

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 :

Systeme d'Information Géographique pour la
gestion des zones inondables.

Etudiant (e) s: ***BOUKHATEM Lamia***

ABBASSA Mohamed

Encadrant: ***Mr.MIDOUN Mohamed***

Année Universitaire 2016/2017

RESUME

Une inondation est le résultat du débordement d'un plan d'eau, elle ne peut être empêchée mais on peut apprendre à gérer les risques qui l'accompagnent. La clé d'une bonne réaction est l'anticipation par la prévention. En effet la gestion de ce risque devient de plus en plus une nécessité qui doit inclure tous les acteurs et tous les moyens disponibles possibles.

Les systèmes d'information géographique (SIG) ont apporté une contribution particulière dans l'évolution des recherches sur les risques naturels en général et les inondations en particulier.

L'objectif de la présente étude est d'évaluer et réaliser un système d'information géographique pour gérer le risque d'inondation, et établir des cartes des zones inondables dans la vallée des jardins (Debdaba) commune de Sayada.

Mots-clés : Système d'Information Géographique (SIG), risque, zone inondable.

À l'être le plus cher à mon cœur ...

À la mémoire de mon père.

« Tout arrive par les idées, elles produisent des faits qui ne leur servent que d'enveloppe »

François René Chateaubriand

Remerciements

Tout un travail réussi dans la vie nécessite d'abord la bénédiction d'ALLAH, et ensuite l'aide et le support de plusieurs personnes. Je tiens donc à le remercier en premier degré ensuite à adresser ma reconnaissance à toute personne qui m'a aidé de loin ou de près afin de réaliser ce travail.

Je tiens à remercier tout particulièrement pour sa confiance et pour son aide mon encadreur, Monsieur Mohamed Midoun, Enseignant chercheur de l'université de Mostaganem Abdelhamid Ibn Badis.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à Monsieur Charef Abdellah Bensalloua, Enseignant de l'université de Mostaganem, d'avoir accepté de juger ce travail. J'ai pu apprécier l'importance de son savoir et bénéficier tout particulièrement de ses connaissances dans le domaine des Systèmes d'Informations Géographiques.

Je suis vivement reconnaissante à Monsieur Bouhemam Mohamed Tahar, Ingénieur au Bureau National d'Etudes pour le Développement rural et chef de projet à Constantine, d'avoir accepté de me transmettre son savoir faire, pour sa disponibilité et pour ses orientations.

Je remercie Monsieur Mohamed Bekkouche, Ingénieur en informatique à DRE. Je le remercie également pour la bienveillance de son accueil.

Je tiens à témoigner de ma profonde reconnaissance à mes plus chers Noor El Hilal et Dr. Abdelkader Hamadi pour tous ses précieux conseils et ses encouragements continus.

Je remercie ce que j'ai de plus cher au monde, ma famille : ma mère, ma sœur, mes belles sœurs, mes frères et surtout BOUKHATEM Fethi, avocat de l'université de Mostaganem, merci pour votre confiance, omniprésence et votre amour, sans vous je ne serais jamais arrivée au bout de ce travail.

Une grande pensée à mes amis de la faculté des sciences exactes et informatique sans exception. Je vous remercie tous pour vos encouragements, votre soutien et votre amitié qui ont été très enrichissants pour moi et qui ont contribué à faire des ces cinq années une période heureuse.

SOMMAIRE

Résumé	ii
Remerciements	iv
Sommaire	v
Liste des tableaux.....	viii
Liste Des Figures.	ix
Glossaire.	x
Introduction Générale.....	1
Chapitre1 : SIG et la gestion des eaux.....	3
Introduction	3
1. Contexte	3
2. Cycle de l'eau	3
3. Modélisation spatiale des ressources en Eau et systèmes d'Information Géographique	4
3.1. Modèles Hydrologiques	4
3.2. Définitions	5
4. Systèmes d'Information Géographique (SIG)	6
4.1. Définition	7
4.2. Rôle du SIG	7
4.3. Les avantage du SIG	8
4.4. Domaines d'application du SIG	8
5. Les SIG et la gestion de l'eau	9
Conclusion.....	9
Chapitre 2 : SIG et Gestion des Inondations	11
Introduction	11
1. Définition	11
2. Types d'inondations	12
2.1. Inondations de plaines	12
2.2. Inondations par remontées des nappes phréatiques	13
2.3. Les inondations dues à des crues torrentielles	13
2.4. Inondations par ruissellement en secteur urbain	14
2.5. Inondations par rupture d'ouvrage ou d'embâcle	15
2.6. Inondations marines	15
3. Types des crues	15
3.1. Les inondations engendrées par des crues torrentielles	15
3.2. Les inondations des grands bassins-versants	16

SOMMAIRE

4.	La gestion du risque	16
5.	Utilisation des SIG pour la prévention et la gestion des inondations	16
	Conclusion.....	17
	Chapre3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.....	19
	Introduction	19
1.	Présentation Générale de la zone d'étude.....	19
1.1	Présentation de la WILAYA de MOSTAGANEM.....	19
1.2	Contexte urbain.....	21
1.3	Principaux problèmes d'aménagement et d'urbanisme	22
1.4	DIAGNOSTIC DU PERIMETRE D'ETUDE (DEBDABA)	24
1.4.1	Situation et délimitation	24
1.4.2	Morphologie du site	24
1.4.3	Occupation agricole du site	25
1.4.4	Analyse urbaine	27
1.4.5	Situation Hydraulique	28
2.	Méthodologie de travail	31
2.1	Définition du projet.....	31
2.2	Définition des objectifs	31
2.3	Définition des données.....	31
2.4	Définition les outils.....	32
2.5	Les étapes de réalisation de notre SIG	32
2.5.1	Conception et modélisation de la base de données.....	32
2.5.2	L'intégration et le traitement des données.....	34
	Conclusion	35
	Chapitre 4 : Implémentation.....	37
	Introduction	37
1.	La réalisation du projet.....	37
2.	Rechercher les points bleus et les bâtiments affectés.....	38
2.1.	Résultats cartographiques.....	42
3.	Evaluer le risque d'inondation des bâtiments	44
3.1.	Résultats cartographiques.....	45
	Conclusion	45
	CONCLUSION GENERALE.....	47
	La Bibliographie	49

Liste des tableaux

Tableau 3-1 Découpage administrative de la Wilaya de Mostaganem.	20
Tableau 3-2 Fiche signalétique de la commune de Sayada, source : DRE	23
Tableau 3-3 Structure de la population par grand groupes d'âge, source : DRE	25
Tableau 3-4 Etat du bâti, source : DRE	26

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Répartition de l'eau sur terre.....	3
Figure 2.Schématisation des processus intervenant dans le cycle de l'eau.....	4
Figure 3.Définition d'un Système d'Information Géographique.....	7
Figure 4.Rôle d'un Système d'information Géographique.	8
Figure 5.Le risque d'inondation.....	11
Figure 6.Inondation de plaine.....	13
Figure 7 Inondation par remontées des nappes phréatiques.....	13
Figure 8.Inondation par crues torrentielles.	14
Figure 9.Inondation par ruissellement en secteur urbain.	14
Figure 10.Inondation par rupture d'embâcle.....	15
Figure 11.Situation géographique de la wilaya de Mostaganem.....	19
Figure 12.Limites de la wilaya de MOSTAGANEM.....	20
Figure 13.Les communes de la wilaya de Mostaganem.....	21
Figure 14.Commune de Sayada.....	22
Figure 15.La place du site dans le cadre du PDAU, source : DRE.....	22
Figure 16.Zone d'étude.....	24
Figure 17.PLAN D'OCCUPATION DU SOL.....	27
Figure 18.Projection de nouveaux canaux, source : DRE.....	30
Figure 19.Organigramme de la méthodologie.....	31
Figure 20.Le Modèle Conceptuel de Données.....	34
Figure 21.Les modèles de géotraitement.....	37
Figure 22.Identify Bluespots (identifier les points bleus).....	38
Figure 23.Les trois tâches du premier modèle.....	39
Figure 24. L'ouverture de l'élément DEM (MNT).....	39
Figure 25.La boîte de dialogue DEM.....	40
Figure 26.Désignation des variables comme paramètre de modèle.....	40
Figure 27.L'outil Identify Bluespots (identifier les points bleus).....	41
Figure 28.Validation du modèle.....	41
Figure 29.L'exécution du modèle.....	41
Figure 30.Les données en sortie.....	42
Figure 31.Table des matières Buildings Touching Bluespots.....	42
Figure 32.Résultats du premier modèle sur la zone.....	43
Figure 33.Le modèle Identify Bluespot Fill Up values.....	44
Figure 34.Les données en sortie pour le deuxième modèle.....	44

GLOSSAIRE

AEP : Alimentation en Eau Potable

AEPA : Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement

Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement (AEPA)

DEM : Digital Elévation Modèle

DRE : Direction des Ressources en Eau

ESRI : Environmental Systems Research Institute

FICCDC : Comité fédéral de coordination inter-agences pour la cartographie numérique

MCD : Modèle Conceptuel de données

MNT : Modèle Numérique de Terrain

PDA : Plan Directeur d'Assainissement

PDAU : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme

PDU : Plan Directeur d'Urbanisme

POS : Plan d'Occupation du Sol

PPRI : Plan de Prévision du Risque Inondation

PPRN : Plan de Prévision des Risques Naturels

SIG : Système d'Information Géographique

TIN : Triangular irregular networks

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

Les inondations sont des phénomènes naturels qui ne peuvent être évités. Elles constituent une menace susceptible de provoquer des dégâts pour la population, de nuire à l'environnement et de compromettre le développement économique. Toutefois, certaines activités humaines et les changements climatiques contribuent à augmenter la probabilité et les effets négatifs des inondations.

La moitié des catastrophes naturelles mondiales sont des inondations.

Dans un pays en voie de développement comme l'Algérie, les inondations ont marqué comme l'une des catastrophes naturelles les plus nombreuses, et dans la majorité des cas, elles sont causées par le débordement des lits majeurs des rivières.

Afin d'éviter et de réduire les effets négatifs des inondations dans la vallée des jardins (Debdaba, commune de Sayada, Wilaya de Mostaganem), qui se situe dans une dépression naturelle présentant les caractéristiques d'une zone inondable, il convient de réaliser un SIG pour gérer ce phénomène, et de prendre les décisions les plus efficaces en matière de prévention et de gestion des inondations.

Pour illustrer nos propos, ce travail est divisé en quatre chapitres :

Le premier chapitre sera consacré au Systèmes d'Information Géographique et la gestion des eaux.

Ensuite suivra en deuxième lieu les Systèmes d'Informations Géographique et la gestion des inondations.

Dans le troisième chapitre nous allons présenter notre zone d'étude et expliquer la méthodologie qu'on va suivre lors de la réalisation de notre projet ainsi que les différentes phases pour réaliser notre SIG.

Et dans le dernier chapitre, nous expliquerons notre application.

Enfin, nous terminerons notre étude par une conclusion générale.

Chapitre 1 :

SIG et la gestion des eaux

Introduction :

Aujourd'hui, la pression démographique croissante, le développement économique, l'urbanisation de l'espace et le changement climatique sont parmi les principaux changements qui menacent grandement la disponibilité et la qualité de la ressource en eau.

Dans ce chapitre nous allons présenter les notions de base liées au SIG et EAU.

1. Contexte :

L'eau est un élément important pour la vie sur la terre ; cependant sa distribution est inégale. En effet, 97.4% est constitué d'océans et d'eaux salées et seulement 2.6% d'eau douce (glaciers 1.95%, eaux souterraines 0.614%, lacs 0.008%, humidité des sols 0.0005% et rivières et atmosphère 0.005%). Seule une fine fraction, 0.014%, (rivières et lacs, ...) est directement disponible pour l'exploitation en terme d'alimentation en eau potable, d'irrigation, d'industrie.(HADAN 1997)

Eau potable

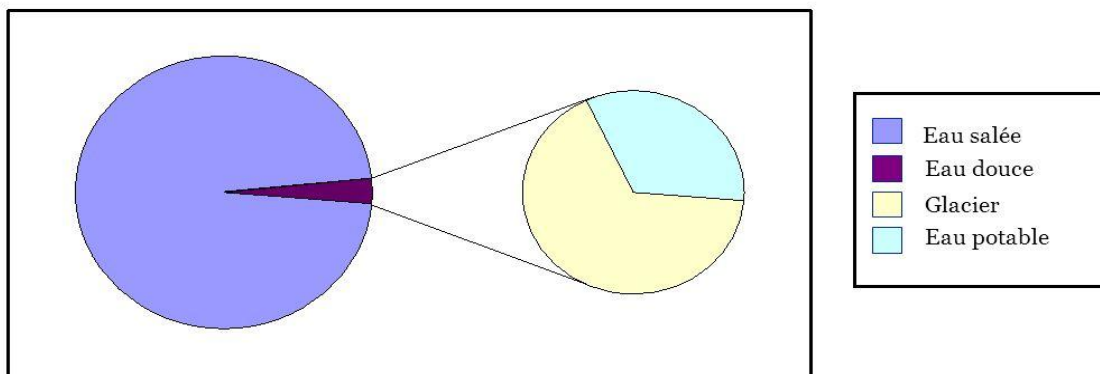


Figure 1. Répartition de l'eau sur terre.

2. Cycle de l'eau :

Le cycle de l'eau (ou cycle hydrologie) décrit le mouvement de l'eau. Il combine des processus complexes et variés. Dans le cas de cette étude, nous considérons le cycle de l'eau selon le schéma classique est simplifié présenté en figure suivant :

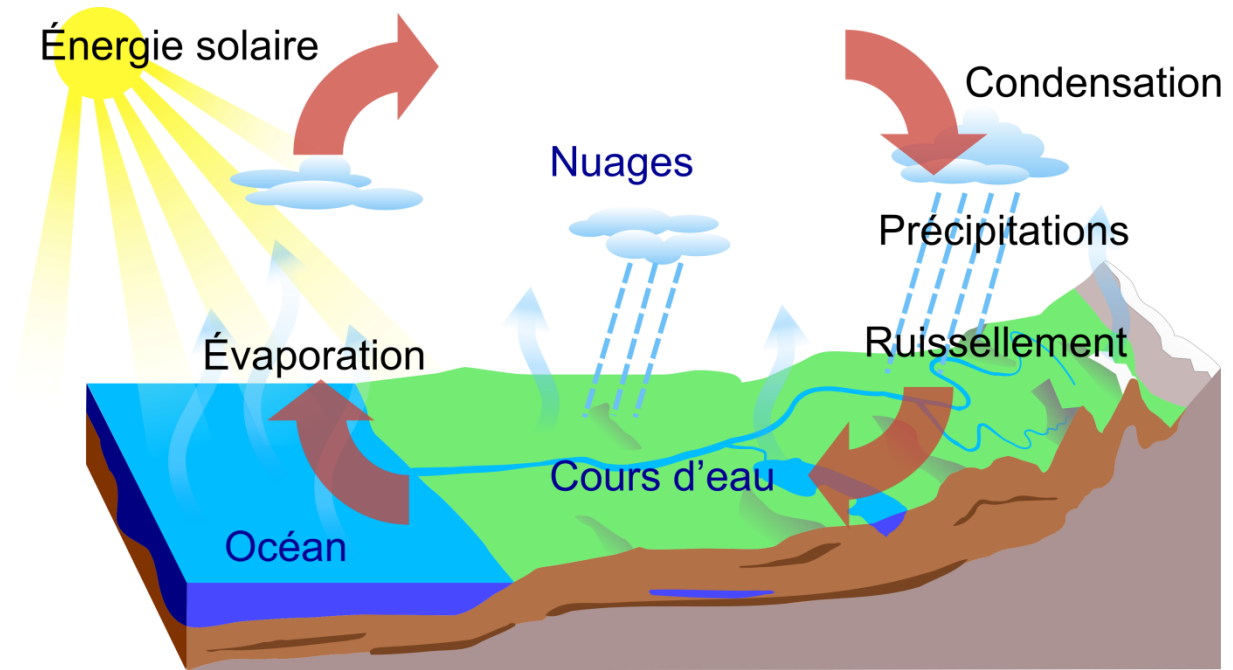


Figure 2. Schématisation des processus intervenant dans le cycle de l'eau.

Les problèmes, qui se posent aux techniciens et aux décideurs chargés de l'exploitation et la gestion des ressources en eau, résident dans les deux aspects suivants :

- L'absence d'information adéquate pour cerner un processus qui s'étend sur de larges étendues,
- La difficulté de manipuler des informations pluridisciplinaire et multiformes (cartes, informations ponctuelles, données statistiques, ...) pour produire des documents de synthèse.

Pour remédier à ces problèmes, trois approches sont généralement utilisées :

- Multiplier les points de mesures avec les méthodes conventionnelles,
- Faire appel aux techniques mathématiques pour réaliser des modèles (toujours tributaires de la qualité et de la répartition des données),
- Utiliser les nouvelles méthodes d'acquisition et de traitement de l'information (télédétection et systèmes d'information géographique). (HADAN 1997)

3. Modélisation spatiale des ressources en Eau et systèmes d'Information Géographique :

3.1. Modèles Hydrologiques :

Les modèles hydrologiques sont des représentations mathématiques de l'écoulement de l'eau et de ses éléments dissouts sur ou sous une partie de la surface terrestre. Ils peuvent avoir plusieurs objectifs :

- Connaître le fonctionnement d'un bassin versant,
- Prévoir des débits en fonction de scénarios météorologiques,

Chapitre1 : SIG et la gestion des eaux

- Prévoir des débits en fonction de scénarios d'aménagement,
- Simuler des débits sur des cours d'eau non jaugés,
- Modéliser le transport de polluants. (Laurent 1996)

3.2. Définitions :

3.2.1. Hydrologie :

L'hydrologie est la science de la terre qui s'intéresse au cycle de l'eau, c'est-à-dire aux échanges entre l'atmosphère, la surface terrestre et son sous-sol.

Au titre des échanges entre l'atmosphère et la surface terrestre, l'hydrologie s'intéresse aux précipitations (pluie et neige), à la transpiration des végétaux et à l'évaporation directe de la couche terrestre superficielle.

L'hydrologie de surface étudie le ruissellement, les phénomènes d'érosion, les écoulements des cours d'eau et les inondations.

Donc l'hydrologie concerne les problèmes et les questions liés à l'évolution des ressources en eau (quantité, répartition, évolution), exemples :

- ✓ Evénements pluvieux extrêmes ➡ crues
- ✓ Conséquences de scénarios climatiques
- ✓ Impact de déforestations, de pratiques agricoles, etc.

3.2.2. Hydraulique :

L'hydraulique est une science qui a pour objet la direction, l'aménagement, l'utilisation des eaux. Elle étudie les techniques des liquides sous pression.

Donc on peut définir ce dernier comme tous les problèmes et les questions liés à l'eau « canalisée », exemples :

- Calcul d'ouvrages (canaux, vannes, pompes, barrages)
- Réseaux (d'assainissement, d'adduction d'eau)
- Propagation de crues
- Qualité des eaux (pollution naturelle ou artificielle)

On peut retenir de ces définitions que la modélisation hydrologique est donc une représentation, partielle ou totale, du cycle de l'eau. (V. guinot 2003)

3.2.3 Un bassin versant :

Un bassin versant, aussi appelée bassin hydrographique, est défini comme un espace drainé par un cours d'eau et ses affluents. L'ensemble des eaux qui tombent dans cet espace convergent vers un même point de sortie appelé exutoire : cours d'eau, lac, mer, océan, etc. Le bassin versant est limité par une ligne de partage des eaux.

Chapitre1 : SIG et la gestion des eaux

Le bassin versant n'est toutefois pas seulement une unité hydrologique, c'est aussi une entité de gestion de l'eau qui joue un rôle important pour la production agricole et économique. (Nguyen 2014)

3.2.4 Les eaux souterraines :

Les eaux souterraines sont toutes les eaux se trouvant sous la surface du sol, dans la zone de saturation et en contact direct avec le sol ou le sous-sol.

4. Systèmes d'Information Géographique (SIG)

Les Systèmes d'Information Géographique gèrent l'information à caractère géographique. En offrant une représentation des caractéristiques spatiales des objets et de leurs relations.

L'intégration, le croisement et la superposition des données de télédétection et d'autres variables hydrogéologiques peuvent être facilités par le développement d'un système d'information géographique (SIG). Ce système remplirait les fonctions suivantes :

- Une fonction de stockages des informations après homogénéisation des données géo-codées et classées,
- Une fonction de traitement et de vérification, de gestion et de mise à jour,
- Une fonction de distribution et de communication rapide des données numériques,
- Une fonction d'orientation des schémas directeurs pour l'aménagement, l'exploitation et la gestion des ressources en eau.

Les SIG sont de plus en plus employés en environnement et en hydrologie, L'emploi de cet outil (SIG) se justifie par la complexité du processus de gestion des ressources en eau qui implique plusieurs intervenants et opérateurs et dépend de divers facteurs (physiques, naturels, socio-économiques, climatiques, ...) qui doivent être intégrés pour atteindre les objectifs de gestion d'aménagement. Parmi les tâches importantes des SIG (en hydrologie) sont :

- L'inventaire, l'estimation, la gestion et la prévision des ressources environnementales,
- Les applications dans la modélisation atmosphérique, hydrologique, écologique,
- L'estimation des risques,
- La prise de décision.

Les techniques des SIG sont exploitées pour établir des relations spatiales entre les différentes couches d'information. De cette manière, les interactions entre ces composantes sont analysées et interprétées pour faciliter la prise de décision (sélection des zones ou sites favorables, choix d'un plan d'aménagement, confrontation de solutions, ...).

Le couplage de SIG avec les modèles de simulation permet non seulement de prédire les débits mais aussi d'améliorer la connaissance des phénomènes hydrologiques. (Laurent 1996; HADAN 1997)

Chapitre1 : SIG et la gestion des eaux

Mais premièrement il faut répondre à la question suivante :

« Qu'est-ce qu'un système d'information géographique (SIG) ? »

4.1. Définition :

Un Système d'Information Géographique « SIG » est la traduction de l'abréviation anglais GIS qui désigne : *Geographic Information Systems*.

D'après FICCDC-1988 (Comité fédéral de coordination inter-agences pour la cartographie numérique) : SIG est un « Système informatique de matériels, de logiciels, et de processus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modification et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion ».



Figure 3. Définition d'un Système d'Information Géographique.

4.2. Rôle du SIG :

Système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler d'organiser, de gérer, d'analyser de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace.

(Laurent 1996; BACHI 2011)

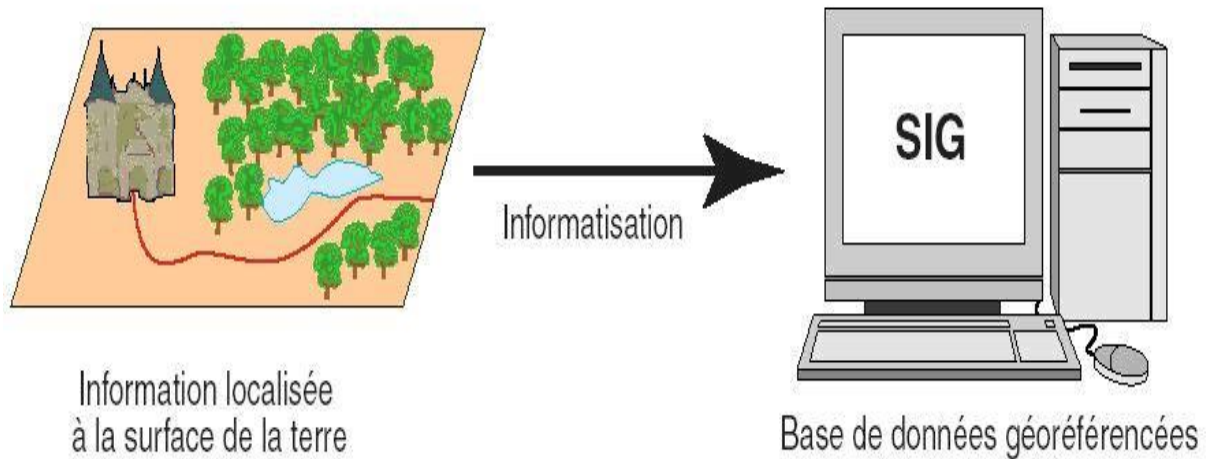


Figure 4. Rôle d'un Système d'information Géographique.

4.3. Les avantages du SIG :

Les systèmes d'information géographique (S.I.G) présentent des avantages précieux, car ils sont capables à la fois de mémoriser la totalité de l'information disponible et de faciliter la manipulation et l'interprétation des données. Les avantages des SIG sont multiples surtout dans le domaine de planification et de la gestion des ressources naturelles tel que l'eau.

Le SIG est considéré parmi les outils les plus utilisés actuellement. En effet, le premier avantage de ce dernier c'est qu'il est capable de rassembler dans une même base de données des informations autrefois dispersées. Il peut fournir des éclaircissements sur des liens complexes que d'autres moyens ne permettent pas d'étudier ou d'observer facilement. Au lieu d'utiliser des cartes en deux dimensions, les logiciels SIG permettent de développer des vues en trois dimensions qu'on utilise par la suite dans des applications avancées, telles que la réalité virtuelle. (BACHI 2011)

4.4. Domaines d'application du SIG :

Un SIG est un outil fiable à la main du gestionnaire administrateur qui doit bénéficier de sa puissance et disposer de cartes de synthèses pour prendre les meilleures décisions. Il peut être employé dans les domaines suivants :

- ✓ La gestion foncière et cadastrale (recensement des propriétés, calcul de surface) ;
- ✓ La planification urbaine (plan d'occupations des sols et d'aménagement) ;
- ✓ La gestion des transports (voies de circulations, signalisation routière) ;
- ✓ La gestion des réseaux (assainissement, AEP, gaz, électricité, téléphone...) ;
- ✓ La gestion du patrimoine (espace verts, Parcs, jardins...) ;
- ✓ Les applications topographiques (travaux publics et génie civil) ;
- ✓ La gestion des ressources naturelles (protection de l'environnement, études géologiques, climatologiques ou hydrographiques) ;
- ✓ La gestion des inondations (cartographie des zones vulnérables aux inondations). (Laurent 1996; BACHI 2011)

5. Les SIG et la gestion de l'eau

Parmi les technologies qui permettent de mieux étudier la terre et ses ressources naturelles, tels que l'eau, les SIG jouent un rôle très important. Ils sont devenus parmi les meilleurs techniques utilisés pour l'inventaire, la planification, la gestion, la prévision et le développement des ressources naturelles.

Le SIG donne des avantages à plusieurs secteurs utilisant l'eau comme matière première. Ces avantages sont aussi variés que les domaines d'activités. Nous pouvons citer par exemple l'environnement, l'agriculture, l'approvisionnement en Eau Potable et Assainissement (AEPA) et aussi dans le domaine industriel.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté une étude sur l'eau et les Systèmes d'Information Géographique, leurs rôles, leurs avantages et leurs domaines d'application.

Les SIG s'appliquent pratiquement à tous les domaines, selon la thématique et selon les besoins, et dans le domaine de la gestion de l'eau, plusieurs applications peuvent être réalisées. Parmi ces applications nous avons la modélisation des bassins hydrographiques, la modélisation des eaux souterraines, la prévision des inondations, etc.

Chapitre 2 :

*SIQ et la gestion des
inondations*

Chapitre 2 : SIG et Gestion des Inondations

Introduction

Un risque naturel implique l'exposition des populations humaines et de leurs infrastructures à un évènement catastrophique d'origine naturelle. On y distingue principalement : les avalanches, les feux de forêt, **les inondations**, les mouvements de terrain, les cyclons, les tempêtes, les séismes et éruptions volcaniques... etc.

Un risque naturel est donc la rencontre entre un aléa d'origine naturelle et des enjeux humains, économiques ou environnementaux. On parle de risque majeur lorsque les dégâts et le nombre de victimes sont importants.

Le but principal de ce chapitre est de développer la connaissance du risque inondation.

1. Définition :

Une inondation est une submersion ou un débordement des eaux lors d'une crue dans une zone habitable. Lente ou rapide, l'inondation entraîne toujours une augmentation rapide du niveau des eaux. Le risque d'inondation est la conséquence de deux composantes : l'eau qui peut sortir (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. (Beloulou 2008; BACHI 2011; TAHAR 2013)

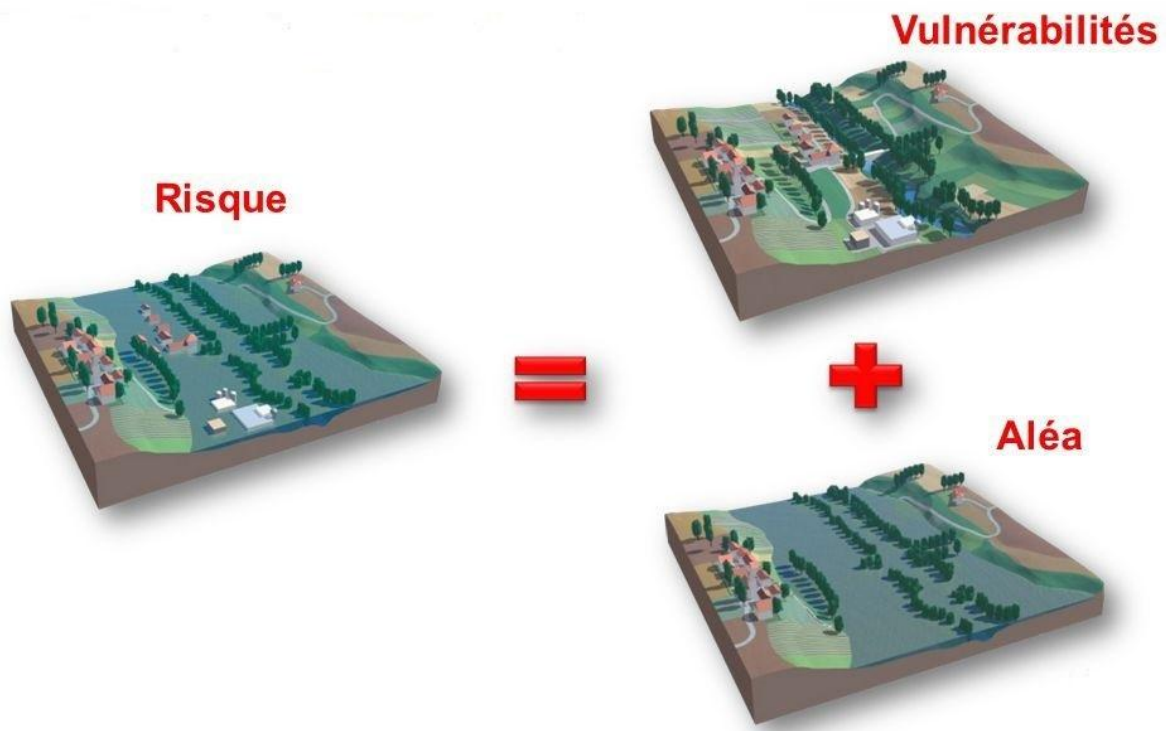


Figure 5. Le risque d'inondation.

Chapitre 2 : SIG et Gestion des Inondations

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. (Beloulou 2008; TAHAR 2013)

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. (Beloulou 2008; TAHAR 2013)

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. (TAHAR 2013)

2. Types d'inondations :

On distingue 6 types d'inondation différents :

2.1. Inondations de plaines :

Elles sont générées par des crues lentes et progressives (l'eau monte de quelques centimètres par heure). Elles se produisent souvent après une longue période de pluies, lorsque les sols sont saturés d'eau, plutôt durant la période des hautes eaux (en hiver). Elles ne créent pas de danger pour les vies humaines, sauf en cas d'imprudence, mais peuvent s'étaler sur plusieurs semaines, et occasionner des dégâts très importants. (BACHI 2011)

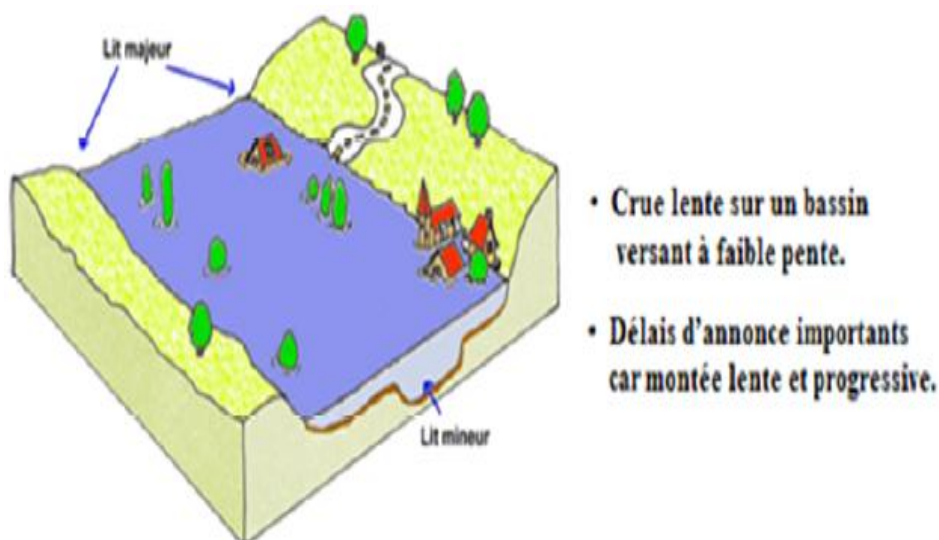


Figure 6. Inondation de plaine.

2.2. Inondations 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. (Beloulou 2008; BACHI 2011)

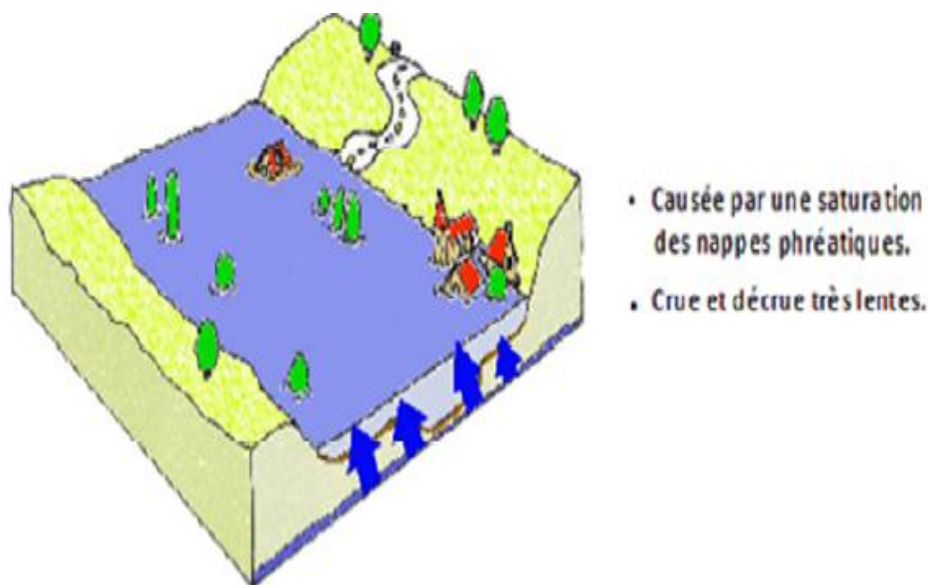


Figure 7 Inondation par remontées des nappes phréatiques.

2.3. Les inondations dues à des crues torrentielles :

Elles ont pour origine la brusque montée des eaux (plusieurs mètres en quelques heures) de torrents ou de rivières suite à des pluies abondantes. Elles ne peuvent être prévues plusieurs jours à l'avance. Elles concernent plus particulièrement les régions montagneuses. Elles sont souvent dévastatrices et meurtrières. (Beloulou 2008; BACHI 2011)

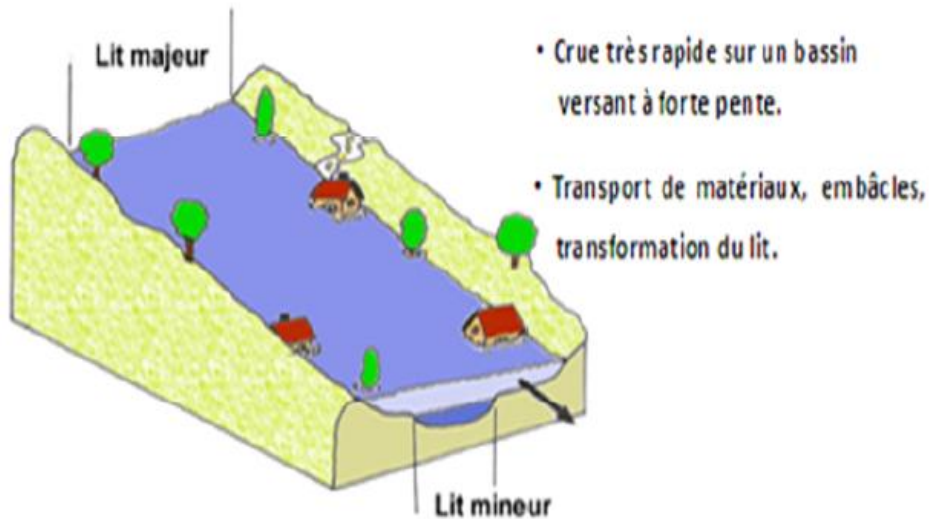


Figure 8. Inondation par crues torrentielles.

2.4. 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. Il s'agit de phénomènes très locaux, intéressant les petits bassins versants. (BACHI 2011)



Figure 9. Inondation par ruissellement en secteur urbain.

Chapitre 2 : SIG et Gestion des Inondations

2.5. 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. La rupture d'embâcle peut se produire plusieurs jours après une période de pluies exceptionnelles ou l'apparition d'un mouvement de terrain.



Figure 10. Inondation par rupture d'embâcle.

2.6. 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. (BACHI 2011)

3. Types des crues :

3.1. Les inondations engendrées par des crues torrentielles :

Appelées aussi crue éclair et affectant les petits bassins versants de quelques dizaines de km² 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 rivières passent de quelques m³/s à plusieurs milliers de m³/s en 02 ou 03 heures seulement. (TAHAR 2013)

Chapitre2 : SIG et Gestion des Inondations

3.2. Les inondations des grands bassins-versants :

Elles résultent 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. (TAHAR 2013)

4. La gestion du risque :

L'inondation est un risque prévisible dans son intensité, mais il est difficile de connaître le moment où il se manifestera. La prévision des risques et la protection des populations nécessitent que soient prises des mesures collectives et des mesures individuelles. (BACHI 2011)

a) **La prévention du risque** : qui a les principes suivants :

- **La maîtrise de l'urbanisation** s'exprime au travers des plans de prévention des risques naturels (PPRN). Le Plan de Prévision des Risques Naturels, dit PPRI lorsqu'il s'agit du risque inondation. Les PPRI ont pour objet de « délimiter les zones menacées par des risques en tenant compte de la nature et de l'intensité de ces derniers »
- **Améliorer la connaissance du phénomène**
- **Agir sur la limitation de l'aléa et de la vulnérabilité**
- **Favoriser l'information des populations**

b) **La prévision** : qui s'articule sur les principes suivants :

- Le suivi du phénomène
- La surveillance du phénomène
- La préparation de la crise

c) **La protection contre les inondations**

5. Utilisation des SIG pour la prévention et la gestion des inondations :

Un objet ou un événement localisé dans l'espace constitue, avec ses données attributaires, une information géographique. L'objectif des Systèmes d'Information Géographique est de permettre la gestion de ce type d'information.

Le champ de ces informations géographiques est très vaste. Il comporte à la fois des objets localisables par nature (les cours d'eau, les routes, les limites communales...) et d'autres (les plus nombreux) qui le sont par association. De ce fait, les domaines d'application des SIG sont également très vastes.

La représentation de cette information géographique est la cartographie, une des premières tâches qu'il soit possible de réaliser avec un SIG. Mais il est capital de noter qu'ils peuvent dépasser ce niveau d'analyse en permettant d'étudier les relations spatiales entre des objets d'une même thématique mais également entre des objets de thématiques différentes. De ces

Chapitre2 : SIG et Gestion des Inondations

analyses pourront découler des modèles et/ou des simulations qui conduiront à la production d'information à destination du décideur. C'est donc ce niveau d'analyse qui fait du SIG un outil d'aide à la décision.

Dans le domaine de la gestion d'inondation, le SIG joue un rôle majeur, il autorise la création des cartes de référence pour la prévention et la cartographie des dégâts, l'intégration de tout type d'information, une meilleure visualisation des différents scénarios, une meilleure présentation des idées et une meilleure appréhension de l'étendue des solutions possibles. Il aide à la prévention pour diminuer l'impact des risques, il permet aussi de développer et améliorer les modèles de prévision. Un SIG est un outil fournissant des informations fiables, actualisées, objectives dans des délais très courts et de surveillance, d'élaboration de mesures réglementaires et de plans d'urgence en cas de catastrophes.

L'apport du SIG est donc de première importance non seulement pour la localisation des événements porteurs de risques, mais aussi la modélisation des risques et pour l'organisation des secours. (BACHI 2011)

Conclusion

Cette étude a montré que le risque d'inondation est la conséquence de deux composantes : qui sont la vulnérabilité et l'aléa. Les inondations ont plusieurs aspects, en effet, il existe différents types d'inondation, Ces inondations sont déclenchées par différents facteurs tels que la quantité de pluie ou bien encore l'état des sols. Ensuite les inondations peuvent avoir diverses conséquences, elles entraînent de nombreux dégâts, les principaux types de dégâts sont les dégâts matériels et les dégâts humains.

La vulnérabilité des espaces et des hommes, face aux catastrophes naturelles, est due à l'augmentation des densités humaines et du développement des activités dans des zones à risques. En prenant peu à peu conscience, et parfois de leur responsabilité, les hommes cherchent aujourd'hui à intervenir sur les catastrophes naturelles. Cependant, ceux-ci n'ont pas la capacité de les empêcher. L'intervention humaine est donc limitée car il est seulement possible de les prévenir et d'intervenir pour en limiter les dégâts.

Il existe des solutions pour se protéger des inondations, parmi ces solutions nous avons les SIG. L'objectif principal de la mise en place du Système d'information Géographique sur les risques naturels est de disposer d'une base de données permettant l'élaborer des cartes thématiques de répartition des risques et également pour servir d'outil d'aide à la décision.

Chapitre 3 :

*Présentation de la zone
d'étude et démarche
méthodologique*

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.

Introduction :

Notre travail consiste à étudier et à modéliser le risque d'inondation dans une zone urbaine en Algérie. La direction de l'Hydraulique nous a proposé une zone qui se situe dans une dépression naturelle présentant les caractéristiques d'une zone inondable.

Dans ce chapitre on va présenter la zone étudiée. Ensuite on va expliquer la méthode qu'on va suivre ainsi les différentes phases (étapes) pour réaliser notre SIG.

1. Présentation Générale de la zone d'étude

1.1 Présentation de la WILAYA de MOSTAGANEM

Mostaganem est la 27^{ème} wilaya dans l'administration territoriale Algérienne. Elle se trouve au Nord-ouest de l'Algérie sur la méditerranée, à 350 Km à l'Ouest d'Alger (capitale) et à 80Km à l'Est d'Oran (2^{ème} ville d'Algérie). Elle couvre une superficie de 2269 Km².



Figure 11. Situation géographique de la wilaya de Mostaganem.

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.

Les wilayas limitrophes de Mostaganem sont : A l'Est, la wilaya de Chlef, au Sud-Est la wilaya de Relizane, à l'ouest la wilaya d'Oran et au Sud-Ouest la wilaya de Mascara.



Figure 12.Limites de la wilaya de MOSTAGANEM.

La wilaya compte à l'année 2011 une population de 781.950 Habitants avec une densité de 345 Hab/Km², et se compose de 32 communes, réparties sur 10 Dairas :

DAIRA	COMMUNES
MOSTAGANEM	MOSTAGANEM
HASSI MAMECHE	HASSI MAMECHE - STIDIA – MAZAGRAN
AIN TADLES	AIN TADLES - SOUR - SIDI BELATTAR - OUED EL-KHEIR
BOUGUIRAT	BOUGUIRAT - SIRAT – SAF SAF – SOUAFLIAS
SIDI ALI	SIDI ALI – TAZGAIT – OULED MAALAH
ACHAACHA	ACHAACHA – NEKMARIA – KHADRA – OULED BOUGHALEM
AIN NOUISSY	AIN NOUISSY – FORNAKA – EL HACIANE
MESRA	MESRA - MANSOURAH – TOUAHRIA – AIN SIDI CHERIF
SIDI LAKHDER	SIDI LAKHDAR – HADJADJ – BEN ABDELMALEK RAMDANE
KHEIR EDDINE	KHEIR EDDINE – SAYADA – AIN BOUDINAR

Tableau 3-1 Découpage administrative de la Wilaya de Mostaganem.

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.



Figure 13. Les communes de la wilaya de Mostaganem.

1.2 Contexte urbain

Certes, la croissance rapide de la ville de Mostaganem au cours des vingt dernières années s'est faite essentiellement par extension spatiale, quand c'est possible, justifiée par la contrainte de faire face aux flux de migrants et par la recherche de satisfaire ses propres besoins. Ce n'est que récemment que cette croissance a impulsé celle des agglomérations limitrophes situées sur les territoires des deux autres communes (**Sayada et Mazagan**). Ces communes, à l'instar de Mesra et de Hassi Mamèche, font de plus en plus l'objet de sollicitations diverses (démographiques et économiques) qui peuvent s'interpréter comme des signes de desserrement de Mostaganem et de nouvelles formes d'interdépendance. Il a été souligné également que la structuration intrinsèque de l'espace intercommunal a été modifiée par les évolutions successives faisant réduire les espaces de villégiature et l'autonomie de certains établissements humains. Aujourd'hui, cette structuration est encore axée sur quatre unités spatiales bien distinctes. (Direction de l'Hydraulique)

Le périmètre d'étude situé dans une zone agricole dans la commune de Sayada. Il est défini par la 3^{ème} unité qui entre la 1^{ère} et la 2^{ème} unité.

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.

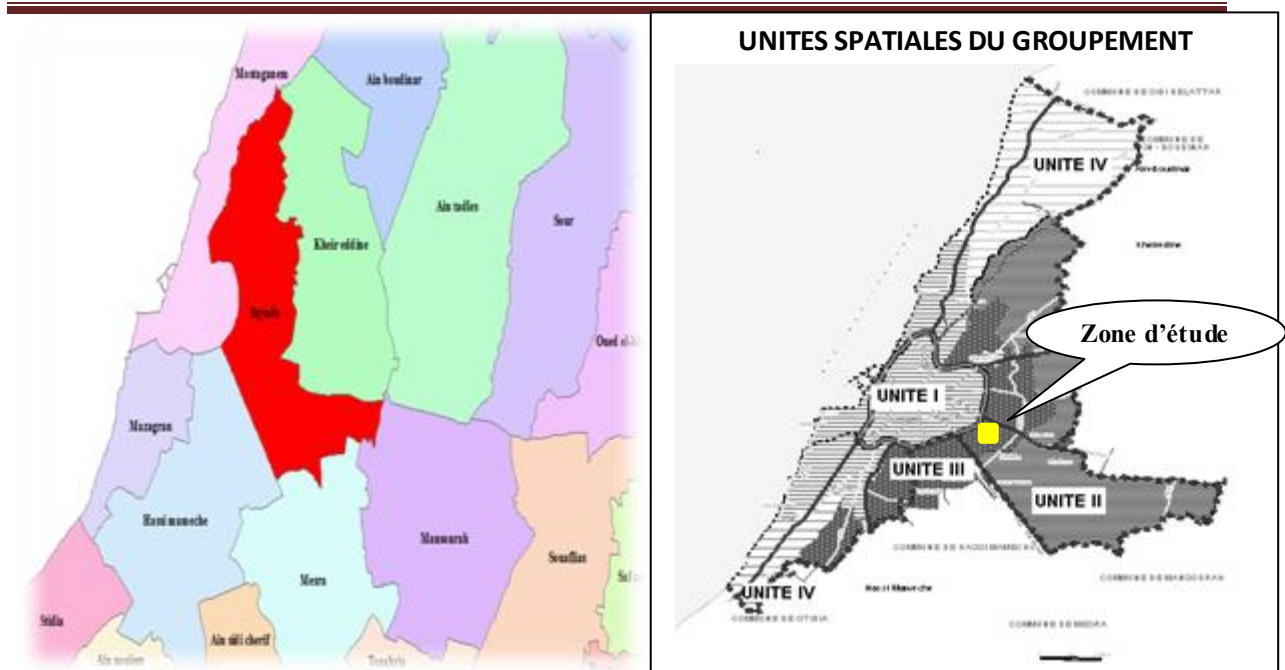


Figure 14. Commune de Sayada. Figure 15. La place du site dans le cadre du PDAU, source : DRE.

La troisième unité : Cette unité comprend les espaces agricoles situés au Nord, à l'Est et au Sud entre la première et la deuxième unité. C'est une zone de vergers, d'agriculture péri-urbaine et d'habitat épars ou regroupé (cas de la vallée des jardins, ...). Cette unité constitue un écran de verdure entre les deux premières unités spatiales qui fait l'objet d'un mitage agricole par le rythme élevé du développement de l'habitat et de certaines activités, hypothéquant ainsi l'activité agricole. Des conurbations avec la première ou la deuxième unité altéreront définitivement le paysage agricole et l'environnement, tout en rendant plus complexe et onéreux sa viabilité et son équipement.

1.3 Principaux problèmes d'aménagement et d'urbanisme

La troisième unité, faisant l'objet d'un mitage, constituant des excroissances à la périphérie de Mostaganem, doit être maîtrisée dans son occupation actuelle dans le but de la préserver en tant qu'une couronne verte autour de la première unité, elle doit être un espace à protéger contre toute forme d'urbanisation, c'est dans cet esprit que les zones (vallée des jardins et le Sud de Mazagan) sont en grande partie occupées, leur classement en zone urbaine doit leur permettre une prise en charge et par conséquent une meilleure gestion. (Direction de l'Hydraulique)

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.

Désignation	Indices	Observations
Superficie Totale	45 km ²	Représente 39 % de la superficie totale du groupement.
Dont : SAU	2900 ha	70,49 % de la SAU du groupement
Façade maritime	/	
POPULATION – EMPLOI		
- Population RGPH 2008	27652	Soit une concentration de 13,1 % de la population du groupement
- Densité brute	614 habts/km ²	
- Taux de la population agglomérée	56,4 %	
- Dont agricole	757	Soit 23,14 % de l'emploi de la commune.
- Taux de charge	1/5	
HABITAT – EQUIPEMENTS		
- Parc logement RGPH 2008	4763	Soit 14 % du parc total du groupement.
- TOL	5,8	
EDUCATION		
Enseignement Fondamental 1 ^{er} et 2 ^{ème} cycle 2006-2007		
- Nombre d'EPE	11	
- Nombre de salle de classe utilisée	99	
- Nombre d'élèves	3478	
- Dont fille	1659	
- Taux d'occupation par salle de classe	37	
Enseignement Fondamental 3 ^{ème} cycle 2006-2007		
- Nombre de CEM	2	
- Nombre de salle de classe	30	
- Nombre d'élèves	1242	
- Taux d'occupation	41,4	
SANTÉ		
- Nombre de centres de santé	2	
- Nombre de salles de soins	6	

Tableau 0-2 Fiche signalétique de la commune de Sayada, source : DRE

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.

1.4 DIAGNOSTIC DU PERIMETRE D'ETUDE (DEBDABA) :

1.4.1 Situation et délimitation :

Le périmètre d'étude de Debdaba fait partie de la zone éparsée de la commune de Sayada. Il s'étend sur une superficie de 83.65 ha et il est situé au Sud de la ville de Mostaganem. Il est limité :

- Au Sud, par des vergers et Debdaba centre.
- Au Nord par un tronçon de la RN11 et un tronçon de la RN23A, reliant la ville de Mostaganem à Alger vers l'Est et Oran vers l'Ouest.
- A l'Ouest par la route nationale 23 reliant la ville de Mostaganem à Relizane.
- A l'Est par des terres agricoles.



Figure 16. Zone d'étude.

1.4.2 Morphologie du site :

Le site qui appartient à la zone de la vallée des jardins, constitue une dépression intégrée au plateau de Mostaganem entre l'aire urbaine de Mostaganem et l'agglomération secondaire de Debdaba.

Le site constitue une zone inondable, en effet c'est un point culminant qui draine les eaux pluviales ce qui provoque souvent des inondations. De plus, compte tenu du caractère argileux du site le lit de l'écoulement des eaux subsiste dans la plupart des cas. De ce fait la plantation d'arbres est fortement recommandée pour la protection de ce site.

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.

1.4.3 Occupation agricole du site :

Le site se présente comme un terrain de forte potentialité agricole. L'occupation agricole du sol fait apparaître la prédominance du maraîchage avec 12.72 % de la superficie totale, suivie de l'arboriculture représentant 7.29%. Ceci confirme le caractère « d'écran de verdure » de cette zone, aussi considérée comme un site d'agriculture périurbaine (la vallée des jardins,...).

L'habitat existant est de type individuel, sur une superficie de 9.68 ha, les équipements occupent 18.12% de la superficie totale.

On dénote l'existence de l'habitat précaire sur 2.84 ha à éradiquer.

Données relatives à la population

L'enquête menée au niveau du périmètre d'étude a permis d'évaluer le volume de la population à 3403 habitants. La densité moyenne de la population est de 40 habitants/ha.

Groupe d'âge	Sexe		Total
	M	F	
0-5	64	55	119
6-12	218	198	416
13-16	198	206	404
17-19	103	147	250
20-64	1023	1015	2038
65 - et +	78	98	176
Total	1684	1719	3403

Tableau 1.4.3-3 Structure de la population par grands groupes d'âge, source : DRE

L'examen de la structure par grands des groupes d'âge fait ressortir les sous populations qui constituent le dénominateur de calcul des indicateurs d'appréciation et qui se présente comme suit :

La population en âge de scolarisation (06-15 ans) : 24.00%

La population en âge de travail (16-65 ans) représente 67.21%

La population âgée de (0-5 ans) représente 3.04%

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.

Données relatives au parc logement :

L'enquête a permis d'évaluer le parc à 928 logements totalisant 2364 pièces.

Etat du bâti	Nombre de logement	%
Bon	474	51
Moyen	117	12.6
Vétuste	337	36.3
Total	928	100

Tableau 1.4.3-4 Etat du bâti, source : DRE

L'examen du cadre bâti des logements fait apparaître l'existence de l'habitat précaire, soit 36.3% sous forme de bidonville qui nécessitent leur éradication. Le reste du parc logement est dans un état bon et moyen est évalué à 591 unités, soit 63.60% du parc total, nécessitant une restructuration.

Données relatives aux équipements (occupation du sol) :

Le périmètre d'étude regroupe quelques équipements à savoir :

- Un centre de vieillesse.
- Une mosquée.
- Une école.
- Aire de jeux
- La zaouia

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.



Figure 17. PLAN D'OCCUPATION DU SOL.

POS DEBDABA, COMMUNE DE SAYADA, source : DRE.

1.4.4 Analyse urbaine

Le périmètre d'étude qui fait partie intégrante de la commune de Sayada est destiné à constituer une couronne verte autour de la première unité urbaine, il doit être un espace à protéger, ou toute forme d'urbanisation doit être réglementée.

Ce site occupe une position privilégiée, il se trouve d'une part à proximité du grand pôle de Mostaganem, il subit donc son influence directe, et d'autre part il est desservi par deux axes d'envergure régionale (RN90 et RN23), il constitue ainsi une jonction entre le tissu urbain de la ville de Mostaganem et le centre de Debdaba.

Il nécessite un aménagement, qui pourrait s'intégrer visuellement et fonctionnellement avec cet aspect de vitrine et de transit que lui confèrent ces deux axes importants.

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.

Par ailleurs, il est à noter que la zone de Debdaba est une zone agricole par excellence (vallée des jardins), occupée par des terrains de fortes potentialités agricole (une ceinture maraîchère et arboricole).

Actuellement l'urbanisation se fait de manière anarchique, sur des espaces mi urbains mi ruraux, qui sont le produit d'un mitage agricole forcé, ce qui a conduit à l'apparition de l'habitat précaire.

Le périmètre d'étude est structuré des axes importants (RN11 et RN23 A ?? au Nord et la RN23 à l'Ouest). Ces axes constituent les principales liaisons avec la ville d'un côté et avec l'agglomération de Debdaba d'un autre côté.

D'autres axes de moindre importance, définis par des chemins communaux desservent le site à partir des routes nationales, l'un de direction Nord-Sud pour rejoindre le noyau de Debdaba et l'autre de direction Est-Ouest prenant naissance de la route nationale et rejoignant le premier chemin communal. Le reste des voiries dites tertiaires servent à la desserte de toutes des parcelles que ce soit bâti ou non bâti (agricole).

Il est à signaler la présence de quelques contraintes qui doivent être prises en compte dans le cadre d'aménagement à savoir :

- La présence de l'habitat précaire.
- En tant que vallée de jardins ce site est exposé aux problèmes d'inondations
- ...etc.

1.4.5 Situation Hydraulique :

1.4.5.1 Réseau d'AEP :

Le périmètre d'étude est caractérisé par le passage d'une conduite d'adduction inter réservoir du projet MAO, $\varnothing 600$ en fonte dans sa partie Sud, venant du réservoir existant de 5000m^3 vers le réservoir $2 \times 3000\text{m}^3$.

Le périmètre d'étude est alimenté à partir d'une conduite d'adduction diamètre $\varnothing 400$ en fonte venant du réservoir existant de $2 \times 5000\text{m}^3$ du Souk-Ellil.

Les besoins en eau d'une agglomération sont divisés en quatre catégories :

- Les besoins domestiques (population).
- Les besoins pour l'irrigation des espaces verts.
- Consommation pour les équipements : école, hôpital, mosquée, ... etc.
- Les besoins pour la lutte contre l'incendie.

1.4.5.2 Réseau d'assainissement :

- **Eaux usées :**

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.

L'assainissement hydraulique constitue la contrainte majeure pour la zone d'étude.

Le réseau d'assainissement est de type unitaire réalisé en différents diamètres, il est en état vétuste.

Les eaux usées du périmètre d'étude sont assainies à travers une conduite principale vers une station de relevage existante située à l'extrémité Nord de la zone d'étude. Ces eaux sont évacuées vers le réseau du sous bassin de la rive gauche, pour aboutir à la galerie des quartiers Colonel Lotfi ou le rejet se termine par un collecteur de l'Oued Ain Sefra.

Dans le cadre de la mise en œuvre d'un système d'assainissement une autre station de relevage qui est réaliser située à l'extrémité Sud de la zone d'étude pour la collecte des eaux usées du Debdaba vers le canal Sud à travers une autre conduite.

Il existe des branchements illicites pour l'habitat précaire.

1.4.5.3 Eaux pluviales

Le site constitue une zone inondable, en effet c'est un point culminant qui draine les eaux pluviales ce qui provoque souvent les inondations.

Le réseau de drains existants de la vallée des jardins peut être décomposé en 07 tronçons :

- Le premier tronçon est localisé au Sud de la vallée des jardins, il débute à l'entrée sud de Debdaba pour aboutir à Hai Salem.
- Le second est considéré comme une rigole vue sa faible profondeur, il passe au nord du CEM Debdaba et suit la rue de la mosquée pour aller rejoindre le tronçon 1.
- Le troisième tronçon, en terre naturelle, démarre de la jonction des tronçons 1 et 2 et aboutit au sud du centre équestre.
- Le quatrième est un drain en terre, il passe au sud du centre équestre pour aller rejoindre le tronçon 3.
- Le cinquième tronçon démarre de la jonction des tronçons 3 et 4, il passe entre le centre équestre et la cité nouvelle. Il est en partielement maçonné.
- Le sixième tronçon, situé au nord du centre équestre va rejoindre le tronçon 5 au nord de la cité nouvelle. Il est entièrement en terre.
- Le dernier tronçon débute de la jonction des tronçons 5 et 6 et se dirige vers l'entrée de la galerie existante.

Des nouveaux canaux sont projetés :

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.

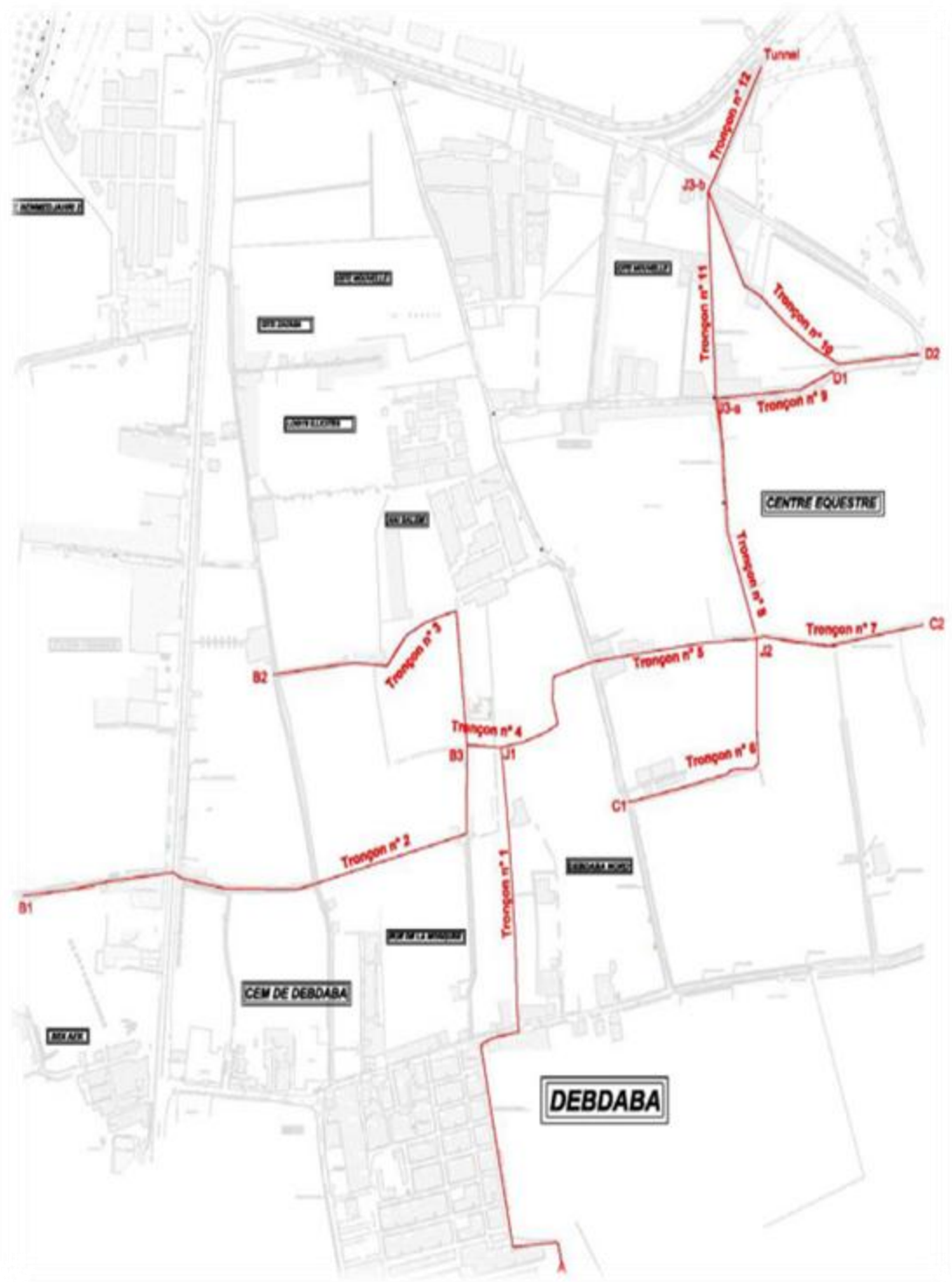


Figure 18. Projection de nouveaux canaux, source : DRE.

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.

2. Méthodologie de travail :

La réalisation d'un projet SIG nécessite une bonne démarche à suivre et une méthodologie bien précise, la méthodologie de notre travail peut être schématisée selon l'organigramme suivant :

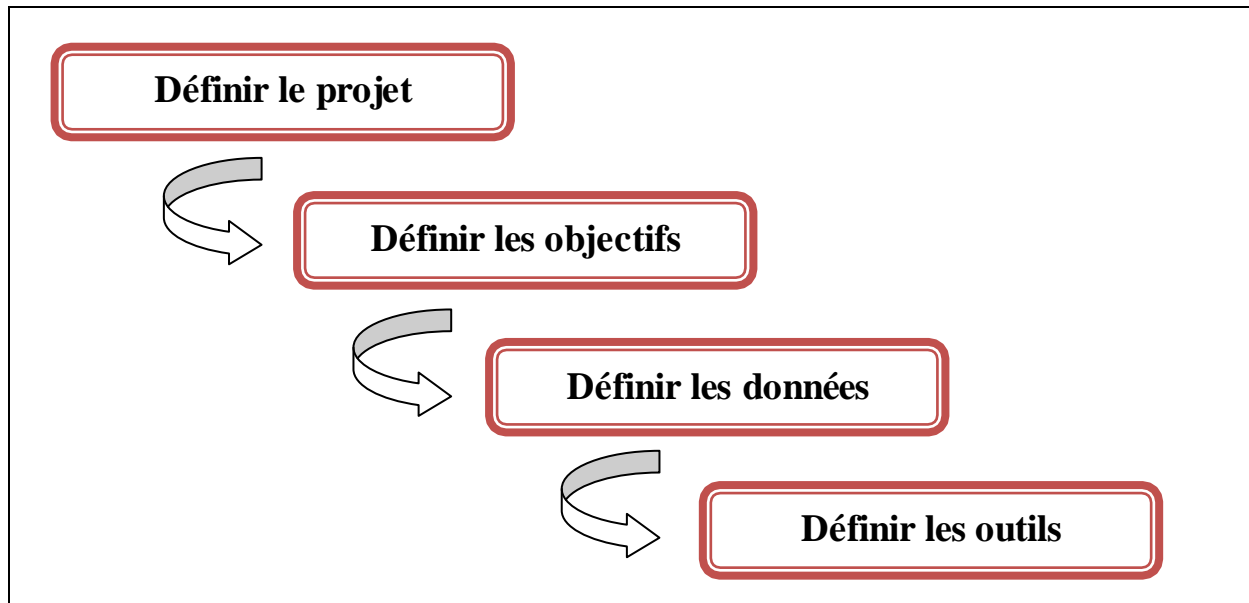


Figure 19. Organigramme de la méthodologie.

2.1 Définition du projet

Ce travail de recherche consiste à réaliser « Un SIG pour la gestion des zones inondables » afin de réduire les effets des inondations dans la zone de La Vallée des jardins (Debdaba).

2.2 Définition des objectifs :

Ce travail s'inscrit dans la problématique de la modélisation des inondations pluviales d'un secteur urbanisé. Ses objectifs sont :

- Evaluer et spatialiser le risque d'inondation dans la zone de Debdaba, commune de Sayada, dans un souci de prévention, à travers l'utilisation des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG).
- Rechercher les points bleus sur un MNT et trouver les bâtiments affectés.
- Utiliser des modèles pour analyser le MNT.
- Localiser les zones affectées et les identifier.
- Gérer les zones à risque d'inondation et prendre les meilleures décisions.
- Modéliser et cartographier le risque d'inondation.

2.3 Définition des données

L'expression des besoins est l'étape consistant à définir ce que l'on attend du système d'information. Il faut pour cela faire l'inventaire des éléments nécessaires. La méthodologie

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.

en base de données consiste à formuler un problème et déterminer quels types de données doivent être prises en compte pour le résoudre.

Pour satisfaire nos objectifs d'aide à la gestion de crise sur le risque inondation, on va utiliser plusieurs types de données qui permettent de mieux gérer les inondations :

Données de type raster :

Une image couvrant la zone de Debdaba et ses environs, un MNT pour représenter la surface de notre terrain en 3D.

Données de type vecteur :

Territoire de l'Algérie, les wilayas et les communes, zones bâtie (éléments zonales), réseau routier, d'assainissement et AEP (éléments linéaires), ...

Données tabulaires (alphanumériques) :

Commune (information textuelle), code commune (des chiffres), ... etc.

2.4 Définition des outils

Les logiciels SIG représentent l'élément le plus important de l'outillage géomatique et il est important de choisir ces logiciels avec un grand soin. Les plus répandus de ces logiciels actuellement sont ceux fournis par la société ESRI (Environmental Systems Research Institute) tel que ArcGIS Desktop et ses modules (ArcView, ArcEdit et ArcInfo).

L'environnement ArcGIS et ses sous-programmes ont été utilisés dans ce travail.

L'environnement ArcGIS

ArcGIS Desktop est un outil de création et de gestion d'informations destiné aux professionnels SIG. Il comprend une suite d'applications intégrées : ArcCatalog, ArcMap, ArcGlobe, ArcToolbox et ModelBuilder. En utilisant conjointement ces applications et ces interfaces, on peut effectuer les principales tâches SIG, de la plus simple à la plus complexe, y compris la cartographie, l'analyse géographique, la gestion des données, la visualisation et les géotraitements. ArcGIS peut se décomposer en trois modules à fonctionnalités croissantes : ArcView, ArcEditor et ArcInfo.

2.5 Les étapes de réalisation de notre SIG

2.5.1 Conception et modélisation de la base de données

Après une analyse et une étude de nos objectifs et nos données, on doit concevoir une base de données qui répond à certaines exigences.

L'organisation du modèle a été faite suivant la méthode MERISE.

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.

C'est une méthode de conception, de développement et de réalisation de projets informatiques. Elle est basée sur la séparation des données et des traitements à effectuer en plusieurs modèles conceptuels et physiques.

Dans le modèle conceptuel de données, on doit être capable d'identifier :

- **Quels sont les objets à prendre en compte pour constituer notre base de données ?**

Pour cela, il faut faire un recensement exhaustif de toutes les tables nécessaires à la constitution de la base de données.

- **Quels grands critères de description des objets sont à retenir ?**

Etablir la liste des données renseignant les tables en se basant sur les données existantes.

- **Quelles sont les relations éventuelles qui peuvent ou doivent exister entre les classes d'objets ?**

Déterminer les relations entre ces tables et définir des cardinalités pour chaque couple objet-association.

Le choix des tables à intégrer s'est fait en fonction des besoins.

Le modèle conceptuel de données n'est pas uniforme pour toutes les wilayas, ni les communes ni les zones.

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.

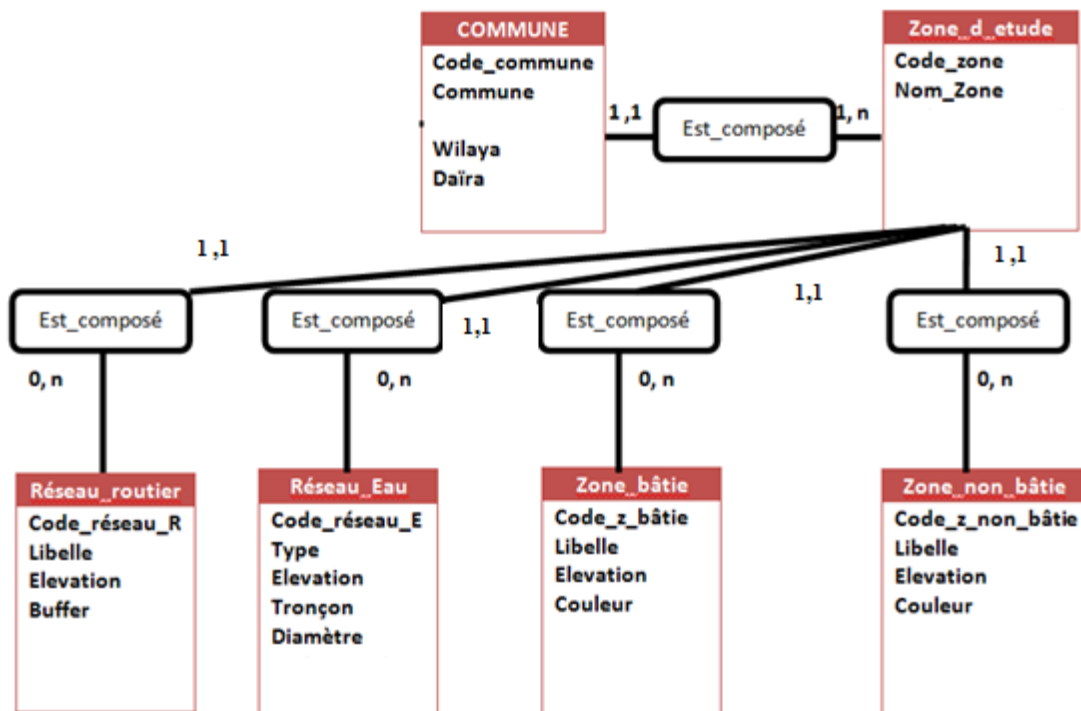


Figure 20. Le Modèle Conceptuel de Données.

2.5.2 L'intégration et le traitement des données

Après l'étape de conception et de la modélisation on a commencé de réaliser notre SIG en passant par les étapes suivantes :

- Création d'un fichier pour notre projet.
- Création d'un nouveau géodatabase.
- Création des jeux de classes d'entités.
- Le choix du système de coordonnées pour le géo-référencement (WGS_1984_UTM_zone_31N).
- Création des classes d'entités.
- Intégration de quelques couches d'informations.
- Le nettoyage et la suppression des champs non utilisés dans la base de données.
- La numérisation des couches en utilisant le plan Autocad et des données d'ArcGIS en ligne.

Chapitre 3 : Présentation de la zone d'étude et démarche méthodologique.

Conclusion :

Dans ce chapitre on a décrit la situation de notre zone d'étude (situation géographique, hydraulique, ... etc.) et expliqué la méthodologie qu'on va suivre suivie par les différentes étapes pour la réalisation de notre SIG. Ensuite, dans le chapitre suivant on va expliquer notre application.

Chapitre 4 :

Implémentation

Chapitre 4 : Implémentation.

Introduction :

Notre but est de construire un SIG pour minimiser et gérer le risque d'inondation. Ce chapitre a pour objectif majeur de présenter notre apport dans ce domaine. Nous allons expliquer notre application ainsi les étapes que nous avons suivies.

1. La réalisation du projet

Parmi les objectifs de notre étude nous cherchons à trouver les zones présentant un risque d'inondation en cas de pluie torrentielle. Afin d'atteindre cet objectif, on va créer une carte de points bleus.

Qu'est ce qu'un point bleu ?

Un point bleu est une zone susceptible de se remplir ou de déborder en cas de pluie torrentielle, mettant en péril les structures situées à l'intérieur ou à proximité.

La méthode de création de la carte de points bleus se présente sous la forme d'un modèle de géotraitement : une chaîne séquentielle des outils d'analyse SIG. Deux modèles sont présentés :

- Un modèle de base qui identifie les points bleus
- Et un modèle avancé qui calcule également les volumes des points bleus et les précipitations requises pour les remplir.

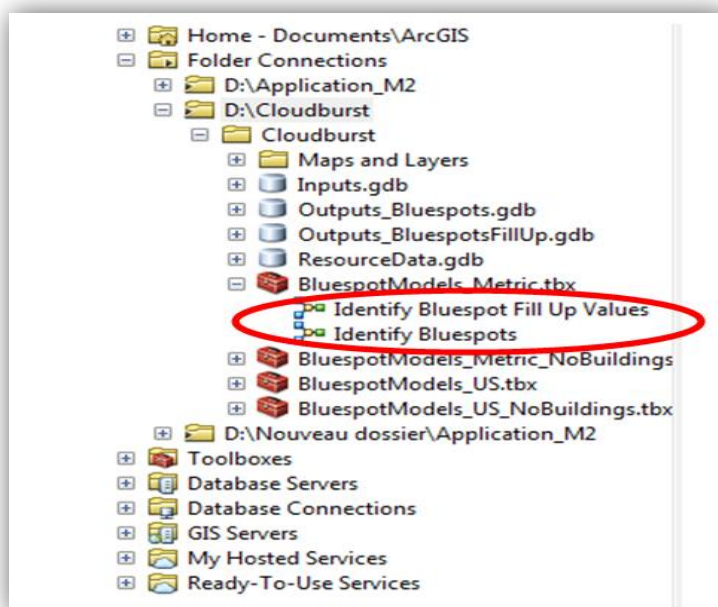


Figure 21. Les modèles de géotraitement.

Chapitre 4 : Implémentation.

L'objectif principal des deux modèles consiste à identifier les terres basses. Pour les urbanistes et promoteurs, les cartes de points bleus permettent de prendre des décisions avisées sur les endroits où ne pas construire ou sur les endroits où les lotissements doivent s'accompagner d'un aménagement particulier de paysage. Dans les zones déjà construites, les cartes de points bleus peuvent servir à hiérarchiser les zones pour mieux les protéger contre les changements climatiques, en adoptant certaines des méthodes abordées antérieurement.

2. Rechercher les points bleus et les bâtiments affectés

Nos données de départ sont un modèle numérique de terrain (MNT) haute résolution de la zone et une couche d'empreintes de bâtiments.

Maintenant, on va voir et exécuter le modèle de géotraitement Identify Bluespots (identifier les points bleus). Ce modèle analyse le MNT à l'aide d'outils d'hydrologie pour rechercher les points bleus. Il compare ensuite les emplacements des points bleus aux emplacements des bâtiments existants, puis sélectionne les bâtiments situés à l'intérieur ou à proximité des points bleus. En règle générale, ces bâtiments présentent un plus grand risque d'inondation en cas de pluie torrentielle.

Un modèle de géotraitement est un ensemble de données en entrée et d'outils organisés en workflow et exécutés dans une seule opération.

Les modèles sont enregistrés dans des boîtes à outils.

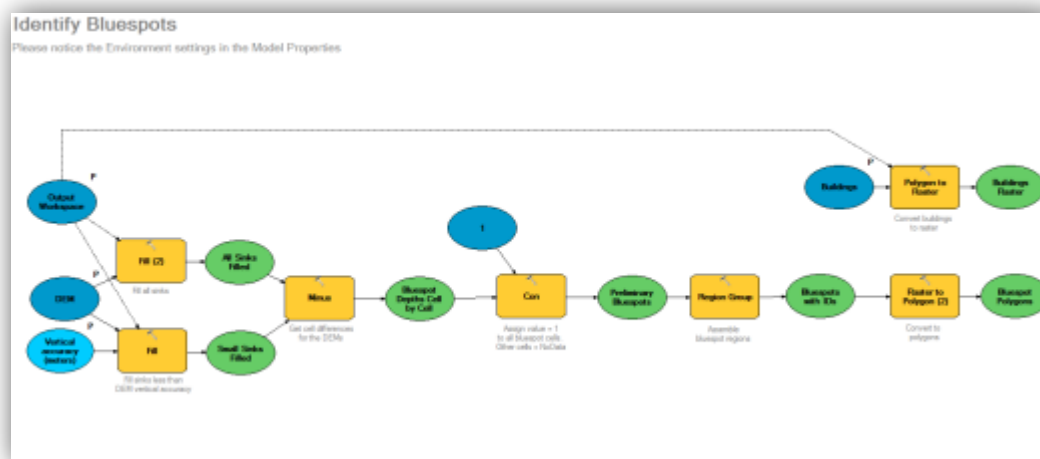


Figure 22. Identify Bluespots (identifier les points bleus).

L'unité de travail de base d'un modèle est un processus. Un processus est un jeu de données en entrée (bleu) relié à un outil (jaune) relié à un jeu de données en sortie (vert). Les éléments du modèle en entrée et en sortie sont des variables, on peut ouvrir leurs propriétés et changer leurs chemins.

Conceptuellement, le modèle effectue les trois tâches principales suivantes :

Chapitre 4 : Implémentation.

- Il recherche les points bleus sur un MNT
- Il traite ce résultat et la couche Buildings afin que les données soient au format approprié pour effectuer une sélection spatiale.
- Il sélectionne les bâtiments sur la carte qui se trouve au sein des points bleus ou qui sont adjacents.

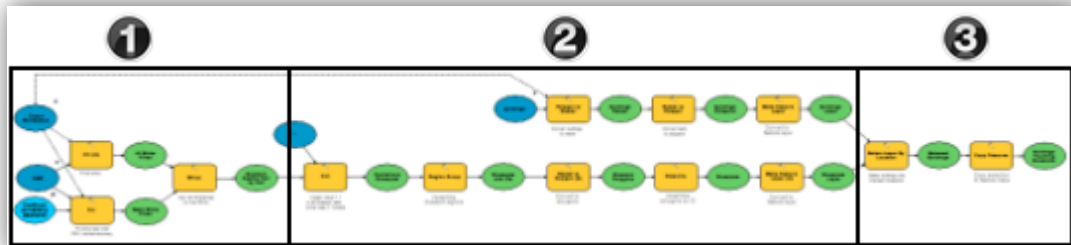


Figure 23. Les trois tâches du premier modèle.

La fonction élémentaire de chaque outil est étiquetée sur le modèle.

Avant d'exécuter le modèle, nous allons étudier certains paramètres des éléments du modèle qui affectent leur comportement et leur sortie.

On peut choisir un DEM différent :

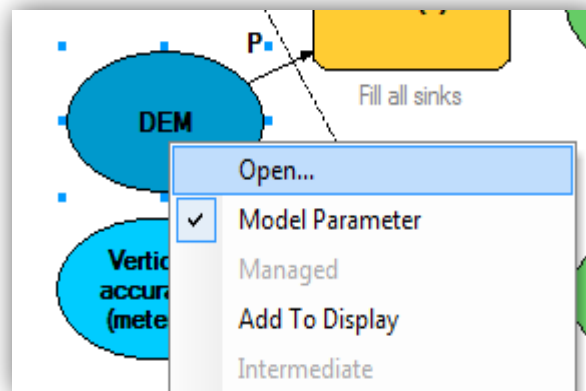


Figure 24. L'ouverture de l'élément DEM (MNT).

La boîte de dialogue de DEM (MNT) affiche le chemin d'accès au jeu de données sur le disque.

Chapitre 4 : Implémentation.

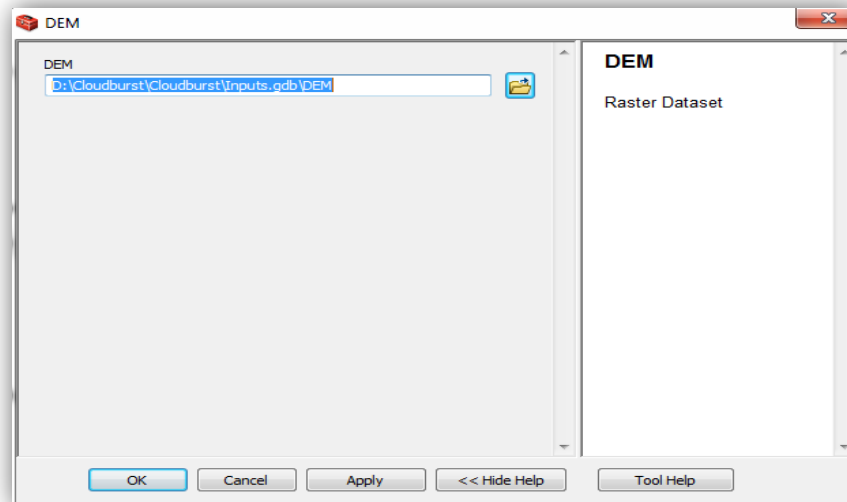


Figure 25.La boîte de dialogue DEM.

Pour exécuter le modèle en tant qu'outil de géotraitement, on doit désigner les variables comme paramètres de modèle (identifiés par la lettre majuscule P)

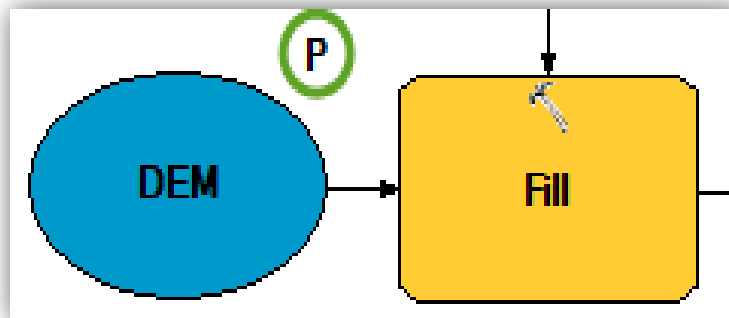


Figure 26.Désignation des variables comme paramètre de modèle.

Si le modèle est exécuté en tant qu'outil de géotraitement, ces variables sont affichées dans la boîte de dialogue de l'outil.

La boîte de dialogue de l'outil Identify Bluespots s'ouvre avec quatre paramètres. Nous notons qu'ils correspondent aux variables du modèle qui sont signalées par la lettre majuscule P.

Chapitre 4 : Implémentation.

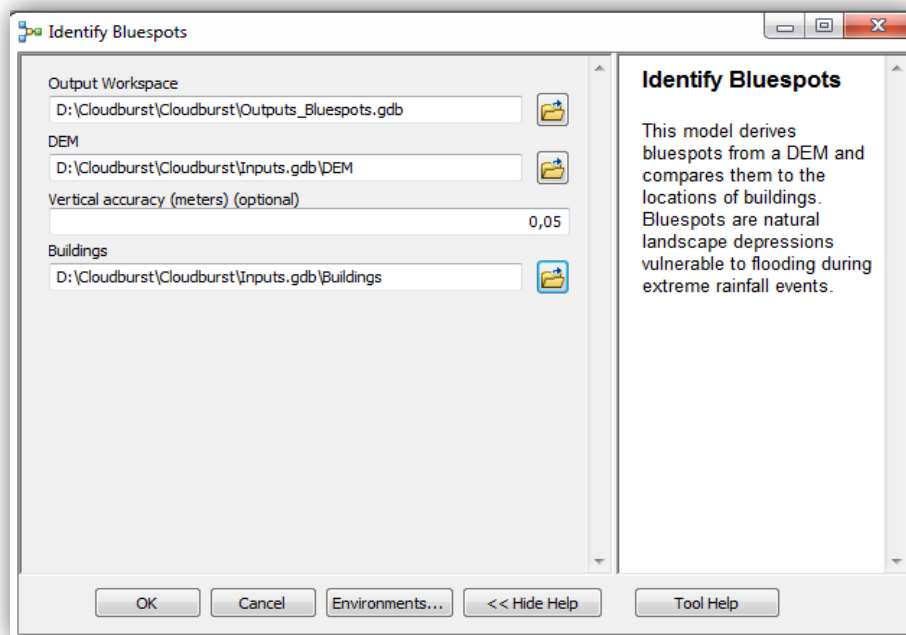


Figure 27.L'outil Identify Bluespots (identifier les points bleus).

Après avoir exécuter et valider le modèle, deux couches sont ajoutées : une couche de points bleus et une couche des bâtiments qui se trouvent à l'intérieur ou qui sont adjacents aux points bleus.



Figure 28.Validation du modèle.

La validation du modèle permet de vérifier que tous les processus sont prêts à s'exécuter.

Le processus d'un modèle peut être dans quatre états. Si un processus est prêt à s'exécuter, ses éléments sont reliés par des flèches et remplis de couleurs unies. Si un processus n'est pas prêt à s'exécuter, l'outil et les éléments en sortie sont blancs. Cela signifie que certaines informations requises, telles qu'un paramètre d'outil, sont manquantes. Lors de l'exécution d'un processus, l'élément d'outil s'affiche en rouge. Après l'exécution d'un processus, son outil et ses éléments en sortie sont ombrés. (Si le modèle a déjà été exécuté, la validation prépare une nouvelle exécution.)



Figure 29.L'exécution du modèle.

Chapitre 4 : Implémentation.

Les données en sortie ont été écrites dans la géodatabase Outputs_Bluespots, comme indiqué dans la variable Espace de travail en sortie du modèle. Les deux jeux de données importants sont Bluespots et BuildingsTouchBS. Ils désignent l'emplacement des points bleus et les bâtiments qui se trouvent à l'intérieur ou qui sont adjacents.

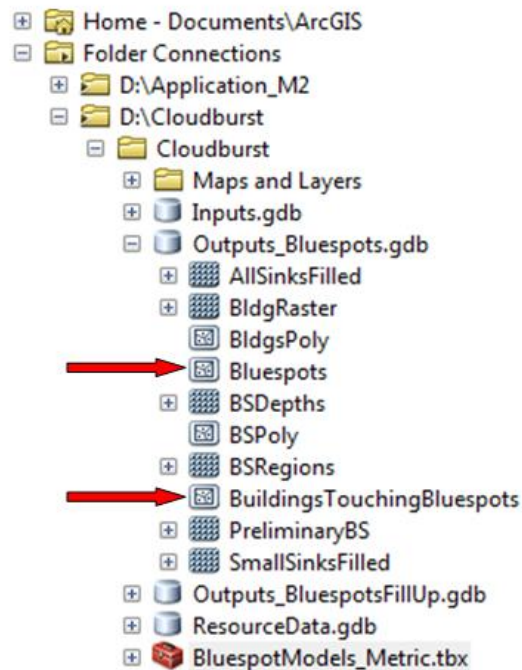


Figure 30. Les données en sortie.

2.1. Résultats cartographiques

Après l'exécution du modèle, et dans la table attributaire Buildings Touching Bluespots (Bâtiments touchant des points bleus) on peut voir combien de bâtiments sont menacés au sein de la zone d'étude.

OBJECTID *	Shape *	Id	gridcode	S
1	Polygon	1	23535	
2	Polygon	2	28037	
3	Polygon	10	8576	
4	Polygon	13	27709	
5	Polygon	17	27235	
6	Polygon	18	25723	
7	Polygon	20	11077	
8	Polygon	21	8634	
9	Polygon	23	21653	

Figure 31. Table des matières Buildings Touching Bluespots.

Chapitre 4 : Implémentation.

Cette table montre combien de bâtiments qui se trouvent au sein d'un point bleu ou sont adjacents. Mais les inondations peuvent affecter d'autres types d'infrastructures en plus des bâtiments. On peut ajouter des jeux de données à partir de la géodatabase ResourceData, tels que des routes et des voies ferrées, pour voir leur position par rapport aux points bleus.

Le modèle Identify Bluespots (identifier les points bleus) n'évalue pas les niveaux de risque des bâtiments. Toutefois les points bleus ne représentent pas le même risque. La vitesse de remplissage et le débordement d'un point bleu en cas de pluie torrentielle dépend de sa profondeur, de sa surface et de la taille de captation, ou du bassin versant local, qui achemine l'eau de pluie.

Résultat du premier modèle sur la zone.

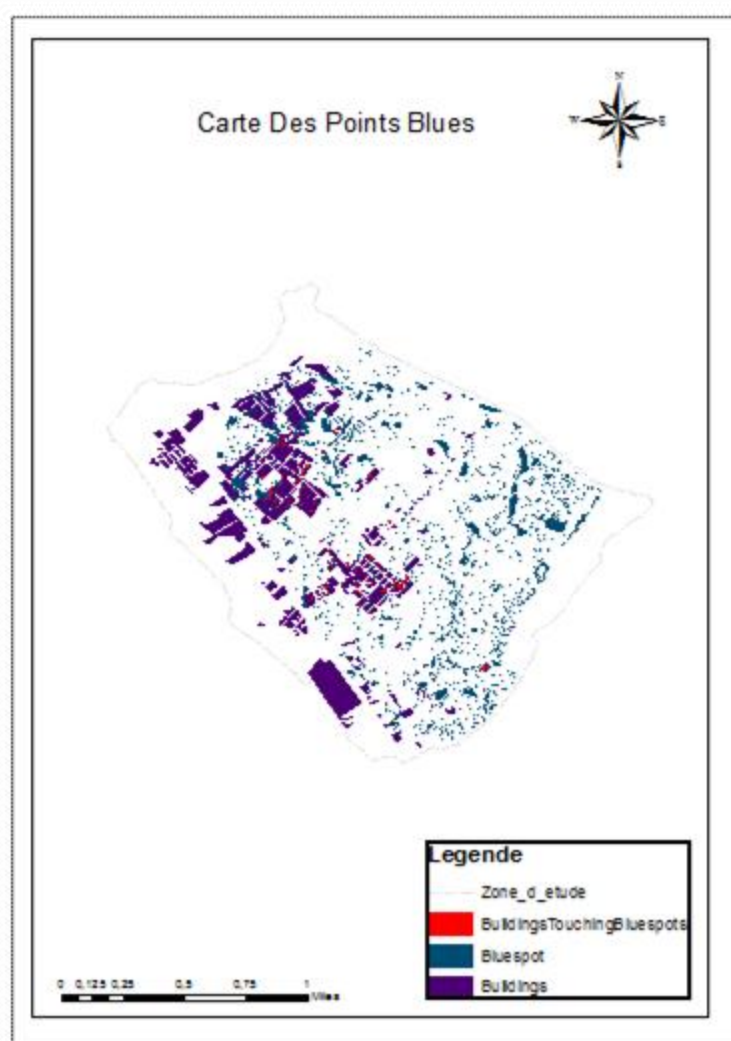


Figure 32. Résultats du premier modèle sur la zone.

Maintenant, on passe à exécuter une version plus complexe du modèle, qui estime les précipitations requises pour remplir chaque point bleu jusqu'à son point d'écoulement. Ces informations nous aideront à mieux estimer le risque d'inondation des bâtiments.

Chapitre 4 : Implémentation.

3. Evaluer le risque d'inondation des bâtiments

Dans la partie précédente, nous avons exécuté un modèle pour identifier les points bleus. Dans cette partie, le modèle identifie non seulement les points bleus sur un MNT, mais il calcule également les précipitations requises pour remplir chaque point bleu en cas de pluie torrentielle. Ces connaissances nous permettent de mieux estimer les risques d'inondation : un bâtiment situé dans un point bleu qui se remplit rapidement présente un plus grand risque d'inondation qu'un bâtiment se trouvant dans un point bleu qui se remplit lentement.

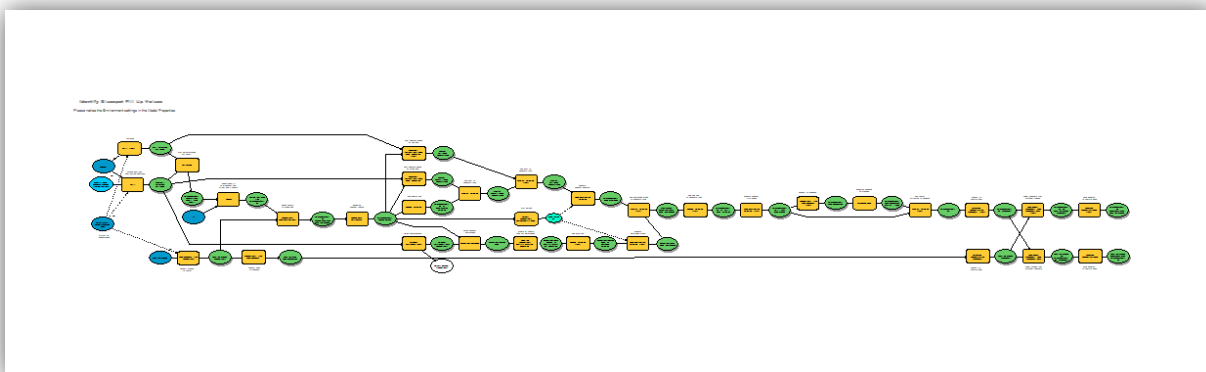


Figure 33. Le modèle Identify Bluespot Fill Up values.

Les données en sortie ont été écrites dans la géodatabase Outputs_BluespotsFillUp. Et après la validation et l'exécution du modèle, trois nouvelles couches ont également été ajoutées.

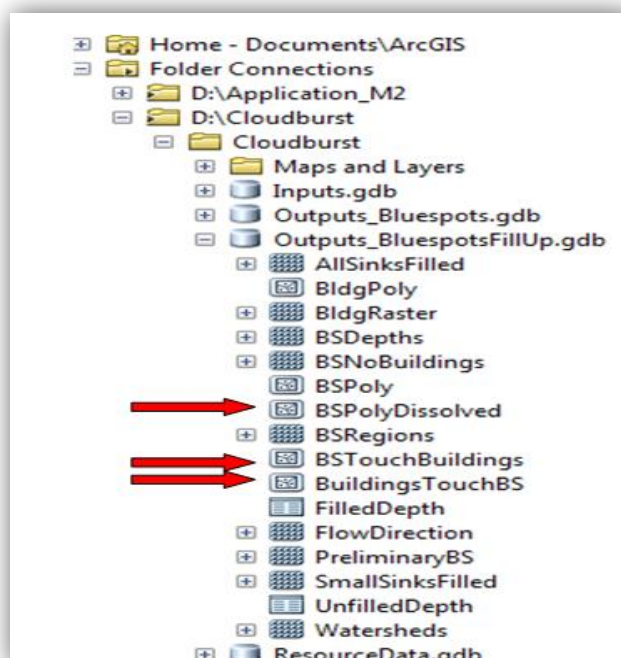


Figure 34. Les données en sortie pour le deuxième modèle.

Chapitre 4 : Implémentation.

3.1. Résultats cartographiques

Dans la table attributaire de la couche Bluespots Touching Buildings, le champ volume contient le volume de chaque point bleu (en mètre cube). Le champ FillUp (Remplissage) contient les précipitations (en millimètres) requises pour remplir chaque point bleu en cas de pluie torrentielle.

En règle générale, plus la valeur de remplissage est faible et plus le risque est élevé. Les points bleus présentant des valeurs de remplissage extrêmement faibles sont toutefois généralement petits et peu profonds. Ils risquent de déborder si rapidement dans le prochain point bleu en aval qu'il peut être difficile de les remarquer.

Le modèle doit être applicable globalement, car il repose sur une investigation simple de la surface du MNT et des emplacements des bâtiments.

Le modèle Identify Bluespot Fill Up Values illustre un workflow d'identification des cuvettes (points bleus du paysage et d'élaboration d'une évaluation du risque d'inondation des bâtiments en cas de pluie torrentielle.

Le modèle recourt aux outils de géotraitement ArcGIS pour déduire des points bleus et leur bassin versant local. Les valeurs de remplissage se calculent en divisant le volume d'un point bleu par la surface d'un bassin versant.

Conclusion :

Dans ce chapitre on a expliqué notre application, ainsi que les deux modèles qu'on a utilisés pour rechercher les zones présentant un risque d'inondation en cas de pluie torrentielle qui affecte les parties basses de l'infrastructure, ainsi que les bâtiments.

Les modèles qu'on a utilisés peuvent être exécutés avec différents jeux de données en entrée. Donc on peut l'appliquer dans d'autres zones. Il nous suffit comme données de départ un MNT de résolution supérieure avec une couche de bâtiments.

Conclusion

Générale

Conclusion Générale

Les inondations se définissent aujourd'hui comme un phénomène naturel fréquent induisant des dégâts matériels et humains. Ce phénomène est lié à l'interaction de plusieurs composantes, c'est le produit de plusieurs facteurs, dont les facteurs météorologiques, topographiques, géologiques, hydrologiques et humains.

Il est nécessaire d'améliorer l'évaluation des dommages causés par les catastrophes naturelles à travers des méthodes et des outils plus robustes.

L'objectif de la présente étude est d'évaluer et spatialiser le risque d'inondation à travers l'utilisation des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) pour gérer et identifier les zones à risque d'inondation, et prendre les meilleures décisions.

Les caractéristiques spatiales et thématiques de la technologie SIG permettent aux utilisateurs de superposer différentes données et facilitent les opérateurs de gestion et de traitement de l'information. Ce géotraitement permet aux décideurs de prendre les décisions les plus efficaces en matière de prévention et de gestion des inondations.

Les Systèmes d'Information Géographique permettent d'organiser et de structurer les informations, de les présenter, et de les visualiser dans le but d'aide à la décision dans la procédure de gestion du risque d'inondation.

Dans ce mémoire nous avons introduit dans la première partie les systèmes d'information géographique (SIG) et la gestion des eaux. Dans la deuxième partie, nous avons traité les notions de base liées au problème des inondations avec des définitions relatives à la problématique du risque, les types d'inondations, la gestion de ce phénomène et l'utilisation des SIG pour la prévention et la gestion des inondations. Dans le troisième chapitre, nous avons décrit la situation de notre zone d'étude et expliqué la méthodologie et les étapes pour la réalisation de notre SIG. Et dans le dernier, nous avons expliqué l'application qui a consisté à définir les zones bleues qui servent à détecter les bâtiments qui se trouvent dans le risque d'inondation en utilisant deux modèles. Le premier sert à rechercher les points bleus et les bâtiments affectés, alors que le deuxième a vocation à évaluer le risque d'inondation et calculer les précipitations en cas de pluie torrentielle.

L'ensemble des travaux menés sur la zone de Debdaba nous a permis de mieux comprendre le phénomène d'inondation et l'utilité d'un MNT dans la gestion des inondations. Ça nous a permis également d'évaluer et spatialiser le risque d'inondation dans la zone de « Debdaba », localiser les zones affectées par les inondations et les identifier, cartographier ces zones et réaliser des simulations en 3D. Comme perspectives, il serait souhaitable d'étendre ce travail sur un territoire plus élargi. D'autre part, beaucoup de travail reste à faire pour une exploitation optimale de notre SIG, comme par exemple élaboration d'une base de données et de cartes numérisées pour contrôler le fonctionnement du réseau d'assainissement de la zone de Debdaba. La gestion de cette base de données va nous permettre à déterminer l'état de ce réseau (diamètre insuffisant, pente faible, etc.). Il est donc nécessaire d'engager un travail en hydraulique.

Conclusion Générale

Nous suggérons aussi d'ajouter des données qui permettent de mieux gérer les inondations comme par exemple données météorologiques, pluviométriques, pédologie, etc.

La Bibliographie

BACHI, M. (2011). "Problématique du risque inondation en milieu urbain; cas de l'agglomération de Sidi Bel Abbes."

Beloulou, L. (2008). Vulnérabilité aux inondations en milieu urbain. Cas de la ville de Annaba (Nord-Est Algérien), Université Badji Mokhtar de Annaba.

HADAN, D. (1997). "TELEDETECTION ET SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE POUR LA GESTION ET LA RECHERCHE DE L'EAU."

Laurent, F. (1996). Outils de modélisation spatiale pour la gestion intégrée des ressources en eau: Application aux Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris; Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.

Nguyen, V. B. (2014). Conception d'un SIG pour l'appui à la gestion intégrée des ressources en eau à l'échelle du bassin hydrologique, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier.

TAHAR, S. E. (2013). IMPACT DES INONDATIONS SUR L'ESPACE URBAIN LE CAS DE LA WILAYA SIDI BEL ABBES, Université ORAN

V.guinot (2003). "Les modèles numériques en hydrologie et en hydraulique. 2003."

Rapport sur assainissement phase III Mai 2016, Debdaba, Wilaya de Mostaganem, source : Direction de l'Hydraulique.