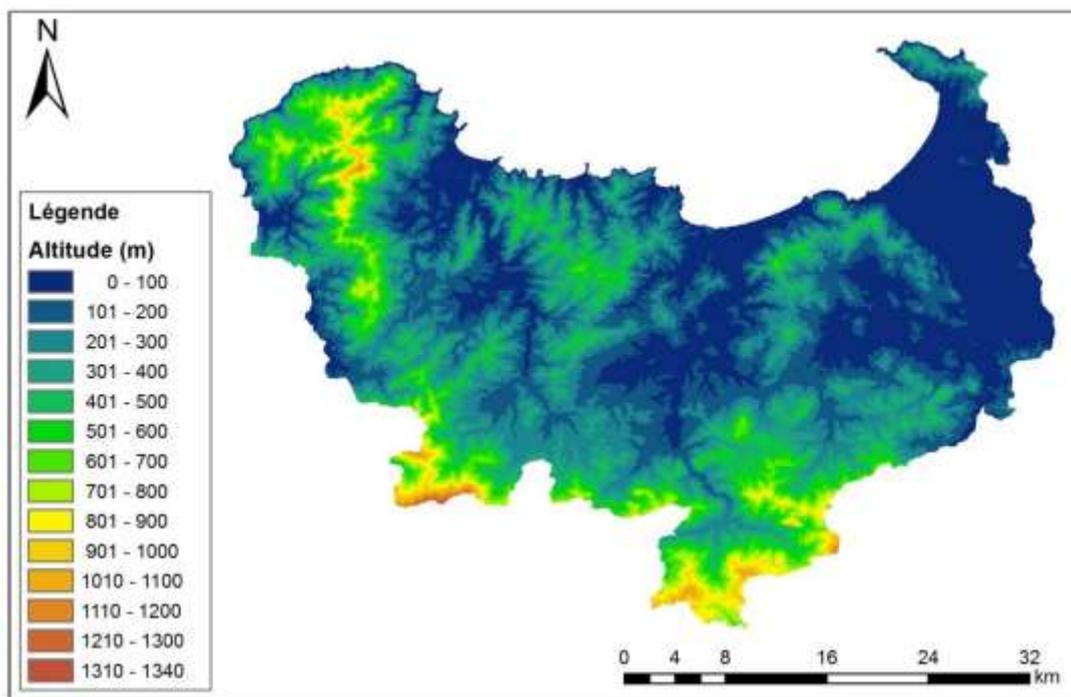


Figure 2 : Carte des altitudes de la wilaya de Skikda (Benamira 2017)

On rencontre différentes classes de pentes :

- Les pentes faibles (0 à 3%) occupent les plaines de l'ouest, notamment la plaine de Benazzouz et un petit bout de la ville de Skikda et sa plaine côtière. Elles occupent 9% du territoire.
- Les pentes moyennes (3 à 12%) représentent 23% du territoire.
- Les pentes fortes (12% et plus) occupent 68% de la superficie totale de la wilaya, c'est la zone des hauts piémonts de montagnes (Boukerzaza in Amiour, 2005).

On distingue trois types de zones topographiques : les montagnes, les plaines et les piémonts.

I.1.2.1 Les montagnes :

Elles constituent 60% de la superficie globale de la wilaya. Le territoire de Skikda se caractérise par un relief de montagne, un relief relativement aéré par un dispositif de basses terres : couloirs fluviaux, plaines côtières et bassin intérieurs (Amiour, 2005). Elles se divisent en plusieurs parties, constituées par des massifs.

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

I .1.2.2. Les plaines :

Les plaines de la vallée de Safsaf allongée dans une direction sud-est / nord-ouest, elle débute à El-Harrouch et déborde sur la petite plaine de Skikda par un long couloir partageant la wilaya en son centre, épousant les contours de l'oued Safsaf (**Amiour, 2005**). Les plaines de la vallée de l'oued Guebli débutent à Oum Toub, s'évasent au niveau de Tamalous, s'effilent jusqu'à Collo où elles s'évasent de nouveau. La plaine d'Azzaba, arrosée par l'oued El Kébir, elle s'étend d'Es-Sebt à Azzaba jusqu'à Djendel où elle présente un étranglement débouchant à Ain Charchar et Bekkouche Lakhdar. (**Benamira 2017**).

I 1.2.3. Les piémonts :

Les piémonts sont localisés en particulier dans les régions d'El-Harrouch et Azzaba. (**Brahimi et Halladj in Amiour, 2005**).

I.3. Sol :

L'Est de la wilaya de Skikda est formé exclusivement de sols peu évolués d'apports éoliens ou alluvionnaires. La majorité des sols sont situés en zones relativement planes et qui présentent des contraintes aux dépôts éoliens généralement instables et pauvres chimiquement. Dans la plaine de Guerbès les sols sont de deux types, soit sableux soit argileux. Les sols sableux se développent dans la partie Nord et Nord-est et forment une barrière qui sépare les dunes de la vallée de l'oued El Kébir Ouest. L'autre partie de cette plaine est argileuse (**Benderradji, 2000**). Au niveau du massif forestier de Collo dans la plupart des cas les sols sont de type forestier jeune, suffisamment profond et riche en éléments nutritifs qui résistent assez bien à l'érosion. Il s'agit surtout des sols bruns forestiers et de sols minéraux bruts ou peu évolués (**Trainer, 1991**).

I.4. Hydrographie :

Dans sa partie Nord-est, la wilaya de Skikda englobe un réseau hydrologique important, constitué par plusieurs oueds tels que oued El Kébir, oued Fendekh, oued Maboul, oued Magroune, oued Aneb, oued Dem El Bagraat, oued Bou Djenane et oued Ennkouche. Différents oueds constituent le bassin versant occidental de l'oued El Kébir, auquel viennent s'ajouter les sous-bassins versants de l'Est de Skikda et de l'Ouest d'Annaba ainsi que le bassin versant de Collo dans la partie Ouest de la région (**Boumezbeur, 2001**). Quatre grands oueds en plus de l'oued El Kébir, traversent cette zone. Il s'agit d'oued Guebli, d'oued Tamanart, d'oued Damous et d'oued Z'hour (**Roubault, 1934**). L'alimentation de la nappe phréatique, dans la localité d'Azzaba, se fait à partir des formations numidiennes Nord-Sud selon des gradients hydrauliques différents (B.E.G.A.S., 2002). Les eaux phréatiques contenues dans les dépôts récents d'argiles limono-sableuses, de graviers et de galets, ont un niveau libre. La plaine alluviale de Benazzouz est traversée par l'oued El-Kébir

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

Ouest sur une longueur de plus de 20 km (**Benderradji, 2000**). Tout le long de son trajet jusqu'à la mer de petites dépressions existent, se remplissent d'eau et donnent naissance à Garâat Béni M'hamed et à Garâat Moussissi.

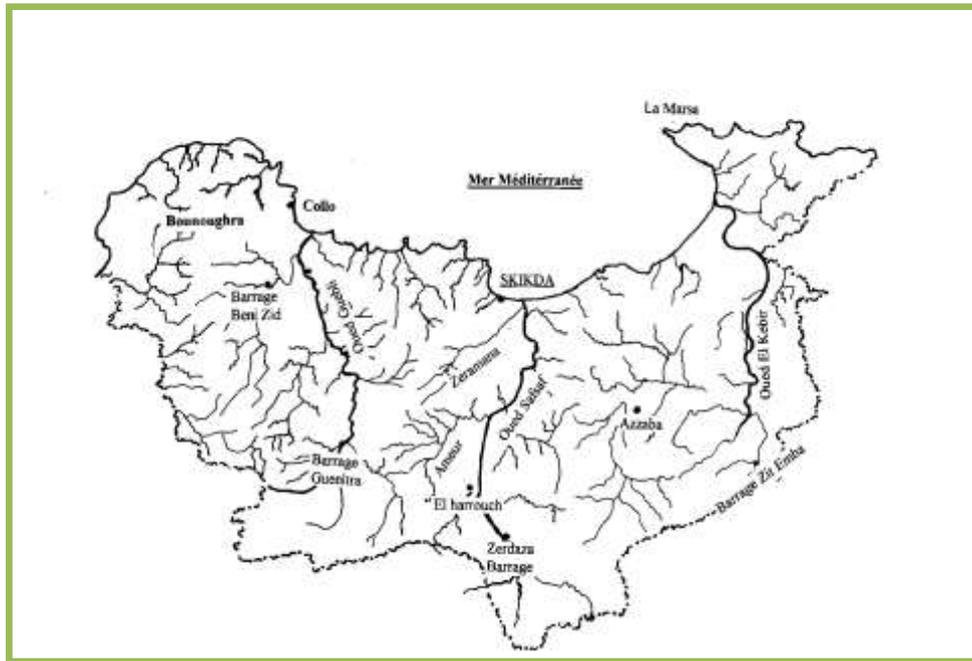


Figure 3 : Chevelu du réseau hydrographique de la région de Skikda. **Source : (DPAT Skikda Etude monographique 2006)**

1.5 Zone côtière :

S'étendant sur 130 km de côtes et couvrant une superficie maritime de 3069 km², la zone côtière de Skikda possède une succession de plages, allant de Tamanart à l'Ouest vers El Marsa à l'Est avec de vastes étendues de sable en alternance avec des falaises (**Figure 4**).

La façade maritime est caractérisée par un plateau continental dont les 2/3 sont accidentés.

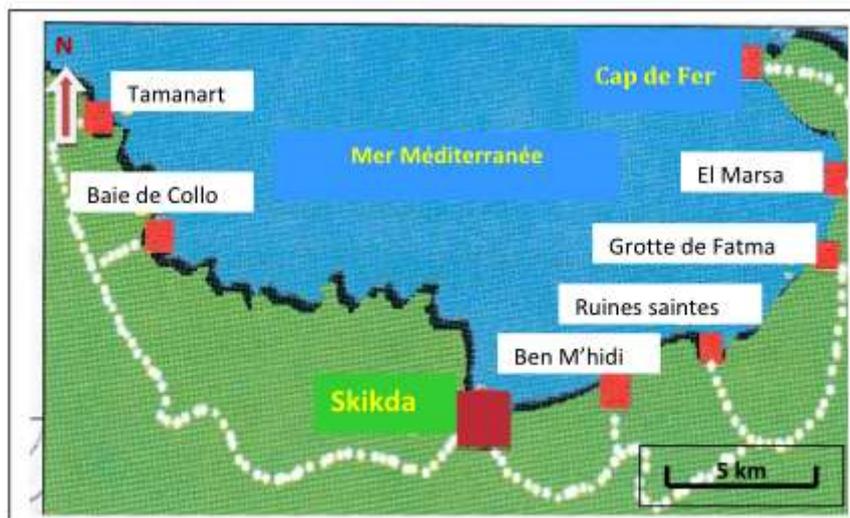


Figure 4 : Représentation de la zone côtière de la wilaya de Skikda (**Gueddah 2015**)

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

La côte de Skikda est divisée en 3 zones : la zone Ouest qui s'étend de l'embouchure de l'oued Zhor à l'Ouest, à Stora à l'Est, elle est généralement abrupte avec de hautes falaises, la zone centrale représentée par la côte de Ben M'hidi, les platanes, Guerbes et les falaises de Filfila et enfin la zone Est comportant les côtes de la Marsa et les falaises du Cap de Fer.

1.6. Caractéristiques climatologiques de la zone d'étude :

Le climat de la région d'étude est du type méditerranéen pluvieux en hiver et sec en été.

Pour l'étude climatique des zones études, les données viennent de la station météorologique de Skikda. (Berkani 2019).

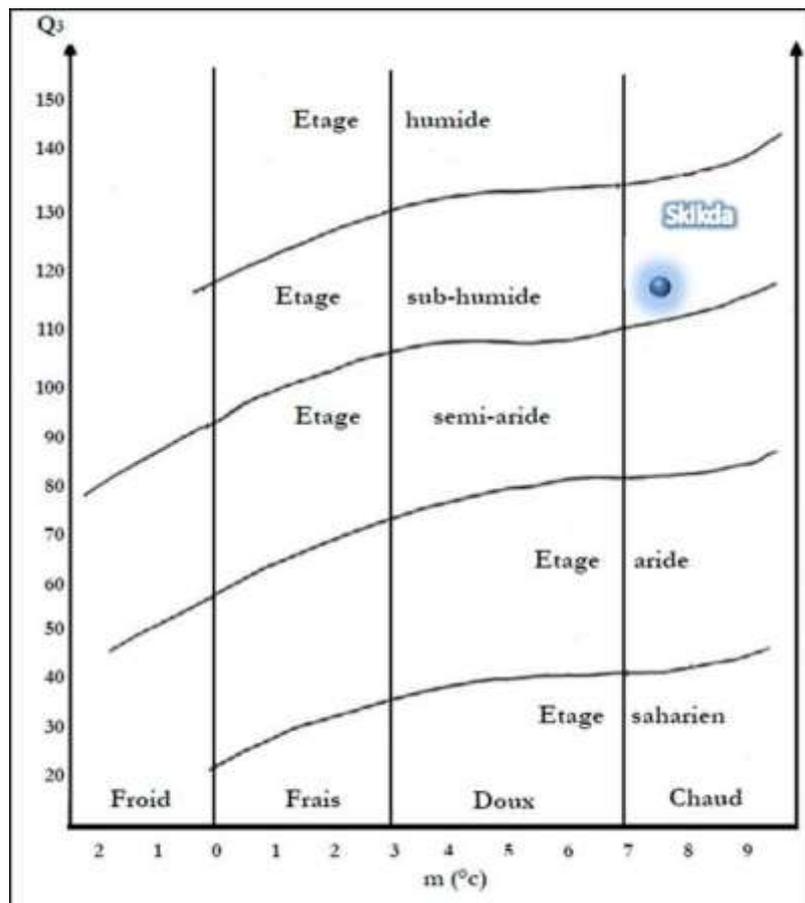


Figure 5 : Climagramme d'Emberger de la région de Skikda (1982-2010)

1.6.1 / Régime pluviométrique :

Le cumul moyen des précipitations annuelles enregistrées est de 830 mm/an. Ces précipitations sont enregistrées surtout en hiver (de novembre à février).

Le bilan hydrique mensuel et cumulé pour l'ensemble de la région de Skikda est établi à partir de l'évapotranspiration potentielle mensuelle moyenne qui caractérise la région et des cumuls mensuels moyens de précipitations. Le déficit hydrique annuel de l'ordre de 19,42 mm.

La période allant de juin à Septembre observe un déficit hydrique de l'ordre de 455,7 mm alors que les 8 mois restant accusent un bilan hydrique positif de l'ordre de 402,3 mm.

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

Tableau 1 : Bilan hydrique mensuel et cumulé

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total année
Précip. (mm)	132.77	92.57	65.69	62.19	42.69	27.11	3.82	14.27	40.11	108.75	114.7	133.91	838.58
E.T.P. (mm)	23.97	27.67	34.59	39.19	79.89	133.11	132.42	132.87	105.41	72.85	49.60	27.21	858
Bilan (mm)	+108.8	+64.9	+31.1	+23.0	-37.2	-106.0	-128.6	-118.6	-65.3	+35.9	+65.1	+106.7	-19.42

La période allant de 1995 jusqu'à 2005, la station de Skikda montre un régime pluviométrique relativement conséquent (784 mm/an). La saison sèche est cependant très accentuée, malgré la proximité du littoral et s'étale de juin à Août.

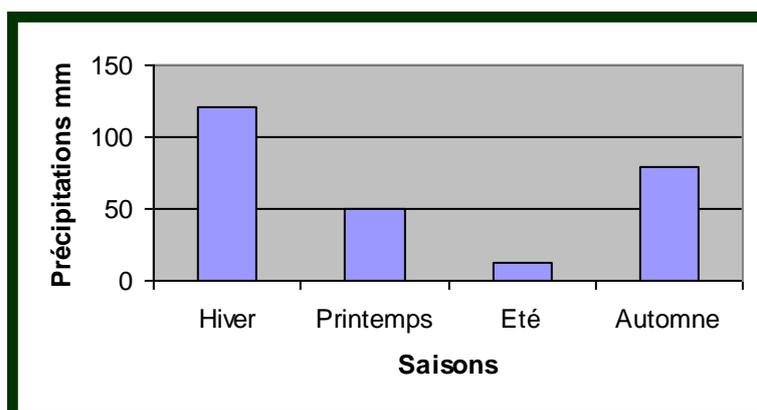


Figure 6 : Pluviométrie moyenne saisonnière dans la station de Skikda (1995 – 2005)

1.6.2 / Régime thermique :

Des températures contrastées.

Le régime thermique possède une influence déterminante aussi bien dans le domaine de l'écologie et de l'agriculture (impact sur la faune et la flore) que dans le domaine de la pollution (accélération ou ralentissement des processus chimiques dans l'atmosphère et sur leur concentration dans l'hydrosphère).

Les températures d'été rencontrées dans la région de Skikda durant la période 1995 à 2005 sont relativement moyennes variant de 23°C à 28°C, avec des valeurs maximales de 35°C en rouge. Pendant la saison hivernale, les températures moyennes pondérées se situent entre 12°,5C et 17°C en bleu, avec des températures minimales allant de 4,2 à 6°C en jaune

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

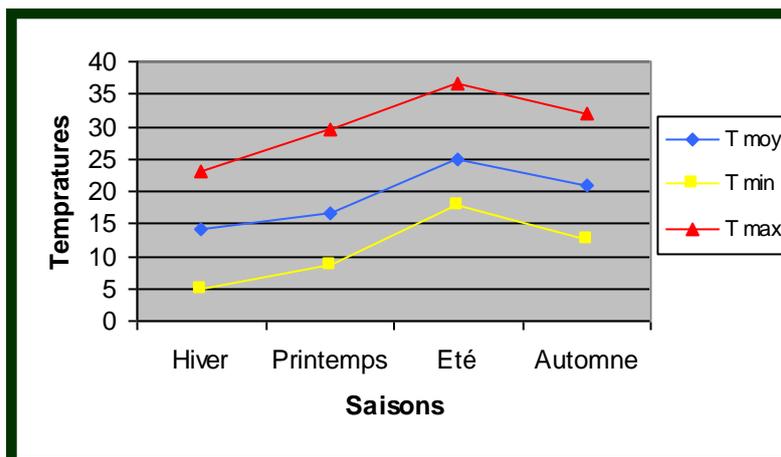


Figure 7 : Températures moyennes saisonnières de la station de Skikda (1995 – 2005).

1.7 / Les vents :

La zone littorale de Skikda, est particulièrement soumise à des vents qui sont généralement moyens à très violents dont la vitesse peut atteindre les 130 km/h en entraînant de multiples dommages. A l'échelle annuelle, les vents dominants sont de secteur Sud. La deuxième direction dominante est la direction Nord (figure 8).

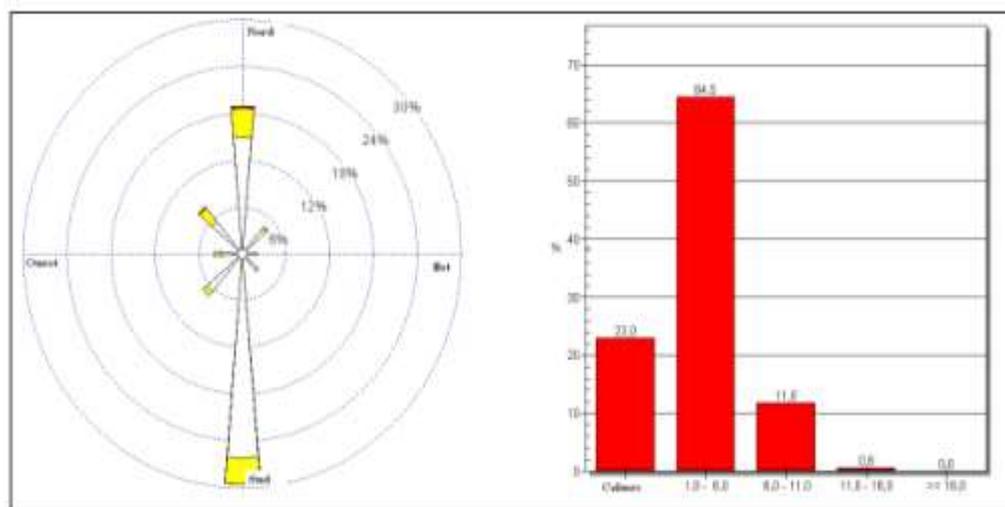


Figure 8 : Rose des vents annuelle de la région de Skikda (Etude de danger (projet de Topping Condensat dans la zone industrielle de Skikda)

1.8 Faune et flore :

La wilaya de Skikda présente le linéaire côtier le plus long des wilayas côtières (130 km) et présente des potentialités naturelles importantes.

Skikda recèle une grande richesse en faune marine qui se trouve représentée par près de cinquante espèces pêchées dans les eaux territoriales de la wilaya et un nombre non déterminé d'espèces non pêchées et donc non recensées. La faune terrestre de la région est celle qui caractérise la forêt algérienne : sanglier, chacal, etc.

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

D'une façon générale, la flore de la région de Skikda est assez riche et comporte plusieurs espèces rares, qui sont de formes différentes : les espèces végétales qui colonisent la baie de Skikda (espèces marines) et les terrains (continent). (Abderrahmane 2019).

1.9 / Milieu économique et social de la région d'étude :

1.9.1/ Démographie et population :

La wilaya de Skikda totalise aujourd'hui près de 889 367 habitants avec 70% de population urbaine et seulement 30% rurale. Depuis l'indépendance, l'effectif de la population de la wilaya de Skikda a marqué une nette évolution, liée essentiellement au développement industriel et urbain. La strate rurale ne fait que diminuer suite aux migrations vers les villes.

1.9.2/ Situation économique :

Dotée d'une situation géographique stratégique, la wilaya de Skikda connaît une activité économique très importante. Le réseau routier a pu renforcer cette activité, il est composé de 331 Km de routes nationales. Aussi, Skikda est relié par voie ferrée aux wilayas d'Annaba, Constantine et Jijel. De plus, c'est un site d'infrastructures portuaires très important dans l'Est algérien, comprenant essentiellement cinq ports :

- un nouveau port d'hydrocarbures situé au niveau de la plate-forme pétrochimique,
- un port mixte (hydrocarbure/marchandise),
- un port de pêche à la commune de Stora,
- un port de pêche à la Marsa (Daïra de Benazouz)
- un port de pêche à Collo.



Figure 9 : Photographie satellitaire montrant les 3 ports de Skikda.

1. Port de pêche, 2. Ancien port, 3. Nouveau port (Google earth, 2014 modifiée).

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

1.10. Infrastructures portuaires :

1.10.1 Port mixte (Ancien port):

Le port mixte, situé au chef-lieu de la ville de Skikda entre la longitude Est $6^{\circ}54'30''$ et la latitude Nord $36^{\circ}53'20''$ est doté à l'origine de 7 postes à quais, et il est spécialisé dans le traitement de marchandises diverses. Il a bénéficié de programmes d'aménagements portuaires d'envergure et qui ont permis d'augmenter substantiellement ses capacités d'accueil.



Figure 10 : Photographie satellitaire du port mixte (Google earth, 2014, modifiée).

1.10.2. Nouveau Port (Terminal pétrolier) :

Se trouvant à l'Est de la ville de Skikda et au Nord-Ouest de la plate-forme industrielle, le nouveau port de Skikda se situe entre la longitude Est $6^{\circ}57'00''$ et la latitude Nord $36^{\circ}55'53''$, l'accès maritime se caractérise par une passe d'entrée de 250m de longueur et -18 m de profondeur. Ce port dispose d'un bassin de 59 ha et d'un cercle d'évitage de 550 m (**Figure 11**).



Figure11 : Photographie satellitaire montrant les infrastructures du nouveau port de Skikda (Google earth, 2014 modifiée)

Le nouveau port de Skikda est le 2^{ème} port à hydrocarbures en Algérie, avec un trafic global d'environ 23.106de tonnes, il assure la livraison des produits d'hydrocarbures raffinés, gazeux, les aromatiques et de pétrole brut et dérivés, de la raffinerie de Skikda aux marché national et international.

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

1.10.3 Pêche :

Dans la wilaya de Skikda, la pêche représente une activité économique importante, cependant, comme pour la plupart des wilayas côtières, le secteur de la pêche reste marginalisé et les ressources marines sont par conséquent mal gérées et parfois même sous exploités. Les ressources halieutiques de la wilaya de Skikda sont estimées à 19200 tonnes avec 14400 tonnes en petits pélagiques et 4800 tonnes en espèces démersales. Le secteur de pêche offre actuellement en moyenne 5000 tonnes de poissons dont plus de 70% de poissons bleus et génère environ 2688 emplois. (**Direction de la pêche de Skikda, 2008**).

1.11. Agriculture :

Les différentes strates végétales naturelles et culturales qui composent le territoire wilaya œuvrent pour le triptyque agro-sylvo-pastorale. En effet, avec une superficie agricole totale (SAT) de 193 179 ha et une superficie agricole utile (SAU) de 131 879 ha dont 15300 ha en irrigué l'agriculture demeure, avec l'industrie, l'un des principaux secteurs d'activité de la wilaya de Skikda (**A.N.D.I., 2013**).

1.12. Production industrielle :

SONATRACH est la compagnie algérienne de recherche, d'exploitation, de transport par canalisation, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Elle intervient également dans d'autres secteurs tels que la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables et le dessalement de l'eau de mer. Elle fournisse métiers au niveau national et international (**Geddah, 2003**).

Les complexes pétrochimiques représentés essentiellement par :

Le Complexe de Raffinage (RA1/K) et le le Complexe de Liquéfaction de gaz (GL1/K) auxquels s'ajoutent ; la Centrale Thermique Electrique (CTE), l'Entreprise Nationale du Marbre (Enamarbre), la cimenterie de Hjar Essoud, le Complexe mercuriel d'Azzaba en plus des unités agroalimentaires et extractives.

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

I.2 Présentation de la zone d'étude :

Nous allons présenter la raffinerie de Skikda appelée RA1/K et le procédé de la STEP de l'industrie.

I.2.1 Raffinerie de Skikda (RA1/K) :

La raffinerie de Skikda (RA1K) a pour mission de transformer le pétrole brut de Hassi Messaoud en fractions pétrolières finies ou semi finies valorisables sur le marché intérieur ou extérieur. Sa capacité de traitement, initialement de 15.000.000 t/an, a été portée à 16.500.000t/an après sa rénovation et constitue la plus grande raffinerie d'Afrique. De même, elle traite le brut réduit importé avec une capacité de 277.000 t/an pour l'obtention des bitumes routiers et oxydés.



Figure 12 : La raffinerie de RA1K.

I.2.2 Situation géographique :

La raffinerie est située dans la zone industrielle à 7 Km à l'Est de Skikda et à 2 Km de la mer, elle est aménagée sur une superficie de 190 hectares. Elle est alimentée en brut Algérien par l'unité de transport ETU de Skikda (c'est une station intermédiaire de Hassi Messaoud). Le transport du pétrole brut est réalisé à l'aide d'un Pipe-line à une distance de 760 Km du champ pétrolier jusqu'au complexe.



Figure 13 : situation géographique de la RA1K dans la zone industrielle de Skikda (**Google maps 2024**)

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

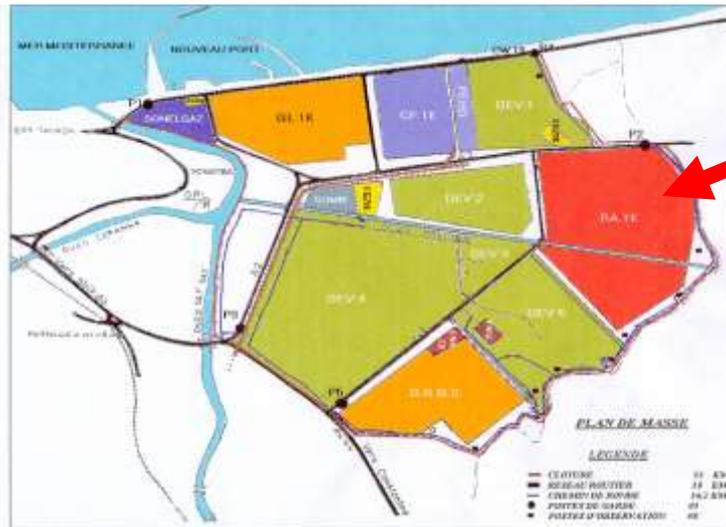


Figure 14 : Plan de masse de la raffinerie RA1K dans la zone industrielle de Skikda.

La raffinerie de Skikda est composée de plusieurs unités :

- Trois unités de séparation et de traitement des gaz (U30/31/104)
- Deux unités de distillation atmosphérique, Topping (U10/11).
- Une unité de production des bitumes : distillation sous vide. (U70).
- Une unité de prétraitement et reforming catalytique1 : Magnaforming (U100).
- Une unité de prétraitement et reforming catalytique2 : Platforming ((U101/103)
- Une unité d'extraction des aromatiques (U200).
- Une unité de cristallisation et de séparation du paraxylène (U400).
- Une (01) unité de stockage, mélange et expédition MELEX (U600).
- Unité 500 : isomérisation de m, ortho xylène en para xylène.
- Unité 700/701/702/703 : isomérisation du naphta léger A
- Système Blowdown: torche (U1090).
- Unité 62 : déminéralisation des eaux.
- Unité 900 : purification de l'hydrogène.
- l'unité la plus intéressante et qui rentre directement dans notre problématique c'est l'unité 1100.

I.3. Unité 1100 : Traitement des effluents :

Le procédé utilisé pour l'épuration, consiste en une série d'opérations pour :

- La neutralisation du pH.
- L'élimination des polluants dissous.
- La séparation des substances en suspension.

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

Les rejets récupérés avec l'eau sont envoyés dans un bassin, le fond du bassin est envoyé vers un réseau de traitement physique, ou une séparation physique des particules et impuretés

Présente a lieu par filtration, ensuite ces effluents sont envoyés vers un traitement chimique ou les particules en suspension sont piégées et neutralisées par des réactions chimiques, et ou le pH de l'eau est contrôlé ; finalement l'eau passe par un procédé bactériologique ou des bactéries finissent d'éliminer les impuretés présentes dans l'eau

I.4. Le procédé de traitement des eaux usées dans RA1/K :

I.4.1 Caractéristiques des eaux dans l'industrie du pétrole (eau de process) :

Les paramètres caractérisant la pollution potentielle dans l'eau résiduaire du raffinage et de pétrochimie sont constitués d'une part, par les paramètres généraux communs avec les eaux résiduaires urbaines (ERU), et d'autre part, par les paramètres à l'industrie du pétrole (les hydrocarbures, etc.)

Tableau 2 : Caractéristiques de l'eau de process

Paramètres	Valeurs moyenne
pH	7,5
Hydrocarbures en suspension	≤1000 mg/l
Température	30 °C
DBo5	240 mg /l
DCO	360 mg/l

I.4.2 Caractéristiques de l'eau traitée :

Le décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limitent des rejets d'effluents liquides industriels présentés au **tableau 3** suivant :

Tableau 3 : Normes algériennes de rejets des eaux résiduaires traitées

Paramètres	Unité	Valeurs limites	Tolérance aux valeurs limités anciennes installations
Débit d'eau	m ³ /t	1	1,2
Température	C°	30	35
pH	-	5,5-8,5	5,5-8,5
DBO5	-	25	30

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

DCO		100	120
MES	mg/l	25	30
Azote total		20	25
Huiles et graisses	mg/l	15	20
Indice de Phénols	g/t	0,3	0,5
Hydrocarbures	g/t	5	10
Plomb	mg/l	0,5	1
Chrome 3+	-	0.05	0.3
Chrome 6+	-	0,1	0.5

I.5. Description du procédé dans chaque bassin de la STEP :

Pour permettre une description assez claire du procédé, on détermine le système de collecte des vidanges de la RA1K qui se base sur la séparation et le traitement des eaux polluées :

Eau de lavages des réchauffeurs d'airs des chaudières ;

- Drainage des filtres après régénération ;
- Drainage pour nettoyage réservoirs contenant les hydrocarbures ;
- Drainage des eaux de pluies accumulées ;
- Drainage des eaux (de traitement et refroidissement) des unités de procédés.

Ces eaux polluées parviennent à l'unité de traitement au moyen d'un réseau de conduites déversant la charge hydraulique dans le bassin de collette B1.

Le débit en période normale est de 200 m³/h, alors qu'il peut atteindre 2600 m³/h en période pluviale. Deux stations de pompage sont installées au niveau du bassin B1 :

-La première comprenant les pompes P1 A/B/C/D conçues pour le transfert de l'eau en excès du débit nominal au réservoir S8 pour décantation ;

-La seconde station comprenant les pompes P2 A/B/C, qui transfèrent le débit nominal au traitement préliminaire. Cependant, on a le mode de fonctionnement pour le maintien du niveau dans le bassin B1.

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

I.5. 1 Bassin de Déshuilage (API) :

Le prétraitement des eaux huileuses est effectué dans les deux séparateurs B2 A/B disposés en parallèle, où a lieu la flottation spontanée des particuliers d'huiles et la sédimentation des matières en suspension. La séparation sera complète pour les particules en suspension caractérisées par une vitesse verticale supérieure à 0,6 m/h.

Un chariot-pont (API) équipé d'un écumoire de surface, et un racleur de fond rassemble les boues en les conduisant au puisard placés dans les séparateurs où elles sont extraites automatiquement par les clapets pneumatiques S D2 et S D3 et envoyées à la cuve B7.

Ce même chariot-pont transporte les écumes de surfaces aux goulettes d'extraction d'où elles coulent par gravité au puisard B3.

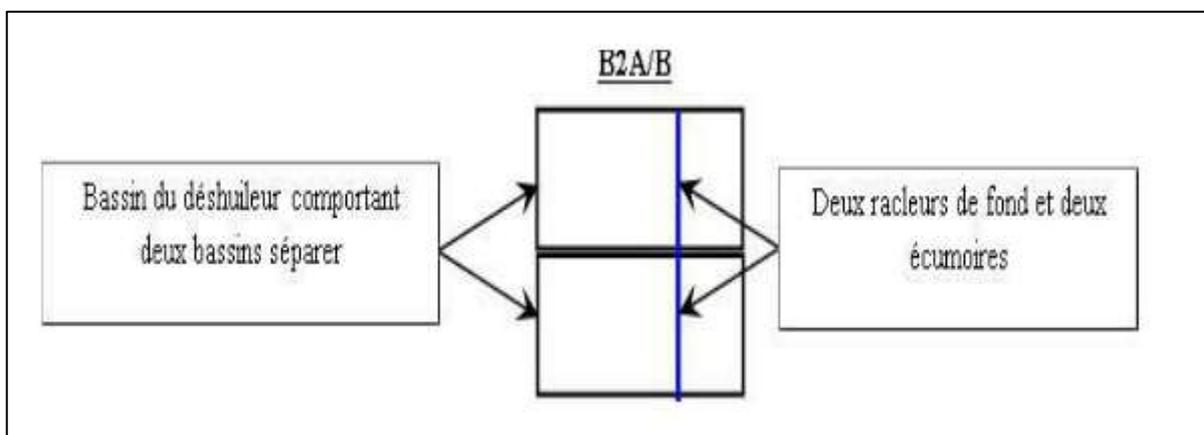


Figure15 : schéma Bassin de Déshuilage (API)

I.5.2 - Mixage rapide des eaux (bassin de coagulation) :

L'eau ayant subi le premier traitement dans les deux séparateurs (B2 A/B), arrive au bassin de mixage rapide B5 A ; dans lequel on introduit le coagulant le sulfate de fer (FeSO_4) pour provoquer la coagulation. On soumet le contenu de ce bassin de mélange à une agitation mécanique intense (500 w/m^3), pour l'obtention d'un mélange parfait qui parviendra par la suite au bassin de contrôle de pH (B5-B).

I.5.3 Bassin de contrôle du pH :

Le contrôle du pH consiste à le maintenir à sa valeur optimale « 7 » pour provoquer la floculation, suivant le cas, on ajoute soit HCl soit $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Dans ce bassin, l'agitation est réalisée par insufflation d'air avec un débit de $15 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ de la cuve. Cette aération permet l'oxydation du fer de l'état bivalent à l'état trivalent ce qui provoque la coagulation et la floculation et enfin une précipitation du $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

I.5.4 Bassin de floculation :

La floculation a lieu dans le bassin B5B où par addition de polyélectrolyte avec une légère agitation mécanique (75 w/m^3) s'effectue la coalescence des flocons formés dans la cuve B5B. Ainsi on a pu remarquer que les huiles émulsionnées en très fines gouttelettes sont absorbées sur les flocons.

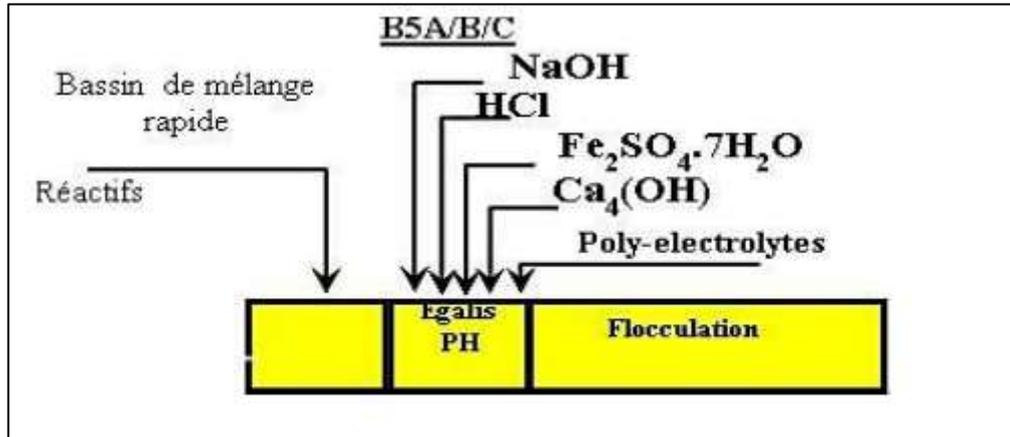


Figure16 : schéma Bassin de coagulation- floculation et Contrôle du pH

I.5.5 Bassin de flottation à air dissous :

Les courants floclés passent au bassin circulaire B6 où ils sont mélangés intimement à l'entrée avec l'air dissous sous forme de bulles ayant un diamètre de $10 - 30 \mu\text{m}$. On obtient ainsi la flottation des matières en suspension contenues dans l'eau. Ce bassin de flottation B6 équipé d'un système d'écumoire de surface transporte ce qui est flotté à l'entonnoir d'accumulation, d'où il est transféré en continu par gravitation au bassin B7A. Le racleur de fond quant à lui, transporte les sédiments au puisard du flotteur d'où est effectué le transfert par gravité aussi grâce à l'ouverture automatique de la vanne SD4 au même bassin B7A (bassin des boues) .

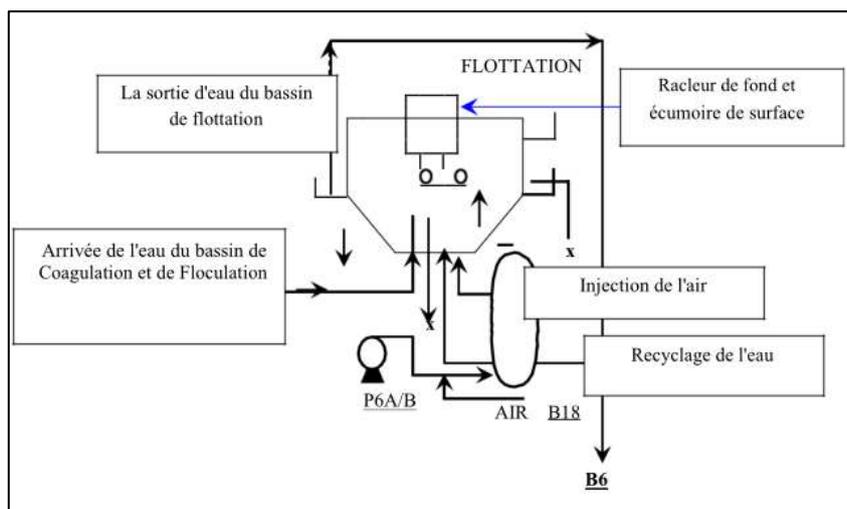


Figure17 : schéma Bassin de Flottation à air dissous

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

I.5.6 Bassin de correction du pH, addition de flocculant et dosage des nourissants (éléments nutritifs) :

Généralement le pH optimal de floculation coïncide avec celui requis à l'entrée du traitement biologique à boues activées, compris entre 6 et 8. A cet effet, un bassin B18 a été conçu pour le rapport du pH à sa valeur toujours à l'aide de HCl ou Ca(OH)₂ suivant le cas ; et enfin de s'assurer d'une nette amélioration de la qualité de l'eau. Il est effectué un dosage de flocculant FeSO₄ et de polyélectrolyte au niveau du bassin B18 qui procède précède juste la phase biologique.

Le phosphore et l'azote nécessaires au procédé biologique sont introduits sous forme de phosphate tri-sodique (Na₃PO₄) et de sulfate d'ammonium [(NH₄)₂(SO₄)].

L'agitation pour mélanger les réactifs est obtenue par insufflation d'air pour deux raisons essentielles :

Pour saturer l'eau devant subir un traitement biologique, en oxygène dissous ; Et, pour provoquer l'oxydation du fer.

I.5.7 Bassin de traitement biologique, à boue active :

Le courant provenant de la correction du pH, arrive à la cuve d'oxydation (bassins de boue activées - B13 A/B) où les turbines d'aération superficielles (ME 1.3 A/B) livrent l'oxygène nécessaire au procédé. Le volume des bassins d'aération est de 1176 m³ et la concentration prévue des boues est 3.5 kg/m³.

Les turbines ont une capacité d'oxygénation totale de 50 kg/h, en cas d'arrêt de l'une ou l'autre pourra accepter tout le débit avec de bons résultats, uniquement dans le but d'économiser l'énergie.

On contrôle la DBO₅ pour que l'oxygène dissous ne soit pas supérieur à 2.5 - 3 mg/l.

Pour obtenir une concentration de boues égale à 3.5 kg/m³, il est nécessaire de recycler environ 100 m³/h du B14 vers le B13 (bassins d'aération).

Les boues en excès tirées par le courant, et décantées au fond du B14, sont envoyées de manière continues au bassin (B7B) qui correspond à une concentration de 2 m³/h à extraire en continuité.

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

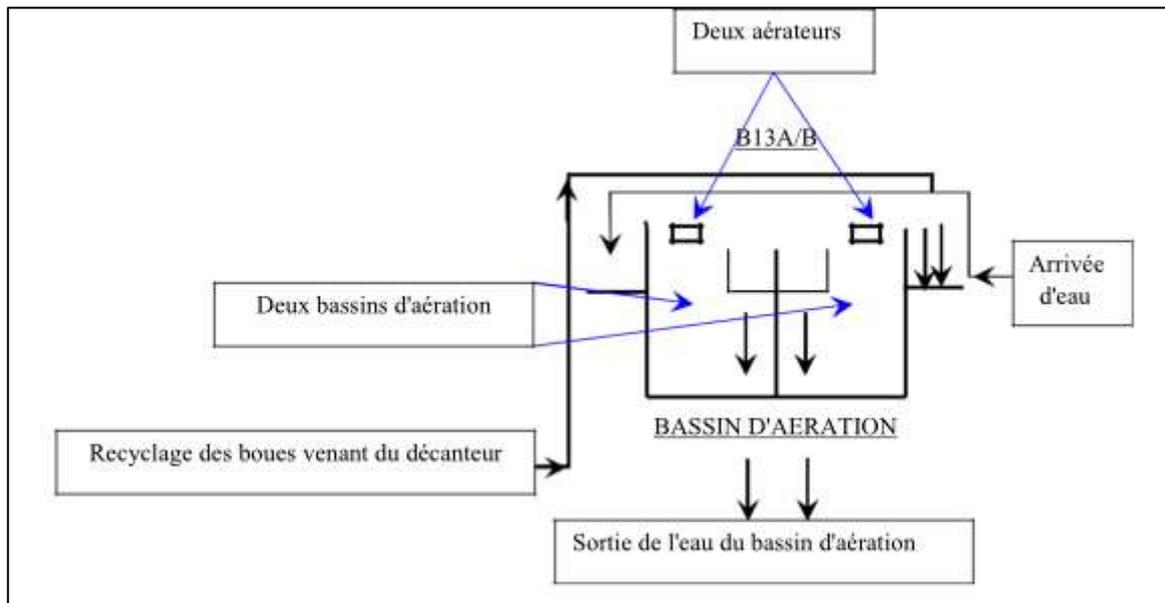


Figure 18 : schéma Bassin de boue active

I.5.8 Filtration sur sable (affinage) :

La pompe P15 refoule aux filtres à sable le courant provenant du traitement biologique après son accumulation dans le bassin B15. Ce n'est que dans les filtres à sables V3 A/B/C où a lieu la séparation des solides en suspension qui ne sont pas sédimentés dans le décanteur B14, ainsi que les petites particules d'huile.

Les filtres sont dimensionnés de façon à permettre la digestion complète du débit maximal sur deux seulement, alors que le troisième est en phase de régénération.

Le contre lavage est effectué une fois par jour au moins soit automatiquement, soit manuellement et comme suit :

L'air du contre lavage est fourni par le compresseur (k13) et l'eau tirée du bassin B17 par la pompe P17, et enfin l'effluent est envoyé au bassin B1.

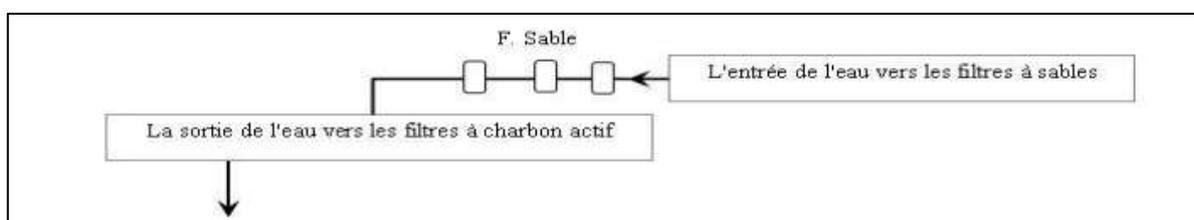


Figure 19 : Schéma d'un système de Filtre à sable

I.5.9 Filtration sur charbon actif

A sa sortie des filtres à sable, l'eau subit une dernière filtration sur filtre à charbon actif qui est en nombre de quatre (V2-A/B/C/D).

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

La régénération doit se faire toutes les 72 heures (3 jours) afin d'éviter l'empaquetage du charbon actif. Au cours du contre lavage, trois filtres restent en service et le quatrième en régénération. L'air et l'eau du contre lavage sont fournis par les mêmes machines prévus pour les filtres à sable, tandis que l'effluent recueilli dans la zone d'épuisement sera envoyé au bassin B1. Cette régénération des filtres est effectuée dans le but d'éliminer l'empaquetage des grains de charbon et des matières en suspension, échappées aux filtres à sable. Le renouvellement de la charge du charbon actif est réalisé tous les (5 à 10 ans).

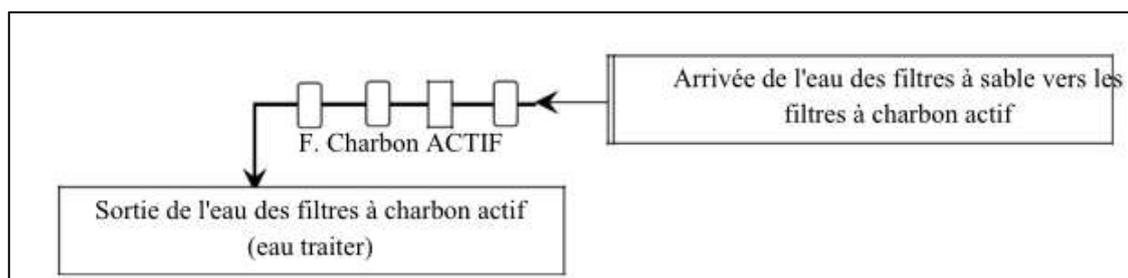


Figure 20 : schéma de système F. Charbon actif

I.5.10 Traitement des huiles :

Les huiles séparées dans le réservoir d'accumulation S8 et dans les deux déshuileurs B2 A/B parviennent au puisard B3 puis renvoyées par la pompe (MP3) au traitement des huiles à l'unité 600.

I. 5.11 Traitement des boues :

Les boues issues généralement des séparateurs réservoirs S8, s'écoulent dans le bassin B7A, équipé d'un API, du flotteur B6 et du fond de l'agitateur racleur (ME7).

Ainsi, les boues mélangées puis raclées et transférées au bassin B7B où elles vont s'ajouter aux boues en excès provenant du traitement biologique.

Par la suite, la pompe MP7 alimente l'épaisseur B19, où il y a une séparation de l'huile et l'eau de la boue. L'émulsion eau/huile est renvoyée au bassin B1 et la boue épaissie est transférée aux centrifugeuses de déshydratation par une pompe d'Archimède excentrique, ou pompe à visse [MP19] avec un débit allant de 0,5 à 3 m³/h.

Les boues séparées sont transportées sur container ou dans des véhicules appropriés pour l'évacuation pour leur réutilisation dans divers domaines par exemple à l'agriculture.

Les deux suivants schémas présentent les étapes de traitement des eaux usées industrielles de la raffinerie RA1/K :

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

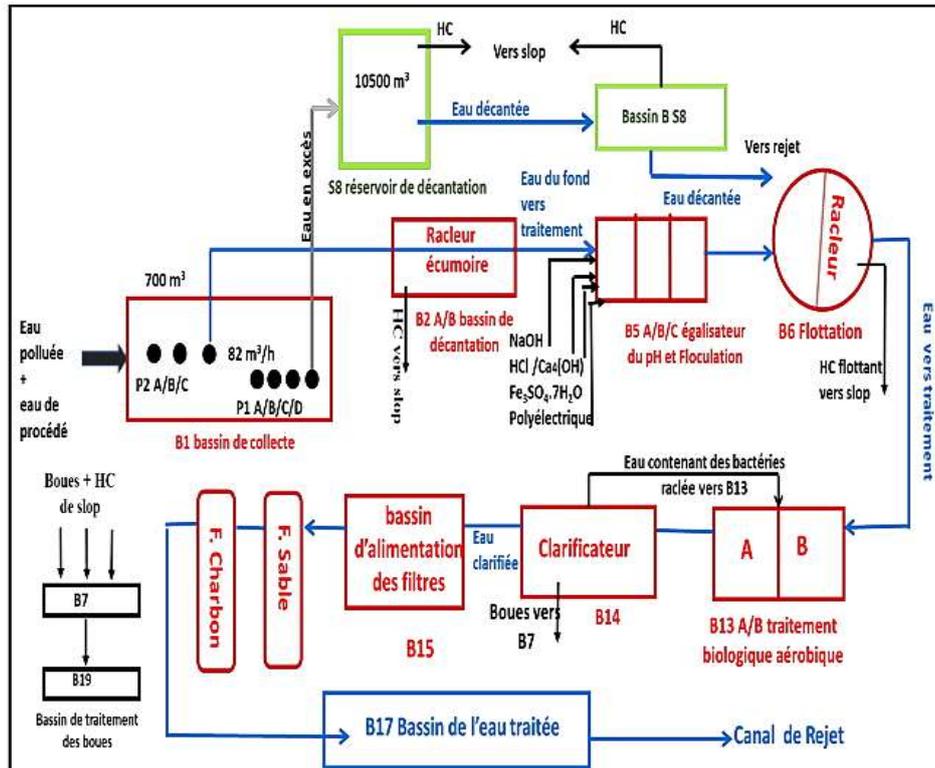


Figure 21 : schéma de traitement d'eau au niveau de l'unité (U1100)

Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude

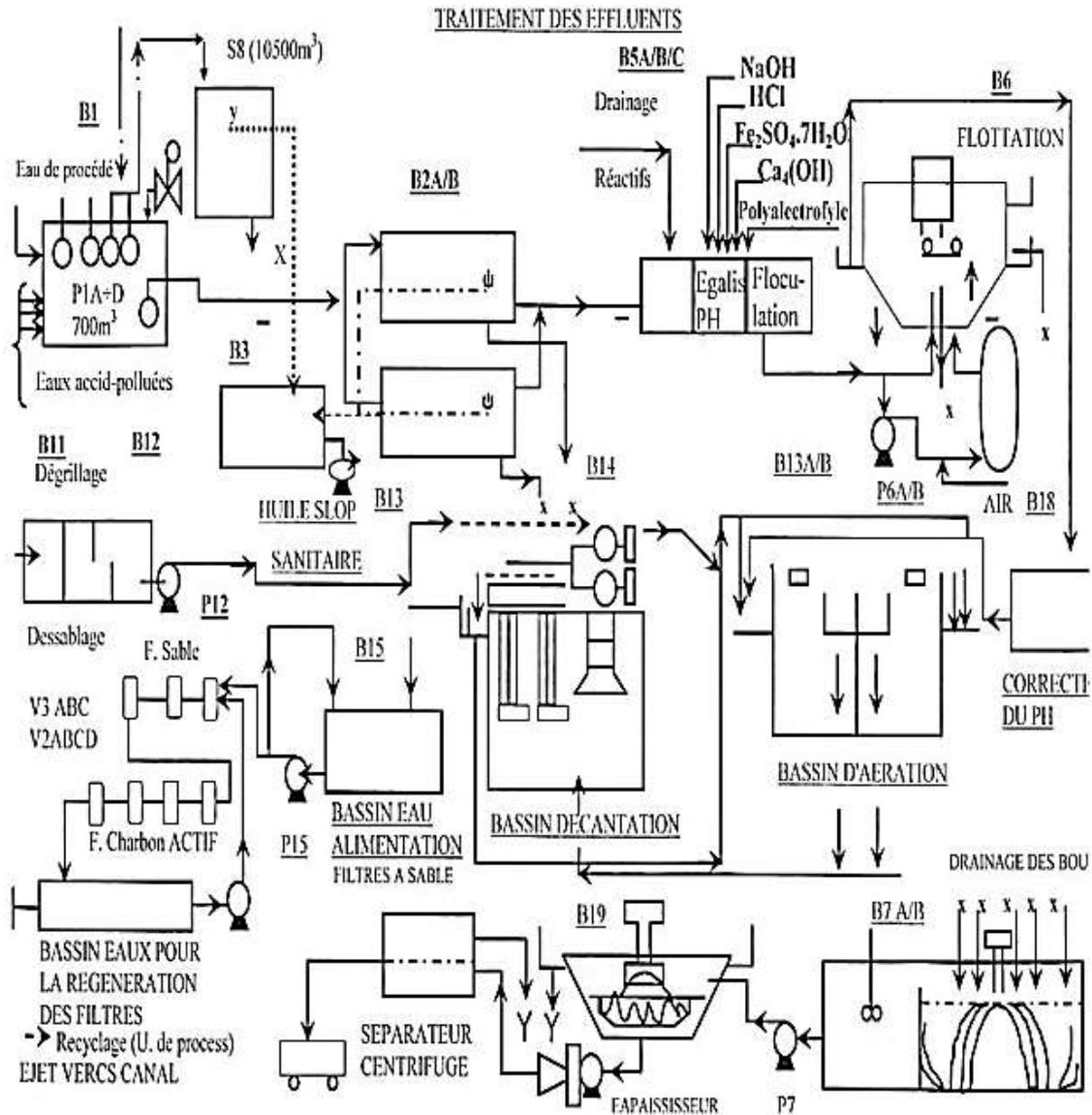


Figure 22 : Principe de traitement des effluents (U1100)

Le schéma ci-dessus est un schéma global de l'unité 1100 qui présente toutes les étapes de traitement des eaux usées qu'elle reçoit

Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer

Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer

II.1. La pollution des eaux de mer :

Le terme « pollution » désigne toute modification indésirable du milieu naturel générée principalement par les activités humaines, qui sert à la création d'un environnement extérieur complexe par les interactions entre les polluants naturels et artificiels. Grâce aux principales voies de circulation de la matière dans l'environnement les polluants finissent souvent dans la mer **(Beiras, 2018 ; D'Amato et al. 2015)**.

Les masses maritimes sont considérées comme des espaces de dilution de pollution terrestre, dont 80% ~ 6,4 10⁹ kg de déchets de la pollution marine est d'origine terrestre **(Goery, 2014; Weis, 2014)**.

- La commission océanographique intergouvernementale définit la pollution marine comme l'introduction directe ou indirecte des substances, des déchets, ou d'énergie qui sont issues des activités anthropiques dans le milieu marin **(Gerlach, 1981)**.

Toutes ces polluants sont susceptibles d'entraîner des effets nuisibles pour les ressources vivantes et les écosystèmes marins, d'où l'intervention de l'organisation maritime internationale (OMI) qui agit dans un premier temps contre la pollution, principalement par l'interdiction du déversement de certaines matières dangereuses en mer **(Goery, 2014 ; Karim, 2015)**.

- Selon la Convention des Nations-Unies sur le Droit de la mer, « on entend par pollution du milieu marin » l'introduction directe ou indirecte, par l'homme, de substances ou d'énergie dans le milieu marin, y compris les estuaires, lorsqu'elle a ou peut avoir des effets nuisibles tels que dommages aux ressources biologiques et à la faune et la flore marines, risques pour la santé de l'homme, entrave aux activités maritimes, y compris la pêche et les autres utilisations légitimes de la mer, altération de la qualité de l'eau de mer du point de vue de son utilisation et dégradation des valeurs d'agrément » **Article 1-4 de la convention des nations unies sur le droit de la mer 1982**.

- Au niveau des textes nationaux, le Code maritime, la pollution marine, est considéré comme pollution marine, « tout déversement, rejet, immersion ou incinération en mer de matières ou substances de toute nature susceptibles de porter atteintes à la santé publique et aux ressources biologiques, d'entraver les activités maritimes, d'altérer la qualité de l'eau de mer, du point de vue de son utilisation ou de dégrader les valeurs d'agréments de la mer». **Article 210 du code maritime**.

- Alors que la Loi relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable définit la pollution de l'eau, comme : « L'introduction dans le milieu aquatique de toute substance susceptible de modifier les caractéristiques physiques et/ou biologique de l'eau et de créer des risques pour la santé de l'homme, de nuire à la faune et à la flore terrestres et aquatiques, de porter atteinte à l'agrément des sites ou de gêner toute autre utilisation normale des eaux.

Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer

Article 4 de la Loi 03-10 du 03 Juillet 2010 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

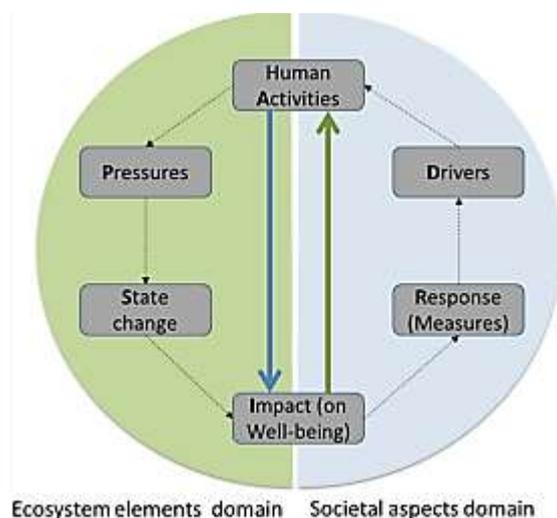


Figure 23 : Les impacts des activités humaines sur l'écosystème marin (Bryhn et al. 2020).

II.1.1. Sources de pollution :

Les polluants sont transportés à la mer par trois voies principales : par atmosphère, par apport fluvial ou par déversement directe dans la mer, causant la pollution marine qui est le fait des sources urbaines, agricoles, marines ou industrielles (Beiras, 2018 ; Goeury, 2014).

II.1.1.1- Pollution urbaine :

Source constitue des eaux usées et des eaux de ruissellements provenant des zones urbaines et rurales polluées contenant : de nombreux détruits solides de petites tailles, une teneur importante de matières minérales en suspensions (sable, graviers, poussières), une forte concentration de substances d'utilisations quotidiennes (lessivage de parking, le phosphate contenant dans les détergents des eaux usées urbaines).

Les effluents urbains sont actuellement traités dans des stations d'épurations qui se déversent dans les eaux réceptrices par l'intermédiaire d'une canalisation (Beiras, 2018 ; Genin et al. 2003 ; Weis, 2014).

II.1.1.2. Pollution d'origine agricole :

Pollution émanant de l'application des engrais et des pesticides agricoles en terre, qui contient des grandes quantités d'azote, du phosphore et du nitrate.

Ces composés sont lessivés par les pluies et s'infiltrent dans les nappes phréatiques (Bliefert and Perraud, 2007 ; Tolba, 1992).

Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer

II.1.1.3 Pollution d'origine marine :

Ce type provient en partie des navires soit du fait d'accidents (naufrages, accidents de navigation des navires, les marées noires...) soit du fait d'actes volontaires (dégazages...) (Conil and Le Guern, 2013).

II.1.1.4. Pollution d'origine industrielle :

De nombreux polluants proviennent des zones industrielles constituent une importante source de pollution. Les rejets industriels sont caractérisés par leurs grandes diversités car ils proviennent de plusieurs sources : les activités des usines (chimie, traitement de surface, agroalimentaire), les activités de plate-forme pétrolière, les industries pharmaceutiques...etc.

Plusieurs déchets industriels sont volatils et persistants ; certains sont peu biodégradables tel que : les métaux lourds, d'autres sont biodégradables tel que : certains types de plastique qui se fragmentent en minuscules particules qui se mélangent avec les sédiments avant d'être remisent en suspension (Genin et al. 2003 ; Goeuru, 2014 ; Weis, 2014) (figure 24).

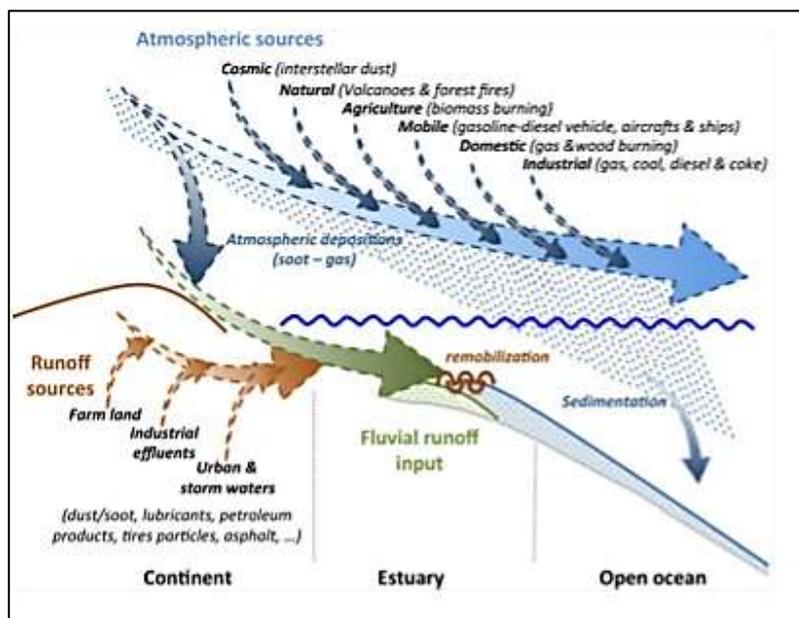


Figure 24 : Principales sources de la pollution marine (Duran and Cravo-Laureau, 2016).

II.2.2 Les principaux polluants d'eau :

Une connaissance des propriétés physicochimiques et biologiques des polluants est également nécessaire pour définir et évaluer le type de pollution (Kumar and Häder, 2012).

La pollution est immédiatement associée aux produits chimiques, mais selon leurs natures les polluants peuvent causer :

II.2.2.1. Pollution physique :

Deux types de pollution physique distingués selon leurs sources et leurs natures (tableau 4).

Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer

Tableau 4 : Les types de la pollution physique (Chartier, 1974 ; Moilleron, 2017).

Pollution	Nature	Source
Thermique	rejets d'eau chaude (non souillés, et chargés de calories)	centrales thermiques
Radioactive	radio-isotopes	installations nucléaires

II.2.2.2 Pollution chimique :

Ce type est généré par les substances chimiques proviennent des activités industrielles tel que : les composés chlorés, les hydrocarbures polyaromatiques, les pesticides et les produits pharmaceutiques. Ces polluants peuvent être persistants, bioaccumulables et toxiques (PBT), leurs fuites dans le milieu marin peuvent causer des dommages permanents à long ou à court terme (Beiras, 2018 ; Brown et al. 2017 ; Haque et al. 2019).

II.2.2.3. Pollution chimique minérale :

L'eau étant un très bon solvant permettant la mise en solution de nombreux composés avec lesquels elle sera en contact. La dissolution des sels, la corrosion des métaux et la dissolution des acides sont des phénomènes qui donnent lieu à des rejets caractérisés par des formes de pollution que l'on résume en :

- La température : L'élévation de la température dépend du mode d'utilisation de l'eau avant son rejet et surtout le parcours de l'eau avant l'exutoire ou la station d'épuration. En général l'eau doit être évacuée vers l'environnement a des températures inférieures à 30°C une eau plus chaude constitue une pollution.

II.2.2.3.1. Pollution chimique organique :

II.2.2.3.1.1 Les hydrocarbures :

Les composés constituent la fraction la plus importante du pétrole brut, de structure hydrophobe stable à faible solubilité et volatilité, ils sont considérés comme des molécules persistantes qui circulent pendant des millions d'années.

L'eau entraîne différents hydrocarbures ; lors de son utilisation les hydrocarbures de par leur densité relativement faible par rapport à l'eau forment des films de surface et empêchent toute oxygénation de celle-ci occasionnant des asphyxies de la faune et de la flore.

Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer

- Les flux des hydrocarbures dans les environnements marins sont contrôlés par la dégradation microbienne (**Duran and Cravo- Laureau 2016**).
- Il existe trois familles principales d'hydrocarbures :
 - les hydrocarbures aliphatiques
 - les hydrocarbures naphthéniques.
 - les hydrocarbures aromatiques.

Les autres composants du pétrole sont pour l'essentiel des résines et des asphaltènes qui contiennent en plus du carbone et de l'hydrogène des atomes de soufre d'azote et d'oxygène.

II.2.2.3.1.2 Les hydrocarbures aliphatiques :

Des chaînes de structure linéaire, relativement biodégradables et peu toxiques. Ils peuvent former jusqu'à 40 % de pétrole brut.

Sur le plan de la pollution marine ils présentent deux caractéristiques intéressantes :

- une absence de toxicité presque totale à l'exception des plus légers d'entre eux (moins de 12 carbones).
- Une biodégradation rapide surtout concernant les n-alcanes.

Sur le plan analytique ils ont l'avantage d'être facilement mesurables individuellement par chromatographie en phase gazeuse mais leur origine (naturelle ou pollution) n'est pas toujours claire et leur représentativité diminue rapidement au cours du temps du fait de leur biodégradabilité plus rapide que celle des autres hydrocarbures.

II.2.2.3.1.2.1 Hydrocarbures aliphatiques saturés :

Appelés aussi alcanes ou paraffines, ces composés ne contiennent que des liaisons simples entre les atomes de carbone, les chaînes peuvent être droites ou ramifiées. Leur formule générale est C_nH_{2n+2} tel :

- CH_4 ; Méthane
- C_2H_6 ; Ethane
- C_3H_8 ; Propane
- C_4H_{10} ; Butane

Lorsque le nombre d'atomes de carbone augmente dans la molécule, le point d'ébullition augmente et la volatilité diminue.

II.2.2.3.1.2.2 Hydrocarbures aliphatiques non saturés :

Appelés aussi alcènes et principalement issus du craquage du pétrole (Produits raffinés), ils ont pour formule générale C_nH_{2n} et contiennent une seule double liaison ($C = C$). L'alcène le plus simple de formule brute C_2H_4 est l'éthylène.

Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer

II.2.2.3.3.2 Les hydrocarbures naphthéniques :

Sont des composés comportant au moins une chaîne fermée saturée ou insaturée, Les liaisons carbone-carbone sont simples et les atomes d'hydrogènes peuvent être remplacés par d'autres éléments tel que l'azote, l'oxygène ou le soufre.

Ils représentent en moyenne 40 à 50 % des pétroles bruts. Pour la plupart, ce sont des composés saturés peu toxiques.

II.2.2.3.3.2.3 Les hydrocarbures aromatiques :

Les hydrocarbures aromatiques sont la cause essentielle de l'impact sur la flore et la faune marine. Ce sont des composés comportant un ou plusieurs cycles de type benzénique. Leur niveau de présence dans les pétroles brut se situe généralement entre 15 et 30 %.

Les hydrocarbures aromatiques sont toxiques et persistants : Leur contrôle est donc absolument essentiel pour l'évaluation de l'impact sur la flore et la faune marine.

II.2.2.4 Pollution marine par les hydrocarbures :

Selon **PATRINO (2001)**, toutes les sources possibles de pollution marine par les hydrocarbures résultant des activités humaines peuvent être représentées par 4 types :

- Maritimes intentionnelles : décharges liées à l'exploitation des navires.
- Maritimes non intentionnelles : suite aux collisions, échouages...etc. Liées encore à l'exploitation des navires.
- Terrestres intentionnelles : effluents de raffineries et rejets municipaux (côtiers).
- Terrestres non intentionnelles : accidents dans les raffineries côtières, les terminaux pétroliers et les ports.

Les rejets d'hydrocarbures sont le facteur principal de la pollution marine et portuaire par les navires. Ces rejets sont de nature, soit accidentelle ou opérationnelle. Ainsi, Les hydrocarbures trouvés dans les ports, ont pour sources essentielles, les rejets accidentels qui se manifestent, essentiellement, à l'occasion des évènements de mer, ces évènements entraînent des déversements, non intentionnels, de cargaison en mer, notamment les hydrocarbures et les substances classées nuisibles au milieu marin.

Les rejets d'hydrocarbures peuvent être d'origine opérationnelle, qui consiste à l'évacuation, illicitement, à la mer des déchets et résidus résultant de L'exploitation normal du navire.

Elles peuvent provenir également, de fuites lors des opérations d'avitaillement des navires, des eaux de cale formées d'un mélange eau/hydrocarbures.

Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer

II.2.2.5 Pollution générée par le port de Skikda :

II.2.2.5.1 Nouveaux et Anciens ports :

Les pollutions pouvant être générées au niveau des 2 ports de commerce trouvent principalement leur origine dans l'activité portuaire qui est marquée par un trafic maritime intense (1579 navires en 2001) portant principalement sur les produits pétroliers.

Les activités maritimes sont à l'origine d'une proportion non négligeable de différentes formes de pollutions et les hydrocarbures constituent, quantitativement, le polluant le plus important. (**Geddah 2003**). Les sources possibles de pollution marine au niveau des 2 ports de commerce sont représentés comme suit :

II.2.2.5.2 Rejets opérationnels :

Vidange de cales et fuites diverses :

- Vidange de cales et le nettoyage des résidus de cargaisons effectué au retour du navire au port ;
- Fuites d'hydrocarbures et huiles de graissage cumulées dans les compartiments des machines (mélangés à l'eau de mer, ces hydrocarbures se transforment en boue de goudron qui s'échouent sur les plages.) ;
- Débordements résultant des opérations de chargement (suite à une erreur technique)
- Combustion du fuel par les pétroliers (dégagement de : CO₂, NO_x, SO₂)
- Fuites de produits (chimiques, gaz liquéfié...) des installations de dé/chargement et des canalisations, potentiellement plus dangereux pour l'environnement que les hydrocarbures même.

II.2.2.6 Pollution marine rejets accidentels :

Les accidents des navires citernes sont la source la plus connue de pollution du milieu marin, les déversements liés à ces accidents sont soudains, occasionnels (explosion, collision, échouage) avec d'importantes quantités et souvent dévastateurs.

Comme accidents survenus au niveau des ports de commerce de Skikda, nous pouvons citer ;

- Explosion du pétrolier « **SOUTHERN CROSS** » des îles BAHAMAS (année non spécifiée) ; lors du chargement (à l'Ancien port), un mélange de gas-oil, d'huile et de fuel a été occasionné.
- En février 1989, suite à une forte tempête, le méthanier « **TELLIER France** » a arraché les 4 bras de chargement et un épandage de méthane a été provoqué.

Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer

II.3 Mesures préventives entreprises :

Pour la lutte contre la pollution par les hydrocarbures, l'Entreprise Portuaire de Skikda s'est dotée de moyens et de mesures préventives qui consistent en :

- L'établissement d'un check liste anti-pollution (Chargeur/Navire)
- La délivrance (par la capitainerie du port) d'une autorisation de déballastage
- La mise en place d'un barrage de protection permanent au niveau des postes pétroliers du Nouveau port.
- Les mesures répressives (PV, contraventions) conformément aux codes maritimes et la loi sur la protection de l'environnement (n°83 du 05/02/76).
- Entrée en vigueur des amendements à l'annexe de la MAROPOL (ajout d'une nouvelle règle 43A) pour introduire l'interdiction aux navires exploités dans les eaux arctiques d'utiliser et de transporter du fuel-oil lourd comme combustible a compté du 1 juillet 2024.

II.3.1 Lutte et réglementation en Algérie pollution marine accidentelle :

La lutte contre la pollution marine accidentelle due aux hydrocarbures implique l'implication des pays de la région. Selon la ministre de l'Environnement et des Energies renouvelables, aucun Etat ne peut faire face seul à ce genre d'accidents quelles que soient ses capacités et potentialités.

L'Algérie est constamment confrontée au danger de déversement pétrolier et autres matières dangereuses. Elle souligne que 10 000 navires passent par ses côtes chaque année.

«Ce trafic représente 30% du mouvement de transport maritime mondial qui transite par la Méditerranée dont le tiers passe tout près du littoral algérien et constitue ainsi l'un des dangers de pollution de l'eau de mer par les hydrocarbures et les liquides nocifs», précisait-elle, hier, lors de la 5e réunion portant mise en œuvre du plan d'urgence sous régional entre l'Algérie, le Maroc et la Tunisie pour la préparation à la lutte contre la pollution marine accidentelle dans la zone de la Méditerranée du Sud-Ouest, La ministre de l'Environnement et des Energies renouvelables rappelle que 50% des accidents en mer sont liés aux hydrocarbures alors qu'il a été enregistré 300 accidents en Méditerranée durant les vingt dernières années.

L'Algérie a adopté un décret exécutif n° 94-279 du 17 septembre 1994 portant organisation de la lutte contre les pollutions marines et institutions de plans d'urgence. Cette organisation repose sur :

- Un Plan National d'Urgence (P.N.U) dénommé Plan "Tel Bahr National" PNUE
- Des Plans Locaux d'Urgence (P.L.U) dénommés Plans "Tel Bahr de Wilayas" au niveau des 14 wilayas côtières.

Le P.N.U, constitue le recueil des informations nécessaires pour permettre aux responsables du pays de prévenir ou de combattre, dans les conditions les moins dommageables, une pollution

Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer

accidentelle. Le plan a pour objet de définir les responsabilités opérationnelles et de fournir un cadre à une coopération interministérielle indispensable.

Le Comité Tel Bahr National a mené diverses activités dont une séance de travail avec les responsables du REMPEC sur les activités Tel Bahr et l'assistance que pourrait apporter ce centre. Selon LAOUIRA (2002), durant l'année 2002, il y a eu élaboration, par le Comité Tel Bahr National en collaboration avec le REMPEC, d'un projet de Plan d'Urgence National. Ce plan servira de référence pour la préparation des plans d'intervention régionaux et de wilayas.

Pour l'organisation de la lutte contre la pollution marine par les hydrocarbures, la maintenance du matériel ainsi que la formation du personnel sont indispensables et impératifs. Pour cela, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et le Comité Tel Bahr National ont mis en œuvre un exercice de simulation de pollution marine accidentelle par les hydrocarbures de portée nationale, appelée ci-après Opération Blanche de Pollution Marine de l'année 2002 (OBPM 2002) qui a eu lieu en mai 2002 à Skikda.

Le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 (Journal Officiel n° 46 du 14 juillet 1993), réglementant les rejets d'effluents liquides industriels fixe la valeur limite maximale des hydrocarbures rejetés des installations de déversements industriels à 20 mg/l.

Selon ROUIDI (2002), Ce même paramètre a été fixé à 5 mg/l dans les eaux de lavage des fumées des centres d'incinération suite à une directive discutée au parlement de Bruxelles en 1999.

- La loi n° 02-02 du 5 février 2002 relative à la protection et à la valorisation du littoral en son article 36 précise que des mesures d'incitation économique et fiscale favorisant l'application de technologies non polluantes et d'autres moyens compatibles avec l'internationalisation des coûts écologiques, sont institués dans le cadre de la politique nationale de gestion intégrée et de développement durable du littoral et des zones côtières.

L'élimination des hydrocarbures de la surface de la mer où ils ont été répandus nécessite des techniques d'intervention qui varient selon la nature et les conditions du sinistre dont :

- Des barrages (flottants) : pour confiner, collecter et diriger les nappes d'hydrocarbures.
- Des écrémeurs : pour récupérer les hydrocarbures sous formes d'émulsion hydrocarbures/eau.
- Des dispersants : agents chimiques réduisant la tension superficielle des hydrocarbures, ils fragmentent la nappe en gouttelettes et favorisent leurs biodégradations.
- Des absorbants flottants : utilisés pour fixer et agglomérer le polluant • combustion...etc.

II.4 Les effets des pollutions aux hydrocarbures sur l'environnement marin :

Lors de pollutions aux hydrocarbures en milieu marin, les conséquences sur la faune et la flore sont à la fois physiques (engluement, étouffement des habitats) et toxiques (contamination des organismes par processus chimiques). La gravité de la pollution dépend des conditions

Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer

environnementales et météorologiques, de la sensibilité du lieu, de la quantité et du type d'hydrocarbures déversés. Ces critères impliquent une vitesse de dégradation naturelle plus ou moins longue et un temps d'exposition des organismes en conséquence.

II.4.1 Conséquences d'ordre physique :

Un film d'hydrocarbures étalé à la surface de l'eau s'oppose aux échanges air/mer nécessaires aux cycles biologiques marins. Ainsi :

- Il diminue le renouvellement d'oxygène ;
- Il s'oppose au passage du rayonnement solaire, freinant la synthèse chlorophyllienne ;
- Il entraîne une élévation de température et favorise la prolifération de micro-organismes consommateurs d'oxygène. (Gueddah 2015).

II.4.2 Marée noire :

Une marée noire est habituellement définie comme le déversement accidentel d'une quantité importante d'hydrocarbures dans l'océan et éventuellement sur des côtes.

Une nappe d'hydrocarbure se forme à la surface de l'eau et peut s'étendre sur plusieurs centaines de kilomètres.



Figure 25 : Photographie d'une marée noire (Google image)

II.4.3 Conséquences d'ordre biologique :

Les effets des hydrocarbures sur la biocénose sont variés et complexes. Certains se manifestent immédiatement, d'autres à plus long terme.

La perte des habitats, le plus souvent due aux hydrocarbures lourds, et le bousculement de la chaîne alimentaire compliquent le bon rétablissement des espèces.

Le tableau 5 résume les effets sur certains peuplements marins.

Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer

Tableau 5 : Effets des hydrocarbures sur certains peuplements marins

Peuplement	Sensibilité	Effets à court terme	Effets à long terme
Flore des marais (marins ou marnage)	Variable suivant état de développement et périodes de l'année	Variable suivant état de développement et périodes de l'année	Restauration relativement courte (2 à 3 ans) si renouvellement d'eau et apport de matériaux support. Restauration très lente si rien n'est fait pour la favoriser
Algues	Faible	Engluage ou brûlure des tissus si contact direct avec le produit	Bonne restauration en général
Mollusques des zones de marnage	Forte en général	Asphyxie et Empoisonnement	Accumulation par les organismes filtreurs. Un pourcentage d'hydrocarbures résiduels même faibles dans les sédiments rendent les organismes commercialisables impropres à la consommation. Possibilité d'épuration en eau propre dépend du temps de contact avec le polluant. Baisse de reproduction
Faune fixée sur les rochers	Forte en général	Asphyxie et Empoisonnement	Dépend de la durée de contact avec le polluant. Dans les zones battues, sensibilité moins élevée car renouvellement d'eau et nettoyage plus rapide
Poissons	Faible pour adultes, forte pour les larves et juvéniles	Par contact direct avec des hydrocarbures ; asphyxie par engluage et effet tensioactif sur les branchies, quittent rapidement les zones pollués.	Plaies chez les poissons fousseurs dans des sédiments pollués, même faiblement (ex. : Poissons plats)

Source : Voirin, 1987.

II.4.3.1 Effets des hydrocarbures sur le phytoplancton :

Le phytoplancton représente dans le milieu marin le premier maillon de la chaîne alimentaire et tient une place de premier ordre dans l'écosystème, pour la nutrition des herbivores, constituant une partie du zooplancton et une partie du necton.

Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer

La poussée phytoplanctonique consomme de l'énergie lumineuse, La présence d'hydrocarbures dans ce milieu complexe atteint les facteurs abiotiques (liés à l'environnement) et les facteurs biotiques (liés à la survie de l'espèce).

- **La lumière :**

La couche de pétrole formée à la surface de l'eau limite les échanges d'énergie lumineuse entre l'atmosphère et le milieu naturel empêchant ainsi le fonctionnement normal de la photosynthèse. Cependant, ces effets sont difficiles à distinguer des fluctuations naturelles de la pénétration lumineuse.

- **L'oxygène :**

La dispersion du pétrole à la surface de la mer limite les échanges gazeux à l'interface air-mer et diminue le renouvellement de l'oxygène dissous. Dans les zones fermées, ce déficit en oxygène est amplifié par la consommation bactérienne et peut conduire à l'eutrophisation du milieu : la production primaire sera compromise.

II.4.3.2 Effet des hydrocarbures sur les algues :

Les hydrocarbures peuvent également avoir des effets néfastes sur les algues marines. Lorsqu'ils contaminent l'eau, ils peuvent inhiber la croissance et la photosynthèse des algues perturbant ainsi l'équilibre écologique des écosystèmes marins. De plus, les algues peuvent absorber les hydrocarbures, ce qui entraîne leur accumulation dans les tissus des algues et les rendre toxique pour les organismes qui s'en nourrissent, comme les herbivores marins. Ces perturbations peuvent avoir des effets néfastes sur la biodiversité et la productivité des écosystèmes marins.

II.4.3.3 Effets des hydrocarbures sur les poissons et les crustacés :

La contamination des poissons et des crustacés aussitôt après un accident pétrolier est inévitable, entraînant des dommages aux branchies, au foie et aux systèmes nerveux.

Cela peut conduire à des mal formations, des maladies et même à la mort. De plus les hydrocarbures peuvent s'accumuler dans les tissus des organismes marins, ce qui peut avoir des répercussions sur les chaînes alimentaires et sur la santé des populations humaines qui consomment ces fruits de mer.

Le mauvais goût donné par le pétrole aux crustacés et aux poissons est un facteur d'abandonnement de la pêche.

Ce phénomène n'est pas définitif, car les poissons et les crustacés disposent d'un mécanisme enzymatique de détoxification qui leur permet d'hydroxylés les hydrocarbures aromatiques toxiques, les rendant ainsi hydrosolubles.

Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer

II.4.3.4 Effet des hydrocarbures sur les reptiles marins :

Les tortues sont potentiellement vulnérables aux hydrocarbures notamment lorsqu'elles entrent en contact avec celui-ci à la surface de la mer ou sur la côte. Hors de la période de nidification, les adultes et juvéniles passent peu de temps à la surface. Ils doivent néanmoins remonter à la surface à des intervalles réguliers pour respirer l'air dont ils ont besoin. Lorsqu'elles évoluent en surface, elles s'exposent à un risque décontamination et, dans les situations les plus défavorables, pourraient être engluées. Cependant, il existe peu d'élément établissant la sensibilité de leur peau. Les tortues ne se rassemblent pas et sont réparties sur des zones vastes, si bien qu'il est peu probable que les impacts soient visibles au niveau de la population. Elles sont exposées à un risque plus élevé durant la saison de nidification, lorsque les femelles adultes se rendent sur la côte, le plus souvent pendant la nuit, et se hissent jusqu'à la partie supérieure de la plage de sable pour pondre leurs œufs.

Les autres reptiles comprennent les iguanes marins, les crocodiles, les alligators et les serpents des mers, évoluant à la surface de l'eau, dans les eaux peu profondes ou sur la côte. Il existe des voies d'exposition potentielles aux hydrocarbures, cependant, les informations sur les effets des hydrocarbures demeurent limitées en raison du faible nombre d'études.

II.4.3.5 Effet des hydrocarbures sur les oiseaux :

Les hydrocarbures peuvent affecter les oiseaux via trois voies de contamination, c'est-à-dire par le contact direct avec les plumes, qui peut conduire à l'hypothermie et réduire leur capacité à se déplacer ou s'alimenter etc. ; via l'ingestion d'hydrocarbures lors du lissage ou de la consommation d'aliments contaminés ; ou via le transfert de la contamination aux œufs ou aux jeunes pouvant réduire le taux de survie. Les images bouleversantes d'oiseaux morts ou en détresse, dont le plumage est recouvert d'hydrocarbures, sont souvent associées aux déversements d'hydrocarbure ; la mortalité d'oiseaux ont à de nombreuses reprises atteint plusieurs dizaines de milliers d'individus.

II.4.4 Conséquences l'homme :

En dehors de l'intoxication directe par inhalation ou ingestion massive de produits pétroliers, la consommation de certains animaux marins (poissons, crustacés, coquillages) qui ont été au contact avec des hydrocarbures peut être dangereuse pour l'homme par effet de sommation. (**Voirin, 1987**).

Mais c'est surtout de façon indirecte, par ces incidences économiques et écologiques, que les effets nuisibles d'une pollution sont ressentis ;

- Dommages aux ressources biologiques, faune et flore marine, en conséquence des entraves à certaines activités maritimes ;

Chapitre 2 : La pollution des eaux de mer

- Dégradation de valeurs d'agrément et atteinte au tourisme qui dans presque tous les états méditerranéens a une valeur économique fondamentale ;
- Baisse de la qualité de l'eau de mer avec incidences sur ses multiples usages (notamment la baignade)

L'impact économique et social pour les populations humaines, notamment sur la perte de ressources (pêche, ...) et du tourisme, l'odeur incommode.

Chapitre 3 : Matériels et méthodes

Chapitre 3 : Matériels et méthodes

III.1 Matériels et méthodes :

Les analyses effectuées au laboratoire relèvent des paramètres caractérisant la qualité des eaux avant et après l'épuration : la Température, pH, MES, DBO5, DCO, Hydrocarbures ainsi que les matériaux utilisés

Après traitement, les eaux sont évacuées vers l'Oued Marhoun rejoignant l'Oued Safsaf et atteignant finalement la mer.

III.2 Matériels utilisés :

a. Verreries :

- Bêchers.
- Pipettes.
- Spatule en verre.
- Cylindre de 100 ml.
- Fioles de 300 ml.
- Verreries accessoires du DCO mètre.
- Bouteille de 500 ml destinées à la mesure du DBO5.

b. appareils :

- pH-mètre.
- Spectromètre UV Visible allant de 100 nm à 1100 nm.
- Spectromètre UV allant de 400 nm à 800 nm.
- Titrimétrie (DCO)
- Incubateur (DBO5)
- Dispositif de filtration sous vide ou sous pression.
- Disques filtrants en fibre de verre.

III.3 Echantillon à analyser :

- L'eau brute avant d'épuration. (B1).
- Eau de bassin de rejet (B17).

III.4 Méthodes d'analyses des eaux :

III.4.1- Détermination du potentiel d'hydrogène PH :

a. Principe :

Mesure de potentiel métrique de la concentration des ions hydronium dans l'eau.

Chapitre 3 : Matériels et méthodes

b. Mode opératoire :



Figure 26 : PH mètre

- Allumer le pH-mètre,
- laver l'électrode avec l'eau distillée
- verser l'échantillon d'eau dans le bêcher puis y plonger les électrodes et lire la valeur du pH indiquée sur l'écran de l'appareil.

III.4.2. Demande chimique en Oxygène DCO :

a. Principe :

Dans les conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromates de potassium en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium.

b. Mode opératoire :

- introduire 50 ml d'eau à analyser dans un ballon de 500 ml.
- ajouter 1 g de sulfate de mer cure cristallisé et 5 ml de solution sulfurique de sulfate d'argent.
- ajouter 25 ml de solution de dichromate de potassium 0,25 N puis 70 ml de solution sulfurique de sulfate d'argent.
- chauffer à ébullition pendant 2 h sous réfrigérant à reflux. Après refroidissement pendant 1h 30 min.
- diluer jusqu'à un volume de 350 ml avec de l'eau distillée.
- ajouter quelques gouttes de solution de féroïenne.
- déterminer la quantité nécessaire de fer d'ammonium pour obtenir le virage au rouge violacé.
- procéder aux mêmes opérations sur 50 ml d'eau distillée.

c. Expression des résultats :

$$\text{DCO (ppm ou mg/l)} = 8000 (V_0 - V_1) T / V$$

V₀ : Volume de sulfate de fer d'ammonium nécessaire au dosage (ml).

Chapitre 3 : Matériels et méthodes

V1 : Volume de sulfate de fer d'ammonium nécessaire à l'essai à blanc.

T : Titre de la solution de sulfate de fer d'ammonium.

V : Volume de la prise d'essai.

III.4.3. Demande biologique en Oxygène DBO5 :

a. Principe :

Les flacons contenant l'échantillon sont remplis. Pour décomposer les substances organiques après la fermeture du système les microorganismes consomment l'oxygène de la réserve d'air confinée. Le gaz carbonique qui se forme ainsi est absorbé. Par la diminution de la quantité d'oxygène dans le flacon, la pression diminue, et cette diminution est détectée dans les têtes de mesures et enregistrée. Après transfert des données dans le contrôleur, la DBO5 est calculée.

b. Mode opératoire :

Après l'estimation de la valeur de la DBO5 dans l'eau à analyser, on remplit les flacons de mesures par un volume adéquat de l'échantillon selon le tableau suivant :

Tableau 6 : Facteur correspondant aux volumes d'échantillon prélevé.

Volume d'échantillon	Intervalle de mesure (mg/l)	Facteur
432	0 – 40	1
305	0 – 80	2
250	0 – 200	5
164	0 – 400	10
97	0 – 800	20
43,5	0 – 2000	50
22,7	0 - 4000	100

Plonger le barreau magnétique dans les flacons et placer les tiges qui contiennent de 4 –5 pastilles de KOH ou NaOH. Ensuite fermer les par les têtes de mesures, presser sur les touches 'S' et 'M' jusqu'à l'apparition du Zéro. Enfin placer les dans un incubateur à 20°C pendant 5 jours à l'obscurité.

- Après 5 jours la lecture se fait en appuyant sur la touche 'M':

$$[\text{DBO5}] \text{ ppm} = \text{valeur lue} \times \text{facteur.}$$

Chapitre 3 : Matériels et méthodes

III.4.4. Mesure des matières en suspension MES :

Les solides en suspension sont séparés par filtration.

a. Principe :

L'eau est filtrée et le poids de matières retenus par le filtre est déterminé par pesées différentielle.

b. Mode opératoire :

Laver le disque de filtration à l'eau distillée, le sécher (105 °C) jusqu'à masse constante, puis le peser à 0,1 mg près après passage au dessiccateur. Le mettre en place sur l'équipement de filtration. Mettre en service le dispositif d'aspiration ou de pression.

- Verser l'échantillon (V= 100 ml) sur le filtre.
- Rincer la fiole ayant contenu l'eau à analyser avec 10 ml d'eau distillée.
- Faire passer sur le filtre cette eau de lavage, Laisser essorer le filtre, sécher à 105C°.
- Laisser refroidir au dessiccateur et peser à 0.1mg près, jusqu'à poids constant

c. Expression des résultats :

La teneur de l'eau en matières en suspension (mg/l) est donnée par l'expression

$$\text{MES (mg/l)} = 1000 \cdot (m_1 - m_0) / V$$

MES : matière en suspension (mg/l).

m0 = masse du disque filtrant avant utilisation (mg).

m1 = masse du disque filtrant après utilisation (mg).

V = Volume d'eau utilisé (ml).

III.4.5. Hydrocarbures :

a. Principe de mesure :

Les hydrocarbures totaux sont extraits par le tétrachlorure de carbone en milieu acide, puis dosés, après purification, par spectrométrie infra-rouge à une longueur d'onde donnant un maximum d'absorption dans la région de 3290 à 3510 nm.



Figure 27 : Spectrophotomètre à UV visible

Chapitre 4 : Résultats et discussion

Chapitre 4 : Résultats et discussion

IV.1. Présentation des résultats des analyses :

Tableau 7 : Résultats des analyses des paramètres de pollution dans le B1 et B17

Paramètres prélèvement	03/05/2024		04/05/2024		05/05/2024		06/05/2024		07/05/2024		Normes
	B1	B17	B1	B17	B1	B17	B1	B17	B1	B17	
Température (c°)	23,2	22	21,5	20,02	22	21,2	24	22	20,7	20	30
PH	8,81	8,6	8,7	8,57	8,77	8,5	7,9	7,5	8,6	8,1	(5.5, 8.5)
DCO (mg/l)	280	90	320	130	305	115	210	90	270	145	120
DBO5 (mg/l)	120	40	126	47	115	36	150	52	138	33	100
Hydrocarbures (mg/l)	≤1000	62	-	--	≤1000	77	--	--	--	-	5
MES (mg/l)	265	50	255	40	310	67	280	50	305	63	25

Le **tableau 7** montre quelques résultats non conforme aux normes national tels que le PH, DCO, DBO5, MES. Hydrocarbures. Ces paramètres caractérisent la pollution dans le littoral Skikdi et indique par conséquent la présence de pollution d'eau de mer suite au dysfonctionnement des équipements du précédé de traitement dans la STEP.

les valeurs de DBO5, DCO , PH ,MES , Hydrocarbures après traitement sont respectivement entre [33 ;52] mg/l ; [90 ; 145] mg/L ;[7.5 ;8.6] ; [40 ; 67] mg/l ; [62,77]mg/l ce qui est considéré supérieur au normes désignés .

IV.2 Discussion et Interprétation des résultats :

IV.2.1 Température :

D'après les résultats de la **figure 28** les valeurs obtenues dans l'ensemble des analyses du laboratoire de la station d'épuration du RA1k de la wilaya de Skikda sont aux normes désignées soit pour le bassin B1 ou B17.

Chapitre 4 : Résultats et discussion

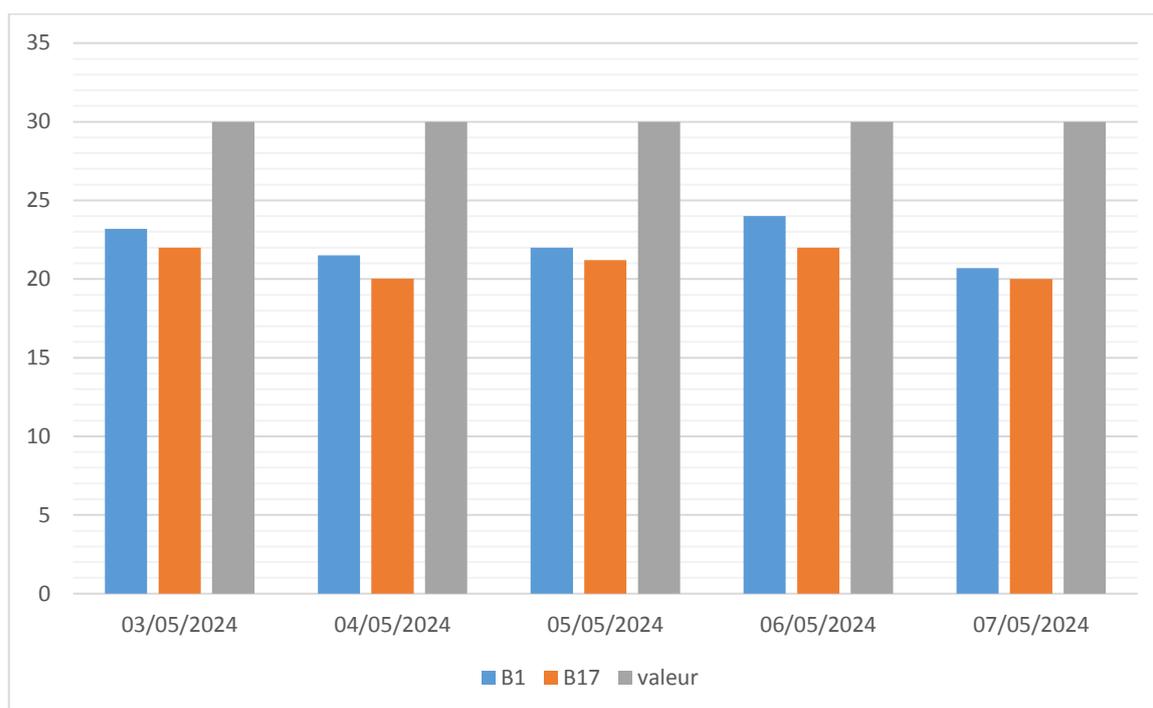


Figure 28 : Histogramme de variation de la température en (C°) entre le bassin B1 et B17

4. 2 PH :

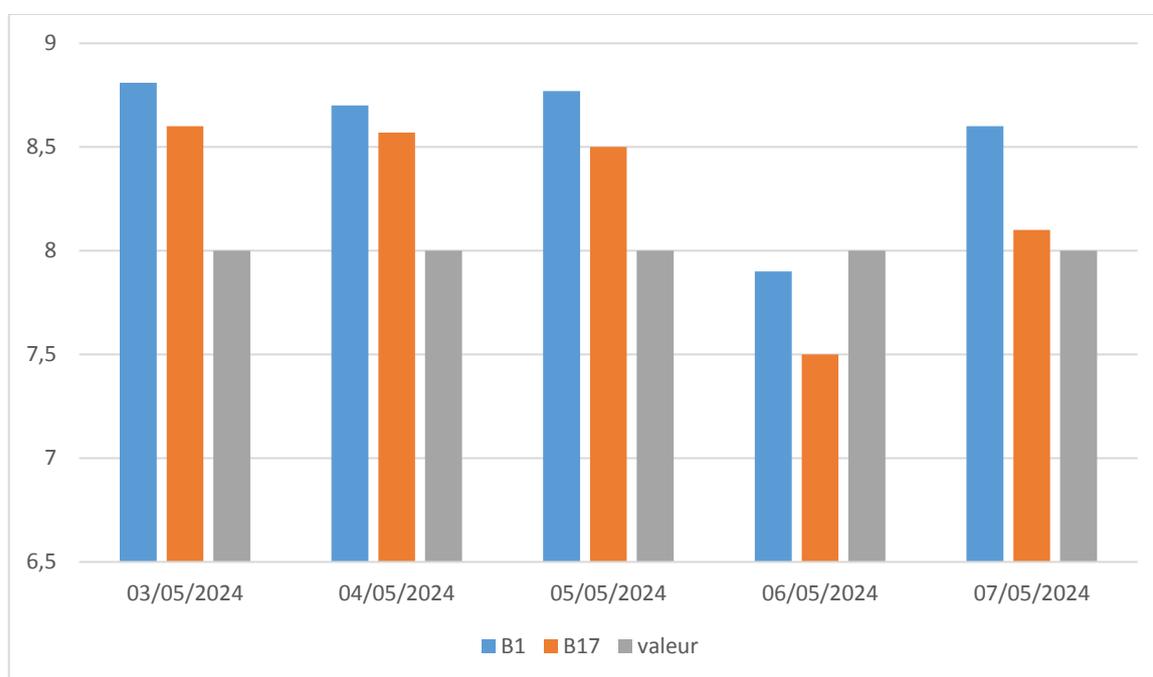


Figure 29 : Histogramme de variation de pH entre le bassin B1 et B17

La figure 29, après traitement, le pH dans le bassin B17 dans les cinq jours d'analyse n'est pas loin de la norme, ses valeurs atteignent [7.5 ; 8.77] ce qui montre que cette eau est alcaline et ne peut pas être jeté au milieu naturel. PH= 8 alcalinité forte.

Chapitre 4 : Résultats et discussion

IV.2.2 Les hydrocarbures :

Les résultats d'analyses des hydrocarbures après traitement au bassin B17 sont de **(62-77mg/l)**, restent supérieur aux normes maximales **(5mg/l)**. Ceci confirme la présence d'une pollution marine par les hydrocarbures.

4.4 DCO :

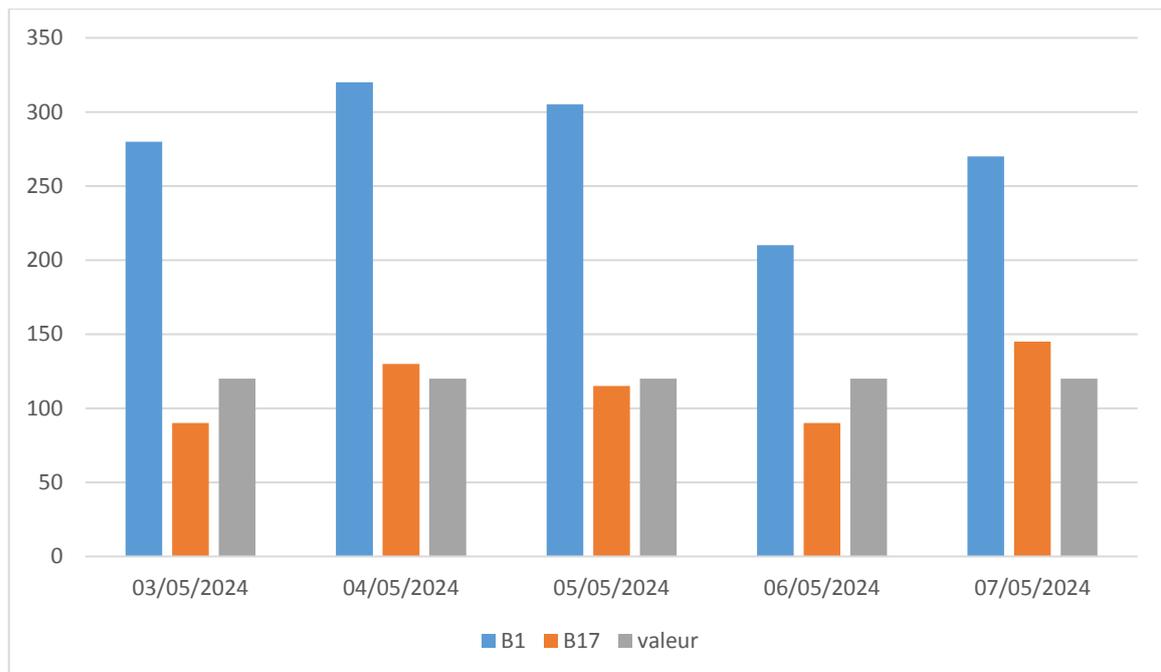


Figure 30 : Histogramme de variation de DCO en (mg/l) entre les bassins B1 et B17

Nous remarquons que les valeurs enregistrées après traitement au niveau du bassin B17, la Demande Chimique d'Oxygène (DCO) durant le **03**, et le **06 /05/2024** respectent les normes **[100 ; 120] mg/** .Alors que la DCO du **04, 05, et 07 /05/2024** dépassent les normes qui sont de l'ordre de 120 mg/l, ce qui montre que cette eau est chargée par des matières oxydables (organique et minérale).

4.5 DBO5 :

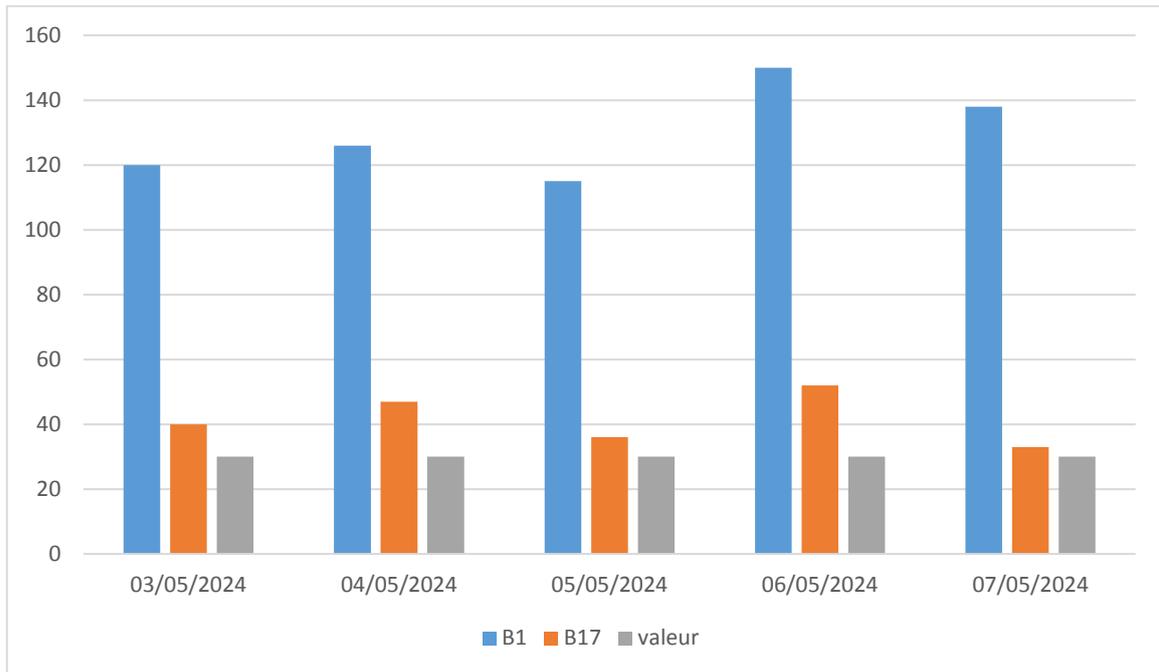


Figure 31 : Histogramme de variation de DBO5 en (mg/l) entre les bassins B1 et B17

La **figure 31** nous montre que dans les cinq jours d'analyse les valeurs de la DBO5 même après traitement au bassin B17 sont entre **33 et 52 (mg/l)** ceci atteste que les valeurs sont supérieures aux normes maximales (**30 mg/l**) (présence des matières organiques biodégradables).

4.6 MES :

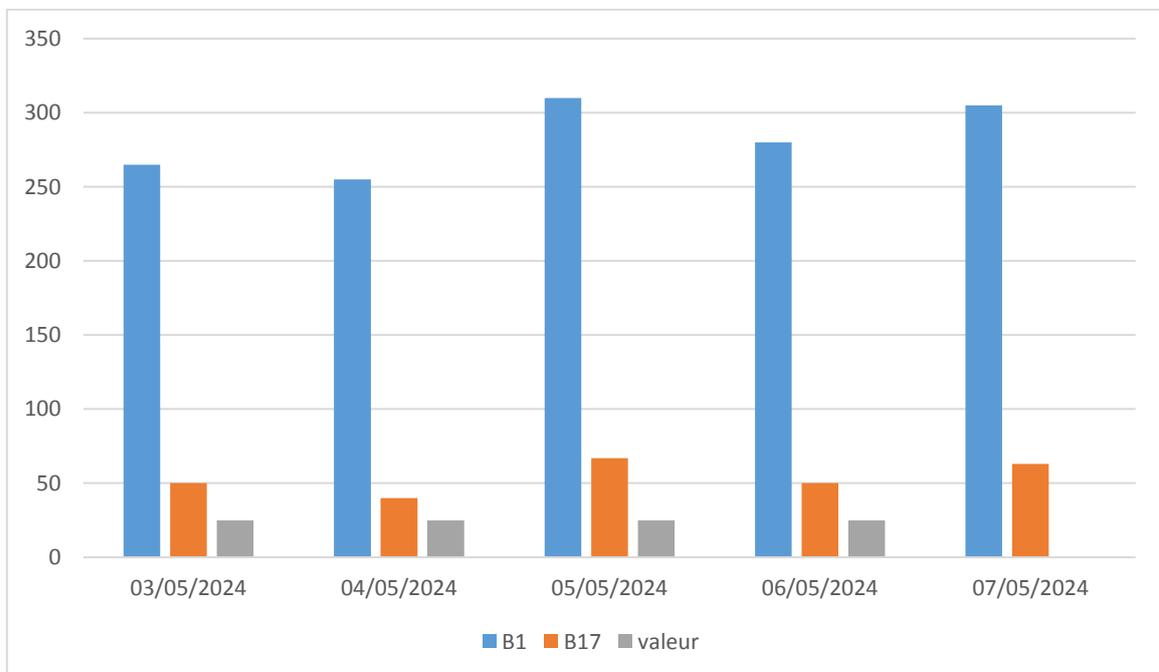


Figure 32 : Histogramme de variation des valeurs de MES en (mg/l) entre les bassins B1 et B17

Chapitre 4 : Résultats et discussion

D'après la **figure 32** on distingue que le traitement de MES n'était pas efficace. Les résultats obtenus selon les jours d'analyses varient entre (50, 40, 67, 50,63) mg/l. Alors on peut dire que cette eau est turbide.

Conclusion et perspectives et orientation :

L'évaluation de la pollution marine de la zone côtière de la région de Skikda à l'aide d'analyse des eaux industriels rejetées par la raffinerie RA1K nous a permis d'établir un diagnostic préliminaire de l'état de l'écosystème marin.

Les résultats d'analyses obtenus, ont mis en évidence les hydrocarbures même après traitement. L'existence des principaux polluants des eaux marines pour la commune de Skikda dépassent les valeurs fixées par la réglementation en vigueur (algérienne).

Les hydrocarbures ont un impact néfaste sur la faune et la flore marine à Skikda, leurs rejets peuvent contaminer les écosystèmes marins, entraînant la mort des organismes vivants, perturbant les chaînes alimentaires et endommageant les habitats. Cela peut avoir des conséquences à long terme sur la biodiversité et la région

En effet, la protection efficace de l'environnement marin implique une mise en œuvre d'un concept de continuum de sécurité et ce par la prise en compte des 3 domaines interdépendants : prévention, préparation et intervention. Le concept même de développement durable implique cinq dimensions de durabilité : la dimension économique, sociale, écologique, culturelle et politique.

Pour cela il faudrait mettre en œuvre une politique de sécurité et de protection de l'environnement notamment par ;

- la Création de laboratoires spécialisés.
- l'Application de la réglementation en vigueur notamment celle liée à la gestion des rejets Industriels.
- Définition des responsabilités et autorités.
- Formation qualitative et adéquate et continu de personnel hautement qualifié .
- Création de zones écologiques protégées (ZPE).
- Maîtrise de l'information et des données environnementales .
- Harmonisation et uniformisation des Données et de l'information environnementale
- utilisation de technologie avancée de détection et de nettoyage des hydrocarbures en cas de déversement.

Référence bibliographiques :

- **A. Abid, A. Zouhir et A. Ider., (2008)** : Utilisation d'un nouveau bio-floculant extrait du cactus marocain dans le traitement des rejets chargés de chrome (VI) par le procédé de coagulation floculation, *Revue des Energies Renouvelables* Vol. 11 N°2 (2008) 251 – 257.
- **A.N.D.I., (2013)** : Agence Nationale de Développement de l'Investissement.
- **Abderrahmane. N., (2019)** : Etude de la pollution atmosphérique en provenance de l'extension, Phases II et III : A.P.D. Bureau Etudes Géotechniques-Analyses Sols, Skikda, 120 p.
- **Amiour A., (2005)** : Les zones préférentielles de la mondialisation en Algérie. Exemple de Skikda, Université Mentouri Constantine, Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Magister, 156 p.
- Article 1-4 de la convention des nations unies sur le droit de la mer 1982.
- Article 210 du code maritime.
- Article 4 de la Loi 03-10 du 03 Juillet 2010 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.
- **B.E.G.A.S., (2002)** : Etude géotechnique d'urbanisations, Site de Azzaba - POS n°2 'Extension', Phases II et III : A.P.D. Bureau Etudes Géotechniques-Analyses Sols, Skikda, 120 p.
- **Beiras. R., (2018)** : Effects of Pollution on Populations, Communities, and Ecosystems, in: *Marine Pollution*. Elsevier, pp. 247–261. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813736-9.00015-5>.
- **Beiras. R., (2018)** : Microbial Pollution, in : *Marine Pollution*. Elsevier, pp. 41–51. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813736-9.00004-0>
- **Beiras. R., (2018)** : Basic Concepts, in : *Marine Pollution*. Elsevier, pp. 3–20.
- **Beiras. R., (2018)** : Distribution of Pollutants in the Marine Environment, in : *Marine Pollution*. Elsevier, pp. 3–20.
- **Benamira .F. (2017)** : Etude diachronique de l'évolution de la végétation forestière Université des Frères Mentouri Constantine, Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme de Master, 46 p.
- **Benderradji M. E. H., (2000)** : Les milieux humides de l'extrême Nord-est algérien de Guerbès aux confins algéro-tunisiens : Ecogéographie et aménagement. Thèse Doctorat, Univ. Mentouri, Constantine, 215 p.
- **Bensaha, M, Laoubi, M., (2020)** : Etude de la qualité des eaux usées industriel de rejet de la raffinerie RA1K Université de Ghardaïa.

- **Berkani.S., (2019)** : Influence des rejets liquide du complexe (LNG) de la base industrielle de Skikda sur la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de Ben m'Hidi. Master. Université 8 Mai 1945 Guelma, Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme de Master, p 108.
- **Bliefert. C., Perraud .R. (2007)** : Chimie de l'environnement : Air, eau, sols, déchets. De Boeck Supérieur.
- **Boumezbeur. A., (2001)** : Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. Ed. Direction générale des forêts (D.G.F.), Alger, 56 p.
- **Brown, T.M., Takada. H., (2017)** : Indicators of Marine Pollution in the North Pacific Ocean. Arch Environ Contam Toxicol 73, 171–175. <https://doi.org/10.1007/s00244-017-0424-7>.
- **Bryhn. A., Kraufvelin. P., Bergström. U. Vretborn, M. Bergström. L., (2020)** : A Model for Disentangling Dependencies and Impacts among Human Activities and Marine Ecosystem Services. Environmental Management 65, 575–586. <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01260-1>
- **Chartier.M., (1974)** : Les types de pollutions de l'eau. Norois 82, 183–193.
- **Conil .P. Le Guern, C., (2013)** : Le littoral face aux pollutions.
- **D'Amato. G., Holgate, S.T., (2015)** : Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders. A statement of the World Allergy Organization. World Allergy Organ J 8, 1–52. <https://doi.org/10.1186/s40413-015-0073-0>
- Direction de la pêche de Skikda, 2008.
- Document SONATRACH de la Raffinerie de Skikda RA1/K
- DPAT 2006 : Skikda Etude monographique.
- **Duran. R., Cravo-Laureau, C., (2016)** : Role of environmental factors and microorganisms in determining the fate of polycyclic aromatic hydrocarbons in the marine environment. FEMS Microbiology Reviews 40, 814–830 <https://doi.org/10.1093/femsre/fuw031>.
- Equipe département technique Manuel Opérateur M-PROD-23 CTE Unité 1100, " Document de la Raffinerie de Skikda.
- **Genin, B., Chauvin, C., Ménard, F., (2003)** : Cours d'eau et indices biologiques : pollution, méthodes, IBGN. Educagri Editions.
- **Genin, B., Chauvin, C., Ménard, F., (2003)** : Cours d'eau et indices biologiques : pollution, méthodes, IBGN. Educagri Editions.
- **Gerlach, S.A., (1981)** : Marine Pollution. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-68182-0>

- **Goeury, D., (2014)** : La pollution marine, in : Raymond, W. (Ed.), Mers et Océans. Atlante.
- **Gueddah. D., (2015)** : Evaluation de la pollution industrielle et urbaine dans la région Est Algérienne (Skikda). Université Badji Mokhtar – Annaba thèse Doctora en Sciences de la Mer, p 164.
- **Gueddah. D., (2003)** : Evaluation de la pollution industrielle et urbaine dans la région de Skikda : impact sur l'écosystème marin côtier. Université Badji Mokhtar – Annaba, en vue de l'obtention du diplôme de magister p 145.
- **Guerriche. A., (2020)** : Etude physicochimique et bactériologique des Eaux de mer polluées Zone industrielle de Skikda. Université 8 Mai 1945 Guelma.
- **HADDOUM. K., (2015)** : Revue droit des transports et des activités portuaires - Volume II/N°01, P 21-45
- **HADJADJ, R. (2022)** : Evaluation de la qualité bactériologique des eaux de robinets dans la ville de Skikda Université Frères Mentouri, Constantine1 Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master p 23.
- **Haque, Md.A., Jewel, Md.A.S., Sultana, Mst.P., (2019)** : Assessment of physicochemical and bacteriological parameters in surface water of Padma River, Bangladesh. Appl Water Sci 9, 10. <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0885-5>.
- <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813736-9.00001-5>
- <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813736-9.00001-5>
- **IPIECA, IOGP (2015)** : Impacts des déversements d'hydrocarbures sur l'environnement marin P56 <https://www.giwacaf.net/fr/publications/impacts-sur-lecologie-marine-ipieca-gpg>
- Journal officiel de la république algériennes N° 26, 24 Rabie El Aouel 1427, 23avril 2006.
- **Kamel .H., (2015)** : Revue droit des transports et des activités portuaires - Volume II/N°01, PP 21-45).
- **Karim, M.S., (2015)** : Prévention of Pollution of the Marine Environnement from Vessels. Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-10608-3>
- **Kumar, H.D., Häder, D.-P., (2012)** : Global Aquatic and Atmospheric Environment. Springer Science & Business Media.
- **Laouira A. ; (2002)** : Note relative aux pollutions marines accidentelles « Tel Bahr ». Enezi, F., Al-Muhsen, S., Ansotegui, I., Baena-Cagnani, C.E., Baker, D.J., Bayram,
- **MARCEL DORE., (1989)** : Chimie des oxydants et traitement des eaux, Edition Lavoisier, Tec& Doc ,528p.
- **Moilleron, R., (2017)** : pollutions hydriques 59.
- **Patruno R., (2001)** : Prévention et lutte contre la pollution marine. REMPEC, Toulon, p10

- **Pierre. M ; octobre (1983) :** Synthèse des informations Relatives à l'impact des hydrocarbures Sur la flore et la faune marines, p 227.
- Prise google earth 2013
- **Rodier J., (1996) :** L'analyse De L'eau "Eaux Naturelles- Eaux Résiduaires- Eau De Mer". 9ème Edition.519 p.
- **Roubault .M., (1934) :** La Kabylie de Collo. Etude géologique. Ed. Bulletin Serv. Carte géol. Algérie, Descriptions régionales, Alger, n° 10, 272 p.
- **ROUIDI S., (2002) :** Cartographie de la pollution par les hydrocarbures totaux au niveau de la plate-forme industrielle de Skikda. Thèse de Magister. Université de Constantine, p.112
- **Tolba, M.K., (1992) :** Marine pollution, in : Saving Our Planet. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 33–44. https://doi.org/10.1007/978-94-011-2278-8_4
- **Trainer. J., (1991) :** Projet pilote de développement forestier du massif de Collo/Algérie - Instruction d'aménagement du massif de Collo. Deutsche forest service (D.F.S.) GmbH, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (DGTZ) GmbH, Feldkirchen, 75 p.
- **VOIRIN., (1987) :** Guide de lutte contre les pollutions par hydrocarbures en méditerranée. ROCC- PAM, 100 p.
- **Weis, J.S., (2014) :** Physiological, Developmental and Behavioral Effects of Marine Pollution. Springer Netherlands, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6949-6>

Sites web :

- <https://eurosorb.fr/les-effets-des-pollutions-aux-hydrocarbures-sur-lenvironnement-marin> (Consulté le 16/04/2024).
- https://www.researchgate.net/figure/Place-de-Skikda-dans-le-climagramme-dEmberger-1982-2010_fig3_3412845 (Consulté le 4/03/2024)
- <https://www.google.com/maps/place/RA1K> . (consulté le 20/03/2024).
- <https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/pollution-lutter-maree-noire> (consulté le 16/05/2024).

Année universitaire : 2023/2024.

Présenté par : Naili Soraya

Impact des hydrocarbures sur la faune et la flore en Algérie cas de Skikda

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en
protection des écosystèmes.**

Le littoral de Skikda qui est à proximité de zone industriel SONATRACH est exposé à la pollution, Les analyses physicochimiques des eaux des rejets industriels de notre zone d'investigation (la raffinerie RA1K) nous montrent l'existence d'une pollution marine à base d'hydrocarbures, pouvons avoir un impact significatif sur l'écosystème marin. Les déversements accidentels peuvent contaminer les eaux côtières, affectant la faune et la flore marines locales, entraînant une bioaccumulation toxique tout au long de la chaîne alimentaire. La perte de biodiversité marine fragilise l'écosystème océanique et sa capacité à résister aux perturbations, à s'adapter aux changements climatiques et jouer son rôle de régulateur écologique et climatique au niveau planétaire. Des mesures de réglementation et de surveillance sont nécessaires pour minimiser ces rejets et protéger l'environnement.

Mots- Clefs : pollution marine, raffinerie, impact, hydrocarbures, faune, flore

Président du jury : Dr Meliani Aziz (MAB) - U Constantine1 Frères Mentouri).

Examineur : Dr Alatou Hana (MCB) -U Constantine 1 Frères Mentouri).

Encadrant : Pr BENDERRADJI M.EL HABIB (PROF- UFM Constantine 1).