

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR EN SCIENCES DE LA MER

OPTION : AMENAGEMENT DU LITTORAL

Thème :

*Inventaire des sources terrestres de pollution
marine le long du littoral algérien
A l'aide des images satellitales MODIS.*

Présenté par:

M^{lle} HAOUAM Sara

Soutenu le 27/09 /10 devant le jury suivant :

M ^{me} . MAHDID S.	Chargée de cours (ENSSMAL)	Présidente.
Mr. GUERFI M.	Maître de conférences (ENSSMAL)	Promoteur.
Mr. HELLEL M.	Maître de conférences (ENSSMAL)	Examineur.
Mr. HEMDANE Y.	Maître de conférences (ENSSMAL)	Examineur.

Promotion : (2010)

Remerciements

Au travers de ces quelques lignes, je souhaite remercier toutes les personnes impliquées de près ou de loin dans la bonne réalisation de ce travail.

Mes plus sincères remerciements à Monsieur G'U'ERFI M. pour m'avoir encadré durant ce stage ; pour son écoute, le partage de son savoir et l'attention qu'il a portée à mon travail.

J'adresse mes remerciements aussi au jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Il m'est également impossible d'oublier les personnes suivantes qui m'ont accueillis, aidé et m'ont permis d'avoir des données précieuses pour terminer ce Mémoire :

M^{elle} O'USSALEM Salima, chef département des données à l'Observatoire Nationale de l'Environnement et Développement Durable.

Merci à Ismaïl, Sid Ali et Rafik de l'URBA-B.

Je tien à remercier les membres de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques surtout M^{me} Abda.

Enfin je souhaite terminer par mes amis (es): Mamiche, Houda, Nedjim, Sara, Nedjia et Anissa. Je les remercie bien pour leur encouragement et leur soutien.

Dédicace :

A mes chers parents, je vous aime

A ma sœur Mariya

A mes frères :

Tarek

Oussama

Mouhamed

Aymen

Et Anouar.

Sara

Sommaire

Introduction.....	1
Chapitre I : Généralités.....	3
I. La pollution des eaux.....	3
I.1. Définitions.....	3
I.2. Les sources et les origines de la pollution.....	4
I.2.1. pollution domestique et urbain.....	4
Les eaux usées domestiques.....	4
Les eaux de ruissellement urbaines.....	5
I.2.2. Pollution industrielle.....	5
I.2.3. Pollution agricole.....	5
I.3. Les principaux types de pollution.....	6
La pollution organique.....	6
La pollution chimique.....	6
La pollution physique.....	6
La pollution thermique.....	7
La pollution microbienne.....	7
La pollution radioactive.....	7
I.4. Les impacts majeurs.....	8
II. Estimation de la pollution.....	8
II.1. Les principaux paramètres.....	8
PH.....	8
Turbidité et MES.....	9
Demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	9
Demande chimique en oxygène (DCO).....	10
Le rapport DBO ₅ /DCO.....	10
Matière oxydable (MatO).....	10
II.2. Les éléments minéraux (les nutriments).....	10
L'azote ammoniacal.....	10
L'azote nitreux (NO ₂ ⁻).....	11
Azote nitrique (NO ₃ ⁻).....	11
Le Phosphore.....	11
III. L'eutrophisation.....	12
Chapitre II : Le littoral algérien : un riche capital menacé par le développement.....	13
I. Etat du milieu et du littoral en Algérie.....	13
II. Contexte et importance du problème.....	15
II.1. De multiples sources de pollution.....	15
II.1.1. Urbanisation-littoralisation.....	15
La situation des eaux usées domestiques.....	17
II.1.2. Industrialisation.....	17
Les eaux résiduaires industrielles.....	19
II.1.3. Agriculture.....	20
II.2. Situation et tendances.....	20

Chapitre III: Pollution de l'environnement de l'Oued El Harrach.....	21
I. Notion du bassin versant.....	21
I.1. Définition.....	21
I.2. Délimitation.....	21
II. Description du bassin d'El Harrach.....	22
III. Identification du problème.....	24
III.1. Nature du problème.....	24
III.2. Ses causes.....	24
III.2.1. Pollution industrielle.....	24
III.2.2. Pollution urbaine.....	25
III.2.3. Pollution agricole.....	26
IV. Impacts et conséquences.....	26
Chapitre IV : Matériels et méthodes.....	27
I/ Outils d'étude	27
I.1. Télédétection.....	27
I.1.1. Définition de la télédétection spatiale.....	27
I.1.2. La télédétection satellitaire au service de l'inventaire et de la cartographie des sources terrestres de la pollution marine.....	27
I.1.3. La couleur de l'eau comme un indicateur.....	27
a. La turbidité.....	28
b. Les concentrations en chlorophylle	29
I.2. Système d'Information Géographique (SIG).....	29
I.2.1. Quelques définitions	30
I.2.2. Les composantes d'un SIG.....	30
a. Matériel.....	30
b. Logiciels.....	31
c. Données.....	31
d. Utilisateurs.....	31
e. Matériels.....	31
I.2.3. Fonctionnement d'un SIG.....	31
II. Données utilisées.....	33
II.1. Données de télédétection.....	33
Le capteur MODIS.....	33
II.2. Données auxiliaires.....	35
II.2.1. Alphanumériques.....	35
II.2.2. Graphiques.....	35
III. Environnement du travail.....	35
III.1. Préparation des images satellitaires.....	35
III.2. Intégration des données graphiques dans un SIG.....	39
III.2.1. Numérisation ou conversion	39
III.2.2. Géoréférencement.....	39
III.2.3. Digitalisation.....	41
III.3. Association de la base de données.....	42

Chapitre V : Résultats et discussions.....	45
I. L'image confectionnée.....	45
II. Le support graphique.....	46
III. Compatibilité des données	48
IV. Utilisation du SIG pour la gestion de la pollution industrielle (cas d'Oued El Harrach).....	49
V. Conclusion.....	51
 Conclusion générale.....	 52

Références bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Echelle de valeurs de DBO ₅	9
Tableau 2 : Ecart Tell/ Hauts Plateaux.....	16
Tableau 3 : Ecart Tell/ Sud.....	16
Tableau 4 : Répartition des unités industrielles littorales.....	18
Tableau 5 : Estimation de la charge polluante	25
Tableau 6 : Les bandes spectrales utilisées par MODIS.....	34
Tableau 7 : images MODIS et nombres d'images utilisées.....	36

Liste des figures :

Figure 1 : Les diverses possibilités de contamination de l'hydrosphère à partir d'une source de pollution radioactive.....	7
Figure 2 : Conséquences de l'eutrophisation.....	12
Figure 3 : Classification des eaux des Oueds suivant la grille de classification.....	14
Figure 4 : Armature urbaine des villes de plus de 50 000 habitants de l'Algérie nord.....	16
Figure 5 : Carte de risques des établissements industriels, région nord.....	19
Figure 6 : Schéma d'un bassin versant.....	21
Figure 7 : Les bassins versants côtiers en Algérie.....	22
Figure 8 : Trois sous bassins versants côtiers-Algérois 1/25 000.....	23
Figure 9 : Image (08/07/2009) de l'embouchure d'Oued El Harrach (Google Earth).....	24
Figure 10 : Superposition de différentes couches d'information dans un SIG.....	31
Figure 11 : Organigramme de la méthodologie.....	32
Figure 12 : MODIS/aqua.....	33
Figure 13 : Les étapes de travail avec CorelDRAW X3.....	37
Figure 14 : Imagettes montrant la turbidité à des portions du littoral algérien.....	38
Figure 15 : La superposition de l'image MODIS sur Google Earth.....	40
Figure 16 : Le calage de l'image confectionnée dans MapInfo.....	40
Figure 17 : La limite du littoral après la digitalisation.....	41
Figure 18 : Les principaux cours d'eaux après la digitalisation.....	41
Figure 19 : L'association (superposition) des cours d'eau avec la limite du littoral.....	42
Figure 20 : Création d'une table attributaire dans MapInfo.....	43
Figure 21 : Extrait de la base de données ajouté montrant la description des plus importants cours d'eau.....	43
Figure 22 : Extrait d'une base de données importée montrant la qualité des eaux mesurée par trois stations hydrométriques au niveau d'Oued Seybouse, Chellif et El Harrach pour l'année 2009.....	44
Figure 23 : Image MODIS/aqua confectionnée.....	45
Figure 24 : Carte représente la superposition des couches de dessin avec l'image satellitale confectionnée (réalisée par MapInfo).....	47
Figure 25 : L'affichage de la fenêtre d'interprétation finale dans MapInfo après la mise en commun des différentes données graphiques et sémantiques.....	48
Figure 26 : Carte des unités industrielles du bassin versant d'El Harrach proposées pour la campagne de prélèvement des échantillons des eaux de rejets en 2010-2012.....	50

Introduction

La pollution est un problème d'actualité, elle affecte pratiquement tous les écosystèmes, y compris l'environnement marin. Elle présente un risque pour la santé humaine, des mortalités des poissons, la prolifération anarchique d'algues, la multiplication de certaines espèces bactériennes contaminant aussi bien l'eau et les espèces comestibles.

Si les zones côtières concentrent de nombreuses ressources et opportunités, elles sont aussi opposées à cette pollution résultante du développement des multiples activités humaines.

En Algérie la problématique de l'eau douce ou continentale et de l'eau marine côtière sera sans doute une préoccupation majeure durant ce siècle. La qualité des eaux des cours d'eau de tous les bassins versants, notamment au niveau de la zone littorale se dégrade de plus en plus sous l'effet des rejets de déchets urbains, industriels et de pollution diffuse agricole. L'apport de tous ces polluants vers la mer pose d'énormes problèmes écologiques et environnementaux.

Les fortes interactions qui existent entre les activités anthropiques et l'environnement côtier impliquent un aménagement du littoral rationnel. Ce qui nécessite une bonne connaissance de sa configuration, préalable très important à une meilleure gestion de cet environnement à la fois riche et sensible. La collecte, le traitement et l'analyse de données sur ce milieu constituent un volet très important. Depuis quelques années la télédétection satellitaire et les systèmes d'information géographique ou SIG sont intégrés dans les activités des agences et services ayant en charge le suivi et la gestion de ces milieux.

La présente étude a été réalisée en exploitant les méthodes d'application de la télédétection spatiale et les systèmes d'information géographique qui sont des outils appropriés pour répondre à ce type de problématique ; cartographier les sources de pollution marine d'origine tellurique. La démarche méthodologique utilisée comprend cinq chapitres :

- Le premier chapitre sera consacré aux généralités sur la pollution marine ;
- Le deuxième chapitre est une description de la situation du littoral Algérien face à cette pollution en terme de pression anthropique;
- Le troisième chapitre était choisit comme un exemple d'étude qui illustre le mieux la situation aggravée des cours d'eau exoréiques et c'était bien Oued El Harrach ;

- Un autre chapitre qui donne un aperçu sur les outils d'étude, un développement de la méthodologie et une description de l'environnement du travail avec ses différents stades ;
- Le dernier chapitre expose les plans et les cartes obtenus avec le logiciel MapInfo et une discussion sur leur utilité ;

Enfin une conclusion générale clôture ce travail.

Chapitre I

Généralités

I. La pollution des eaux :

L'eau, compte tenu de ses propriétés physico-chimiques, est trop souvent utilisée comme un vecteur d'évacuation de déchets ; ainsi polluée, elle devient alors un vecteur de pollutions. Cette situation fréquemment rencontrée est d'autant plus regrettable que l'eau est le principal élément constitutif des êtres vivants et des végétaux (**Koller, 2004**).

I.1. définitions :

Le terme de « pollution » des eaux est un terme très général, dont l'emploi risque d'ailleurs de créer une certaine confusion dans les esprits. Ainsi que M. Louis Coin l'a fort bien fait remarquer, « comment définir la pollution des eaux superficielles, alors que ce phénomène représente des faits disparates et que ce terme est impuissant à dépeindre seul les effets variés, visibles ou invisibles...? » (**Vaillant, 1973**).

Il est nécessaire de bien préciser les notions de *nuisances* et de *pollution*. **Le comité international de la langue française** a définie les *nuisances* comme consistant en « tout effet de l'activité humaine entraînant un risque notable pour la santé et le bien-être de l'homme, ou qui peut atteindre indirectement l'homme par des répercussions sur son patrimoine (naturel, culturel, économique). Une *pollution* consiste en la présence dans un milieu naturel (eau ou air) d'une substance étrangère, nocive ou non. C'est le franchissement du seuil de pollution qui fait qu'une substance nocive devient une nuisance pour l'homme » (**Vaillant, 1973**).

De son côté, la « **Charte européenne de l'eau** » donne cette définition :

« La pollution est une modification généralement provoquée par l'homme, dans la qualité de l'eau, qui la rend impropre ou dangereuse à la consommation humaine, à l'industrie, à l'agriculture, à la pêche, aux loisirs, aux animaux domestiques et à la vie sauvage. ».

« L'évacuation des déchets ou d'eaux usées, qui provoque des pollutions d'ordre physique, chimique, organique, thermique, ou radioactif,..... » (**Vaillant, 1973**).

La définition de la pollution marine la plus couramment acceptée est celle donnée par l'ensemble de la communauté scientifique internationale GESAMP (Groupe mixte d'experts OMI/FAO/Unesco-COI/OMM/OMS/AIEA/ONU/PNUE chargé d'étudier les aspects

scientifiques de la protection de l'environnement marin): *«l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, de substances ou d'énergie dans le milieu marin (y compris les estuaires) occasionnant des effets néfastes tels que des nuisances envers les ressources biologiques, des risques pour la santé de l'homme, des entraves aux activités maritimes (y compris la pêche), une altération de la qualité de l'eau de mer du point de vue de son utilisation et une dégradation des valeurs d'agrément»*.

Ainsi, la pollution résulte de l'introduction dans un milieu de substances conduisant à son altération.....La notion d'altération du milieu est fondamentale. En effet, un rejet ne sera par définition polluant que s'il amène une altération, c'est-à-dire une dégradation. Deux rejets de caractéristiques identiques pourront être plus ou moins polluants suivant le milieu récepteur..... **(Gaujous, 1995)**. Affirmer qu'un milieu récepteur est pollué signifie généralement que le milieu contient une quantité excessive d'un polluant spécifique ou de plusieurs polluants **(Koller, 2004)**.

Dans notre travail on va étudier la pollution marine d'origine tellurique, c'est-à-dire celle provoquée par les cours d'eau. Le séminaire d'experts européens (Genève, 1961) propose la définition suivante pour la pollution des cours d'eau : **(Koller, 2004)**

« Un cours d'eau est considéré comme étant pollué lorsque la composition ou l'état de ses eaux sont, directement ou indirectement, modifiés du fait de l'activité de l'homme dans une mesure telle que celles-ci se prêtent moins facilement à toutes les utilisations auxquelles elles pourraient servir à leur état naturel ou à certaines d'entre elles ».

I.2. Les sources et les origines de la pollution :

I.2.1. pollution domestique et urbaine :

➤ Les eaux usées domestiques :

Les eaux domestiques, elles-mêmes divisées en eaux-vannes qui comprennent les eaux des diverses toilettes et eaux ménagères qui englobent les autres eaux, notamment celles qui résultent des lavages. **(Leroy, 1999)**. Se sont infiltrées dans le sol ou bien ont rejoint les cours d'eau, les lacs ou la mer en suivant des voies naturelles ou bien des canalisations d'égouts.

Selon un nouveau rapport du programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), une marée montante d'eaux usées menace la santé et la richesse d'un nombre

important d'océans et mers à travers le monde, tandis que des progrès sont notables en matière de pollution pétrolière et chimique.

➤ ***Eaux de ruissellement urbaines :***

Avec la concentration urbaine et l'urbanisation, les surfaces imperméables des agglomérations se sont considérablement développées et la pollution des eaux de ruissellement urbaine (pouvant contenir, en sus des matières minérales ou organiques courantes, des hydrocarbures et des pesticides).

I.2.2. Pollution industrielle :

Avec l'expansion industrielle moderne et le déversement des eaux résiduares industrielles, ce type de pollution a pris un aspect qu'il ne paraît pas exagéré de qualifier de catastrophique. **(Vaillant, 1973).**

Cette pollution est caractérisée par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau ; tous les produits ou sous produits de l'activité humaine se retrouvent ainsi dans l'eau, qui est un bon solvant :

- ✓ matières organiques et graisses (industries agro-alimentaires,...);
 - ✓ hydrocarbures (raffineries) ;
 - ✓ métaux (traitement de surface, métallurgie) ;
 - ✓ acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries...) ;
 - ✓ matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).
- (Gaujous, 1995).**

I.2.3. Pollution agricole :

Les pollutions agricoles sont chroniques et diffuses, à l'inverse des pollutions industrielles de l'eau qui sont désormais largement maîtrisées..... **(Ngô et Régent, 2008).**

Provient des fermes ou des cultures, elle se caractérise par :

- ✓ De fortes teneurs en sels minéraux (azotes, phosphore, potassium) provenant : des engrais, des purins et lisiers (élevage) ;
- ✓ La présence de produits chimique et traitement (pesticides, herbicides...). **(Gaujous, 1995).**

L'élevage des animaux domestiques produit une quantité de déchets organiques très supérieure à celle de la population humaine. Les engrais riche en azote et en phosphate

contribuent puissamment à l'eutrophisation des eaux douces. Les engrais à base de nitrates, s'infiltrant dans la nappe phréatique, peuvent être à l'origine d'intoxications graves, mais ce sont surtout les pesticides de synthèse qui créent de sérieux problèmes, d'autant plus que beaucoup de ces nouvelles molécules ne sont que très lentement biodégradables et sont extrêmement dangereux pour l'homme (risque de concert par exemple).

I.3. Les principaux types de pollution :

Pour terminer ce tour sur la signification du terme pollution, on peut encore distinguer diverses catégories de pollutions en considérant **la nature** même de ces dernières, plus que leurs origines.

C'est ainsi qu'on distingue la pollution organique, la pollution chimique, la pollution mécanique, la pollution thermique, la pollution microbienne et la pollution radioactive.

La pollution organique est essentiellement celle qui est créée par les déversements, dans les cours d'eau, les lacs ou la mer, des égouts urbains ou des égouts particuliers raccordés directement au milieu récepteur.

La pollution organique est de loin la forme de pollution la plus courante. Les eaux résiduaires déversées dans les cours d'eau, les estuaires, et la mer sont particulièrement riches en matières organiques sujettes à l'action des bactéries. Par ailleurs ces eaux résiduaires apportent à l'environnement aquatique des sels nutritifs générant, à plus ou moins terme des matières organiques algales (pollution organique secondaire) également sujettes à la minéralisation biologique..... (Lacaze, 1996).

La pollution chimique est créée généralement par les déversements d'établissements industriels. Elle est plus ou moins nocive, selon la nature des substances dissoutes dans l'eau et selon les concentrations de ces substances.

La pollution physique (ou mécanique) résulte de la présence dans l'eau de particules ou de déchets capables de colmater le lit d'un cours d'eau (cas des eaux provenant par exemple des mines, d'usines de défibrage de bois, de tanneries). On parle parfois également (mais à tort s'il s'agit d'un phénomène naturel) de pollution mécanique quand il s'est produit, au fond d'un cours d'eau, un recouvrement du « substratum » par les dépôts de vases ou de sables (souvent de tels dépôts se forment en amont des barrages).

Pollution thermique, correspond aux déversements d'effluents industriels qui augmentent la température des rivières, des lacs ou des eaux littorales à un niveau tel qu'il en résulte des effets néfastes au point de vue biologique.

D'autre part, **la pollution microbienne** est dangereuse surtout s'il y a dans l'eau des microbes pathogènes. Elle peut être d'autant plus insidieuse qu'une eau parfaitement incolore et limpide peut contenir des bacilles ou des virus très dangereux pour la santé des hommes ou des animaux.

Enfin nous parlerons de **la pollution radioactive** qui a des origines multiples et variées dans les milieux aquatiques.

Les différentes voies de pénétration de radionucléides dans les milieux aquatiques à partir d'une source polluante sont résumées par la figure 1.

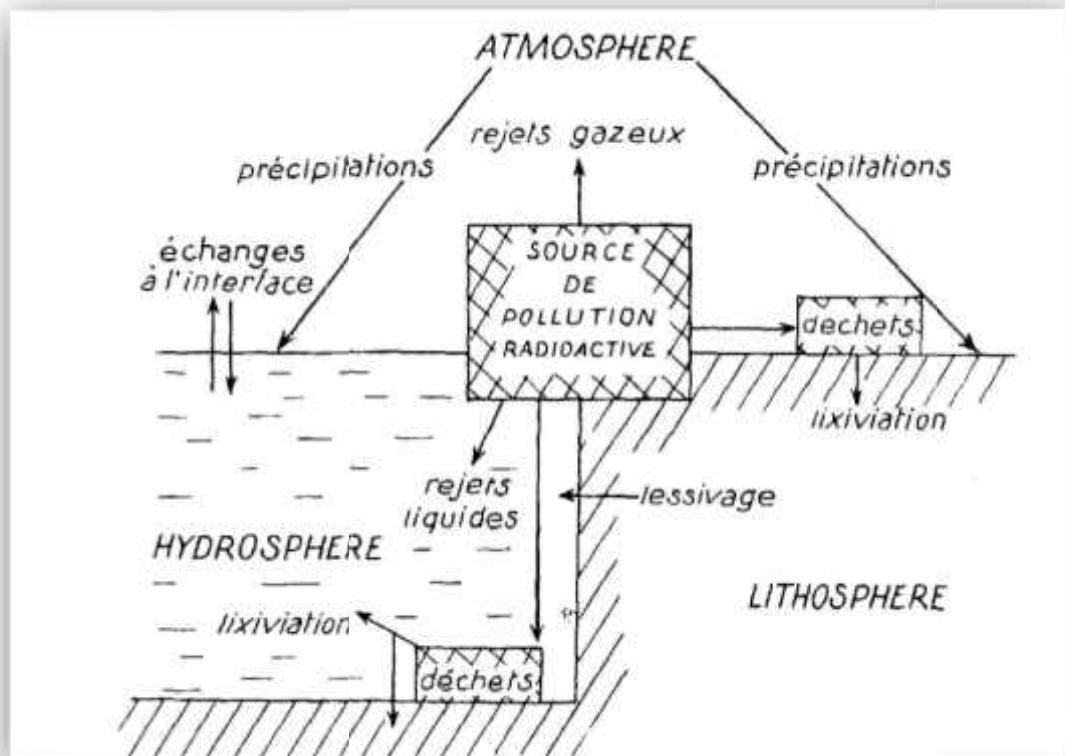


Figure 1 : les diverses possibilités de contamination de l'hydrosphère à partir d'une source de pollution radioactive (Amiard-triquet et Amiard, 1980).

I.4. Les impacts majeurs :(Badi-gondard F, 2003)

- Toute contribution à la diminution du taux d'oxygène dissous dans les eaux naturelles, par oxydation, par consommation bactérienne, par fermentation ou, enfin, par des altérations de l'équilibre physico-chimique du milieu récepteur.
- Tout phénomène de toxicité aiguë ou d'accumulation de micropolluants à effets toxiques immédiats ou à plus long terme (morbidité ou même mortalité dans différentes populations, effets mutagènes).
- Tout phénomène résultant de déversements excessifs de substances azotées et phosphorées (effet toxique et eutrophisation des plans d'eau).
- Contamination bactérienne ou virale.

II. Estimation de la pollution :

II.1. Les principaux paramètres :

Ils correspondent aux méthodes d'analyse normalisées permettant de caractériser une eau résiduaire et de connaître son niveau de contamination.

- **PH :**

Le PH est relatif à la concentration en ions hydrogène (H^+) dans un milieu, donc à l'acidité de ce milieu **(Aminot et kérouel, 2004).**

La mesure du PH aura deux applications à considérer séparément : le suivi de la qualité des eaux, d'une part, et les études thermodynamiques des équilibres chimiques, d'autre part. **(Aminot et kérouel, 2004).**

Dans les estuaires, le PH peut varier dans de larges gammes du fait du mélange avec les eaux douces. En effet, la teneur et la composition en minéraux dissous dans les eaux douces sont très variables et plusieurs systèmes chimiques, notamment les silicates, interviennent en complément des carbonates dans la fixation du PH, généralement inférieur à celui de l'eau de mer.

En outre, l'accumulation de matières organiques d'origine continentale et la contamination par des rejets urbains ou industriels contribuent à la modification du PH naturel. **(Aminot et kérouel, 2004).**

▪ **Turbidité et Matières En Suspension –MES- :**

La turbidité d'une eau, en tant qu'une mesure optique, est fonction de la concentration, de la taille, de la forme et des coefficients de références, d'adsorption, et de réfraction des particules présentes (McCarthy et al., 1974 ; Bunt et al., 1999 in Aminot et Kérouel, 2004).

Alors la turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau. Elle varie selon les matières en suspension (MES), en effet la connaissance de la quantité de cette dernière est importante pour l'étude des milieux aquatiques.

La matière en suspension est une mesure globale de la pollution. Elle donne la concentration de l'eau en particules organiques et minérales, que l'on peut retenir par filtration en laboratoire. (Lacaze, 1996).

▪ **Demande biochimique en oxygène (DBO₅) :**

La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène qu'une eau a besoin pour oxyder biologiquement la matière contenue dans cette eau par les micro-organismes aérobies. Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matières organiques biodégradables d'une eau naturelle polluée ou d'une eau résiduaire, il est utilisable :

- ✓ Soit pour quantifier la charge polluante organique de l'eau,
- ✓ Soit pour évaluer l'impact d'un rejet sur le milieu naturel ;
- ✓ Soit pour évaluer l'intensité du traitement nécessaire à l'épuration d'un rejet par un procédé biologique.

Cette mesure est très utilisée pour le suivi des rejets des stations d'épuration, elle est exprimée en mg d'O₂ consommé.

Tableau1: Echelle de valeurs de DBO₅

Situation	DBO ₅ (mg/l d'O ₂)
Eau naturelle pure et vive	< 1
Rivière légèrement polluée	1 < c < 3
Egout	100 < c < 400
Rejet station d'épuration efficace	20 < c < 40

- **Demande chimique en oxygène (DCO) :**

Elle représente la quantité totale de pollution oxydable est correspond à la quantité d'oxygène qu'il faut fournir grâce à des réactifs chimiques puissants, pour oxyder les matières contenues dans l'effluent (**Koller, 2004**).

- **DBO₅/DCO :**

Ce rapport est un indicateur des possibilités d'auto-épuration de l'eau. A mesure que les eaux usées contiennent davantage de matières peu biodégradables ou toxiques (le rapport DBO₅/DCO devient inférieur à 0,3), les procédés physico-chimiques prennent le pas sur les méthodes biologiques. A la limite, il faut avoir recours à une détoxification.

- **MatO (matières oxydables) :**

C'est un paramètre utilisé par les agences de l'eau pour caractériser la pollution organique de l'eau. Il se définit à partir de la DBO₅ et la DCO, selon la formule :

$$\text{MatO} = (2 \text{ DBO}_5 + \text{ DCO})$$

II.2. Les éléments minéraux (les nutriments) :

Deux des éléments minoritaires sont indispensables à la vie aquatique sont l'azote et le phosphore. C'est la plus ou moins grande quantité disponible de ces deux éléments nutritifs qui, en présence de lumière, favorisera ou limitera la croissance de la biomasse, d'où l'intérêt que suscitent à plusieurs titres ces éléments et leurs composés. (**Lacaze, 1996**).

Les trois principales formes minérales de l'azote : ammonium, nitrite et nitrate présentent des niveaux de toxicité très différentes, tant pour les organismes aquatiques que pour l'homme (**Ballay, 1992 in Lacaze, 1996**).

- **L'azote ammoniacal :**

En solution dans l'eau, l'ion ammonium NH_4^+ est en équilibre avec la forme non dissociée NH_3 et cette dernière est, de loin, la plus toxique pour les organismes aquatiques (**Ballay, 1992 in Lacaze, 1996**). l'équilibre entre NH_4^+ et NH_3 étant principalement régi par

le PH et la température, on conçoit facilement qu'une même concentration d'azote ammoniacal aura des effets très différents dans une rivière froide et acide ou dans une rivière aux eaux plus chaudes et alcalines.

▪ **L'azote nitreux (NO_2^-) :**

C'est pour les organismes aquatiques comme pour l'homme, la plus toxique des formes minérales de l'azote. L'ion nitrite est, heureusement dans la plupart des cas, et en dehors de situations de pollution extrême, rapidement oxydé dans le milieu naturel de telle sorte qu'on le rencontre rarement (**Lacaze, 1996**).

Dans le cycle de l'azote, les ions nitrites sont des intermédiaires entre l'azote ammoniacal et ions nitrates.

▪ **L'Azote nitrique (NO_3^-) :**

A la différence de l'ammoniac et de l'ion nitrite, l'ion nitrate n'est pas directement toxique aux concentrations où on le rencontre dans l'eau. Cependant, chez le nourrisson et dans certains cas pathologiques chez l'adulte, le nitrate absorbé peut se transformer en nitrite au sein même de l'organisme, ce qui ramène aux problèmes de toxicité du nitrite.

▪ **Le Phosphore :**

Le phosphore est présent dans les eaux usées sous des formes très diverses, une partie importante des polyphosphates s'hydrolysant rapidement en orthophosphates. Si on excepte certains composés comme les pesticides organophosphorés, les diverses formes du phosphore apparaissent comme très peu toxiques. (**Lacaze, 1996**).

L'une des questions cruciales que l'on peut alors se poser concernant l'azote et le phosphore est la suivante :

« Comment des éléments aussi essentiels à la vie, en un mot aussi naturels, peuvent ils être à l'origine de nuisances pour l'environnement et être ainsi assimilés à des polluants ? » (Anonyme 1990, p. 38 in Lacaze, 1996)

III. L'eutrophisation :

En réalité, dans les conditions naturelles, les sels nutritifs ne sont pas des polluants, car ils n'ont aucun effet néfaste direct sur la vie aquatique (**Lacaze, 1996**). Les sels nutritifs peuvent constituer des *pollutions*, dès lors que les quantités introduites dans le milieu marin dépassent la *capacité d'absorption* de ce milieu, ces substances en excès alimentent le milieu au point d'engendrer l'apparition d'algues vertes ou de micro-algues (phytoplancton), parfois toxiques, conduisant localement à la mort de la plupart des organismes marins : c'est le phénomène *d'eutrophisation*.

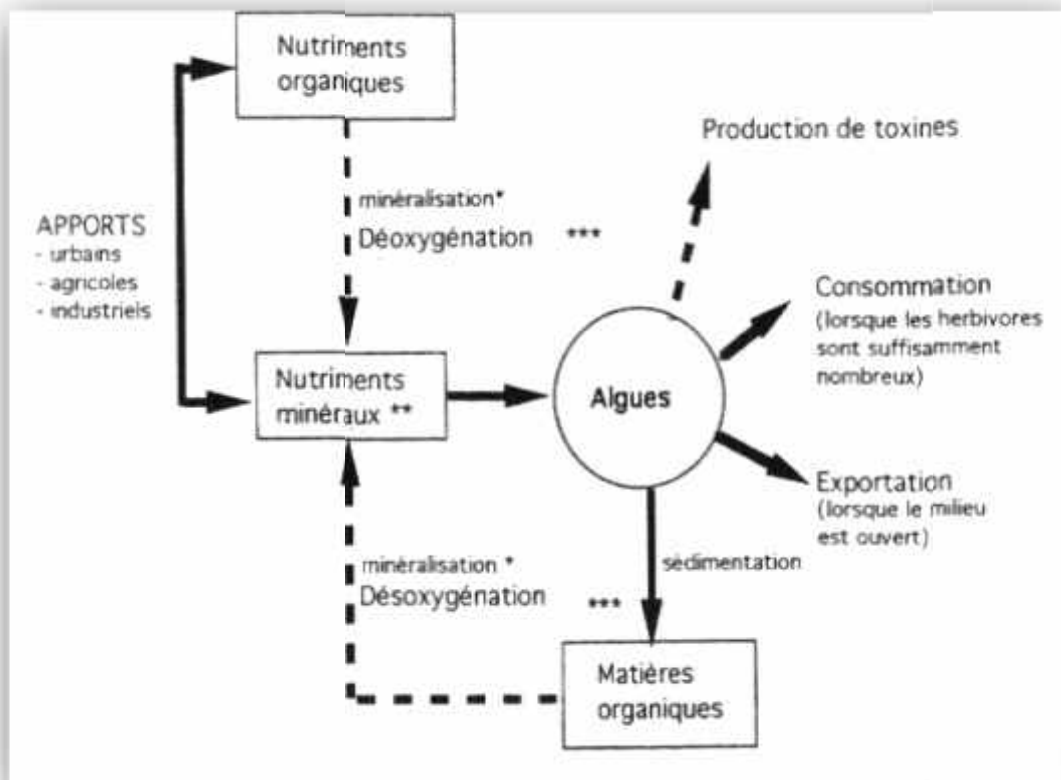


Figure 2 : Conséquences de l'eutrophisation (**Lacaze, 1996**).

(Désoxygénation, production de toxine) sur l'environnement aquatique

*Minéralisation de la matière organique avec consommation d'oxygène et libération de sels nutritifs et de gaz carbonique.

** Ammonium, nitrite, nitrate, phosphore.

*** la dégradation peut se poursuivre en anaérobiose avec production de molécules toxiques : SH_2 , NH_3 , CH_4 etc.

Chapitre II

***Le littoral algérien : un riche
capital menacé par le
développement***

Les mers constituent généralement le point final de tous les cours d'eau existants. Fleuves, rivières, chutes et autres se rejoignent tous dans les grandes eaux marines. De ce fait, la pollution marine peut aussi provenir de ces autres grands points d'eau. Alors que certaines activités humaines, notamment les activités de production à grande échelle, comme celles de diverses industries, déversent la plupart de leurs déchets dans les eaux des rivières les plus proches, celles-ci aboutissent à la mer en emportant tous ces eaux polluées avec les mêmes effets nocifs qu'ils auraient pu avoir sur l'environnement terrestre. De même, tous les déchets évacués dans les rivières comme dans les bassins fluviaux finissent tous par se déverser dans les mers et les océans pour *une inévitable pollution*.

I. Etat du milieu et du littoral en Algérie :

En Algérie, le réseau hydrographique aboutissant à la mer compte environ 31 Oueds, dont les plus importants sont les Oueds Chellif, Soummam, El Harrach, Mazafran, Sébaou, Isser, Seybouse, Tafna, El Melah, El Kébir, El Hamiz et Saf Saf.....Ce réseau alimente le milieu marin en apports terrigènes. (Grimes, 2004).

Ces Oueds sont devenus des collecteurs naturels des rejets, urbains et industriels, chargés d'éléments chimiques et toxiques. Leur capacité d'auto-épuration est de plus en plus réduite, notamment en période d'étiage ou il n'y a pratiquement plus de dilution.

Les données disponibles sur la qualité de l'eau suivie depuis 1985 par l'ANRH montrent qu'une grande partie des ressources en eau est polluée par des rejets non contrôlés (**figure3**) :

- Dans la région Ouest, des portions importantes des Oueds Tafna, Chellif, Mina, Mouilah, Sarno, Mebtoul sont touchés par la pollution.
- Dans les régions du Centre et de l'Est, l'Oued El Harrach *est pollué dans sa totalité* et des portions non négligeables des Oueds Mazafran, Rhumel, Kébir ouest et Seybouse.

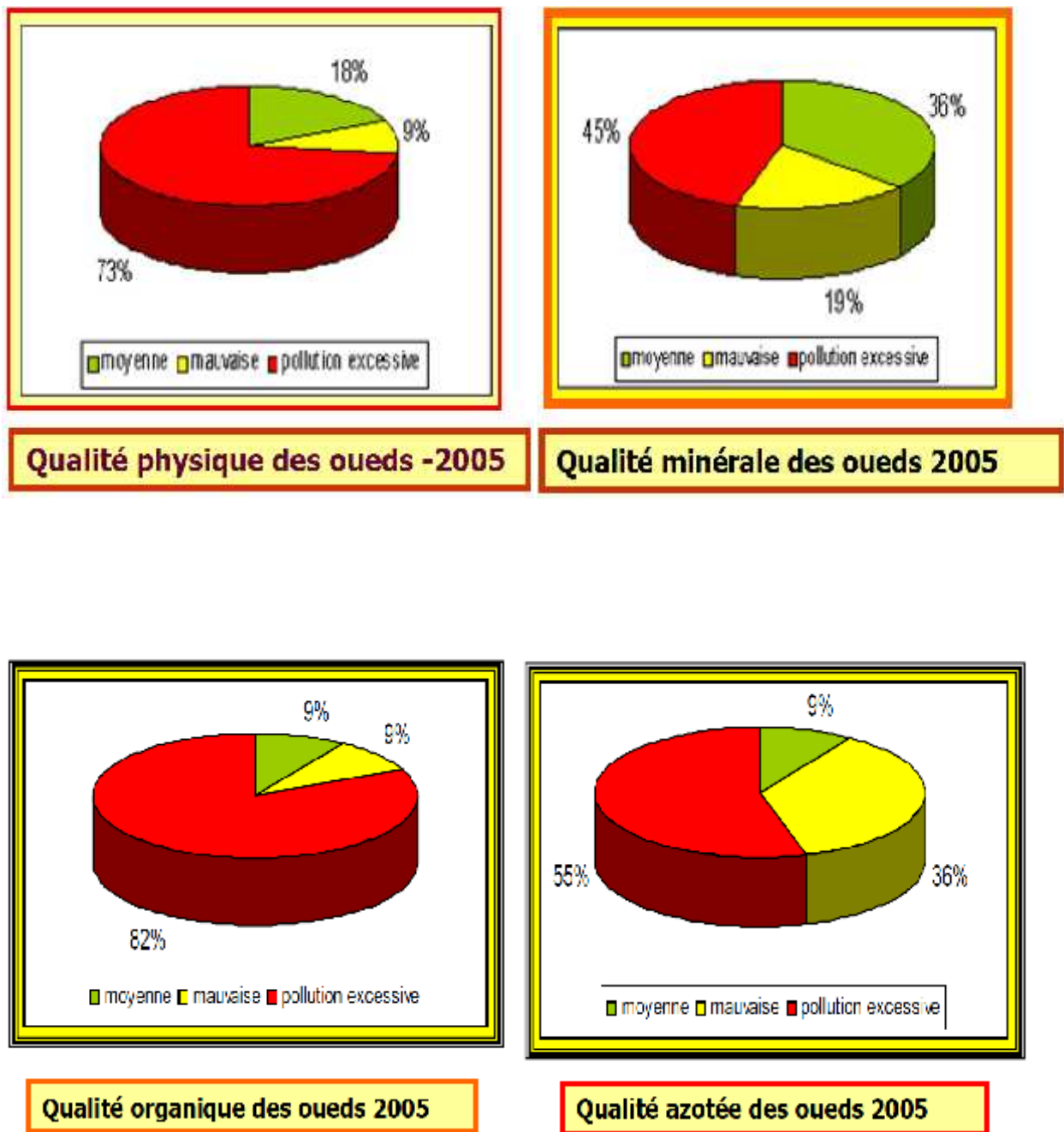


Figure 3: Classification des eaux des Oueds suivant la grille de classification. La grille se base sur les normes internationale et européenne adaptées par l'ANRH (Benmia et Aouabed, 2008)

Voire la grille de classification dans les annexes.

II. Contexte et importance du problème

II.1. De multiples sources de pollution :

L'impact des actions de développement sur le milieu littoral et marin est localisé essentiellement dans les aires métropolitaines côtières, marquées par une forte urbanisation et une concentration des activités (Alger, Oran, Annaba, Skikda.....).

Dans ces zones côtières, les nuisances environnementales les plus remarquables se traduisent par l'altération de la qualité des eaux et des sédiments marins. En effet plusieurs sources de pollution ont été recensées dont les plus importantes sont :

II.1.1. Urbanisation – littoralisation :

L'occupation actuelle de notre territoire est caractérisée par une forte littoralisation du peuplement et des activités qui ne peu que se renforcer à l'avenir en cas de maintien des tendances actuelles.

La colonisation a fondé les disparités territoriales de l'Algérie en ayant préférentiellement mis en valeur les zones de peuplement européen (plaines littorales et bassins intérieurs telliens) et développer les villes portuaires, alors que les régions intérieures ont été exploitées de façon minière (céréaliculture extensive, exploitation et exportation de matières premières) et donc moins équipées.

Cette distorsion va être pérennisée et même accentuée après l'indépendance car les infrastructures déjà installées ont orienté la localisation des grands complexes industriels vers les villes telliennes et notamment côtières.

C'est ce qui traduit l'évolution du peuplement de notre territoire : à travers les quatre recensements effectués depuis l'indépendance (1966, 1977, 1987, et 1998). Il apparaît que la zone tellienne a maintenu la concentration de près des deux tiers de la population algérienne, alors qu'elle ne représente que 4% du territoire national, contre 9% pour les hauts plateaux qui ne regroupent qu'environ le quart (25%) de la même population totale et 87% du territoire nationale pour le Sud où ne résident que 10% des algériens.

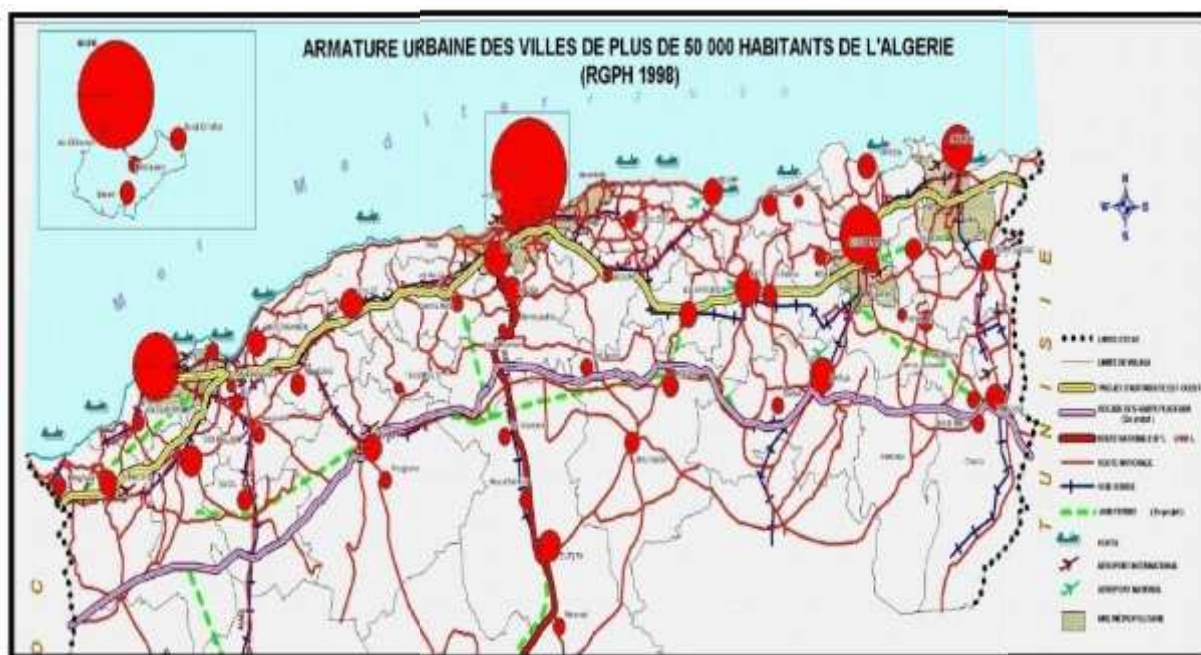


Figure 4: armature urbaine des villes de plus de 50 000 habitants de l’Algérie Nord (RGPH 1998 in ANAT, 2009)

Il faut ajouter que malgré la relative stabilité des proportions de la population revenant à chaque ensemble (65% pour la zone tellienne, 25% pour les Hauts Plateaux et 10% pour le Sud), le surpeuplement réel de la zone tellienne n’a pas cessé en fait de s’alourdir par rapport aux deux autres ensembles.

En valeur absolue, les écarts de peuplements entre le Tell, les Hauts Plateaux et le Sud ont en effet évolué comme suit, en millions d’habitants :

Tableau 2: Ecart Tell/ Hauts Plateaux

1977	1987	1998
+ 7,5	+ 9,7	+ 11,1

Tableau 3: Ecart Tell/ Sud

1977	1987	1998
+ 10,1	+ 13,3	+ 16,2

La littoralisation accentuée du peuplement de notre territoire se double en effet, notamment autour des grandes villes et métropoles telliennes, d'une urbanisation rapide et anarchique. Sur les 579 villes que compte actuellement le pays, 361 soit 60 % reviennent à la zone tellienne et plus de 100, dont trois des quatre grandes métropoles (Alger, Oran, Annaba) reviennent à la seule zone littorale. Ce phénomène est aggravé par l'urbanisation anarchique qui cause un facteur dégradé de l'environnement notamment les ressources en eau. Cependant les secteurs les plus dégradés sont situés en aval des agglomérations les plus importantes.

➤ ***La situation des eaux usées domestiques :***

Le volume annuel d'eaux usées rejetées est estimé à 600 millions de m³. Il provient essentiellement des agglomérations situées dans les principaux bassins telliens, ce qui constitue une source importante de pollutions portant préjudice non seulement au littoral mais aussi aux ressources en eaux. Si par leurs rejets d'eaux usées les agglomérations côtières causent un préjudice au littoral, celles de l'intérieur du pays et notamment celles situées dans les bassins telliens portent préjudice aux ressources en eau déjà rares. Cette situation est due à plusieurs raisons et en particulier au fait de ne pas épurer les eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel.

Des tronçons importants de cours d'eau tel que la Tafna, la Macta, le Chellif, la Soummam, le Seybouse ou le Kébir sont aujourd'hui complètement pollués par les eaux usées urbaines. Pour certains de ces bassins des systèmes d'épuration ont été réalisés mais ne sont pas fonctionnels dans la plupart des cas. Dans les autres bassins, ces ouvrages sont encore inexistantes. Le bassin du Chellif où résident plus de deux millions d'habitants est toujours exposé à la pollution causée par les eaux usées domestiques ; ce qui risque de remettre en cause le transfert envisagé vers la région d'Oranie et même la quasi-totalité des agglomérations desservies par les nappes de la vallée.

II.1.2. Industrialisation :

La plus grande part de l'activité de transformation industrielle nationale se trouve localisée dans la région littorale. C'est plus particulièrement la bande côtière qui a attiré le plus gros des investissements industriels.

Les branches industrielles les plus investies concernent la sidérurgie métallurgie, la chimie, la pétrochimie, les matériaux de construction et dans une moindre proportion les industries mécaniques, électriques et électroniques, ainsi que les produits miniers et les industries agroalimentaires.

Une enquête O.N.S (1993), dénombre 10.202 unités industrielles réparties sur le territoire national, dont 5.242 unités sont localisées dans la région littorale, soit 51,4 % du total, qui se répartissent comme suit

Tableau 4: Répartition des unités industrielles littorales

localisation	Unités	% Total national
Chlef	84	08
Bejaïa	431	4,2
Blida	1457	14,2
Tlemcen	238	2,3
Tizi Ouzou	287	2,8
Alger	735	7,2
Jijel	69	0,7
Skikda	85	0,8
Annaba	148	1,4
Mostaganem	83	0,8
Oran	749	7,3
Boumerdès	356	3,4
Tarf	40	0,3
Tipaza	434	4,2
Ain Temouchent	46	0,4
Total	5242	51,4

Une grande proportion de l'activité industrielle est localisée dans la région littorale, avec une concentration importante dans la métropole Algéroise.

Beaucoup de ces zones industrielles le long du littoral algérien sont classées dans la première catégorie selon la réglementation établie par le ministère chargé de l'environnement pour classer les installations polluantes ou dangereuses pour l'environnement. Cette première catégorie englobe les installations soumises à autorisation du ministre chargé de l'environnement dites « installations à risques majeurs » ou IRM.

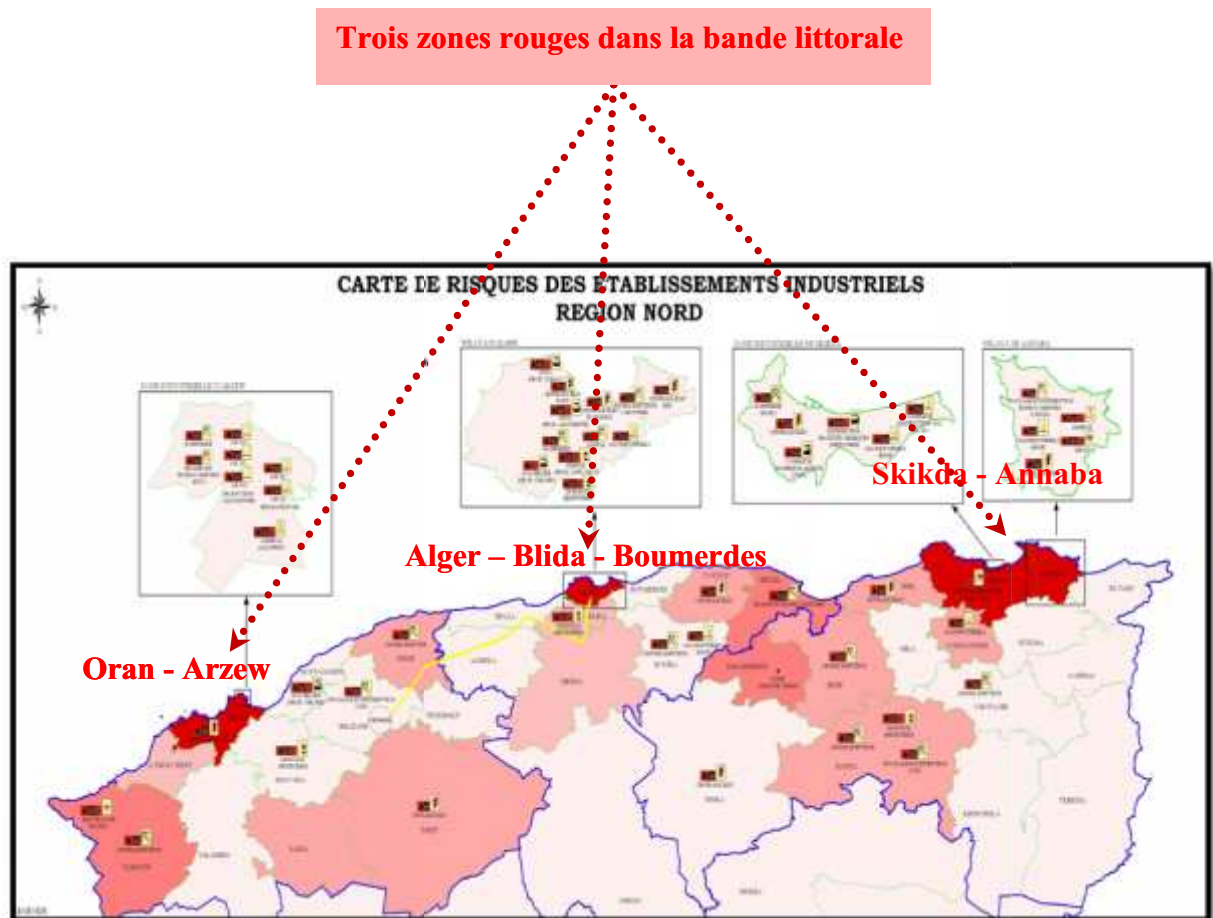


Figure 5 : carte de risques des établissements industriels, région Nord (MATE, 2007)

Le dysfonctionnement de ces unités industrielles a eu un impact très négatif sur l'environnement et contribue de façon notable à la pollution des cours d'eau versant en mer.

➤ **Les eaux résiduaires industrielles :**

Même quand elles sont traitées, les eaux résiduaires industrielles ne sont pas toujours conformes aux dispositions du décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 qui réglemente les normes de qualité des effluents liquides industriels.

On estime que les entreprises industrielles génèrent annuellement plus de 200 millions de m³ d'eaux usées. Ces eaux sont chargées de :

- ✓ Plus de 55.000 tonnes de DBO₅ ;
- ✓ Plus de 134.000 tonnes de matières en suspension ;
- ✓ 8.000 tonnes de matières azotées (N).

Les capacités d'épuration des effluents industriels existantes représentent environ 20 millions de m³ / an, soit quelque 10% du volume d'eaux résiduares générées.

II.1.3. Agriculture :

Le recul de la surface agricole utile est une conséquence directe de l'urbanisation anarchique et de l'occupation tout azimuts de la région littorale, plus précisément dans les aires métropolitaines ou industrialo-urbaine (Alger, Oran, Annaba, Mostaganem, Skikda).

Cette perte de terres fertiles se fait encore sentir, plus particulièrement, dans les plaines à fort potentiel agricole (Mitidja, Seybouse,.....).

Il a été remarqué que dans certaines exploitations, la diminution des surfaces utiles, provoquent des tendances à l'intensification des cultures par l'usage, souvent abusif, des engrais chimiques. Il est bien connu que ce phénomène engendre des nuisances sur les sols et l'environnement (pollution, eutrophisation...).

II.2. Situation et tendances :

La pression de ces activités est génératrice de **pollution** (déchets solides, rejets liquides, modification des conditions initiales), induisant de profondes modifications sur les écosystèmes côtiers et marins. Outre les déchets solides, souvent entassés dans des décharges publiques parfois situées en bordure des cours d'eau ou du littoral, les rejets liquides, domestiques, agricoles, industriels... restent la principale source de nuisance du littoral algérien. Le problème est donc essentiellement une question de développement des activités, de mesure d'assainissement des eaux usées et surtout de planification, aménagement et utilisation des sols.

Chapitre III

Pollution de l'environnement de l'Oued El Harrach

On a vu dans le chapitre précédent que le littoral Algérien connaît une très forte pression des activités humaines qui versent tout leurs déchets soit directement dans les exutoires principaux des oueds soit dans des différents points au niveau du *bassin versant* en arrivant tout au même endroit causant une pollution très inquiétante des cours d'eau.

I. Notion du bassin versant

I.1. Définition :

Un bassin versant est une entité topographique et hydrographique dans laquelle se produisent des entrées d'eau sous la forme de précipitations. L'écoulement et le transfert des matériaux mobilisés par l'érosion sont accommodés par un système de pentes et de drains naturels en direction d'un exutoire unique qui est l'embouchure du cours d'eau collecteur (**Bravard et Petit, 2000**).

I.2. Délimitation :

Un bassin versant est souvent associé à un seul cours d'eau, comme le montre la figure ci-dessous (figure 6). Sa surface est délimitée par la ligne reliant tout les points hauts de la région (points a, b, c, d, e de la figure).formant ainsi une *ligne de partage des eaux*. A l'extérieur de cette ligne, les précipitations ne contribuent pas au début du cours d'eau. Seule l'eau tombée à l'intérieur peut atteindre l'exutoire du cours d'eau (par exemple, une goutte d'eau au point A de la figure). (**Rousselle et al, 2005**)

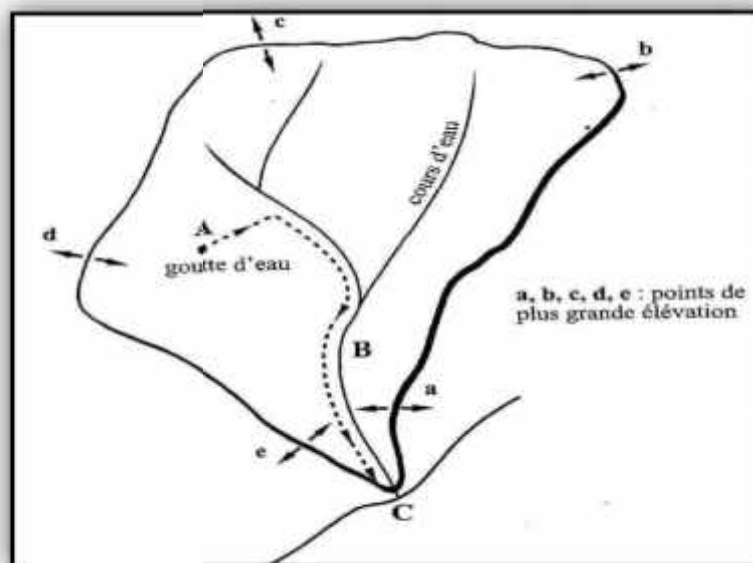


Figure 6: schéma d'un bassin versant (**Rousselle et al, 2005**)

Chaque bassin versant est associé à un cours d'eau, qui peut souvent se définir comme un réseau de cours d'eau, ou un tronçon de cours d'eau. Il peut donc être divisé en plusieurs sous-bassins selon le réseau de ce dernier. (Rousselle et al, 2005).

L'Algérie compte 17 bassins versants dont 10 sont côtiers (figure 7).

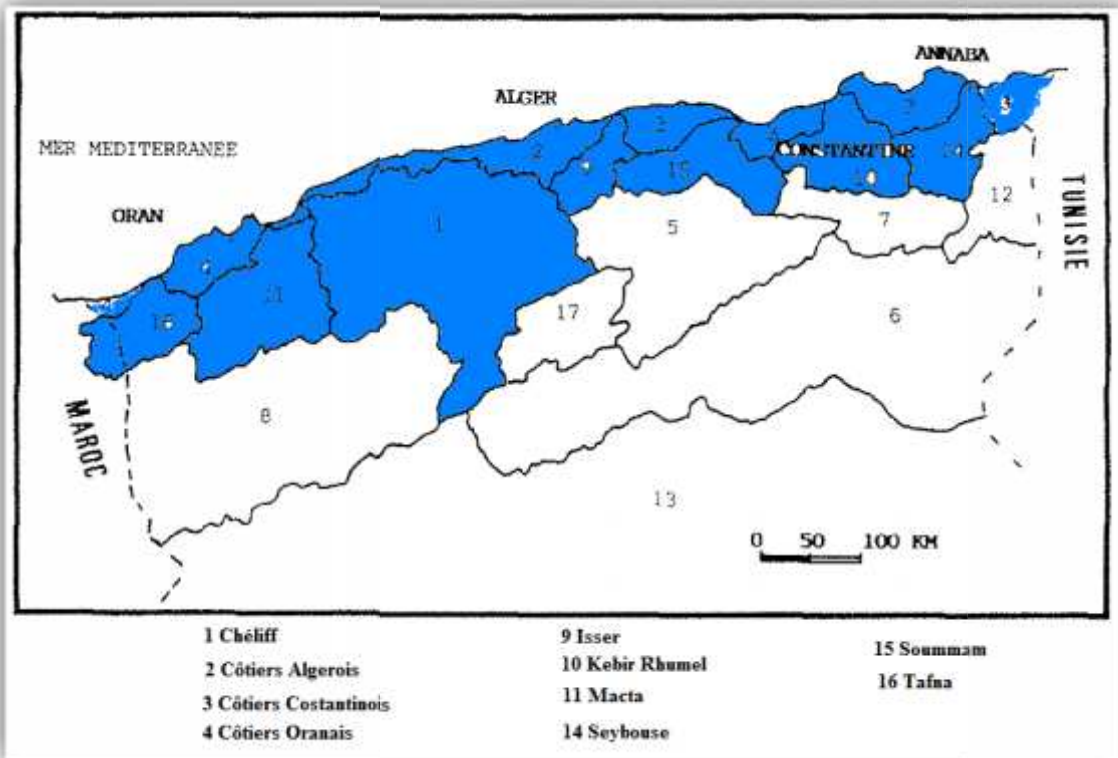


Figure 7: les bassins versants côtiers en Algérie, les chiffres représentent les bassins et leurs noms géographiques (Kadi, 1997 ; modifié).

Dans le présent travail, il n'est pas possible d'étudier la pollution engendrée par tous les bassins versants, nous avons choisi de présenter l'exemple du bassin versant d'oued El Harrach, qui montre la situation la plus grave.

II. Description du bassin d'El Harrach:

Le bassin versant de l'Oued El Harrach appartient au grand bassin versant côtier algérois, il couvre une superficie de 1270 km² et s'étend du Nord au Sud sur 51 km et d'Est en Ouest sur 31 km, il englobe trois grands domaines physiques différents dans le sens Sud-Nord: l'Atlas Blidéen, la plaine de la Mitidja et le Sahel.



Figure 8: trois sous bassins versants côtiers -Algérois 1/25.000 (APPL, 2003 in Charafa, 2008).

Le bassin de l'Oued El Harrach regroupe l'ensemble des communes des wilayas suivantes :

- ↳ **Alger** : Gué de Constantine ; Oued Smar ; El Harrach ; Bab Ezzouar ; Dar El Beida ; Eucalyptus ; Bourouba ; Bachdjerah ; Barraki ; El Achour ; Draria ; Saoula ; Baba Hssen ; Khrarssia ; Douira ; Birtouta ; Ouled Chebel ; Tessala El Merdja ; Birkhadem ; Sidi Moussa.
- ↳ **Blida** : Bougara ; Baba Ali ; Ouled Slama ; Meftah ; Chebli ; Larbâa ; Hammam Mélouane ; Bouinan ; Souhane.
- ↳ **Médéa** : Deux bassins ; Aissaoua ; El Omaria ; Baata ; El Hamadania.
- ↳ **Boumerdés** : Hammadi ; Khemis El khechena.

Le cours d'eau principal du bassin est bien l'Oued El Harrach d'où il tire son nom. Formé par la confluence de deux Oueds (Oued Akka et Oued Mektaa), il prend naissance au Sud Ouest de Hammam Mélouane (Atlas Blidéen ; Djebel Messala). Oued El Harrach comporte cinq affluents: Oued Djemâa, Oued Baba Ali, Oued Kerma, Oued Smar et Oued Ouchaïah.



Source : Google Earth

Figure 9: image (08/07/2009) de l'embouchure d'Oued El Harrach

III. Identification du problème

III.1. Nature du problème :

L'Oued El Harrach est actuellement dans un état d'insalubrité très prononcée et constitue de ce fait un danger sérieux pour la santé publique et une source de contamination permanente de l'environnement.

III.2. Ses causes :

Cet Oued reçoit l'ensemble des eaux usées urbaines et industrielles des communes formant son bassin versant, par conséquent, la pollution hydrique de l'Oued est d'origine urbaine, industrielle et agricole.

III.2.1. Pollution industrielle :

La plupart des unités industrielles implantées au niveau du bassin versant de l'Oued El Harrach, dont le nombre s'élève à plus de trois cents (300), tous secteurs confondus, évacuent leurs effluents liquides et parfois solides, directement dans l'Oued El Harrach ou dans l'un de ses affluents, sans aucun traitement préalable.

En absence d'un collecteur principal propre à la zone industrielle d'Oued Smar, l'Oued Smar constitue l'exutoire final de tous les effluents des unités industrielles qui y sont implantées, il est totalement envasé et obstrué sur au moins les $\frac{3}{4}$ de sa hauteur par différents types de déchets. Etant donné que la majorité des unités industrielles possèdent leur propre forage et ne sont pas dotées de débitmètres, donc elles n'établissent pas de bilan hydrique, il est par conséquent difficile de quantifier le volume total des eaux usées d'origine industrielle déversées au niveau de l'Oued El Harrach.

Cependant, pour ce qui est de la charge polluante des rejets industriels, ces derniers sont chargés de multiples polluants tels que les métaux lourds, cyanures, diverses matières organiques, acides et bases, différents sels, pesticides, détergents, hydrocarbures...

III.2.2. Pollution urbaine :

L'Oued El Harrach reçoit les eaux usées issues des habitations dans les centres urbaines des 26 communes qui constituent son bassin versant et abritant une population d'environ 1,2 millions d'habitants. Mais aussi des sanitaires et des cantines des établissements et des entreprises. Ces eaux sont rejetées dans un même réseau d'assainissement, qui finalement débouche dans l'Oued avec ou sans traitement et sont ensuite évacuées vers la mer occasionnant ainsi des phénomènes de pollution.

Les eaux résiduaires urbaines brutes contiennent des matières organiques surtout à caractère biodégradable et des matières minérales, à ceci s'ajoutent des micro-organismes.

Le volume estimé par la direction hydraulique de la wilaya d'Alger, des eaux usées d'origine urbaine rejetées quotidiennement dans l'Oued El Harrach est d'environ 130.000 m³/jour.

Tableau 5: Estimation de la charge polluante

Polluant	1 habitant (g/jour)	L'ensemble des habitants (kg/jour)
MES (matières en suspension)	90	101.2750
DBO5 (demande biochimique en oxygène en 5 jours)	54	60.7500
PT (phosphore total)	04	4.5000

III.2.3. Pollution agricole :

Pour un rendement agricole satisfaisant dans la Mitidja, l'utilisation de plus en plus accrue des produits phytosanitaires aggrave les risques de la pollution des eaux.

En effet, le lessivage et le ruissellement de surface constitue le moyen de transport de ces substances chimiques vers les cours d'eau du bassin, se rejoignant ainsi dans l'Oued El Harrach. La pollution agricole dans le bassin est occasionnée par trois sources possibles :

✓ **Pollution animale :**

L'élevage bovin, ovin, volaille ainsi que les autres animaux domestiques.

✓ **Pollution par les engrais :**

Les nitrates et les nitrites sont généralement les engrais les plus employés, leurs utilisations fréquentes élève le risque de leur propagation dans l'Oued.

✓ **Pollution par les pesticides et les insecticides :**

Les pesticides et insecticides entraînant une contamination des eaux superficielles de l'Oued El Harrach par lessivage des sols.

IV. Impacts et conséquences :

Oued El Harrach reçoit tous les rejets urbains, industriels et agricoles et de ce fait altère toute la biodiversité qui s'y trouve, de part sa qualité physico-chimique et microbiologique très dégradée. Cet Oued dont le rejet s'achemine vers la mer, est l'un des facteurs dégradant le milieu marin de la baie d'Alger car tous les rejets de la capitale se font à son niveau et provoquent de ce fait une rupture de l'équilibre du milieu naturel.

Chapitre IV

Matériels et méthodes

I. Outils d'étude

I.1.Téledétection

I.1.1.Définition de la télédétection spatiale :

Il existe de nombreuses définitions de la télédétection, nous avons choisi celle du Centre Canadien de Télédétection (CCT): « *La télédétection est la technique qui, par l'acquisition d'images, permet d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l'information, pour ensuite mettre en application cette information.* »

I.1.2.La télédétection satellitaire au service de l'inventaire et de la cartographie des sources terrestres de la pollution marine :

Le but de notre travail est d'établir une cartographie des sources terrestres de la pollution marine le long de la côte algérienne [environ 1400km], et créer le noyau d'un système d'information géographique [les données de base sur ces sources de pollution], afin de permettre de disposer d'une vision globale [à l'échelle nationale] et "instantanée" de ce phénomène, et contribuer ainsi à le cerner.

Les techniques spatiales en général, la télédétection satellitaire en particulier joue un rôle essentiel, car elle permet d'observer d'une façon systématique et continue les océans et les zones côtières. Elle fournit des données à une fréquence élevée. En effet, la télédétection permet non seulement d'observer les phénomènes statiques ou à évolution lente [comme la géomorphologie, la bathymétrie, etc.], mais aussi d'observer des phénomènes plus dynamiques d'une façon régulière et répétitive, comme la qualité de l'eau [turbidité due aux matériaux organiques et non organiques] les courants, les mélanges d'eau douce et d'eau salée, la topographie de surface des zones subissant l'effet du vent et des vagues, etc.

I.1.3.La couleur de l'eau comme indicateur :

Le terme « couleur de l'océan » est déterminé par l'interaction de la lumière incidente avec les particules en suspension dans l'eau. La couleur de l'eau des océans et des zones côtières fournit une information sur leurs contenus, et donc, sur leur histoire récente [évolution] et aussi sur leur productivité. Les eaux claires ne contiennent pas beaucoup de

matières en suspension, comme les algues ou la vase. Les eaux opaques, boueuses, indiquent une forte concentration d'éléments en suspension. Les eaux verdâtres indiquent une forte concentration d'algues, souvent le phytoplancton. Les premiers satellites qui ont mesuré la couleur de l'eau étaient en fait conçus pour mesurer les phénomènes terrestres (Landsat MSS).

La couleur observée de l'eau résulte de nombreux phénomènes ; parmi ces phénomènes, il y a la réflexion et l'absorption de la lumière solaire par le phytoplancton, par les minéraux en suspension, par la matière organique dissoute, etc.

L'étroite portion du spectre électromagnétique [entre 500 et 800 nanomètres], qui correspond à sa partie visible est utilisée pour enregistrer la couleur de l'océan, c'est-à-dire *la turbidité*, les transports de sédiments, *les concentrations en chlorophylle*, etc. Elle ne peut être mesurée que durant le jour et en l'absence de nuages. L'atmosphère entre l'eau et le capteur affecte la qualité et la quantité d'énergie détectée par le capteur. Pour s'assurer d'une calibration juste des valeurs du capteur, il est nécessaire d'obtenir des mesures fréquentes de l'eau qui va être observée par télédétection.

Comme le but de notre travail est d'établir une cartographie des sources terrestres de la pollution marine le long de la côte algérienne à l'aide des images de télédétection, en particulier celle provenant du capteur MODIS, nous utilisons ces notions de couleur de l'eau, de turbidité etc., comme indicatrices de l'existence d'une source de pollution, nous commentons ces images d'une façon sommaire, sans trop de détails.

Lors de la sélection des images, il est apparu difficile, presque impossible d'utiliser une seule et unique image pour identifier toutes les sources de pollution le long du littoral algérien, à cause notamment des conditions climatiques locales [vent, précipitations, forte couverture nuageuse, etc.], nous avons confectionné une seule image [une mosaïque] à partir d'une série d'images du même capteur et de différentes dates.

a. La turbidité :

Comme La turbidité désigne le caractère trouble d'un liquide, Elle est causée par des particules en suspension qui absorbent, diffusent ou réfléchissent le rayonnement solaire. Elle peut traduire une teneur importante en matières fines ou colorantes en suspension (acide humique, particules provenant de la dégradation des végétaux ou de l'érosion du sol), un taux élevé de plancton, ou encore une pollution ou une eutrophisation de l'eau (rejets industriels, agricoles ou urbains).

La couleur de l'eau, liée à la nature des matières en suspension a un impact sur la température de l'eau (un liquide foncé absorbe mieux la chaleur), mais aussi sur son évaporation et donc sur sa salinité. Des particules minérales, du plancton ou des végétaux, en suspension ou flottant dans l'eau, modifient les caractéristiques spectrales de l'eau en augmentant la réflectance dans le visible voire dans le proche infrarouge pour certains sédiments en suspension.

b. Les concentrations en chlorophylle :

Pour notre travail les données issues de la télédétection marine nous ont fortement aidé à rechercher sur les propriétés optiques de la zone d'étude ainsi que la surveillance de la pollution et de l'eutrophisation côtière.

La détection de la concentration de chlorophylle dans les océans est importante. Elle permet d'indiquer les régions où la concentration en nutriments est élevée, indiquant une pollution provenant des cours d'eau. En effet leurs eaux ont drainé tout un bassin versant de fertilisants et d'eaux usées rejetées dans les rivières. Dans le cas du phosphate, par exemple, la portion naturelle est très faible et non-soluble à l'eau. Une fois parvenu dans la zone deltaïque, celui-ci va couler vers le fond et sédimenter. Au contraire, le phosphate d'origine anthropique est hautement soluble et va de cette manière intervenir dans la croissance du phytoplancton.

I.2. Système d'Information Géographique (SIG) :

Les systèmes d'informations géographiques, aussi appelés *systèmes d'informations à références spatiales (SIRS)*, se situent au confluent de plusieurs disciplines, telles que la cartographie, la géographie, la topographie, la photogrammétrie, la télédétection, les statistiques, l'informatique et d'autres disciplines faisant appel à des données à références spatiales. Certains auteurs, en particulier en Québec, ont repris le terme français de *géomatique* pour désigner l'ensemble de ces disciplines (**Bonn et Rochon, 1996**).

Un SIG a pour but d'informer sur la géographie d'un espace donné. Il s'appuie donc sur un certain nombre de bases de données géographiques, qu'il permet d'intégrer, de gérer, de traiter et de représenter sous forme de cartes.

Plusieurs définitions des SIG existent mais toutes incluent l'ensemble de ces différentes fonctions.

I.2.1. Quelques définitions

➤ **SIG ; un système informatique :**

La définition américaine émane du comité fédéral de coordination inter-agences pour la cartographie numérique (FICCDC 1988) : Un système d'information géographique est un "*système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion*".

➤ **SIG ; un ensemble de données :**

La définition française est due à l'économiste Michel Didier (1990) [<http://seig.ensg.ign.fr>], dans une étude réalisée à la demande du CNIG : Un système d'information géographique est un "*ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision*".

Toutefois, une définition semble rassembler un large consensus. Elle se résume comme suit : « *Un système d'information géographique réunit les techniques et méthodes d'acquisition d'informations spatialement référencées, de leur codage sous forme vectorielle ou matricielle, leur organisation en banque de données ainsi que les divers traitements et procédures destinés à les adapter à leur utilisation. Un système d'information géographique a pour but de fournir aux planificateurs et gestionnaires du milieu les informations nécessaires à la prise de décision* » (Caloz in Bonn et Rochon, 1996)

I.2.2. Les composants d'un SIG :

Un Système d'Information Géographique est constitué de 5 composants majeurs :

- a. **Matériels :** les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux en réseau ou utilisés de façon autonome.

b. Logiciels : les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations.

Le logiciel utilisé dans ce travail est **MapInfo Professional V8.0** qu'est un outil de type système d'information géographique qui sert à créer de l'information géographique, à traiter et manipuler cette information et à la cartographier de différentes manières.

c. Données: les données sont certainement les composantes les plus importantes des SIG. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent, soit être constituées en interne, soit acquises auprès de producteurs de données.

d. Utilisateur: un SIG étant avant tout un outil, c'est son utilisation (et donc, son ou ses utilisateurs) qui permet d'en exploiter la quintessence.

Les SIG s'adressent à une très grande communauté d'utilisateurs depuis ceux qui créent et maintiennent les systèmes jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail quotidien la dimension géographique. Avec l'avènement des SIG sur internet, la communauté des utilisateurs de SIG s'agrandit de façon importante chaque jour et il est raisonnable de penser qu'à brève échéance, nous serons tous à des niveaux différents des utilisateurs de SIG.

e. Méthodes: la mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisation.

I.2.3. Fonctionnement d'un SIG :

Un SIG stocke les informations concernant le monde sous la forme de couches thématiques. Pouvant être reliées les unes aux autres par la géographie.

Ce concept, à la fois simple et puissant a prouvé son efficacité pour résoudre de nombreux problèmes concrets.



Figure 10: Superposition de différentes couches d'information dans un SIG

Cette deuxième partie permet de découvrir l'importance de l'application de la télédétection, d'une part pour la collecte des données, et d'autre part pour la cartographie des zones marines étudiées affectées par la pollution amenée par les cours d'eau à l'aide du SIG (système d'information géographique). La méthodologie de cette recherche s'articule autour de différents disciplines en exploitant des données multi-sources. Les différentes étapes de la méthodologie de ce travail sont illustrées par l'organigramme suivant (figure 11).

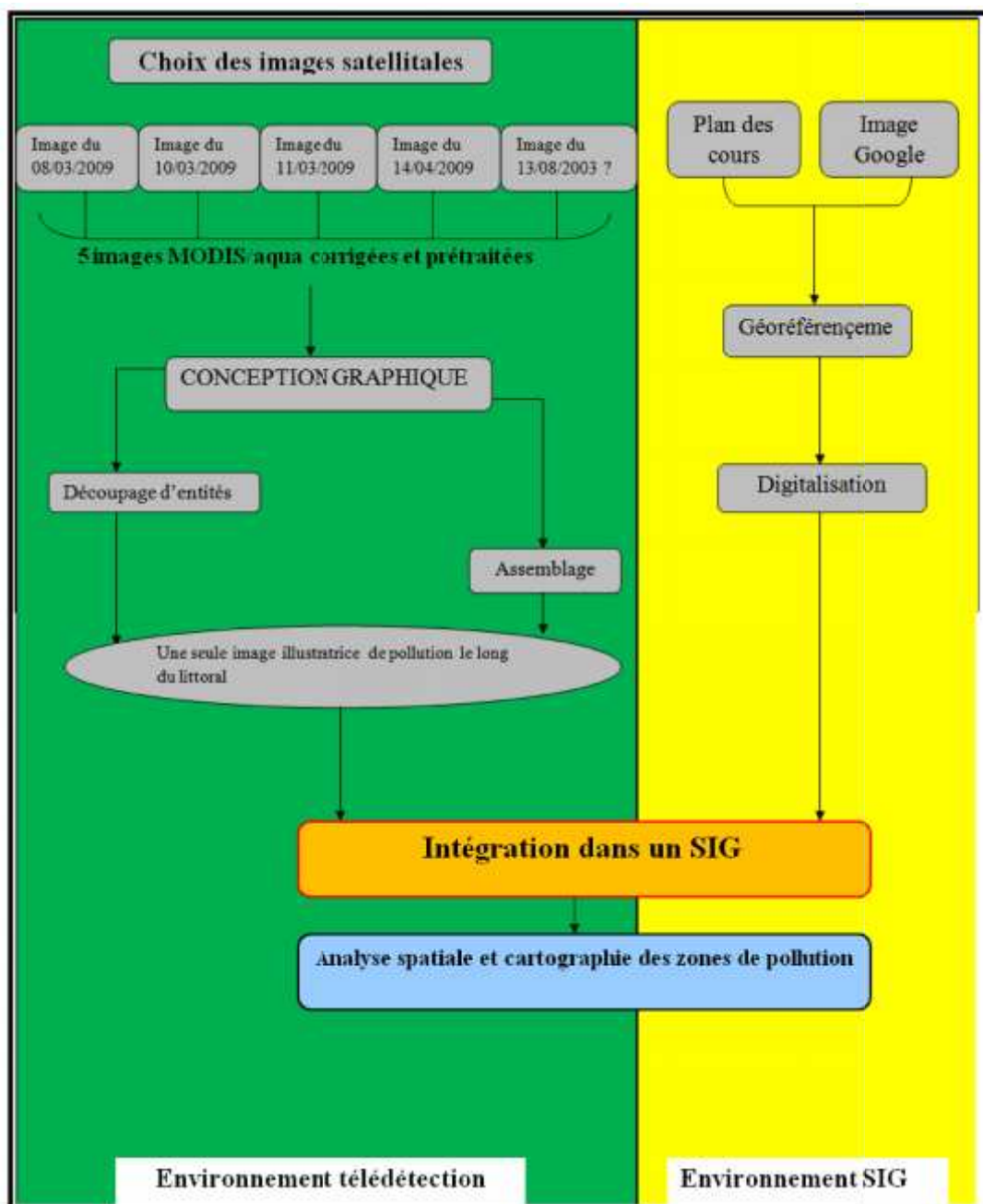


Figure 11: Organigramme de la méthodologie

II. Données utilisées :

II.1. Données de télédétection :

Le choix de l'utilisation des images satellites MODIS s'est fait en fonction de l'étendue de la surface à observer (tout le littoral Algérien), de la résolution temporelle des images (une image par jour) et également de la disponibilité des images et de leur coût. En effet les données provenant du capteur MODIS sont gratuites et téléchargeables directement depuis le site MODIS.

Le capteur MODIS :

Le *Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer*, ou MODIS (spectromètre pour imagerie de résolution moyenne), est une série d'instruments d'observation scientifique couplés à un système embarqué satellitaire, lancé par la NASA à bord du satellite TERRA en 1999, puis à bord du satellite AQUA qui a été lancé le 4 mai 2002. (Deux satellite de l'EOS - *Earth Observing System*, un programme de la NASA destiné à l'observation à long terme des sols, de la biosphère, de l'atmosphère et des océans et de la Terre).

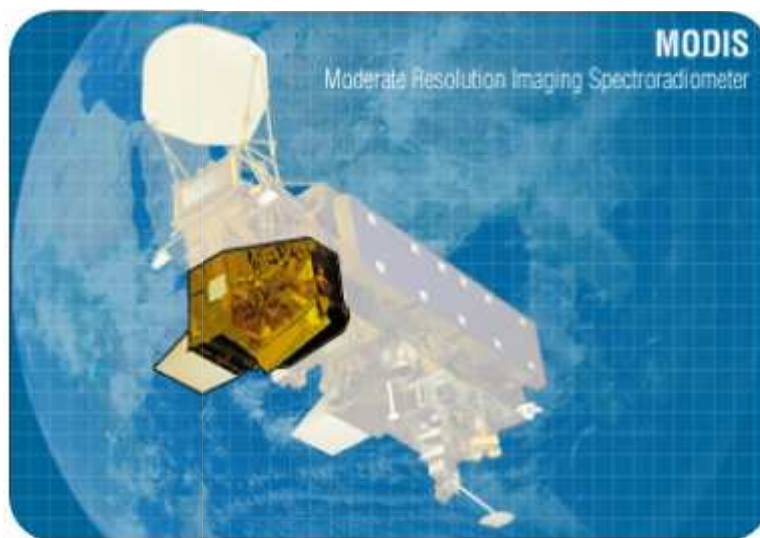


Figure 12: MODIS/ aqua (source NASA)

Les orbites de Terra et Aqua autour de la Terre sont héliosynchrones, à 705 kilomètres de la Terre. Le satellite Terra est programmé de façon à ce qu'il passe du nord au sud par l'équateur le matin, alors que Aqua passe du sud vers le nord par l'équateur l'après-midi.

MODIS Terra et Aqua permettent de visualiser l'ensemble de la surface de la Terre tous les 1 à 2 jours avec une fauchée de 2330 km, par l'acquisition de données dans 36 bandes spectrales, qui s'étendent de 0,4 à 14,4 μm , à trois résolutions spatiales : 250m (bande 1 – rouge- et 2 –proche infrarouge-), 500m (3 –bleu- 4 –vert-, 5, 6 et 7 –MIR-) et 1000m (le reste des bandes, 8 à 36).

Tableau 6: les bandes spectrales utilisées par MODIS (Soudani, 2005)

Utilisation	Bande	Largeur de la bande (nm)		Bande	Largeur de la bande (nm)																																										
Land/Cloud/Aerosols	1	620 - 670	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Surface/Cloud</td> <td>20</td> <td>3.660 - 3.840</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Temperature</td> <td>21</td> <td>3.929 - 3.989</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>3.929 - 3.989</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>4.020 - 4.080</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Atmospheric Temperature</td> <td>24</td> <td>4.433 - 4.498</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>4.482 - 4.549</td> </tr> <tr> <td>Cirrus Clouds</td> <td>26</td> <td>1.360 - 1.390</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Water Vapor</td> <td>27</td> <td>6.535 - 6.895</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>7.175 - 7.475</td> </tr> <tr> <td>Cloud Properties</td> <td>29</td> <td>8.400 - 8.700</td> </tr> <tr> <td>Ozone</td> <td>30</td> <td>9.580 - 9.880</td> </tr> <tr> <td>Surface/Cloud</td> <td>31</td> <td>10.780 - 11.280</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Temperature</td> <td>32</td> <td>11.770 - 12.270</td> </tr> <tr> <td>33</td> <td>13.185 - 13.485</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Cloud Top Altitude</td> <td>34</td> <td>13.485 - 13.785</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>13.785 - 14.085</td> </tr> <tr> <td>36</td> <td>14.085 - 14.385</td> </tr> </tbody> </table>	Surface/Cloud	20	3.660 - 3.840	Temperature	21	3.929 - 3.989	22	3.929 - 3.989	23	4.020 - 4.080	Atmospheric Temperature	24	4.433 - 4.498	25	4.482 - 4.549	Cirrus Clouds	26	1.360 - 1.390	Water Vapor	27	6.535 - 6.895	28	7.175 - 7.475	Cloud Properties	29	8.400 - 8.700	Ozone	30	9.580 - 9.880	Surface/Cloud	31	10.780 - 11.280	Temperature	32	11.770 - 12.270	33	13.185 - 13.485	Cloud Top Altitude	34	13.485 - 13.785	35	13.785 - 14.085	36	14.085 - 14.385
Surface/Cloud	20	3.660 - 3.840																																													
Temperature	21	3.929 - 3.989																																													
	22	3.929 - 3.989																																													
	23	4.020 - 4.080																																													
Atmospheric Temperature	24	4.433 - 4.498																																													
	25	4.482 - 4.549																																													
Cirrus Clouds	26	1.360 - 1.390																																													
Water Vapor	27	6.535 - 6.895																																													
	28	7.175 - 7.475																																													
Cloud Properties	29	8.400 - 8.700																																													
Ozone	30	9.580 - 9.880																																													
Surface/Cloud	31	10.780 - 11.280																																													
Temperature	32	11.770 - 12.270																																													
	33	13.185 - 13.485																																													
Cloud Top Altitude	34	13.485 - 13.785																																													
	35	13.785 - 14.085																																													
	36	14.085 - 14.385																																													
Boundaries	2	841 - 876																																													
Land/Cloud/Aerosols	3	459 - 479																																													
Properties	4	545 - 565																																													
	5	1230 - 1250																																													
	6	1628 - 1652																																													
	7	2105 - 2155																																													
Ocean Color/	8	405 - 420																																													
Phytoplankton/ Biogeochemistry	9	438 - 448																																													
	10	483 - 493																																													
	11	526 - 536																																													
	12	546 - 556																																													
	13	662 - 672																																													
	14	673 - 683																																													
	15	743 - 753																																													
	16	862 - 877																																													
Atmospheric Water Vapor	17	890 - 920																																													
	18	931 - 941																																													
	19	915 - 965																																													

A bord des satellites Aqua et Terra, le système MODIS offre des caractéristiques intermédiaires entre celles des deux types classiques d'imagerie. Il permet une surveillance quasi-quotidienne de la Terre toute entière, et met en évidence les changements de l'environnement à des pas de temps de l'ordre de la semaine. La résolution spatiale (250 à 500 m) est adaptée et définie pour la détection de phénomènes naturels terrestres (inondations,

feux de forêts) ou marins (courants, production primaire liée à la photosynthèse) mais elle permet également de mettre en évidence la présence et l'action de l'homme sur l'environnement : l'activité agricole, l'irrigation et l'urbanisation, mais aussi les pollutions de grande échelle.

II.2. Données auxiliaires :

Ces données vont être intégrées dans la base de données en association avec l'image satellitale. Les données relatives à notre sujet, vont se présenter sous deux formes : Alphanumériques et graphiques.

II.2.1 Alphanumériques :

Ce sont des données descriptives des différents cours d'eau, statistiques détaillés pour la qualité des eaux des Oueds El Harrach, Chellif et Seybouse et d'autre données récentes pour le bassin versant d'El Harrach¹ (voire annexe). Elles sont principalement obtenues des archives de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) et l'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable (ONEDD).

II.2.2 Graphiques :

Ce sont des plans et des images de Google Earth traités à l'aide du logiciel MapInfo.

III. Environnement du travail

III.1. Préparation des images satellitales :

Nous avons opté pour l'acquisition d'une série multi-dates de 4 images de l'année 2009 et une seule image de l'année 2003 avec une résolution spatiale de 250 mètres issues du capteur MODIS/aqua. Les images MODIS ont été téléchargées gratuitement à partir du site :

http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/subsets/?subset=AERONET_Blida

Comme le site MODIS permet de consulter, sélectionner et télécharger des images préalablement étalonnées, corrigées des effets atmosphériques et géoréférencées (de façon à

¹ **Remarque :** pour le bassin versant d'Oued El Harrach, nous disposons d'une base de données sur la limite du bassin et ses communes et d'autres données alphanumériques à partir du centre d'études et de réalisation en urbanisme, Blida (URBA-B), notre travail s'est limité au stade d'actualisation des données.

permettre la cartographie) selon les méthodes les plus rigoureuses ; les images n'avaient pas besoin d'être prétraitées.

Tableau 7: images MODIS et nombres d'images utilisées.

capteur	date	nombre d'images utilisées	Résolution spatiale (m)
MODIS/aqua	13/08/2003	1	250
MODIS/aqua	08/03/2009	3	250
MODIS/aqua	10/03/2009	1	250
MODIS/aqua	11/03/2009	1	250
MODIS/aqua	14/04/2009	1	250
$\Sigma = 7$ images			

➤ *Pourquoi le choix d'une image de 2003 ?*

Le but de cette partie de télédétection est de confectionner une seule et unique image [mosaïque] à partir d'un certain nombre d'images qui, elles montrent le mieux possible l'effet des apports continentaux sur les eaux côtières, au moins dans une partie du littoral algérien. Pendant notre recherche nous avons remarqué qu'il n'y a pas des images qui le font bien au niveau de la baie d'Alger alors qu'elle reçoit les eaux de l'Oued el Harrach, ce dernier qui a été classé le plus pollué au niveau national.

De ce fait, notre recherche nous a guidé à consulter d'autres images à différentes années dans le calendrier de MODIS. Nous avons remarqué que les images de 11 et 13 /08 /2003 sont les meilleurs illustrateurs des apports anthropiques que porte le bassin versant central, ces images ont été archivées dans la galerie du Bloom du capteur.

➤ **Découpage des images :**

Nous avons procédé à un découpage très précis des images en vue d'obtenir les meilleurs résultats qui gardent la morphologie du littoral. Pour cela nous avons utilisé le logiciel de conception graphique **CorelDRAW X3** (figure 13).

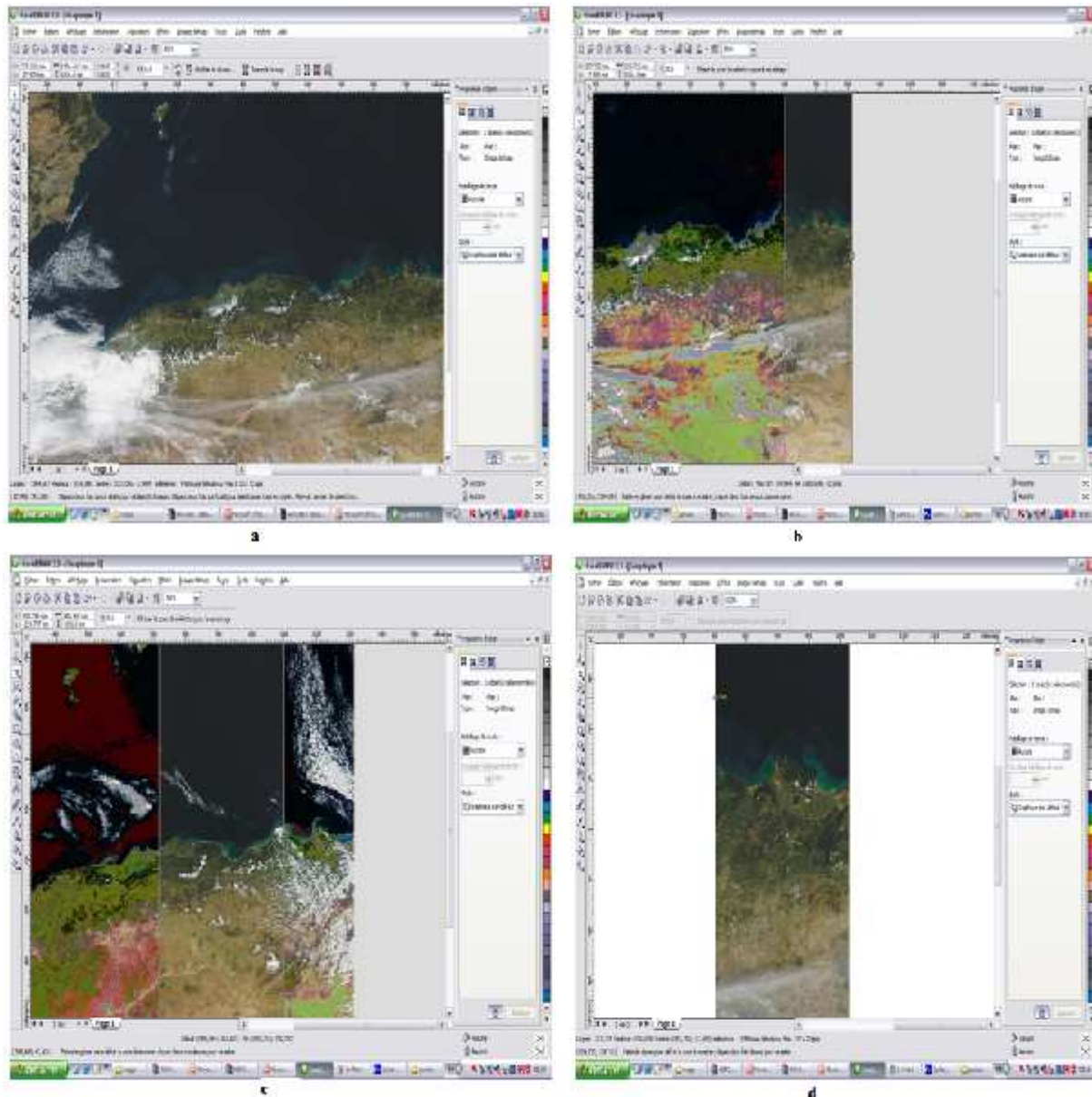


Figure 13: les étapes de travail avec CorelDRAW X3

a: fenêtre de CorelDRAW contenant l'image MODIS/aqua de 10/03/2009

b: sélection de la partie extrême Est du littoral pour la découper (la première imagette).

c: sélection de la deuxième imagette à partir de l'image de 08/03/2009

d: fenêtre CorelDRAW montrant la première imagette découpée

Le travail de découpage mentionné ci-dessus a été appliqué sur les cinq images, ce qui nous a permis d'avoir sept imageries (figure 14), chacune montrant clairement le panache de couleur au niveau des eaux côtières.



Figure 14: imageries montrant la turbidité à des portions du littoral algérien

Remarque :

L'image de 13/08/2003, ne montre qu'une partie du littoral avec une échelle plus grande. Pour garder les mêmes dimensions, nous avons réduit l'échelle de telle sorte qu'elle puisse être correctement superposée aux autres images avant de les assembler. Ces imageries ont été assemblées à l'aide du même logiciel (voire l'image finale dans la partie résultats et discussions).

III.2. Intégration des données graphiques dans un SIG :

Le format numérique des images de télédétection, permet de les intégrer directement dans un système d'information géographique et les utiliser comme couche d'information avec toute sorte d'autres données collectées sur le même phénomène et le même territoire. Pour se faire, elles doivent être :

III.2.1 Traduites dans un format compatible (numérisation ou conversion) :

Au cours de la réalisation de ce travail on avait la chance d'avoir accès à données déjà numérisées, on a utilisé :

- ✓ L'image confectionnée ;
- ✓ Un plan pour digitaliser les plus importants cours d'eau versants dans la mer ;
- ✓ Une image de Google Earth pour digitaliser le mieux possible la limite du littoral.

III.2.2 Mise en cohérence avec un référentiel géographique (géoréférencement) :

Dans un projet SIG, on procède tout d'abord à un découpage géographique de l'espace, qui délimite la zone d'étude. La première étape est le géoréférencement, c'est-à-dire délimiter précisément par des coordonnées cartographiques (ou géographiques). C'est cette conformité qui permettra de superposer des plans de diverses natures. Pour assurer cette superposition, les différentes couches d'informations géographiques doivent avoir le même système de projection.

Pour l'image MODIS, on a téléchargé le fichier KMZ pour Google Earth d'une image choisie.



Ce fichier permet lors de son ouverture de superposer l'image issue du capteur MODIS aux images existantes dans Google Earth (figure 15).



Figure 15: la superposition de l'image MODIS sur Google Earth

Après cette étape on a noté les coordonnées géographiques des quatre coins de l'image (voir annexe). Ces coordonnées vont nous servir à géoréférencer l'image confectionnée dans MapInfo (figure 16).

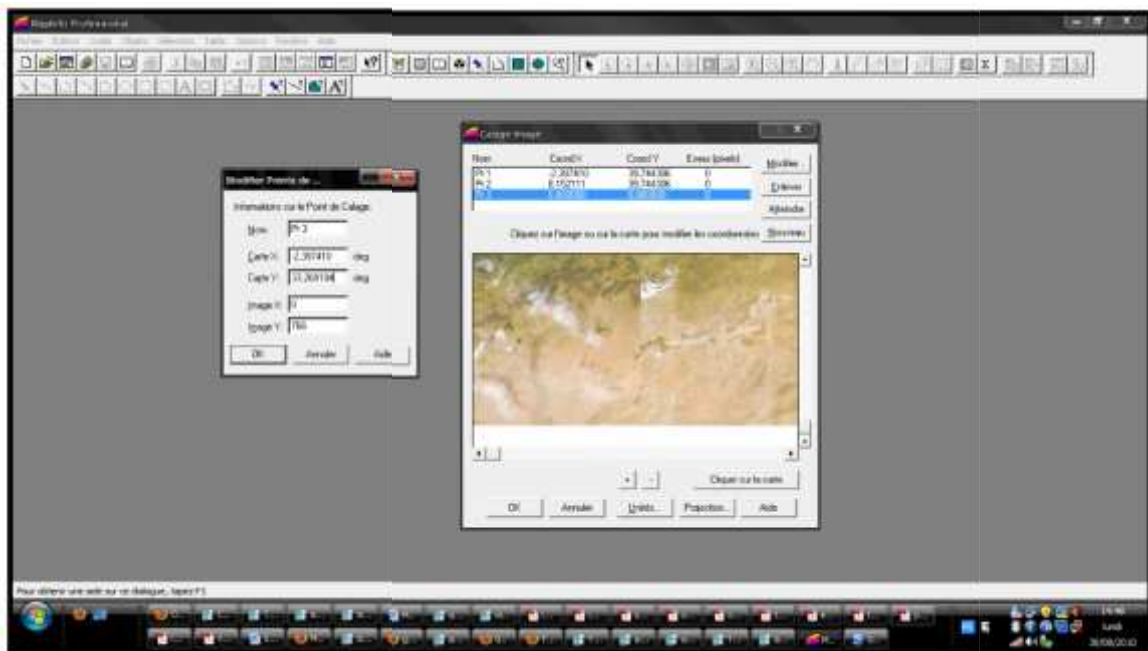


Figure 16: le calage de l'image confectionnée dans MapInfo

III.2.3 Les éléments cartographiques de l'étude (les cours d'eau) peuvent être aussi reportés (digitalisés) :

A cette étape on a essayé de cartographier l'hydrologie (les cours d'eau) ainsi que la limite du littoral. Etant données que les images ont été déjà géoréférencées, on les a utilisé pour la digitalisation de ces entités (figures 17 et 18). Cette opération s'est réalisée directement à l'écran grâce au logiciel MapInfo.

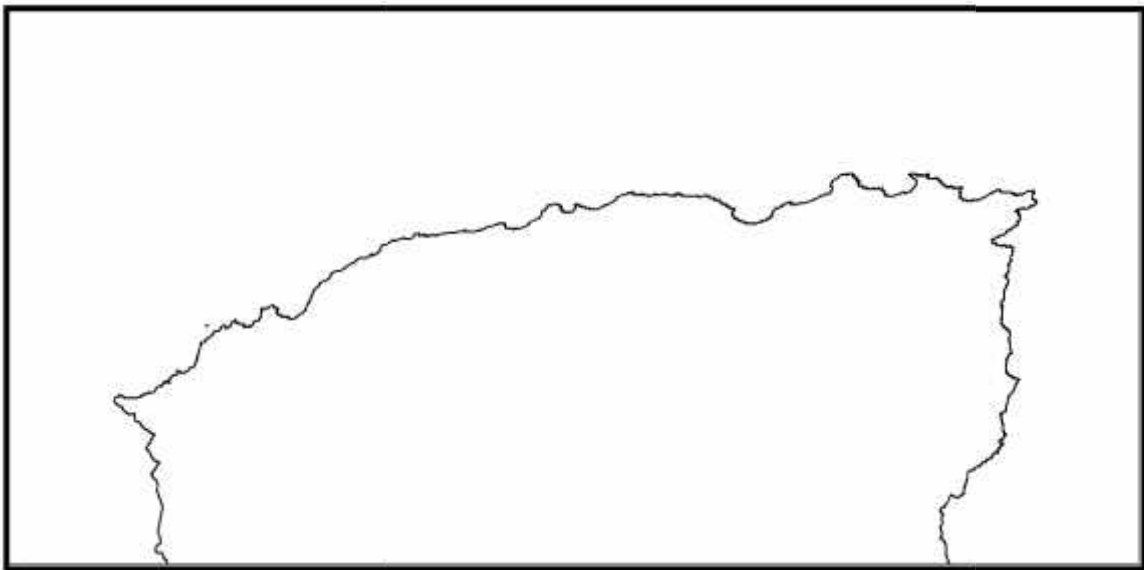


Figure 17: la limite du littoral après la digitalisation

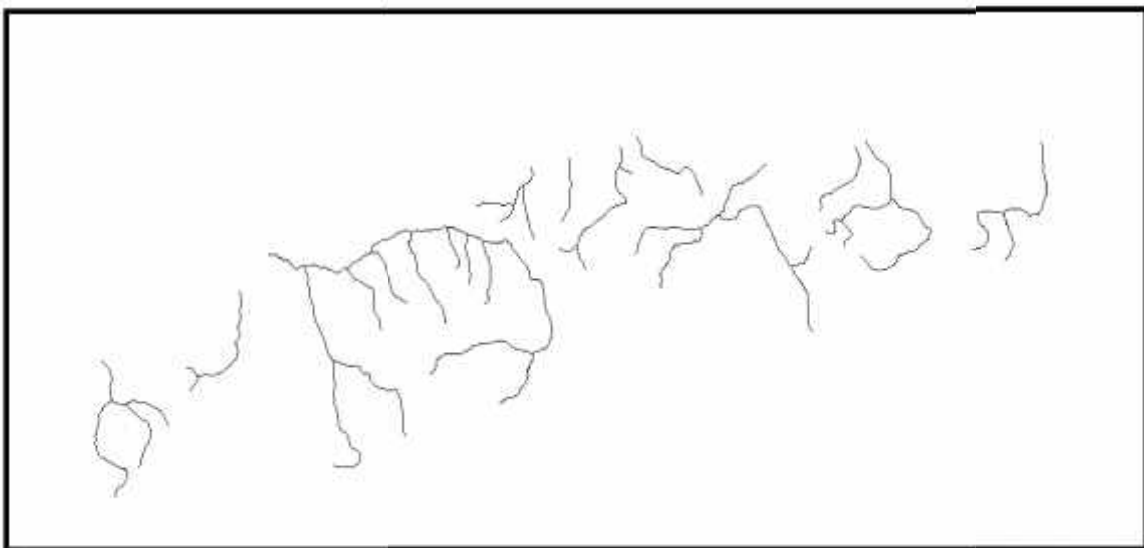


Figure 18: les principaux cours d'eaux après la digitalisation

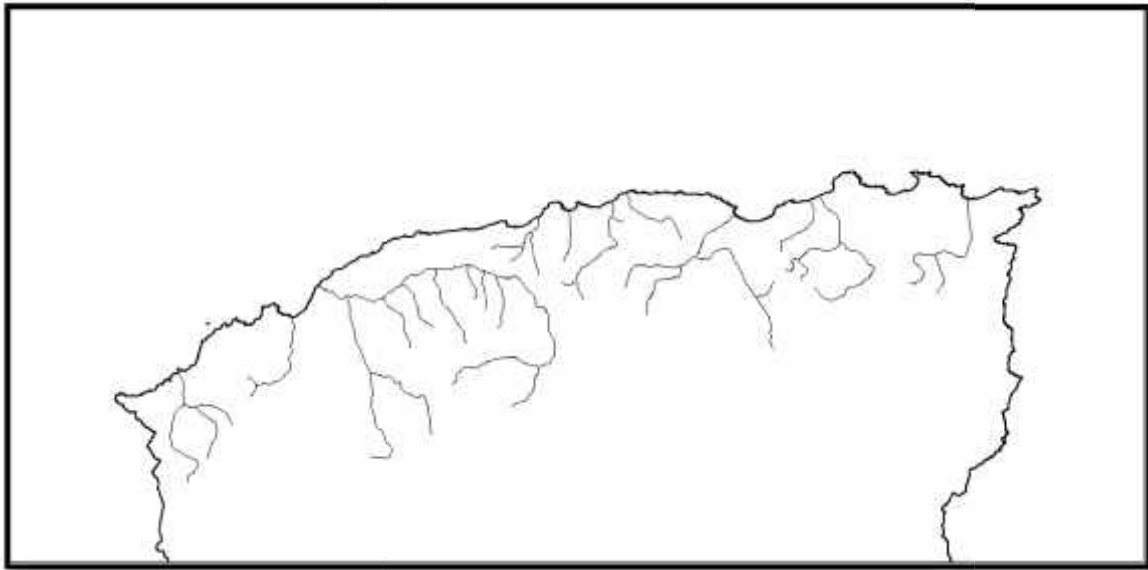


Figure 19: l'association (superposition) des cours d'eaux avec la limite du littoral

Le système d'information géographique permet d'intégrer des données provenant de sources multiples [données multi-sources] pour observer et décrire le phénomène étudié.

III.3. Association de la base de données :

A ces données s'ajoutent des informations sémantiques sur les caractéristiques des cours d'eau et la qualité de ces eaux.

Après la phase de la conception graphique (structuration des couches dessinées) on passe à la phase la plus importante, celle de l'intégration des données graphiques d'une part et des données alphanumériques ou sémantiques d'autre part. Cette étape dans la mesure où la précédente a été bien traitée est généralement rapide, car il s'agit simplement de mettre en place les couches et d'assurer la connexion avec les données (tables attributaires).

Il existe bien une solution rapide de création du tableau à l'intérieur de l'outil SIG (table attributaire) (Figure 20), mais la solution externe avec un tableur classique est plus souple et fiable dans la mesure où le demandeur a une connaissance limitée de l'outil SIG (Figure 22). Dans notre travail on va utiliser les deux méthodes de saisie et d'importation des fichiers Excel.

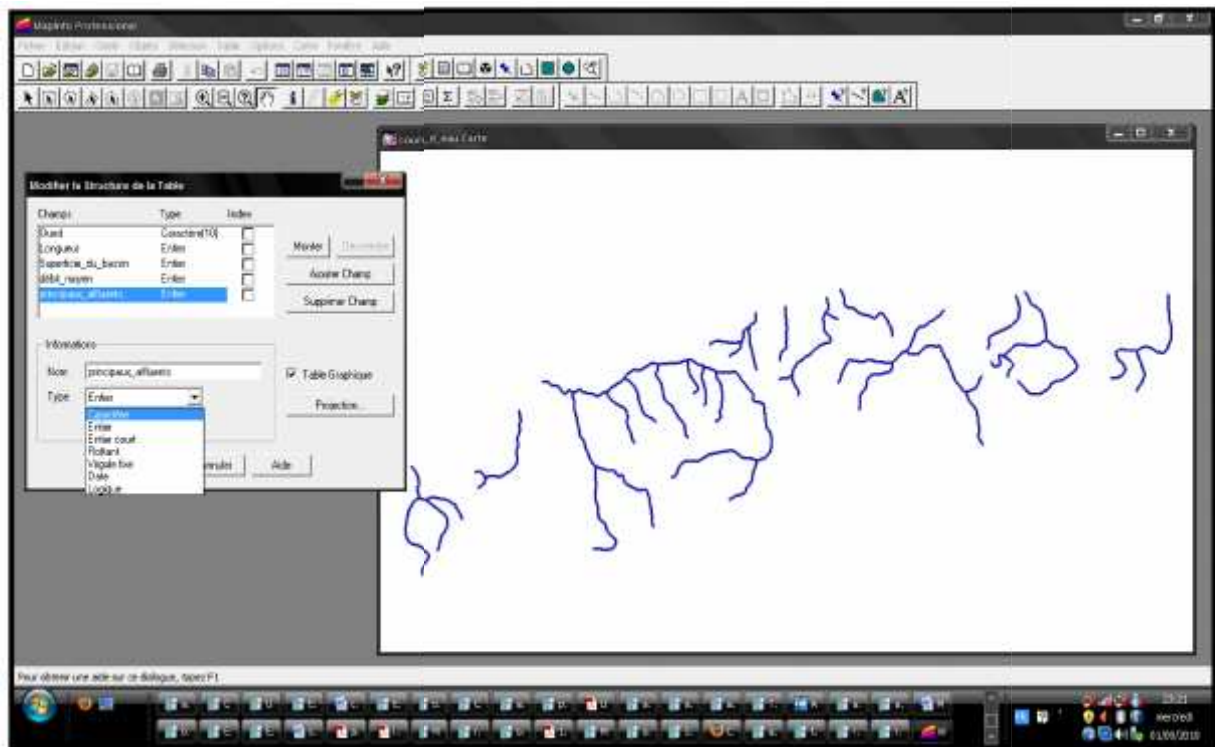


Figure 20: Création d'une table attributaire dans MapInfo.

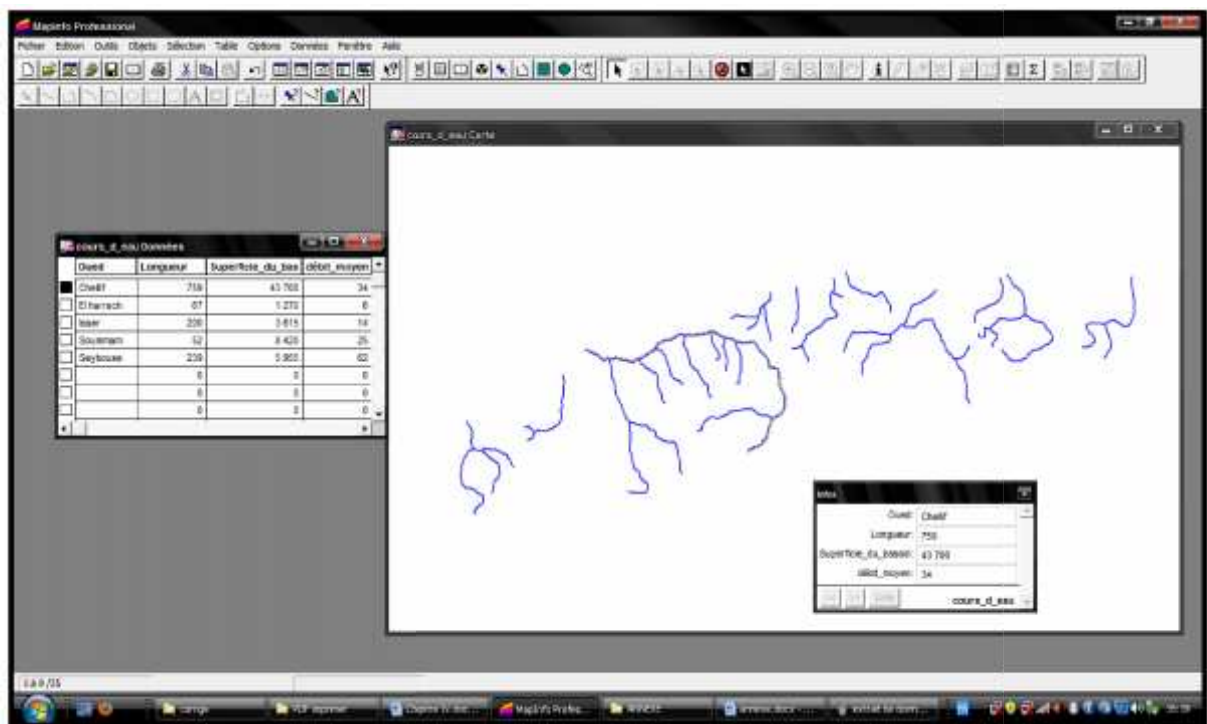


Figure 21: Extrait de la base de données qu'on a ajouté montrant la description des plus importants cours d'eau.

Importation d'une base de données sous format Excel ;

Les fichiers Excel qui vont être importés représentent les données les plus récentes sur la qualité des eaux des trois bassins versants de Chellif (station Sidi Belatar), d'El Harrach (station Barraki) et de la Seybouse (station Segmen Amar). Ces données statistiques de l'ANRH permettent de compléter les données d'observation par télédétection.

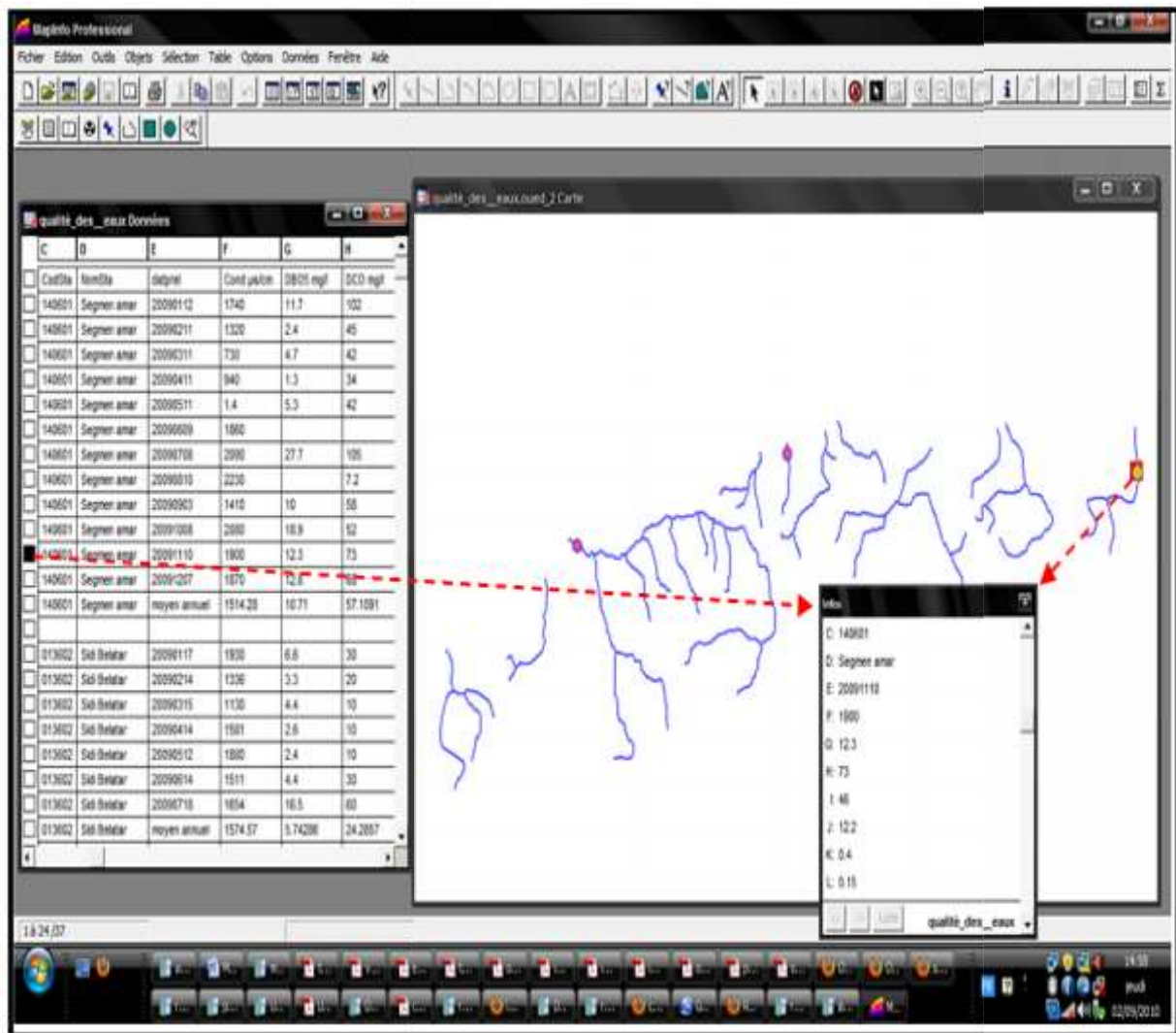


Figure 22: Extrait d'une base de données importée montrant la qualité des eaux mesurée par trois stations hydrométriques au niveau d'Oued Seybouse, Chellif et El Harrach pour l'année 2009.

Chapitre V

Résultats et discussions

I. L'image confectionnée :

Dans ce travail l'image qu'on a confectionnée (Figure 23) est la base de tout le traitement qui a été effectué.

Puisqu'il fallait essayer d'observer tout le littoral algérien, qui est menacé de pollution aggravée et de dégradation, et qu'il était impossible de le faire à l'aide d'une seule image, nous avons sélectionné un certain nombre d'images, à l'aide desquelles nous avons confectionné une seule image [mosaïque] où la turbidité des eaux côtières et les blooms phytoplanctoniques sont nettement visibles. Ceci prouve le rôle essentiel de la télédétection océanographique pour la cartographie des particules en suspension et les substances dissoutes.

L'utilisation de l'image comme une couche de données dans le SIG nous a donné l'avantage de concrétiser nos données descriptives, ce qui permet à tout observateur de distinguer la pollution tout au long du littoral représenté par cette image.

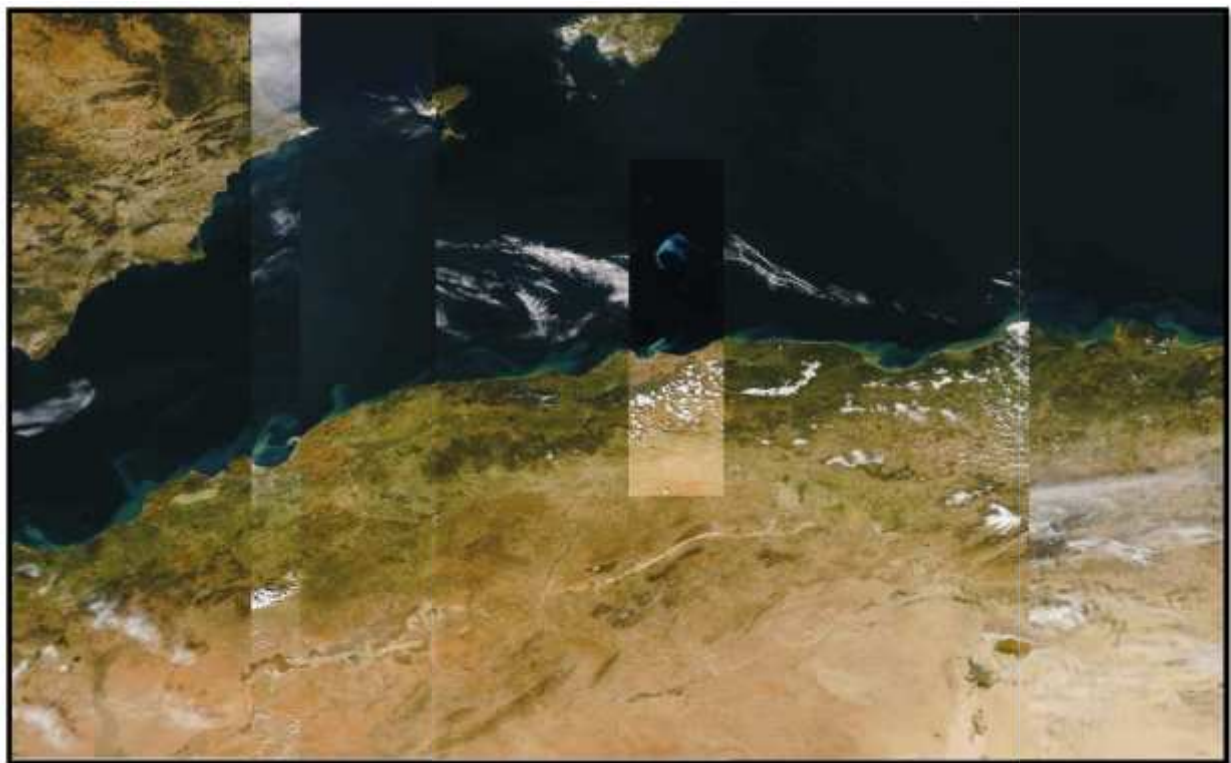


Figure 23: image MODIS/aqua confectionnée

II. Le Support graphique :

La méthode d'analyse repose sur la superposition de couches d'informations géographiques au sein d'un SIG. La superposition des couches de dessin avec l'image réalisée (Figure 24) donne un vue global et facilite le partage de la connaissance du terrain.

Avant d'afficher l'image en superposition avec le réseau hydrographique on a joué sur le contraste, la luminosité et la translucidité afin de visualiser mieux la différence de couleur au niveau des eaux.

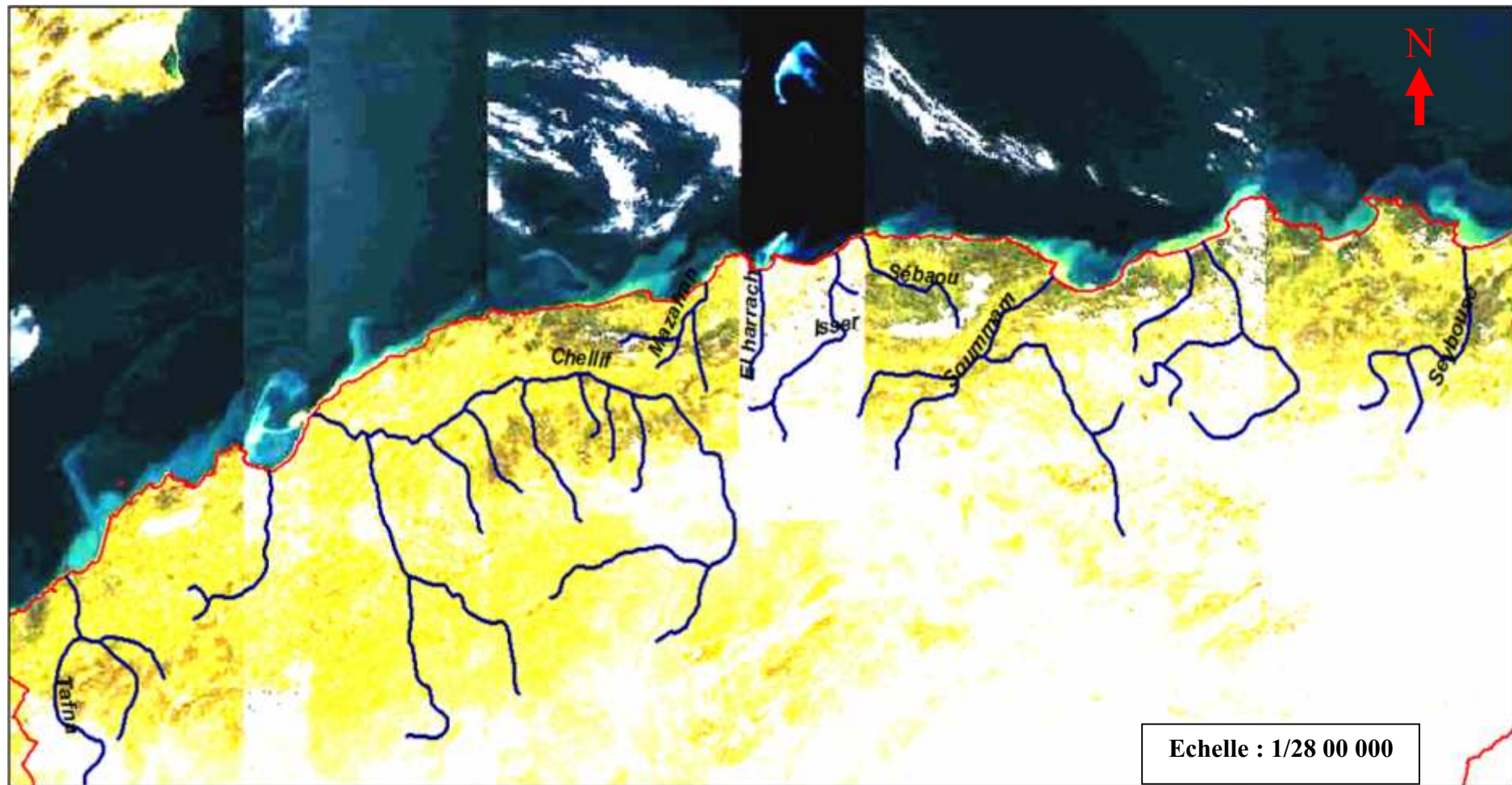


Figure 24: carte représente la superposition des couches de dessin avec l'image satellitale confectionnée (réalisée par MapInfo).

III. Compatibilité des données :

Après l'association des données descriptives dans les champs des bases de données, les sélections par localisation et par attributs permettent ensuite d'effectuer des traitements sur les zones spécifiques (Figure 25).

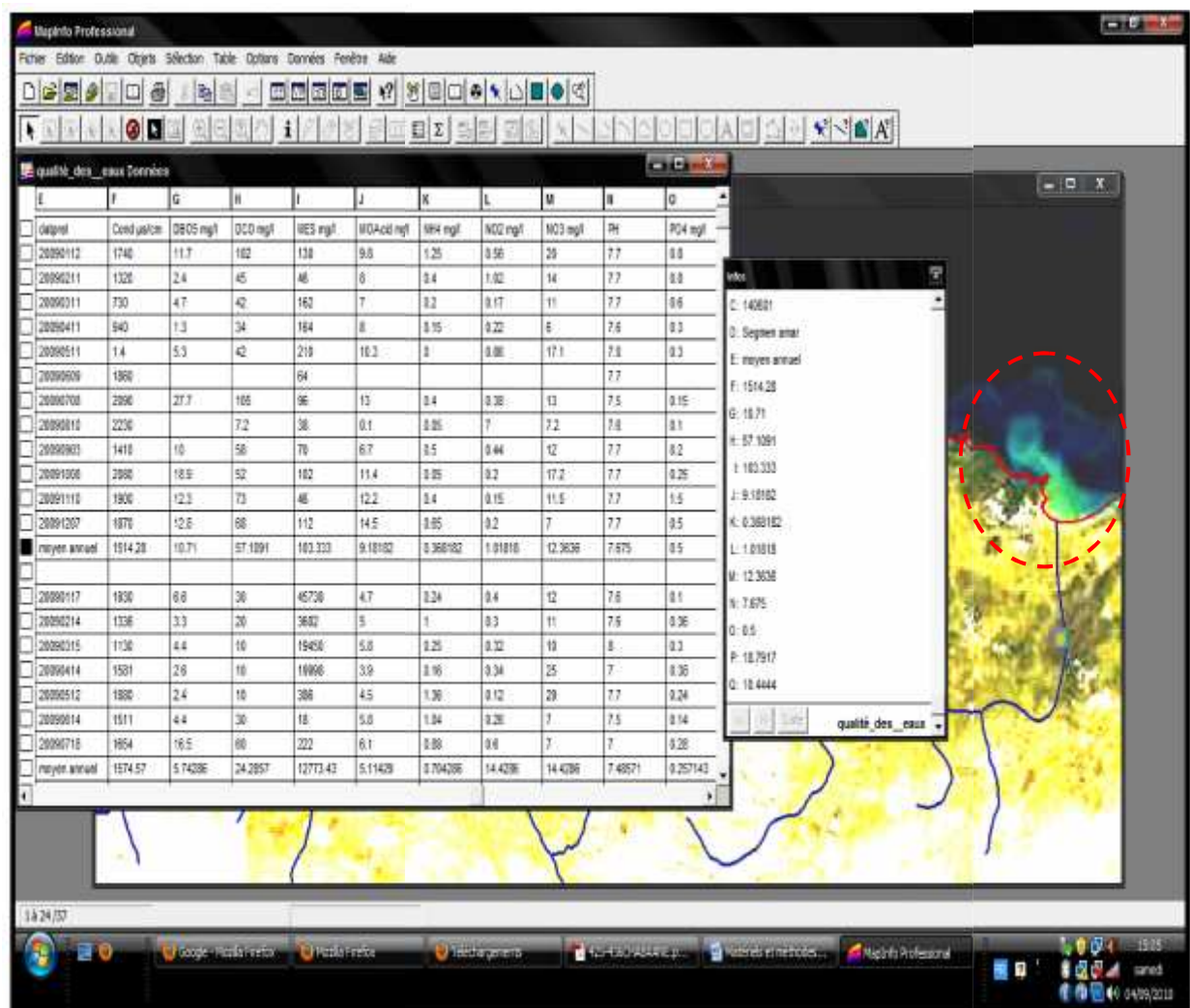


Figure 25: l'affichage de la fenêtre d'interprétation finale dans MapInfo après la mise en commun des différentes données graphiques et sémantiques.

IV. L'utilité du SIG pour la gestion de la pollution industrielle [cas d'oued El Harrach] :

L'activité industrielle dans le bassin versant d'El Harrach est diversifiée et s'est régulièrement accrue au cours de ces dernières années. Ces industries, dispersées et de ce fait difficile à contrôler, sont à l'origine de fortes charges polluantes.

Tous les travaux qu'ont été faits pour le contrôle de cette pollution industrielle ont été consacrés dans la partie aval du bassin, alors que l'amont contribue dans cette pollution et nécessite de sa part un suivi. « *Il ne faut pas considérer la pollution de l'environnement simplement comme un problème de sortie (aval), il faut aussi le saisir en tant que problème d'entrée (amont)* » (Yoshida in MATE, 2007). C'est pour cela et suite à l'inscription d'un nouveau projet intitulé « Développement des capacités de surveillance de l'environnement » phase 2, entre le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) et l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA), un nouveau plan de surveillance a été établi avec les experts de la JICA.

En effet la nouvelle zone du projet d'étend de l'embouchure (Wilaya d'Alger) vers la source d'Oued El Harrach (Wilaya de Blida) en amont.

Les données qu'on a obtenues sont les listes complémentaires des unités industrielles proposées pour la campagne de prélèvement des échantillons des eaux de rejets en 2010-2012 (dont trois sont déjà faits, voire annexe) ce qui nous a permet de réaliser à l'aide du MapInfo une carte thématique des sources de pollution industrielles en amont (Figure 26).

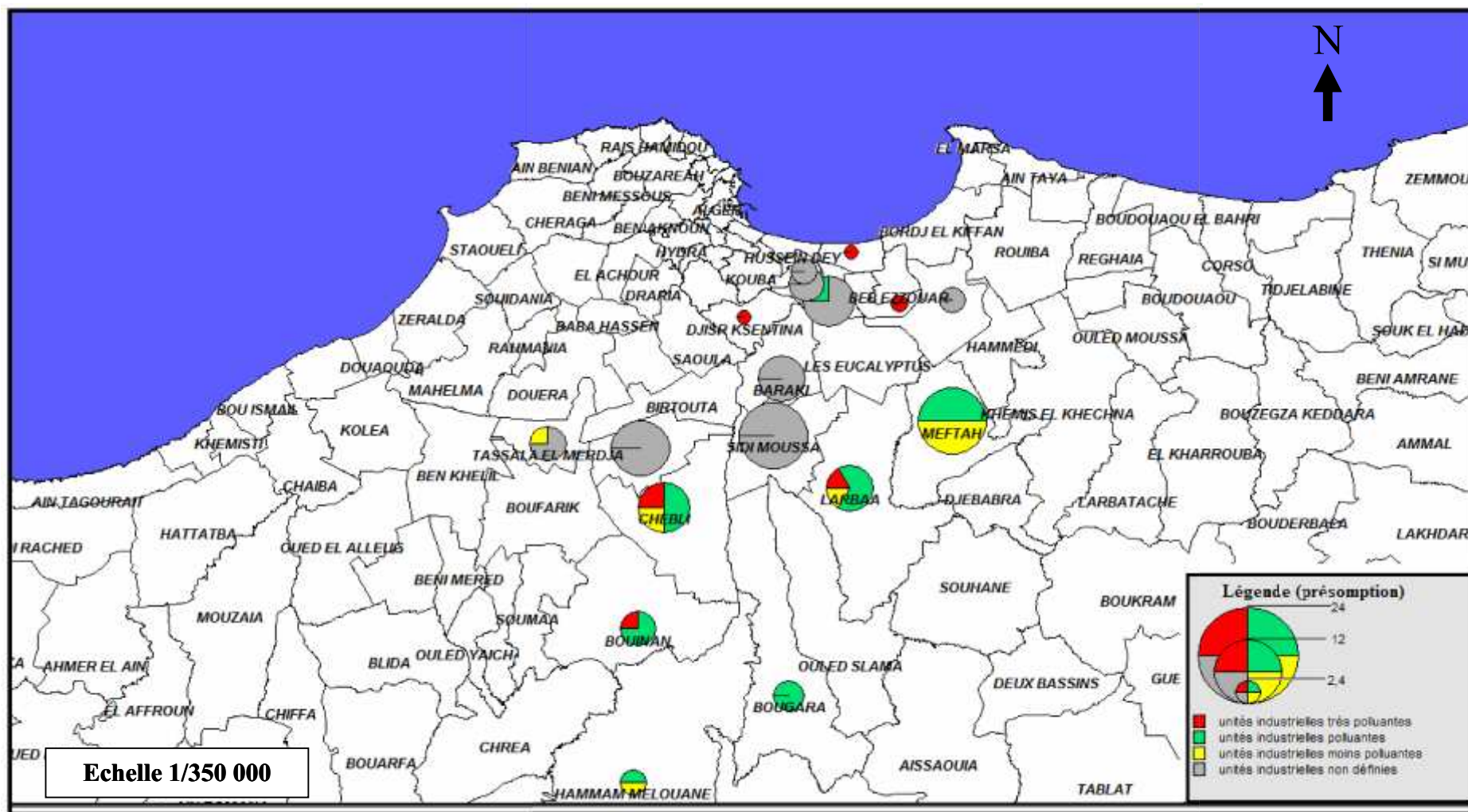


Figure 26 : carte des unités industrielles du bassin versant d’El Harrach proposées pour la campagne de prélèvement des échantillons des eaux de rejets en 2010-2012

La recherche de solution adéquate de valorisation et de gestion, nécessite de remonter à l'amont du problème pour collecter et organiser toutes les données nécessaires dans une base de données à référence spatiale sur les zones industrielles, sur les industries et sur les régions concernées.

V. Conclusion :

Le système d'information géographique réalisé pour l'inventaire des sources de pollution marine d'origine tellurique a permis de :

- ✓ Créer une base de données géoréférencées facile à mettre à jour,
- ✓ Valoriser l'information dans le but d'assurer une meilleure connaissance des zones étudiées en prenant en considération plusieurs aspects.
- ✓ Elaborer des cartes thématiques pouvant servir comme documents de travail facilitant la prise de décision.

Conclusion générale

Dans ce travail, l'image qui a été confectionnée a joué son rôle ; c'est-à-dire visualiser le panache de couleur le long du littoral algérien. Ainsi sur la base de son interprétation, il a été possible de faire progresser l'examen de l'état de l'environnement le long de la côte. En effet, la concentration de la matière en suspension augmente au fur à mesure que l'on s'approche de la côte et atteint un maximum près des embouchures des oueds.

L'intégration des résultats issus de la télédétection dans un SIG a permis la mise en place d'un référentiel environnemental d'un part, et d'un dispositif de contrôle pour le suivi d'autre part. Le SIG permet l'analyse et le croisement des données sous forme de couches superposables associées à des données descriptives, les produits ainsi obtenus constituent des outils précieux de travail permettant de :

- Comprendre mieux l'espace géographique
- Evaluer les risques des différents secteurs sur le milieu littoral

Notre approche ouvre des perspectives sur l'utilisation d'autres données de télédétection à différentes résolutions spatiales, des données de bathymétrie et de circulation des eaux côtières pour mieux appréhender l'évolution et la dynamique de la pollution d'origine tellurique.

A partir des recherches effectuées dans le cadre de ce travail, on a pu conclure qu'il est indispensable de promouvoir un programme d'assainissement environnemental au niveau des principaux oueds exoréiques et d'évaluer les besoins futurs engendrés par une explosion démographique, industrielle et agricole en vue d'un développement durable.

Références bibliographiques

Abdesslem F. et Chibi F., 2005. Dépollution des eaux de l'Oued el Harrach par adsorption sur bentonite et étude des isothermes. *Mémoire d'ingénieur, ISMAL, Algérie, 42P.*

Agence Nationale d'Aménagement du Territoire (ANAT). L'observatoire de l'Aménagement du Territoire., 2009. Un préalable pour la mise en œuvre du SNAT. *Rapport, 30P.*

Amiard-Triquet C. et Amiard J.C., 1980. Radioécologie des milieux aquatiques (la pollution radioactive et ses conséquences écologiques). *Edition : MASSON, Paris, 191P.*

Aminot A, et Kérouel R., 2004. Hydrologie des écosystèmes marins paramètres et analyses. *Edition : Ifremer, Brest, Paris, 336P.*

Annane S., 2003. Caractérisation de la pollution des eaux de mer de la baie BOU-ISMAIL en utilisation des images satellites (application aux hydrocarbures). *Mémoire d'ingénieur, ISMAL, Algérie, 107P.*

Badi-gondard F., 2003. L'assainissement des eaux usées. *Edition : Techni.cités, Paris, 229P.*

Balestrat M., 2006. Usage de la télédétection et du SIG pour construire une méthode d'évaluation du risque potentiel de pollution diffuse des eaux de surface par les produits phytosanitaires adaptée au transfert d'échelle spatiale sur les coteaux de Gascogne (GERS). *Thèse de Master 2 professionnel géomatique, Toulouse 2 le Mirail, 69P.*

Benmia M. et Aouabed A. Contribution à l'élaboration d'un modèle de carte de qualité : cas de la région centre de l'Algérie. Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique, [texte non référencé]. <http://www.univ-blida.dz/jstre/confs/benmia.pdf>

Bonn F. et Rochon G., 1996. Précis de télédétection, vol 2 : applications thématiques. *Edition : AUPELF-UREF, presses universitaires du Québec, Montréal, 633P.*

Boudjadja A., Messahel M. et Pauc H., 2002. Ressources hydriques en Algérie du nord. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, vol. 16, n° 3, 2003, p. 285-304.*

Bravard J-P. et Petit F., 2000. Les cours d'eau : dynamique du système fluvial. *Edition : Armand Colin, Paris, 221P.*

Chamaillé L., 2008. Apport de la télédétection pour la détection de l'eau et la caractérisation des propriétés de l'eau, application de la télédétection à l'étude des facteurs de risque liés à l'eau pour la survie du virus H5N1 dans l'environnement. *Thèse de Master 2 professionnel géomatique, INP/ENSAT, Toulouse, 52P.*

Charafa K., 2008. Une base de données SIG pour l'étude de la pollution marine d'origine terrigène cas d'Oued El Harrach. *Mémoire d'ingénieur, ISMAL, Algérie, 60P.*

- Froidefond J-M. et Doxaran D., 2004.** Télédétection optique appliquée à l'étude des eaux côtières. © *CONTEMPORARY PUBLISHING INTERNATIONAL*, publié sous l'enseigne Editions scientifiques GB. Vol 4, n°2, p. 157-174.
- Gaujous D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques (aide mémoire). Edition : Tec & Doc, Paris, 220 P.
- Grimes S., 2004.** Biodiversité marine et littorale Algérienne. Edition : Aldjazair, Alger, 362P.
- Idjer S., 1993.** Aménagement et pollution littorale identification des sources de pollution dans le bassin versant de l'oued El Harrach et transfert en mer des polluants. *Mémoire d'ingénieur, ISMAL, Algérie, 136P.*
- Jaquet J-M., 2002.** Suivi multi-temporel de la concentration de la chlorophylle en méditerranée orientale à l'étude de SeaWIFS et de Landstat TM. *Rapport de stage au GIRD, université de Genève, 77P.*
- Kabouche S. et Menceur H., 2010.** Contribution à l'étude géologique, hydrologique et géotechnique de l'oued El Harrach : inondation et pollution. *Mémoire d'ingénieur d'état, USTHB, Algérie, 90P.*
- Kadi A., 1997.** La gestion de l'eau en Algérie. 12 rue joliot Curie, F-87100 Limoges, France. 197P.
- Koller E., 2004.** Traitement des pollutions industrielles (eau. Air. Déchets. Sols. Boues). Edition : Dunod, Paris, 424 P.
- Lacaze J-C., 1996.** L'eutrophisation des eaux marines et continentales. Edition : ellipes/marketing S.A, 191P.
- Leroy J-B., 1999.** La pollution des eaux. Edition : Presses universitaires de France, 128P.
- Madi F., 2009.** Apport du système d'information géographique SIG pour la modélisation de la couleur des eaux marines (Cas : la baie d'Alger). *Mémoire d'ingénieur, ENSSMAL, Algérie, 82P.*
- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE), 2007.** Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement, 466P.
- Ngô C. et Régent A., 2008.** Déchets, effluents et pollution : Impact sur l'environnement et la santé. Edition : Dunod, Paris, 178P.
- Programmes d'Actions Prioritaires., 2003.** Développement des instruments économiques au niveau du sous bassin versant de l'Algérois Oued El Harrach. *Projet pilote ; durabilité du PAS MED, 31P.*
- Rousselle J., Lauzon N. et Anctil F., 2005.** Hydrologie : cheminements de l'eau. Edition : Canada, Ecole Polytechnique de Montréal, 228P.

Sauxpicart S., 2003. Synthèse de données VEGETATION-SPOT 4 pour l'extraction de paramètres de sols en zones arides et semi-arides. *Mémoire d'ingénieur, Ecole Supérieure des Géomètres et photographes E.N.G.T, Le Mans, France, 81P.*

Soudani K., 2005. Rôles potentiels de la télédétection pour des applications environnementales. *Notes de cours, Université Paris-Sud XI- 91405 Orsay Cedex.*

Vaillant J.R., 1973. Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution. *Edition : Eyrolles, Paris, 403P.*

Sites Web consultés :

www.esrifrance.fr

http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/chapter1/01_f.php

http://www.aqua.nasa.gov/about/instrument_modis.php

<http://www.notre-planete.info>

<http://seig.ensg.ign.fr>

Annexes

Tableau 1 : Grille de qualité physique, minérale et organique

Classe / paramètres	C1	C2	C3	C4
a- Qualité physique				
PH	6.5-8.5	6.5-8.5	5.5-6.5 ou 8.5-9	<5.5 ou > 9
M.E.S mg/l	0-30	30-75	75-100	> 100
Température °C	25	26-30	30-36	> 36
Odeur, Goût	Sans	Sans	Sans	
b- Qualité minérale				
Résidu sec	300-1000	1000-1200	1200-1600	> 1600
Ca ²⁺ mg/l	40-100	100-200	200-300	> 300
Mg ²⁺ mg/l	< 30	30-100	100-150	> 150
Na ⁺ mg/l	10-100	100-200	200-500	> 500
Cl ⁻ mg/l	10-150	150-300	300-500	> 500
SO ₄ ²⁻ mg/l	50-200	200-300	300-400	> 400
c- Qualité organique				
Oxygène dissous % St	90-100	50-90	30-50	< 30
DBO ₅ mg/l	< 5	5-10	10-15	> 15
DCO mg/l	< 20	20-40	40-50	> 50
MO mg/l	< 5	5-10	10-15	> 15

Classe I : Eau de bonne qualité, utilisées sans exigence particulière, elle est représentée graphiquement par la couleur bleue.

Classe II : Eau de qualité moyenne, utilisée après un simple traitement. Elle est représentée en vert.

Classe III : Eau de mauvaise qualité, ne peut être utilisées qu'après un traitement très poussé. Elle est représentée en jaune.

Classe IV : Pollution excessive, ne peut être utilisée qu'après traitement spécifique et très onéreux. Elle est représentée en rouge.

Tableau 2 : Les coordonnées géographiques des quatre coins de l'image MODIS

Point	Latitude (Degrés décimaux)	Longitude (Degrés décimaux)
P1	39,744308	-2,387410
P2	39,744308	8,152114
P3	33,269194	-2,387410
P4	33,269194	8,152114

Tableau 3 : Principaux Oueds Côtiers

Oueds	Long (km)	Superficie BV (km²)	Débit moyen (m³/s)
Tafna	140	6900	8,25
Chellif	759	43700	34
mazafran	68	1900	13,8
El Harrach	67	1270	6
Isser	200	3615	14,1
Sébaou	92	2300	33,40
Soummam	52	8420	25,6
Safsaf	24	322	2,1
Seybouse	239	5955	62

Annexes

Annexes

Tableau 4: Bilan de la qualité des eaux au niveau de la station Segmen amar ; Oued Seybouse (ANRH, 2010).

NomSta	datprel	Cond µs/cm	DBO5 mg/l	DCO mg/l	MES105 mg/l	NH4 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	Ph	PO4 mg/l	O2satur at %	T°C	Turb NTU
Segmen amar	12/01/2009	1740	11,7	102	130	1,25	0,56	20	7,7	0,8	69,9	10	12,9
Segmen amar	11/02/2009	1320	2,4	45	46	0,4	1,02	14	7,7	0,8	83,78	11	16,2
Segmen amar	11/03/2009	730	4,7	42	162	0,2	0,17	11	7,7	0,6	71,02	12,5	17,6
Segmen amar	11/04/2009	940	1,3	34	164	0,15	0,22	6	7,6	0,3	97,05	15	22,5
Segmen amar	11/05/2009	1,4	5,3	42	210	0	0,86	17,1	7,8	0,3	103,52	24	18,6
Segmen amar	09/06/2009	1860			64				7,7		80,45	23	
Segmen amar	08/07/2009	2090	27,7	105	96	0,4	0,38	13	7,5	0,15	85,8	24	3
Segmen amar	10/08/2009	2230		7,2	38	0,05	7	7,2	7,6	0,1	107,31	26	
Segmen amar	03/09/2009	1410	10	58	70	0,5	0,44	12	7,7	0,2	78,04	26	
Segmen amar	08/10/2009	2080	18,9	52	102	0,05	0,2	17,2	7,7	0,25	83,33	25	1,5
Segmen amar	10/11/2009	1900	12,3	73	46	0,4	0,15	11,5	7,7	1,5	75	16	0,8
Segmen amar	07/12/2009	1870	12,8	68	112	0,65	0,2	7	7,7	0,5	70,75	13	0,9

Annexes

Tableau 5: Bilan de la Qualité des eaux au niveau de la station Baraki ; Oued El Harrach. (ANRH, 2010).

NomSta	datprel	Cond µs/cm	DBO5 mg/l	DCO mg/l	MES105 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	Ph	PO4 mg/l	T°C	Turb NTU
Baraki	25/01/2009	720				0,017	0,4	7,7	0,27	16,5	11,7
Baraki	22/02/2009	1357	2,1	100	34	0,195	0,6	7,6	1,71	10,8	3,2
Baraki	23/03/2009	970	6,5	19	79	1,001	1,7	7,3	2,41	12	40
Baraki	26/04/2009	860	3,8	63	163	0,257	0,3	7,1	1,22	17,2	9,4
Baraki	24/05/2009	1180	42,3	91		0,055	0,3	6,8	0	21,1	11
Baraki	22/06/2009	1750	27,8	145		0	2,1	7,2	6,64	22,6	12,3
Baraki	28/07/2009	1690	23	96	26	0,055	0	7,6	8,5	29	22,6
Baraki	25/08/2009	1650	30	158	23	0,01	0	7,8	7,22	35,2	11,2
Baraki	16/09/2009	1660	60	99		0,027	0	8,1	4,98	24	17
Baraki	26/10/2009	1660	45	84	60	0	2,1	8	6,24		7,9
Baraki	24/11/2009	1680	6	184	74	1,622	2,9	8,1	5,63	11,5	28,5
Baraki	21/12/2009	920	24	99	184	0,195	0,3	7,6	0,18	8	41,2

Annexes

Tableau 6: Bilan de la Qualité des eaux au niveau de la station Sidi Belatar ; Oued Chellif (ANRH, 2010).

NomSta	Datprel	Cond µs/cm	DBO5 mg/l	DCO mg/l	MES105 mg/l	NH4 mg/l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	Ph	PO4 mg/l	T° C	Turb NTU
Sidi Belatar	17/01/2009	1930	6,6	30	45738	0,24	0,4	12	7,6	0,1	10	45700
Sidi Belatar	14/02/2009	1336	3,3	20	3602	1	0,3	11	7,6	0,36	12	3575
Sidi Belatar	15/03/2009	1130	4,4	10	19450	0,25	0,32	10	8	0,3	16	19420
Sidi Belatar	14/04/2009	1581	2,6	10	19998	0,16	0,34	25	7	0,38	16	19980
Sidi Belatar	12/05/2009	1880	2,4	10	386	1,36	0,12	29	7,7	0,24	23	377
Sidi Belatar	14/06/2009	1511	4,4	30	18	1,04	0,26	7	7,5	0,14	27	14
Sidi Belatar	18/07/2009	1654	16,5	60	222	0,88	0,6	7	7	0,28	25	219

Tableau 7 : Liste complémentaire des unités industrielles proposées pour la campagne de prélèvement des échantillons des de rejets en 2010-2012 dans la wilaya d'Alger ; aval (**ONEDD, 2010**).

Wilaya	N°	Dénomination (sigle et siège société)	Activité	Commune	Niveau de pollution (présomption)
DEWA	A-1	Batteries ASSAD Algérie	Fabrication de batteries de démarrage	ZI Dar EL Beida	
DEWA	A-2	Entreprise HOUARI Ahmed	Conditionnement d'eau de javel	Sidi Moussa	
DEWA	A-3	SARL BTPL	Enrobés à chaud	Sidi Moussa	
DEWA	A-4	Mécanique Générale SNVI	Maintenance	Sidi Moussa	
DEWA	A-5	ECM ALUMINIUM	Métaux et alliage	Sidi Moussa	
DEWA	A-6	HANAFI Mourad	Galvanoplastie	Sidi Moussa	
DEWA	A-7	MAHDI A/GHANI	Transformation du lait	Sidi Moussa	
DEWA	A-8	CHARAA Allah Sliman	Céramique	Sidi Moussa	
DEWA	A-9	AMIR Ali	Céramique	Sidi Moussa	
DEWA	A-10	CHAOUI Khaled	Céramique	Sidi Moussa	
DEWA	A-11	OURACHE Mohamed	Céramique	Sidi Moussa	
DEWA	A-12	BEN THAMEN Hamoud	Céramique	Sidi Moussa	
DEWA	A-13	Bouhkalfa Ahcène	Céramique	Sidi Moussa	
DEWA	A-14	Entreprise BOUDEMAGH Saad	Levurerie	El Merdja	
DEWA	A-15	FERADJ Mohamed	Céramique	El Merdja	
DEWA	A-16	Fromagerie Number One C.L.S	Fromagerie	El Merdja	
DEWA	A-17	SARL SUPREME	Fromagerie	El Merdja	
DEWA	A-18	KIRARI Nacer	Céramique	Oued Chabel	
DEWA	A-19	SARL CERAMIQUE MITIDJA	Céramique	Oued Chabel	
DEWA	A-20	MEDAH Mohamed	Céramique	Oued Chabel	
DEWA	A-21	Haouch el bard saadaoui	Fabrication de matériel frigorifique	Oued Chabel	
DEWA	A-22	Chocolaterie CHAFIRI	Chocolaterie	Oued Chabel	
DEWA	A-23	Fonderie BELMIHOUB Hacem	Fonderie-peinture	Oued Chabel	
DEWA	A-24	MEDDAH Djamel	Fromagerie	Oued Chabel	
DEWA	A-25	Fromagerie NEZAR	Fromagerie	Oued Chabel	
DEWA	A-26	KHALIL Mohamed Fromagerie	Fromagerie	Oued Chabel	
DEWA	A-27	EPE ECAVA SPA Unité Menuiserie	Chaudronnerie Menuiserie	Bourouba	
DEWA	A-28	BACHA ABDELKADER	Boissons gazeuses et non gazeuses	Bourouba	
DEWA	A-29	NEGACHE FADILA	Limonaderie	Bourouba	
DEWA	A-30	GIPEC recuperation du papier	Récupération du papier	Bourouba	
DEWA	A-31	ACG SARL Algérienne de construction	Galvanisation	ZI O.Smar	
DEWA	A-32	SAIDAL BIOTIC Usine EL HARRACH	Production de produits pharmaceutiques	EL-Mohammadia	
DEWA	A-33	ENPS	Fabrication des plaques de signalisation	ZI Dar-EL-Beida	
DEWA	A-34	SNC Etablissement KASASNI	Détergents	Bach Djerah	
DEWA	A-35	MICHELIN ALGERIE	Fabrication de pneus	Bach Djerah	

Annexes

DEWA	A-36	SARL MEGADEM	Détergents	Baraki	
DEWA	A-37	Groupe MOUBYDAL Filiale ALPHYT	Agropharmaceutique	Baraki	
DEWA	A-38	SARL SAMETTEX	Transformation de plastique	Baraki	
DEWA	A-39	EGUCOB	Maintenance	Baraki	
DEWA	A-40	SAIDAL BIOTIC	Production de produits pharmaceutiques	Gué-De- Constantine	
DEWA	A-41	SPAJORAS	Production de produits pharmaceutiques	Baraki	
DEWA	A-42	Tannerie El-Rhida	Tannerie	Baraki	
DEWA	A-43	SOMDAE	Détergents		
DEWA	A-44	SARL SAFAC	Production de carrelage	ZI El Harrach	
DEWA	A-45	Entreprise de Production de Boissons	Production de boissons alcoolisées et soda	ZI El Harrach	
DEWA	A-46	Entreprise de produits d'étanchéité	Produits d'étanchéité	El Harrach	
DEWA	A-47	ALFEL Société Nationale de Plomberie	Fonderie	ZI El Harrach	
DEWA	A-48	SARL UNITEC	Fonderie	ZI El Harrach	
DEWA	A-49	Entreprise de Chaudronnerie Ferblanterie	Fabrication d'appareils à pression	ZI El Harrach	
DEWA	A-50	ZET CERAM	Fabrications de carreaux céramiques	El Harrach	
DEWA	A-51	ECE Unité d'el harrach	Fabrications de carreaux céramiques	El Harrach	
DEWA	A-52	SARL TRUST PHARMA	Produits pharmaceutiques		
DEWA	A-53	SPA EDIEL	Fabrication de postes de transformation		
DEWA	A-54	Société Céramique Carreaux El Achour	Céramique		
DEWA	A-55	NAFTAL AVM	Dépôt et distribution de carburants	Houari Boumediene	
DEWA	A-56	Rejet final de la zone aéroportuaire		Houari Boumediene	

Annexes

Tableau 8 : Liste complémentaire des unités industrielles proposées pour la campagne de prélèvement des échantillons des de rejets en 2010-2012 dans la wilaya de Blida ; amont (ONEDD, 2010)

Wilaya	N°	Dénomination (Sigle et Siege société)	Activité	Commune	Niveau de pollution (présomption)	Remarque
DEWB	B-1	SARL HAYAT DHC	Fabrication de détergents	BOUINAN		2010 (déjà)
DEWB	B-2	SARL HAYAT DHC	CENTRE BEBE	BOUINAN		
DEWB	B-3	ELTEL	Transformation industrielle du papier	BOUINAN		
DEWB	B-4	SARL EL WAFI	Production de biscuit	BOUINAN		2010
DEWB	B-5	SAFSI CUIR	Fabrication de semi-cuir	CHEBLI		2010
DEWB	B-6	SARL DBA	Fabrication et commercialisation des produits d'étanchiefication	CHEBLI		2010
DEWB	B-7	E.B.A	SABLIERE T.V.O	CHEBLI		
DEWB	B-8	MITIDJA AVICOLE	Activités liées à la transformation de céréales	CHEBLI		2010
DEWB	B-9	HCP HYGIENE CHIMIQUE PRODUCTION	Fabrication de produits d'hygiènes	CHEBLI		2010 (déjà)
DEWB	B-10	LA CHEVRE D'OR	Production de laits	CHEBLI		2010
DEWB	B-11	MIDEGUE SID AHMED	Tissage industriel de la laine et autres métiers textiles	CHEBLI		
DEWB	B-12	LA MALIK	Transformation industrielle du papier	CHEBLI		
DEWB	B-13	SARL EL AKHOUA	Station d'enrobage	BOUGARA		2010
DEWB	B-14	SARL CHEREGHA	Transformation de viande	BOUGARA		2010
DEWB	B-15	Société Algérienne De Conservation D'Olive METIDJA	Transformation et conservation de fruits	BOUGARA		2010
DEWB	B-16	SPA SAMBA	CARRIERE DE CALCAIRE	HAMMAME MELOUN		2010 (déjà)
DEWB	B-17	SECAMIT	SABLIERE T.V.O	HAMMAME MELOUN		
DEWB	B-18	SARL MITIDJA	Production de margarine	L'ARBAA		2010
DEWB	B-19	BELAT	Transformation de viande	L'ARBAA		2010
DEWB	B-20	SARL VIAVI	ABATOIR	L'ARBAA		2010
DEWB	B-21	MEDETERANEAN FLOAT GLASS SPA	Fabrication du verre flottant	L'ARBAA		2010
DEWB	B-22	CEVICO	Fabrication d'élément en Betton	L'ARBAA		

Annexes

DEWB	B-23	SARL SOUAKRI	SABLIERE T.V.O	L'ARBAA		
DEWB	B-24	EL GUENDOZ ET CIE	Exploitation de carrières de pierres de taille pour la construction et l'industrie	MEFTAH		
DEWB	B-25	S CMI (UNITE)	Fabrication industrielle de ciment	MEFTAH		2010
DEWB	B-26	BRIQUETERIE FRERES SOUAKRI	Fabrication industrielle de produits en argile	MEFTAH		2010
DEWB	B-27	UPC MEFTAH SIDI HAMED	Elevage de poulet	MEFTAH		2010
DEWB	B-28	ANGA MEFTAH	Elevage de poulet	MEFTAH		
DEWB	B-29	SOCIETE DES ABATOIRS CENTRE SAC/SPA DAR EL BEIDA	Engraissement de volailles et accoupages industriels	MEFTAH		
DEWB	B-30	EPE EPRM	Fabrication industrielle de produits en argile	MEFTAH		2010
DEWB	B-31	MATEC	Premiere transformation de la matiere plastique de base	MEFTAH		2010
DEWB	B-32	STFME	Premiere transformation de la matiere plastique de base	MEFTAH		2010
DEWB	B-33	BELLAL DJEMAA	Fabrication de conserves de viande	MEFTAH		
DEWB	B-34	MECHERI YOUCEF	Fabrication de conserves de viande	MEFTAH		
DEWB	B-35	SOUAKRI ZOUHEIR	Fabrication de conserves de viande	MEFTAH		