



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ ABDELHAMID IBN BADIS - MOSTAGANEM

**Faculté des Sciences Exactes et de l'Informatique**  
**Département de Mathématiques et d'Informatique**  
**Filière : Informatique**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES  
Pour l'Obtention du Diplôme de Master en Informatique  
Option : **Systemes d'Information Géographique**

THEME :  
**L'utilisation de la télédétection et des SIG pour la détermination  
des sites à risques d'inondation dans une zone urbaine  
Cas de la wilaya de RELIZANE .**

Etudiantes : **«Benhamama bedra»**

**« Bessedik Amina »**

Encadrant : **« Mr. Hartani Ahmed »**

Année Universitaire 2015/2016

## **Résumé**

Le problème des inondations n'est pas une nouveauté, de tout temps l'homme a eu de bonnes raisons de s'installer dans des zones occasionnellement inondables, ou il avait un meilleur accès à la ressource en eau, à son potentiel énergétique et à la richesse agricole des sols concernés. Le bassin versant de l'Oued Mina en Algérie est caractérisé par une grande irrégularité dans les précipitations et une forte pente.

L'objectif de la présente étude est d'évaluer le risque d'inondation dans une zone urbaine (la wilaya de RELIZANE), dans un souci de prévention, à travers l'utilisation couplée de la Télédétection et des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG).

L'idée est d'utiliser les hauteurs de pluies pour faire la simulation afin de déterminer les sites à risque d'inondation dans la wilaya de RELIZANE.

L'établissement d'une politique de lutte et de prévision contre cet aléa naturel, est une préoccupation pour les décideurs pour mieux gérer l'espace et orienter les différents programmes de développement en fonction de la vulnérabilité de la région à l'inondation.

**Mots-clés :** Télédétection, Système d'information géographique, L'inondation, L'oued Mina, Relizane, Simulation.

## Sommaire

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Introduction générale .....                                             | 1  |
| Chapitre I La télédétection et système d'information géographique. .... |    |
| I .Introduction.....                                                    | 3  |
| Partie I : La télédétection .....                                       | 3  |
| I.Définition .....                                                      | 3  |
| II.Principe de base de la télédétection .....                           | 3  |
| III.Détection passive et active .....                                   | 4  |
| IV. Systèmes de télédétection .....                                     | 4  |
| V. Applications de la télédétection .....                               | 5  |
| VI. Surveillance des inondations.....                                   | 9  |
| Partie II : Système d'information géographique(SIG) .....               | 10 |
| I. Définition .....                                                     | 10 |
| II. Propriétés .....                                                    | 11 |
| III. Composants d'un SIG .....                                          | 11 |
| IV. Les différentes couches .....                                       | 12 |
| V. Quelques concepts de base .....                                      | 13 |
| V.1. Mode vecteur et raster .....                                       | 13 |
| VI. Structure du SIG.....                                               | 14 |
| VII. Fonctionnalités du SIG .....                                       | 15 |
| VII.1. Abstraction.....                                                 | 15 |
| VII.2. Acquisition des données .....                                    | 15 |
| VII.3. Archivage.....                                                   | 15 |
| VII.4. Analyse .....                                                    | 16 |
| VII.5. Affichage .....                                                  | 16 |
| VIII. Domaine d'application des SIG .....                               | 17 |
| IX. Les Systèmes d'Information géographique vous permettent.....        | 17 |
| II. Justification et choix du modèle .....                              | 18 |
| III. Conclusion.....                                                    | 18 |
| Chapitre II les phénomènes d'inondation .....                           |    |

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I .Introduction.....                                                                                               | 19 |
| II. Définition.....                                                                                                | 19 |
| III. Types d'inondations .....                                                                                     | 19 |
| III.1. Inondations de plaines .....                                                                                | 19 |
| III.2. Inondation par remontées des nappes phréatiques .....                                                       | 20 |
| III.3. Inondations par crues torrentielles .....                                                                   | 21 |
| III.4. Inondations par ruissellement en secteur urbain .....                                                       | 21 |
| III.5. Inondations par rupture d'ouvrage ou d'embâcle.....                                                         | 22 |
| III.6. Inondations marines .....                                                                                   | 22 |
| IV. Risque d'inondation .....                                                                                      | 22 |
| IV.1. La vulnérabilité .....                                                                                       | 23 |
| IV.2. L'aléa .....                                                                                                 | 23 |
| V. La Crue .....                                                                                                   | 23 |
| V.1. Causes et types des crues catastrophiques en Algérie .....                                                    | 23 |
| V.1.1. Les causes des inondations.....                                                                             | 24 |
| V.1.1.1. les inondation liées a' des situation météorologique remarquable.....                                     | 24 |
| V.1.1.2. Les inondations provoquées par des facteurs liés à l'effet de l'homme .....                               | 24 |
| V.1.1.3. Les inondations produites dans des régions présentant un environnement topographique défavorable .....    | 24 |
| V.1.2. Types des crues .....                                                                                       | 24 |
| V.1.2.1. Les inondations engendrées par des crues torrentielles.....                                               | 24 |
| V.1.2.2. Les inondations des grands bassins-versants.....                                                          | 25 |
| VI. Les inondations les plus catastrophiques survenues en Algérie .....                                            | 25 |
| VI.1. Inondations causées par des pluies orageuses localisées .....                                                | 25 |
| VI.2. Inondations des grands bassins versants (pluies généralisées) .....                                          | 25 |
| IV.POLITIQUE ALGERIENNE DE GESTION DU RISQUE INONDATION.....                                                       | 26 |
| VII.outiles utilises pour l'aide a la cartographie du risque inondation .....                                      | 26 |
| VII.1.UTILISATIONDESMODELES,HYDROLOGIQUES/HYDRAULIQUES.....                                                        | 27 |
| VII.2.utilisation de la teledetection spatiale et aeriene (hphotographie aeriene et images..... satellitaires..... | 27 |
| VII.3. UTILISATION DU SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE.....                                                      | 28 |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Conclusion.....                                                    | 28 |
| Chapitre III présentation de la zone d'étude .....                 |    |
| I Introduction .....                                               | 30 |
| II. Présentation générale de la zone d'étude (RELIZANE) .....      | 30 |
| II.1. Situation géographique .....                                 | 30 |
| II.2. Aspect Administratif.....                                    | 32 |
| V.1.1. Historique des inondations dans la wilaya de Relizane ..... | 33 |
| II.3. Localisation des principales zones inondables .....          | 33 |
| III. Caractéristiques du bassin versant.....                       | 34 |
| III.1. Situation géographique.....                                 | 34 |
| III.2. Aperçu climatologique .....                                 | 35 |
| III.3. Description socio-économique de la région d'étude .....     | 36 |
| III.4. Aspect topographique.....                                   | 39 |
| III.5. Aspects orographiques .....                                 | 39 |
| III.5.1. Le relief .....                                           | 39 |
| III.5.2. La pente .....                                            | 40 |
| III.6. Lithologie .....                                            | 41 |
| Conclusion.....                                                    | 41 |
| chapitre 4 conception et implémentation .....                      |    |
| I. Introduction.....                                               | 42 |
| II. Environnement matériel et logiciel.....                        | 42 |
| II.1. L'outil de réalisation.....                                  | 42 |
| II.1.1. Pourquoi ArcGIS 10 Desktop.....                            | 42 |
| II.2. Choix de la plateforme.....                                  | 43 |
| II.2.1. langage de programmation .....                             | 43 |
| III. Implémentation de la BDD .....                                | 43 |
| IV. Approche méthodologique .....                                  | 44 |
| V. Modélisation.....                                               | 45 |
| V.1. La spécification du diagramme de classes d'analyse .....      | 45 |
| V.2. La spécification du diagramme de classes de conception.....   | 46 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| VI. Implémentation.....   | 47 |
| VII. Conclusion.....      | 55 |
| Conclusion générale ..... | 56 |
| Bibliographie .....       | 57 |

## **Introduction générale**

L'eau peut être une aubaine comme elle peut être une source de problèmes ; elle engendre des situations contradictoires d'une fois de pénuries et d'autre fois d'inondations. Ainsi les inondations sont à l'origine de plus de 80% des catastrophes naturelles enregistrés dans le monde entre 1996 et 2006 provoquant ainsi des dégâts estimés à 500 000 de personnes décédées et de 600 milliards de dollars de pertes économiques .

Pour l'Algérie, les inondations ont marqué comme l'une des catastrophes naturelles les plus nombreuses dont plusieurs étaient dévastatrices, les plus récentes sont :

- ❖ Inondations d'Octobre 2008 (Ghardaïa) : plus de 40 morts et des dégâts matériels très lourds;
- ❖ Inondations du 10-11 novembre 2001 (Bab El -Oued en Alger) : 733 décès et 3000 sans-abri ;
- ❖ Inondations d'Octobre 2000 (ouest algérien) : plus de 24 décès ;
- ❖ Inondations du 24 Octobre 2000 (Sidi Bel Abbes) : 02 décès et d'importants dégâts matériels;

De nombreuses études et observations montrent une irrégularité des pluies, un raccourcissement de la longueur des saisons pluvieuses, une hausse des températures, une persistance et rigueur des saisons sèches. Les saisons des pluies sont réduites avec des débuts tardifs et de fins précoces, perturbant ainsi les calendriers cultureux et les phénomènes météorologiques extrêmes dont les inondations surviennent de façon hasardeuse ces dernières années .Tous ces éléments montrent bien que l'Algérie subit les conséquences du changement climatique, et comme exemple on a la wilaya de Relizane qui a des régions comme oued R'hiou et oued mina qui ont menacé par ce phénomène (risque d'inondation dans la zone urbaine).

C'est dans ce contexte que la présente étude est réalisée avec pour objectif d'évaluer à partir d'une utilisation couplée de la Télédétection et des Systèmes d'Information Géographiques (SIG) le risque d'inondation dans la wilaya de RELIZANE. Cette étude sera menée suivant plusieurs axes qui permettront de cartographier le risque d'inondation par débordement des cours d'eaux et par la remontée de nappe.

Afin de répondre à cette problématique, la cartographie automatique a été la base de notre travail. En effet, en récoltant plusieurs documents cartographiques (cartes topographiques et images satellitaires à différentes dates), associés à des éléments relatifs à l'altitude et d'autres paramètres liés à la fréquentation du phénomène inondation, on a pu mettre en place un SIG (Système d'informations géographiques). Ce système nous a permis de dresser une série de cartes où l'on peut délimiter les aires les plus vulnérables, donc favorables à l'inondation dans les différentes agglomérations de la wilaya.

Ce mémoire nous l'avons organisé en quatre chapitres :

**Chapitre I :** nous allons présenter quelques concepts de base sur la télédétection (définition, principe de base, système de la TLD, domaine d'application,...etc.) et système d'information géographique (définition, composants, structures, fonctionnalités,...etc.).

**Chapitre II :** nous allons présenter les notions de base liées au problème des inondations, avec des définitions relatives à la problématique du risque.

**Chapitre III :** nous allons présenter la zone d'étude de la wilaya de RELIZANE (Présentation de la région, Caractéristiques du bassin versant, Situation géographique, Aperçu climatologique, ...).

**Chapitre IV :** nous allons décrire la phase de conception et implémentation de notre application.



## **I. Introduction**

La télédétection et le système d'information géographique assure de mieux en mieux un renouvellement des données géographiques de tous ordres et une généralisation de l'utilisation des données numériques dans les divers domaines.

Dans ce chapitre nous allons présenter quelques concepts de base sur la télédétection (définition, principe de base, système de la TLD, domaine d'application,...etc.) et système d'information géographique (définition, composants, structures, fonctionnalités,...etc.).

### **Partie I : La télédétection**

#### **I. Définition**

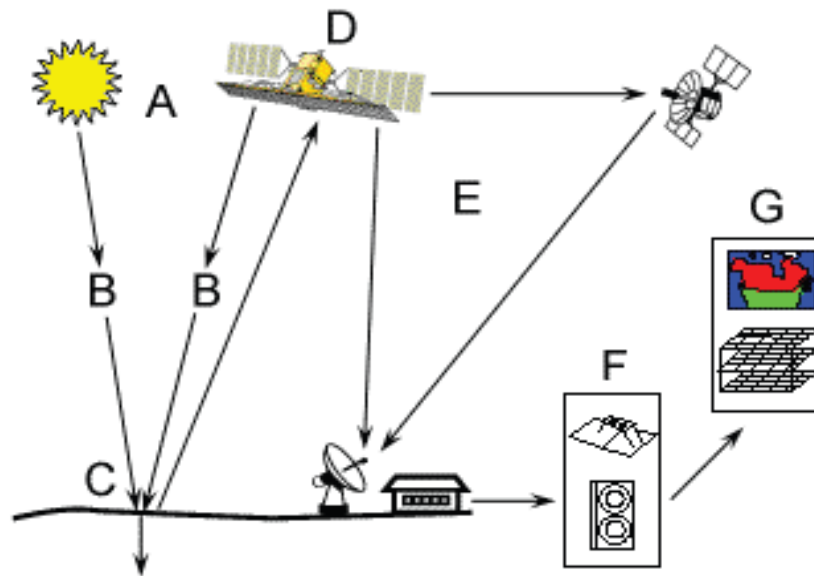
La télédétection est la discipline scientifique qui regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance afin de faire l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir de mesures et d'images obtenues à l'aide de plateformes aéroportées, spatiales, terrestres ou maritimes.

#### **II. Principe de base de la télédétection**

Dans la plupart des cas, la télédétection implique une interaction entre l'énergie incidente et les cibles. Le processus de télédétection au moyen de systèmes imageurs comporte les sept étapes présentées ci-dessous.

Les processus de la télédétection sont les suivants :

- ❖ Source d'énergie ou d'illumination (A).
- ❖ Rayonnement et atmosphère (B). Durant son parcours entre la source d'énergie et la cible, et entre la cible et le capteur, le rayonnement interagit avec l'atmosphère.
- ❖ Interaction avec la cible (C).
- ❖ Enregistrement de l'énergie par le capteur (D). Une fois l'énergie diffusée ou émise par la cible, elle doit être captée par un capteur qui n'est pas en contact avec la cible pour être enfin enregistrée.
- ❖ Transmission, réception et traitement (E). L'énergie enregistrée par le système d'acquisition est transmise, souvent par des moyens électroniques, à une station de réception où l'information est transformée en images (numériques ou photographiques).
- ❖ Interprétation et analyse (F). Une interprétation visuelle et/ou numérique de l'image traitée est ensuite nécessaire pour extraire l'information que l'on désire obtenir sur la cible.
- ❖ Application (G). La dernière étape du processus consiste à utiliser l'information extraite de l'image pour mieux comprendre la cible.



**Figure.1.** Processus de la télédétection.

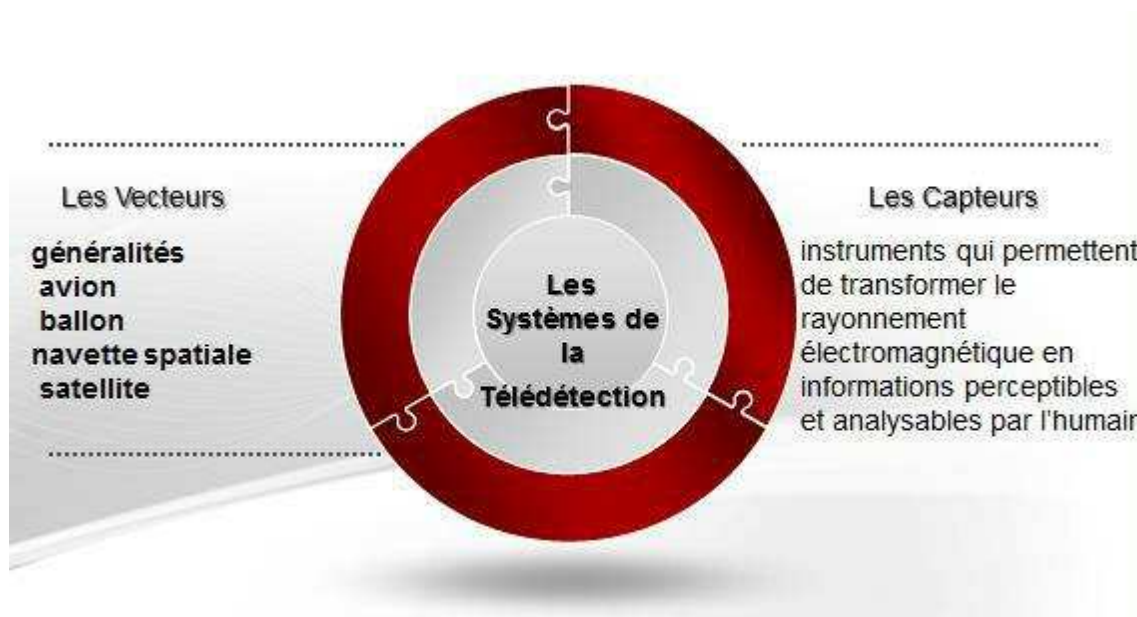
### **III. Détection passive et active**

Le Soleil est une source d'énergie ou de rayonnement pratique pour la télédétection. L'énergie du Soleil est soit réfléchi (la portion visible) ou absorbée et retransmise (infrarouge thermique) par la cible. Les dispositifs de télédétection qui mesurent l'énergie disponible naturellement sont des capteurs passifs. Le capteur passif peut seulement percevoir l'énergie réfléchi lorsque le Soleil illumine la Terre. Il n'y a donc pas d'énergie solaire réfléchi le soir, tandis que l'énergie dégagée naturellement (l'infrarouge thermique) peut être perçue le jour ou la nuit.

Un capteur actif produit sa propre énergie pour illuminer la cible : il dégage un rayonnement électromagnétique qui est dirigé vers la cible. Le rayonnement réfléchi par la cible est alors perçu et mesuré par le capteur. Le capteur actif a l'avantage de pouvoir prendre des mesures à n'importe quel moment de la journée ou de la saison.

### **IV. Systèmes de télédétection**

C'est acquisition d'informations sur un objet ou un phénomène, Le développement des techniques de la télédétection résulte de la conjonction entre l'invention des vecteurs, ballons, avions ou satellites, permettant de s'éloigner de la surface du sol ou de la Terre dans son ensemble, et le constant perfectionnement des capteurs, c'est à dire des appareils permettant d'enregistrer le rayonnement électromagnétique pour reconstituer les caractéristiques de la surface (terre ou océan), ou de l'atmosphère.



**Figure.2.** Les systèmes de la télédétection.

La télédétection satellitaire est actuellement un des seuls outils permettant d'acquérir des informations détaillées en tout point du globe rapidement de manière objective, régulière et répétitive permettant ainsi un suivi des événements environnementaux (pollution, feux de brousse, séisme, inondation...). C'est aussi une discipline applicable dans divers domaines comme : l'agriculture, la foresterie, l'hydrologie, la géologie, l'urbanisme, la cartographie etc.

## **V. Applications de la télédétection**

Les applications de la détection à la gestion des catastrophes sont nombreuses, partant de la modélisation du risque et de l'analyse de la vulnérabilité, à l'alerte précoce et l'évaluation des dégâts (voir Tableau 1).

**Tableau.1.** Possibles applications de la télédétection à la gestion des catastrophes.

| Type de catastrophe | Atténuation                                              | Préparation                                               | Réponse                                                 | Reconstruction                                                       |
|---------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Cyclones            | Modélisation du risque ;<br>analyse de la vulnérabilité. | Alerte précoce ;<br>modélisation climatique à long terme. | Identification des voies d'évacuation ;<br>cartographie | Evaluation des dommages ;<br>planification de l'occupation des sols. |

|             |                                                                                                                               |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                 |                                                                                 |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|             |                                                                                                                               |                                                                                                                                                       | <p>des crises ;</p> <p>évaluation de l'impact ;</p> <p>suivi des cyclones ;</p> <p>prévisions des ondes de tempête.</p>                                                         |                                                                                 |
| Sécheresses | <p>Modélisation du risque ;</p> <p>analyse de la vulnérabilité ;</p> <p>planification de la gestion des sols et de l'eau.</p> | <p>Prévisions météorologiques ;</p> <p>suivi de la végétation ;</p> <p>cartographie des besoins en eau pour les cultures ;</p> <p>alerte précoce.</p> | <p>Suivi de la végétation ;</p> <p>évaluation des dommages.</p>                                                                                                                 | <p>Eclairer les décisions d'atténuation des effets de la sécheresse.</p>        |
| Séismes     | <p>Evaluation du parc de logements ;</p> <p>cartographie du risque.</p>                                                       | <p>Mesure de la déformation sous contrainte.</p>                                                                                                      | <p>Création des voies d'évacuation pour les recherches et les secours ;</p> <p>évaluation des dommages ;</p> <p>plans d'évacuation ;</p> <p>cartographie de la déformation.</p> | <p>Evaluation des dommages ;</p> <p>identification des sites à réhabiliter.</p> |
| Incendies   | <p>Cartographie des zones exposées au feu ;</p>                                                                               | <p>Détection du feu ;</p> <p>prédiction de la</p>                                                                                                     | <p>Coordination des efforts de lutte contre</p>                                                                                                                                 | <p>Evaluation des dommages.</p>                                                 |

|                        |                                                                                                                                       |                                                                                     |                                                                                    |                                                                                                  |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | surveillance de la matière combustible ;<br>modélisation du risque.                                                                   | propagation /<br>direction du feu<br>;<br>alerte précoce.                           | l'incendie.                                                                        |                                                                                                  |
| Inondations            | Cartographie des zones exposées aux inondations ;<br>démarcation des plaines d'inondation ;<br>cartographie de l'occupation des sols. | Détection des inondations ;<br>alerte précoce ;<br>cartographie de la pluviométrie. | Cartographie des inondations ;<br>plans d'évacuation ;<br>évaluation des dommages. | Evaluation des dommages ;<br>planification de l'espace.                                          |
| Glissements de terrain | Modélisation du risque ;<br>cartographie du risque ;<br>modèles numériques d'élévation.                                               | Suivi de la pluviométrie et de la stabilité des versants.                           | Cartographie des zones touchées.                                                   | Evaluation des dommages ;<br>planification de l'espace ;<br>proposition de pratiques de gestion. |
| Volcans                | Modélisation du risque ;<br>cartographie du risque ;<br>modèles numériques d'élévation.                                               | Suivi des émissions ;<br>alertes thermales.                                         | Cartographie des coulées de lave ;<br>plans d'évacuation.                          | Evaluation des dommages ;<br>planification spatiale.                                             |

Plusieurs types de satellites sont dédiés à l'observation de la Terre, la zone et la fréquence de leurs observations variant. Deux types de satellites sont particulièrement bien adaptés à la gestion des catastrophes, et se révèlent complémentaires. Les satellites en orbite polaire opèrent à une altitude relativement basse (souvent à environ 1000 km au-dessus de la Terre), fournissant une résolution spatiale relativement haute. Mais ils ne collectent des données au-dessus du même point qu'une fois tous les 5, 10 ou 20 jours. Les satellites géostationnaires, au contraire, sont positionnés à une altitude relativement plus élevée (environ 36.000 km). Ils orbitent autour de la Terre à la même vitesse que la Terre tourne autour de son axe, restant ainsi à la même position au-dessus de la Terre et observant la totalité de la sphère de la Terre

en dessous. Leurs données spatiales sont beaucoup plus brutes, mais sont collectées au même point toutes les 15 minutes environ.

Chaque satellite est équipé d'un ou de plusieurs capteurs qui prennent des mesures en diverses longueurs d'onde. Plusieurs de ces capteurs sont utiles pour le suivi des catastrophes : les capteurs thermiques détectant les incendies, les capteurs infrarouges pouvant détecter les inondations, tandis que les capteurs micro-ondes (capables de percer les nuages et la fumée) peuvent servir à mesurer les déformations de la Terre avant et lors des séismes et des éruptions volcaniques (voir Tableau 2).

**Tableau.2.** Applications des différentes longueurs d'onde à la gestion des catastrophes.

| Longueur d'onde       | Largeur de bande | Application                      | Exemple de capteurs               |
|-----------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Visible               | 0.4-0.7mm        | Cartographie de la végétation    | SPOT ; Landsat TM                 |
|                       |                  | Evaluation du parc des logements | AVHRR ; MODIS ; IKONOS            |
|                       |                  | Densité de la population         | IKONOS ; MODIS                    |
|                       |                  | Modèle d'élévation numérique     | ASTER ; PRISM                     |
| Le proche infra-rouge | 0.7-1.0mm        | Cartographie de la végétation    | SPOT ; Landsat TM ; AVHRR ; MODIS |
|                       |                  | Cartographie des                 | MODIS                             |

|                                  |           |                                            |                                              |
|----------------------------------|-----------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                  |           | inondations                                |                                              |
| L'infra-rouge moyen              | 0.7-3.0mm | Vapeur d'eau                               | AIRS                                         |
| L'infra-rouge thermique lointain | 3.0-14mm  | Détection des feux actifs                  | MODIS                                        |
|                                  |           | Cartographie des zones brûlées             | MODIS                                        |
|                                  |           | Points chauds                              | MODIS ; AVHRR                                |
|                                  |           | Activité volcanique                        | Hyperion                                     |
| La micro-onde (radar)            | 0.1-100cm | Déformation du sol et mouvement du sol     | Radarsat SAR ; PALSAR                        |
|                                  |           | Pluviométrie                               | Meteosat ; Microwave Imager (monté sur TRMM) |
|                                  |           | Débit et volume des rivières               | AMSR-E                                       |
|                                  |           | Cartographie et prévisions des inondations | AMSR-E                                       |
|                                  |           | Vents de surface                           | Radar QuikScat                               |
|                                  |           | Structure de la tempête en 3D              | Radar de précipitations (monté sur TRMM)     |

## **VI. Surveillance des inondations**

Les satellites peuvent également contribuer à la surveillance des inondations et livrer des informations utiles aux équipes de secouristes.

Les satellites tels que le TRMM peuvent mesurer et établir la cartographie des précipitations, aidé à prévoir les fortes pluies et les inondations.

**Exemple :** Sentinel Asia, une agence composée de 51 organisations de 18 pays, fournit des données de télédétection par Internet sous la forme d'informations faciles à interpréter à la fois pour l'alerte rapide et l'évaluation des dégâts sur tout le continent asiatique.

L'agence utilise le système de surveillance et de mesure des cours d'eau de l'Observatoire des Inondations de Dartmouth (Dartmouth Flood Observatory ou DFO), fondé sur les données fournies par AMSR-E, pour établir la cartographie des risques d'inondation et prévenir les gestionnaires de catastrophes et les habitants des zones exposées aux inondations sur la probabilité de sortie des cours d'eau de leur lit.

La NASA utilise également les analyses du DFO sur les bassins hydrographiques dans le monde dans son sensorWeb inondation. Le rôle du sensorWeb est d'alerter automatiquement les gestionnaires de catastrophes et les organismes publics sur les menaces imminentes d'inondations. Il détecte les anomalies sur les débits et les volumes des cours d'eau à partir de l'Atlas actif des grandes Inondations du DFO. Une telle détection suscite ensuite la contribution des satellites comme MODIS pour des données de haute résolution sur la zone en question. Ces données sont alors immédiatement analysées et transmises aux scientifiques et partenaires locaux concernés.

## **Partie II : Système d'information géographique(SIG)**

### **I. Définition**

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



**Figure.3.** Système d'information géographique.



## **II. Propriétés**

Un SIG permet à travers la manipulation de la base de données formée, de s'enquérir de toute information utile par des méthodes simples et rapides, ainsi qu'à des requêtes composées.

Un SIG manipule deux types de données :

Données spatiales qui peuvent être représentées dans un plan par un point (points coté, emplacement d'un puits, ...), une ligne (rivière, route, ...), une surface ou un polygone (unité pédologique, parcelle, délégation,...)

Données descriptives, qualitatives ou quantitatives qui portent des informations concernant les données spatiales : altitude, capacités, type de sol, nom de la délégation etc...

Un SIG combine les possibilités de représentation graphique d'un logiciel de dessin assisté par ordinateur (DAO) avec les capacités de manipulation de données d'un système de gestion de base de données (SGBD).

## **III. Composants d'un SIG**

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

- ❖ **Matériel** : Les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome.
- ❖ **Logiciels** : Les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations.
- ❖ **Données** : Les données sont certainement les composantes les plus importantes des SIG. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent, soit être constituées en interne, soit acquises auprès de producteurs de données.
- ❖ **Utilisateurs** : Nous serons tous à des niveaux différents des utilisateurs de SIG.
- ❖ **Méthodes** : La mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisation.



**Figure.4.** Principales composantes du sig.

#### **IV. Les différentes couches**

Un SIG contient généralement plusieurs sortes d'objets géographiques qui sont organisés en thèmes que l'on affiche souvent sous forme de couches. Chaque couche contient des objets de même type (routes, bâtiments, cours d'eau, limites de communes, entreprises,...). Chaque objet est constitué d'une forme (géométrie de l'objet) et d'une description, appelé aussi sémantique.

Les SIG offrent toutes les possibilités des bases de données (telles que requêtes et analyses statistiques), à travers d'une visualisation unique et d'analyse géographique propres aux cartes. Ces capacités spécifiques font du SIG un outil unique, accessible à un public très large et s'adressant à une très grande variété d'applications.

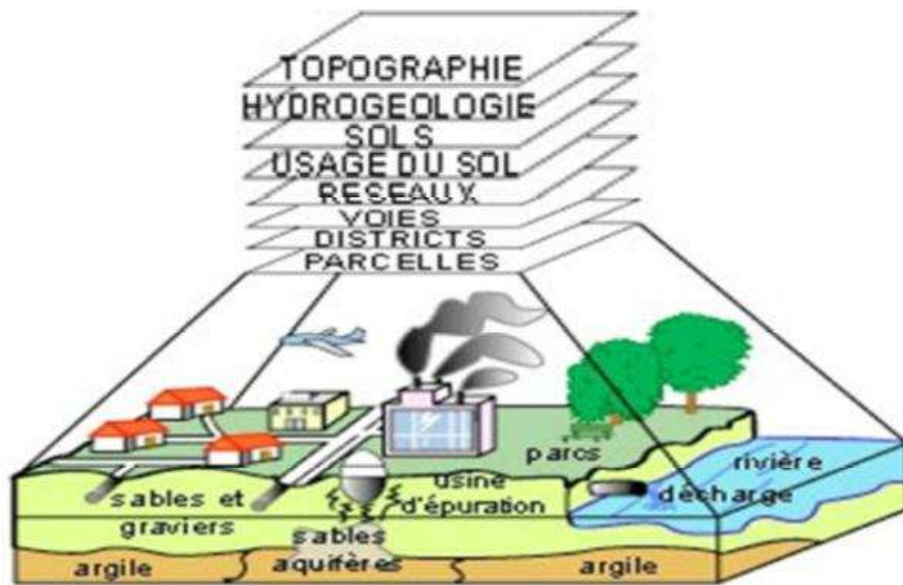


Figure.4. Les couches d'un SIG.

## V. Quelques concepts de base

### V.1. Mode vecteur et raster

Les modalités d'acquisition des données ainsi que les représentations des objets sont très variées. De même les méthodes de stockage de ces données et leur représentation, sont différentes.

Deux types de représentations des objets sont possibles : les coordonnées géographiques des objets peuvent être archivées sous la forme de vecteurs (mode vecteur) ou sous forme d'images (mode raster).

La structure vectorielle est composée d'un grand nombre de points. Chaque point est décrit par ses coordonnées en X et Y dans un système de référence ou de projection (en latitude, longitude ou kilométrique tel que Lambert et UTM) et par un attribut ou un numéro d'identification qui est relié à une base de données. Chaque point peut représenter un objet (bâti, borne géodésique,...). La structure vectorielle permet de représenter les points en arcs. Ces derniers une fois associés, donnent naissance à des objets linéaires qui représentent la réalité (courbes de niveau, cours d'eau, ruisseaux...). Un arc fermé, peut représenter une surface (parcelle, une retenue collinaire, un bassin versant...); Il implique une représentation en mode d'objet. Ce dernier est bien adapté pour décrire la topologie pour des bases de données thématiques telles que les types de sols, couvert végétal. De plus, elle limite la quantité d'informations à stocker. Par ailleurs, il est mal adapté pour décrire des variables spatiales continues comme l'altitude ou la température.

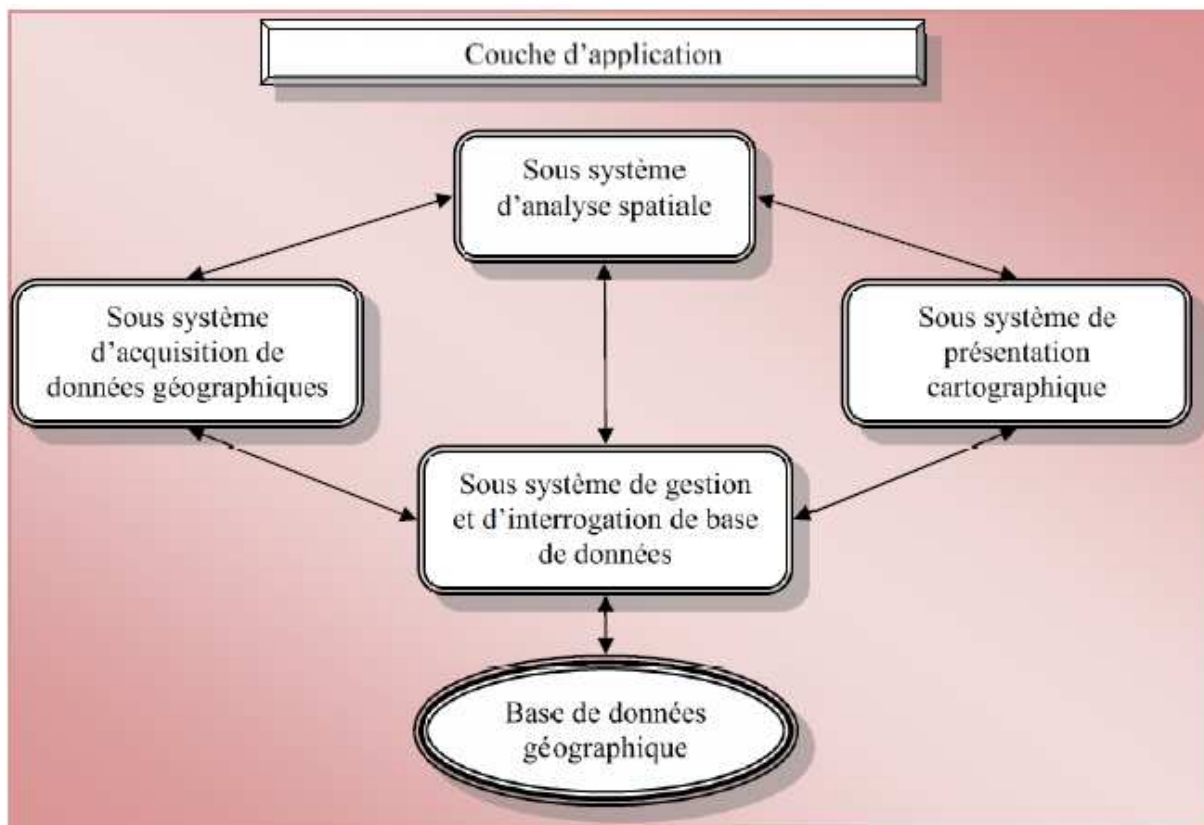
Le mode raster est plus adapté pour représenter des variables continues. De plus, la représentation sous forme de grille correspond bien à l'organisation informatique des

données. L'inconvénient de ce mode réside dans la taille des fichiers, étant donné que chaque pixel contient une information. Une même surface peut être représentée par un grand nombre de pixels. Ce mode est également adapté pour l'utilisation de méthodes de traitements numériques de l'information pour la description de certains éléments géographiques naturels.

## VI. Structure du SIG

La structure d'un SIG peut être représentée en quatre groupes :

- ❖ L'acquisition des données géographiques d'origines diverses,
- ❖ La gestion de la base de données,
- ❖ L'analyse spatiale (traitement et exploitation),
- ❖ La présentation des résultats sous forme cartographique,



**Figure.5.** La structure du SIG.

## **VII. Fonctionnalités du SIG**

Les SIG présentent un certain nombre de fonctionnalités qui peuvent être rassemblées de différentes manières.

### **VII.1. Abstraction**

Les SIG sont utilisés pour réaliser des descriptions du territoire permettant d'obtenir l'information nécessaire pour répondre à une problématique déterminée. Ils contiennent cette information sous plusieurs formes dont certaines sont des représentations d'éléments ou de phénomènes existants.

Ces représentations cherchent à reproduire le plus fidèlement possible la réalité d'une manière compréhensible par les utilisateurs et utilisable informatiquement dans le but de répondre à des objectifs donnés. Il est donc nécessaire de préciser les éléments sur lesquelles on doit disposer d'information et la nature de celle-ci. Le monde réel est ainsi modélisé en fonction des besoins, ce qui permet de définir précisément le contenu du système.

### **VII.2. Acquisition des données**

Les éléments que doit contenir le système sont connus dès que le modèle conceptuel est établi et les informations géométriques et sémantiques nécessaires sont précisées. Les données doivent ensuite être intégrées et doivent répondre aux exigences de qualité induites par les objectifs à atteindre. Ces données peuvent provenir de fournisseurs extérieurs, de numérisation directe ou de traitements particuliers comme des images satellites par exemple. Les données peuvent être de quatre types différents selon la géométrie qui leur est associée : Les données raster, les données vecteurs, les grilles ou MNT et les données sans géométrie. Avant d'utiliser des données papier dans SIG, il est nécessaire de les convertir dans un format informatique, cette étape s'appelle la digitalisation. S'il s'agit de transformer une image constituée de pixels (raster) en image comprenant des éléments vectoriels tels que des surfaces, des points ou des lignes (vecteur), cette étape s'appelle la vectorisation.

### **VII.3. Archivage**

Le SIG rassemble un volume important d'information afin de permettre son utilisation dans des applications variées, il possède des capacités de traitements spécifiques à la composante géométrique et offre une palette d'outils permettant de travailler avec en particulier dans les calculs de proximité ou dans les recherches basées sur des critères géométriques. C'est une des fonctions les moins visibles pour l'utilisateur. Elle dépend de l'architecture du logiciel avec la présence intégrée ou non d'un Système de Gestion de Base de Données (SGBD) relationnel ou orienté objet. Au niveau logique, certains systèmes informatiques gèrent simultanément les données géométriques et les données attributaires alors que d'autres séparent ces deux types de données. Cela entraîne des conséquences car les possibilités de traitements ne sont pas les mêmes. De plus au niveau physique, les bases de données peuvent être réparties sur plusieurs sites, le lien étant réalisé par des serveurs.

#### **VII.4. Analyse**

L'analyse est le mode le plus puissant et le plus riche. On regroupe dans les fonctionnalités d'analyse des opérateurs permettant d'incorporer dans les requêtes des critères géométriques et certaines possibilités de calculs sur les données géographiques. Les différentes relations que l'on peut mettre en œuvre concernent la proximité (trouver les objets proches d'un autre), la topologie (objets jointifs, inclus, partiellement inclus, exclus...etc.) ou la forme (taille, type...etc.). Il est ainsi possible de combiner les propriétés géométriques avec les propriétés sémantiques afin de réaliser une analyse assez complète.

Les autres fonctions d'analyse spatiale sont des opérations mathématiques qui exploitent les propriétés topologiques des données géographiques :

- ❖ Création de zones tampons autour de points, lignes, polygones ;
- ❖ Croisement de polygones (calcul des polygones résultants de l'intersection de deux ou plusieurs objets surfaciques), et plus généralement opérations booléennes sur des polygones (intersection, union, inclusion, exclusion...etc.) ;
- ❖ Analyse de graphes (recherche le plus court chemin suivent la distance ou un autre critère.) ;

La combinaison de toutes ces fonctionnalités de requêtes, d'analyse, sur des données en mode vecteur ou raster, permet de résoudre des problèmes assez complexes.

#### **VII.5. Affichage**

Les SIG permettent l'édition des données et des résultats des traitements sous diverses formes:

Affichage à l'écran (affichage des différentes couches, résultat des requêtes...etc.), édition sur traceur, imprimante (édition des données sur support papier), ou copie d'écran, mais aussi création de rapports, statistiques, d'histogrammes ou de graphiques diverses.

Les SIG sont principalement caractérisés par leur capacité à traiter numériquement à la fois la composante spatiale et la composante thématique d'un phénomène.



**Figure.6.** Les principales fonctions des logiciels SIG.

## **VIII. Domaine d'application des SIG**

- ❖ Gestion et aménagement du territoire ;
- ❖ Analyse et prédiction des risques majeurs ;
- ❖ Elaboration des scénarios d'évacuation et d'intervention de sécurité civile ;
- ❖ Santé (étude de la prolifération et de la propagation d'une épidémie) ;
- ❖ Recherche en écologie, foresterie, hydrologie et géologie ;
- ❖ Militaire (logistique et mouvements de troupes).

## **IX. Les Systèmes d'Information géographique vous permettent**

- ❖ De disposer les objets dans un système de référence géoréférencé.
- ❖ De convertir les objets graphiques d'un système à un autre.
- ❖ De faciliter la superposition de cartes de sources différentes.
- ❖ D'extraire tous les objets géographiques situés à une distance donnée d'une route.
- ❖ De fusionner des objets ayant une caractéristique commune (par exemple : toutes les maisons raccordées à un réseau d'eau potable).
- ❖ De définir des zones en combinant plusieurs critères (par exemple : définir les zones inondables en fonction de la nature du sol, du relief, de la proximité d'une rivière).

## **II. Justification et choix du modèle**

La Télédétection et les SIG sont des outils particulièrement performants pour l'étude des risques naturels. Les données d'observation de la Terre constituent un puissant outil de surveillance des phénomènes d'inondation car elles permettent d'identifier les zones affectées, mais aussi peuvent aider à la mise en place de plans de prévention des risques. Ainsi plusieurs travaux ont utilisé des images satellitaires pour évaluer le risque d'inondation. La gestion optimale des inondations nécessite au préalable une bonne connaissance des causes du phénomène et une bonne cartographie de son extension. La Télédétection et les SIG jouent un rôle de premier plan dans cette quête de connaissance. La télédétection offre à l'heure actuelle un ensemble de réponses aux problématiques de qualification et de quantification de l'aléa et de la vulnérabilité.

## **III. Conclusion**

Il y a quelques années la mise en place de SIG paraissait réservée aux grandes structures. Aujourd'hui les progrès informatiques et les possibilités offertes en matière de gestion et d'analyse, conduisent à la généralisation de l'outil à tous les échelons du territoire. Cependant la mise en place d'un SIG. La réussite d'un projet SIG dépend, pour une bonne part, de facteurs non techniques tels que L'analyse des besoins, la méthodologie de mise en place, les conditions économiques liées aux investissements et au fonctionnement.

Les applications de la télédétection se sont multipliées, dans nombreux domaines de la météorologie et de la climatologie, de l'océanographie, de la cartographie ou de la géographie. Quel que soit le domaine d'applications considérées, une bonne interprétation des documents de télédétection ou une bonne utilisation des données numériques nécessite la compréhension des principes physiques sur lesquels est fondée la technique de télédétection. Afin de fournir une présentation de ces interprétations aux utilisateurs que sont les géographes, les gestionnaires de l'environnement ou les aménageurs.

Dans le chapitre suivant nous allons faire une brève présentation sur le phénomène d'inondation.



## **I. Introduction**

Le problème des inondations n'est pas une nouveauté, depuis l'existence de l'homme sur terre, celui-ci a préféré s'installer dans des régions à relief plat et aux environs des points d'eau et dans des zones occasionnellement inondables, qui lui permet de réaliser ces activités habituelles (agriculture, industrie,...)

Donc, des cités entières se sont développées à proximité des cours d'eau occasionnant des dégâts considérables à l'homme et à ces biens. Devant cette menace, l'homme a tenté d'aménager ces cours d'eau pour réduire le risque d'inondation qui représente le risque naturel le plus couteux, le plus répandu, faisant le plus de victimes et de dégâts dans le monde.

Dans ce chapitre nous allons présenter les notions de base liées au problème des inondations, avec des définitions relatives à la problématique du risque.

## **II. Définition**

Une inondation est une submersion rapide ou lente d'une zone habitée ordinairement hors d'eau. Ainsi, le risque inondation est la conséquence de deux composantes : l'eau qui peut déborder de son lit habituel d'écoulement et l'homme qui s'installe dans l'espace alluvial.

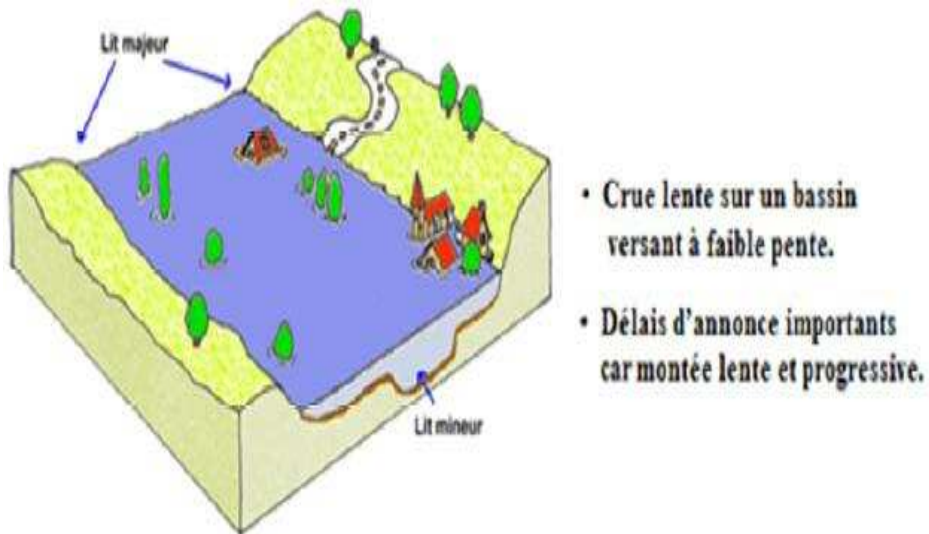
L'importance de l'inondation dépend de la hauteur d'eau, la vitesse du courant et la durée de la crue. Ces paramètres sont conditionnés par la précipitation, l'état du bassin versant et les caractéristiques du cours d'eau (profondeur, largeur, etc.). Ces caractéristiques naturelles peuvent être aggravées par la présence d'activités humaines.

## **III. Types d'inondations**

En fonction de l'événement créateur de la catastrophe, On peut distinguer plusieurs types d'inondation :

### **III.1. Inondations de plaines**

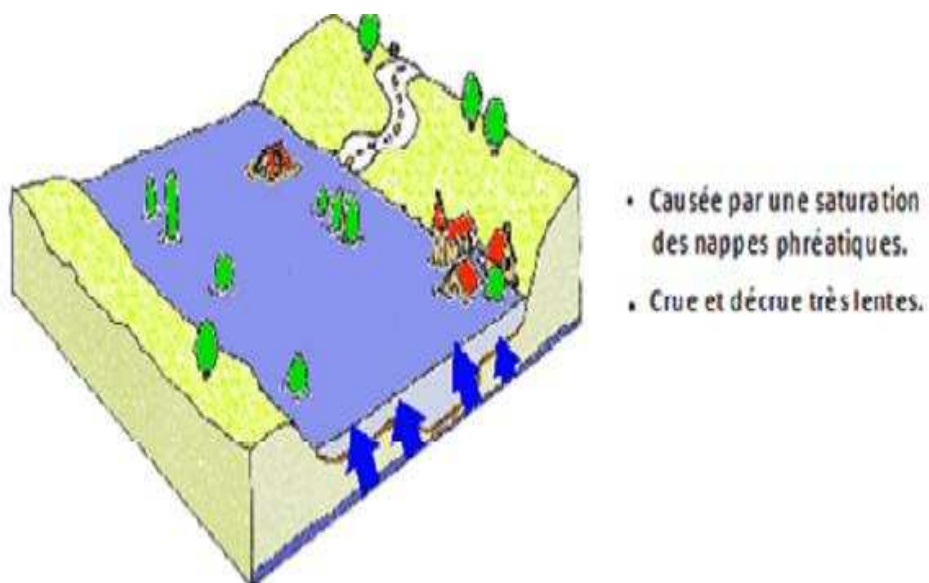
Les inondations de plaine se produisent à la suite d'épisodes pluvieux océaniques prolongés mais d'intensité modérée, s'abattant sur des sols où le ruissellement est long à déclencher, sur des bassins versants moyens à grands (supérieur à 500 km<sup>2</sup>). Le cours d'eau sort lentement de son lit ordinaire pour occuper son lit majeur et inonder la plaine pendant une période relativement longue. Ces phénomènes concernent particulièrement les terrains bas ou mal drainés. Sa dynamique lente perdure plusieurs semaines.



**Figure.7.** l'inondation de plaine.

### III.2. Inondation par remontées des nappes phréatiques

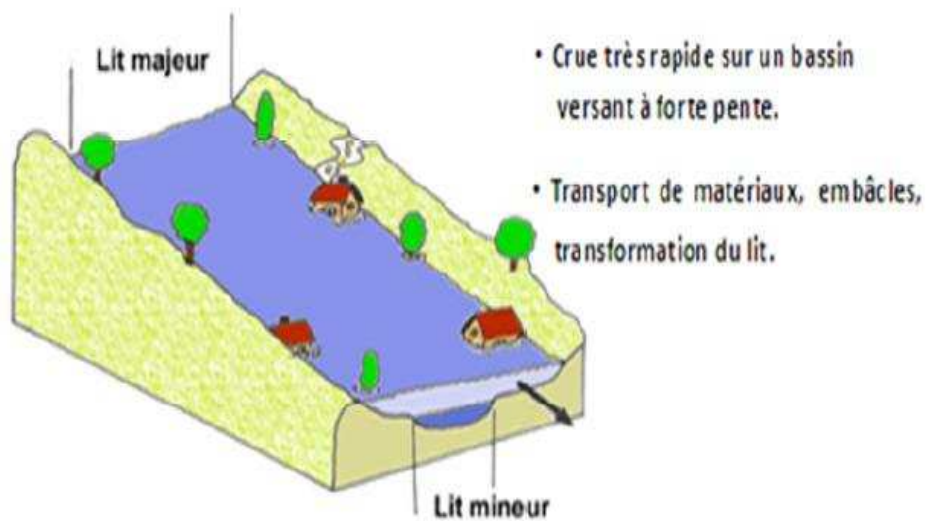
Elles correspondent à des inondations par débordement indirect qui se manifestent par la remontée de la nappe phréatique qui affleure en surface et/ou par l'intrusion d'eau dans les différents réseaux d'assainissement.



**Figure.8.** L'inondation par remontées des nappes phréatiques.

### III.3. Inondations par crues torrentielles

Les crues torrentielles sont des phénomènes brusques et violents résultant d'épisodes pluvieux intenses et localisés, du type orages convectifs. 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 24 h pour certains auteurs). Les spécialistes retiennent cinq critères pour définir la crue torrentielle: la rapidité de la réponse du cours d'eau, sa pente, le nombre de Froude, le transport solide, les effets de ces crues.



**Figure.9.** L'inondations par crues torrentielles.

### III.4. Inondations par ruissellement en secteur urbain

Les inondations par ruissellement recouvrent des phénomènes physiques différents selon qu'elles se produisent en milieu rural, périurbain 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.



**Figure.10.** L'inondations par ruissellement en secteur urbain.

### **III.5. Inondations par rupture d'ouvrage ou d'embâcle**

Dans le cas de rivières endiguées, l'inondation survient brutalement soit par débordement au-dessus de la digue, soit par rupture de la digue. Le phénomène peut être très brutal et d'autant plus dommageable que le site est proche de la digue.

Un embâcle consiste en l'obturation d'un cours d'eau par la constitution d'une digue naturelle entraînant une retenue d'eau importante. La digue peut être constituée par des éléments solides arrachés à l'amont et charriés par le cours d'eau ou par un glissement de terrain.

### **III.6. 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.

## **IV. Risque d'inondation**

Le risque d'inondation est la conséquence de deux composantes : qui sont la vulnérabilité et l'aléa.

Il y a risque lorsque nous sommes sur une parcelle avec une occupation du sol incompatible avec l'aléa. Le risque étant déterminé par le croisement entre l'aléa et la vulnérabilité, il faut être capable de les comparer.

Si la vulnérabilité est plus faible que l'aléa, nous considérons la parcelle comme ne présentant pas le risque. Elle est correctement protégée, voire surprotégée. Dans le cas contraire, nous aurons une parcelle à risque qu'il faudra protéger ou évacuer.

#### **IV.1. La vulnérabilité**

Le fait qu'une rivière cause des dégâts résulte de la sensibilité du lieu où se produit le phénomène : c'est la composante vulnérabilité

La présence de l'homme, qui s'installe dans l'espace alluvial, pour y implanter toute sorte de constructions, d'équipement ou d'activités, cette occupation humaine joue un double rôle : d'une part elle constitue le risque en exposant des personnes et des biens aux inondations, d'autre part, elle aggrave l'aléa et le risque, en amont comme en aval, en modifiant les conditions d'écoulement de l'eau.

#### **IV.2. L'aléa**

Une rivière qui déborde traduit un phénomène naturel présentant un caractère aléatoire : c'est le composant aléa du risque

Les principaux paramètres nécessaires pour évaluer l'aléa sont :

- ❖ La période de retour des crues.
- ❖ La hauteur et la durée de submersion.
- ❖ La vitesse d'écoulement.
- ❖ La torrencialité 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.

### **V. La Crue**

Une crue correspond à une augmentation rapide et temporaire du débit d'un cours d'eau au-delà d'un certain seuil auquel toute analyse doit faire référence. Elle est décrite à partir de trois paramètres : le débit, la hauteur d'eau et la vitesse du courant, en fonction de l'importance des débits, une crue peut être contenue dans le lit mineur du cours d'eau, ou déborder dans son lit moyen ou majeur.

#### **V.1. Causes et types des crues catastrophiques en Algérie**

Les précipitations caractérisées, en Algérie, par une très forte irrégularité tant interannuelle que saisonnière entraînent des étiages extrêmement sévères des cours d'eau et inversement des fortes crues et des inondations engendrant des dégâts humains et matériels considérables.

La genèse des fortes crues et leurs impacts sur l'environnement et les activités différentes d'une région à une autre en fonction des conditions géographiques, climatiques et d'occupation des sols qui les caractérisent.

La cause fondamentale de la plupart des inondations est la chute de pluie importante, mais les inondations des terres basses ou les destructions causées par les crues ne sont pas cependant toutes dues à des phénomènes hydrométéorologiques.

D'autres facteurs agissent, soit pour aggraver les effets d'autre crue, soit pour créer eux même des phénomènes hydrauliques dans les surfaces de l'eau, tels que la présence des détritiques et des troncs d'arbres qui réduisent la capacité du lit de l'oued.

### **V.1.1. Les causes des inondations**

D'une manière générale, les causes des inondations survenues en Algérie peuvent être en trois types :

#### **V.1.1.1. Les inondations liées à des situations météorologiques remarquables**

Se traduisant par une forte pluviosité (pluies importantes, orages violents) tels que :

- ❖ Les inondations de L'automne 1969 en Algérie et en Tunisie
- ❖ Les inondations catastrophiques de Mars 1973 sur l'est algérien
- ❖ Les inondations de décembre 1984 sur tout l'est algérien.

#### **V.1.1.2. Les inondations provoquées par des facteurs liés à l'effet de l'homme**

La défaillance des réseaux d'assainissement et de collecte des eaux pluviales, le gonflement des oueds par les décombres et les débris, sont autant de facteurs qui provoquent des dégâts lors des averses saisonnières ; les cas de :

- ❖ La ville de TIARET inondée presque à chaque hiver.

#### **V.1.1.3. Les inondations produites dans des régions présentant un environnement topographique défavorable**

Comme le cas :

- ❖ Des villes traversées par des oueds (BORDJ BOU ARRERIDJ, OUED R'HIOU, BECHAR, BAYADH et SIDI BEL ABBES,)
- ❖ Des villes situées au pied d'une montagne (AIN DEFLA, BATNA, MEDEA)

Ces agglomérations à forte concentration des populations et sous l'effet d'une urbanisation «anarchique » et non réglementées présente des grands risques, des pertes humaines et des destructions de constructions sont enregistrées à chaque inondation aussi légère qu'elle soit.

### **V.1.2. Types des crues**

#### **V.1.2.1. Les inondations engendrées par des crues torrentielles**

Appelées aussi crue éclair et affectant les petits bassins versants de quelques dizaines de km<sup>2</sup> et sont le plus souvent liées à des chutes de pluies isolées et localement intenses issues de phénomènes de convection sous forme de tempêtes orageuses se produisant généralement en automne et en été .

Les crues de ce type sont particulièrement dangereuses en raison de la soudaineté et de la rapidité avec lesquelles elles se produisent. Les ruissellements extrêmement rapides et

violents peuvent intervenir moins d'une heure après la pluie et les débits des oueds passent de quelques m<sup>3</sup>/s plusieurs milliers de m<sup>3</sup>/s en 02 ou 03 heures seulement L'inondation de la ville de OUED R'HIOU le 20 Octobre 1993 où 20 minutes de pluies ont fait 23 morts, 20 blessés et plusieurs disparus est l'exemple parfait de ce type de crues.

### V.1.2.2. Les inondations des grands bassins-versants

Elle résulte le plus souvent des précipitations importantes généralisées sur des grandes étendues et caractérisées par leur quantité et leur durée qui peut atteindre 10 à 15 jours. Les crues sont massives, lentes et à évolution facilement prévisibles sauf lorsqu'elles sont brutalement aggravées par des affluents avals plus courts et plus rapides. En Algérie, ce type d'inondation survient généralement en saison hivernale entre les mois de Décembre et Mai.

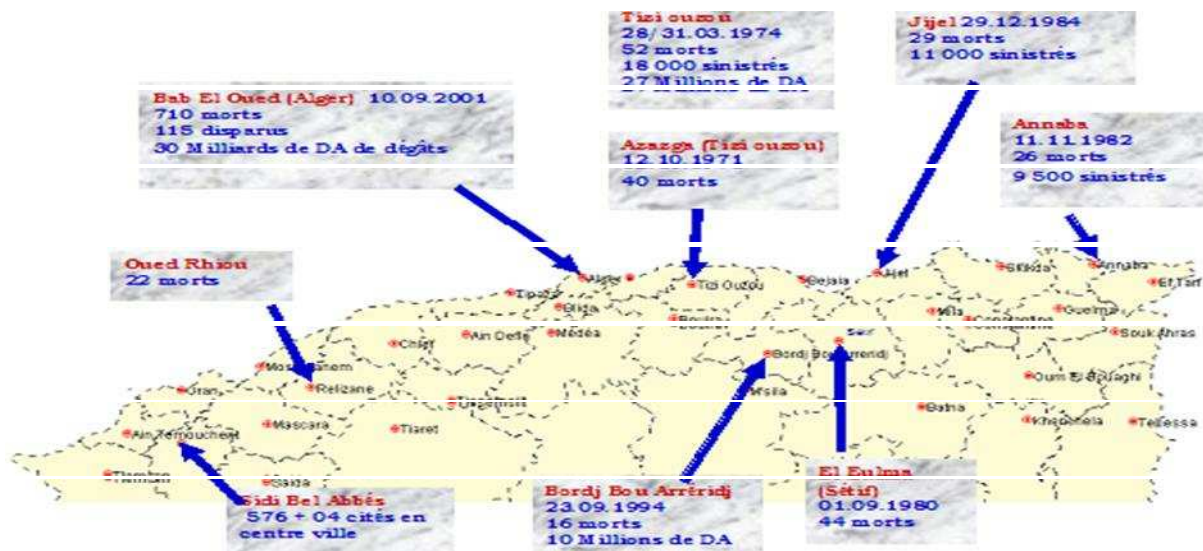


Figure.11. Cas significatifs des inondations survenues en Algérie.

## VI. Les inondations les plus catastrophiques survenues en Algérie

### VI.1. Inondations causées par des pluies orageuses localisées

- ❖ Inondation de la ville d'EL EULMA (01 Septembre 1980).
- ❖ Inondation de la ville d'ANNABA (11 Novembre 1982).
- ❖ Inondation de la ville d'OUED R'HIOU (20 Octobre 1993).
- ❖ Inondation à BORDJ BOU ARRERIDJ (23 Septembre 1994).

### VI.2. Inondations des grands bassins versants (pluies généralisées)

- ❖ Les crues de Mars 1973 à l'est du pays.
- ❖ Inondations de Mars 1974 dans le centre du pays.

- ❖ Inondations de Décembre 1984 à l'est du pays.

## **VII. POLITIQUE ALGERIENNE DE GESTION DU RISQUE INONDATION**

L'Algérie a connu, par le passé, de nombreuses catastrophes naturelles et particulièrement celles liées aux inondations (de Bab El oued du 10 Novembre 2001, de Skikda du 19 janvier 2004 et récemment celles de Ghardaïa du 1<sup>er</sup> Octobre 2008), qui ont engendré la perte de nombreuses vies humaines et causé des dégâts importants.

La prévention contre ces risques représente un intérêt particulier pour le développement durable du pays. La stratégie Algérienne prise en compte pour faire face au risque d'inondation s'introduit dans la politique générale de prévention des risques majeurs, elle se résume à une politique de prévention basée sur l'évolution de la législation et des comportements ; ce sont les procédures et les règles visant à limiter la vulnérabilité des hommes et des biens face aux aléas naturels.

Le cœur de cette politique préventive est l'institution d'un Plan Général de Prévention (PGP) ; il s'agit de :

- ❖ Un établissement de la carte nationale d'inondation avec les zones inondables ;
- ❖ Mise en place du système de veille et d'alerte.

Ensuite, l'Agence Nationale de Prévention et de Gestion des Risques Majeurs a apparu pour prendre en charge les activités suivantes :

- ❖ Proposer les éléments d'une stratégie nationale dans le domaine de la prévention et la gestion des risques majeurs ;
- ❖ Mener des études sur les systèmes de gestion des catastrophes naturelles et écologiques ;
- ❖ Assister les institutions chargées d'élaborer les plans en matière de prévention et de réduction des risques majeurs ;
- ❖ Collecter, traiter, diffuser et conserver les données à caractère scientifique, statistique, technique, économique et social en matière de prévention et gestion des risques majeurs ;
- ❖ Contribuer à la formation des compétences nationales chargées de la de prévention et gestion des risques majeurs.

Et enfin et afin de garantir la protection des biens et des personnes, la loi prévoit deux autres mesures importantes :

- ❖ Le recours obligatoire au système national d'assurance, dans le cadre des plans ;
- ❖ Le recours à la procédure de l'expropriation pour cause d'utilité publique face aux risques majeurs.

## **VII. OUTILS UTILISES POUR L'AIDE A LA CARTOGRAPHIE DU RISQUE INONDATION**

La création de la carte du risque inondation nécessite des outils et des instruments performants tels que les modèles hydrologiques/hydrauliques, la télédétection spatiale et aérienne et notamment le système d'information géographique.



## **VII.1. UTILISATION DES MODELES, HYDROLOGIQUES/HYDRAULIQUES**

Les modèles hydrologiques sont utilisés principalement pour prévoir les débits des crues correspondants aux différentes périodes de retour d'un territoire donné. Tandis que les modèles hydrauliques ont pour principal attrait de simuler numériquement des crues hypothétiques ou réelles ce qui permet de caractériser l'aléa dans l'espace et le temps (hauteurs d'eau, vitesses d'écoulement, débits, durées de submersion...). Ils permettent ainsi de prédire les conséquences potentielles d'une crue et de fournir des informations très utiles aux décideurs, tant en contexte de crise, que pour la prévision et la prévention. Par ailleurs, ils ont besoin d'observations de crues réelles pour s'affranchir la véritable rivière, confirmer les hypothèses et valider la simulation numérique.

## **VII.2. UTILISATION DE LA TELEDETECTION SPATIALE ET AERIENNE (PHOTOGRAPHIE AERIENNE ET IMAGES SATELLITAIRES)**

La télédétection est définie comme l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci. Les appareils photographiques constituent les capteurs les plus anciens et les plus répandus en télédétection aérienne pour cartographier le risque inondation. Cependant, ils ont subi un avancé très marqué au cours du temps. En effet aux campagnes traditionnelles de couverture systématique par photographies aériennes viennent s'ajouter de plus en plus d'offres commerciales permettant de choisir le type de capteurs (photographie aérienne analogique et maintenant numérique, scanner, laser...) et le type de plates-formes (avions, hélicoptères ...).

En plus dans les années 1970, il apparaît les données spatiales d'observation de la terre issues de télédétection par satellite, elles fournissent des visions objectives aussi bien d'occupation du sol (Google Maps, Google Earth) que des inondations sur de grands territoires (RSO ou ROP).

Que ce soit les appareils photographiques, les satellites imageurs Radar à Synthèse d'Ouverture (RSO) ou optiques passifs (ROP), tous vont permettre d'obtenir des cartes d'inondations qui s'avèrent très utiles dans un contexte opérationnel et qui sont fournies en quelques heures aux utilisateurs habilités afin d'aider les secours et les actions entreprises. Hors contexte de crise, croisées avec les données de l'occupation du sol, ces cartes d'inondations fournissent des informations concernant les conséquences des inondations et la vulnérabilité. Ces images, satellitaires ou aériennes, sont riches d'informations qui peuvent être très profitables à la gestion des inondations et en particulier à la modélisation hydraulique. Par exemple, une caractérisation tridimensionnelle fine, couplée à une modélisation hydraulique, permettrait d'exploiter de façon plus complète les images satellitaires.

### **VII.3. UTILISATION DU SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE**

Le Systèmes d'Information Géographique (SIG) peut jouer un rôle majeur dans le cadre de l'aide à la cartographie du risque inondation ; il autorise la création des cartes (carte d'aléa et de vulnérabilité et regroupe les deux dans une même interface pour faire extraire la carte du risque inondation), l'intégration de tout type d'information, la mieux visualisation des différents scénarios, la mieux présentation des idées et la mieux appréhension de l'étendue des solutions possibles.

### **VIII. Conclusion**

Le risque inondation est le résultat du croisement de deux facteurs :

L'aléa représenté par la probabilité d'occurrence du phénomène crue et son intensité, et la vulnérabilité aux inondations définie par les conséquences prévisibles de la crue sur les personnes et leurs biens

La réduction des dommages causés par ces désastres nécessite d'abord une parfaite identification des régions présentant le risque d'inondation et des facteurs favorisant et amplifiant l'ampleur des dégâts et des pertes serait un outil précieux pour les planificateurs dans la définition des plans d'occupation des sols , la construction des ouvrages de protection, des systèmes de prévision et d'alerte de crues qui réduisent l'ampleur des dégâts provoqués par ces inondations .

Dans le chapitre suivant nous allons faire une présentation générale, de la zone d'étude (la wilaya de RELIZANE).

## **I. 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 économiques. Le risque n'est pas le même sur les différents territoires exposés puisque ni l'aléa ni la vulnérabilité sont les mêmes ; les crues surviennent de manière plutôt lente sur les bassins plats alors qu'elles se produisent de manière extrêmement rapide et brutale sur les bassins pentus. Aussi les inondations ne provoquaient pas de catastrophes susceptibles de marquer les esprits si les zones inondables n'étaient pas ou peu occupées par l'homme.

Dans ce chapitre nous allons présenter la zone d'étude de la wilaya de RELIZANE (Présentation de la région, Caractéristiques du bassin versant, Situation géographique, Aperçu climatologique, ...).

## **II. Présentation générale de la zone d'étude (RELIZANE)**

### **II.1. Situation géographique**

La wilaya de Relizane se trouve dans l'ouest de l'Algérie, en Afrique du nord, elle s'étend sur une superficie globale de 484.000 hectares soit 4851,21 km<sup>2</sup>. La population de la wilaya est estimée (recensement de 2008) à plus de 732.294 habitants. 59.5 % de la population réside dans les agglomérations chefs-lieux, 13.8% en agglomérations secondaires et 26.7 % en zone éparses.

La wilaya de Relizane est limitée:

- ❖ Au Nord : par la wilaya de Mostaganem.
- ❖ A l'Est: par la wilaya de Chlef.
- ❖ Au Sud : par la wilaya de Tiaret.
- ❖ A l'Ouest : par la wilaya de Mascara.



Figure.12. Limites de la wilaya de RELIZANE.



Figure.13. La carte de la wilaya de Relizane.

## II.2. Aspect Administratif

Issue du dernier découpage administratif, La wilaya de RELIZANE regroupe au plan administratif 13 daïras et 38 communes.

**Tableau.3.** Le découpage administratif de la wilaya de RELIZANE.

| <b>Dāiras</b>       | <b>communes</b>                                                          |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| AIN TARIK           | Had Chekala- Ain<br>Tarik                                                |
| AMMI MOUSS.         | Ammi moussa- ould yaich – El<br>Hassi                                    |
| DJDIUIA             | Djdiouia- Hamri- Ouled sidi<br>mihoub                                    |
| EI HAMADN           | El Hamadna- Oud Djemaa                                                   |
| MATMAR              | El Matmar - Belassel Bouzegza - Sidi<br>Khettab                          |
| MAZOUNA             | Mazouna - El Guettar                                                     |
| MENDES              | Mendes - Oued Essalem - Sidi Lazreg                                      |
| OUED RHIOI          | Oued Rhiou- Merdja Sidi Abed -<br>Ouarizane                              |
| RAMKA               | Ramka - Souk El Had                                                      |
| RELIZANE            | Relizane • Bendaoud                                                      |
| SIDI M'HAMED BENALI | Sidi M'Hamed Ben Ali • Beni Zentis •<br>Mediouna • Sidi M'Hamed Benaouda |
| YELLEL              | Yellel • Aïn Rahma • Kalaa • Lahlef • Sidi<br>Saada                      |
| ZEMMOURA            | Zemmora • Beni Dergoun • Dar Ben<br>Abdellah                             |

### V.1.1. Historique des inondations dans la wilaya de Relizane

L'oued Mina qui traverse la wilaya de Relizane, a été marqué par de nombreuses inondations causant des dégâts humains et matériels, et touchant les milieux urbains ainsi que rurales.

**Tableau.4.** Historique des inondations dans la wilaya de Relizane.

| Lieu                    | Date             | Durée    | Pertes                  |
|-------------------------|------------------|----------|-------------------------|
| Oued R'hiou             | 19 Octobre 1993  | 07 Jours | 20 morts                |
| Dewar Ziralda           | 10 Novembre 2001 | 07 Jours | 9 morts                 |
| Oirizane                | 06 Novembre 2011 | -        | 3 blessés               |
| Dewar Sidi Bou Abdallah | 12 Avril 2012    | -        | 3 blessés               |
| Dewar Ziralda           | 01 Mars 2013     | -        | 2 morts et<br>3 blessés |

### II.3. Localisation des principales zones inondables

Les principales zones inondables sont présentées par le tableau suivant :

**Tableau.5.** Les principales zones inondables de la wilaya de RELIZANE.

| Daira       | commune       | Les zones inondables     | Rivière       |
|-------------|---------------|--------------------------|---------------|
| Relizane    | Relizane      | Quartier de Besattal     | Oued Basattal |
| -           | -             | Quartier de El intissare | -             |
| -           | -             | Quartier de Barazga      | -             |
| -           | -             | Quartier de Dallasse     | -             |
| -           | -             | Quartier de Tob          | -             |
| -           | -             | Quartier de Romane       | -             |
| Relizane    | Relizane      | Quartier de Ziraia       | Oued Mina     |
| Oued R'hiou | Oirizane      | Dewar Oueled Abed        | Oued Oirizane |
| Djediwya    | El hameri     | Dewar Ziralda            | Oued Rayem    |
| -           | djediwya      | Sud de Djediwya          | -             |
| El Matmar   | Sidi Khetab   | Dewar Oueled Ahmed       | -             |
| Hemadena    | Oued El Djema | El Merssa                | Oued Mnassefa |
| Yallel      | Ain El Rahema | El Samar                 | -             |

### III. Caractéristiques du bassin versant

#### III.1. Situation géographique

Le bassin de l'Oued Mina se situe dans la partie Nord-Ouest de l'Algérie. Il fait partie du grand bassin versant « Chélif » et compte parmi les principaux affluents de l'Oued Cheliff. D'une superficie de 8200 km<sup>2</sup>, il est encadré par le moyen Chélif à l'est, le bassin de la Macta à l'ouest, le massif de Dahra au Nord et le Chott Ech-Chergui au Sud. La partie septentrionale s'insère dans le Tell occidental et comprend la retombée sud-orientale de l'Ouarsenis, à l'est. À l'ouest, il est limité par les Monts des Béni Chougrane. Il est situé entre les latitudes Nord de 36° 1' et 34° 41' et les longitudes est de 0° 16' et 1° 30'.

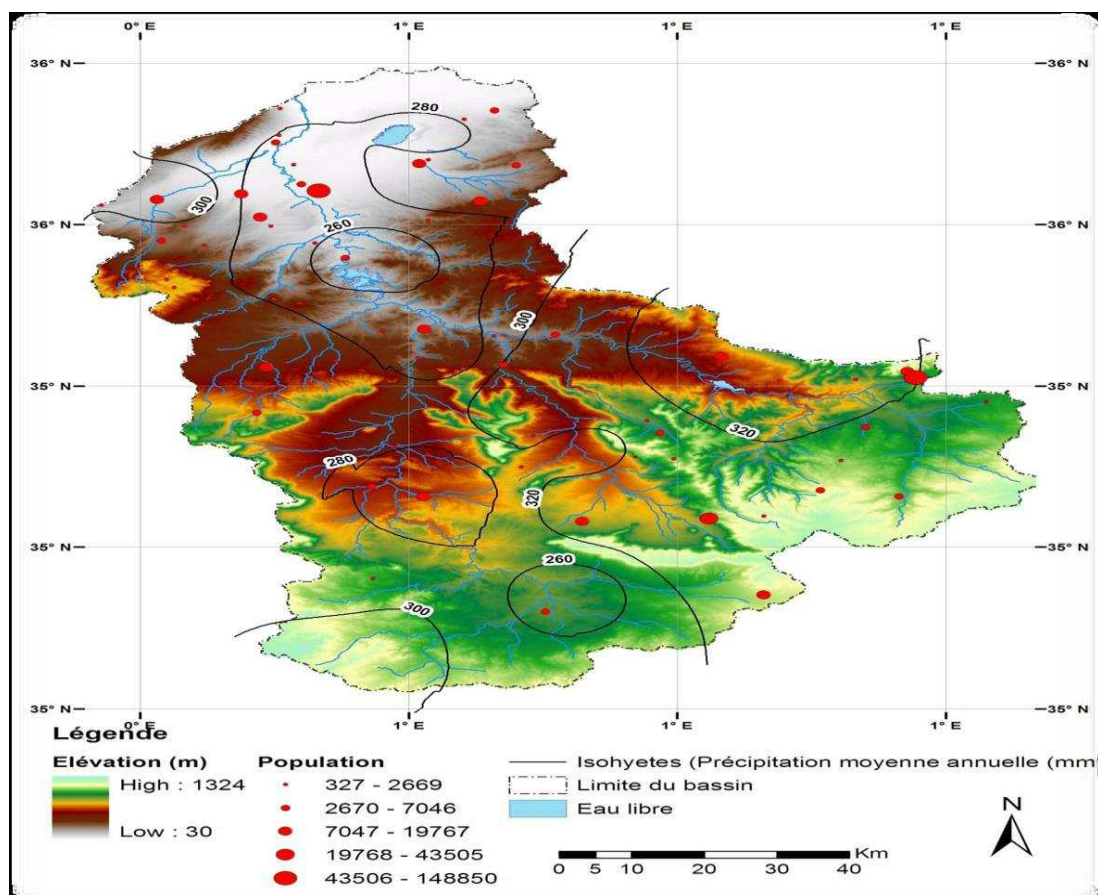
L'altitude, variant entre 1 300 m et 30 m, décroît vers le nord. Le relief est très contrasté, constitué de plateaux entaillés et de versants raides, seuls 12 % de la surface sont occupées par des plaines. Le bassin versant de l'Oued Mina est soumis à un climat de type méditerranéen contrasté, avec une aridité estivale marquée et un hiver froid, présentant un régime pluviométrique fortement influencé par les orages.



Figure.14. Limites et unités géographiques de la région d'étude.

### III.2. Aperçu climatologique

Le climat du bassin versant de l'Oued Mina est qualifié de semi-aride. La température moyenne annuelle sur le bassin versant est de 17,9°C. Les valeurs mensuelles maximales et minimales moyennes sont respectivement de 27°C et 10°C. Le mois de janvier présente les plus basses températures, alors que le mois d'août est le mois le plus chaud. L'humidité relative moyenne annuelle dans la région est estimée à environ 69% et les valeurs extrêmes seraient atteintes en décembre et janvier (78%) et en juillet (62%). L'évaluation de l'ensoleillement indique une insolation moyenne journalière sur le bassin versant de 7,9 heures/jour et les valeurs varient de 5,1 heures/jour en décembre à 10,8 heures/jour en juillet. La vitesse moyenne annuelle du vent à environ 3 m/s, avec des directions préférentielles Nord-Ouest, Nord, Nord-Est.

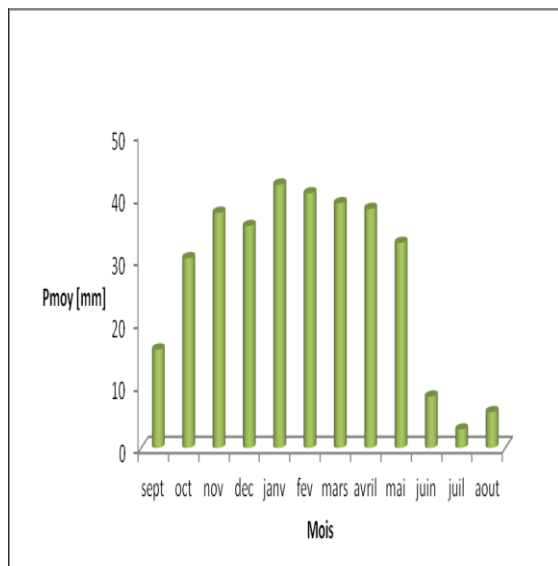


**Figure.15.** La population des principales agglomérations sur le bassin, le relief et les isohyètes des précipitations de la région d'étude.

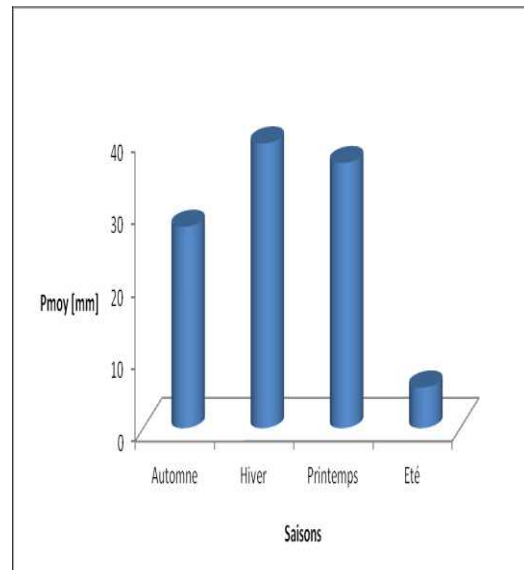
La pluviométrie moyenne annuelle sur le bassin de l'oued Mina est de 328 mm. Les précipitations moyennes mensuelles varient de 3 mm au mois de juillet à 42 mm au mois de janvier. On constate que la saison pluvieuse du bassin s'étend du mois de novembre au mois d'avril. La moyenne mensuelle des précipitations au cours de cette période est de 39 mm.



Le reste de l'année hydrologique s'étend du mois de mai au mois d'octobre, où la région est beaucoup moins arrosée avec une précipitation moyenne mensuelle de 16 mm.



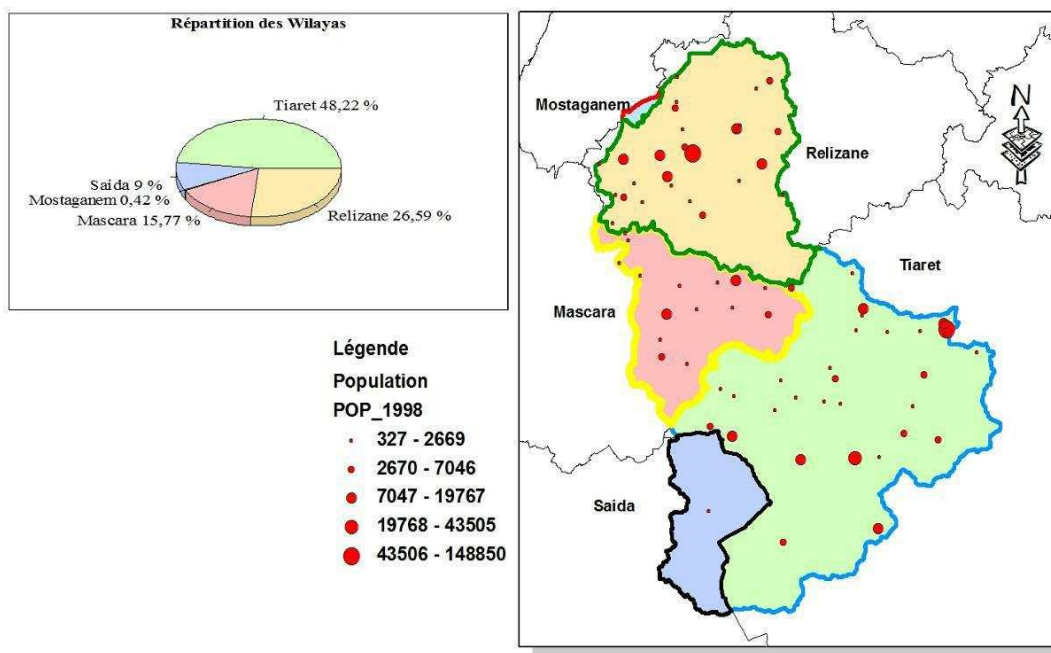
**Figure.16.** Répartition moyenne de la pluviométrie au cours de l'année (période 1990-2010).



**Figure.17.** Variation saisonnière moyenne de la pluviométrie (période 1990-2010).

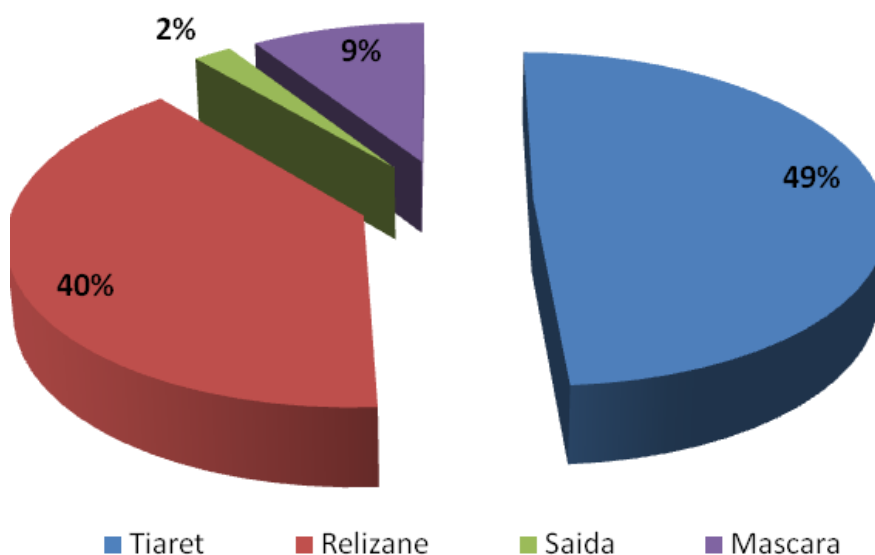
### III.3. Description socio-économique de la région d'étude

Le bassin versant de l'Oued Mina recouvre une superficie de 8200 Km<sup>2</sup> répartie sur cinq Wilayas, à savoir, la Wilaya de Tiaret, Mascara, Relizane, Saida et Mostaganem. Cette dernière occupe une petite superficie du bassin qui peut être négligé dans ce présent descriptif car elle est très faiblement représentée de point de vue de la taille de la population.



**Figure.18.** Répartition des wilayas dans la région d'étude.

La wilaya de Tiaret occupe 48.22% de la superficie totale de la région d'étude, suivie de la wilaya de Relizane qui occupe 26.59% du secteur. Les wilayas de Mascara et de Saida n'occupent que 15.77 et 9% de la superficie totale du bassin respectivement. La population totale de la région d'étude est estimée en 2002 à 911523 habitants et environ 1050804 habitants en 2012 dont la partie la plus importante réside dans le territoire de la wilaya de Tiaret et Relizane.

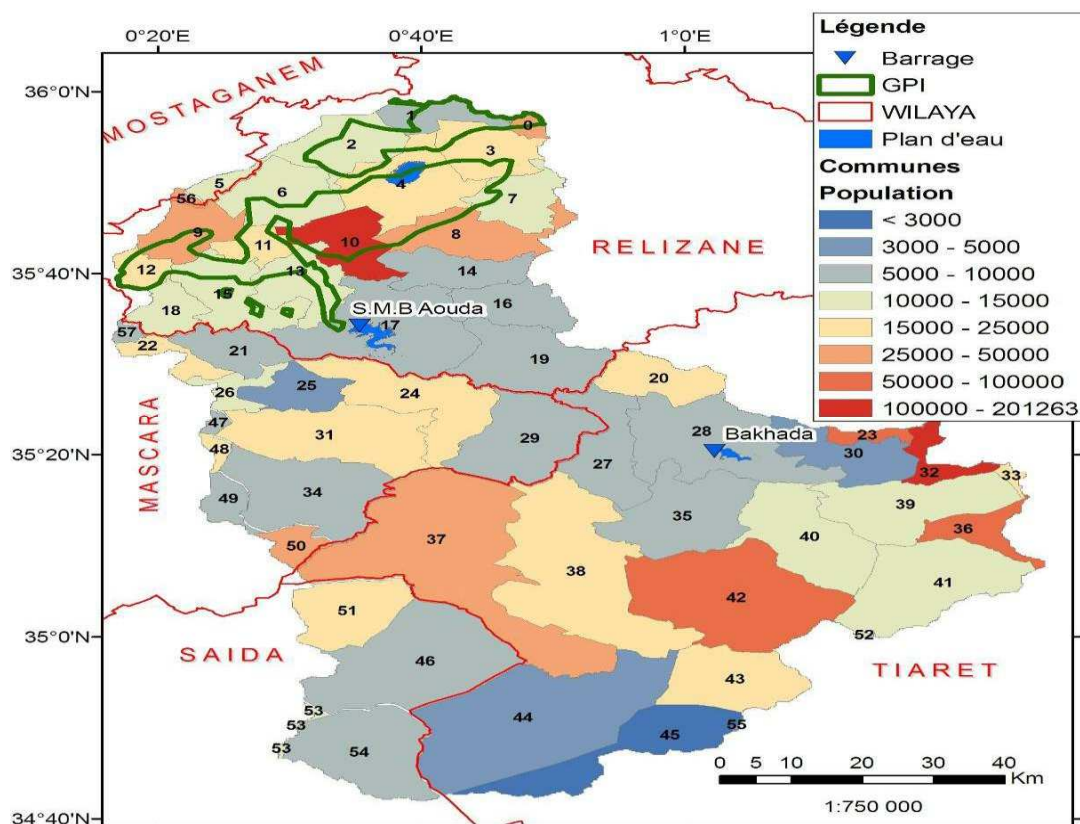


**Figure.19.** Répartition des wilayas selon le nombre d'habitant.

Le bassin de l'Oued Mina couvre 60 communes réparties dans 4 Wilaya. Seules 44 d'entre elles ont été retenues car elles sont bien représentées par les limites géographiques du bassin.

**Tableau.6.** Liste des communes couvrant le bassin versant de l'Oued Mina avec les codes attribués à la figure 17.

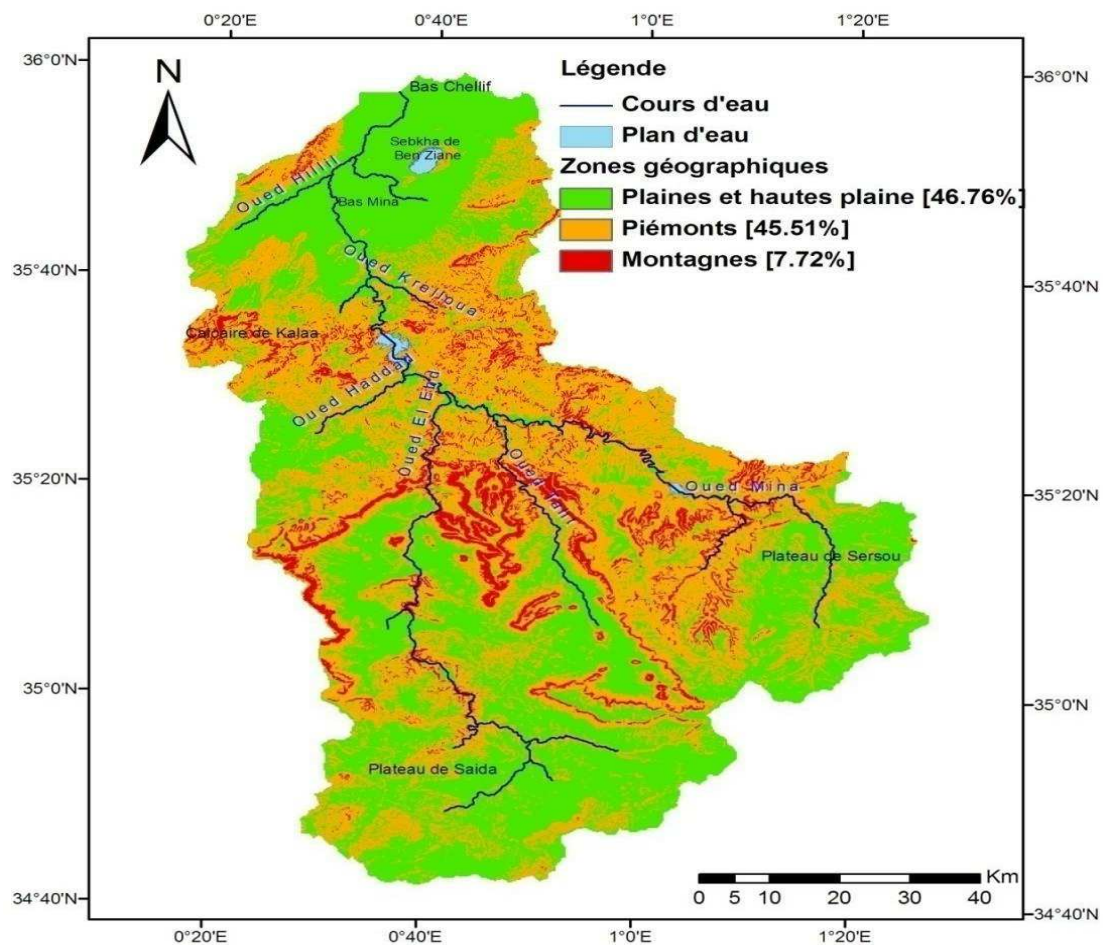
|    |                    |    |                     |    |                   |
|----|--------------------|----|---------------------|----|-------------------|
| N° | NOM                |    |                     |    |                   |
| 0  | DJIDIOUIA          | 15 | AIN RAHMA           | 30 | AIN FERAH         |
| 1  | OULED SIDI MIHOUB  | 16 | SIDI LAZREG         | 31 | TAGDEMT           |
| 2  | SIDI KHETTAB       | 17 | SIDI MHAMED BENAOUA | 32 | EL HACHEM         |
| 3  | EL HMA DNA         | 18 | KALAA               | 33 | TIARET            |
| 4  | OUED EL DJEMAA     | 19 | OUED ESSALEM        | 34 | AIN BOUCHEKIF     |
| 5  | SAFSAF             | 20 | RAHOUIA             | 35 | ZELMATA           |
| 6  | BELAASSEL BOUZEGZA | 21 | OUED LILLI          | 36 | SIDI BAKHTI       |
| 7  | BENI DERGOUN       | 22 | EL MENAOUER         | 37 | SOUGUEUR          |
| 8  | ZEMMOURA           | 23 | EL BORDJ            | 38 | TAKHMARET         |
| 9  | YELLEL             | 24 | GUERTOUFA           | 39 | AIN EL HADID      |
| 10 | RELIZANE           | 25 | OUED EL ABTAL       | 40 | MELLAKOU          |
| 11 | EL MATMAR          | 26 | SIDI ABDEL DJABAR   | 41 | MEDROUSSA         |
| 12 | SIDI SAADA         | 27 | SEHAILIA            | 42 | TOUSNINA          |
| 13 | BEN DA OUD         | 28 | DJILLALI BEN AMAR   | 43 | FREND A           |
| 14 | OULED LARBI        | 29 | MACHRAA SFA         | 44 | AIN KERMES        |
|    |                    |    |                     | 45 | DJEBILET ROSFA    |
|    |                    |    |                     | 46 | MADNA             |
|    |                    |    |                     | 47 | TIRCINE           |
|    |                    |    |                     | 48 | NAIMA             |
|    |                    |    |                     | 49 | TEGHENNIF         |
|    |                    |    |                     | 50 | SIDI KADA         |
|    |                    |    |                     | 51 | NESMOTH           |
|    |                    |    |                     | 52 | GHARROUS          |
|    |                    |    |                     | 53 | OULED BRAHIM      |
|    |                    |    |                     | 54 | MEDRISSA          |
|    |                    |    |                     | 55 | EL HASSASNA       |
|    |                    |    |                     | 56 | MAAMORA           |
|    |                    |    |                     | 57 | SIDI ABDERRAHMANE |
|    |                    |    |                     | 58 | BOUGUIRAT         |
|    |                    |    |                     | 59 | SEDJARARA         |



**Figure.20.** La population du bassin versant de l'Oued Mina répartie par commune.

### III.4. Aspect topographique

La zone d'étude s'étale sur deux domaines naturels bien distincts. L'atlas tellien au Nord et les hautes plaines steppiques au Sud. Dans ce contexte la région d'étude est délimitée sur le plan naturel au nord et nord-est par les monts de l'Ouersenis et les monts de Dahra. À l'Ouest par les monts de Béni Chograne et de Saida. Au sud, la limite s'ouvrant sur les hautes plaines steppiques (Plateaux de Sersou et plateaux de Saida). Le nord du bassin est dominé par les plaines alluviales d'une altitude inférieure à 200 m quant au sud dominant les plateaux steppiques élevés. Entre les deux domaines s'étalent les paiements et chaînes élevées.



**Figure.21.** Les principales zones géographiques de la région d'étude.

### III.5. Aspects orographiques

**III.5.1. Le relief :** Le relief de la zone d'étude est assez diversifié puisqu'on y distingue des plaines, des plateaux et une zone montagneuse. Ces entités façonnent des milieux naturels découpant l'espace de la zone en unités physio-géographiques.

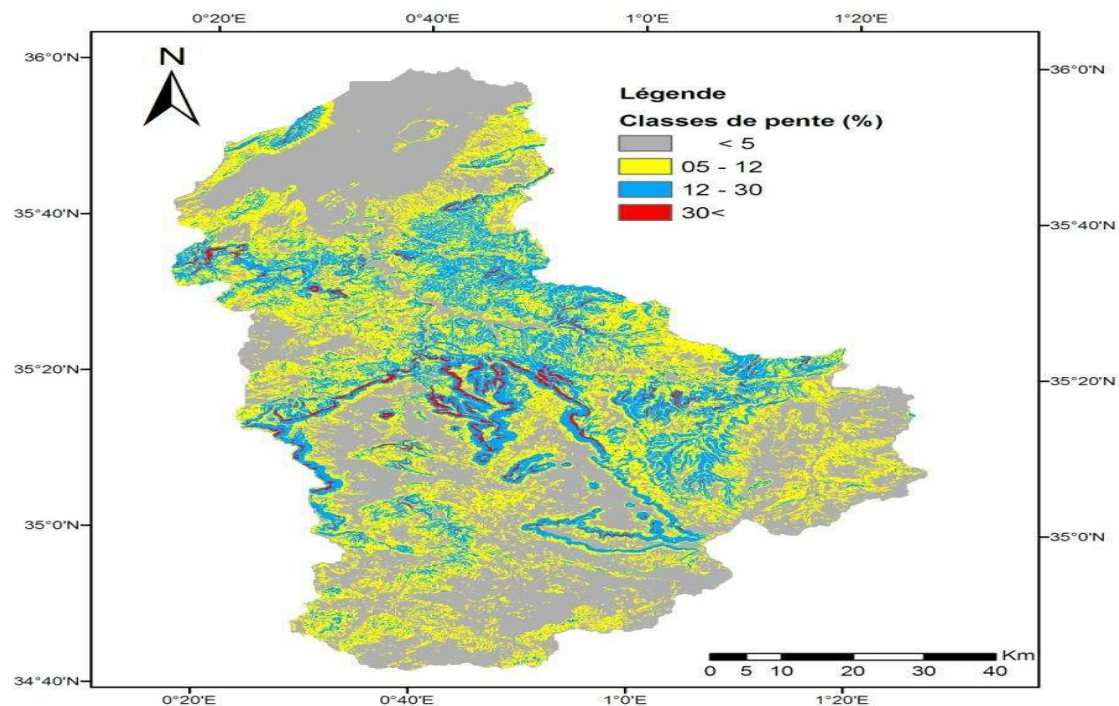
**III.5.2. La pente :** La potentialité et les limites d'utilisation du territoire dépendent dans leur majeure partie de la pente, la pente est subdivisée en 4 classes :

**Classe1:** pentes 0-5% caractérise l'ensemble des terrains dont la topographie est généralement plane. Ce sont les fonds de vallées, les plaines et les plateaux. Elle couvre 48 % de la superficie totale de la région d'étude.

**Classe2:** Pentas 5-12% caractérise généralement un relief montueux, qui peut être des plateaux ou bas de collines

**Classe3:** Pentas 12-30% caractérise le plus souvent les zones de piémonts qui sont le prolongement des massifs montagneux. Ce sont généralement des terrains de parcours et des terrains forestiers.

**Classe4:** Pentas supérieures à 30%, représente les hauts piémonts et les zones montagneuses, de forte déclivité généralement couverte par la végétation forestière.



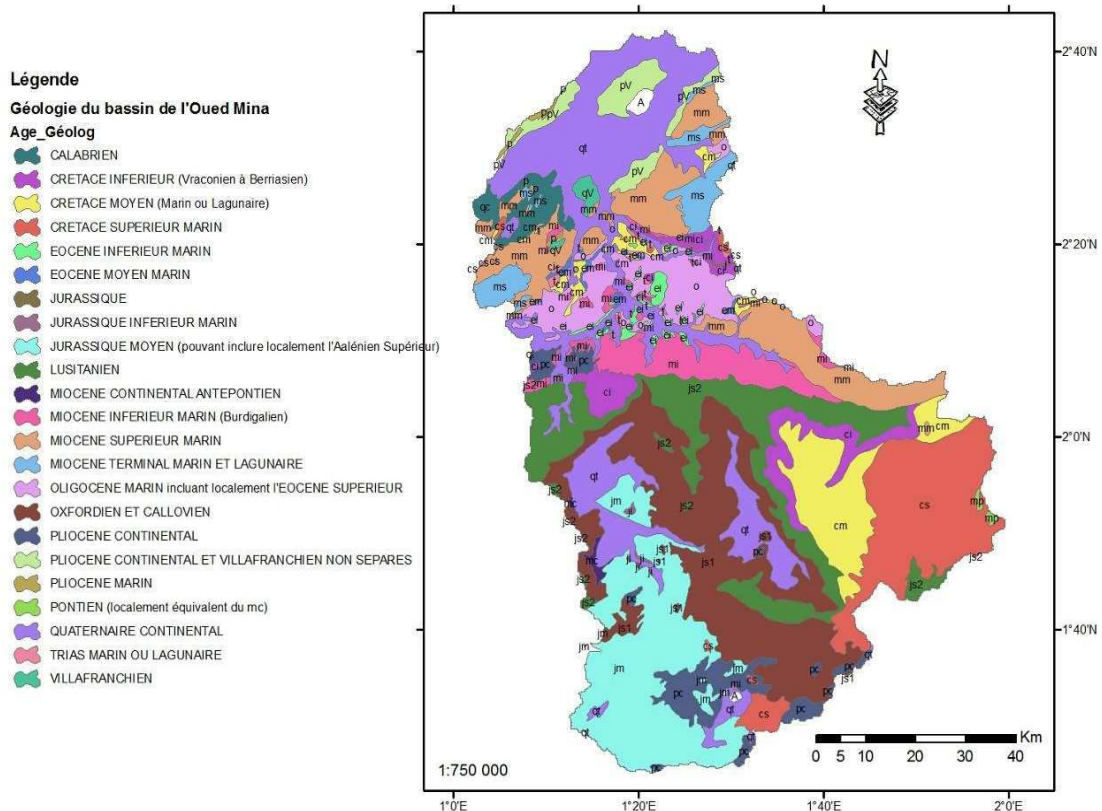
**Figure.22.** Carte des classes des pentes élaborée à l'aide du MNT.

### III.6. Lithologie

Le bassin versant de l'Oued Mina est caractérisé du point de vue géologique par:

- ❖ La prépondérance du Jurassique au Nord et à l'Ouest.
- ❖ Les restes d'un paysage Crétacé avec des roches calcaires et grès calcaires.

La présence de marnes dans lesquelles il y a des intercalations de quelques bancs de carbonate, la majorité des sols du bassin sont constitués de marnes et d'argile imperméables.



**Figure.23.** Carte géologique de la région d'étude élaborée suite à une digitalisation de la carte géologique de 1 :50000.

## IV. Conclusion

Les inondations catastrophiques dans la wilaya de Relizane sont liées aux crues de l'oued Mina qui est le cours d'eau le plus important du réseau hydrographique. Notre zone d'étude concernera les différentes communes de la wilaya de RELIZANE.

Nous avons décrit d'une manière générale la situation des principales zones inondables de la wilaya de RELIZANE et donné un bref aperçu sur inondation catastrophique vécues dans certaines régions.

Dans le chapitre suivant nous allons décrire la phase de conception et implémentation de notre application.

## **I. Introduction**

Dans ce chapitre nous allons présenter la conception et l'implémentation de notre application, pour cela on a utilisé le langage JAVA et comme outil on a utilisé ArcGIS.

Dans cette implémentation nous allons respecter ce qui est décrit dans l'approche méthodologique et modélisé avec UML.

Au début nous allons définir brièvement les outils utilisés, argumenter leur utilisation, puis afficher notre application.

Ensuite, pour pouvoir comprendre notre thème, nous allons afficher les interfaces de chaque cas d'utilisation, puis mentionner les codes appropriés.

## **II. Environnement matériel et logiciel**

- ❖ Un PC core(TM) i3CPU (2,53GHz) et 4Go de RAM.
- ❖ ArcGIS 10 Desktop.
- ❖ Eclipse.

### **II.1. L'outil de réalisation**

Nous avons choisi ArcGIS 10 Desktop comme un outil de SIG.

#### **II.1.1. Pourquoi ArcGIS 10 Desktop**

ArcGIS 10 Desktop est une suite intégrée d'applications SIG professionnelles. La plupart des utilisateurs la connaissent sous la forme de trois produits : ArcView, ArcEditor et ArcInfo. Elle inclut les applications ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox et ModelBuilder.

- ArcMap permet de créer, afficher, interroger, afficher, imprimer des cartes.

ArcCatalog, ArcToolbox et ModelBuilder sont accessibles par des fenêtres que l'on peut ouvrir depuis ArcMap.

- ArcCatalog permet d'organiser et de gérer différents types d'informations géographiques.
- ArcToolbox regroupe un ensemble d'outils de conversion de données, de gestion des projections, de géotraitement, etc.
- ModelBuilder permet de créer de nouveaux outils à partir d'outils existants.
- Un éditeur de scripts Python est intégré à ArcMap. On peut écrire des scripts Python pour automatiser certaines tâches. On peut aussi utiliser des scripts existant.

ArcPy est un module Python fourni avec ArcGIS 10 Desktop.

## **II.2. Choix de la plateforme**

Concernant l'environnement de développement utilisé pour le développement de notre application, nous avons opté pour Eclipse qui est mis en open source depuis Juin 2000 par Sun sous licence CDDL (Common Development and Distribution Licence). Il est disponible Sur les plateformes (Windows, Linux, Mac et Solaris). En plus de java, Eclipse supporte d'autres langages comme (C, C++, XML, HTML). Il est bien documenté et offre aux développeurs le moyen de créer rapidement des applications Web, d'entreprise, de bureau, des applications mobiles en utilisant la plateforme de Java.

### **II.2.1. langage de programmation**

Pour le choix du langage de programmation de notre application, nous avons opté pour le langage JAVA, et ce pour les raisons suivantes :

- \* JAVA est un langage orienté objet simple, qui réduit le risque des erreurs d'incohérences.
- \* Il est indépendant de toute plateforme. Les programmes JAVA peuvent être exécutés sur tous les environnements qui possèdent une Java Virtual Machine (JVM).
- \* Il est doté d'une riche bibliothèque de classes, comprenant la gestion des interfaces graphiques (fenêtres, menus, graphismes, boîtes de dialogue, contrôles), la programmation multithread (multitâche), la gestion des exceptions. Il permet d'accéder d'une manière simple aux fichiers et aux réseaux (notamment Internet).

## **III. Implémentation de la BDD**

Le modèle logique de données regroupe l'ensemble des tables nécessaires pour implémenter notre base de données. Les Bases de données géographiques sont structurées de table de deux natures : des tables graphiques (couches d'information, nommées sous ArcGIS, par layer) et des tables attributaires (données sémantiques). Chaque couche possède obligatoirement des données sémantiques, tandis que, une table attributaire ne possède pas forcément une couche d'information (objets géographiques).



#### IV. Approche méthodologique

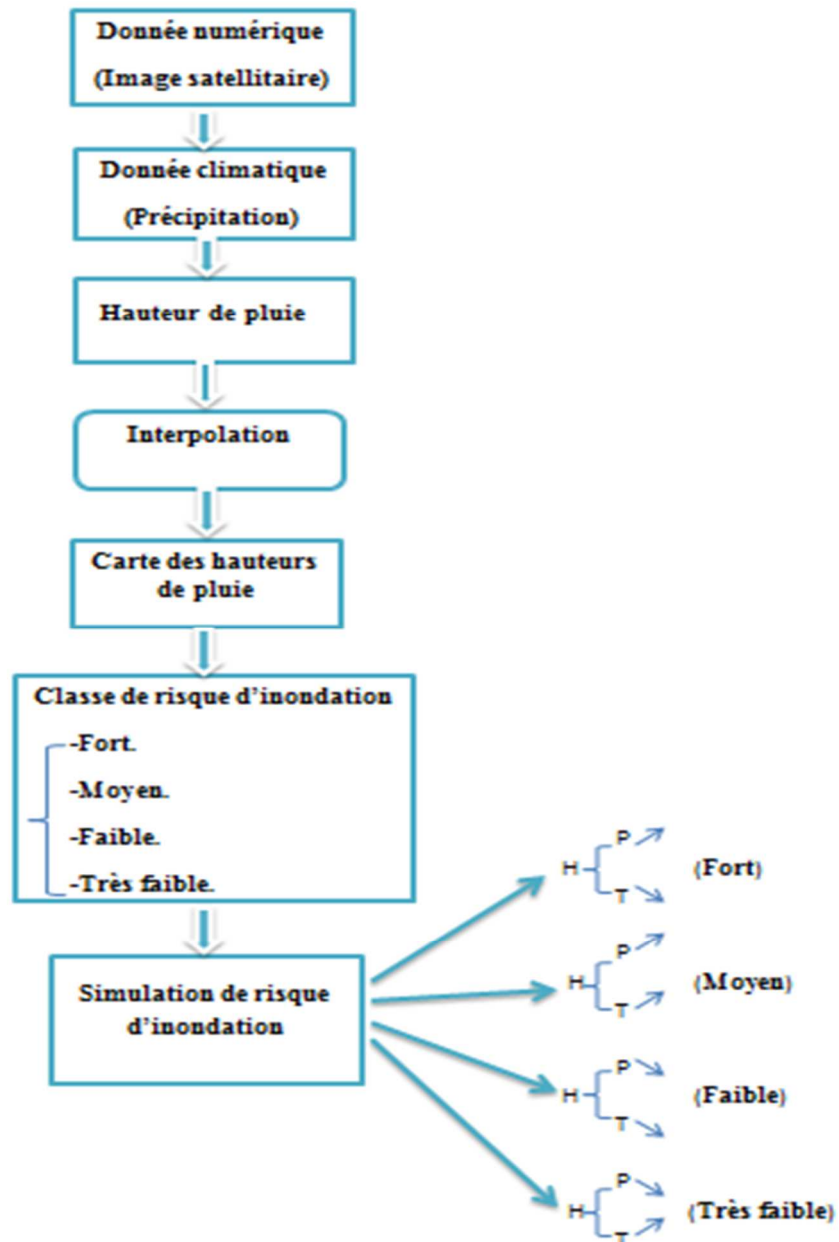
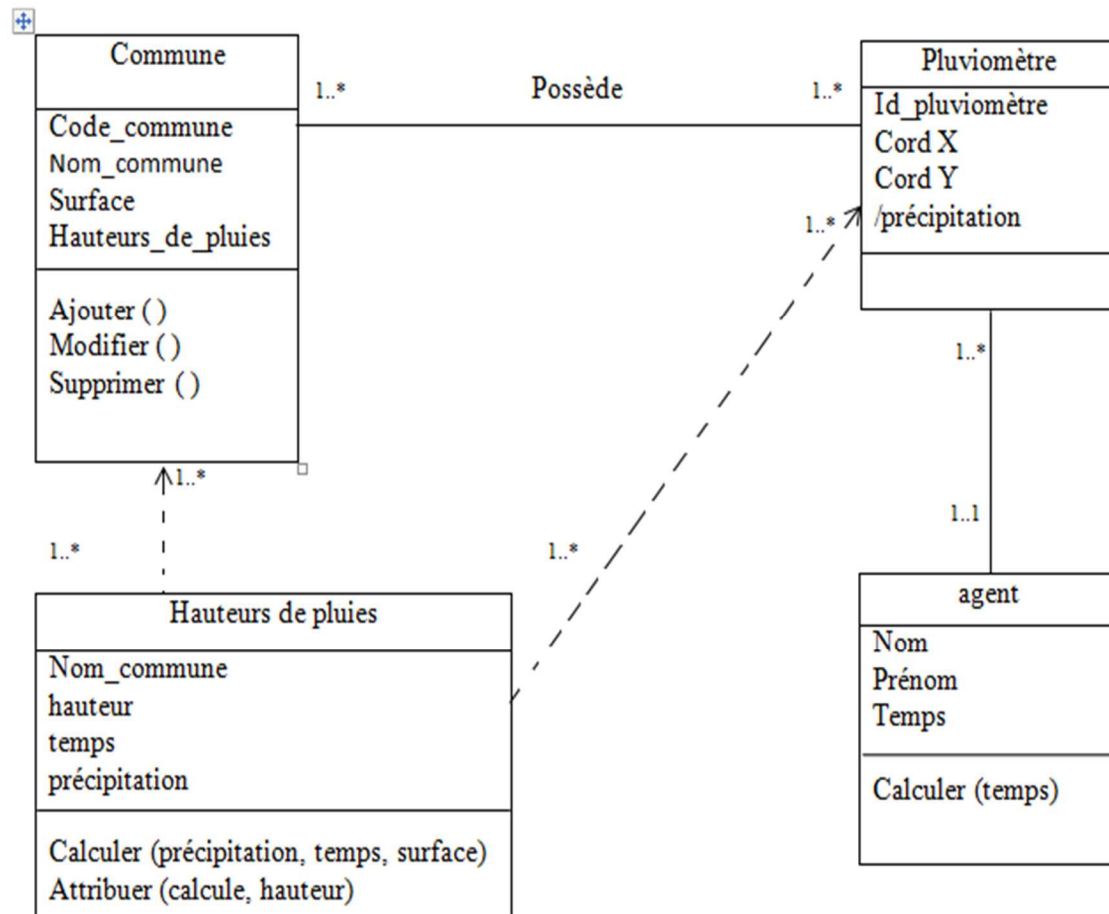


Figure.25. Schéma méthodologique de l'application.

## V. Modélisation

### V.1. La spécification du diagramme de classes d'analyse



**Figure.26.** Diagramme de classe d'analyse.

V.2. La spécification du diagramme de classes de conception

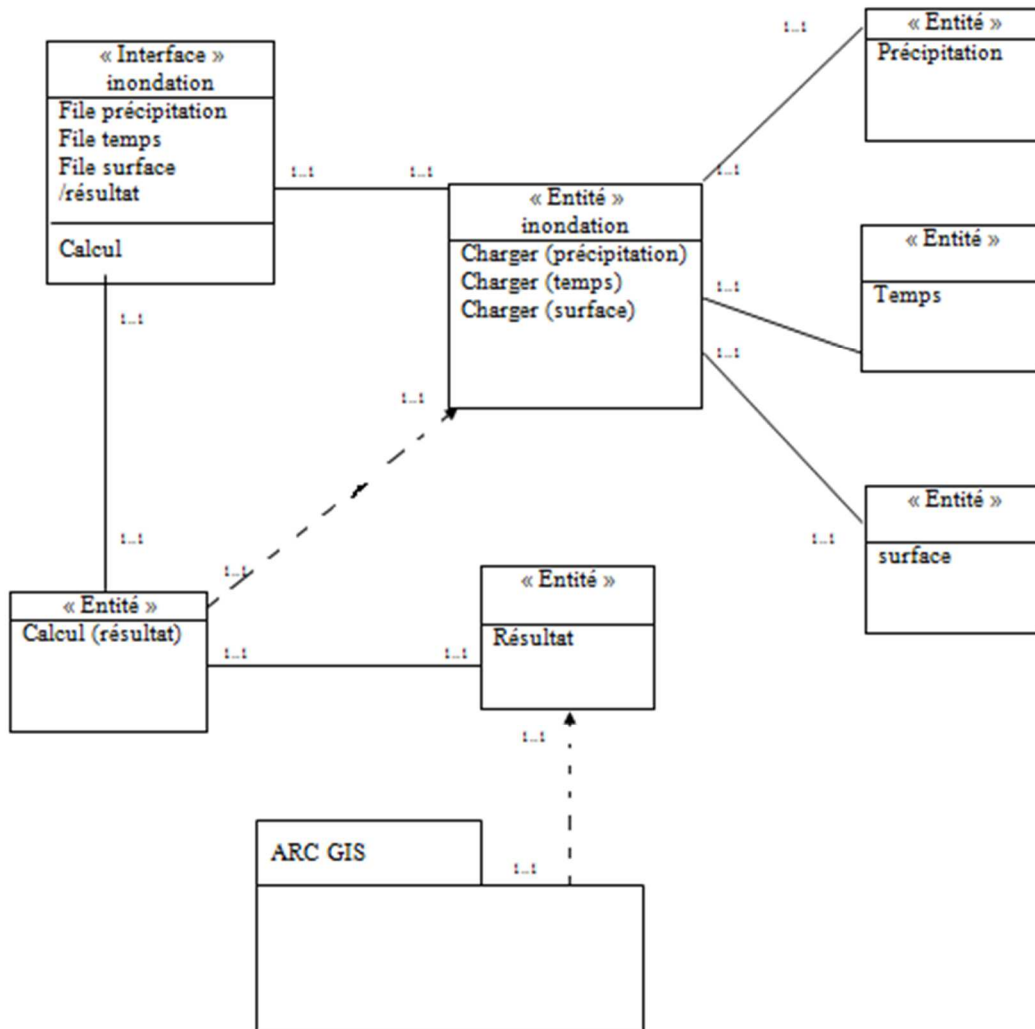


Figure.27. Diagramme de classe de conception.

## VI. Implémentation

Dans ce qui va suivre nous allons afficher les différentes interfaces.

- **Accéder interface hauteurs de pluie :** l'interface hauteurs de pluies illustrée dans la figure ci-dessous comporte la représentation de la formule de calcul des hauteurs de pluies.

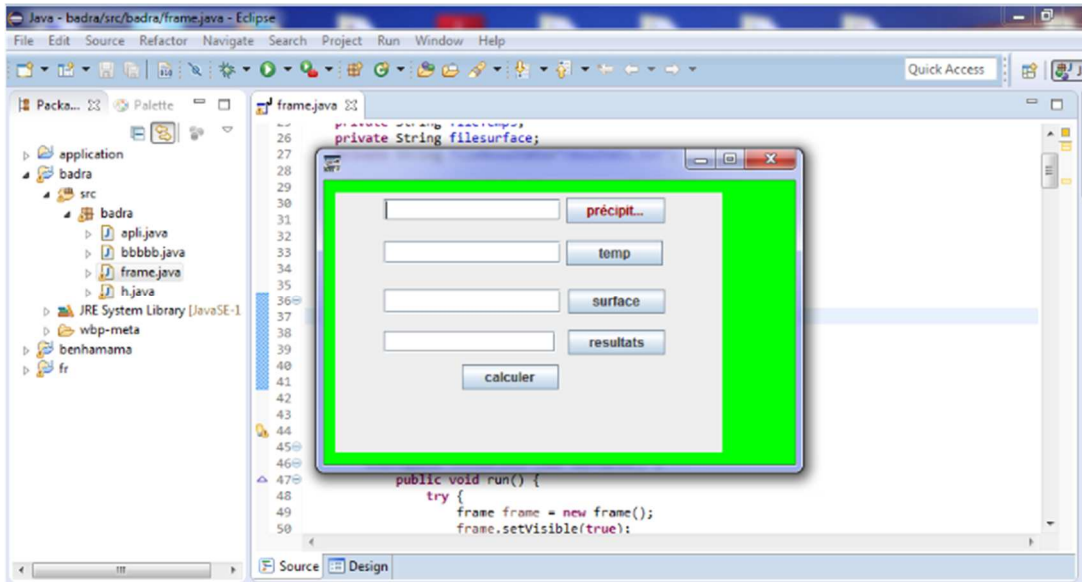


Figure.28. Interface hauteur de pluie.

- **Chargement des fichiers :** pour calculer les hauteurs des pluies, il faut d'abord charger les fichiers nécessaires telle que : hauteurs de pluies =  $(\text{précipitation} * \text{surface}) / (3.6 * \text{temps})$

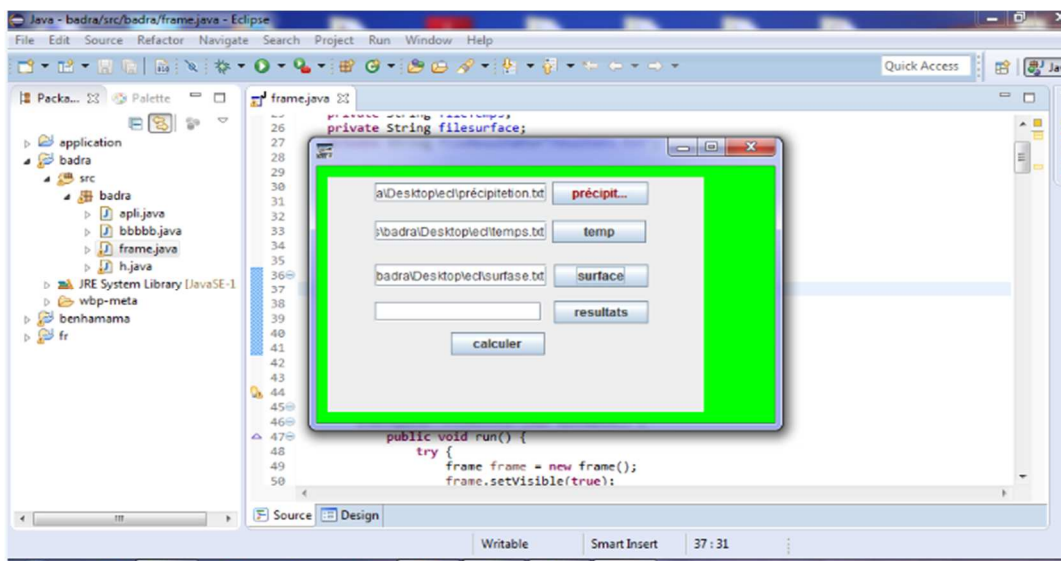
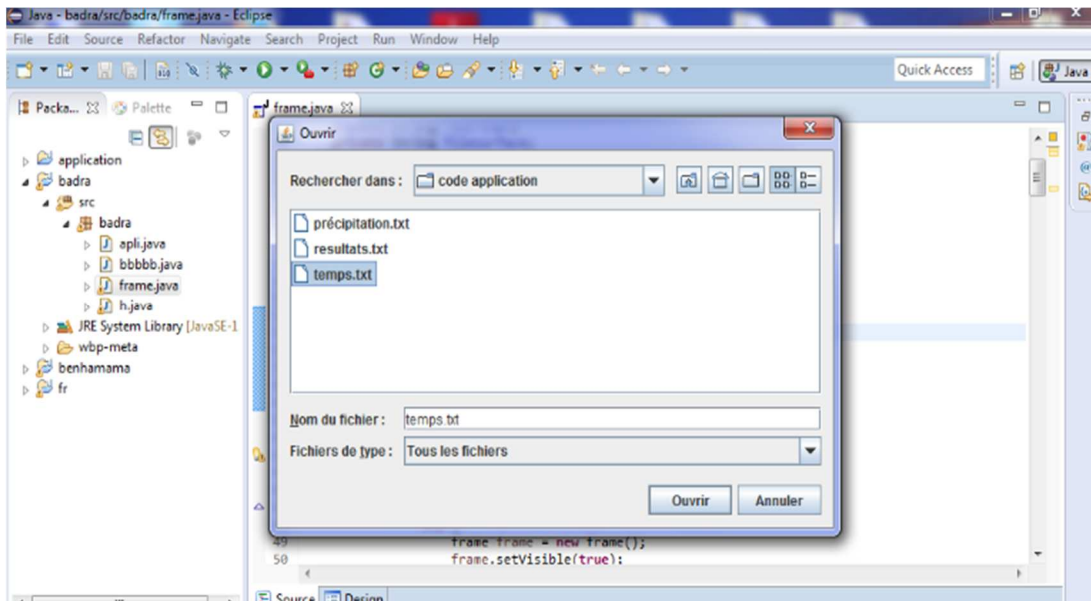


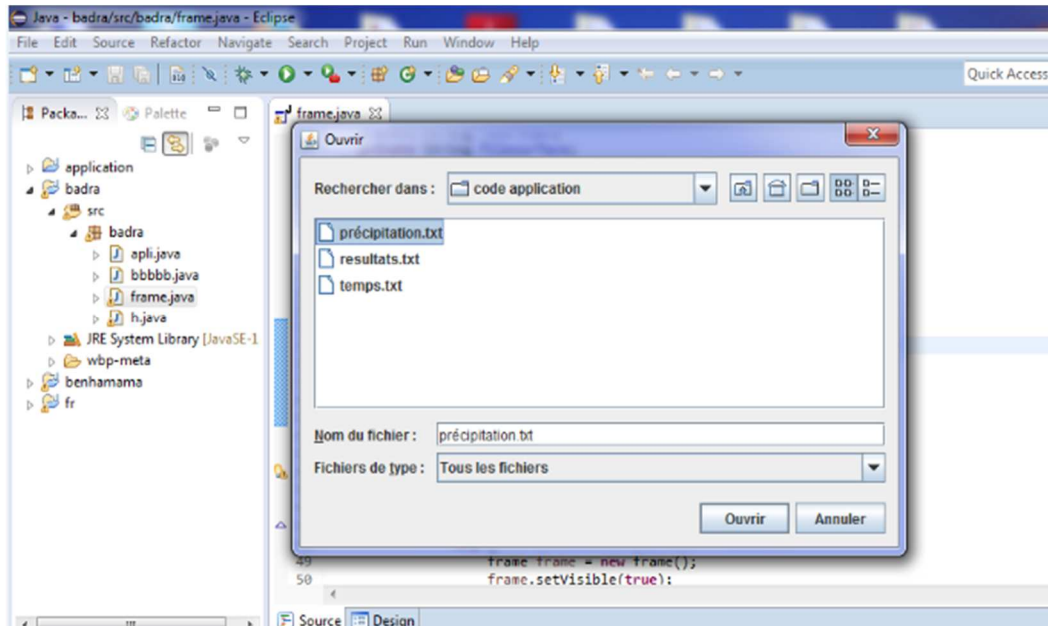
Figure.29. Interface chargement des fichiers.

- **Chargement de temps** : En sélectionnant « temps ».



**Figure.30.** Interface chargement de temps.

- **Chargement de précipitation** : En sélectionnant « précipitation ».



**Figure.31.** Interface chargement de précipitation.

- **Chargement de surface** : En sélectionnant « surface ».

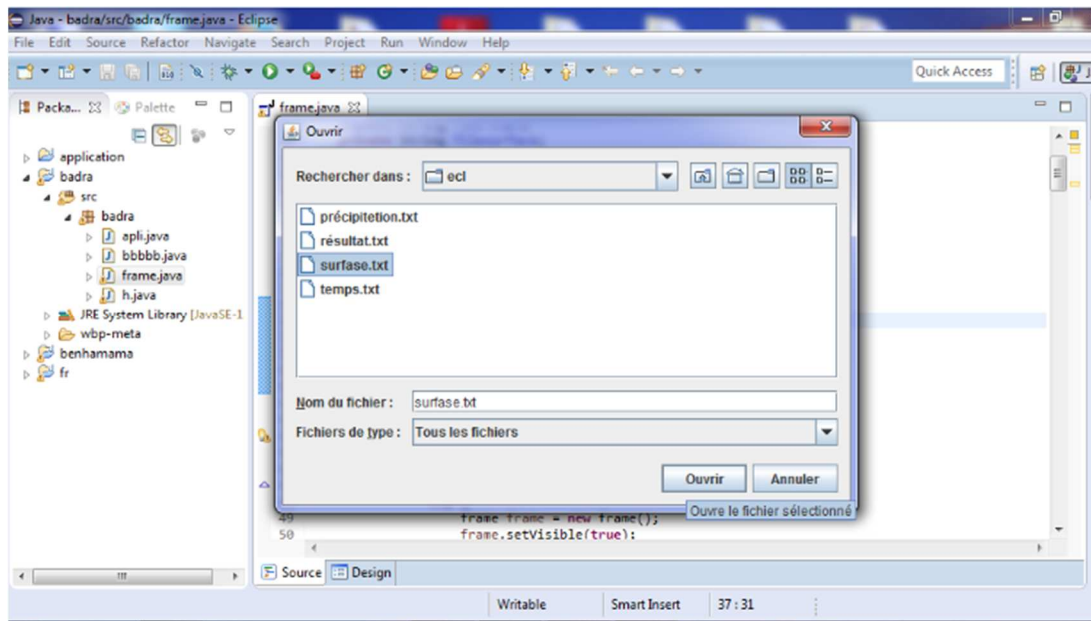


Figure.32. Interface chargement de surface.

- **Fichier d'enregistrement de résultat** : Avant de faire les calculs, on doit faire un fichier pour enregistrer le résultat de calcul.

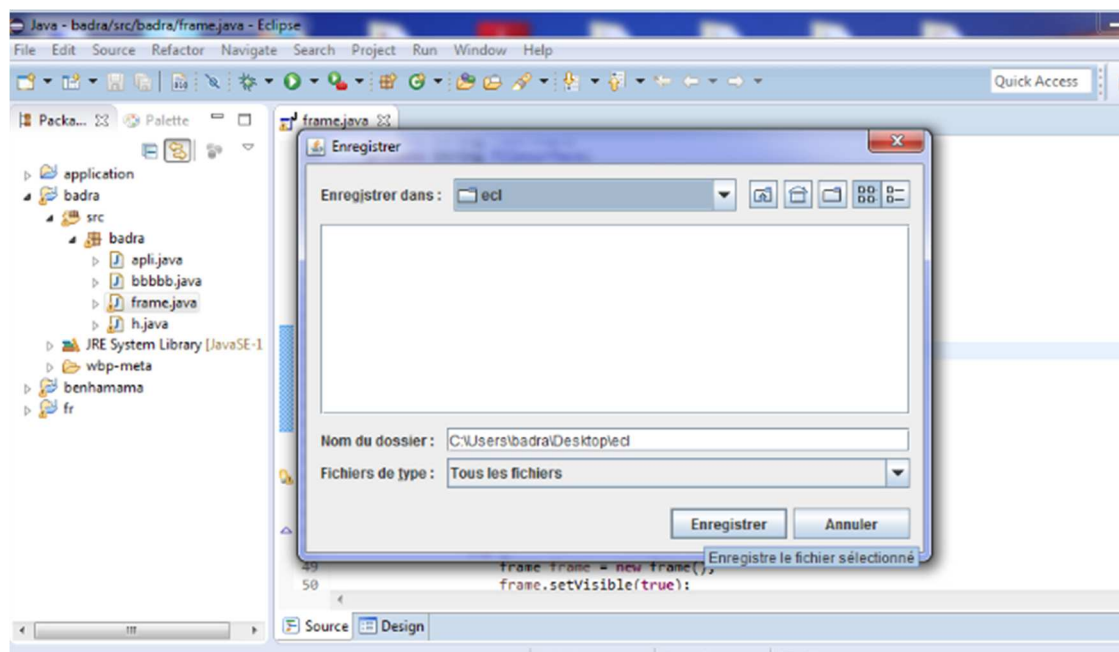


Figure.33. Interface enregistrement de résultat.

- **Faire calcul** : Après le chargement des fichiers nécessaires, en sélectionnant « calculer » pour obtenir le résultat.

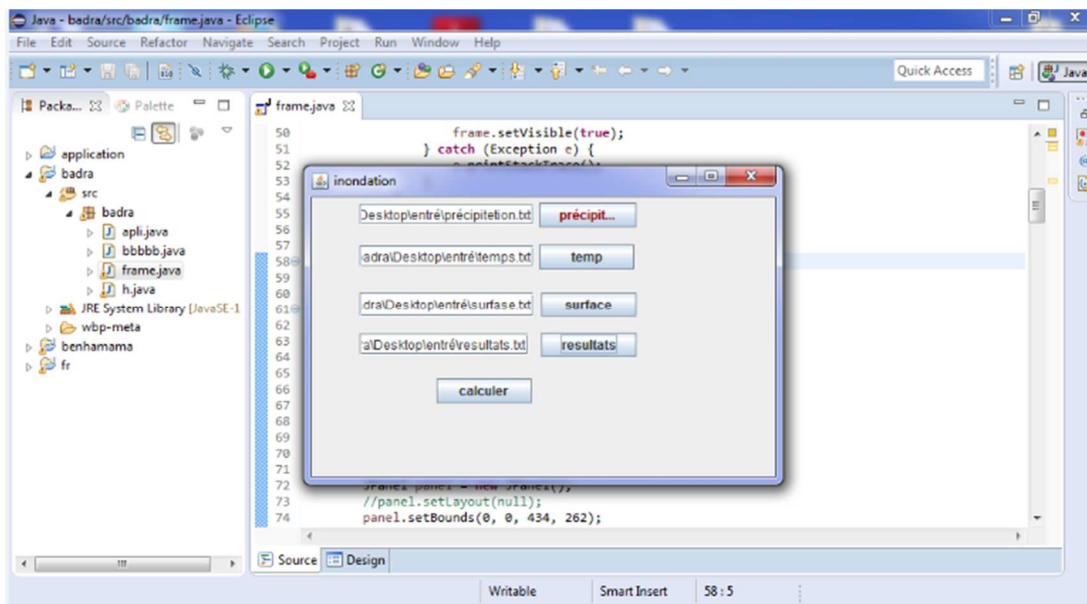


Figure.34. Interface calcul.

- **Table attributaire** : On a ajouté les champs (précipitation, temps, hauteur de pluie, ..).

| OBJECTID* | Shape*  | CODE W | WILAYA   | CODE C | COMMUNE             | Shape Length | Shape Area | précipitation | temps | hauteur |
|-----------|---------|--------|----------|--------|---------------------|--------------|------------|---------------|-------|---------|
| 427       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4808   | SIDI MHAMED BEN ALI | 0,478126     | 0,008038   | 40            | 1     | 40      |
| 439       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4809   | MEDJOUNA            | 0,6664       | 0,015118   | 34            | 2     | 26      |
| 468       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4822   | MAZOUNA             | 0,406419     | 0,004383   | 22            | 2     | 12      |
| 471       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4830   | BENI ZENTIS         | 0,540687     | 0,009364   | 13            | 1     | 4       |
| 488       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4815   | EL GUETTAR          | 0,478923     | 0,005431   | 13            | 1     | 4       |
| 501       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4821   | OUARIZANE           | 0,649482     | 0,008807   | 34            | 3     | 13      |
| 510       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4816   | EL HAMRI            | 0,500137     | 0,007735   | 11            | 1     | 7       |
| 519       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4814   | DJIDJOUA            | 0,982469     | 0,013519   | 9             | 1     | 5       |
| 529       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4837   | MERDJET SIDI ABED   | 0,453298     | 0,006805   | 12            | 1     | 8       |
| 536       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4802   | OUED RHIU           | 0,630201     | 0,009759   | 32            | 3     | 12      |
| 551       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4838   | OULED SIDI MIHOUB   | 0,578759     | 0,0086     | 22            | 2     | 12      |
| 551       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4810   | SIDI KHETTAB        | 0,889347     | 0,02063    | 10            | 2     | 4       |
| 562       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4836   | EL OUELDJA          | 0,716607     | 0,01414    | 17            | 1     | 9       |
| 566       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4831   | SOUK EL HAD         | 0,356008     | 0,00513    | 26            | 2     | 11      |
| 579       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4807   | EL HMAJNA           | 0,568352     | 0,012095   | 13            | 1     | 7       |
| 581       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4829   | LAHLEF              | 0,542828     | 0,007451   | 16            | 1     | 10      |
| 585       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4826   | OUED EL DJEMAA      | 0,779291     | 0,017908   | 18            | 1     | 13      |
| 586       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4827   | RAMKA               | 0,803143     | 0,015667   | 23            | 1     | 13      |
| 593       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4811   | AMMI MOUSSA         | 1,022054     | 0,017517   | 34            | 3     | 12      |
| 615       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4803   | BELAASSEL BOUZEGZA  | 0,567408     | 0,013735   | 37            | 2     | 24      |
| 621       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4813   | BENI DERGOUN        | 0,619969     | 0,010476   | 29            | 1     | 22      |
| 626       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4805   | OULED YAICH         | 0,798826     | 0,014677   | 40            | 1     | 40      |
| 635       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4812   | ZEMMOURA            | 1,188401     | 0,023087   | 11            | 1     | 6       |
| 640       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4819   | AIN TAREK           | 0,846421     | 0,017735   | 26            | 2     | 23      |
| 658       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4833   | EL HASSI            | 0,649104     | 0,012553   | 16            | 3     | 4       |
| 660       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4825   | YELLEL              | 0,596717     | 0,01176    | 12            | 1     | 6       |
| 668       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4801   | RELIZANE            | 0,657418     | 0,010924   | 14            | 1     | 8       |
| 689       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4817   | EL MATIAAR          | 0,382335     | 0,004873   | 11            | 2     | 6       |
| 691       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4804   | SIDI SAADA          | 0,481857     | 0,007334   | 15            | 1     | 7       |
| 699       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4828   | MENDES              | 0,952892     | 0,01776    | 33            | 2     | 23      |
| 700       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4834   | HAD CHEKKALA        | 0,752184     | 0,016179   | 22            | 1     | 27      |
| 707       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4835   | BEN DAUD            | 0,717914     | 0,011325   | 36            | 3     | 15      |
| 711       | Polygon | 48     | RELIZANE | 4832   | DAR BEN ABDELLAH    | 0,709994     | 0,01115    | 11            | 1     | 3       |

Figure.35. Table attributaire

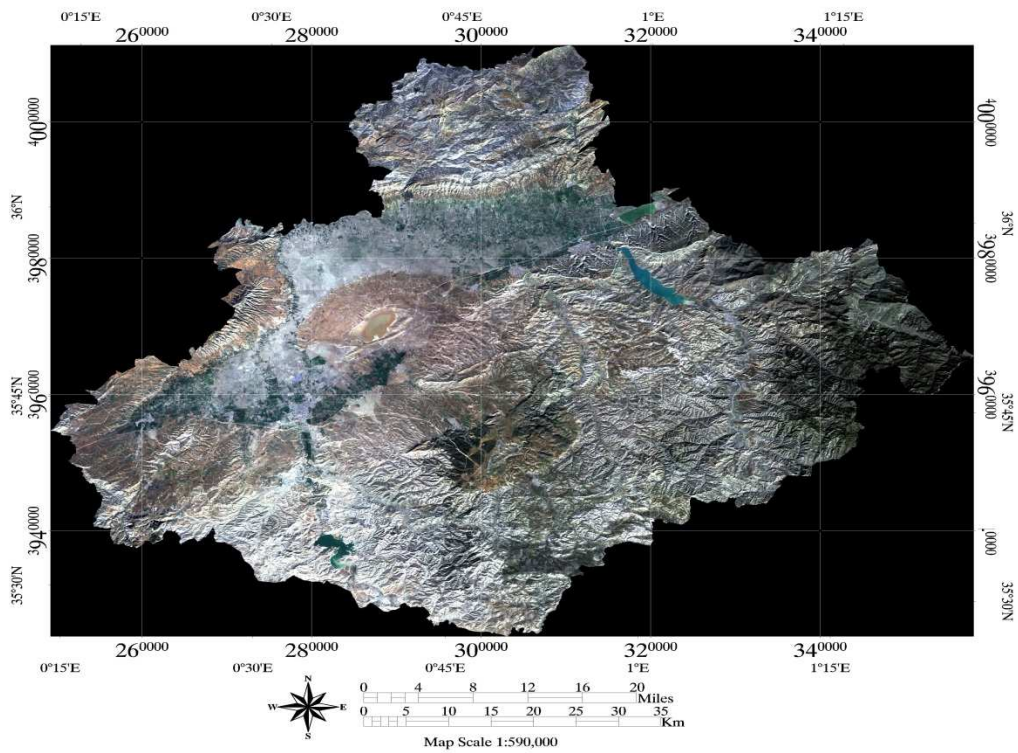


Figure.36. Carte de la zone d'étude (Relizane).

- **Les hauteurs de pluies :** A partir de pluviomètre on a obtenu des précipitations pour calculer les hauteurs des pluies, puis on a fait l'interpolation.

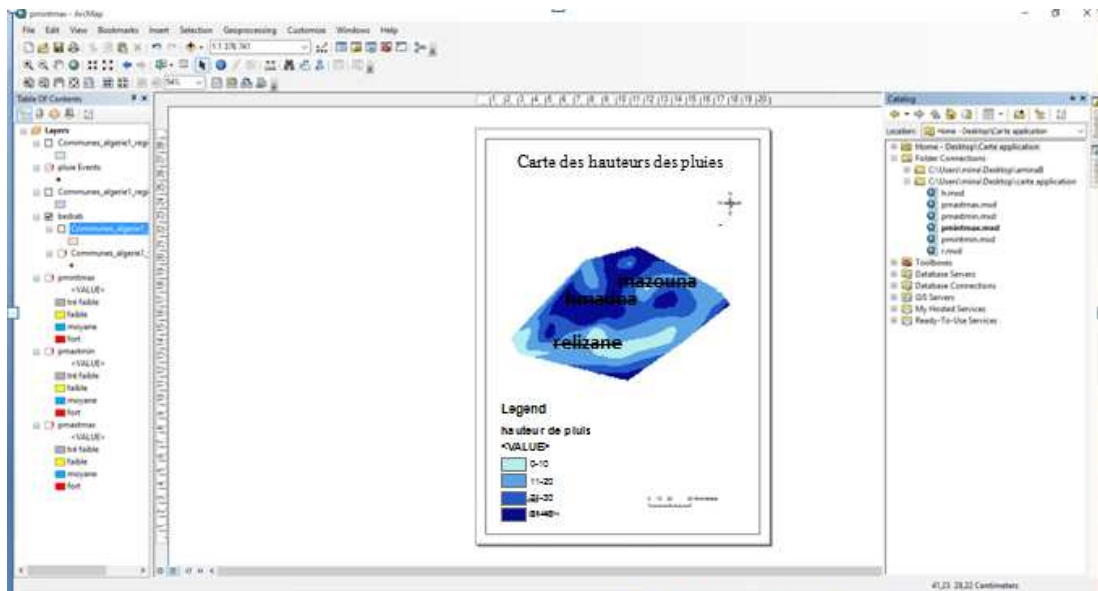


Figure.37. Carte des hauteurs de pluies.



- **Le risque d'inondation** : On dit qu'il y a un risque d'inondation quand le seuil est supérieur ou égale à « 30 ».
- Les classes de risque d'inondation sont :
- [0-10] : fort.
  - [11-20] : moyen.
  - [21-30] : faible.
  - [31-40] : très faible.

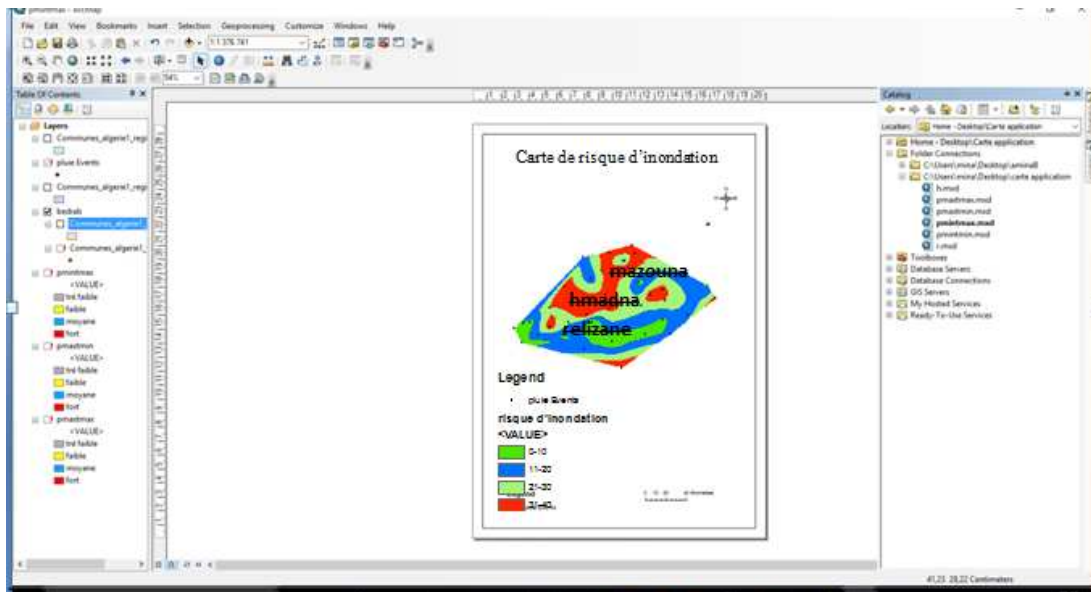


Figure.38. Carte de risque d'inondation.

- **La simulation** : On a proposé les valeurs de précipitation et temps pour évaluer le risque d'inondation.
- **Fort risque** : Si la précipitation est élevée et le temps est diminué.

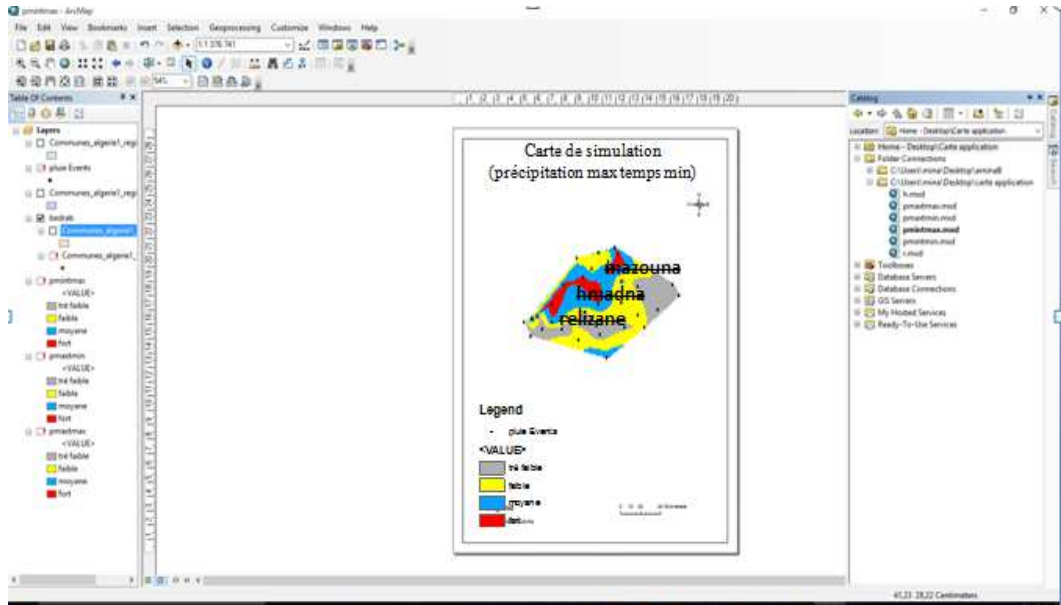


Figure.39. Carte de simulation (fort risque).

- **Moyen risque** : Si la précipitation et le temps sont élevés.

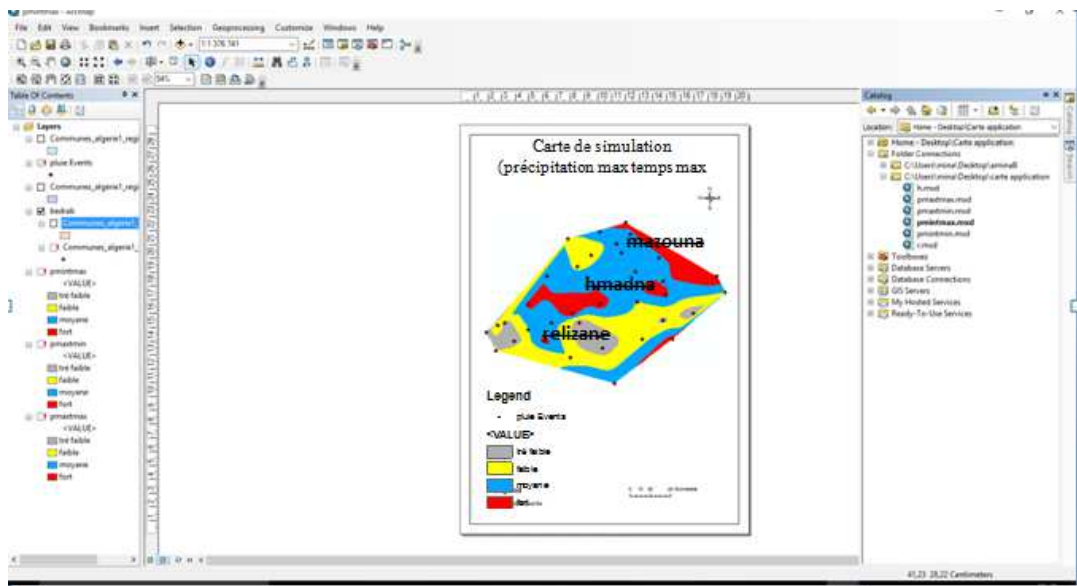


Figure.40. Carte de simulation (moyen risque).

- **Faible risque** : Si la précipitation et le temps sont diminués.

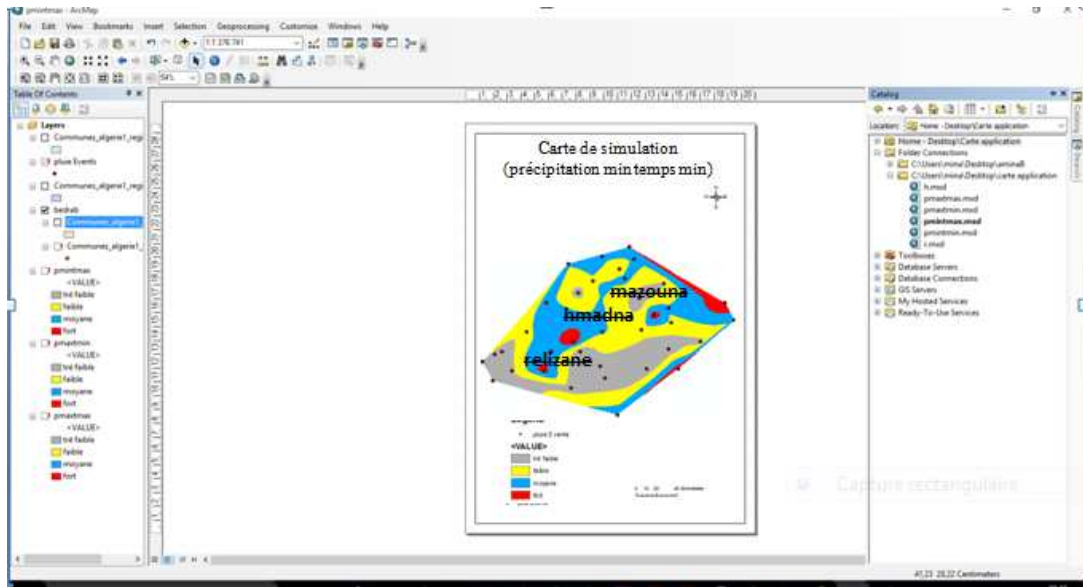


Figure.41. Carte de simulation (faible risque).

- **Très faible risque** : Si la précipitation est diminuée et le temps est élevé.

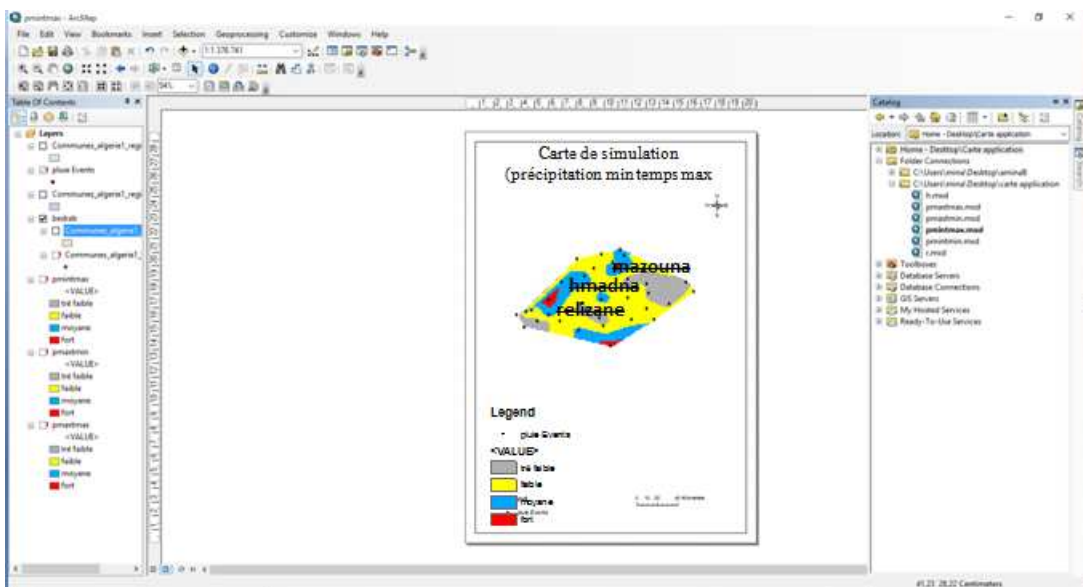


Figure.42. Carte de simulation (très faible risque).

## **VII. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons montré les principaux outils pour réaliser notre application, aussi on a caractérisé ce chapitre avec quelques définitions qui concernent les outils utilisés.

Afin d'arriver à une meilleure compréhension nous avons affiché les interfaces de l'application, puis mentionné les cartes appropriés.

### **Conclusion générale**

Chaque année, les crues de plusieurs cours d'eau d'Algérie, liées aux intempéries, causent des inondations. Ces dernières peuvent être lourdes de conséquences, tant sur le plan humain que matériel. La fréquence et l'ampleur des inondations touchant la ville de Relizane démontrent bien qu'une grande partie de la population est exposée à un risque réel d'inondation.

Dans cette étude, on a fait appel à la télédétection et aux SIG pour évaluer et cartographier l'inondation dans le bassin versant de l'Oued Mina. Ce bassin est caractérisé par une grande irrégularité dans les précipitations, une forte pente, une lithologie essentiellement marneuse et une couverture végétale très faible ce qui le rend très vulnérable à l'inondation. Les données de télédétection multi-temporelles et les SIG ont été utilisés pour évaluer et cartographier chaque facteur individuellement.

Le modèle de simulation des niveaux d'inondation fournit une évaluation des limites des nappes d'eau lors des crues de l'oued Mina dans les différents secteurs analysés.

Le travail que nous avons effectué consiste à réaliser un modèle de simulation à travers les valeurs des hauteurs de pluies pour déterminer les sites à risque d'inondation.

L'influence du facteur anthropique sur les espaces a beaucoup limité les capacités d'infiltration et l'évacuation des eaux, ce qui a aggravé les effets des inondations.

De ce fait, l'exposition au risque d'inondation s'étend sur de larges sections urbaines et comporte plusieurs enjeux socioéconomiques et environnementaux.

Afin de faire face à cette situation, la réflexion de l'État était basée sur un plan de protection traduit par une réalisation des ouvrages et dispositifs de protection visant la réduction des dommages liés aux inondations.

Même si ces études ne sont que qualitatives, elles peuvent toutefois guider les décideurs dans leurs réflexions sur le développement et l'aménagement du territoire, en favorisant l'intégration du risque d'inondation dans les documents d'urbanisme.

[1] Jean Paul I. David S. ; Télédétection.

[2] : F.Bonn and G.Rochon. '*Précise de télédétection : principe et méthode*'. Presses de l'Université du Québec 2875, 1996.

[3] TOUMI S.; APPLICATION DES TECHNIQUES NUCLEAIRES ET DE LA TELEDETECTION A L'ETUDE DE L'EROSION HYDRIQUE DANS LE BASSIN VERSANT DE L'OUED MINA ; thèse de Doctorat de l'ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE de Blida ; 12/11/2013.

[4] BACHI M. ; PROBLEMATIQUE DU RISQUE INONDATION EN MILIEU URBAIN ; CAS DE L'AGGLOMERATION DE SIDI BEL ABBES thèse de Magister en Hydraulique de l'Université Aboubakr Belkaïd - Tlemcen, 2010 – 2011.

[5] *Vami Herman N. Bachir S. Soulèye W. Djagoua E. Fernand K. Kouadio A. ; CARTOGRAPHIE DU RISQUE D'INONDATION PAR UNE APPROCHE COUPLÉE DE LA TÉLÉDÉTECTION ET DES SYSTÈMES D'INFORMATIONS GÉOGRAPHIQUES (SIG) DANS LE DÉPARTEMENT DE SINFRA (CENTRE-OUEST DE LA COTE D'IVOIRE) ; PDF.*

[6] TAHAR S. ; IMPACT DES INONDATIONS SUR L'ESPACE URBAIN LE CAS DE LA WILAYA SIDI BEL ABBES ; Thèse de Magister en géographie et aménagement du territoire de l'UNIVERSITE D'ORAN ;2013.

[7] Monographie de la Wilaya de Relizane ; PDF ; 18/07/2011.

[8] Direction de protection civile de la wilaya de Relizane.

[9] ANRH, Suivi et modélisation de la salinité des sols dans le périmètre irrigué de la Mina. Projet d'amélioration des performances de l'Agence Nationale des Ressources Hydrique coopération Algéro-Allemande, 2003.

[10] Ministère de l'Hydraulique, Barrage Es Saada dans l'Oued Mina, consignes d'exploitation. Bureau de l'ingénieur conseils, paris, pp.1-24 ,1990.