

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

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



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en sciences de la mer et de l'aménagement du littoral

OPTION : AMENAGEMENT DU LITTORAL

**Impact Préliminaire et Analyse des Dégâts d'Inondations
Par Imagerie Satellite Via le Logiciel ArcGis dans la willaya de
Taref**

Présenté par :

BOUHRAOUA Sara

Soutenu le 18/2/ 2021 devant le jury suivant :

Mr MEZOUAR K.	Maître conférence A (ENSSMAL)	Co promoteur
Mr OTMANI H.	Maître assistant A (ENSSMAL)	Président
Mr Grimes S.	Maître conférence A (ENSSMAL)	Promoteur
Mme MEHDID S.	Maître assistante A (ENSSMAL)	Examinatrice

Promotion : 2019-2020

Remerciements


- ❖ *Au terme de ce travail, Je tiens à adresser mes sincères remerciements à Dieu Tout Puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a données afin de réaliser ce mémoire de fin d'études.*
- ❖ *J'adresse mes profond remerciement à mon promoteur Monsieur Grimes, S ; et également je remercie monsieur Mezouar : k d'avoir accepté et encadrer et de m'aider et diriger pour faire ce mémoire et par leur conseils et sa disponibilité, J'ai bénéficié de leur expérience et de leurs connaissances et cela en suivant constamment la progression de ce travail.*
- ❖ *Je remercie vivement monsieur Teffahi N de me fournir les données nécessaires et indispensables pour effectuer ce travail :*
- ❖ *Nos vifs remerciements s'adressent aux membres du jury :*
- ✚ *Nous tenons à remercier madame Otmani. H qui nous fait l'honneur de présider le jury de cette soutenance.*
- ✚ *Nous tenons à remercier madame Mehdid S. d'avoir pris le temps d'examiner ce travail.*
- ✚ *Nous remercions également monsieur Otmani H. d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*
- ❖ *Nous tenons aussi à remercier toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à enrichir nos modestes connaissances.*

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

 *A mes Chers parents*

Qui m'ont toujours poussé vers le chemin du savoir, pour leurs sacrifices, leur soutien inconditionnel moral et matériel et pour faire de moi la femme que je suis que Dieu le Tout Puissant garde ma mère en bonne santé et fasse mon père un part de sa miséricorde


 *A mes chers frères et sœurs*

Qui m'ont soutenu et aidé moralement et matériellement au long de mes études,

 *A tous mes amis*

Tous qu'ils ont contribués à ce travaille de loin et de près.

Je dédie ce modeste travail :

 *À mon père*

À celui qui m'a tout inculqué et indiqué la bonne voie en me rappelant sans cesse que la patience, la volonté et le travail ont toujours fait les grands hommes.

 *À ma mère*

À celle qui m'a donné le goût du travail qui ne ménage aucun effort pour ma réussite et a su attendre avec patience les fruits de sa bonne éducation.

 *À mes frères et sœurs*

À ceux et celles qui, de leur amour, leur respect et leur dévouement me bercent le cœur.

Tableaux de matière

1	Introduction	4
2	Genèse des crues et des inondations	4
3	Connaissance du risque inondation	4
3.1	Risques majeurs – inondations	5
3.2	Connaissance de l'aléa « inondation » :	5
3.2.1	Alea :	5
3.2.2	Vulnérabilité :	5
3.3	Paramètres fondamentaux du cours d'eau :	6
3.3.1	Lits du cours d'eau :	6
3.4	Crue :	8
3.5	Inondation :	9
3.5.1	Principaux paramètres spécifiant l'aléa :	9
	Les différents Types d'inondations :	10
3.6	Causes de formation des crues et des inondations :	12
3.6.1	Influence du climat :	12
3.6.2	Les crues provoquées par les chevelus hydrographiques :	12
3.6.3	Le processus de formation des crues :	12
3.6.4	La période de retour de crues :	13
3.6.5	Paramètres influençant les inondations :	13
4	Les inondations en Algérie :	14
5	Evaluation du risque d'inondation :	17
5.1	Evaluer l'aléa « inondation » et ses incertitudes :	18
5.1.1	Evaluer la vulnérabilité :	20
6	Gestion des inondations :	20
6.1	La réglementation :	20
6.2	La prévision :	21
6.2.1	Les observations de terrains :	21
6.2.2	La mise en place d'un service d'annonce de crues :	21
6.3	L'aménagement du bassin versant :	22
6.3.1	Au niveau des versants :	22
6.3.2	Au niveau du lit :	22
1	La localisation de la zone d'étude	25
2	Etude climatique	26
2.1	Les précipitations et les températures	26
3	CARACTERISTIQUES GEOMORPHOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUE	30

3.1	CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUE	30
3.2	CARACTERISTIQUES GEOMORPHOLOGIQUE	31
3.3	CARACTERISTIQUE GEOLOGIQUE	31
4	LE COUVERT VEGETAL	35
5	ETUDE ANTHROPIQUE :	36
5.1	La Population :	36
5.2	L'industrie :	36
5.3	L'Agriculture :	36
5.4	Tourisme :	36
5.5	La Pêche :	36
6	LA BATHYMETRIE :	36
6.1	La délimitation du milieu marin.	37
6.1.1	Le plateau continental.	37
6.1.2	Délimitation de la zone côtière	37
6.1.3	Délimitation des zones sensibles, pertinentes et prioritaires	37
6.2	APPROCHE METHODOLOGIQUE	37
6.2.1	ACQUISITION DES DONNEES BATHYMETRIQUES	38
7	Le Modelé numérique du terrain	41
7.1.1	LA REALISATION DU MODELE NUMERIQUE DU TERRAIN	41
7.1.2	L'INTERPOLATION	41
7.1.3	VISUALISATION 3D DE MNT	42
1	GESTION DES CATASTROPHES NATURELLES ET ENVIRONNEMENTALES	46
2	SUIVI ET ÉVALUATION DES ZONES D'INONDATIONS PAR TÉLÉDÉTECTION	47
2.1	Apport de la télédétection	48
3	Présentation de cas d'inondation et intérêt pratique de la télédétection :	48
3.1	Inondation a Taref	48
4	La méthodologie :	48
4.1	Constitution de la base de Données de la région d'intérêt :	48
4.2	Extraction de la tâche d'inondation	50
4.2.1	Classification supervisé	50
4.2.2	La méthode de la classification non supervisée	55
4.2.3	Résultats et interprétation	57
4.3	Analyse des dégâts d'inondations	63
1	Introduction	68
1.1	Les progiciels utilisés pour étudier l'évolution du littoral :	68
1.1.1	ArcGis10. 2 :	68
1.1.2	L'extension DSAS :	68

2	Les méthodes de détection des variations de la position du trait de côte.....	69
2.1	Les approches directes :.....	69
2.2	Les méthodes indirectes :.....	69
3	Les méthodes statistiques de calcul de la mobilité du trait de côte sous l'extension DSAS :	69
3.1	La méthode des points extrêmes (End Point Rate - EPR) :.....	69
4	La méthodologie suivie :	70
4.1	Les données disponibles :.....	70
5	Préparation et lancement au calcul :.....	72
5.1	Géo-référencement	72
5.2	Digitalisation des traits de côte	73
5.3	Création de la géo-data-base.....	74
5.3.1	Création du trait de côte	74
5.3.2	Création de la couche « Baseline ».....	75
5.3.3	Création des transects :	75
5.4	Lancement de calcul.....	77
5.4.1	Analyse de la méthode End Point Rate (EPR) :.....	77
5.4.2	Explication des résultats.....	79
5.4.3	Bilan surfacique de la zone d'étude.....	79
6	Conclusion :	79

Listes des figures

Figure 1. Les risques d'inondation (Ledoux, 2006).....	6
Figure 2. Lit mineur d'un cours d'eau (Ledoux, 2006).....	7
Figure 3. Lit majeur d'un cours d'eau (Ledoux, 2006).....	8
Figure 4. Inondation par remontées des nappes phréatiques (Boubchir, 2007).....	11
Figure 5. Model conceptuel du risque (Benmechernane, 2013).	18
Figure 6: La carte de localisation d'El taref.....	25
Figure 7: Diagramme de températures en fonction des saisons (rp5.ru ; 2008/2018)	26
Figure 8: Roses des vents sur la côte, à l'échelle saisonnière et annuelle (rp5.ru,2006/2018).	27
Figure 9: Carte de situation et réseau hydrographique dans la région d'El-Tarf.....	30
Figure 10: Carte géologique des plaines de la région de Annaba-El-Kala (d'après Strojexport, 1975.	33
Figure 11: Carte du couvert végétal d'Annaba-El Tarf (Direction des forets d'Annaba et Saadali .B.2007	35
Figure 12: La carte bathymétrique de la wilaya d'El Taref 2019 réalisé par le Mike 21.....	39
Figure 13: Le modelé numérique du terrain d'Etaref réaliser par le logiciel arcène.....	43
Figure 14: Carte d'occupation du sol de la wilaya d'El Taref	49
Figure 15: Etape 1 (classification non supervisée)	51
Figure 16: Etape 2 (classification non supervisée)	52
Figure 17: Carte de classification supervisée d'occupation du sol.....	57
Figure 18: Carte de classification non supervisée d'occupation du sol de la wilaya d'El Taref avant les inondations.	59
Figure 19: Carte de classification non supervisée d'occupation du sol de la wilaya d'El Taref après les inondations.	60
Figure 20: La tâche d'inondation extraite de l'image satellitaire d'Taref (2012).....	62
Figure 21: La carte des dégâts des inondations d'El Taref.	65
Figure 22: Carte marine de la zone d'étude de l'année 1934. (Les forces navales)	71
Figure 23: Image satellitaire de la zone d'étude.....	72
Figure 24: Image satellitaire de la zone d'étudie l'année 2019.	72
Figure 25: Le géo référencement de la zone d'étude sous Arc Gis 10.4.1.....	73
Figure 26: La digitalisation du trait de côte de la zone d'étude.....	74
Figure 27: La création des traits de cote de la zone d'étude.	75
Figure 28: Fenêtre de dialogue de la création des transects sur logiciel Arc GIS/extension Dsas.	76
Figure 29: Création des transects sur logiciel Arc GIS/extension Dsas.....	76
Figure 30: Résultat cartographique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode EPR en (m/an) entre 1934 et 2019.....	77
Figure 31: Résultat cartographique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode EPR en (m/an) entre 1934 et 2019.....	78

Liste des tableaux

Tableau 2: Tableau représentatif des principales caractéristiques des deux bases de données bathymétriques (2019).	38
Tableau 3: Description de la typologie des 8 classes d'entités.	50
Tableau 4: Les habitats affectés par le risque d'inondation.	63
Tableau 5: Le réseau routier affecté par le risque d'inondation.	63

Introduction

Introduction

L'eau peut être une source bénéfique comme elle peut être une source de problèmes. Elle présente des situations de paradoxe, d'une part de pénuries et d'une autre part d'inondations.

Ce dernier cas constitue un risque majeur sur le territoire national et dans le monde entier. Classées au premier rang des catastrophes naturelles dans le monde, les inondations entraînent la mort d'environ 500 000 personnes par an, la destruction des villes et des villages, la propagation des maladies dangereuses et le gel de toute activité contribuant au développement des différents secteurs économiques et sociaux.

Plusieurs régions du pays sont régulièrement menacées par ces catastrophes hydrologiques. Pour un pays en voie de développement les bilans des dégâts humains et matériels engendrés sont souvent lourds à porter. Les risques d'inondations sont dus à l'interaction complexe de plusieurs facteurs, c'est le résultat de la concordance de paramètres topographiques, géologiques, hydrologiques et météorologiques. Cependant, elles ne sont pas toujours procréées par des événements exceptionnels car elles peuvent avoir lieu suite à des épisodes météorologiques ordinaires s'en étant favorisées par l'intervention d'autres paramètres tel que :

L'urbanisation anarchique, l'aménagement des territoires. Les statistiques obtenues des études effectuées sur les zones inondées, au sein du pays, montrent que les bassins versants algériens, de superficies importantes, de terres agricoles, de plaines et d'agglomérations sont fréquemment affectés par des oueds en crue. Les analyses faites à propos des crues et des inondations dans notre pays mettent en évidence leur violence et leur spontanéité ainsi que leur survenance brutale après une période de sécheresse. L'inondation ne peut être, dans le cas de la ville de Taref, qu'aléatoire ou accidentelle lors d'une crue produite par des pluies exceptionnelles, car elle se produit lorsque de l'eau en excès ne peut être évacuée par les voies naturelles (lits mineurs des cours d'eau) ou artificielles prévues à cet effet (réseaux d'évacuation des eaux pluviales).

Partant de ces considérations, le présent travail vise une étude de protection contre les inondations du centre de Taref située au nord de la wilaya de Guelma, contre les crues de El Mefragh (une zone où rencontre l'oued El Kebir de l'est et l'oued Bounamoussa de l'ouest), qui à chaque crue qu'elle soit exceptionnelle ou ordinaire, provoque des inondations

Introduction

importantes. Une étude profonde doit être faite dans le but de dégager les paramètres essentiels intervenant dans la genèse des crues ou dans l'aggravation des inondations.

L'étude qu'on a effectuée dans ce manuel vise à étudier le cote vulnérable du risque \] d'inondation d'El Taref de l'année de 2012 en se basant sur l'impact préliminaire et l'analyse des dégâts d'inondation par imagerie satellite via le logiciel Arcgis. Ce travail est scindée en quatre chapitres bien distincts.

- Le premier chapitre définit le phénomène d'inondations et présente les différentes causes qui leur donnent naissance ainsi que les conséquences engendrées que ce soit dans le monde ou en Algérie.
- Le Deuxième chapitre consiste à illustrer les inondations qui existe et leur évolution ainsi que leurs domaines d'application.
- Le troisième chapitre présente une étude d'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.
- Le quatrième et dernier chapitre concerne le calcul de l'évolution du trait de côte par imagerie satellitaire.
- Conclusion générale.

Chapitre I : Généralité sur les Inondation

1 Introduction

Les zones inondables sont soumises à différents types d'inondation dont les caractéristiques Influencent le déroulement des crises et l'ampleur des impacts humains et économique.

Le Risque n'est pas le mêmes sur les différents territoires exposés puisque ni l'aléa ni la vulnérabilité ne sont les même, les crues surviennent de manière plutôt lente sur le bassin plat alors qu'elles se Produisent de manière extrêmement rapide et brutale sur les bassins pentus

Aussi les inondations ne provoquent pas de catastrophes susceptibles de marquer les esprits. Si les zones inondables n'étaient pas ou peu occupées par l'homme. Le but principal de ce

chapitre est la présentation des notions et concepts Fondamentaux liés ainsi que les enjeux et vulnérabilité (Hallouche, 2007).

2 Genèse des crues et des inondations

Sous les termes de crues et d'inondations se cache un phénomène multiforme.

Les crues, terme plutôt hydrologique, désigne le dépassement d'un certain débit ou d'une certaine hauteur par un cours d'eau. Cette hauteur d'eau peut être qualifiée en fonction de sa durée de retour ; par exemple une crue décennale est une hauteur d'eau ou un débit qui a une chance sur dix de se produire chaque année.

Le terme inondation est d'acceptation plutôt topographique ou géomorphologique. Il désigne le débordement d'un cours d'eau de son lit mineur, mais aussi le remplissage d'une cuvette topographique par les eaux de ruissellement local. Ce type d'inondations pluviales se distingue par la vitesse de l'eau, le volume d'eau écoulé et la hauteur d'eau. Ces paramètres sont essentiels pour comprendre les dommages et instaurer des politiques de prévention efficaces (Yahiaoui, 2012).

3 Connaissance du risque inondation

Le risque d'inondation reste aujourd'hui le risque le plus répandu, faisant le plus de victimes et de dégâts. Il contribue pour 58% dans le nombre des victimes des catastrophes naturelles et pour 31% dans le montant des pertes économiques.

La réaction face à ce risque d'inondation a consisté pendant plusieurs décennies à lutter contre les crues qui signifiait d'abord que l'on cherchait à agir sur le phénomène naturel la

crue – et uniquement sur lui, c'est -à-dire sur une seule composante du risque « l'aléa » et non sur les enjeux ou leur vulnérabilité. (Ledoux, 2006).

3.1 Risques majeurs – inondations

Les types de risques auxquels chacun de nous peut être exposé sont regroupés en cinq familles :

- **Risques naturels**
- **Risques technologiques**
- **Risques de transports collectifs**
- **Risques de la vie quotidienne**
- **Risques liés aux conflits (Merabet, 2006).**

3.2 Connaissance de l'aléa « inondation » :

3.2.1 Alea :

L'aléa semble le terme le plus adéquat pour définir le phénomène physique, naturel et non maîtrisable, d'occurrence et d'intensité donnée (définition du ministère de l'environnement et de développement durable français). Cette définition révèle le caractère hasardeux du risque et le faire différencier de sa définition linguistique qui le présente comme un risque et non pas un de ses composantes. Dans notre cas où le risque est l'inondation l'aléa n'est que le phénomène naturel de crue non maîtrisable d'occurrence et d'intensité aléatoires, cette prévision est probabiliste et la détermination de l'intensité et la fréquence de crue est basé sur le traitement stochastique de l'historique des évènements où la longueur de la série observée joue un rôle principal sur la validité des prévisions. Néanmoins la notion de période de retour est purement statistique et elle ne correspond qu'à l'appréciation de l'intensité du phénomène en comparaison à d'autres (**Chachoua, 2010**).

3.2.2 Vulnérabilité :

La vulnérabilité est une notion composite. Elle prend en compte divers paramètres géographique et socioéconomique.

Plusieurs définitions existent dans la littérature, parmi lesquelles on choisit deux définitions officielles. La définition de MEDD (le Ministère de l'Ecologie et de Développement Durable français) « la vulnérabilité est le niveau des conséquences prévisibles d'un phénomène naturel

sur les enjeux », et celle de NOAA (National Océanique and Atmosphérique Administration) « la susceptibilité des ressources à être affectées par des aléas ». Les enjeux sont les éléments à risque (personne, biens, activités, patrimoine...) attribuent à la vulnérabilité une dimension complexe quantitative et qualitative. La notion de vulnérabilité peut être résumée en quatre points :

- La perception sociale de l'aléa ;
- L'aléa et ses conséquences prévisibles sur les enjeux ;
- Les dispositions prises pour limiter l'effet de l'aléa ;
- Les enjeux.

Cette complexité de concepts d'aléa et de la vulnérabilité figure 1 montre que la considération de risque sommairement comme un produit de deux facteurs est limitative et pour mettre en œuvre une politique de gestion précise et scientifique, on doit décomposer ces deux facteurs en plusieurs éléments afin de déterminer ceux susceptibles d'être maîtrisés pour minimiser le risque (**Chachoua, 2010**).



Figure 1. Les risques d'inondation (Ledoux, 2006).

3.3 Paramètres fondamentaux du cours d'eau :

3.3.1 Lits du cours d'eau :

Le lit d'une rivière étant façonné par les eaux qu'il transporte on conçoit que ses dimensions soient fortement liées aux régimes hydrologiques

- **Lit mineur** : qui est constitué par le lit ordinaire du cours d'eau, pour le débit d'étiage ou pour les crues fréquentes (crues annuelles comprise entre un an a deux ans) (Merabet, 2006).figure 2



Figure 2.Lit mineur d'un cours d'eau (Ledoux, 2006).

- **Lit moyen** : Il correspond à l'espace fluvial ordinairement occupé par la ripisylve.



Figure 3. Lit moyen d'un cours d'eau (Ledoux, 2006)

- **Lit majeur** : comprend les zones basses situées de part et d'autre du lit mineur, sur une distance qui va de quelques mètres à plusieurs kilomètres. Sa limite est celle des crues exceptionnelles dont la période de retour est de l'ordre de cent ans. **figure4**

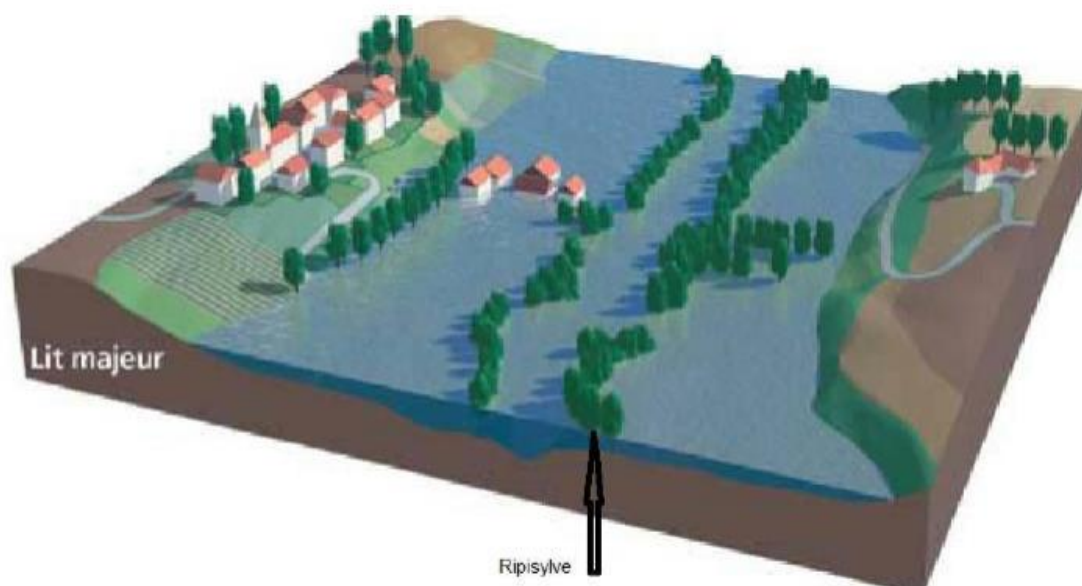


Figure 3. Lit majeur d'un cours d'eau (Ledoux, 2006)

Le lit majeur alors fait partie intégrante de la rivière ; si en s'y implantant, on s'installe donc dans la rivière elle-même. Cet espace (lit majeur) occupé par un cours d'eau lors d'une inondation peut -être partagé en deux zones :

- Une zone d'écoulement, au voisinage du lit mineur, où le courant.
- Une zone de stockage des eaux, où la vitesse est faible. Ce stockage est fondamental, car il permet le laminage de la crue, c'est -à-dire la réduction du débit et de la vitesse de montée des eaux à l'aval (Merabet, 2006).

3.4 Crue :

La crue correspond à l'augmentation de la quantité d'eau qui s'écoule dans la rivière et peut concerner l'ensemble du lit majeur de la rivière. De nombreux géographes et hydrologues ont adopté le critère qu'une rivière est en crue lorsque son débit est trois à cinq fois supérieur à son débit moyen. De façon plus pratique, on admet qu'une rivière est en crue lorsqu'elle déborde des limites de son lit mineur. Il s'agit d'un phénomène naturel périodique qui n'est exceptionnel que lorsque les débits deviennent considérables par

rapport à son module ; on parle alors de crue critique, laquelle peut engendrer une inondation sur les zones riveraines.

Une crue se caractérise par son hydro gramme graphique qui représente les variations de débit en fonction du temps. Plus précisément, c'est la partie montante de Cette hydro gramme qui est appelé « crue », la partie descendante étant « la décrue ». Une crue se définit par différents critères : sa genèse, sa durée, sa fréquence, son débit de pointe et son volume (**Salomon, 1997**).

3.5 Inondation :

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Le risque d'inondation est la conséquence de deux composantes : l'eau qui peut sortir de son lit habituel d'écoulement et l'homme qui s'installe dans l'espace alluvial pour y implanter toutes sortes de construction, d'équipements et d'activités. Au sens large les inondations comprennent les débordements d'un cours d'eau, les remontées de nappes, les ruissellements résultant de fortes pluies d'orages, les inondations par rupture d'ouvrages de protection (brèche dans les digues), les inondations estuariennes résultant de la conjonction de fortes marées, de situations dépressionnaires et de la crue des fleuves.

3.5.1 Principaux paramètres spécifiant l'aléa :

Quatre paramètres principaux sont nécessaires pour caractériser l'aléa inondation :

- La hauteur et la durée de submersion,
- La période de retours des crues,
- La vitesse d'écoulement,
- La torrentialité du cours d'eau.

La possibilité d'apparition d'une crue dépend de nombreux paramètres, autres que la quantité de pluie tombée : répartition spatiale et temporelle des pluies par rapport au bassin versant, évaporation et consommation d'eau par les plantes, absorption d'eau par le sol, infiltration dans le sous-sol ou ruissellement ... et pour une même quantité précipitée, la crue apparaîtra ou non

Par ailleurs, les dégâts occasionnés par une inondation dépendent de plusieurs facteurs :

- La hauteur et la durée de submersion,
- La vitesse d'écoulement,
- Le volume de matière solide transporté,

Les différents Types d'inondations :

Il est classique de distinguer au moins six types d'inondation :

□ **Les inondations des plaines :**

Les crues de plaine (on parle aussi de crues fluviales) surviennent à la suite d'épisode pluvieux océaniques prolongés mais d'intensités modérée, s'abattant sur des sols où le ruissellement est long à déclencher, le cours d'eau sort de son lit ordinaire pour occuper.

Son lit majeur et l'inondation est caractérisée par une montée lente des eaux, le débordement du cours d'eau peut parfois être précédé de remontées des nappes phréatiques. La durée de submersion peut atteindre plusieurs jours à quelques semaines.

□ **Les inondations par crues torrentielles :**

Les crues torrentielles sont des phénomènes brusques et violents résultant d'épisodes pluvieux intenses et localisés, du type d'orages convectifs. Si la vitesse de montée des eaux est extrêmement rapide, la décrue l'est également. On parle aussi de crues éclairs pour désigner des crues torrentielles survenant de très petits bassins versants et se formant en quelques heures.

De manière un peu conventionnelle, on parle de crues torrentielles lorsque la durée nécessaire pour qu'une goutte d'eau tombant sur le point "hydrologiquement" le plus éloigné atteigne l'exutoire est inférieure à 12 heures (ou 24h pour certaines hauteurs). Ces crues touchent principalement les zones de montagne, les cours d'eau du pourtour méditerranéen, mais aucun petit bassin au relief accentué, à forte capacité de ruissellement, n'est à l'abri.

□ **Les inondations par ruissellement en secteur urbain :**

Les inondations par ruissellement recouvrent des phénomènes physiques différents

Selon les quelles se produisent en milieu rural ou urbain. Mais ces phénomènes se caractérisent par leur soudaineté et leur courte durée, ce qui les rend peu prévisibles et difficilement maîtrisables en période de crise.

((Ledoux, 2006)

□ **Inondations par remontées des nappes phréatiques :**

Elles correspondent à des inondations par débordement indirect qui se manifestent par la remontée de la nappe phréatique (figure 5) qui affleure en surface et/ou par l'intrusion d'eau dans les différents réseaux d'assainissement (Merabet, 2006).



Figure 4. Inondation par remontées des nappes phréatiques (Boubchir, 2007).

Les désordres liés à ce type d'inondation se traduisent par des remontées sous Bâtisses, l'ennoyage des ouvrages souterrains, la déstabilisation Tassements de remblai, des glissements de terrain, des perturbations sur les réseaux Publics, des pressions sous les constructions, etc.(Boubchir, 2007).

□ **Les coulées de boue :**

Le terme de coulée de boue pose un problème délicat de définition car il est utilisé avec des acceptations très diverses. Dès l'origine, les arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de la loi de juillet 1982 ont utilisé l'intitulé "inondation et coulées de boue",

□ **Inondation par rupture d'une protection :**

L'inondation consécutive à une rupture de digue est un phénomène très brutal et d'autant plus dommageable que le site étudié est proche de la digue. Une rupture peut provoquer l'entrée d'un mur d'eau de plusieurs mètres de haut. Il est très difficile de prévoir la rupture d'un ouvrage de protection, ce qui rend la prévention de ce type d'accident particulièrement incertaine.

□ **Inondations marines :**

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques (fortes dépressions et vents de mer) et forts coefficients de marée.

Elles se traduisent par l'invasion par des eaux salées particulièrement agressives. Elles se manifestent soit lors d'un raz de marée ou de tsunami, soit lors d'une tempête ou en cas de rupture des défenses contre la mer (Spppi, 2004).

3.6 Causes de formation des crues et des inondations :

3.6.1 Influence du climat :

Les conditions climatiques jouent un rôle déterminant sur le régime d'un cours d'eau, ce sont les précipitations surtout liquides, qui constituent le facteur essentiel. Elles Interviennent par :

- Leur répartition spatiale.
- Leur répartition temporelle.

Ces différents aspects des précipitations sont plus ou moins modifiés selon un effet Combiné des autres paramètres physiques (altitude et exposition) et climatiques (la Température, l'évaporation, l'évapotranspiration, les vents et l'humidité) ; des facteurs qui influent sur l'écoulement et le régime hydrologique du bassin (Talah, 2014).

3.6.2 Les crues provoquées par les chevelus hydrographiques :

La crue correspond à l'augmentation de la quantité d'eau qui s'écoule dans la rivière (Débit) et peut concerner l'ensemble du lit majeur de la rivière

Elle dépend essentiellement de l'abondance et de l'intensité de la pluie : son évolution Obéit principalement à la puissance et l'intensité de l'averse. Sa vitesse est largement influencée par le couvert végétal, la lithologie, par des paramètres morpho métriques du bassin (indice de compacité, densité de drainage, rapports des confluences et des Longueurs etc...), par la pente des thalwegs et la forme du lit (Bouanani, 2004).

3.6.3 Le processus de formation des crues :

Comprendre ce processus de formation des crues revient à analyser les différents Facteurs concourant à la formation et à l'augmentation temporaire des débits d'un Cours d'eau. En simplifiant, on distingue :

- L'eau mobilisable** : constituée de l'eau reçue par le bassin versant.

- **Le ruissellement :** qui correspond à la part de l'eau qui n'a pu s'infiltrer dans le sol. Il dépend de la nature du sol, de sa pente, de son occupation de surface et de l'intensité de l'épisode pluvieux.
- **Le temps de concentration :** qui est défini par la durée nécessaire pour

Qu'une goutte d'eau partant du point le plus éloigné de l'exutoire du bassin versant parvienne jusqu'à celui-ci.

- **La propagation de l'onde de crue :** qui est fonction de la structure du lit et de la vallée alluviale, notamment de la pente et des caractéristiques du champ d'inondation (Asnoui, 2014).

3.6.4 La période de retour de crues :

- On associe souvent à la notion de crue la notion de période de retour (crue décennale, Centennale, millénaire, etc.) : plus cette période est grande, plus les débits et l'intensité sont importants.

3.6.5 Paramètres influençant les inondations :

Un grand nombre de facteurs autres que celles dictés précédemment intervient, souvent de façon aggravante, dans les dégâts occasionnés par les inondations. Parmi ces derniers, on peut rappeler l'influence des facteurs naturels et anthropiques (Ledoux et al, 2006).

- **Influence des facteurs naturels :**

Surface et forme du bassin versant : ainsi pour une même surface, l'allure de L'hydrogramme de crue résultant d'une pluie donnée est très différente suivant la forme du bassin versant ; un bassin très allongé ne réagit pas comme un bassin de forme ramassée ce qui a amené l'utilisation d'un indice pour évaluer le « coefficient de compacité ». (Defrance, 2009).

Configuration du relief des lits des cours d'eau : La pente exerce une influence directe sur la rapidité de l'écoulement et donc sur la puissance de la crue. Si le profil en long du cours d'eau est assimilable à une suite de segments plus ou moins pentus, il exerce une action visible sur la crue.

Densité des cours d'eaux et perméabilité du bassin versant : ainsi la densité des cours d'eau était fonction de la nature des terrains, le réseau est d'autant plus développé et complexe que le terrain est moins perméable. s (**Barroca, 2006**).

Facteurs biogéographiques : la végétation joue un rôle climatique complexe, elle agit sur le ruissellement, retient une part des pluies, évapore l'eau, etc. (**Ledoux, 2006**).

□ **Influence des facteurs anthropiques :**

Occupation de zones riveraines : la concentration des personnes et l'accumulation des biens dans les champs d'inondation génère le risque d'inondation par accroissement des enjeux, augmentation des vulnérabilités et absence de prévention-précaution.

Imperméabilisation forte (conséquences d'aménagements urbains ou agricoles).

Défiance des dispositifs de protection (digues, déversoirs) (**Ledoux et al, 2006**).

4 Les inondations en Algérie :

Au cours des années écoulées, nous avons pu avoir les données de quelques inondations parmi lesquelles :

- Le 20 octobre 1993 (ouest algérien) : 22 décès et 14 blessés à QUEDRHIOU (à chlef).
- Mois d'octobre 1994, des inondations ont été signalées dans plusieurs régions du pays, bilan 60 décès et des dizaines de disparus au cours de dix jours d'inondations.
- Le 22 octobre 2000 : des inondations à l'ouest algérien, plus de 24 décès.
- Les 10 et 11 novembre 2001 : à BAB EL OUED (Alger), les pluies diluviennes ont fait 733 victimes, 30 000 personnes sans-abris et d'importants dégâts matériels.

Au cours de l'année 2008 beaucoup de régions de l'Algérie ont connu d'inondation, comme le montre le tableau 1 suivant :

Tableau 1: les inondations de 2008

Date	Wilaya	Les dégâts	La cause
1er octobre 2008	Ghardaïa	33 personnes sont mortes, quatre-vingt-quatre personnes ont été blessées et près de 600 maisons détruites	Des pluies diluviennes faisant monter les cours d'eau
09 octobre 2008	D' AÏN DEFLA	six décès et huit autres blessées	les intempéries
La nuit du 12 octobre 2008	KHEMIS MILIANA et Sidi Lakhdar	la chaussée a été endommagée, de même que des habitations noyées. Même la voie ferrée n'a pas été épargnée par ces inondations.	Les averses
jeudi 15 et 16 Octobre 2008	Batna	au moins huit personnes sont mortes noyées	Les crues des oueds

- Le soir du 01 octobre 2011 a été fortement pluvieuse de P=60 mm à la ville BAYADH, de 17h à 18h30 mn, Au moins 11 personnes sont mortes, et près de 170 maisons détruites, et deux ponts dans des inondations très importantes (**Boudjerda et al, 2005**).

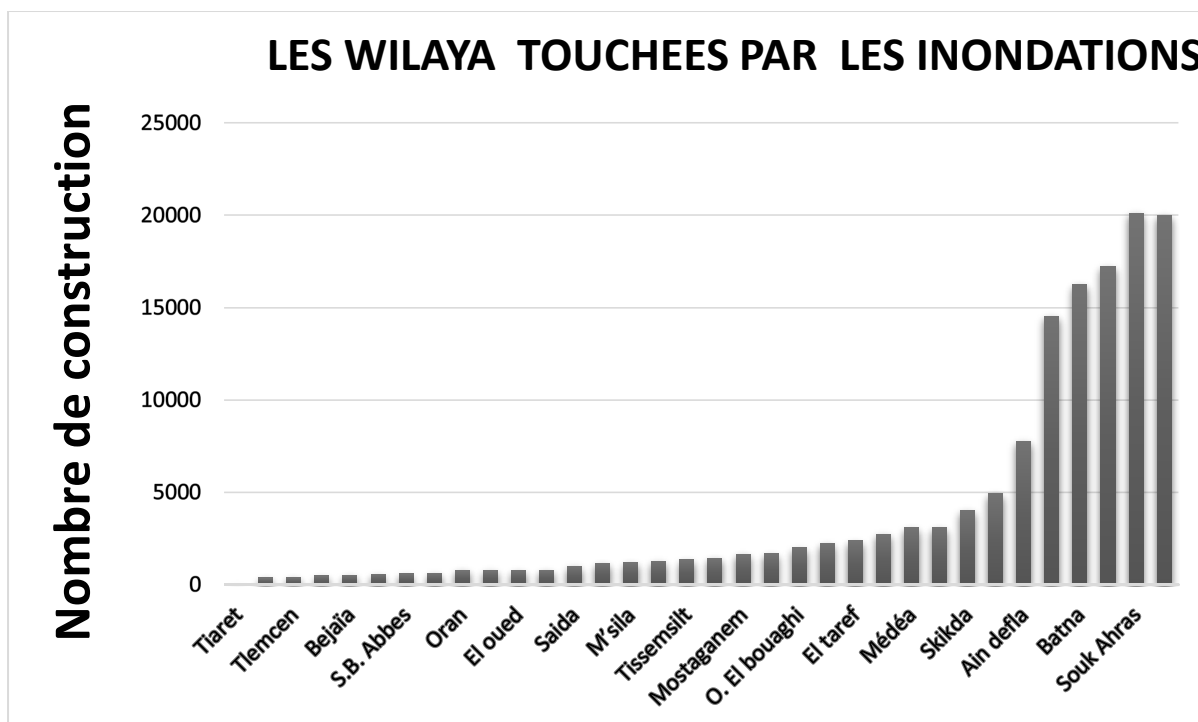


Figure6.Illustre le nombre de construction, par ville, construites sur les zones inondables.



Figure 7.Inondation du 10/11/2001 à Bab El-Oued



Figure 8. Inondations en Algérie (Alger, 11/2001)



Figure 9. Inondations en Ghardaïa (10/2008).

5 Evaluation du risque d'inondation :

Puisque le risque inondation est caractérisé par deux composantes l'aléa inondation et la vulnérabilité des enjeux exposés, alors l'évaluation de celui -là se base à la fois sur l'évaluation de ces deux derniers. Ainsi, évaluer le risque inondation veut dire apprécier, estimer, quantifier, calculer et mesurer la valeur de l'aléa, délimiter, localiser, identifier, peser, chiffrer et analyser l'importance de la vulnérabilité.

L'évaluation de la première composante l'aléa inondation bénéficie aujourd'hui de méthode bien rôdées qui permettent de découper un territoire inondable en zones d'aléa d'intensité

plus ou moins forte, en fonction de paramètres hydrauliques (hauteur d'eau, durée de submersion, vitesse d'écoulement) et pour différentes crues.

Aussi l'étude des enjeux, leur recensement précis et fiable, leur cartographie et leur hiérarchisation en fonction de leur plus ou moins grande vulnérabilité, ont bénéficié au cours des dernières années d'avancées méthodologiques certains, grâce notamment aux systèmes d'information géographique et à l'automatisation du traitement des photographies aériennes

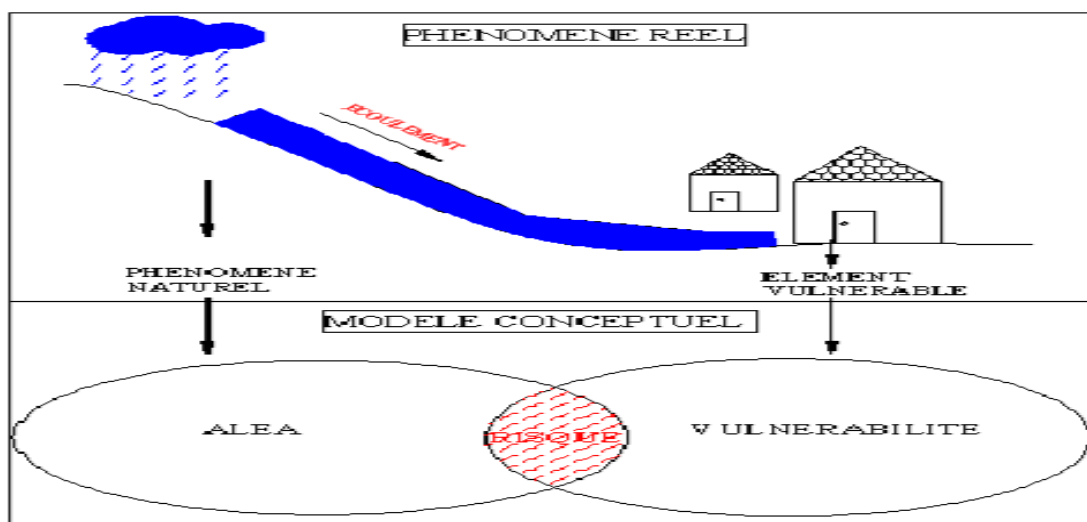
(Defrance, 2009).

5.1 Evaluer l'aléa « inondation » et ses incertitudes :

La prédominance de l'aléa a gommé partiellement la vulnérabilité de l'équation du risque. L'aléa étant le concept phare du risque, comment est-il évalué et quantifié dans le cas du risque inondation et est-ce qu'il y a des incertitudes associées ?

L'évaluation de l'aléa inondation est en quelque sorte apprécier la crue responsable de la formation de l'inondation. Cela veut dire qu'on interpelle deux disciplines principales : l'hydrologie et l'hydraulique fluviale. L'hydrologie est la discipline qui permet d'obtenir les débits et leurs périodes de retour. Tandis que l'hydraulique permet d'obtenir les hauteurs et les vitesses d'eaux correspondantes à ces débits. La combinaison de ces deux disciplines permet donc d'associer des périodes de retour à des niveaux et vitesses d'écoulement en divers points d'un cours d'eau pour obtenir la carte des aléas (Blin, 2001). **FIGURE 10**

L'évaluation de l'aléa fait l'objet de nombreuses contestations de la part des collectivités territoriales ou des habitants des secteurs inondables. Les « experts », producteurs d'information scientifique sur le risque travaillent selon des méthodes spécifiques dont l'intérêt et les limites ne sont pas toujours compris du public.



Utilisation dans l'estimation de l'aléa inondation puisque la probabilité des crues est un élément essentiel du calcul du risque. Par contre, elle peut servir à la prévision des crues et conséquemment à la gestion opérationnelle du risque. Tandis que l'approche statistique permet d'estimer des débits, d'une probabilité donnée, à partir de lois statistiques qui ont été ajustées à partir de séries de données de débits mesurés (**Blin, 2000**)

5.1.1 .Evaluer la vulnérabilité :

La prise en compte du risque inondation devra nécessairement passer par la Valorisation des études d'évaluation de la vulnérabilité comme base indispensable à la Définition des objectifs pour une gestion territorialisée de ce risque. L'évaluation de la Vulnérabilité des enjeux est en quelque sorte détermine, identifie, chiffre et quantifiée.

Localiser et analyser les effets dommageables de l'aléa sur les enjeux. Différentes Démarches méthodologiques permettent d'analyser et d'évaluer la vulnérabilité (**Barroca, 2006**).

5.1.1.1 Démarches quantitatives :

Elle se fonde essentiellement sur l'élément vulnérable, il s'agit de mesurer les conséquences dommageables a priori d'un phénomène sur les enjeux. La vulnérabilité est ici conçue soit comme le pourcentage de ce qui peut être perdu en cas de sinistre, soit comme le coût économique des dommages probables. Généralement, ces méthodes couplent des modèles hydrauliques avec des relevés de l'occupation du sol, des hypothèses de valeur des biens et des courbes d'endommagement.

5.1.1.2 Démarches qualitatives :

Dans une approche qualitative, la vulnérabilité apparaît comme la tendance d'une société donnée à subir des dommages en cas de manifestation d'un phénomène naturel comme l'inondation. Cette propension varie selon le poids de certains facteurs qu'il est nécessaire d'identifier et d'analyser car ils induisent un certain type de réponse de la société (**Barroca et al, 2005**).

6 Gestion des inondations :

Les inondations du début des années 80 auront eu le mérite de susciter une prise de conscience préalable à l'élaboration d'une politique de prévention des risques naturels dans plusieurs pays, les actions qui s'y réfèrent peuvent être résumées comme suit :

6.1 La réglementation :

Celle-ci ancienne, variante, souvent incomplète parfois mal adoptée, elle devrait systématiquement prendre en compte les actions anthropiques aboutissant à une modification substantielle du relief (travaux d'aplanissement, extraction de gravier et carrière etc...) à l'édification de toute construction en zone inondable, mais très souvent la réglementation n'est pas respectée ce qui amené souvent, à des situations très dangereuses (**Benmechernane, 2013**).

6.2 La prévision :

La première démarche à entreprendre est de procéder à un inventaire des observations de terrain, la seconde est de mettre en place un service d'annonce de crue.

6.2.1 Les observations de terrains :

Il s'agit d'analyser, aux différents endroits des bassins versants susceptibles de subir une crue ou une inondation, les paramètres suivants :

- La délimitation précise des secteurs inondables et ce, pour chaque type de crue ;
- La typologie des inondations (pointe, durée, récurrence, intensité) ;
- L'ampleur de l'inondation possible ;
- La période de retour ;
- L'évaluation des dommages à craindre, sur les plans matériels et humain. **(Lobled et al, 1987).**

6.2.2 La mise en place d'un service d'annonce de crues :

La prévision porte sur la collecte et la transmission des données pluviométriques et hydrologiques. Bien entendu, l'efficacité des systèmes d'alerte dépend de leur qualité et donc des moyens mis à la disposition des spécialistes mais aussi de l'ancienneté des chroniques disponibles.

(Lobled et al, 1987).

Deux aspects de la prévision peuvent être distingués :

- La prévision immédiate :**

Avec l'alerte des populations quelques heures avant que la crue n'intervienne. L'implantation d'un réseau de radar météorologique qui mesure la pluie tombée, avant son accumulation au sol, permet d'anticiper au mieux et peut représenter un véritable outil d'aide à la décision. **(Yahiaoui, 2012).**

- La prévision à long terme :**

Elle peut se faire en utilisant les documents historiques et les cartes à risques. L'analyse sur réseau hydrographique peut être d'un grand intérêt quand la prévention. Aussi, la cartographie de l'occupation du sol, base d'une analyse de vulnérabilité des biens, obtenus par traitement des données multiples, permet d'évaluer la densité du couvert végétal et d'estimer la proportion du ruissellement des différentes parcelles. La pertinence d'une cartographie géomorphologique spécialisée est largement démontrée (Lambert, 1996). Elle permet de situer les ouvrages et

travaux susceptibles de modifier le fonctionnement hydro Morphologique de base (freinage ou d'accélération de l'écoulement des eaux, amplification des crues etc...). A partir des analyses effectuées, l'action devrait se tourner prioritairement vers l'aménagement du bassin versant (**Yahiaoui, 2012**).

6.3 L'aménagement du bassin versant :

Du point de vue de la prévention des crues, l'aménagement du bassin versant apparaît comme fondamental tant au niveau des versants que du lit proprement dit.

6.3.1 Au niveau des versants :

Le reboisement apparaît comme la première solution envisageable pour la protection des versants, car la forêt intercepte la pluie), accroît l'évapotranspiration (en particulier en été ou la transpiration des arbres contribue à l'assèchement des sols et l'abaissement du niveau des nappes phréatiques, au bénéfice de la rétention). L'humus forestier qui est relativement abondant, est capable d'absorber jusqu'à 10 fois son poids d'eau. (**Salomon, 1997**).

6.3.2 Au niveau du lit :

La correction des lits est souvent la solution proposée par les ingénieurs qui cherchent à accroître la section mouillée en élargissant les lits ou encore à les approfondir par des dérochements ou encore en érigeant des digues, etc... Le recalibrage qui consiste à rectifier la section d'écoulement et à augmenter le débit, permet d'évacuer plus rapidement la crue, mais déplace le risque sur le secteur aval, sur des zones intermédiaires ne permettant pas de stocker une partie des eaux.

Pour le lit des cours d'eau, il convient de cesser tout dragage, et d'interdire toute gravière de basse terrasse, notamment dans les zones amont des agglomérations (**Salomon, 1997**).

c) Pendant et après la crise :

En dépit de toutes les mesures de protection et/ou de prévention que l'homme peut arrêter, les crues et les inondations imprévues seront toujours probables. Aussi, il importe d'envisager des scénarii tenant compte de l'inévitable.

Les plans d'organisation des secours, sont des dispositifs d'urgence, destinés à faire face à tout événement calamiteux, d'ordre exceptionnel, dépassant les possibilités opérationnelles de secours locaux. Les dispositions législatives et réglementaires confient à l'état la responsabilité de la prévention et de la réponse aux besoins des populations en cas de catastrophes naturelles. Cependant, il est à signaler que le choc de la phase d'urgence ne représente en fait que le début des difficultés rencontrées, pour les familles sinistrées. Le règlement ou l'indemnisation sont accompagnés d'une série de vicissitude. Les aides immédiates (évacuation, hébergement : distribution de vivres, sanitaires et habillements) sont généralement correctement effectuées et largement médiatisées. Les aides postérieures, à la crise (collectivités locales, mouvement association, état) sont plus aléatoires, généralement longues à intervenir et toujours jugées insuffisantes par ceux qui ont été affectés. **(Salomon, 1997).**

*Chapitre II : Cadre général de la région
d'étude*

1 La localisation de la zone d'étude

La région littorale El Tarf est située dans l'extrême Nord-est algérien. De par sa position favorable et privilégiée, elle est ouverte à tous les milieux(**Fig.10**):

- La mer Méditerranée au Nord, lui conférant un espace littoral de plus de cent (100) km.
- Les plaines sub-littorales au Sud, notamment la grande plaine les plaines de Bou-Namoussa et de Kébir Est.
- La frontière tunisienne à l'Est, lien terrestre pour des échanges internationaux.
- La wilaya d'Annaba à l'Ouest.

Elle se trouve entre

Latitude: **36.7672**, Longitude: **8.31377**

36° 46' 2" Nord, 8° 18' 50" Est

Du point de vue géographique, cette région littorale est intégrée en totalité au grand domaine méditerranéen, ce qui caractérise son climat, son type de relief et sa végétation.

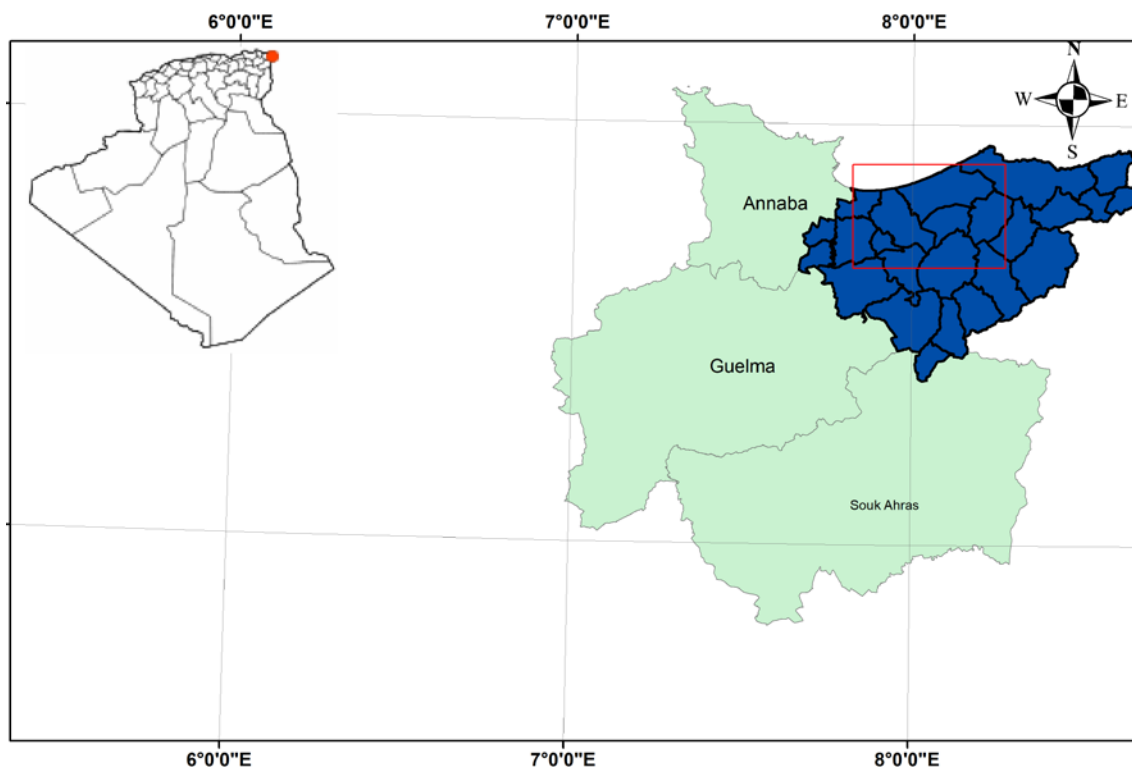


Figure 6: La carte de localisation d'El taref

2 Etude climatique

2.1 Les précipitations et les températures

La connaissance des conditions météorologiques et hydrologiques nous aboutit à une bonne compréhension des régimes hydrodynamiques.

La zone d'étude est caractérisée par un climat de type méditerranéen avec des étés chauds et secs et des hivers tempérés et humides.

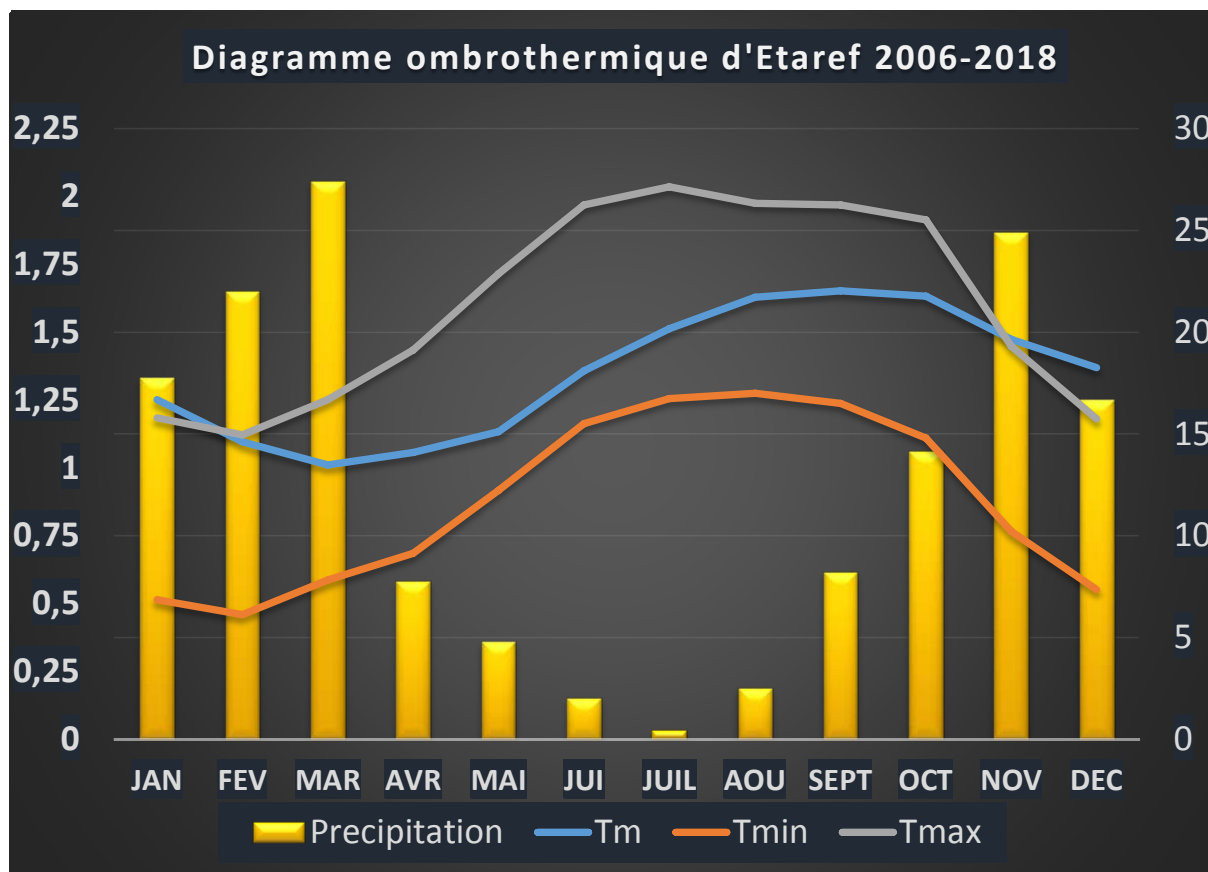


Figure 7: Diagramme de températures en fonction des saisons (rp5.ru ; 2008/2018)

INTERPRETATION

La figure 11 représente le digramme climatique des variations mensuelles sur des années (2008/2018) des températures et des précipitations de la wilaya d'El Taref

Par ce diagramme nous voyons que pendant l'été ce milieu connaît une période de sécheresse. Les températures sont assez élevées, surtout l'été où elles sont à plus de 25°C. De plus les précipitations sont les plus importantes en hiver.

Donc d'après la forme du diagramme ombrothermique d'El Taref on confirme que le climat de la wilaya d'El Taref est un climat méditerranéen.

2.1.1.1 Les vents sur la zone côtière

Définition

La rose des vents est une représentation schématique qui sert comme un outil pour afficher graphiquement la vitesse, l'intensité et la direction du vent a un endroit particulier pour une période de temps précise.

Un diagramme de rose de vent utilise un système de coordonnées polaires.

Dans lequel les données de l'origine du vent sont tracées a un angle par rapport au nord, les diagramme comprennent 8 a 16 ou 32 rayon.

La schématisation est faite aussi par la conception de plusieurs cercles chacun représente une valeur de la vitesse de l'air de manière continue ou les pas entre ces cercle sont égaux.

Afin de réaliser la rose des vents de la wilaya d'ETARF sur Excel

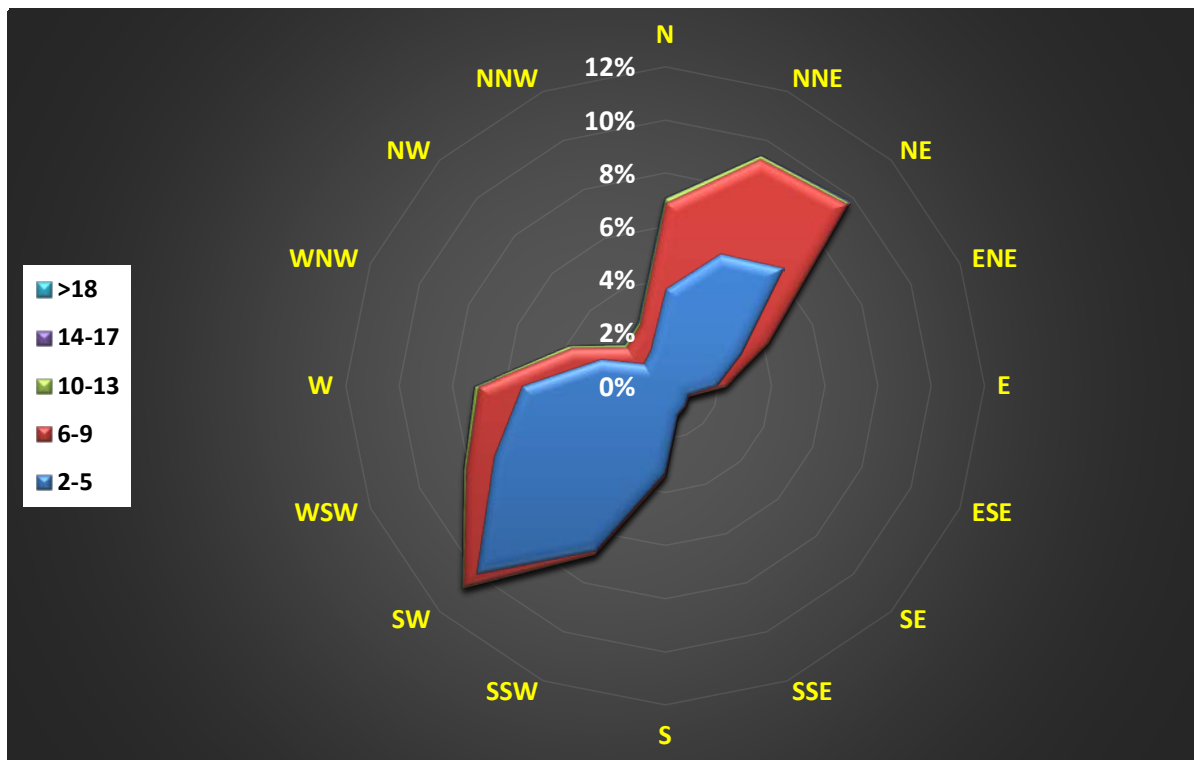


Figure 8: Roses des vents sur la côte, à l'échelle saisonnière et annuelle (rp5.ru,2006/2018).

L'INTERPRETATION

La figure 12 représente la rose du vent de la ville d'El Taref exactement le site d'échantillonnage du 01.01.2006 au 01.12.2010, tous les jours on observe un mouvement important de vent.

Premièrement un vent modéré venant du sud-ouest et se dirige vers la ville d'El Taref

Avec une fréquence qui varie entre 10% à 12% du temps.

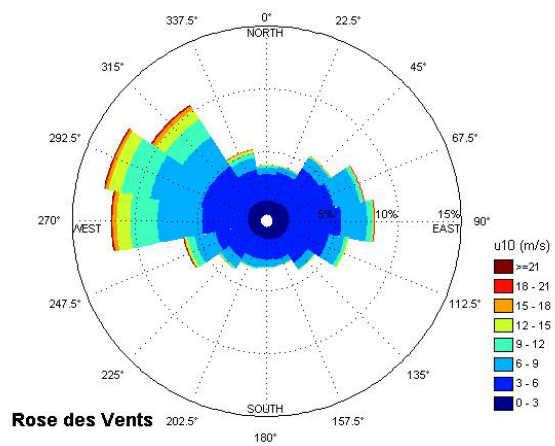
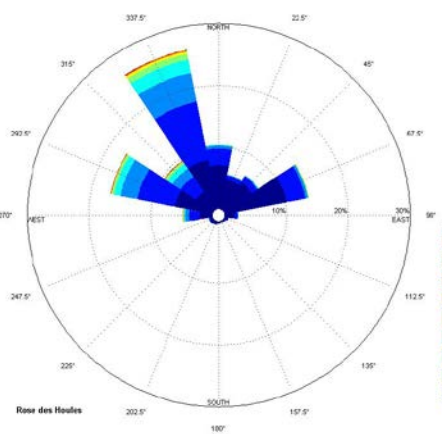
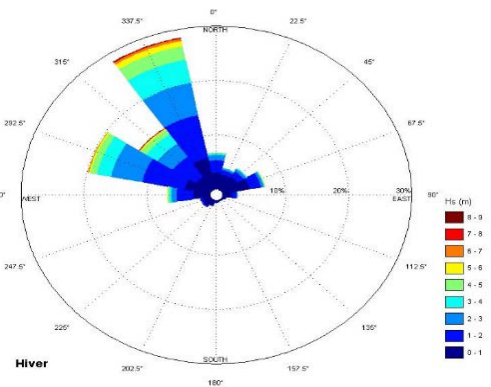
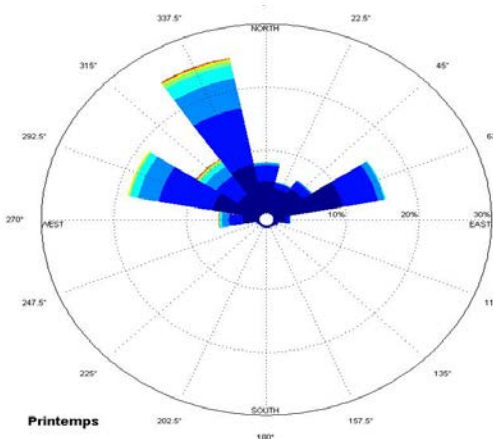
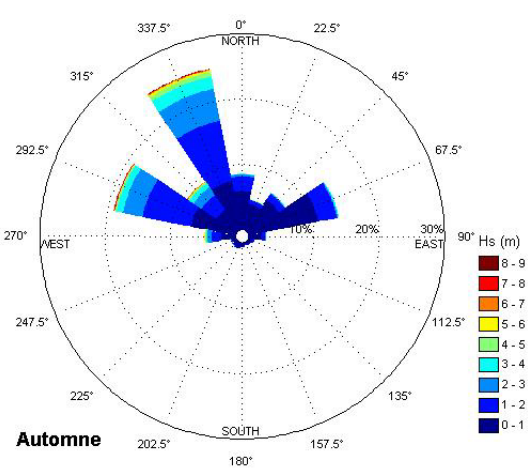
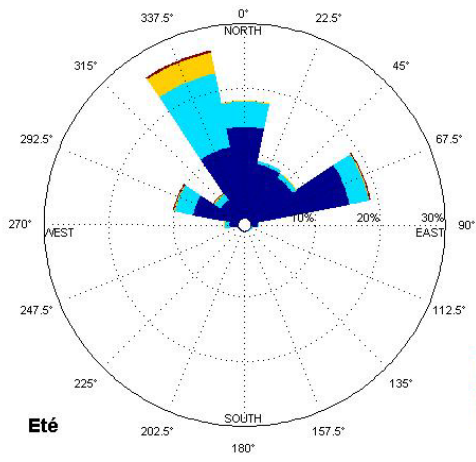
10% du temps souffle à une vitesse variante entre 2-5 m/S.

D'Ouest, 7% du temps souffle à une vitesse variante 6-9 m/s

Une seconde vague moins importante venant Nord-Est a une fréquence de 10% répartie sur les vitesses entre 6-17 m/s

6% du temps souffle à une vitesse variante entre 2-5 m/s.

On observe aussi une vague à une fréquence de 7% répartie sur les vitesses supérieure à 6 m/s.



3 CARACTERISTIQUES GEOMORPHOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUE

3.1 CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUE

- *Le complexe alluvial de la vallée de l'oued Kébir Est*, qui est caractérisé par une série de terrasses à faciès hétérogènes (sables, graviers, limons et surtout argiles).
- *Les marécages et les lacs* où leur présence est liée aux différentes phases d'assèchement des zones lacustres de l'Algér orientale durant le Quaternaire.

Ils sont dus principalement à la réduction progressive des surfaces lacustres avec un remplissage alluvionnaire intensif des zones avales, de nombreux oueds tributaires du bassin, comblés surtout au niveau des dépressions internes par les transports solides.

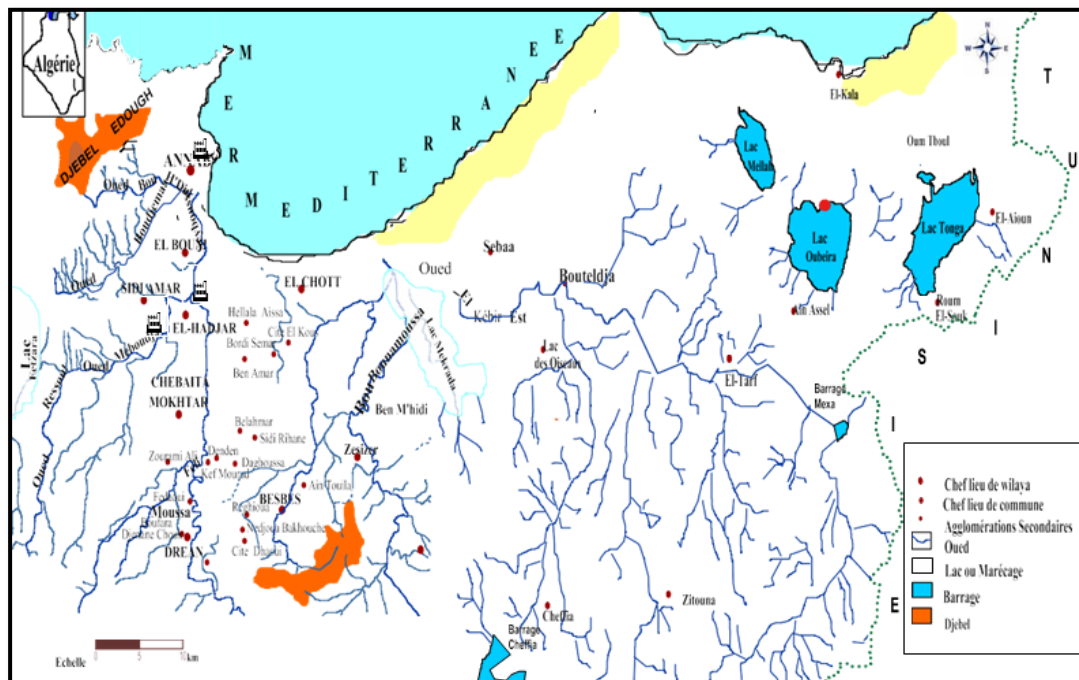


Figure 9: Carte de situation et réseau hydrographique dans la région d'El-Tarf.

- **Les oueds** : principalement se trouvent Bounamoussa au Sud Est et Kébir Est à l'Est , ces deux grands cours d'eau rejoignent la mer à l'embouchure sous le nom de la Mafragh.

On peut cité Oued Bounamoussa qui traverse la plaine du Sud vers le Nord et les terrasses qui forme le lit de cet oued (TOURKI MAHMOUD ;2010)

Notre bassin versant a débité une moyenne de 6,15 m³ /s. Ce débit a été utile pour le calcul du débit spécifique (Qs). Ramené à l'unité de surface, ce rapport a donné un résultat de 9,03 l/s/km².comme le montre la figure 13 en dessous.

3.2 CARACTERISTIQUES GEOMORPHOLOGIQUE

Les différentes unités géomorphologiques qui constituent la région d'étude sont :

- **Les montagnes** : les montagnes de la Chaffia surplombent la partie avale du bassin, formant une barrière Est-Ouest. Leurs altitudes avoisinent les 450 m, avec la présence de massifs de 700 à 900 m d'altitude (djebel Bled Gherfie 996 m) à l'Ouest). Les monts de la Cheffia sont caractérisés par les grès de la nappe Numidienne constituant le principal affleurement (**Fig.2**
- **La plaine d'El Tarf** : Son extension est de l'ordre de 70 km², elle est limitée par :
 - Au Nord par la mer méditerranée, le plongement du massif de Bouteldja et l'affleurement des grès numidiens.
 - Au Sud par le mont de la Chaffia.
 - A l'Ouest par la plaine alluviale de Bouteldja

3.3 CARACTERISTIQUE GEOLOGIQUE

La Région d' El-Tarf a fait l'objet de plusieurs études géologiques, dont celle de **L. Joleaud (1936), J. Hilly (1936), J. M. Vila (1980), J. C. Lahondère (1987)**.

Ces études montrent l'existence de deux types de terrains, l'un sédimentaire et l'autre métamorphique (**Fig.14**).

Le Mio-Pliocène représenté par les faciès suivants :

- Faciès fluviatile ; bien développé dans la plaine d'El Taref, il est formé essentiellement de galets, de sables et d'argiles le long des Oueds ;
- Faciès marin (Plaisancien) ; caractérisé par des marnes bleues avec des intercalations calcaires;
- Faciès continental : est lié aux dépôts des fosses d'effondrement. En effet, la prospection par sismique réflexion a mis en évidence l'existence de deux fosses (SONATRACH, 1969 ; Strojexport, 1975) :
 - la fosse de Ben-Ahmed, orientée S-N,
 - la fosse de Ben-M'hidi, orientée SW-NE.

Ces deux fosses sont séparées par le haut fond de Daroussa (ou élévation de Daroussa), cet effondrement s'est produit au cours du Mio-Pliocène. Ces dépôts forment une série continentale argilo-sableuse avec des lits de conglomérats constituant le réservoir de la nappe captive des plaines d'El-Tarf (Hani,2003).

- **Le Quaternaire :**

Les formations dunaires et alluvionnaires d'âge quaternaire constituent la roche réservoir du système aquifère d'El-Tarf. On y distingue :

- **Quaternaire ancien (hautes terrasses) :** correspond à la nappe superficielle dont le matériau est composé de sables, d'argiles, de graviers et de conglomérats de petite taille dominant cette formation(Khérici,1993 in Hani,2003).
- **Quaternaire récent :** correspond à la basse et à la moyenne terrasse.
 - La moyenne terrasse est représentée par des terrasses alluvionnaires des oueds, correspond aussi à la terre cultivable (terre, argile, sable).
 - Basse terrasse est formée par des alluvions du niveau des eaux actuelles des oueds. Ces terrasses sont plus limoneuses que sableuses et sont parsemées de marécages.
- **Quaternaire actuel :**
 - Les alluvions sont représentées par des dépôts du lit actuel de l'Oued, généralement de matériaux variés, argiles, sables et des cailloux, résultant de l'érosion des formations traversées par l'Oued.
 - Le cordon dunaire représenté par un massif constitué essentiellement de sable d'origine marine. Il affleure largement entre le village de Chatt et la ville d'El-Kala .(Hani,2003).

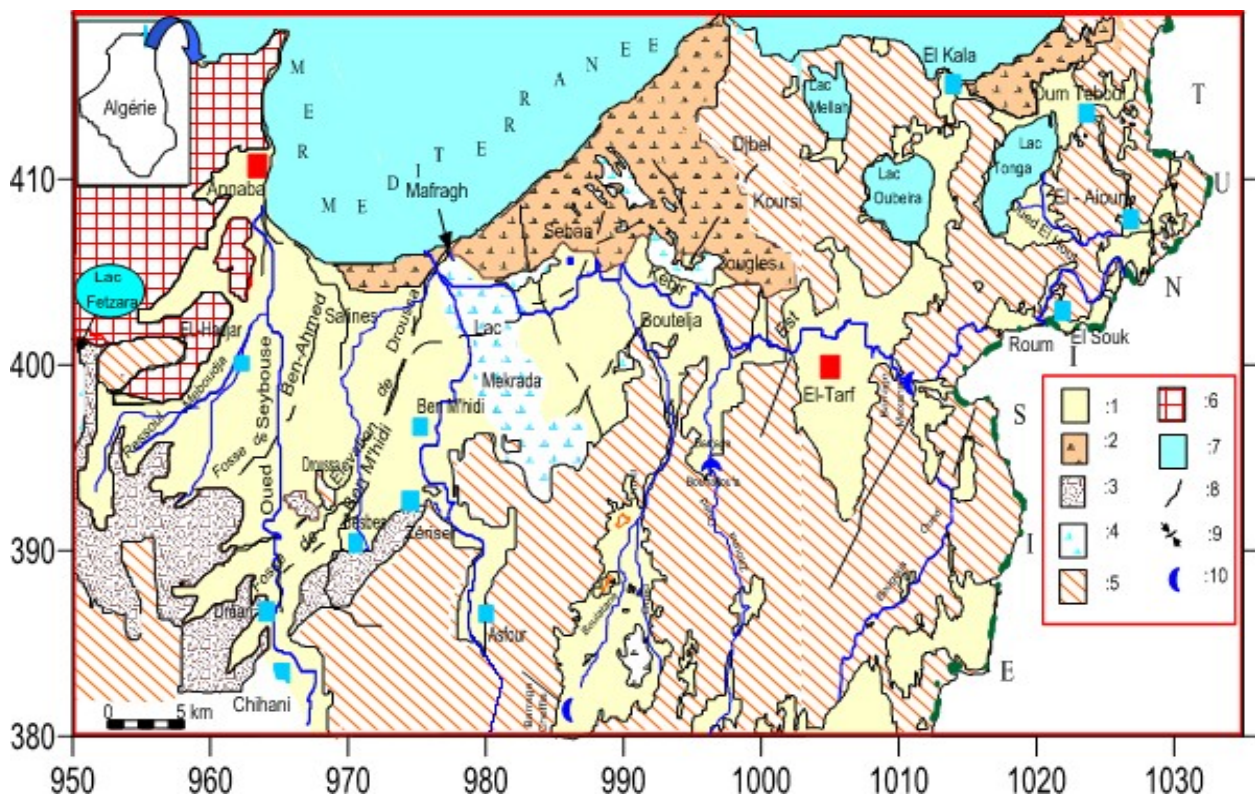


Figure 10: Carte géologique des plaines de la région de Annaba-El-Kala (d'après Strojexport, 1975).

Légende : 1 : Alluvions récentes et actuelles ; 2 : Dunes ; 3 : Alluvions anciennes ; 4 : Marécage ou lac ; 5 : Grés et argile numidiens ; 6 : Formations métamorphiques ; 7 : Lac ; 8 : Faille ; 9 : Axe des fosses ; 10 : barrages.

II.2-GEOLOGIE DES DUNES

A l'origine les massifs argilo-gréseux numidiens et gneissiques furent intensément érodés. Une grande quantité du matériel détritique fut charriée vers la mer puis dégradée en sable. Les éléments furent ensuite déplacés essentiellement par les vents vers l'intérieur et se répartissent uniformément dans les dépressions formant ainsi un matelas dunaire. Les niveaux d'argile en feuillets provenant directement du massif numidien, s'intercalent dans les niveaux sableux.

Les travaux réalisés dans la région (Khérici, 1985 ; Ramdani, 1996) permettent de distinguer :

- Des sables blancs ou jaunes clairs généralement perméables, situés au centre du massif dunaire.
- Des sables plus perméables que les précédents.
- Des sables dont les grains sont enrobés d'une fine pellicule d'argile et de ce fait moins perméables que les bancs localisés surtout en bordure des reliefs gréseux.
- Des sables rouges, localisés à l'Ouest et au Sud-ouest, plus perméables que les précédents.
- Des vases sablo-limoneuses déposées au fond des marigots "nichas" de couleur noire en relation avec la décomposition des végétaux.

Les analyses granulométriques effectuées dans le massif dunaire montrent une granulométrie fine à moyenne dont 75 à 85% de grains ont un diamètre de 0.15 à 0.5 mm (Mr AISSA MADAOUI Oussama & AISSA MADAOUI Rabie, 2016)

Les essais de perméabilité effectués par Soletanche (in Ramdani, 1996) dans la région de Bouglès sur quelques sondages montrent que les sables rouges à fraction argileuse sont caractérisés par une perméabilité de 10^{-6} m/s. Par contre les sables jaunes foncés ont une perméabilité de l'ordre de 10^{-4} m/s et constituent donc un très bon réservoir aquifère. (Hani, 2003)..

I.5-Conclusion : La région d'étude est située à l'Extrême Nord Est algérien, comporte différentes formations géomorphologiques (Montagnes, lacs, Oueds, et plaines) où la population est concentré surtout près des activités industrielles et agricole

4 LE COUVERT VEGETAL

La couverture végétale (Fig.15) est représentée par une dominance des peuplements forestiers qui occupent une superficie de l'ordre de 167777 ha représentant 60 % de la superficie de la wilaya d'El Tarf (D'après le plan d'aménagement de la wilaya d'El Tarf, 2001). Cette étendue de végétation abrite des espèces floristiques où on compte entre 600 et 700 espèces, où 63 % de ce patrimoine est représenté par divers peuplements, et 37% seulement sont constitués de maquis couvrant les bas fond inter dunaire et à la surface des dunes au Nord - Ouest de la région (Sedrati, 2006).

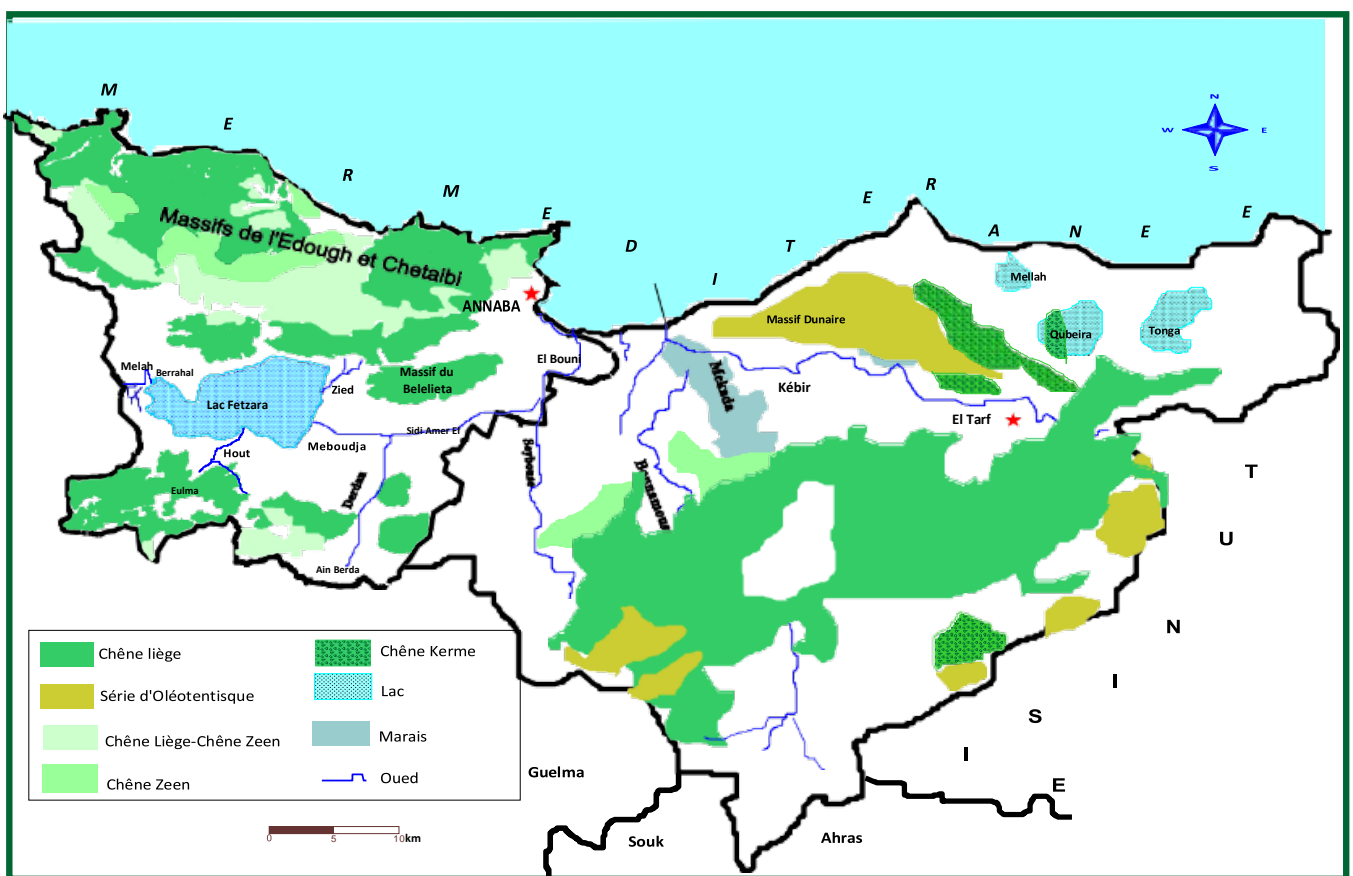


Figure 11: Carte du couvert végétal d'Annaba-El Tarf (Direction des forêts d'Annaba et Saadali .B.2007

5 ETUDE ANTHROPIQUE :

5.1 La Population :

La population de la région d'étude au même titre que le reste du territoire algérien se situe au Nord du pays.

On marque une population relativement dense de l'ordre de 401716 habitants celle de la wilaya d'El Tarf, concentrée surtout dans les agglomérations Besbes, Dréan...etc.

5.2 L'industrie :

L'activité industrielle dans la région se localise des petites et moyennes unités industrielles agroalimentaires caractérisées par le concentré de tomate.

5.3 L'Agriculture :

La région d'étude par sa vocation agricole et ses conditions pédoclimatiques est un important pôle agricole dans l'Est algérien :

- La plaine de Bounamoussa : caractérisée par des cultures maraîchères, industrielles, fourragères et agricoles ainsi que l'élevage de bovins.
- Les terres de l'arrière-pays où domine la céréaliculture associée à l'élevage de bovin. En outre il y a lieu l'émergence de labels, tel que le concentré de tomate, les vignobles des coteaux de Bouteldja et du périmètre de Bounamoussa, il y a aussi le melon de Bouteldja et du périmètre de Bounamoussa, et la dinde de Ramel Souk.

5.4 Tourisme :

L'activité du tourisme est bien distinguée dans la région d'El Tarf grâce à ses zones humides telles que le lac Mellah, Oubaira, Tonga, lac des oiseaux, le marais de la Mekhada, le parc national d'El-Kala, les vestiges romains de Bougous, les sources thermales de Hammam Sidi Trad. , un écosystème forestier et une très riche faune et flore.

5.5 La Pêche :

L'activité de pêche sportive et touristique à la fois, est très prisée dans la région (littoral marin, espaces lacustres, oueds, barrages...etc.).

6 LA BATHYMETRIE :

La bathymétrie constitue un document fondamental et nécessaire pour reconnaître et interpréter la morphologie sous-marine.

6.1 La délimitation du milieu marin.

6.1.1 Le plateau continental.

Par définition, le plateau continental concerne la zone sous-marine située entre le zéro marin et la rupture morphologique de ce plateau à des profondeurs allant entre 80m et 150m .la rupture du plateau continental d'El Taref ase situe aux environs de 110m de profondeur. La largeur semble assez et n'excède pas les 10 km. Dans la partie centrale. La morphologie du plateau continentale est très particulière au- delà des 100m de profondeur.

A partir de 100m, les fonds marins ont une morphologie chevelue synonyme des fonds de corail ancien. .

6.1.2 Délimitation de la zone côtière

Cette zone comprend les basses et hautes plages, les dunes bordières et les cordons littoraux, Elle forme une bande se situent entre 100m et 800m de profondeur à partir des plus hautes eaux marines. Sur l'ensemble de la zone côtière, les dunes s'étendent sur 56,52 km, soit 62,8 % de la longueur de la façade maritime de la wilaya. , La zone côtière est occupé par juxtaposition de grées Numidiens et de dunes. Le reste de la zone côtière est composée de côtes rocheuses, falaises, baies et plages. Ces dernières sont au nombre de 23 dont une dizaine non autorisées à la baignade pour des raisons d'accessibilité.

6.1.3 Délimitation des zones sensibles, pertinentes et prioritaires

Il est identifié deux (2) zones pertinentes et prioritaires, spatialement peu importante (7% de la zone littorale totale) mais dont les effets sur l'environnement sont très perceptibles.

Première zone : L'agglomération d'Echatt et de Sidi M'barek, entre la limite de la wilaya d'Annaba et la Mafragh.

Par rapport à une superficie totale de 39,57 km, soit 6,10 % de l'ensemble de la zone littorale, la conurbation qui est en train de s'opérer entre l'agglomération d'Echatt et de Sidi M'barek (commune de Ben M'Hidi) pose un véritable problème de maitrise de croissance urbaine dans la zone du littoral.

6.2 APPROCHE METHODOLOGIQUE

Cette étude est basée sur l'exploitation des données bathymétriques pour la génération de Modèle Numérique du Terrain (MNT) à l'aide du logiciel de cartographie « ArcGis ». Ça permet de reconstruire la morphologie des fonds marins des deux levées bathymétriques réalisés en 2019.

6.2.1 ACQUISITION DES DONNEES BATHYMETRIQUES

Les données de la bathymétrie utilisées dans ce travail sont obtenues à partir d'une digitalisation des cartes bathymétriques de la base de données de Navionics à l'aide du logiciel ArcGis. Cette dernière offre une précision assez bonne, l'erreur altimétrique est de l'ordre centimétrique et de 10m dans le positionnement (source : **Site Navionics**).

Les principales caractéristiques des deux bases de données utilisées dans ce travail et leurs sources sont résumées dans le tableau ci-dessous (Tableau 2).

Tableau 1: Tableau représentatif des principales caractéristiques des deux bases de données bathymétriques (2019).

Années d'acquisition	2019
Système de coordonnées	WGS_1984_UTM_Zone_32N
Nombre de points	1033
La zone recouverte	La côte
Méthode d'acquisition	Digitalisation
Z (m)	Annexe

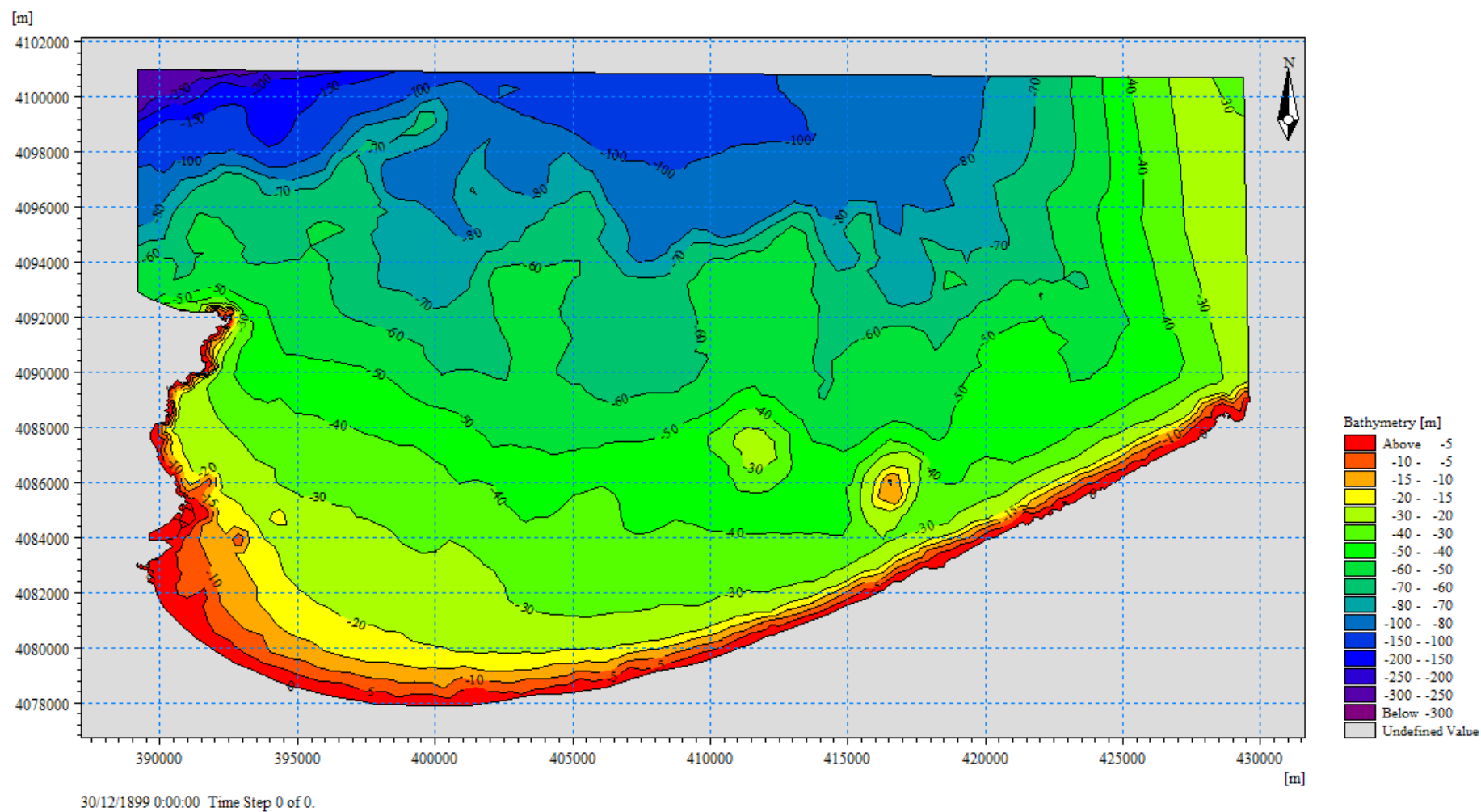


Figure 12: La carte bathymétrique de la wilaya d'El Taref 2019 réalisé par le Mike 21

L'INTERPRETATION

La figure 17 représente la carte bathymétrique de la wilaya d'El Taref de l'année 2019 réalisé sur le logiciel mike21.

Sachant que la zone d'intérêt se trouve entre la longitude 400000 ouest et la longitude 415000 est. Tout d'abord on remarque qu'à partir du trait de côte jusqu'à l'isobathe -20m, les isobathes sont très très rapprochées l'une par rapport à l'autre et l'espacement est vraiment petit et presque régulier et aussi elles sont parallèles donc on déduit que la pente est aigue et le fond est abrupt ce qui implique fortement l'érosion importante de la cote.

A partir de la profondeur de 20m les espacements entre les isobathes commence à s'élargir d'une manière importante jusqu'à la profondeur 60m et les isobathes s'éloignent l'une par rapport à l'autre.

Depuis cette observation on déduit que la pente s'adoucie et la dénivelée deviens moins importante.

D'après la carte bathymétrique on voit qu'entre les longitudes 410000 m et 415000 m et entre les isobathes -40m et -50m une élévation de 10m.

De plus entre les longitudes 415km et 420km et les isobathes -30m et -40m un sommet sous-marin de 15m environ.

Au niveau de l'isobathe -60m la ligne prend une forme de bras vers le large ou on remarque que les isobathes -60m, -70m et -80m se serrent

Au niveau de l'isobathe -60m une forme différente par rapport à l'espacement parce on remarque comme des bras qui ressort vers le large l'espacement est vraiment grand au de la latitude 4090000 m sud a l'altitude 4094000 m nord, même l'isobathe -60m et -70m suit la même allure elles sont parallèles. Cela implique que la forme est une succession de crue et d'élévation de l'ouest vers l'est. C'est une forme de canyon de 10m de profondeurs et des élévations du fond de 10m au niveau de 70m de profondeurs.

Au large la profondeur atteint les 100 m cette profondeur n'est pas vraiment grande donc la pente reste douce.

1 Le Modelé numérique du terrain

1.1.1 LA REALISATION DU MODELE NUMERIQUE DU TERRAIN

Le Modèle Numérique de Terrain (MNT) appelé aussi Digital Terrain Model (DTM) est une représentation numérique et mathématique de la profondeur d'un point quelconque de la surface

terrestre d'une zone géographique dans un système référentiel bien défini (MOUSSA OUEDRAOGO et al. 2014).

Ce MNT fournit des informations sur la forme du relief et sur sa position cependant, il s'agit d'un modèle qui ne prend pas en considération le sursol (végétation ou bâtiment). Si le sursol est pris en compte, alors on parle de Modèle Numérique de Surface (MNS). Notant que $MNS - MNT = MNE$ qui est le Modèle Numérique d'Élévation ou bien Digital Elevation Model (DEM).

Un MNT a plusieurs façons d'être représenté, soit sous format raster soit sous format vecteur. Le format raster est une représentation matricielle des données en 2D alors que le format vecteur représente les données sous forme de lignes, de polygones ou de triangles en 2D ou en 3D (CHANEL, 2012).

La qualité d'un MNT dépend directement de la source de données à partir de laquelle il est généré, de l'intervalle et le type du maillage utilisé (maillage régulier carré (raster), maillage triangulaire régulier, maillage triangulaire quelconque (TIN)), ainsi que du mécanisme d'interpolation (CHEREL, 2010).

Les traitements ont été réalisés sous le système de coordonnées projeté «WGS 1984 UTM Zone 32 », cependant les résultats sont représentés sous le système de coordonnées géographique « Nord Sahara 1959 ».

1.1.2 L'INTERPOLATION

Les données acquises sont disposées de manière irrégulière et ne permettent pas d'avoir une connaissance en tout point de la profondeur du terrain. Pour ce faire il faut définir une méthode d'interpolation qui permettra de décrire ce paramètre de manière continue. Ces méthodes d'interpolation sont très variées, avec leurs avantages et leurs inconvénients (CHANEL, 2012).

La génération d'un MNT s'effectue directement sous SIG à l'aide des outils d'analyse 3D (interpolation raster) de l'extension Arctoolbox du logiciel Arcgis. Cette opération se fait en interpolant le fichier de points de référence qui contient des informations d'élévation topographique pour avoir un fichier raster (en 2D). Ce dernier représente une surface continue disposant de l'information sur le triplet de coordonnées XYZ sur l'ensemble de la zone d'étude à un intervalle régulier.

Il existe différentes méthodes d'interpolation : l'inverse de la distance pondérée (IDW), le kriging, la méthode ANUDEM (topo vers raster), le voisin naturel, et la méthode Spline. La méthode d'interpolation la plus adaptée est choisie selon la nature des nuages de points à traiter et les outils disponibles (BOUNOUA et KACI, 2017).

La méthode d'interpolation choisie pour la suite du travail est celle d'ANUDEM (topo vers raster) qui donne une meilleure représentation de la réalité. Cette méthode utilise une technique d'interpolation spécialement conçue pour créer une surface qui représente au mieux une surface de drainage naturel et préserve à la fois les lignes de crête ainsi que les réseaux de cours d'eau **(Manuelle d'Arcgis)**.

1.1.3 VISUALISATION 3D DE MNT

La visualisation 3D des MNT nécessite la conversion du jeu de données raster issu de l'interpolation en un fichier TIN (Triangular irregular networks) à l'aide de l'outil de géotraitement « Raster vers TIN », l'un des outils d'analyse 3D de l'extension Arctoolbox du logiciel Arcgis. Le module ArcScene est utilisé par la suite pour la visualisation 3D des TIN.

Le maillage triangulaire quelconque (TIN) est le meilleur mode pour la présentation de la morphologie d'une surface. Le TIN utilise une grille dont les mailles ont une taille variable et une forme triangulaire, les sommets de triangle sont les coordonnées tridimensionnelles de 3 points (HENTATI et al., 2008) et (Créer une surface TIN—ArcGIS Pro | Documentation).

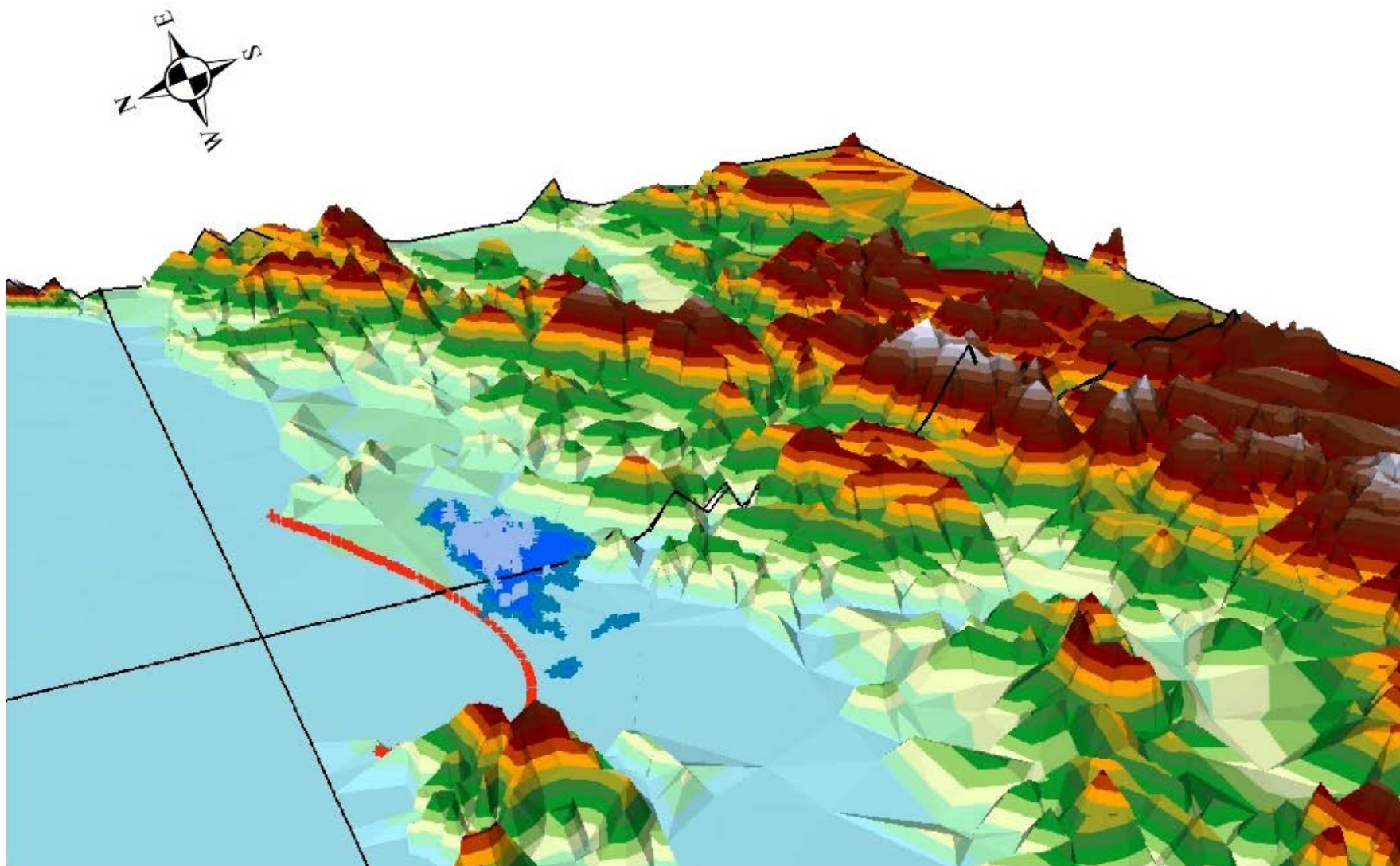


Figure 13: Le modelé numérique du terrain d'Etaref réaliser par le logiciel arcène

Chapitre *III* :

**L'exploitation des données
d'observation de la Terre
pour la gestion des risques
d'inondation.**

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

Chapitre III : L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

Ce troisième chapitre a pour objectif de présenter un état de l'art en matière d'utilisation de tous types de données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation. Les différentes études et leurs résultats principaux sont considérés selon les trois grandes composantes de la gestion des risques : la prévision et l'anticipation ; la crise ; le retour d'expérience et la prévention.

1 GESTION DES CATASTROPHES NATURELLES ET ENVIRONNEMENTALES

La gestion des catastrophes aussi bien naturelles que technologiques est conçue au cours du XXI^e siècle dans un cadre de développement durable comme un processus continu qui passe par la phase anté-catastrophe (prévention, préparation), la phase intra-catastrophe (intervention) et la phase post-catastrophe (restauration, réhabilitation, relèvement). Les technologies spatiales constituent un moyen incontournable et indispensable de part les informations fournies avant, pendant et après une catastrophe, en plus des services opérationnels en communication pour la gestion des risques naturels et anthropiques.

III-1 : La prévention La prévention

Est une étape indispensable pour atténuer les effets des catastrophes. Elle consiste en l'identification, l'évaluation et la modélisation des effets des catastrophes naturelles, environnementales et technologiques. Pour cela elle nécessite l'acquisition de données et d'informations précises pour la réalisation de cartes de multirisques et de cartes de vulnérabilité à des échelles exploitables par les intervenants dans la gestion des catastrophes. La prévention, nécessite en plus du développement des compétences scientifiques et techniques en matière d'observation, de compréhension et de prévision, d'outils juridiques qui fixent les règles générales et les servitudes d'occupation du sol sur les territoires à risques. Les satellites d'observation de la Terre, et les systèmes mondiaux de positionnement par satellites constituent un moyen efficace de cartographie et de suivi des zones à risques

III-2 : La préparation

La préparation des citoyens à une réaction rapide et efficace à la gestion des catastrophes nécessite plusieurs programmes d'éducation, de formations, de sensibilisation, de communication, prise de conscience et de familiarisation avec les risques. Elle passe aussi par la connaissance du risque et l'élaboration d'un plan d'action qui précise le rôle de chaque intervenant pour une meilleure coordination des actions. Le citoyen doit apprendre à réagir en toute sécurité. Les services de secours qui interviennent en cas de catastrophes doivent

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

effectuer des exercices de simulation pour tester leur niveau de préparation et surtout pour déceler leurs carences. La préparation aux catastrophes nécessite la mise au point d'un système d'alerte précoce qui peut avertir à temps la population en cas de danger.

III-3 : L'intervention

L'intervention concerne la mise en œuvre de plans d'action élaborés pendant la phase de préparation. Les équipes chargées de la coordination et de prises de décisions lors d'une catastrophe doivent disposer de données précises pour la localisation, la cartographie et les premières estimations des dégâts au niveau des zones sinistrées. Les satellites d'observation de la Terre, et les systèmes mondiaux de positionnement par satellites se sont avérés des moyens efficaces et adaptés par excellence à ce genre de situation. Ils assurent en plus de la communication (diffusion des messages, des avertissements), le suivi de l'évolution des catastrophes tels les feux de forêt, les inondations, etc., Ce qui permet de mieux guider d'une part, l'intervention des équipes de secours et d'autre part, l'organisation de la population .

III-4 : La restauration

C'est l'étape du relèvement, de la réhabilitation, de la réparation et de la reconstruction. Elle commence par la remise en état de fonctionnement des infrastructures à services vitaux pour la survie des citoyens. Ensuite, la construction de nouveaux bâtiments (voire nouvelles citées) se fera selon les normes de sécurité (moins vulnérables possible vis-à-vis des séismes, des inondations etc.). Les satellites d'observation de la Terre, grâce aux nouvelles images acquises après une catastrophe, constituent un outil d'aide à la prise de décision en termes d'exécution de travaux de construction et d'occupation du sol. Les nouvelles données multi-sources (provenant de sources variées) acquises lors de la crise (intervention) doivent être prises en compte pour améliorer les différentes actions de prévention, de préparation et de réhabilitation

2 SUIVI ET ÉVALUATION DES ZONES D'INONDATIONS PAR TÉLÉDÉTECTION

Introduction

Une inondation peut se définir comme une submersion temporaire, naturelle ou artificielle, d'une surface terrestre. La submersion affecte le plus souvent les terrains les plus proches des cours d'eau, lit majeur et parties basses des vallées, plus rarement par débordement ou rupture d'ouvrages de rétention, et se produit, exceptionnellement par des raz-de-marée, cyclones et grandes marées.

Traditionnellement, la prévision des inondations est accomplie par des mesures du niveau des rivières et du volume des précipitations. L'étendue des inondations est calculée à partir de l'analyse historique sur la base des inondations passées ou de calculs sur des modèles

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

hydrologiques. Le contexte géographique joue aussi un rôle important. A titre d'exemple, en zone méditerranéenne, l'observation des crues est rendue difficile, dans la mesure où les crues sont extrêmement rapides. Les mesures en temps réel, peuvent être obtenues à partir des données satellitaires ou aéroportées. Toutefois, les campagnes de photographies aériennes, et les capteurs optiques sont totalement dépendants des conditions météorologiques.

2.1 Apport de la télédétection

Les images utilisables sont obtenues à partir de satellites optiques, radar ou d'avions. Parmi les critères de choix entre ces différents moyens d'observation, les résolutions spatiales (Fig. 26 et 27) et les aspects temporels. Ces outils permettent de quantifier les surfaces inondées, orienter les secours et évaluer les zones sinistrées. L'incorporation des données de télédétection dans un SIG, permet le calcul et l'évaluation rapides des niveaux d'eau, des dommages occasionnés et des surfaces susceptibles d'être inondées (Hostache et al., 2005).

3 Présentation de cas d'inondation et intérêt pratique de la télédétection :

3.1 Inondation a Taref

Inondation de la rivière Benmoussa a Taref, 2012 (Fig. 33). En haut, image Landsat TM du 3 avril 1998, avant l'inondation. Autour du lac Poyang, des digues ont été érigées afin de retenir l'eau et créer des terres agricoles. En bas, l'image radar du 2 août 1998, montrant le maximum de l'inondation. Lors de l'inondation de la rivière Yangtze, l'eau a inondé les digues.====

4 La méthodologie :

4.1 Constitution de la base de Données de la région d'intérêt :

Dans cette phase l'ensemble de données stockées seront structurées de manière permettant ainsi d'être utilisées par un système d'information géographique selon les étapes suivantes :
_ Vectorisé l'occupation du sol, le réseau routier, le réseau hydrographique, l'habitat ... avec le logiciel de cartographie Arc gis 10.4.1 (figure 19) en utilisant les images

Type de données	Sources	La date	Résolution
ImageTaref.tif	Landsat-8 Multi spectrale	06 juillet 2011	30m
ImageTaref.tif	SPOT-5 Multi spectrale	14 mars 2012	10m

Réseau routier : Annexe1

Occupation du sol : Annexe2

Le sol : Annexe3

Réseau hydrographique : Annexe4

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

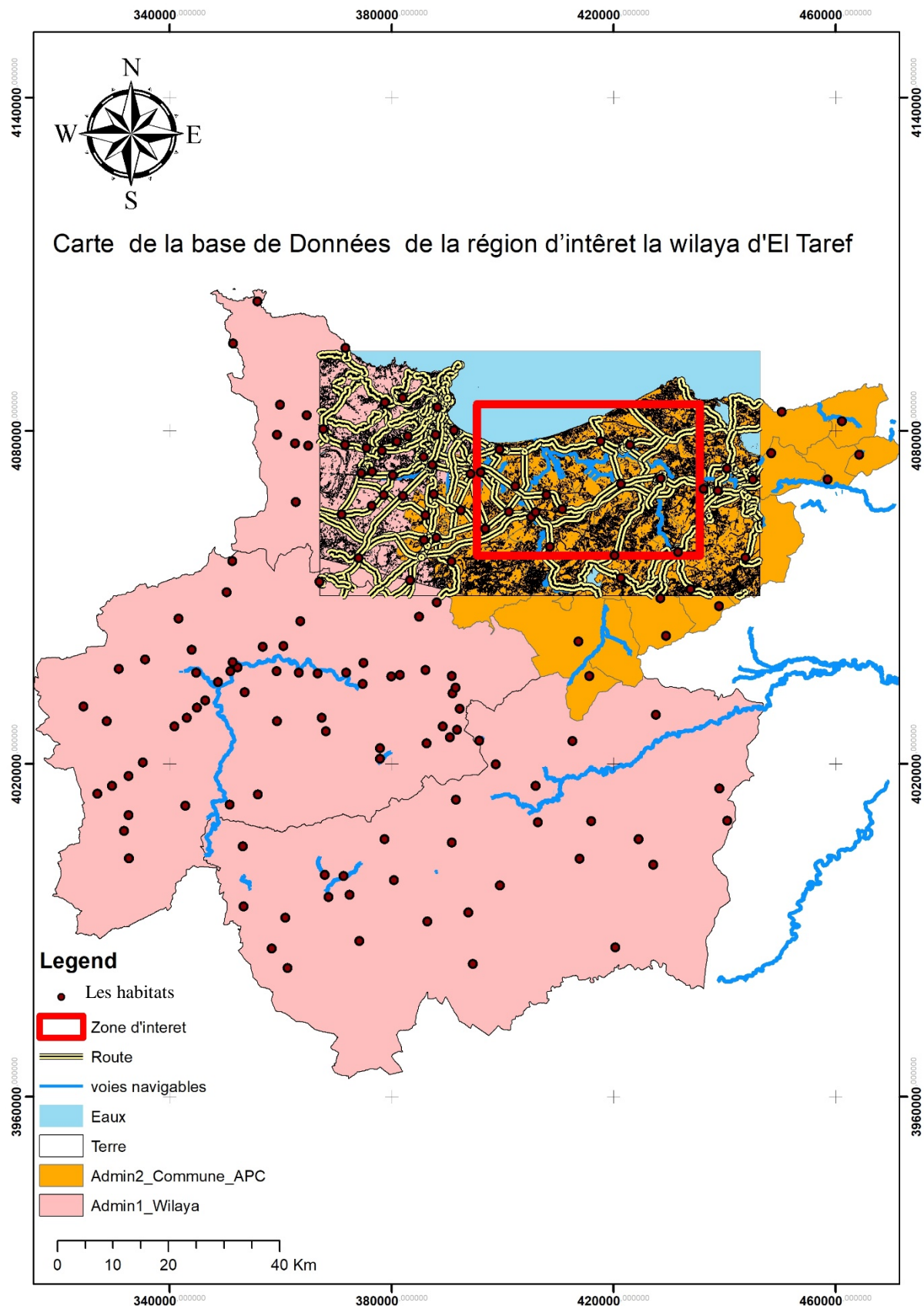


Figure 14: Carte d'occupation du sol de la wilaya d'El Taref

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

4.2 Extraction de la tâche d'inondation

Dans cette phase deux méthodes de classification vont être effectués, la classification supervisée et la classification non supervisée afin de choisir à la fin la meilleure méthode celle qui va nous procurer les meilleurs résultats.

Cette phase s'appuie sur la méthode de classification supervisée et non-supervisée en se basant sur le regroupement des pixels similaires afin d'obtenir des classes d'entités pour chaque type d'occupation.

4.2.1 Classification supervisée

En ce qui concerne la méthode de classification supervisée, elle consiste à localiser et prélever des sites d'échantillonnage représentant des régions homogènes de chaque type d'occupation du sol.

À partir des résultats de la composition colorée, l'étape de la classification permettra de joindre sur les images les entités ayant la même information spectrale (tableau).

Tableau 2: Description de la typologie des 8 classes d'entités.

ID	NATURE	DESCRIPTION	Le code
1	Tache d'inondation	Etendue d'eau peu profonde, Le long de l'oued de Ben moussa	1
2	Occupation Humaine	Bâtis ou construction humaines faites en Argile, ciment, charpente. (EX : barrages, retenues, maisons.	2
3	Vegetation Naturelle	Etendu de foret arborée, arbustive, vierge.	3
4	Sol couvert	Végétation cultivé	4
5	Sol nu	Des terres agricoles vierges non cultivées	
6	Sable	Matériaux de la plage issue de l'apport fluvial	6
7	Sol goudronnee	Le réseau routier et les espace goudronnée	7
8	La mer	Les eaux salées	8

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

Durant cette phase on a exploité les observations sur terrain et l'analyse de données multi sources, suivant ces étapes :

- La création d'un fichier forme de type point on attribuant le système de projection
 - La digitalisation d'un nuage de points au lieu de digitaliser des polygones, ou on trouve souvent les contraintes des petites surfaces.
 - Plus les point sont nombreux plus la classification est représentative.
 - Une fois les points de la couche mer est digitalisé on ouvre la table attributaire.
 - On attribue aux points qu'on a digitalisé qui représente la mer le code de 1.
 - On sélectionne tous les valeurs qui correspondent à la couche mer et on clic droit sur sur la colonne « id » et on clique sur Field calculator et on attribue le code 1 .
 - Ensuite en procède de la même manière pour tous les couches qui restante.
 - Apres on créer la signature spectrale de chaque objet digitaliser.
 - Dans Arc toolbox; spatial analyst tool; Multivariate; create signature.
- En se basant sur cette signature le logiciel va classifier toute l'image

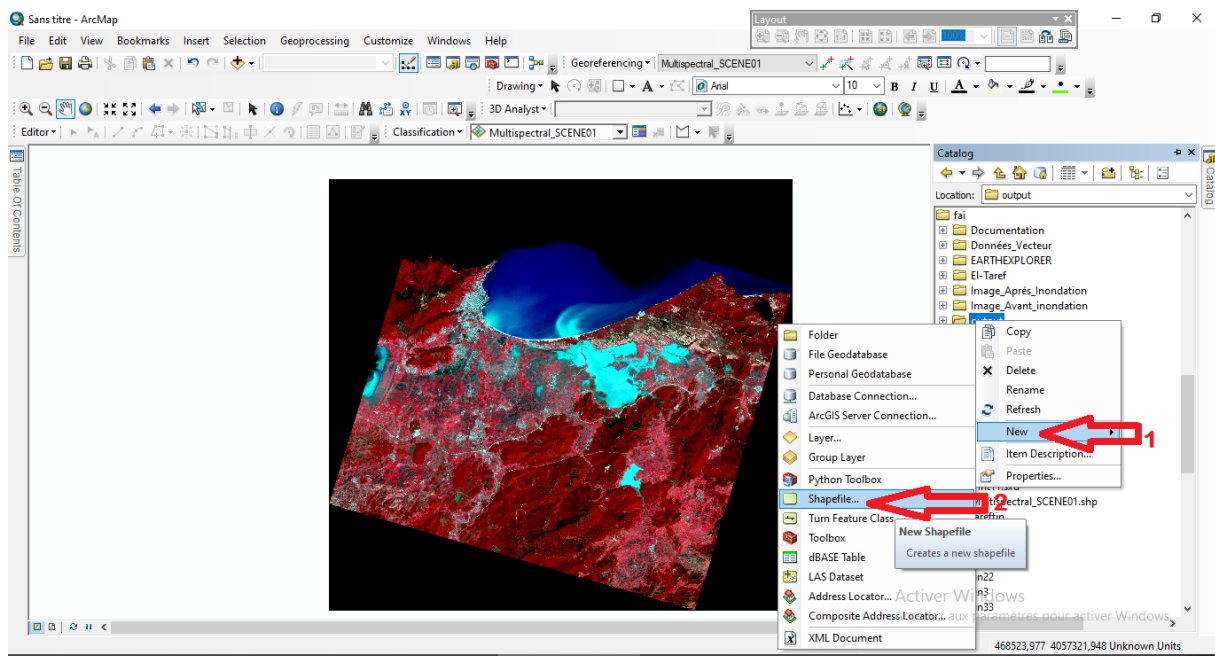


Figure 15: Etape 1 (classification non supervisée)

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

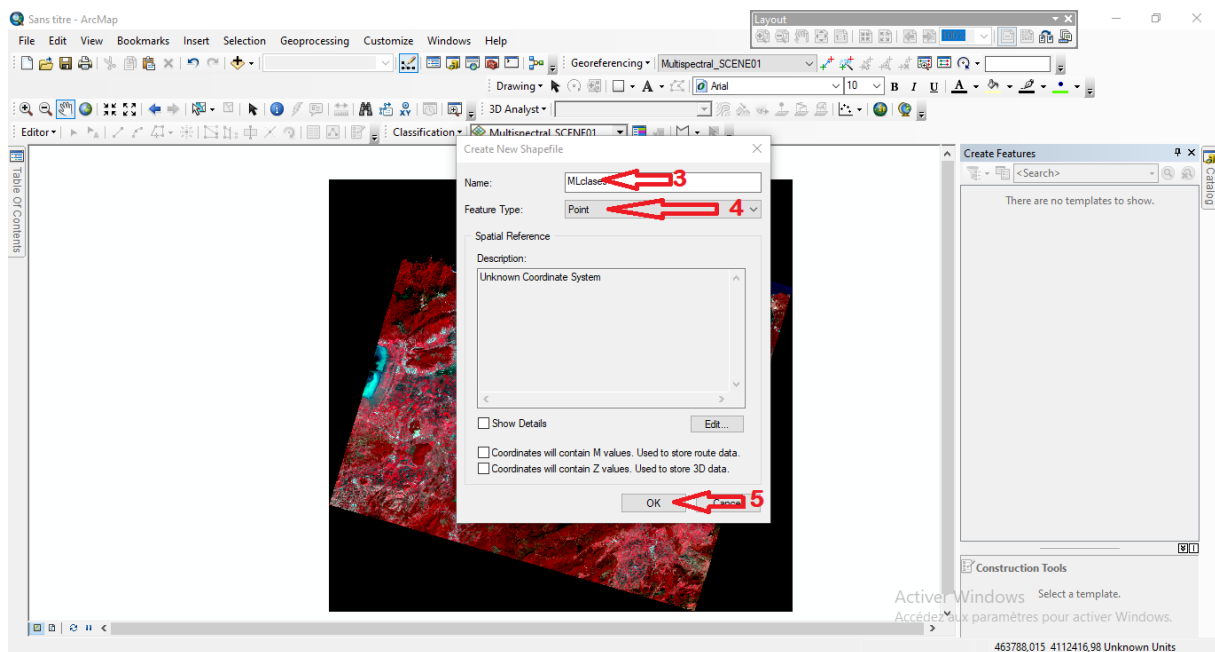


Figure 16: Etape 2 (classification non supervisée)

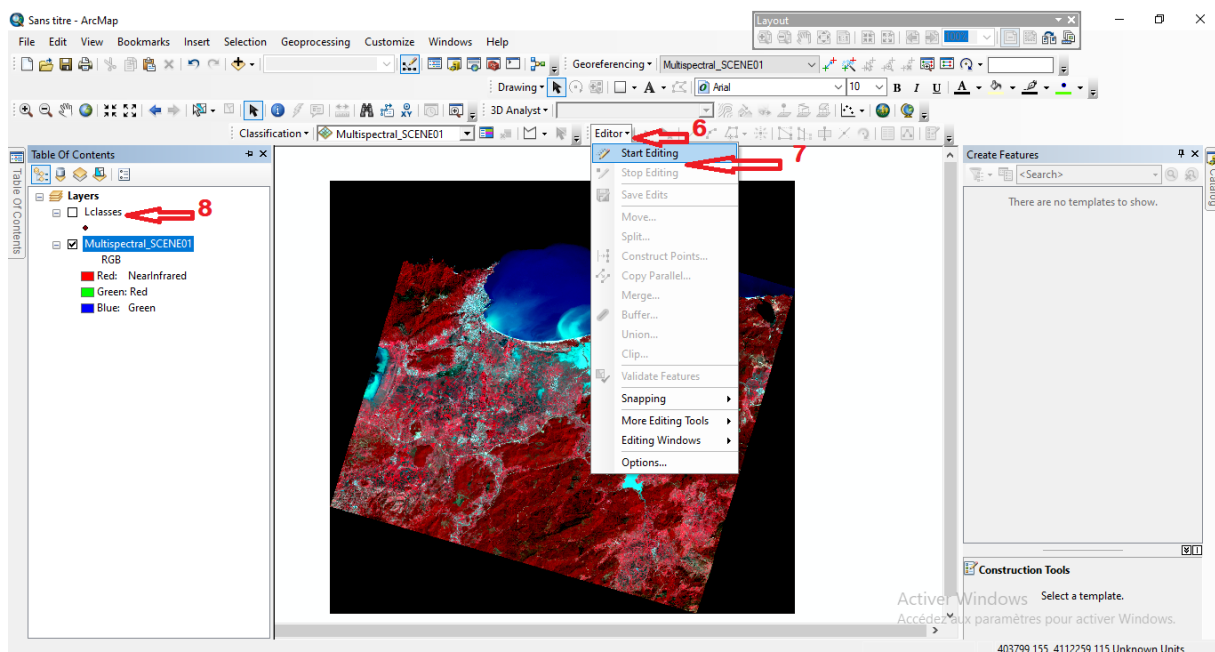


Figure 22 : Etape 3 (classification non supervisée)

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

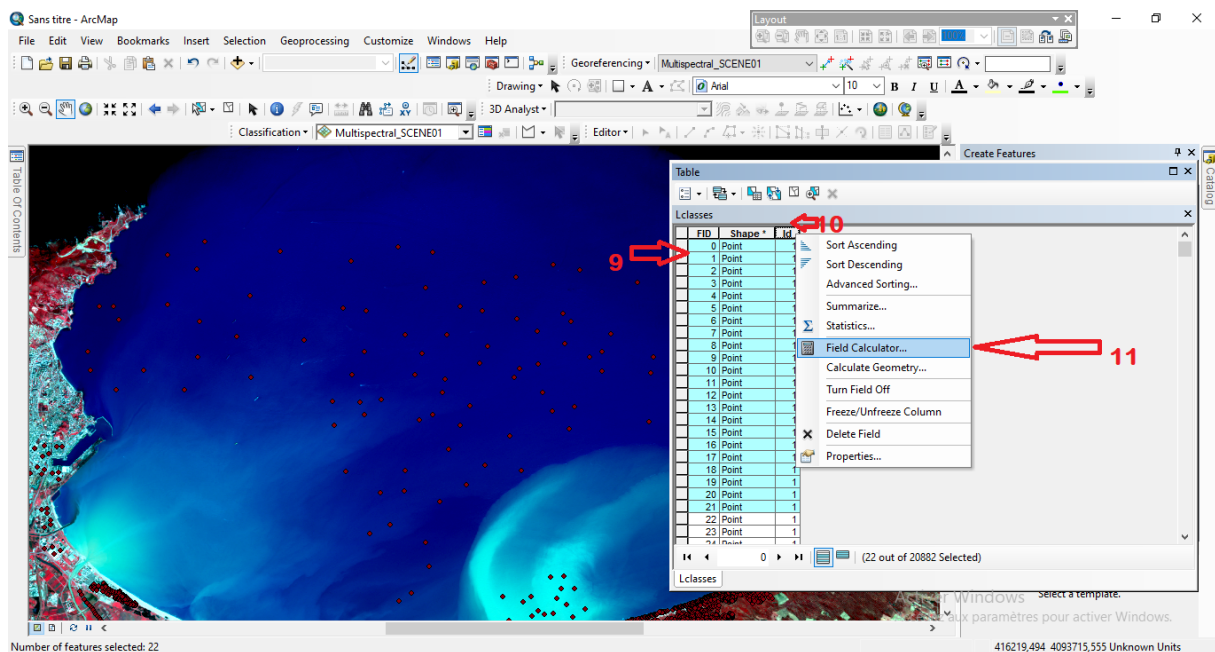


Figure 23 : Etape 4 (classification non supervisée)

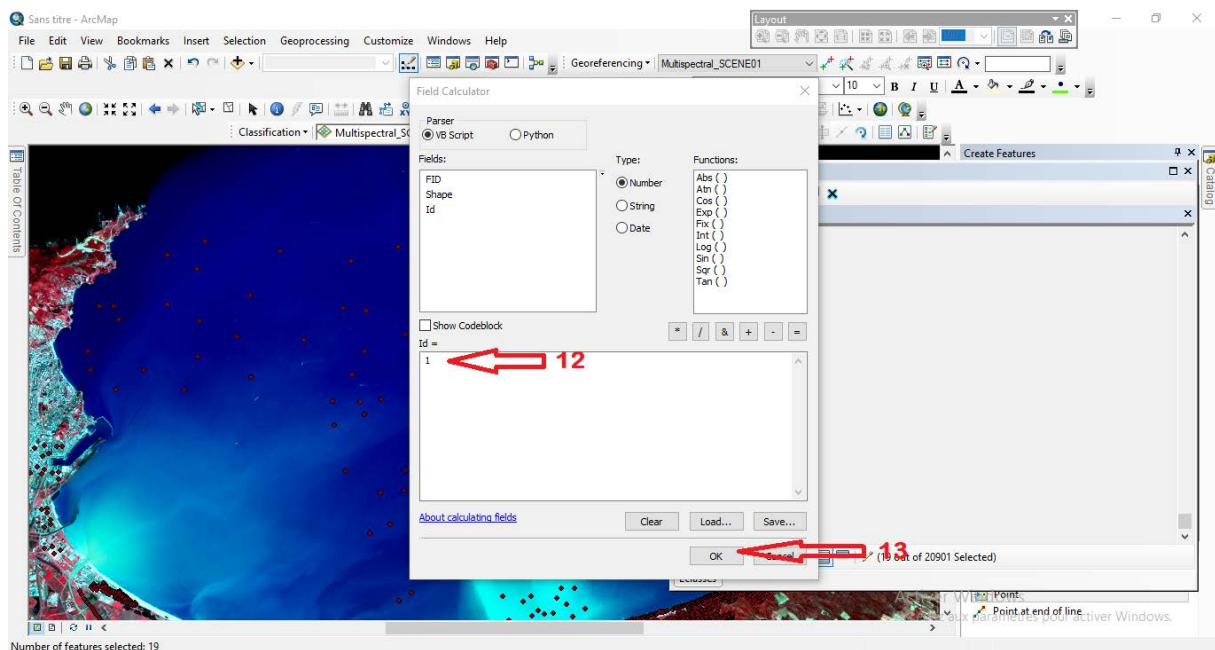


Figure 24 : Etape 5 (classification non supervisée)

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

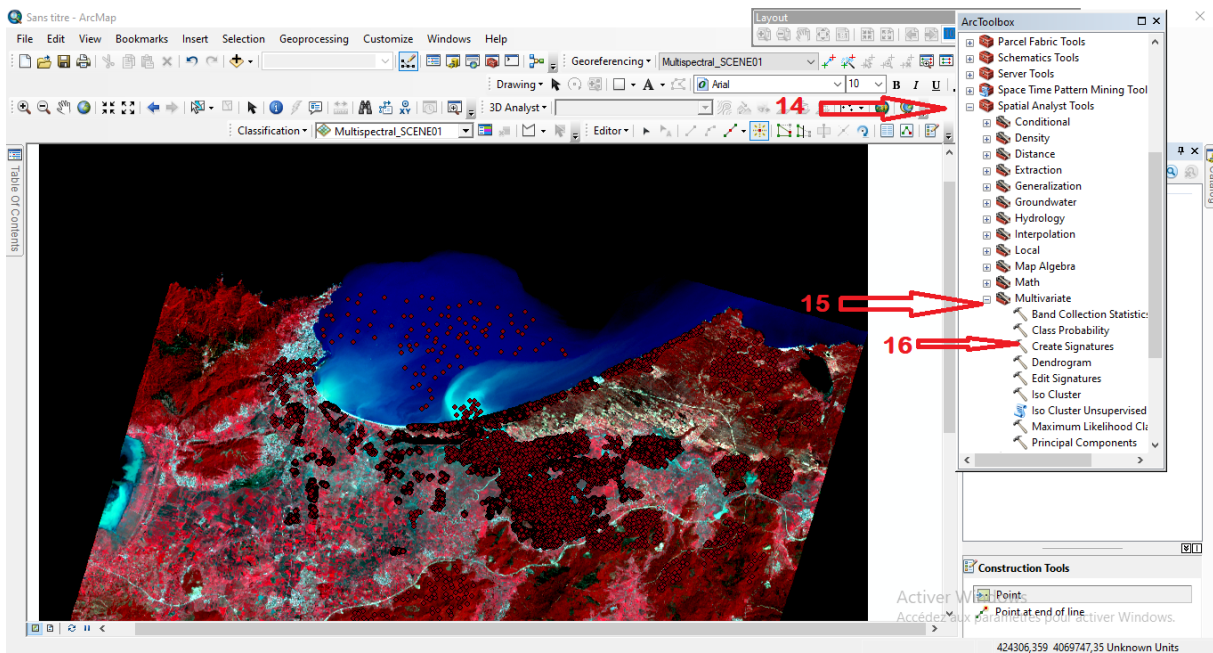


Figure 25 : Etape 6 (classification non supervisée)

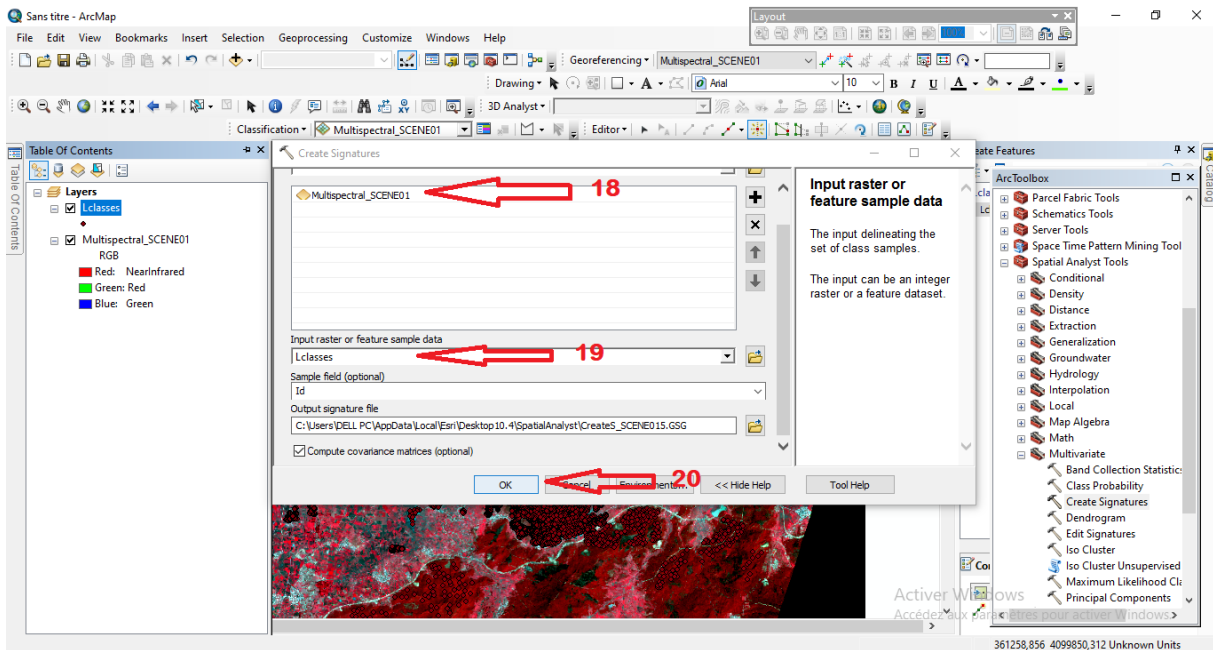


Figure 26: Etape 7 (classification non supervisée)

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

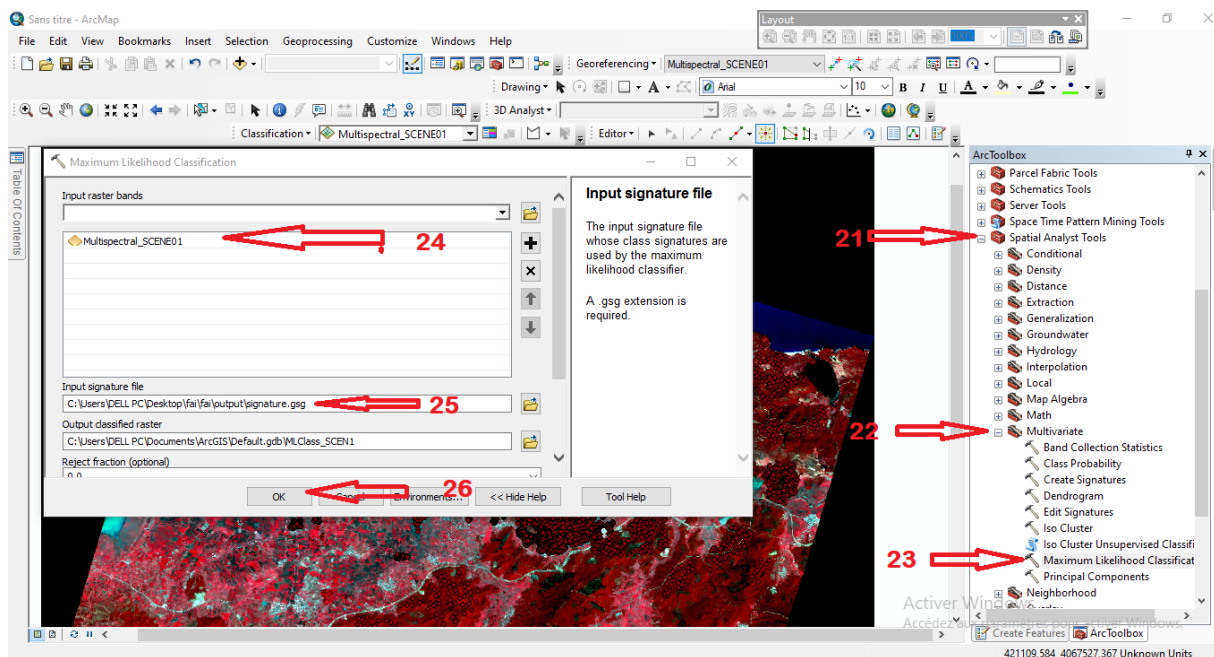


Figure 28: Etape 8 (classification non supervisée)

4.2.2 La méthode de la classification non supervisée

On se basant sur cette signature le logiciel va classifier toute l'image :

- On precede ainsi : boite d'outil classification; Iso cluster unsupervised classification; on choisit 8 classes.

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

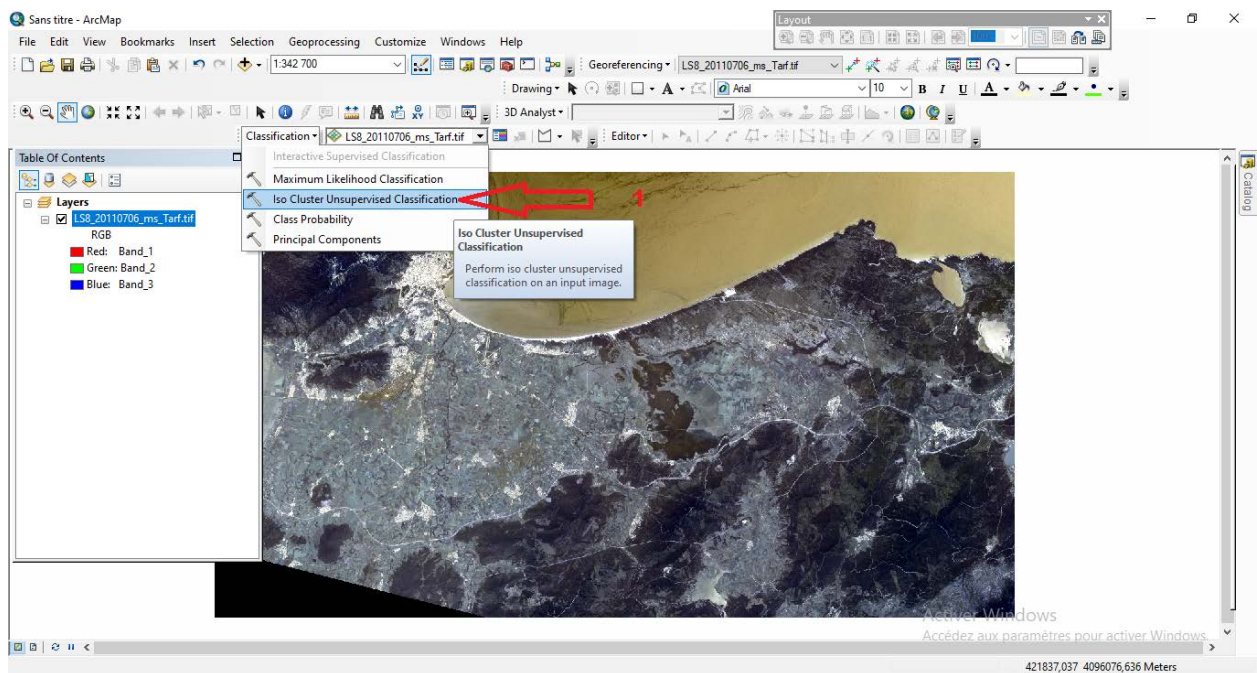


Figure 29: Etape 1 (classification supervisée 1)

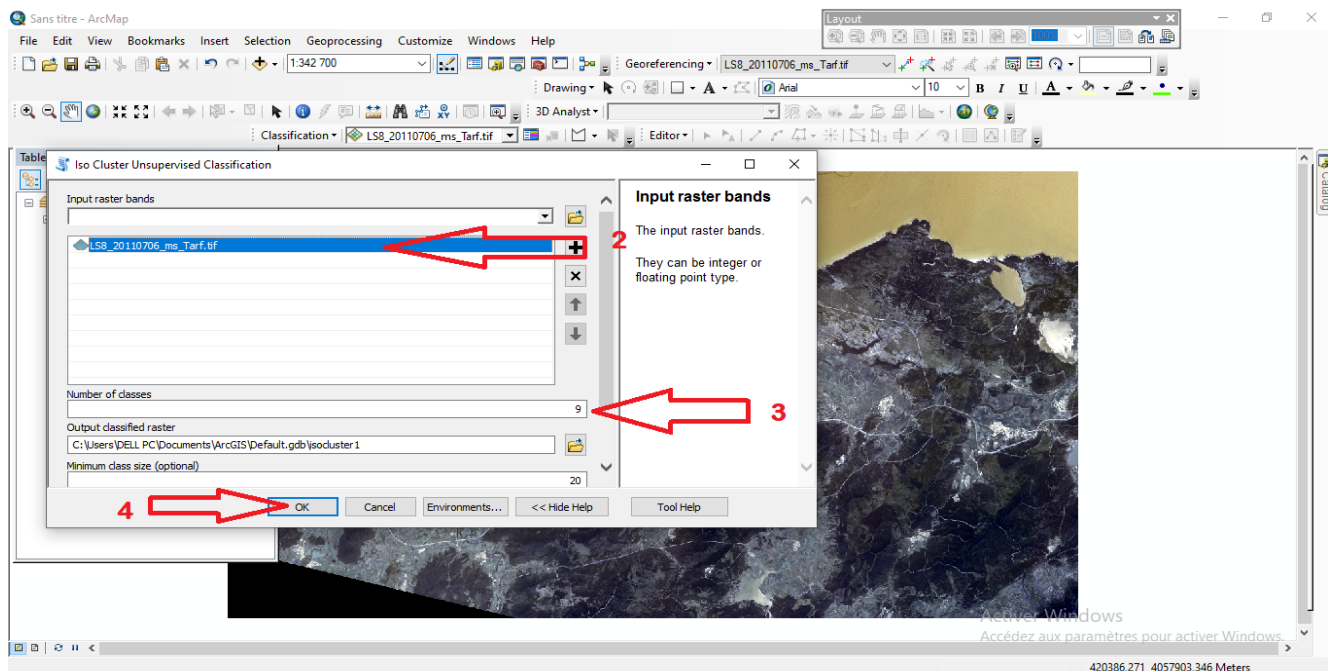


Figure30: Etape 2 (classification supervisée 1)

4.2.3 Résultats et interprétation

4.2.3.1 La classification supervisée :

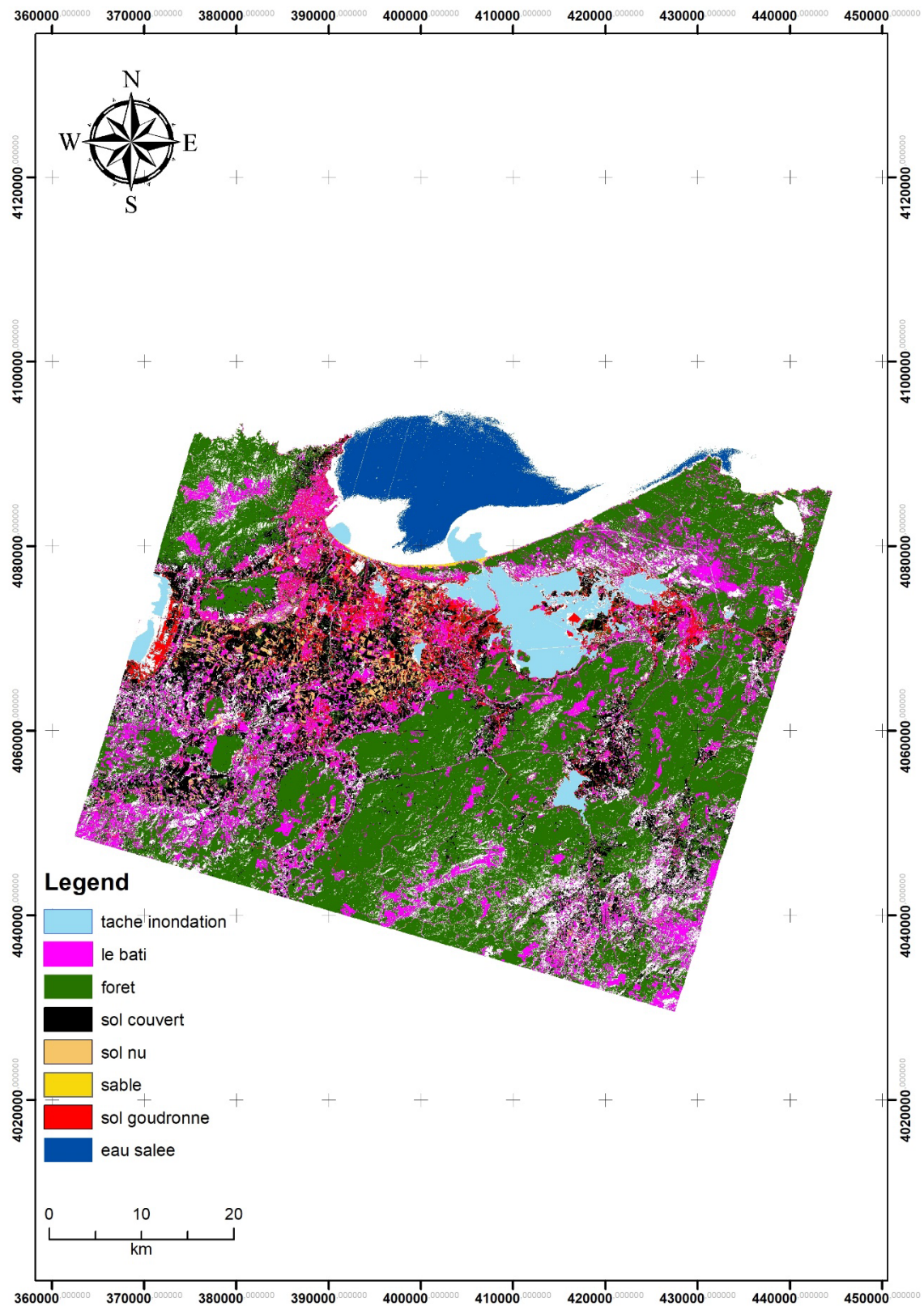


Figure 17: Carte de classification supervisée d'occupation du sol.

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

Interprétation

De la carte d'occupation du sol après les inondations de 2012 de la wilaya d'El Taref par la méthode de classification supervisée figure29.

On constate que les classes qui ont été déduites par observation ne sont pas suffisante à cause de l'existence d'aire de certains pixels qui n'ont pas été classifié et attribuées à une classes données.

Mais par contre notre tâche d'inondation ressort bien sur la carte mais il y'a des valeurs non identifiable sur la carte.

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

4.2.3.2 La classification non superviser des images spot et landsat

Les cartes (figure 30 ; 31)obtenues sont bien classifier et ou chaque pixel est attribuée à une classe bien définie.

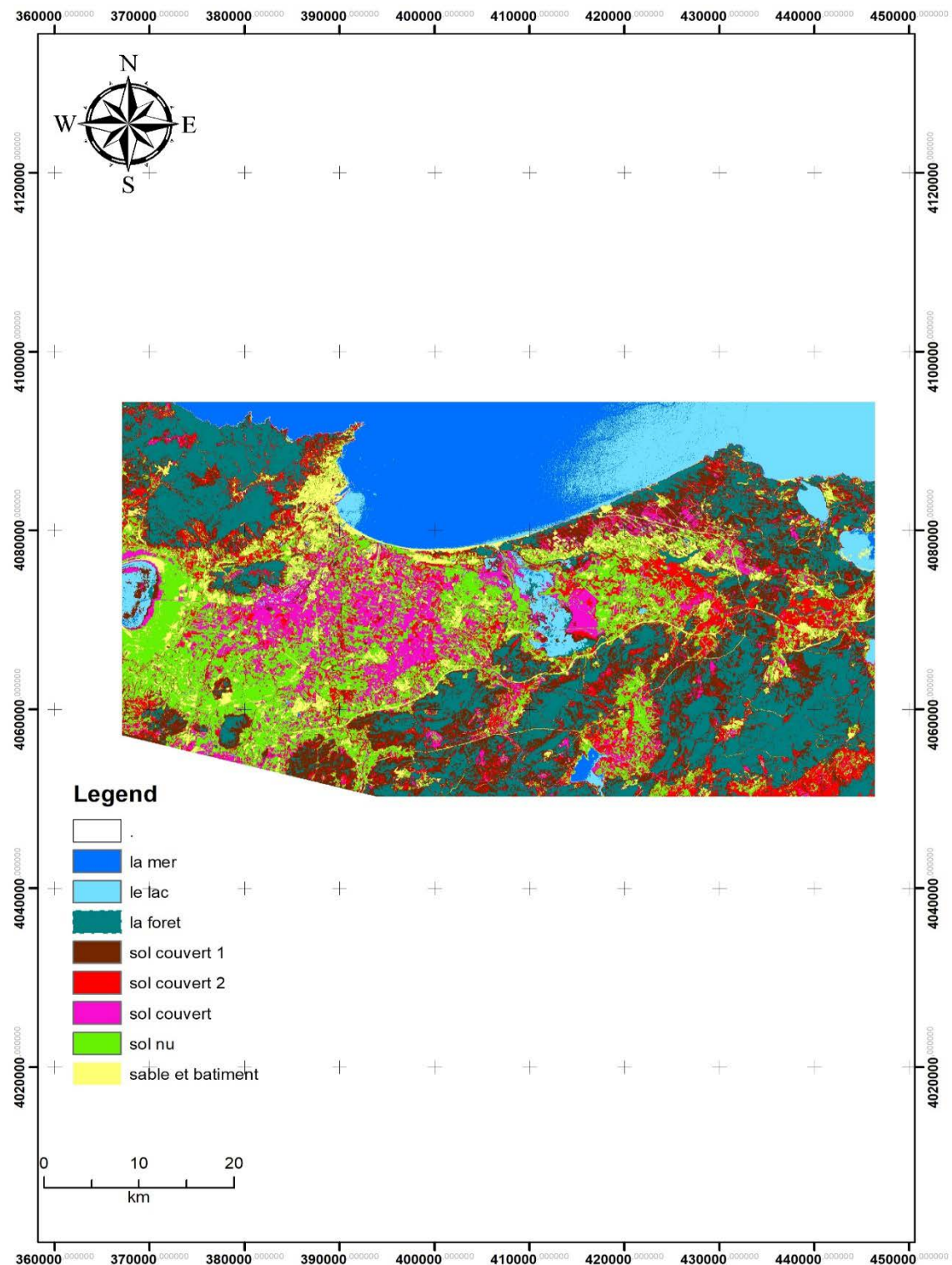


Figure 18: Carte de classification non supervisée d'occupation du sol de la wilaya d'El Taref avant les inondations.

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

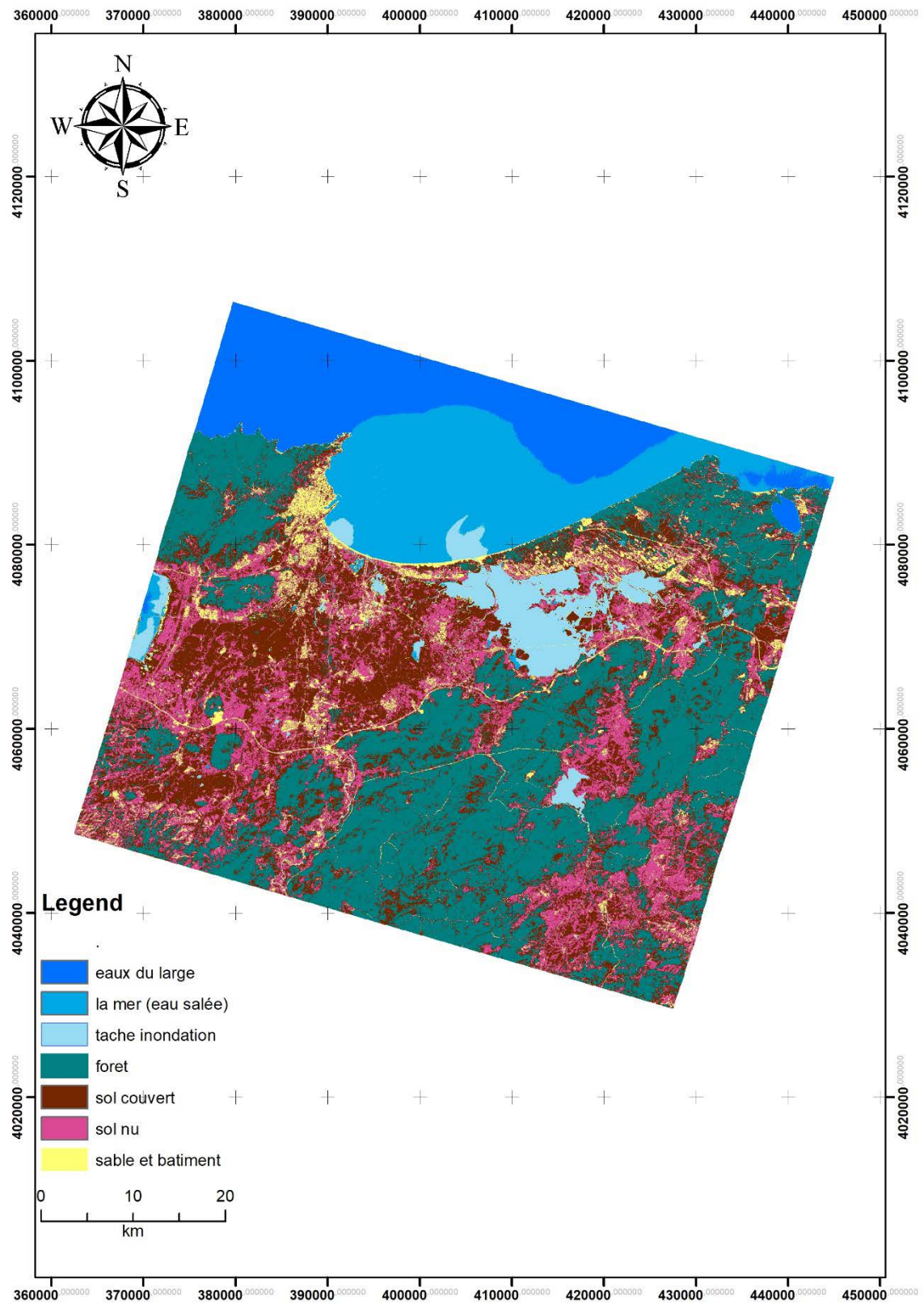


Figure 19: Carte de classification non supervisée d'occupation du sol de la wilaya d'El Taref après les inondations.

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

DISCUSSION

La superficie de la tâche d'eau est très remarquable au niveau d'El Mafragh tout le long de l'oued Benmoussa observée en *14 mars 2012 par l'image satellitaire SPOT-5 Multi spectrale*

La superficie occupée par la tâche d'inondation obtenu par la classification non supervisée est très grande par rapport à notre région ou elle attient **124053147 m²** une surface colossale par rapport au réseau hydrographique apparu dans la carte extraite de Image Landsat-8 Multi spectrale du 06 juillet 2011.

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

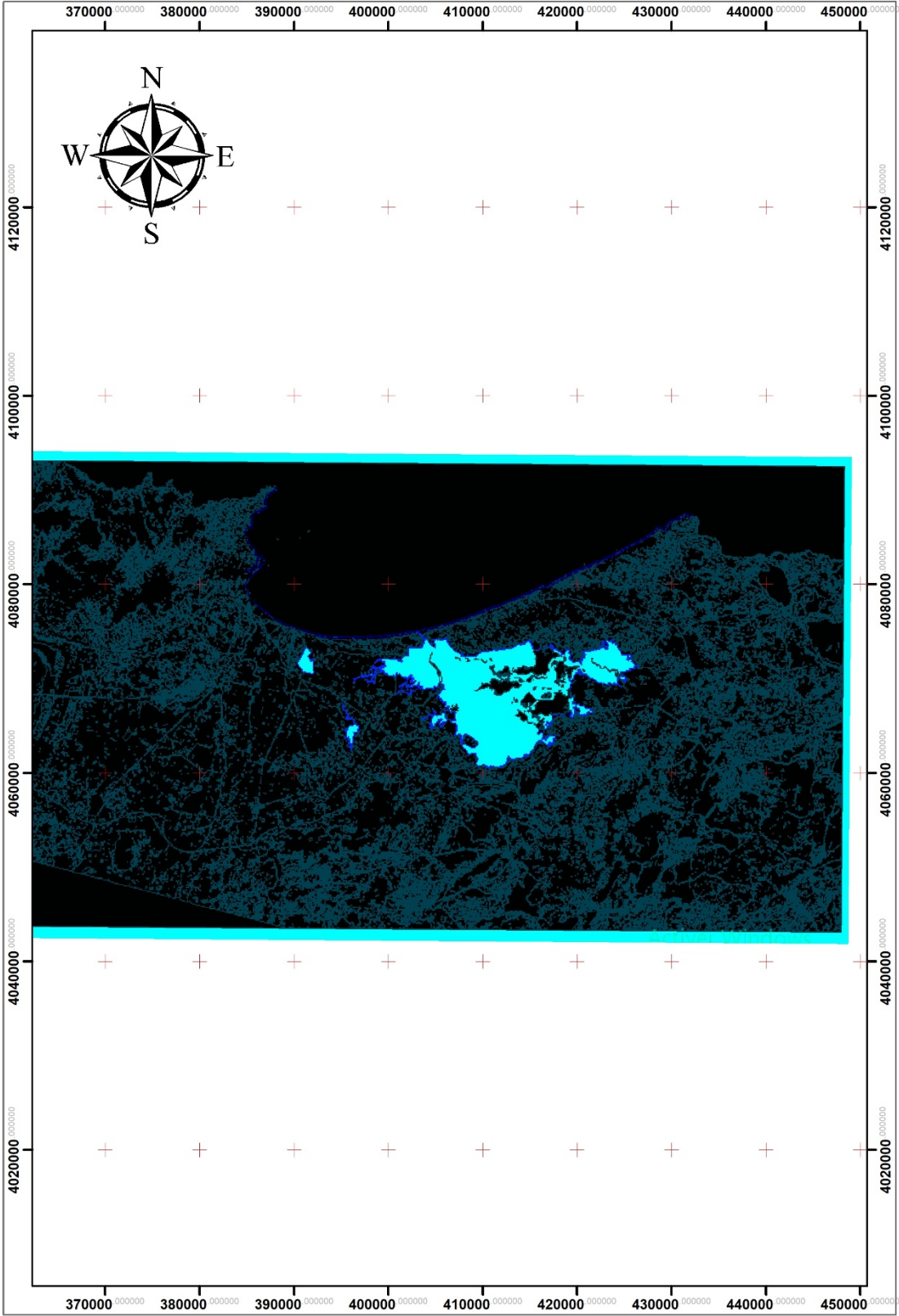


Figure 20: La tâche d'inondation extraite de l'image satellitaire d'Taref (2012)

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

4.3 Analyse des dégâts d'inondations

Dans cette phase on réalise le croisement des couches d'informations avec la tâche d'inondation.

Production des cartes des dégâts.

Les lieux et les infrastructures endommagés par les inondations obtenues après le croisement de la carte d'occupation du sol avec la carte de la tâche d'inondation sont représentés dans les tableaux suivant 4 et 5 :

Tableau 3: Les habitats affectés par le risque d'inondation.

Nom des habitats	Type
Bouteldja	Village
Sidi Kassi	Village
Ben M'hidi	Village
Zitouna	Village
Zerizer	Village
Besbes	Village
Echatt	Village
Bordj Essemar	Village
Kebouda	Village
Asfour	Village
Chefia	Village
Lac des Oiseaux	Village
Berrihane	Village
Sebaa	Village
Hamaoui	Village
Sidi Bouzitouna	Village

Tableau 4: Le réseau routier affecté par le risque d'inondation.

Référence	Type	Type route	Longueur (m)
RN84	Primaire	Primaire	7583,41059
	Secondaire	Secondaire	9401,26657
	Primaire	primaire	3286,153486
RN84A	Primaire	primaire	44078,78677
RN84	Primaire	primaire	158,1091124
RN84A	Primaire	primaire	5384,201913
CW129	Secondaire	secondaire	12360,49763
CW118	secondaire	secondaire	26724,64329
CW118	Secondaire	secondaire	3968,215614
RN84	Primaire	primaire	11006,55993
	Tertiaire	secondaire	8415,492731

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

CW107	Secondaire	secondaire	5992,441429
	Tertiaire	secondaire	4756,087783
	Tertiaire	secondaire	6051,736333
	tertiaire	secondaire	2623,697285
	construction	Primaire	46287,68207
	construction	Primaire	18655,3098
CW105	secondaire	secondaire	30595,31895
RN44	branche	primaire	9683,759388
	branche	primaire	1382,642911
RN44	Primaire	primaire	8297,939522
RN44	primaire	primaire	15953,94426
	résidentiel	Secondaire	745,804898
	résidentiel	secondaire	1145,858597
	Rue vivante	tertiaire	101,0718975
	Rue vivante	tertiaire	268,3073054
CW118	secondaire	secondaire	6112,739773
	Non classifie	tertiaire	6783,486848
RN44	Branche	primaire	4947,764048
RN44	Branche	primaire	8216,486288

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

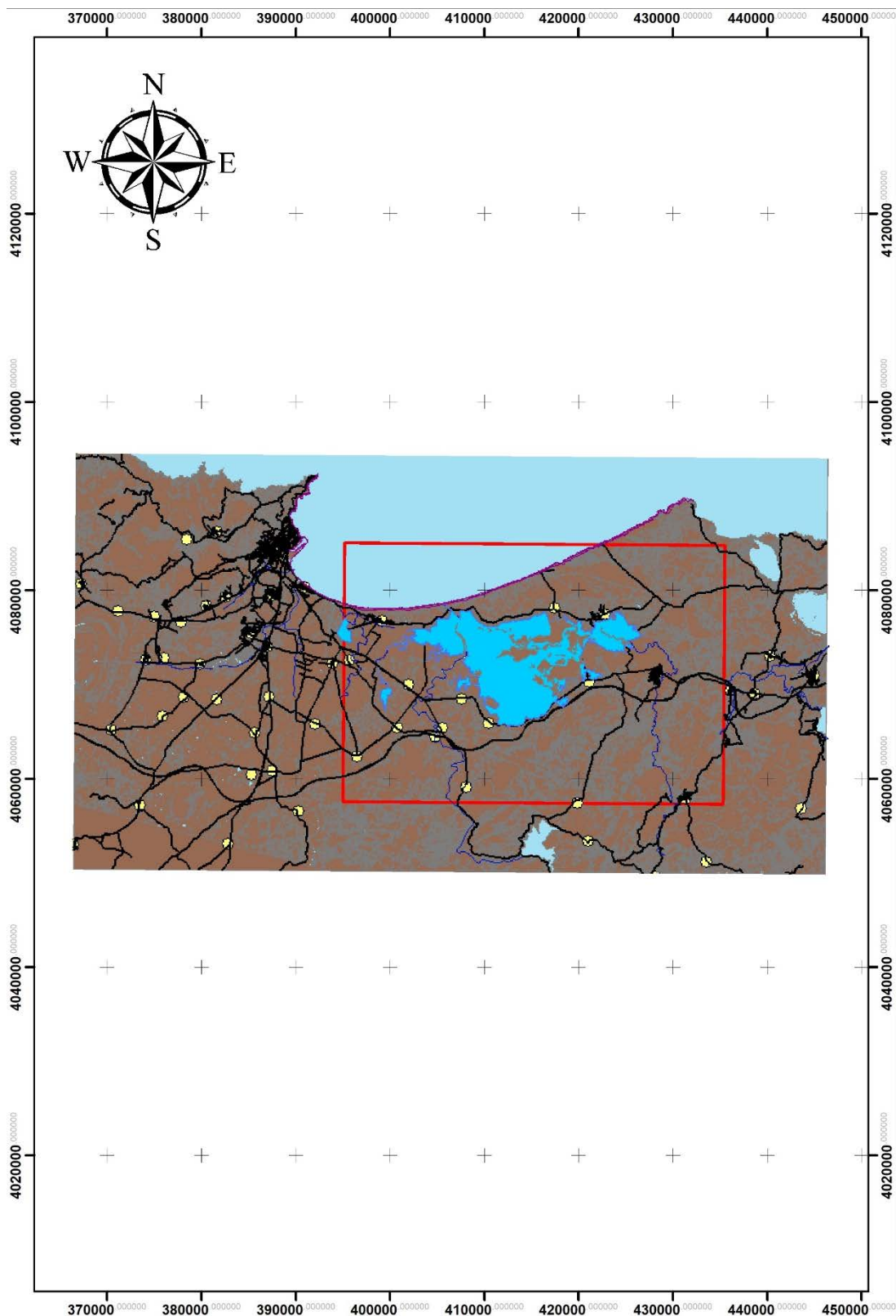


Figure 21: La carte des dégâts des inondations d'El Taref.

Chapitre III L'exploitation des données d'observation de la Terre pour la gestion des risques d'inondation.

Conclusion

Les images satellitaires (radar ou optiques) sont utilisées pour mesurer et effectuer le suivi de la superficie inondée, pour orienter les secours de façon efficace et pour fournir des évaluations quantifiables sur l'étendue des terres et des infrastructures endommagées.

L'incorporation des données de télédétection dans un SIG, permet le calcul, et l'évaluation rapide des dommages et des régions susceptibles d'être inondées figure 33. La cartographie des plaines alluviales, vallées sèches, chenaux de rivières abandonnés et méandres est importante pour la planification des infrastructures et de l'habitat. Toutefois, l'élaboration d'un plan fiable et précis des risques d'inondation demeure une tâche complexe qui nécessite de bien connaître le fonctionnement des bassins versants, des réseaux hydrographiques et d'évaluer l'impact des aménagements (équipements, habitat, etc.) sur fonctionnement des bassins hydrologique

Chapitre IV : L'étude de l'évolution du trait de la côte

1 Introduction

L'objectif principal de ce chapitre s'articule sur la théorie d'érosion et d'accumulation côtière, et sur le développement et la poursuite de l'analyse de l'évolution du trait de la côte.

Il est nécessaire, pour comprendre la dynamique globale du site, d'étudier son évolution à diverses échelles : Une vision à moyen terme, a pour principal objectif de nous guider dans le choix d'une ligne de référence ainsi que d'un protocole méthodologique efficace pour l'extraction et l'analyse de l'évolution du linéaire côtier de nos zones d'étude.

1.1 Les progiciels utilisés pour étudier l'évolution du littoral :

Dans le cas de notre étude, nous avons le logiciel « Arc GIS » pour la modélisation des traits de côte combiné à l'extension « Dsas » (Digital shore line analyses system) pour le calcul de leur évolution afin d'appréhender les phénomènes (l'érosion et l'accumulation) et leur influence sur la frange littorale de notre zone d'étude.

1.1.1 ArcGis10.2 :

Est une suite de logiciels d'information géographique, ou logiciels SIG (Système d'information géographique) développés par la société américaine ESRI (Environmental System Research Institute, Inc.). 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 la gestion. (Teffahi. 2018)

1.1.2 L'extension DSAS :

DSAS (Digital Shore line Analysis System) est un plugin développé par l'USGS (United States Geological Survey) disponible gratuitement qui fonctionne au sein du logiciel de Système d'information géographique Arc GIS d'ESRI (Environmental Systems Research Institute). Il calcule les statistiques de taux de changement pour une série chronologique de données vectorielles de trait de côte. Cet outil a été utilisé dans différentes études de mesure et suivi de la dynamique du trait de côte à travers le monde. (Thieler et Danforth. 1994)

2 Les méthodes de détection des variations de la position du trait de côte

Parmi les techniques mises en œuvre pour étudier la mobilité d'une ligne de référence donnée, on distingue les méthodes de terrain privilégiant l'observation directe et les méthodes fondées sur l'observation indirecte.

2.1 Les approches directes :

Elles sont basées sur des mesures topographiques périodiques (hebdomadaires, bihebdomadaires, mensuelles, semestrielles, annuelles) à l'aide de matériels de levés allant des appareils à principe optique (niveau de chantier, théodolites, ...) aux appareils électroniques utilisant le laser (tachéomètre électronique, Lidar) ou le positionnement par satellites en mode différentiel (récepteur DGPS). Les mesures peuvent concerner uniquement la ligne de référence ou le profil de plage et doivent être raccordées à un même système de référence relatif ou absolu pour faciliter la comparaison entre différents levés.

2.2 Les méthodes indirectes :

Les méthodes d'observation indirecte s'appuient sur l'analyse graphique de documents essentiellement cartographiques et photographiques pour mesurer et cartographier les positions successives des indicateurs du trait de côte. Elles ont bénéficié des progrès technologiques réalisés au cours des deux dernières décennies dans le domaine du traitement numérique de l'information géographique. En effet, si dans les années 1960 – 1970, les techniques reposaient exclusivement sur des méthodes manuelles (mesures directes sur des photographies aériennes ou des cartes, photo-interprétation analytique), les années 1980 ont vu l'introduction de techniques de photogrammétrie analytique dans les études de cinématique littorale. De nos jours, les méthodes de photogrammétrie numérique et surtout de photo-interprétation assistée par ordinateur couplée aux SIG s'imposent. (Ibrahima Faye. 2010)

3 Les méthodes statistiques de calcul de la mobilité du trait de côte sous l'extension DSAS :

3.1 La méthode des points extrêmes (End Point Rate - EPR) :

La méthode des points extrêmes n'utilise que deux positions connues de la ligne de référence (la position la plus ancienne et la plus récente). La distance mesurée entre ces deux emplacements extrêmes du trait de côte durant la période d'étude est divisée par le nombre d'années écoulées pour obtenir la vitesse d'évolution annuelle du littoral. L'avantage de cette méthode réside dans sa simplicité. Toutefois, lorsque l'on dispose de positions intermédiaires

entre les deux dates extrêmes de la période d'étude, les taux estimés par cette technique n'intégreront pas les éventuelles variations temporelles dans l'évolution du littoral (accélération, ralentissement ou inversion de tendance). Ainsi, ils peuvent être moins significatifs que ceux obtenus par les méthodes régressives qui utilisent toutes les positions disponibles et nécessitent donc plusieurs traits de côte.

4 La méthodologie suivie :

4.1 Les données disponibles :

- Les traits de cotes issus des images
- Carte marine 1934
- *Image satellitaire de la zone d'étude l'année 2012. (Image SPOT-5 Multi spectrale du 14 mars 2012 _10m)*
- *Image satellitaire de la zone d'étude de l'année 2019.*
- Le géo référencement et la digitalisation ont été faits à l'aide du logiciel Arc Gis 10.2.
- Les calculs statistiques ont été faits à l'aide de l'extension Dsas.

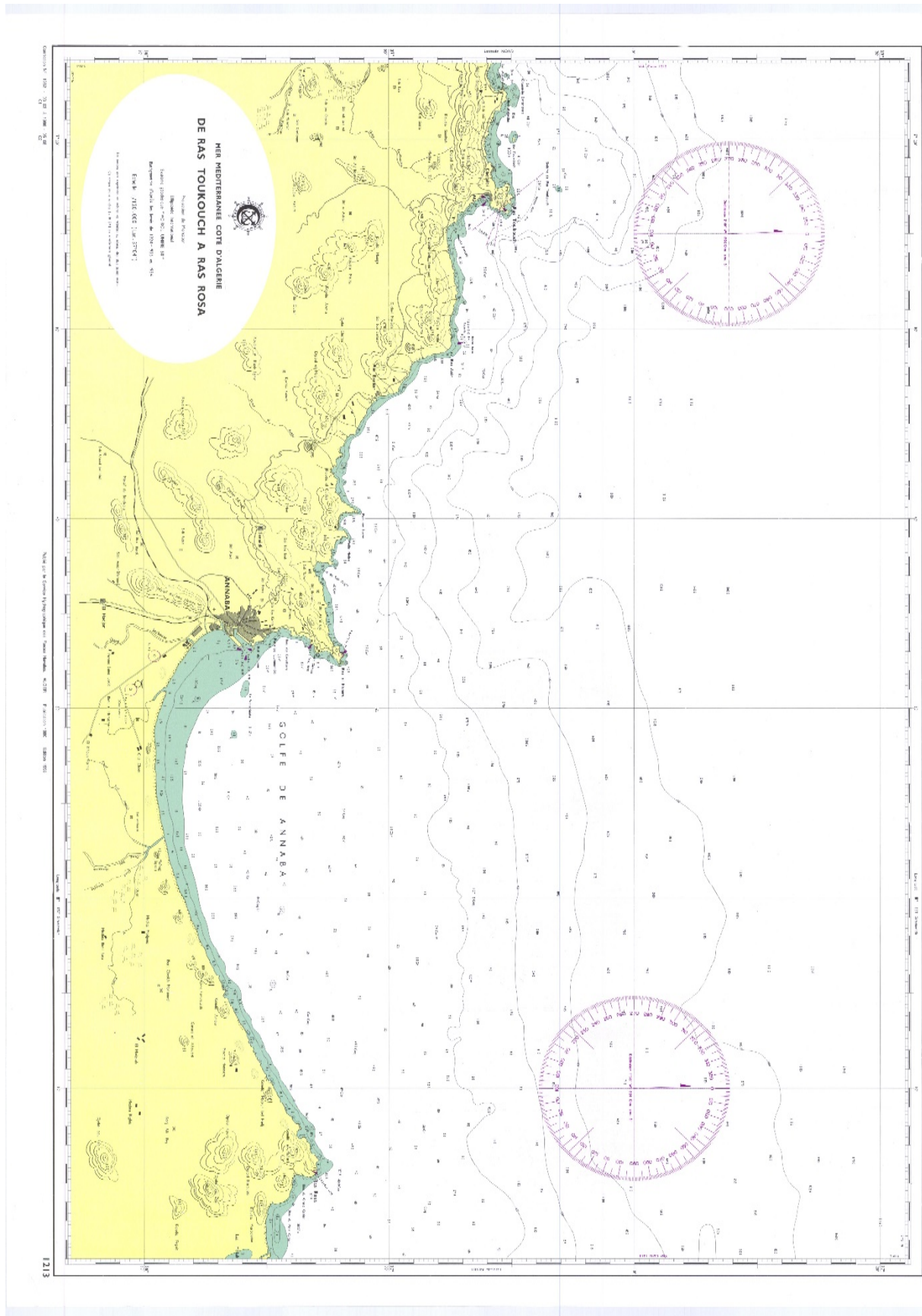


Figure 22: Carte marine de la zone d'étude de l'année 1934. (Les forces navales)



Figure 23: Image satellitaire de la zone d'étude

Figure 24: Image satellitaire de la zone d'étude l'année 2019.

5 Préparation et lancement au calcul :

5.1 Géo-référencement

Le géo-référencement a pour but de rendre une image superposable à une carte ou à une autre image rectifiée ou non d'une même zone. Une image géo-référencée est donc une image brute associée à une fonction de correspondance (image/terrain). Il est alors possible de calculer pour chaque pixel ses coordonnées géographiques. Le géo-référencement consiste donc à correspondre chaque amorce au niveau de l'ancienne carte à ses coordonnées géographiques prélevées sur la nouvelle carte. (Teffahi. 2018)

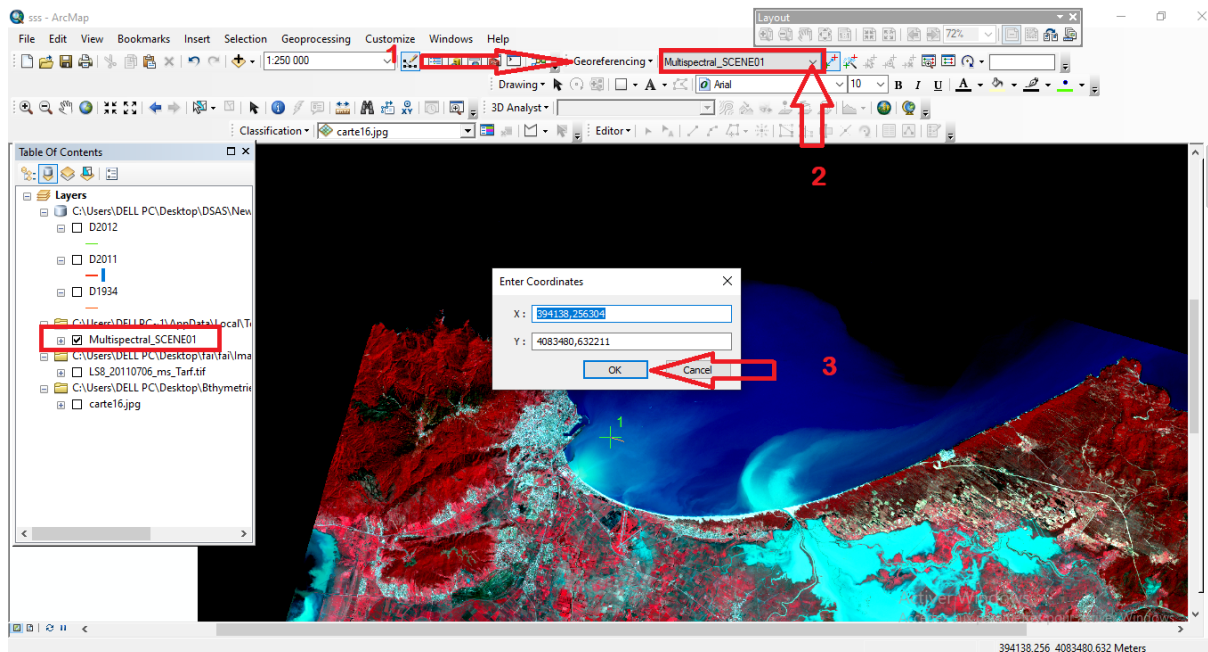


Figure 25: Le géo référencement de la zone d'étude sous Arc Gis 10.4.1

5.2 Digitalisation des traits de côte

La digitalisation dans ce cas est de tracer une ligne fictive qui sépare la mer de la terre et définit le trait de côte, la digitalisation se fait grâce l'aide de l'outil « Editor » du logiciel « ArcGIS », pour extraire les différents traits de cote correspondants à chaque date.

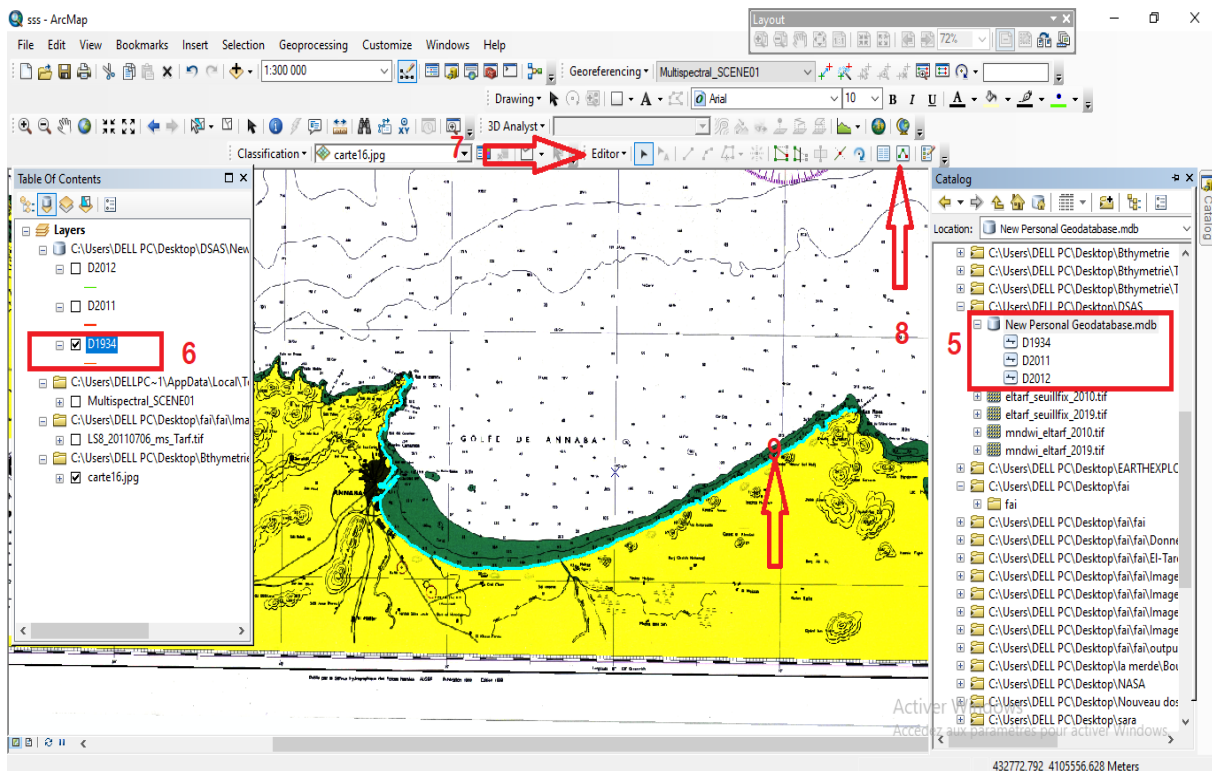


Figure 26: La digitalisation du trait de côte de la zone d'étude.

5.3 Création de la géo-data-base

Création d'une base de données (géo-data-base personnelle) sous Arc Catalog dans laquelle toutes les données seront créées et stockées.

5.3.1 Création du trait de côte

Cette base de données permet de créer et regrouper toutes les classes d'entités (traits de côte) qui ont le même système de coordonnées projeté (WGS84_UTM) et le même type de géométrie (une ligne) puis faire fusionner ces traits de cote dans une seule classe d'entité qui s'appelle (Merge) qui a le même système de coordonnées projeté (WGS84_UTM) et le même type de géométrie (une ligne) en utilisant Arc Toolbox (l'outil Append).

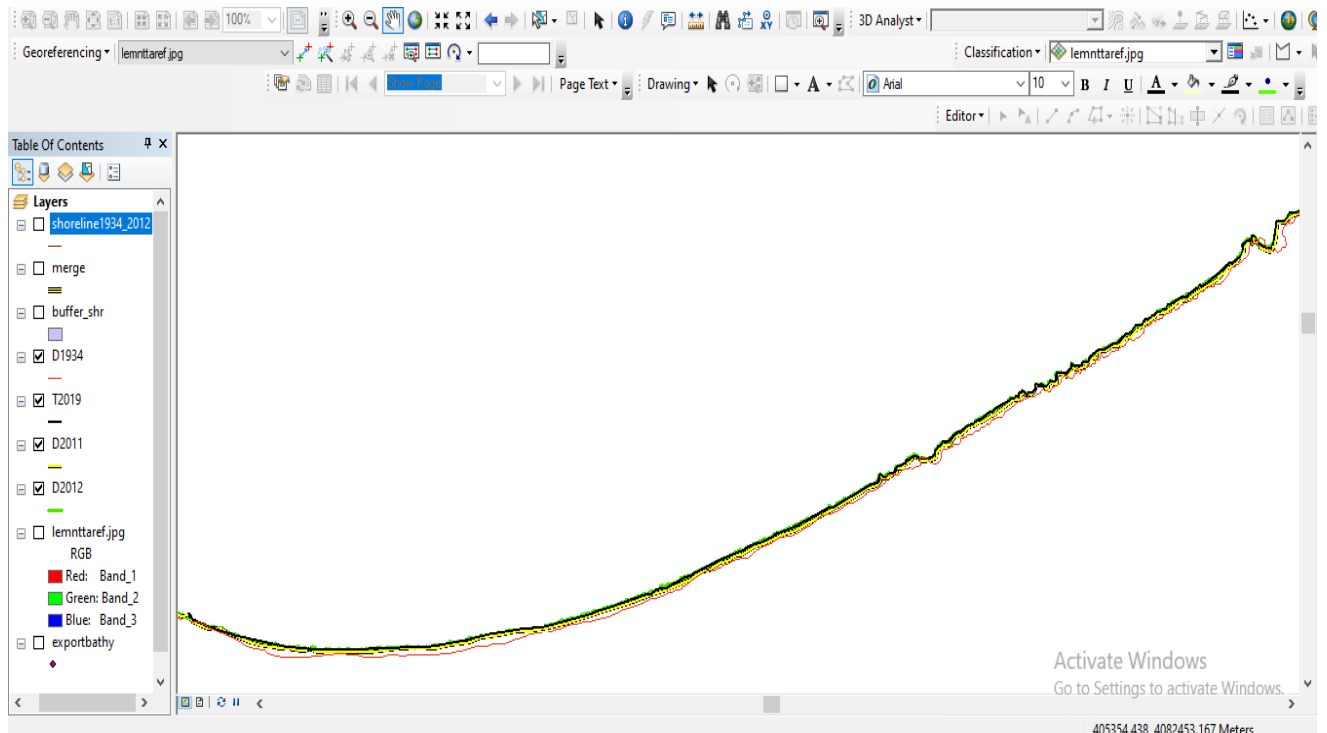


Figure 27: La création des traits de cote de la zone d'étude.

5.3.2 Création de la couche « Baseline »

La ligne de base considérée comment étant une ligne de référence pour Dsas et elle est très nécessaire dans le but de la génération des transects, ainsi que pour le calcul statistique de l'évolution des traits de côte.

Elle représente une classe d'entité sous Arc Gis qui elle a le système de coordonnées projeté (WGS84_UTM) et le type de géométrie (une ligne).

5.3.3 Création des transects :

Ces transects ont été réalisés grâce à la fenêtre de dialogue du Dsas, les traits de cote et la ligne de base ; caractérisés par un nombre 497 transects et par une longueur de 100 m et une distance 05 m qui sépare 2 transects successifs.

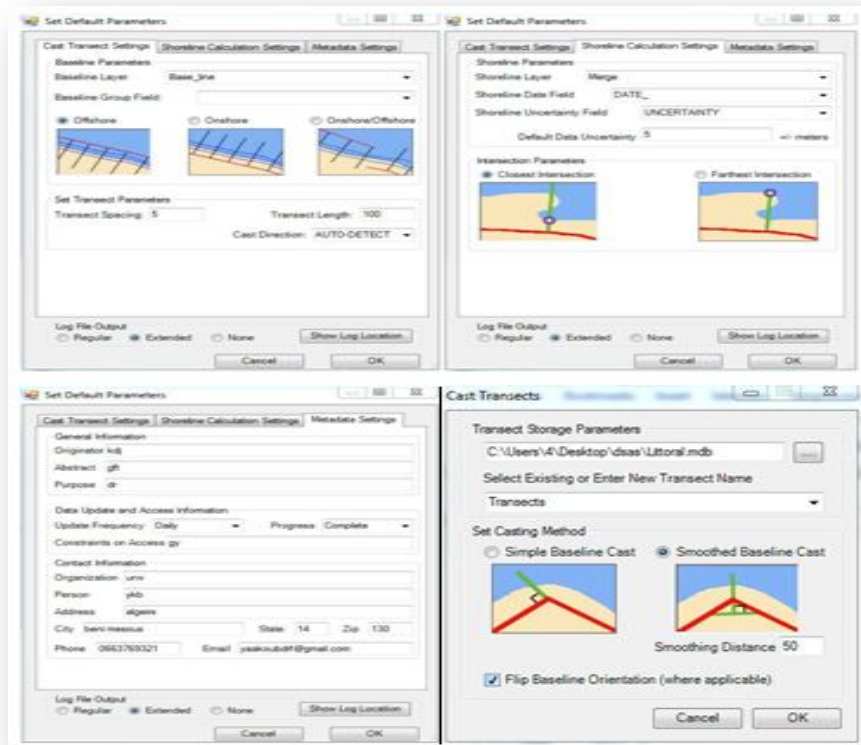


Figure 28: Fenêtre de dialogue de la création des transects sur logiciel Arc GIS/extension Dsas.

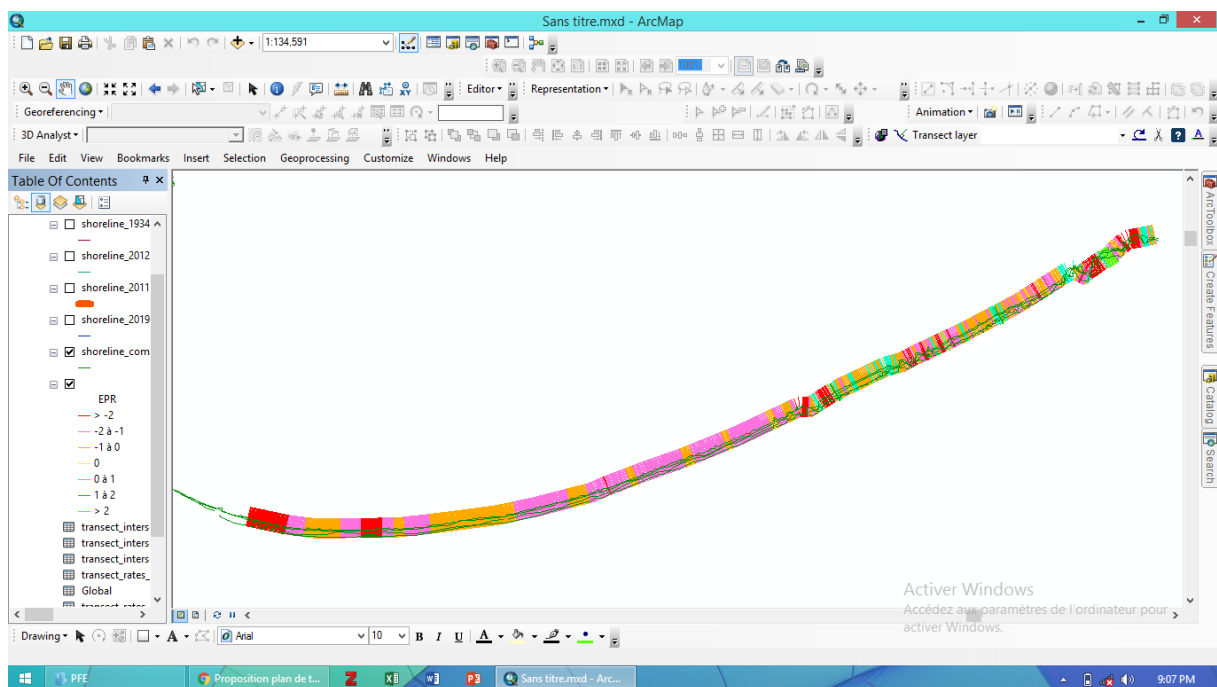


Figure 29: Création des transects sur logiciel Arc GIS/extension Dsas.

5.4 Lancement de calcul

Les taux de changements de rivages sont calculés en utilisant la méthode EPR.

5.4.1 Analyse de la méthode End Point Rate (EPR) :

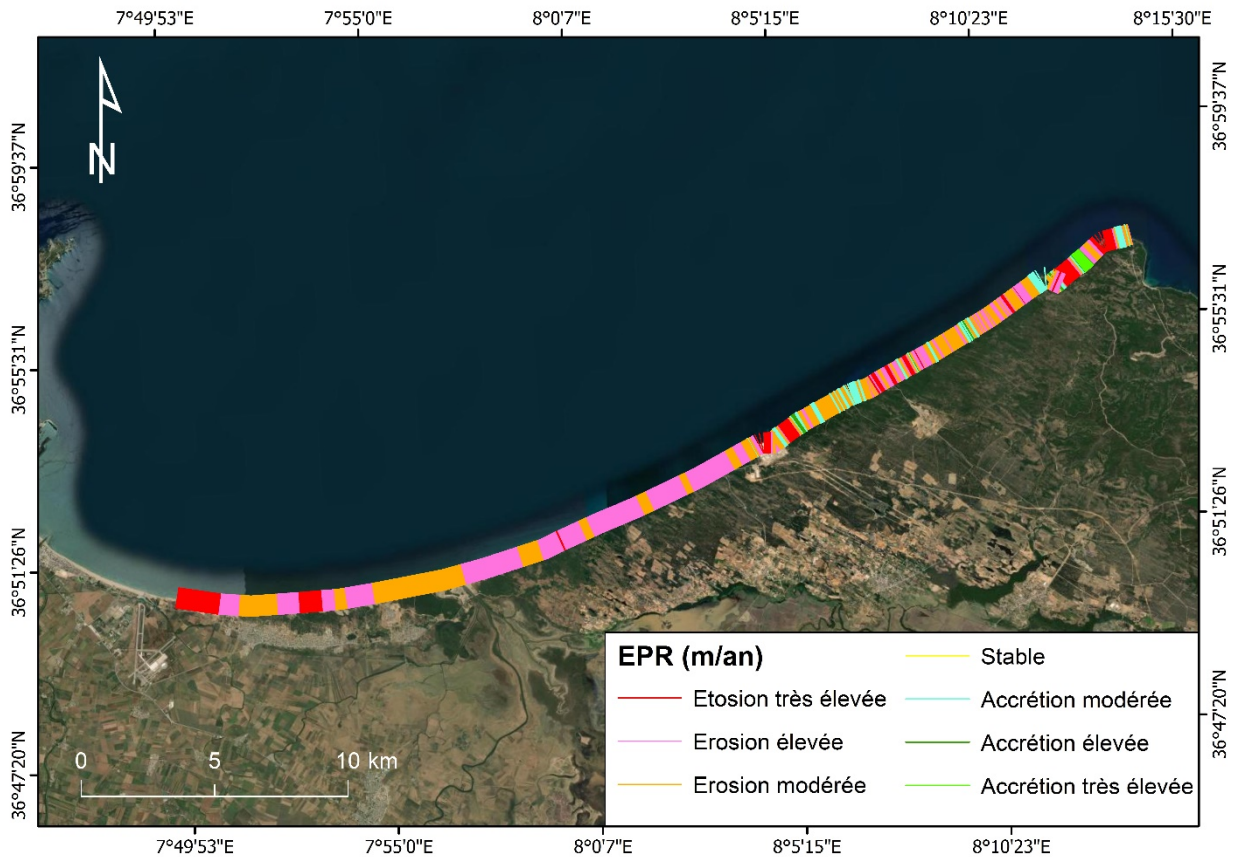


Figure 30: Résultat cartographique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode EPR en (m/an) entre 1934 et 2019.

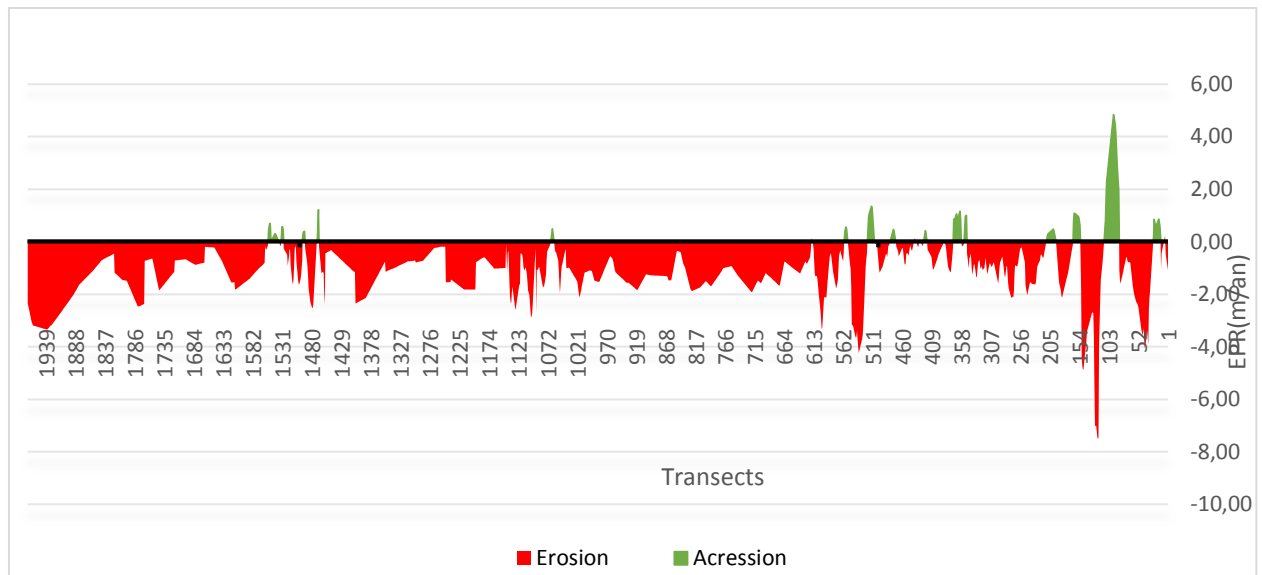


Figure 31: Résultat cartographique de l'état d'érosion et de l'accumulation en utilisant la méthode EPR en (m/an) entre 1934 et 2019.

Commentaire :

Les deux Figure 43, montrent les vitesses en m/an de variation entre le trait de côte de l'année 1934 et l'autre de l'année 2019.

Le taux moyen général de vitesse de l'érosion de cette zone d'étude est très important et présente la valeur 1.31 m/an tout le long de la cote d'El Taref, par contre la zone d'étude caractérise aussi par une vitesse moyenne de l'accumulation 1.16 m/an au niveau des embouchures des oueds.

5.4.2 Explication des résultats

Ces résultats obtenus peuvent s'expliquer à cause ces notions :

-la forme et la nature du substrat et du rivage peuvent contrôler les activités hydro sédimentaires, tel que les plages sableuses caractérisent par un aspect érosif très fort, leur érosion ou leur accumulation dépend de leurs formes et de l'hydrodynamisme (force, direction des houles et vagues, les courants),

5.4.3 Bilan surfacique de la zone d'étude

Le changement du rivage durant les 78 ans permet d'estimer les pertes et gains de sédiments exprimés en unité de surface tout au long de la zone d'étude à partir de la digitalisation des traits de cote.

.

6 Conclusion :

L'analyse chronologique des traits de côte pendant 84 ans a permis de déterminer les tendances et changement évolutives de la zone d'étude Taref qui a connu une érosion plus importante que d'accumulation.

Discussion

La submersion marine correspond à une inondation temporaire ou permanente d'une zone côtière par la mer. Elle est due aux tempêtes ou aux ouragans peut dans certains cas provoque la rupture d'ouvrages de protection comme des digues ou encore des dunes. Ce phénomène en raison de sa vitesse et de sa violence s'avère particulièrement impressionnant. Il concerne principalement les zones littorales proches des estuaires.

D'après les résultats de l'érosion obtenues 110,09m pendant 84ans, on constate que le taux d'érosion par an est vraiment important l'équivalent de 1,31m par an.

En suite d'après les résultats de l'étude bathymétrique de la zone en 2019 qui confirme que la morphologie du fond marin du trais de cote jusqu'à la profondeur de 20m était une pente abrupt donc l'érosion est forte et effectivement selon l'étude sur l'évolution du trais de cote la zone subit une forte érosion.

Et aussi la zone d'intérêt correspond à une plaine côtière avec un réseau hydrographique vraiment dense donc le risque de production d'une submersion marine est probable.

Mais en réalité 1 zones profitent d'un apport plus ou moins régulier en sédiments qui permettent de reconstituer le stock de sable perdu à cause de l'érosion.

A ne pas oublier que la zone à une formation dunaire et alluvionnaire d'âge quaternaire constitue la roche réservoir du système aquifère d'El-Tarf.

En plus Le cordon dunaire représenté par un massif constitué essentiellement de sable d'origine marine. Il affleure largement entre le village de Chatt et la ville d'El-Kala. **(Hani,2003).**

Donc la probabilité que l'inondation est d'origine marine c'est-à-dire il s'est produit une submersion marine est vraiment faible.

Cause d'inondations dans la ville d'el tarf :

- Pluviométrie intense et irrégulière atteignant les 800à 1500mm/an (orages)
- Pente très faible favorisant la stagnation des eaux
- Un nombre important de centre(sept) situés dans les zones basses(ainassel,tarf, bouteldja, lac des oiseaux, ben m'hidi, besbes et dréan)
- La superficie du bassin versant de la MAFRAGH est importante
- L'embouchure de la MAFRAGH ne véhicule pas le débit de crue provoqué par tous les oueds à la fois nature des sols plaine d'el tarf argileux(perméabilité faible)
- Présence d'obstacles naturels(dépôts d'alluvions arbustes...)
- Existence d'un nombre important de méandres (Bounamoussa, Kebir etSeybouss)

En plus des causes naturelles, d'autre produites par l'homme agissent en faveur de ce problème tel que :

- L'absence d'entretien des émissaires naturels : Oued el kebir et oued bouhalloufa, oued dardane, oued boulahtane, oued seybouss, oued besbes et oued bouhallah
- L'insuffisance d'un réseau d'assainissement dans le périmètre de bounamoussa et son absence dans la plaine d'el tarf et bouteldja, sachant que

ce secteur de plaine est le réceptacle de toutes les eaux provenant des bassins

versants de bougous, guergour, bouhalloufa et boulahtan

- La réalisation de certains chemins communaux dans la commune de boutheldja, du lac des oiseaux et de berrihane, ou quelques tronçons constituent de véritables obstacles pour l'écoulement normal des eaux vers les exutoires naturels.

Charriage constant de matériaux solides provenant des terrassements (chantiers de construction).

Références Bibliographiques

ATTOUI .B ,KHERICLI.N,BOUSNOUBRA.H(2014) : Uses of a new method for determining the vulnerability and risk of pollution of major groundwater reservoirs in the region of Annaba-Bouteldja (NE Algeria), Environmental earth sciences ,vol 3,N,page 1-13

Ait Brahim L. et Sossey Alaoui F., (2002) - Utilisation de la télédétection pour l'analyse de la fracturation du domaine interne rifain (Maroc) : relation avec la répartition des sources. Revue canadienne : Télédétection n° 22 pp 123-135.

DNEF. 1990. Projet d'inventaire par Télédétection des Ressources Ligneuses et de l'occupation Agricole des terres au Mali (Feuille n°20) Ministère de l'élevage et de l'Agriculture, 1990.

EAC. 2001. Enquête agricole de conjoncture campagne 2000/2001. s.l. : MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL, 2001. PP 11.

INSTAT. 2011. 4ème Recensement général de la population et de l'habitat du mali : Tome 1. Tome 2. Bamako : MINISTERE DE L'ECONOMIE ET DES FINANCES, 2011.

Mahé, Gil, et al. 2011. Dynamique hydrologique du Delta intérieur du Niger (Mali). Gestion intégrée des zones inondables tropicales. Paris : IRD, 2011, pp. 180-182.

MEA. 2009. Evaluation intégrée des écosystèmes : cas de la région de Mopti au mali. 2009.

Salah Eddine BACHIR BOUIADJRA, Wael EL ZEREY , Khaloufi BENABDELI. 2011. Etude diachronique des changements du couvert végétal dans un écosystème montagneux par télédétection spatiale : cas des monts du Tessala (Algérie occidentale). Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement,. 2011, Vol. V.

UICN. 2009. Projet d'appui à la gestion des écosystèmes dégradés de quatre terroirs du Delta Intérieur du Niger .Rapport d'évaluation, 2009.

UICN. 2014. Réhabilitation des Écosystèmes Dégradés du Delta Intérieur du Niger. WETLANDS INTERNATIONAL : BERCAP-SAHEL, 2014. PP 9,11-14,33.

Ait Brahim L, Tabyaoui H.,et Abdelouafi A.et Chotin P., (2001) - Modèle de déformation de l'avant pays rifain (MontBéni Snassen, maroc) au mi-pliocène à partir des données microtectoniques et satellitairesSpot,ERS1. Télédétectionphoto interprétation 2ème semestre n°1-2, pp. 1-11. Editions ESKA, France.

Ait Brahim L., Nakhcha Ch., Mansour M., Abdelouafi A et Sami H (2005)- Utilisation de la télédétection spatiale et du MNT pour l'analyse de la fracturation dans la région d'Al Hoceima

(relation avec les glissements de terrains) Rif, Maroc. 12ème congrès de l'Association Québécoise de Télédétection, tenu dans le cadre du 73ème congrès de l'ACFAS.

Hostache R., Puech ch., (2005). Imagerie satellitaire et inondations de plaine. Des images aux hauteurs d'eau. Séminaire de restitution du projet Ret T CNES, Toulouse. 44p.

Hostache R., (2006). Analyse d'images satellitaires d'inondations pour la caractérisation tridimensionnelle de l'aléa et l'aide à la modélisation hydraulique. Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale du Génie Rurale, des Eaux et Forêts, Montpellier, France. 256p.

Ait Brahim L, Tabyaoui H., et Abdelouafi A. et Chotin P., (2001) - Modèle de déformation de l'avant pays rifain (MontBéni Snassen, maroc) au moi-pliocène à partir des données microtectoniques et satellitaires Spot, ERS1. Télédétection photo interprétation 2ème semestre n°1-2, pp. 1-11. Editions ESKA, France.

BOUMAIZA L. (2003): Contribution à l'étude des caractéristiques hydrogéologique et hydrochimiques des dépôts sableux d'ECHATT (Nord-Est Algérien). Mémoire d'ingénieur Université d'Annaba P71-72.

BOUSNAOBRA H. (2002) : Ressources en eaux des régions de Skikda, Annaba, El-Tarf, Geulma, Souk Ahras, évaluation, gestion et perspective de vulnérabilité et protection. Doctorat. Université d'Annaba.

Annexe 1 :

FID	Shape *	FID_	x	y	Z
0	Point ZM	0	429358	4088388	-4
1	Point ZM	1	427182	4087632	-4
2	Point ZM	2	423073	4085523	-4
3	Point ZM	3	413036	4080944	-4
4	Point ZM	4	405691	4078700	-4
5	Point ZM	5	402317	4078286	-4
6	Point ZM	6	396669	4078391	-4
7	Point ZM	7	391071	4080876	-4
8	Point ZM	8	390965	4080944	-4
9	Point ZM	9	390471	4083040	-4
10	Point ZM	10	390423	4083663	-4
11	Point ZM	11	391577	4084783	-4
12	Point ZM	12	391598	4085203	-4
13	Point ZM	13	390607	4086039	-4
14	Point ZM	14	389805	4087685	-4
15	Point ZM	15	391867	4090207	-4
16	Point ZM	16	392193	4091643	-4
17	Point ZM	17	426149	4086998	-1
18	Point ZM	18	424451	4086167	-1
19	Point ZM	19	421458	4084818	-1
20	Point ZM	20	417638	4082998	-1
21	Point ZM	21	409044	4079404	-1
22	Point ZM	22	398977	4078015	-1
23	Point ZM	23	398124	4078047	-1
24	Point ZM	24	396185	4078384	-1
25	Point ZM	25	393269	4079433	-1
26	Point ZM	26	392168	4080399	-1
27	Point ZM	27	391475	4081792	-1
28	Point ZM	28	390083	4083357	-1
29	Point ZM	29	390863	4085527	-1
30	Point ZM	30	390303	4086510	-1
31	Point ZM	31	390276	4088280	-1
32	Point ZM	32	390392	4089364	-1
33	Point ZM	33	391724	4090250	-1
34	Point ZM	34	391974	4080006	0

exportbathy (0 out of 1034 Selected)

Annexe 2 : Réseau routier

Table

Roads_OSM

FID	Shape *	osm_id	name	ref	type	oneway	bridge	maxspeed	Level	Type route	
0	Polyline	28373869	Boulevard ERNESTO Che GUEVARA		secondary	0	0	0	2	secondary	
1	Polyline	28398102	Rue de l'Avant Port		tertiary	0	0	0	2	secondary	
2	Polyline	28398142			secondary	1	0	0	2	secondary	
3	Polyline	28398203	Rue du 24 Février 1956		secondary	0	0	0	2	secondary	
4	Polyline	28523804	cité des milles logements		residential	1	0	0	2	secondary	
5	Polyline	28523825			residential	0	0	0	2	secondary	
6	Polyline	28523848	pour la plage		tertiary	1	0	0	2	secondary	
7	Polyline	28523898	Rue du CONGO		residential	0	0	0	2	secondary	
8	Polyline	28523908	Rue du CAMEROUN		residential	0	0	0	2	secondary	
9	Polyline	28523946	Rue d'ETHIOPE		residential	0	0	0	2	secondary	
10	Polyline	28523972	Rue d'EGYPTE		residential	0	0	0	2	secondary	
11	Polyline	28523979	Rue de CRTA		residential	0	0	0	2	secondary	
12	Polyline	28523988	Rue de TINGAD		residential	0	0	0	2	secondary	
13	Polyline	28523992	Rue d'ANGOLA		residential	0	0	0	2	secondary	
14	Polyline	28524116	Rue de la Mauritanie		residential	0	0	0	2	secondary	
15	Polyline	28524124	Rue de Madagascar		residential	0	0	0	2	secondary	
16	Polyline	28524142	Rue de Liberia		residential	0	0	0	2	secondary	
17	Polyline	28524147	Rue Khremissa		residential	0	0	0	2	secondary	
18	Polyline	28524162	Rue Taghaste		residential	0	0	0	2	secondary	
19	Polyline	28524170	Rue Djemla		residential	0	0	0	2	secondary	
20	Polyline	28524175	Rue du GHANA		residential	0	0	0	2	secondary	
21	Polyline	28524190			residential	0	0	0	2	secondary	
22	Polyline	28524246	Rue de Lybie		residential	0	0	0	2	secondary	
23	Polyline	28524249			secondary	0	0	0	2	secondary	
24	Polyline	28524252	Boulevard de la Libération		tertiary	0	0	0	2	secondary	
25	Polyline	33100305			residential	0	0	0	2	secondary	
26	Polyline	33100359	Rue de Rodhésie du Sud		residential	0	0	0	2	secondary	
27	Polyline	36492405		RN44	trunk	1	0	0	1	primary	
28	Polyline	36498889		N44	trunk	1	0	0	1	primary	
29	Polyline	36498434			trunk	1	0	0	1	primary	
30	Polyline	37785460	Route d'El Kala		RN16	trunk	1	0	0	1	primary
31	Polyline	38892395			RN16	trunk	0	1	0	1	primary
32	Polyline	38892397			RN16	trunk	1	0	0	1	primary
33	Polyline	38892402			N44	trunk	1	0	0	1	primary
34	Polyline	38892403			trunk	1	0	0	1	primary	
35	Polyline	38892404			primary_link	1	0	0	1	primary	
36	Polyline	38892405			primary_link	1	0	0	1	primary	
37	Polyline	38892406			primary_link	1	0	0	1	primary	
38	Polyline	38892419			RN16	trunk	1	0	0	1	primary
39	Polyline	38892434			RN21	trunk	1	0	0	1	primary

1 (0 out of 2194 Selected)

Activier Windows
Accédez aux paramètres pour activer Windows.

Annexe 3 :

Table

Settlements

FID	Shape *	osm_id	name	type	population
0	Point	299618513	Annaba - انابا	city	257399
1	Point	299698024	Souk Ahras	city	152529
2	Point	298824735	Guelma - قلمة	city	157534
3	Point	425296581	Oum Teboul	village	0
4	Point	425296888	El Aïoun	village	0
5	Point	425297963	El Kala	town	0
6	Point	425299676	Ain El Assel	village	0
7	Point	425300501	El Tarf - الحارثية	city	25594
8	Point	425301207	Douar Guergour	village	0
9	Point	425302343	Bouteldja	village	0
10	Point	425302951	Sidi Kassil	village	0
11	Point	425303909	Ben M'hidi	village	0
12	Point	425307289	Berrahal	village	0
13	Point	443019113	M'Daourouch	town	0
14	Point	443019171	Drea	village	0
15	Point	443022305	Zaroura	village	0
16	Point	443023044	Ain Semour	village	0
17	Point	443023131	Mechroha	village	0
18	Point	443023359	Oued Cheham	village	0
19	Point	443023495	Ain Tahamime	village	0
20	Point	443023570	Boucheghouf	town	0
21	Point	443023939	Oued Fragha	village	0
22	Point	443024328	Ain Ben Beida	village	0
23	Point	443024583	Drean	town	0
24	Point	443024715	Chbaïta Mokhtar	village	0
25	Point	443025997	El Hadjar	town	0
26	Point	443026615	El Bouni	village	0
27	Point	443123828	Ain Reggada	village	0
28	Point	443124959	Oued Zenati	town	0
29	Point	443124986	Ras El Akba	village	0
30	Point	443125192	Announa	village	0
31	Point	443125248	Ain Amara	village	0
32	Point	443125288	Ain Hassania	village	0
33	Point	443125684	Belkheir	village	0
34	Point	443126471	Boumahra Ahmed	village	0
35	Point	443130838	Ouled Driss	village	0
36	Point	443130837	Ain Zana	village	0
37	Point	443132308	Helopolis	village	0
38	Point	443132332	Ferdjoudj	village	0
39	Point	443132335	Guelaa Bou Sbaa	village	0

1 (0 out of 158 Selected)

Activier Windows
Accédez aux paramètres pour activer Windows.

365536,166 4081874,112 Meters

Annexe4 :

Table

landcover_l8_20130607

FID	Shape *	ID	GRIDCODE	Landcover	LC_AreaSok
0	Polygon	15478	3	Dense vegetation / Forest	0.00025
1	Polygon	15479	4	Mineral/Urban	0.00025
2	Polygon	15519	3	Dense vegetation / Forest	0.00088
3	Polygon	15520	2	Agriculture / Vegetation	0.000708
4	Polygon	15521	2	Agriculture / Vegetation	0.000595
5	Polygon	15522	2	Agriculture / Vegetation	0.000595
6	Polygon	15523	3	Dense vegetation / Forest	0.0005
7	Polygon	15524	4	Mineral/Urban	0.000585
8	Polygon	15525	3	Dense vegetation / Forest	0.000585
9	Polygon	15589	4	Mineral/Urban	0.0009
10	Polygon	15570	4	Mineral/Urban	0.000576
11	Polygon	15571	3	Dense vegetation / Forest	0.000616
12	Polygon	15572	3	Dense vegetation / Forest	0.002605
13	Polygon	15573	2	Agriculture / Vegetation	0.001788
14	Polygon	15574	3	Dense vegetation / Forest	0.000616
15	Polygon	15575	3	Dense vegetation / Forest	0.000616
16	Polygon	15576	3	Dense vegetation / Forest	0.000616
17	Polygon	15577	3	Dense vegetation / Forest	0.001485
18	Polygon	15619	2	Agriculture / Vegetation	0.009063
19	Polygon	15620	2	Agriculture / Vegetation	0.000616
20	Polygon	15621	2	Agriculture / Vegetation	0.010493
21	Polygon	15622	4	Mineral/Urban	0.0009
22	Polygon	15623	2	Agriculture / Vegetation	0.002688
23	Polygon	15624	4	Mineral/Urban	0.002688
24	Polygon	15625	4	Mineral/Urban	0.000616
25	Polygon	15626	5	Swamp	0.000576
26	Polygon	15671	4	Mineral/Urban	0.001296
27	Polygon	15672	2	Agriculture / Vegetation	0.006267
28	Polygon	15673	3	Dense vegetation / Forest	0.000616
29	Polygon	15674	2	Agriculture / Vegetation	0.000576
30	Polygon	15675	2	Agriculture / Vegetation	0.000616
31	Polygon	15720	2	Agriculture / Vegetation	0.0009
32	Polygon	15721	4	Mineral/Urban	0.0027
33	Polygon	15750	3	Dense vegetation / Forest	0.000616
34	Polygon	15751	3	Dense vegetation / Forest	0.001046
35	Polygon	15752	2	Agriculture / Vegetation	0.000616
36	Polygon	15753	4	Mineral/Urban	0.0009
37	Polygon	15789	2	Agriculture / Vegetation	0.002418
38	Polygon	15790	2	Agriculture / Vegetation	0.005233
39	Polygon	15791	2	Agriculture / Vegetation	0.000616

(0 out of 62317 Selected)

waterways_ospm

FID	Shape *	osm_id	name	type	width
0	Polyline	37756781		river	0
1	Polyline	39317173		river	0
2	Polyline	39427862		stream	0
3	Polyline	42050293		stream	0
4	Polyline	42063664		stream	0
5	Polyline	42063763		stream	0
6	Polyline	42065604		stream	0
7	Polyline	42105644		canal	0
8	Polyline	42105689		river	0
9	Polyline	42151131		stream	0
10	Polyline	42154188		stream	0
11	Polyline	86143076		dam	0
12	Polyline	97965783		ditch	0
13	Polyline	97965928	Oued Mahatab	river	0
14	Polyline	101266096		stream	0
15	Polyline	103507643		river	0
16	Polyline	103507669		river	0
17	Polyline	103510667	Oued el Serrat	river	0
18	Polyline	114017998		dam	0
19	Polyline	114017999		dam	0
20	Polyline	140633851		dam	0
21	Polyline	150215553	Barrage Beni MTir	dam	0
22	Polyline	150261271	Oued El Kebir	river	0
23	Polyline	150261276	Oued Mahatab	dam	0
24	Polyline	150261277	Oued Sidi Salem	dam	0
25	Polyline	150261296	Oued Sidi Salem	stream	0
26	Polyline	150261372		stream	0
27	Polyline	150261373		river	0
28	Polyline	150261374		river	0
29	Polyline	177805962		dam	0
30	Polyline	177805966		river	0
31	Polyline	177805987		dam	0
32	Polyline	177806089		dam	0
33	Polyline	177807855		dam	0
34	Polyline	177959795		dam	0
35	Polyline	177960794		dam	0
36	Polyline	177960795		dam	0
37	Polyline	177961891		dam	0
38	Polyline	179208648		drain	0
39	Polyline	183598285		river	0

(0 out of 143 Selected)

waterways_ospm

Annexe5 :

Table

waterways_ospm

FID	Shape *	osm_id	name	type	width
0	Polyline	37756781		river	0
1	Polyline	39317173		river	0
2	Polyline	39427862		stream	0
3	Polyline	42050293		stream	0
4	Polyline	42063664		stream	0
5	Polyline	42063763		stream	0
6	Polyline	42065604		stream	0
7	Polyline	42105644		canal	0
8	Polyline	42105689		river	0
9	Polyline	42151131		stream	0
10	Polyline	42154188		stream	0
11	Polyline	86143076		dam	0
12	Polyline	97965783		ditch	0
13	Polyline	97965928	Oued Mahatab	river	0
14	Polyline	101266096		stream	0
15	Polyline	103507643		river	0
16	Polyline	103507669		river	0
17	Polyline	103510667	Oued el Serrat	river	0
18	Polyline	114017998		dam	0
19	Polyline	114017999		dam	0
20	Polyline	140633851		dam	0
21	Polyline	150215553	Barrage Beni MTir	dam	0
22	Polyline	150261271	Oued El Kebir	river	0
23	Polyline	150261276	Oued Mahatab	dam	0
24	Polyline	150261277	Oued Sidi Salem	dam	0
25	Polyline	150261296	Oued Sidi Salem	stream	0
26	Polyline	150261372		stream	0
27	Polyline	150261373		river	0
28	Polyline	150261374		river	0
29	Polyline	177805962		dam	0
30	Polyline	177805966		river	0
31	Polyline	177805987		dam	0
32	Polyline	177806089		dam	0
33	Polyline	177807855		dam	0
34	Polyline	177959795		dam	0
35	Polyline	177960794		dam	0
36	Polyline	177960795		dam	0
37	Polyline	177961891		dam	0
38	Polyline	179208648		drain	0
39	Polyline	183598285		river	0

(0 out of 143 Selected)

waterways_ospm

Annexe6:

OBJECTID	TransectId	TCD	EPR	ECI	NSM	LRR
1	38	740	-1.09	0.07	-92.63	1.05
2	39	760	-0.94	0.07	-79.70	1.21
3	40	780	-0.78	0.07	-66.77	1.34
4	41	800	-0.63	0.07	-53.83	1.46
5	42	820	-0.45	0.07	-37.94	1.58
6	43	840	0.22	0.07	18.85	2.18
7	44	860	0.11	0.07	9.40	1.96
8	45	880	0.00	0.07	-0.06	1.74
9	46	900	-0.11	0.07	-9.53	1.53
10	47	920	-0.22	0.07	-18.98	1.31
11	48	940	-0.33	0.07	-28.44	1.09
12	49	960	-0.45	0.07	-37.90	0.88
13	50	980	-1.08	0.07	-92.28	0.02
14	51	1000	0.26	0.07	22.39	1.51
15	52	1020	0.60	0.07	51.35	2.05
16	53	1040	0.74	0.07	62.56	2.28
17	54	1060	0.85	0.07	72.07	2.50
18	55	1080	0.79	0.07	66.93	2.15
19	56	1100	0.73	0.07	61.79	1.55
20	57	1120	0.67	0.07	56.65	1.33
21	58	1140	0.61	0.07	51.50	1.25
22	59	1160	0.58	0.07	49.34	1.19
23	60	1180	0.67	0.07	56.73	1.17
24	61	1200	0.75	0.07	64.12	1.16
25	62	1220	0.84	0.07	71.51	1.14
26	63	1240	0.15	0.07	12.64	0.76
27	64	1260	-0.19	0.07	-16.24	0.49
28	65	1280	-0.53	0.07	-45.12	0.22
29	66	1300	-0.87	0.07	-74.00	-0.05
30	67	1320	-1.21	0.07	-102.89	-0.30