



Université d'Oran 2
Faculté des Sciences de la Terre et l'Univers

Mémoire
Pour l'obtention du diplôme de Master
En Géographie et Aménagement du territoire
Spécialité : la gestion des risques majeurs et sécurité civil

Thème :

La vulnérabilité des routes par rapport au ruissellement et glissement de terrain.

Cas de sidi bel Abbès

zone d'étude : la. Route nationale 95 du Bir El Hamam vers Tessala

Présenté par :

Khettab Nacéra

Mahboubi Mohamed Lotfi

Encadré par :

Mr. Belmahi Mohamed Nadir

Membres de jury :

Mr. Bendib Abdelhalim

Mr. Allal Nadir

Belmahi Mohamed Nadir

Année Universitaire

2020 / 2021

Dédicaces

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tout simplement que : Je dédie ce
Mémoire de fin
d'étude à :*

*A mes chers parents (رحمهما الله): vous représentez pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Vous avez fait plus que des simples parents puisse faire pour que leurs enfants suivent le bon
Chemin dans leur vie et leurs études.*

*Par la suite Je dédie cet humble travail avec grand amour, sincérité
et
fierté :*

*A Mes sœurs A mes frères A Ma famille
A toutes mes amies*

A mes professeurs et à tout qui compulse ce modeste travail. A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer.

Remerciements

Tout travail réussi dans la vie, nécessite en premier lieu la faveur de dieu, et ensuite l'aide et le support de ma famille et mes amies proches.

D'abord je remercie mon directeur de recherche Monsieur Belmahi Mohamed Nadir, pour sa compréhension, ses conseils.

Je remercie Mr Bendib Abdelhalim qu'il a donné les données des cartes. Mes remerciements vont également à tous les membres de jury : Mr. Allal N. Mr.

Menhouj, M.

Je tiens également à remercier tous les enseignants du département d'aménagement de territoire de l'université Mohamed ben Ahmed Oran 2, qui ont assuré notre Initiation à la recherche.

Je remercie Les plus sincères à toutes les personnes qui auront contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire .

Enfin, je tiens également à remercier à ma famille du premier jusqu'à le dernier, à mes amis proches, qui me ont toujours soutenus et encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire.

Table des matières

Dédicaces	i
Remerciements.....	ii
Table des matières.....	i
Liste des cartes	iv
Liste des figures	v
Liste des tableaux.....	vi
Introduction générale	0
Chapitre I : L'étude théorique de la vulnérabilité d'un réseau routier aux ruissellement et glissement terrain	5
I.1 Introduction	6
I.2 La vulnérabilité des réseaux routiers	6
I.2.1 Le Risque	6
I.3 La Vulnérabilité d'un réseau routier:	8
I.4 Comment caractériser la vulnérabilité d'un réseau ?	8
I.5 Ruissellement.....	10
I.5.1 Ruissellement diffus et concentré	10
I.5.2 Facteurs	11
I.5.3 Impacts	11
I.5.4 Ruissellement urbain.....	11
I.5.5 Ruissellement agricole	12
I.6 Les glissements de terrain	12
I.6.1 Qu'est-ce qu'un glissement de terrain ?	13
I.6.2 Quels sont les facteurs provoquant un glissement de terrain ?.....	13
I.6.3 Comment prévenir un glissement de terrain ?	14
I.7 Ouvrage d'art.....	15
I.7.1 Famille d'ouvrages d'art	16

Table des matières

I.7.1.1 Les ouvrages d'art liés à des voies de communication.....	16
I.7.1.2 Les ouvrages d'art destinés à la protection contre l'action de la terre ou de l'eau	16
I.7.1.3 Les ouvrages d'art destinés à la retenue des eaux	16
I.7.2 Fonction d'un ouvrage d'art.....	16
I.7.3 Nature d'un ouvrage d'art	17
I.7.3.1 Ouvrages d'art routiers courants et non courants.....	17
I.7.3.2 Ouvrages d'art non courants	17
I.7.3.3 Ouvrages d'art courants	18
I.8 Conclusion	19
Chapitre II : L'étude de terrain de la vulnérabilité d'un réseau routier	21
II.1 Introduction	21
II.2 Présentation de la wilaya de sidi bel Abbès	22
II.2.1 Situation géographique	22
II.2.2 Topographie de la Wilaya	25
II.2.2.1 Les zones de montagnes	25
II.2.2.2 Les zones de plaine	25
II.2.2.3 Les zones de steppe.....	25
II.2.3 Climat	25
II.2.3.1 La pluviométrie.....	26
II.2.3.2 La température	27
II.2.4 Hydrographie	28
II.3 La présentation de la zone d'étude.....	29
II.3.1 Historique	30
II.3.2 Paysages	31
II.3.3 Parcours	31
II.4 Le réseau routier de l'Algérie	32
II.5 Le réseau routier de la Wilaya de Sidi Bel Abbas	33
II.6 Le bassin versant de Sidi Bel Abbas	36

Table des matières

II.6.1 Géographie.....	36
II.6.2 Caractéristiques	39
II.7 Présentation du bassin versant de la Mekerra	39
II.7.1 Les risques sur RN95.....	40
II.8 Les actes	40
II.9 Protection directe.....	48
II.9.1 Le curage de l’oued	48
II.9.2 Le recalibrage de l’oued	48
II.9.3 Le renforcement des ouvrages.....	48
II.9.4 La Réalisation des canaux	49
II.9.5 Les murs de soutènements et l’exhaussement du sol	49
II.10 Protection la ville de SIDI BEL ABBES et les localités situées dans la plaine contre les inondations	49
II.10.1 Pour l’ensemble de la wilaya.....	50
II.10.2 Pour la protection de la ville SIDI BEL ABBES de contre les inondations	51
II.10.3 Pour la protection de l’agglomération de MOULAY SLISSEN contre les inondations	51
II.10.4 Pour la protection de l’agglomération de TABIA contre les inondations	51
II.10.5 Pour la protection de l’agglomération de RAS EL MA contre les inondations	51
II.10.6 Les actions de soutiens sollicités.....	52
II.11 Conclusion.....	54
Conclusion générale.....	56
Références bibliographiques.....	59

Liste des cartes

Carte II.1 : <i>Site de la Wilaya de Sidi Bel Abbes</i>	23
Carte II.2 : <i>Situation géographique de la zone d'étude</i>	28
Carte II.3 : <i>Réseau routier de la Wilaya de Sidi Bel Abbes</i>	32
Carte II.4 : <i>Réseau routier de la zone d'étude</i>	33
Carte II.5 : <i>Bassins versants de la Wilaya de Sidi Bel Abbes</i>	35
Carte II.6 : <i>Le réseau hydrographique de la zone d'étude</i>	36
Carte II.7 : <i>Les points de croisement entre l'oued et le tronçon</i>	39
Carte II.8 : <i>Répartitions des ponts sur le tronçon</i>	40

Liste des figures

Figure I.1 : <i>Image satellite du tronçon RN 95 entre Bir El Hammam et Tessala ..</i>	3
Figure II.1 : <i>Ouvrage d'art de Moulay Slissen</i>	41
Figure II.2 : <i>Le début de l'achèvement du mur de soutènement</i>	42
Figure II.3 : <i>Fin de la réalisation du mur</i>	43
Figure II.4 : <i>Vue latérale du bas de la route RN95 depuis la vallée</i>	43
Figure II.5 : <i>Débordement de l'oued sur le canal</i>	44
Figure II.6 : <i>Débordement de l'oued sur le canal (suite)</i>	45
Figure II.7 : <i>Les travaux d'aménagements à oued MEKERRA</i>	51

Liste des tableaux

Tableau II.1 : <i>Les précipitations moyennes mensuelles en 2012-13 en mm (ONM,2014)</i>	25
Tableau II.2 : <i>Les températures moyennes mensuelles et annuelles (ONM, 2014)</i>	26

Introduction générale

Introduction générale

Les risques naturels constituent une menace pour les infrastructures de transport de l'espace alpin. Ces phénomènes peuvent entraîner soit des dommages directs humains et matériels (blessés, morts, destructions, endommagements d'équipements), soit des dommages indirects liés aux conséquences économiques des interruptions de trafic (coupure d'accès à des équipements touristiques, rupture d'approvisionnement des usines ...). A l'heure actuelle, la gestion des risques concerne principalement les personnes et les biens au travers de dispositifs de contrôle de l'occupation du sol (plan de prévention des risques) ou d'organisation de mesures d'alerte et d'évacuation. Identifier les tronçons à risques et évaluer la fiabilité et la sécurité des infrastructures sont des enjeux essentiels pour garantir la permanence de l'accessibilité des zones desservies et pour aider les gestionnaires à définir la nature et les priorités d'interventions.

Un réseau de transport routier peut être affecté par un phénomène naturel à plusieurs niveaux. En effet, les dommages peuvent concerner les usagers (véhicules, trains, passagers, fret ...), les infrastructures de transport elles-mêmes (chaussée etc.) ou la fonctionnalité de transport (la communication entre deux points). Ce travail vise à caractériser l'importance et la sensibilité d'un réseau routier en identifiant les critères relatifs à la vulnérabilité de la fonction de transport puis en intégrant l'influence des phénomènes naturels : quels sont les tronçons de routes qui sont essentiels d'un point de vue économique (activités touristiques, industrielles ...), par rapport à la fonction de secours (accès, distance vers un hôpital, une caserne de pompiers ...), par rapport à une situation nominale. La méthodologie originale repose sur l'exploitation et l'analyse de propriétés structurelles d'un réseau de transport en introduisant les contraintes dues aux risques naturels.

Le premier enjeu est de définir les critères géographiques caractérisant l'importance du réseau par rapport aux populations, infrastructures, équipements, pôles économiques et industriels. Le second enjeu consiste à modéliser la structure du réseau en y intégrant des propriétés physiques (gabarit, altitude, etc.) des tronçons et les données économiques (provenant de premier enjeu). Cette phase exploite l'outil GeoGraphLab développé par l'IGN pour déterminer la sensibilité de réseau en utilisant les indicateurs permettant une analyse des propriétés structurelles du réseau.

Problématique

Les infrastructures routières et ferroviaires sont à la base du système de transport dans les pays développés et en développement et garantissent des avantages socio-économiques. La structure est la partie la plus vulnérable, car le manque d'entretien aura un impact négatif sur l'économie du pays. Depuis la construction d'ouvrages d'art en Algérie ou dans le monde, les conditions de travail sont en constante évolution et les conditions climatiques ont changé, ce qui a conduit à un vieillissement accru. Parmi eux, la fatigue est l'élément le plus représentatif. Cela a conduit à des accidents à des degrés divers, entraînant de graves blessures corporelles. La plupart des routes en Algérie, en particulier celles situées entre la région méditerranéenne et les hauts plateaux, sont confrontées à plusieurs facteurs naturels, et parmi les plus importants de ces dangers, le ruissellement et le glissement de terrain. Ce qui semble affecter l'infrastructure des routes et provoquer des fissures et des dégradations dans leur structure et leur

qualité, c'est-à-dire ce qui génère la fragilité des routes, ce qui a nécessité le recours à plusieurs mécanismes pour réduire ces risques et réduire au maximum les dégâts.

De ce qui précède, la curiosité nous amène à nous interroger :

- Quel est l'impact des Ruissellement et Glissements de terrain sur la vulnérabilité des routes et quels sont les mécanismes pour les réduire ?

Présentation du tronçon

Le tronçon consiste en l'étude de la vulnérabilité d'un tronçon de la route nationale RN 95 Située dans la wilaya de Sidi Bel Abbes. On va proposer l'étude d'un tronçon de 133 km de ce tronçon qui débute de Bir El Hammam vers Tessala.



Figure I.1 : Image satellite du tronçon RN 95 entre Bir El Hammam et Tessala

Chapitre I : L'étude théorique de la vulnérabilité d'un réseau routier aux ruissellement et glissement terrain

Chapitre I : L'étude théorique de la vulnérabilité d'un réseau routier aux ruissellement et glissement terrain

I.1 Introduction

Habituellement, la description des catastrophes utilise un large éventail de termes, tels que catastrophes, risques, vulnérabilités, etc., sans distinguer sens et nuance, ou encore moins, Le lien établi entre ces termes. Ces concepts «risque», « danger » et « vulnérabilité » Représente le type de relation qui existe entre les éléments qui déclenchent le phénomène et leur Processus et mécanisme et leurs conséquences.

I.2 La vulnérabilité des réseaux routiers

I.2.1 Le Risque

De nombreuses définitions traitent du risque, et elles varient en termes de cause, source, application et circonstances entourant le cas. Ces définitions sont largement utilisées et de manière incohérente, ce qui conduit à l'existence de plusieurs méthodes de gestion des risques, nous constatons que la plupart des définitions conviennent qu'il ne s'agit que d'événements futurs susceptibles de se produire, entraînant des dommages ou des pertes qui peuvent être évités ou atténués par leur capacité, leur degré ou la gravité de leur impact. Ils diffèrent également de l'ordinaire problème en ce qu'ils doivent être résolus immédiatement. Un risque peut être défini comme un événement physique, un phénomène ou une activité humaine susceptible d'entraîner des dommages pouvant entraîner la mort, des blessures, des dommages matériels, des troubles sociaux et économiques, une dégradation de l'environnement ou des dommages moraux. Les dangers peuvent

inclure des conditions sous-jacentes qui peuvent représenter des menaces futures pouvant découler de divers actifs naturels (géologiques, biologiques) ou provoqués par des processus humains (pollution de l'environnement et risques techniques), et les dangers peuvent être uniques, consécutifs ou mixtes dans leur origine et leurs effets, et leurs caractéristiques de chaque risque sont déterminés par son emplacement, sa gravité, sa fréquence et sa probabilité.

La définition la plus simple du risque est un danger éventuel plus ou moins prévisible. Ou encore, le danger inconvenient plus ou moins probable auquel on est exposé.

Ces deux définitions, en effet, mettent en avant le double aspect de la notion du risque, à savoir le caractère aléatoire de l'évènement et la menace qu'il représente ceci nous a conduits à considérer le risque sous un double aspect.

$$\text{Risque} = \text{Aléa} \times \text{Vulnérabilité}$$

a) Aléa :

Probabilité d'occurrence au cours d'une période de référence d'un phénomène naturel dangereux donné, dans une région donnée et avec une intensité donnée. L'aléa représente la menace.

b) Vulnérabilité :

Elle traduit la fragilité (a contrario la capacité de résistance) des éléments exposés, vis-à-vis d'un phénomène donné. Pour un niveau d'aléa donné, un enjeu sera d'autant plus affecté que sa vulnérabilité est forte. La réduction de la vulnérabilité lorsqu'elle est possible est un moyen de réduire le risque.

I.3 La Vulnérabilité d'un réseau routier:

Les risques naturels constituent une menace pour les infrastructures de transport. Ces phénomènes peuvent entraîner soit des dommages directs humains et matériels (blessés, morts, destructions, endommagements d'équipements), soit des dommages indirects liés aux conséquences économiques des interruptions de trafic (coupure d'accès à des équipements, rupture d'approvisionnement des usines ...). A l'heure actuelle, la gestion des risques concerne principalement les personnes et les biens au travers de dispositifs de contrôle de l'occupation du sol (plan de prévention des risques) ou d'organisation de mesures d'alerte et d'évacuation. Identifier les tronçons à risques et évaluer la fiabilité et la sécurité des infrastructures sont des enjeux essentiels pour garantir la permanence de l'accessibilité des zones desservies et pour aider les gestionnaires à définir la nature et les priorités d'interventions.

Un réseau de transport routier peut être affecté par un phénomène naturel à plusieurs niveaux. En effet, les dommages peuvent concerner les usagers (véhicules, trains, passagers ...), les infrastructures de transport elles-mêmes (chaussée etc.) ou la fonctionnalité de transport (la communication entre deux points). Ce travail vise à caractériser l'importance et la sensibilité d'un réseau routier en identifiant les critères relatifs à la vulnérabilité de la fonction de transport puis en intégrant l'influence des phénomènes naturels.

I.4 Comment caractériser la vulnérabilité d'un réseau ?

Les facteurs qui expliquent et exacerbent l'impact des catastrophes naturelles sur le réseau sont les suivants :

- Localisation spatiale et densité La concentration et l'augmentation des interactions augmentent la vulnérabilité. Les intersections complexes, les

sites ou les centrales électriques avec de multiples connexions sont des exemples de nœuds vulnérables dans le réseau.

- Réseau funéraire et urbanisme souterrain La multitude de réseaux souterrains entraîne des embouteillages au sous-sol. Cela rend différents réseaux interdépendants et il devient plus difficile de localiser les dommages. La cause de ces catastrophes est généralement des tremblements de terre. De plus, cet enterrement peut entraîner un danger d'effondrement.

La vulnérabilité d'un réseau routier saharien (L'ensablement) :

Pour maîtriser l'ensablement, dans le cas des routes, il faut tout d'abord réduire le phénomène de saltation, processus de transport de particules, de la taille des sables ou des graviers, par le vent.

Pour cela deux moyens peuvent être envisagés :

- Stabilisation du sol,
- Réduction du gradient de la vitesse du vent au voisinage de la surface du sol.

On peut aussi faire appel à la vitesse du vent pour déblayer des points ensablés. A partir de ces principes généraux plusieurs techniques ont été utilisées à savoir :

- le profilage
- technique de la palissade
- technique de tas de remblais graveleux ou on pierre turbulente
- technique de Mulch
- méthode aérodynamique

Le profilage doit porter sur tous les obstacles : amas de sable, blocs de pierre, et même végétation, il est effectué sur une largeur moyenne de 25m de chaque côté

de la chaussée. L'utilisation d'engins mécaniques pousseurs tel que bulldozer permet une exécution adéquate de ce traitement.

I.5 Ruissellement

En hydrologie, le ruissellement ou ruissèlement est l'écoulement des eaux à la surface de la terre, notamment la surface des sols, contrairement à celle y pénétrant par infiltration. L'intensité des précipitations favorise le ruissellement en proportion de l'insuffisance de l'infiltration et de la capacité de rétention de la surface du sol.

Les régions tropicales présentent généralement des volumes de ruissellement plus importants. L'Amazone transporte 15 % de toute l'eau retournée dans les océans du monde, tandis que le bassin du Congo représente 33 % du débit des rivières en Afrique. Les régions arides et semi-arides, qui représentent 40 % des terres du monde, ne représentent que 2 % de leur écoulement.

I.5.1 Ruissellement diffus et concentré

Le ruissellement diffus ou en nappe, est un écoulement superficiel pelliculaire (sheet wash) ou en filets divagants qui, par érosion pluviale (« effet splash », éclaboussure des gouttes d'eau) et érosion latérale, exporte les particules fines et met en relief les cailloux.

Le ruissellement concentré donne des écoulements linéaires, plus épais et turbulents, capables de générer des incisions linéaires : les chenaux ainsi formés sont plus ou moins grands : rigoles temporaires, ravines permanentes. L'eau qui transporte les matériaux peut se déverser sur la surface d'un bassin-versant élémentaire et transiter par une section droite appelée exutoire ou émissaire.

I.5.2 Facteurs

Le ruissellement est conditionné par l'importance de l'érosion hydrique qui est fonction de plusieurs facteurs : érosivité de la pluie, infiltrabilité, érodibilité et battance du sol, pente du terrain, occupation des sols (couverture végétale, pratiques culturales).

I.5.3 Impacts

Le ruissellement est un des moteurs de l'érosion : l'eau qui s'écoule entraîne avec elle des particules plus ou moins grosses en fonction de la quantité d'eau en mouvement et de la pente, ce qui peut avoir un effet abrasif sur le terrain soumis au ruissellement. Il peut causer une perte en terre et en éléments nutritifs préjudiciables au niveau agronomique.

Le ruissellement est également un phénomène pris en compte lors de l'aménagement urbain, car la généralisation des sols imperméabilisés (routes, stationnement automobile, zones bâties, etc.) augmente le ruissellement aux dépens de l'infiltration, ce qui peut conduire à des crues violentes et augmente les risques de saturation des collecteurs d'eau et d'inondation en aval.

Le ruissellement est un facteur d'aggravation des pollutions liées à l'agriculture : les engrais et autres produits de traitement sont entraînés vers les cours d'eau, puis vers la mer, au lieu de rester sur le lieu d'épandage.

I.5.4 Ruissellement urbain

Le ruissellement urbain est le ruissellement de l'eau de pluie dans les villes et zones urbanisées. Il est un facteur majeur des inondations et de la pollution de l'eau dans les communautés urbaines du monde entier.

I.5.5 Ruissellement agricole

Le ruissellement agricole est le ruissellement de l'eau de pluie dans les zones de culture. Le ruissellement agricole est une source majeure de pollution, parfois la seule source, dans de nombreux bassins versants: Ruissellement des sédiments, de nutriments, et de pesticides (Dérive des pesticides). Le ruissellement sur les cultures peut être cause d'érosion, de régression et dégradation des sols. Le ruissellement des sédiments peut être contrôlé par la culture en courbes de niveau, le paillis, la rotation culturale, la plantation de cultures vivaces, l'installation de zones ripariennes tampon.

La « collecte de l'eau de ruissellement » (en anglais « Water harvesting » - WH) consiste en la récolte des eaux de ruissellement à des fins productives. Au lieu de laisser couler l'eau de ruissellement, cause d'érosion, elle est collectée à partir d'une zone non cultivée et employée sur une autre cultivée. Dans les zones semi-arides sujettes à la sécheresse où elle est déjà pratiquée, la collecte de l'eau de ruissellement est une forme de conservation du sol et de l'eau directement productive. Les deux rendements et la fiabilité de la production peuvent être considérablement améliorés avec cette méthode.

La récolte de l'eau (WH) peut être considérée comme une forme rudimentaire d'irrigation (dans certaines zones, on parle de culture de ruissellement - runoff farming). La différence est qu'avec WH, l'agriculteur (ou plus généralement l'agro-éleveur) n'a aucun contrôle sur le calendrier. Les eaux de ruissellement ne peuvent être récoltées qu'en cas de pluie.

I.6 Les glissements de terrain

Les glissements de terrain sont des phénomènes géologiques dangereux pour les constructions et pour les personnes. Quelques mètres cube suffisent à

complètement déstabiliser une habitation. Et plusieurs milliers de mètre cube peuvent engloutir un village... Comment appréhender les risques que représente un glissement de terrain ?

I.6.1 Qu'est-ce qu'un glissement de terrain ?

On appelle **glissement de terrain** le déplacement plus ou moins rapide vers le bas et l'extérieur de masse de terre, éventuellement de roches, le long d'une pente. La surface de rupture c'est-à-dire la partie de la pente qui a glissé peut être rotationnelle si elle est de forme incurvée ou plane si elle est droite.

La masse de terre qui a glissée garde sa consistance. Elle se différencie en cela de la coulée de boue qui n'a plus de forme. Le glissement de terrain peut être superficiel ou profond et concerner tout un pan de montagne par exemple.

Un glissement de terrain est **dangereux et destructeur** non seulement par le glissement du terrain lui-même mais aussi par l'accumulation en bas de la pente de terre, de roche et de débris divers.

I.6.2 Quels sont les facteurs provoquant un glissement de terrain ?

Comment expliquer qu'un terrain qui a tenu pendant des siècles se mette un jour à glisser ? Dans **un terrain en pente** les forces de frottement et de cohésion limitent les effets de la gravité. Lorsque l'équilibre des forces change, le terrain devient instable...

Les facteurs déclenchant un glissement de terrain :

- **La nature du sol** et du sous-sol : Un sol meuble et donc présentant peu de cohésion sera par nature instable. De même un sol présentant des couches discontinues de nature différente aura tendance à glisser. Un sol argileux ou

- marneux saturé d'eau sera susceptible de glisser vers le bas de la pente (diminution de la résistance du sol).
- **L'eau** : Lors de fortes pluies ou à la fonte des neiges, l'eau en pénétrant dans le sol exerce une poussée verticale qui peut déstabiliser le terrain. La situation est d'autant plus dangereuse si la quantité d'eau qui pénètre dans la terre est supérieure à celle qui s'en écoule.
 - **La sécheresse** : Une terre trop sèche peut perdre de sa cohésion, s'effriter et glisser.
 - **L'érosion** : Un sol érodé ou mise à nu sans végétation (déboisement, incendie, tempête) sera plus vulnérable aux infiltrations et donc sera plus susceptible de glisser.
 - **Les activités humaines** : La construction d'infrastructures ou de bâtiments en haut de la pente augmente la charge qui pèse sur celle-ci et peut entraîner un glissement. De même des constructions en bas de la pente peuvent déstabiliser le pied du versant. La déforestation, l'irrigation qui modifie la teneur en eau du sol, l'urbanisation qui entraîne une imperméabilisation du sol et donc un changement dans l'écoulement des eaux ou dans le profil de la pente sont autant de facteurs pouvant entraîner un glissement de terrain.
 - **L'activité sismique** : En zone sismique, une secousse même minime peut faire bouger une pente déjà sensibilisée par d'autres facteurs de fragilisation.

I.6.3 Comment prévenir un glissement de terrain ?

Il est difficile de prévoir un glissement de terrain. Néanmoins, aux vues des facteurs déclenchants et surtout lorsque ceux-ci se cumulent, il devient possible

d'évaluer le risque et surtout de déterminer des zones de risque. L'eau joue un facteur important dans le déclenchement d'un glissement de terrain. Et si on ne peut compter sur la pluie, il est par contre possible de gérer son écoulement.

Lorsqu'une construction est installée sur une pente présentant un risque de glissement, il est possible de la conforter avec des soutènements en allant chercher des appuis sur **un sol plus stable**. Un retalutage peut aussi s'envisager afin de limiter le risque. Mais le coût de ses travaux peut être très important.

La meilleure prévention reste de **choisir un terrain stable**. Avant **d'acheter un terrain à bâtir** renseignez-vous auprès de la mairie et n'oubliez pas que le vendeur doit vous remettre l'ERNMT (l'État des Risques Naturels, Miniers et Technologiques).

I.7 Ouvrage d'art

Un **ouvrage d'art** est une construction de grande importance et de grande taille appartenant à l'une au moins de ces catégories :

- ouvrage permettant de franchir un obstacle sur une voie de communication routière, ferroviaire ou fluviale (ponts, tunnels) ;
- dispositif de protection contre l'action de la terre ou de l'eau (murs, tranchée couverte, digue) ;
- dispositif de transition entre plusieurs modes de transports (quais et autres ouvrages portuaires).

De tels ouvrages sont qualifiés « d'art » parce que leur conception et leur réalisation font intervenir des connaissances où l'expérience joue un rôle aussi important que la théorie. Cet ensemble de connaissances constitue d'ailleurs ce que l'on appelle l'art de l'ingénieur.

I.7.1 Famille d'ouvrages d'art

I.7.1.1 Les ouvrages d'art liés à des voies de communication

- les ponts et viaducs, qui sont des ouvrages aériens qui permettent de franchir une rivière, un bras de mer, une vallée, une autre voie de communication ou tout autre obstacle ;
- les tunnels, qui sont des ouvrages souterrains permettant le franchissement de tous les obstacles similaires à ceux franchis par les ponts ;
- les structures en élévation comme les auvents de péage ou les grands murs anti-bruit, les grands mâts et portiques¹ ;
- les écluses et les ascenseurs à bateaux sont des ouvrages d'art liés à des voies navigables.

I.7.1.2 Les ouvrages d'art destinés à la protection contre l'action de la terre ou de l'eau

- les murs de soutènement, qui sont des ouvrages assurant la stabilité de la voie de communication portée ;
- les gabions, les jetées, les brise-lames, etc.

I.7.1.3 Les ouvrages d'art destinés à la retenue des eaux

- les barrages, qui sont des grands ouvrages de génie civil, sont souvent rangés dans la famille des ouvrages d'art ; les digues, etc.

I.7.2 Fonction d'un ouvrage d'art

La fonction d'un ouvrage d'art est liée à la fonction de la voie de communication à laquelle il est lié :

- un ouvrage d'art routier supporte une route ;
- un ouvrage d'art autoroutier supporte une autoroute, qu'il s'agisse de la voie principale ou d'une bretelle de raccordement à l'autoroute ;
- un ouvrage d'art ferroviaire supporte une voie ferrée.

Les voies navigables, canalisations d'eau (aqueducs) ou d'autres fluides ne donnent pas lieu à la définition d'une typologie spécifique à ces voies.

I.7.3 Nature d'un ouvrage d'art

L'ouvrage d'art peut être qualifié selon le milieu dans lequel il est construit, on rencontre ainsi des ouvrages d'art terrestres, maritimes ou de montagne.

I.7.3.1 Ouvrages d'art routiers courants et non courants

Les grands ouvrages routiers sont différenciés des petits par la dénomination d'*ouvrages non courants*.

I.7.3.2 Ouvrages d'art non courants

En France, et dans le domaine routier, la première définition en a été donnée dans la circulaire du 2 janvier 1986, puis dans celle du 27 octobre 1987, puis cette définition a été reprise dans différentes autres circulaires dont celle du 5 mai 1994². Sont considérés comme ouvrages non courants, d'une part, les ouvrages répondant aux caractéristiques suivantes :

- les ponts possédant au moins une travée de plus de 40 mètres de portée ;
- les ponts dont la surface totale de l'un des tabliers dépasse 1 200 mètres carrés³ ;
- les murs de plus de 9 mètres de hauteur ;

- les tranchées couvertes ou semi-couvertes de plus de 300 mètres de longueur ;
- les tunnels creusés ou immergés ;
- les ponts mobiles et les ponts canaux.

Sont également considérés non courants tous les ouvrages ne dépassant pas les seuils précédents, mais dont la conception présente des difficultés particulières, par exemple :

- celles provenant du terrain (fondations difficiles, remblais ou tranchées de grande hauteur, risques de glissement...) ;
- celles sortant des conditions d'emploi classiques (grandes buses métalliques d'ouverture supérieure à 8 mètres, voûtes en béton d'ouverture intérieure supérieure à 9 mètres ou dont la couverture de remblai est inférieure à $\frac{1}{8}$ de l'ouverture intérieure, utilisation d'un dispositif ayant pour but de limiter la charge sur l'ouvrage) ;
- celles liées à des modifications de solutions types résultant de la géométrie du tracé ou de recherches architecturales (ponts très biais ou à courbure prononcée...) ;
- celles dues à l'emploi de techniques non codifiées et n'ayant pas fait l'objet d'un avis technique du SETRA (procédés de soutènement spéciaux...) ;
- celles dues au caractère innovant de la technique ou du procédé.

I.7.3.3 Ouvrages d'art courants

Les ouvrages d'art, surtout s'ils sont construits en climat ou contexte difficile

(en zone sismique, sur des sols soumis à mouvements de terrain ou sur des pergélisols par exemple), et/ou s'ils sont très sollicités doivent faire l'objet de contrôles épisodiques de l'Etat des matériaux qui les composent. Ces contrôles sont visuels (avec l'aide d'un drone éventuellement), destructif (carottages pour examen..) ou non destructifs (gammagraphie, radiographie et radioscopie, suivi des températures, de l'évolution de fissures (de cisaillement et/ou de flexion) ou de la flèche (courbure), etc. Ils peuvent eux-mêmes contenir, dès l'origine, ou après découverte d'une vulnérabilité dans risque de défaillance immédiate ou à court ou moyen terme de l'ouvrage, des dispositifs électroniques de suivis associant des capteurs et appareils de mesure et des moyens de communication pour la télésurveillance . Les capteurs et relais doivent être fiables, autonomes, précis et résister à des conditions souvent difficiles (variations de température de -25 °C à $+40\text{ °C}$ au Canada par exemple ; changements d'hygrométrie, vibrations, chocs, corrosion, vandalismes, etc.). Certains capteurs impliquent un perçage ou la destruction d'une portion du béton de la membrure à instrumenter. Quand un seuil d'alerte est dépassé, des mesures peuvent être prises.

I.8 Conclusion

Les risques de ruissellement et de glissements de terrain sont un phénomène de plus en plus fréquent dans le monde. Ces catastrophes ont, entre autres, un impact sur la fragilité des routes et sur l'environnement et les activités sociales et économiques des communautés affectées. Il est donc impératif que les autorités brossent un tableau des risques auxquels la population est exposée afin de concevoir des stratégies de prévention et de contrôle efficaces. L'un des principaux défis actuellement en Algérie pour que ces stratégies soient efficaces est la production de cartes précises des risques. Actuellement, les cartes disponibles ne permettent pas de fournir des informations suffisantes ou précises aux décideurs, notamment sur

l'ampleur des impacts environnementaux associés aux risques de ruissellement et de glissements de terrain et leurs conséquences sociales et économiques. Cette étude vise à développer une méthode d'évaluation des risques basée sur l'intégration des concepts de risque et de vulnérabilité. L'analyse des risques est rendue possible grâce à la participation des communautés affectées à l'appui des systèmes d'information géographique (SIG) et de la télédétection. L'utilisation de ces outils lui permet de compenser dans une très large mesure la perte de données et d'identifier des données actuellement considérées comme inexactes ou insuffisantes pour l'analyse. Les impacts environnementaux et socioéconomiques des risques de ruissellement de surface et de glissements de terrain comprennent l'exposition des communautés et les dommages potentiels liés à l'utilisation des terres.

Chapitre II : L'étude de terrain de la vulnérabilité d'un réseau routier

Chapitre II : L'étude de terrain de la vulnérabilité d'un réseau routier

II.1 Introduction

L'état algérien est actuellement confronté à des problèmes d'inefficacité dans le domaine du transport routier. Il a adopté une stratégie de réduction de la congestion et de simplification du trafic routier, en plus d'un ensemble de mécanismes pour réduire les impacts humains ou naturels sur sa fragilité, et l'Algérie verra la construction de près de 10000 km de nouvelles liaisons routières sur le territoire national, donc il existe de nombreux projets d'infrastructure routière.

Des insuffisances peuvent toujours se manifester au niveau d'une route dès sa mise en service et qui se traduisent généralement par l'apparition des dégradations prématurées. Dans ce cas, il devient indispensable d'identifier, de comprendre et d'expliquer les causes à l'origine de ces désordres et essayer d'apporter des solutions adéquates pour y remédier.

Cette étude présente des éléments de réponse concernant les causes réelles des différentes dégradations constatées sur cet axe routier et donne une vue d'ensemble sur la nature des travaux réalisés sur ce tronçon (RN95) ainsi l'ensemble des actions et investigations menées afin de vérifier l'état réel de la chaussée.

II.2 Présentation de la wilaya de sidi bel Abbès

La wilaya de Sidi Bel Abbès est une wilaya importante par sa population et ses diverses potentialités, agricoles et industrielles. Elle comporte 15 dairas et 52 communes.

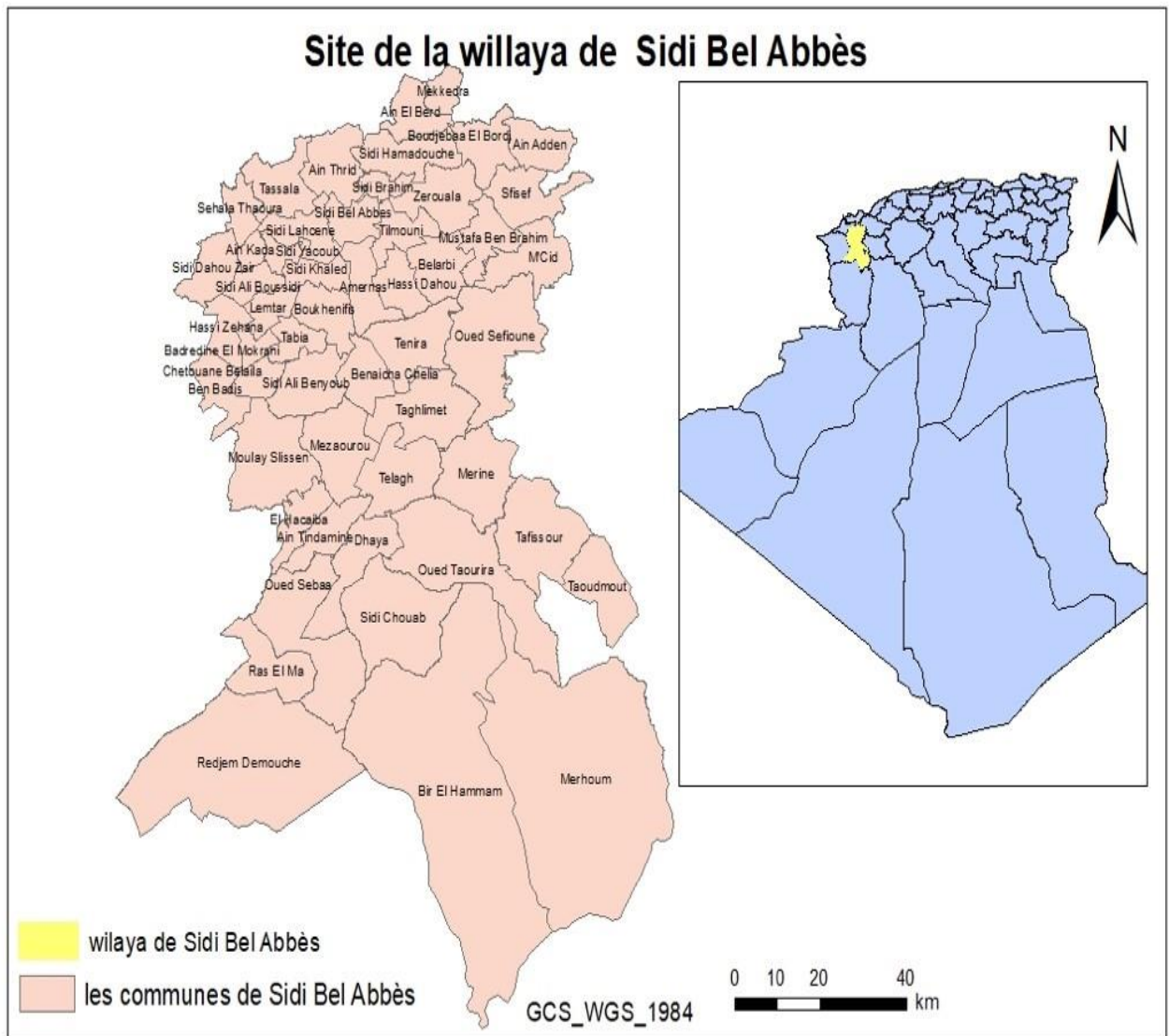
II.2.1 Situation géographique

La wilaya de Sidi Bel Abbas est située au nord-ouest de l'Algérie, elle est délimitée comme suit :

- au nord par la wilaya d'Oran ;
- au nord-ouest par la wilaya d'Ain Témouchent ;
- au nord est par la wilaya de Mascara ;
- à l'ouest par la wilaya de Tlemcen ;
- à l'est par les wilayas de Mascara et Saida ;

- au sud par les wilayas de Nâama et El-Bayad et -au sud est par la wilaya de Saida.

La wilaya occupe une position centrale et stratégique et s'étend sur environ 15% du territoire de la région du nord-ouest du pays soit 9150,63 km². Elle est considérée comme relais de par son emplacement privilégié dans la mesure où elle est traversée par les principaux axes routiers de cette partie du pays. (D.P.A.T. 2013)



Carte II.1 : Site de la Wilaya de Sidi Bel Abbès

II.2.2 Topographie de la Wilaya

II.2.2.1 Les zones de montagnes

Elles couvrent une superficie totale de l'ordre de 2.250,37 km² soit 24,59% de la wilaya. Elles occupent au nord, les monts de Tessala, de Beni Chougrane sur environ 864,20 km² et la partie centrale de la wilaya par les monts de Dhaya environ 1.386,16 km². (D.P.A.T. 2013)

II.2.2.2 Les zones de plaine

Elles couvrent une superficie totale de 3.239,44 km² soit 35,40 km² de l'espace de la wilaya. Elles sont représentées par la plaine de Sidi Bel Abbes environ 2.102,85 km² dont l'altitude varie entre 400 et 800 m et les hautes plaines de Telagh environ 1 ;136,59 km² dont l'altitude varie de 400 à 1000 m. (D.P.A.T. 2013)

II.2.2.3 Les zones de steppe

Elles constituent le sud de la wilaya et occupent une superficie totale de l'ordre de 3.660,82 km² soit 40% de l'espace de la wilaya dont l'altitude varie de 1/000 à 1.400 m. (D.P.A.T. 2013)

II.2.3 Climat

La wilaya de Sidi Bel Abbes est caractérisée par un climat semi aride, qui est défini par une saison sèche et chaude et une autre fraîche. Comme tout le nord algérien la wilaya de Sidi Bel Abbes a subi d'importantes modifications : diminution de la pluviosité, dégradation de l'environnement, détérioration de la fertilité des sols etc. et 400 mm annuellement, selon les conditions orogéographique des espaces de la wilaya.

Le volume moyen des précipitations annuelles est de l'ordre de 1,6 milliard de mètre cube, souvent mal réparties dans l'espace et dans le temps, imposant une forme d'exploitation généralement tributaire de la pluie. C'est un climat caractérisé par une insuffisante et mauvaise répartition interannuelle et saisonnière des précipitations, se traduisant souvent par un déficit hydrique dans la région

(GUENFOUD A, 2009)

II.2.3.1 La pluviométrie

Le rythme pluviométrique présente une irrégularité annuelle et inter annuelle puis s'explique par une tendance à l'aridité actuelle du climat. Etant donné que la ville de Sidi Bel Abbas situé entre l'isohyète 350-375, les précipitations moyennes annuelles n'excèdent exceptionnellement les 400 mm/an, c'est le cas de l'année 1996 ou elle a atteint 479,9 mm.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Précipitation moyennes (mm) 2012	74,4	56,2	51,0	25,2	25,4	2,2	1,8	29,5	19,9	77,2	29,1	29,8
Précipitation moyennes (mm) 2013	91,1	22,0	33,0	55,0	14,4	0,7	0,1	0,3	33,5	0,6	21,5	59,6
Précipitation moyennes normales (mm)	64,0	47,0	37,0	43,0	29,0	9,0	1,0	6,0	15,0	42,0	38,0	62,0

Tableau II.1 : Les précipitations moyennes mensuelles en 2012-13 en mm (ONM,2014)

D'après l'agence de l'office National de la Météorologie de Sidi Bel Abbes les précipitations étaient faibles les dix dernières années (1991-2000), mais il y a un retour vers la normale spécialement au cours de l'année 2013 ou il y a eu de fortes pluies ayant intervenu dans le nettoyage des barrages et des lits des oueds, et donc la diminution de la pollution. (ONM,2014)

II.2.3.2 La température

Les températures au niveau de la ville sont caractérisées par une hausse considérable en été et une importante baisse en hiver, surtout pendant la nuit.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
m 2012	4.9	2.6	5.7	5.1	10.8	15.6	18.1	17.5	15.0	10.0	7.1	5.8
M 2012	13.0	15.8	19.4	19.4	28.6	33.9	37.5	35.2	28.6	28.4	23.3	18.1
(m+M)/2, 2012	8.95	9.2	12.55	12.25	19.7	24.7	27.8	26.3	21.8	19.2	13.3	11.95
m 2013	5.7	6.5	6.4	8.1	9.1	13.0	18.7	19.3	15.9	10.4	7.3	5.5
M 2013	15.3	17.7	19.1	22.4	24.9	30.0	37.1	36.1	30.8	25.2	18.5	17.8
(m+MV2, 2013)	10.5	12.1	12.75	15.25	17	21.5	27.9	27.7	23.3	17.8	12.9	11.65

(m+MV2, (2012,2013))	9.53	11.65	11.68	16.90	17.2	21.8	26.6	26.5	22.9	17.9	11.2	10.05
-------------------------	------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	-------

Tableau II.2 : *Les températures moyennes mensuelles et annuelles (ONM, 2014)*

II.2.4 Hydrographie

Selon la direction de l'hydraulique de la wilaya de Sidi Bel Abbes. Le réseau hydrographique correspond à la partie amont de deux bassins hydrographiques régionaux qui sont la Macta et le Chergui. Cet important réseau épouse l'orientation et l'inclinaison Sud-Nord, de ses plaines, et Nord-Sud, de son étendue steppique. Sa partie septentrionale occupe le grand bassin de la Macta.

Alors que les 40% restant correspondant à sa partie steppique et couvre un troisième bassin versant ouvert. Ces trois bassins versants, s'écoulant séparément en dehors de la wilaya dans les trois directions Nord, Est et Sud qui sont :

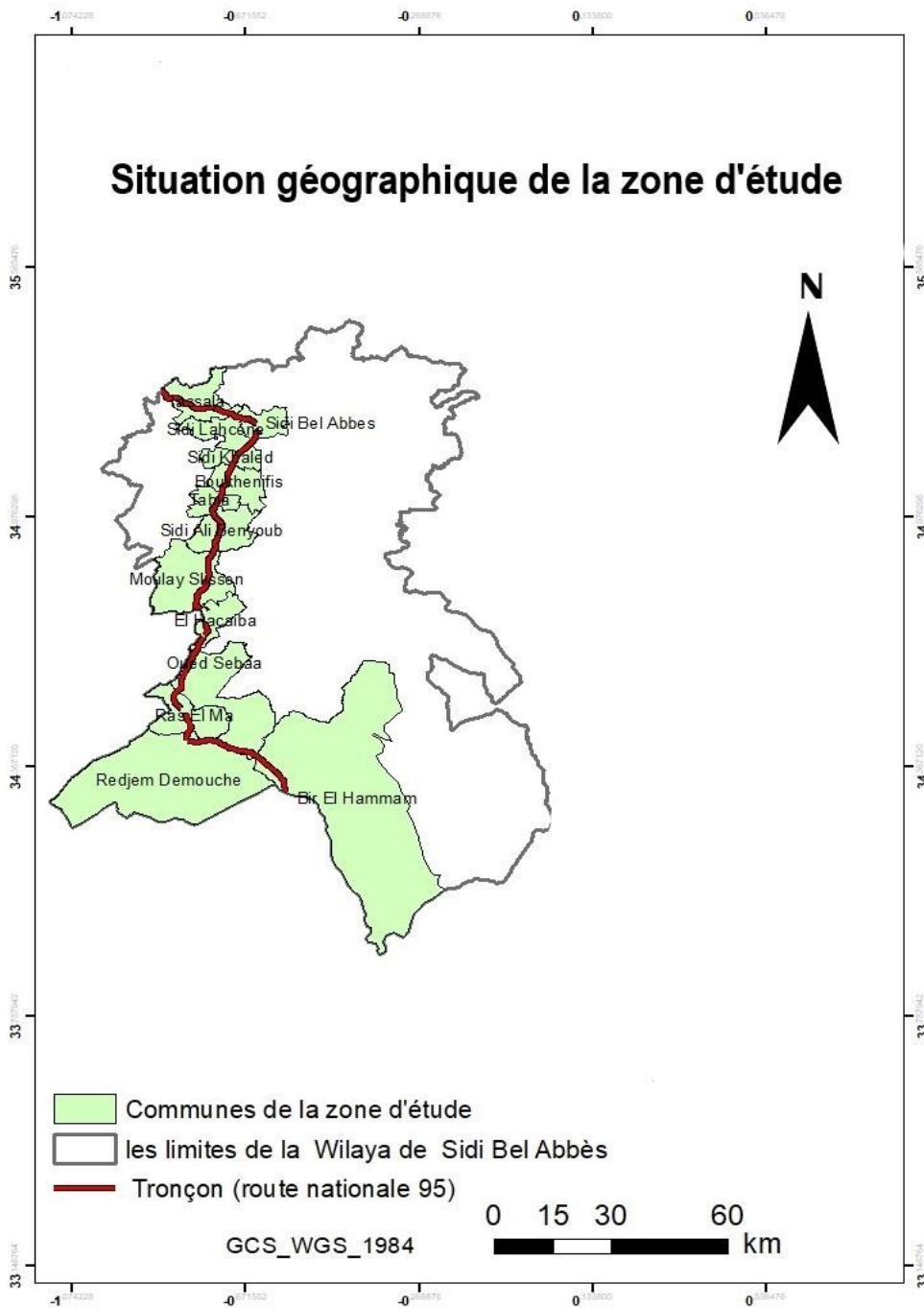
- Le bassin de l'Oued Mékerra, d'une superficie de 4150 km² dont 3629 km² sur la wilaya de Sidi Bel Abbes suit le cours de son oued sur une longueur de l'ordre de 136 km. Il prend sa source à plus de 1300m d'altitude, en drainant une partie de la zone steppique de Ras El Ma et Rejem Demouch.
- Le bassin supérieur de l'Oued El Hammam, s'étale sur une superficie de 1240 km² en ressemblant des apports de l'oued Melghir, l'oued Tenira et oued Sefioune estimés à 73 hm³/an. Ces oeuds, qui prennent leurs sources sur les versants nord et monts de Dhaya à une altitude dépassant les 1200 m.
- Le bassin versant des hautes plaines steppiques s'étend sur une superficie de 2925 km² et dispose d'un ensemble d'oued présentent un écoulement intermittent.

Il s'agit de l'oued Djorf El Ghorab, l'oued El Kouitet et l'oued El Semar. Ces oueds qui prennent leurs sources sur les versants sud des monts de Dhaya à une altitude de 1300 m déversent un volume d'eau estimé entre 4,8 et 11,6 hm³/an.

Sans pouvoir être mobilisées superficiellement, ces ressources s'écoulent vers le sud pour alimenter la nappe du bassin endoréique de Chott (D.H.W,SBA,2013)

II.3 La présentation de la zone d'étude

La route nationale 95 (RN 95) en Algérie est une route qui permet de relier Hammam Bou Hadjar à Sidi Bel Abbes et Sidi Bel Abbes à Ras El Ma. Son tracé est en partie parallèle à la RN13 dans sa partie sud.



Carte II.2 : Situation géographique de la zone d'étude

II.3.1 Historique

La route nationale 95 est créée en 1980 à partir du CW4 entre Hammam Bou Hadjar et Sidi Bel Abbès et le CW39 entre Sidi Bel Abbès et Ras El Ma.

II.3.2 Paysages

La route débute dans la plaine de Oued El Maleh avant de monter vers les monts du Tessala pour redescendre jusqu'à la ville de Sidi Bel Abbès qu'elle traverse en son centre. Elle suit après l'oued Mekerra à travers les monts de Dhaya jusqu'à Ras El Ma.

II.3.3 Parcours

- Hammam Bou Hadjar, croisement RN108 (0 km)
- Croisement chemin ver Hedjairia (2 km)
- Croisement CW59 vers Chentouf (4,9 km)
- Croisement chemin vers Sidi Boumediene (7,7 km)
- Croisement chemin vers Hassasna (11,7 km)
- Croisement CW34 vers Oued Sebah (13,2 km)
- Djebabra (21,5 km)
- Oued El Besbes (24,2 km)
- Tessala, croisement CW5A (30,4 km)
- Croisement CW5 vers Sidi Hamadouche (35,2 km)
- Rond-point sortie A1 no 63 (40,9 km)
- Rond-point rocade de Sidi Bel Abbès (42,1 km)
- Sidi Bel Abbès, croisement RN7 (45,6 km)
- Rond-point rocade de Sidi Bel Abbès (47,6 km)
- Croisement chemin vers Sidi Lahcene (50,9 km)
- Croisement chemin vers Sidi Khaled (56,2 km)
- Croisement chemin vers Boukhanafis (60,7 km)
- Croisement CW78 vers Boukhanafis (62,8 km)
- Tabia, croisement CW16 vers Ben Badis (67,7 km)

- Tabia, croisement CW78A vers Lamtar (68,3 km)
- Bordj Djaafar (74,4 km)
- Croisement CW16A vers Chetouane Belaila (75,1 km)
- Croisement RN17C vers Sidi Ali Benyoub (76,2 km)
- Croisement chemin vers Safsaf (78,5 km)
- Moulay Slissen, croisement RN94 (92,6 km)
- Croisement CW103 vers El Gor (96,5 km)
- El Haçaiba, croisement CW39A (108 km)
- Croisement chemin vers Titten Yahia (125 km)
- Oued Sebaa (126 km)
- Ras El Ma, croisement RN13 (133 km)

II.4 Le réseau routier de l'Algérie

L'Algérie dispose d'un réseau routier structurant de 129 000 km équipés de 4 815 ouvrages d'art, déterminant pour l'économie du pays. Le secteur des travaux publics lié au développement du réseau routier est en pleine expansion, et donc porteur de croissance économique. Cependant, l'augmentation constante du trafic conduit à un nombre croissant d'accidents de la route, avec 4 530 décès en 2013.

Dans ce contexte, le Ministère des Travaux Publics (MTP) algérien a confié à l'Organisme National de Contrôle Technique des Travaux Publics (CTTP) l'amélioration des performances de gestion et d'entretien du réseau routier. Pour le CTTP, il s'agissait de faire face à :

- L'absence d'un référentiel fiable sous Système d'Information Géographique (SIG)
- L'absence de définition précise de certains itinéraires et de données descriptives de l'état du réseau ainsi que d'outils pour les analyser

- L'absence d'un système de comptage du trafic routier

II.5 Le réseau routier de la Wilaya de Sidi Bel Abbas

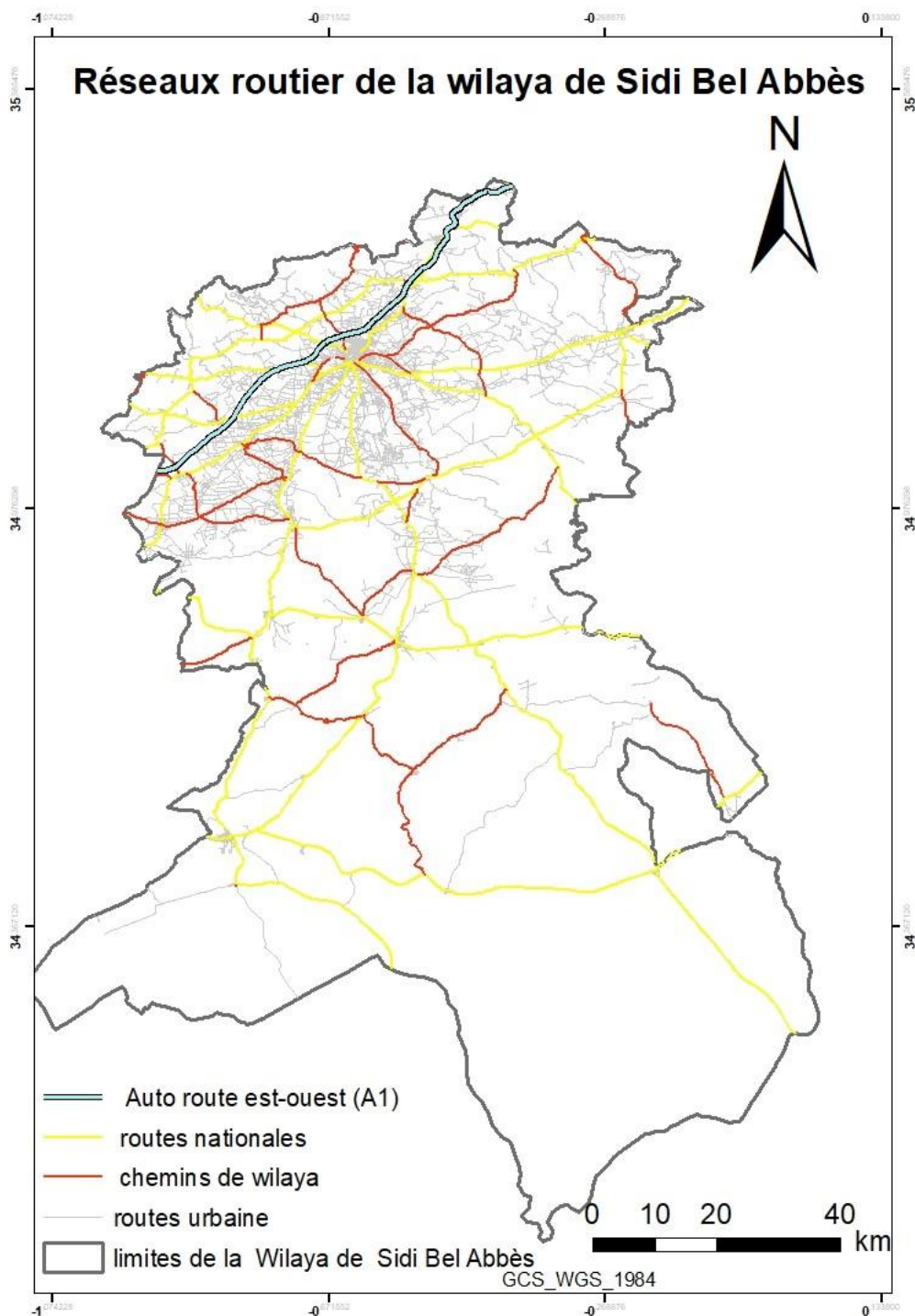
La consistance physique du réseau (toutes classifications confondues) est de 1719,936 Km de routes réparties ainsi :

- 86 Km Autoroute.
- 663,270 Km de Route National.
- 614,006 Km de Chemin de Wilaya.
- 442,66 Km de Chemin Communale.

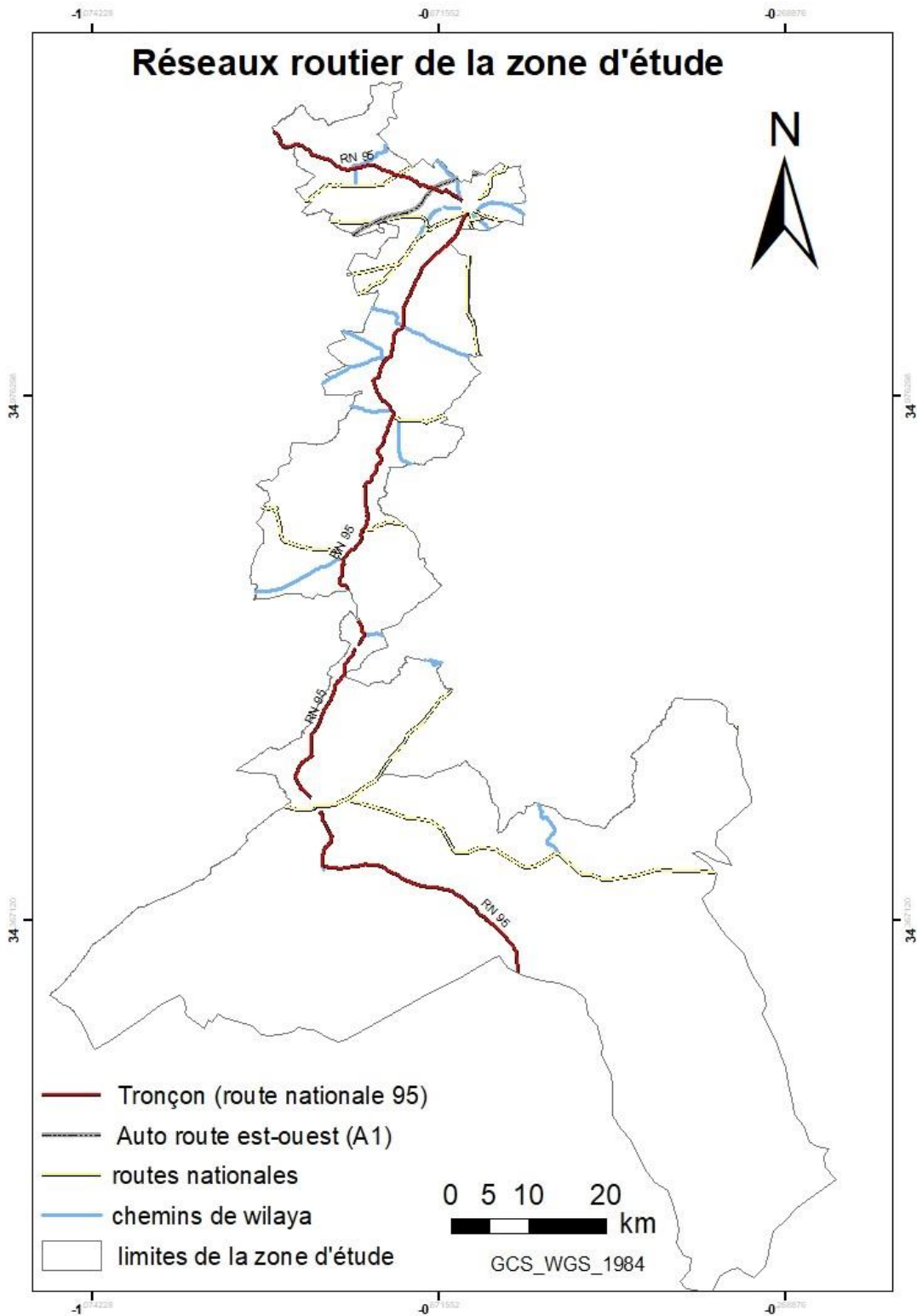
Au long de ce réseau routier on enregistre 40 ouvrages d'art sur les routes nationales, 34 sur les chemins wilaya et 15 sur les chemins communaux.

Quand au réseau ferroviaire actuel, il comporte deux (02) tronçons de voie ferrée d'une longueur totale de 153 km. L'axe de la voie ferrée normale (OUED TLILAT – SIDI BEL ABBES - TLEMCEN) ouvert au service des voyageurs et marchandises traverse la wilaya du NORD-EST sur une longueur de 85,245 Km.

La partie Sud de la wilaya est ouverte au transport de marchandises seulement (transport particulièrement de l'alfa de la zone de RAS El MA) sur une longueur de 77,26 Km.



Carte II.3 : Réseau routier de la Wilaya de Sidi Bel Abbas



Carte II.4 : Réseau routier de la zone d'étude

II.6 Le bassin versant de Sidi Bel Abbas

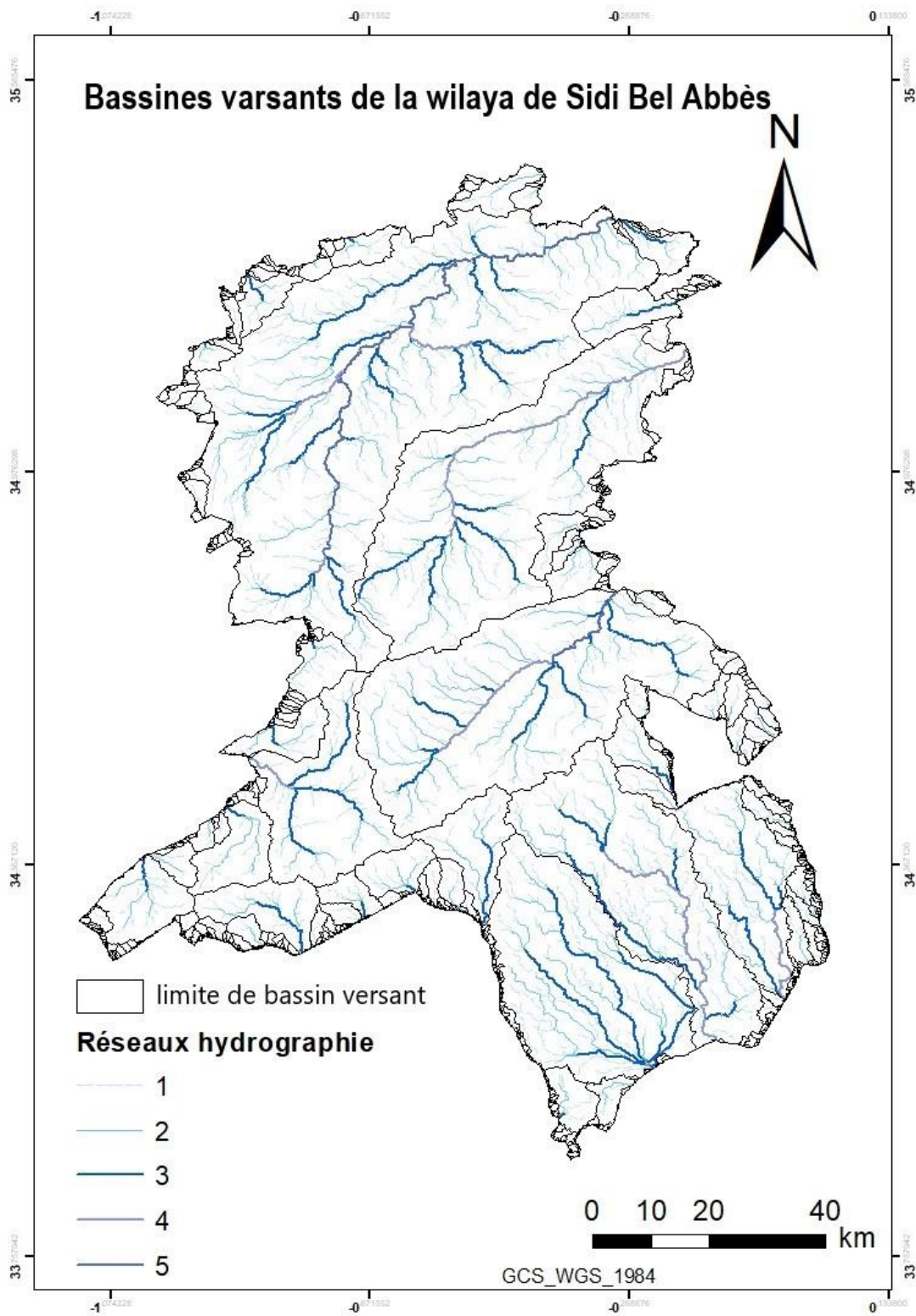
La Mekerra est une rivière d'Algérie. Elle coule du sud vers le nord et traverse les villes de Sidi Bel Abbas et Sig. Il s'agit d'un nom local de l'ancien fleuve Sig.

II.6.1 Géographie

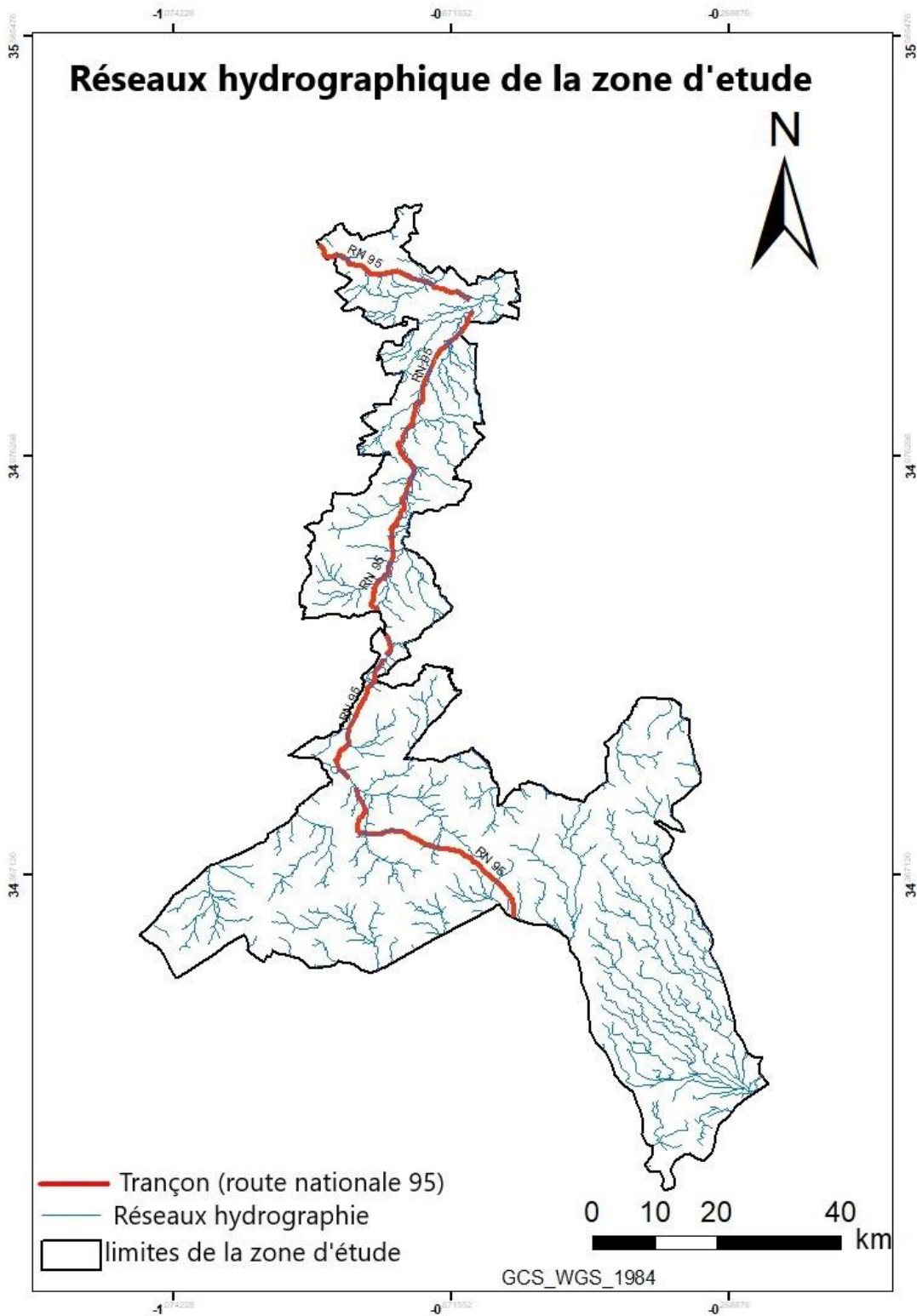
Le Sig au cours d'environ 240 km prend sa source dans les hauts plateaux au sud des monts de Daïa. Le fleuve autrefois rempli en toute saison coule vers le nord en traversant successivement :

- El Haçaiba, l'ancienne Magenta,
- Moulay Slissen,
- Sidi Ali Benyoub, l'ancienne Chanzy renommée pour ses sources thermales,
- Sidi Khaled,
- Sidi Lhassen,
- Sidi Bel-Abbès où il porte le nom de Mekerra,
- Sidi Brahim
- Sidi Hamadouche
- Wad Sig, l'ancienne Saint-Denis-du-Sig, où un lac de barrage de quatre kilomètres de long apportait la prospérité.

Le fleuve se perd dans les marais de la Macta avant de rejoindre la mer à proximité du point de jonction des wilayas d'Oran, Mascara et Mostaganem.



Carte II.5 : Bassins versants de la Wilaya de Sidi Bel Abbas



Carte II.6 : Le réseau hydrographique de la zone d'étude

II.6.2 Caractéristiques

- Source : près de Ras El Ma
- Altitude : 1 100 m
- Coordonnées : 34° 26' 04" N, 0° 48' 21" O
- Confluence : Macta
- Localisation : plaine de l'Habra, au nord de la wilaya de Mascara
- Altitude : 10 m
- Coordonnées : 35° 36' 59" N, 0° 09' 27" O

II.7 Présentation du bassin versant de la Mekerra

Le bassin versant de la Mekerra couvre une superficie dépassant 300 km² et est drainé par l'oued Mekerra qui s'étend sur une longueur de 115 km. Il prend sa source dans la zone des Hauts-Plateaux, dans la région de Ras El Ma. Après avoir été encaissé en amont dans les terrasses fluviales où le débordement des eaux hors du lit ne cause aucun dégât considérable, l'oued débouche en aval de Boukhanefis dans la plaine alluviale dont la pente ne dépasse que rarement les 0,2% engendrant des vitesses de coulement relativement faibles, causant ainsi des dépôts qui obstruent pratiquement le lit de l'oued.

Du point de vue climatique, le bassin de la Mekerra est soumis à un climat semi-aride à pluviosité irrégulière caractérisée par des averses automnales intenses, occasionnant d'importantes crues dont les effets se font ressentir dans les zones comprises entre Boukhanefis et l'agglomération de Sidi Bel Abbès.

II.7.1 Les risques sur RN95

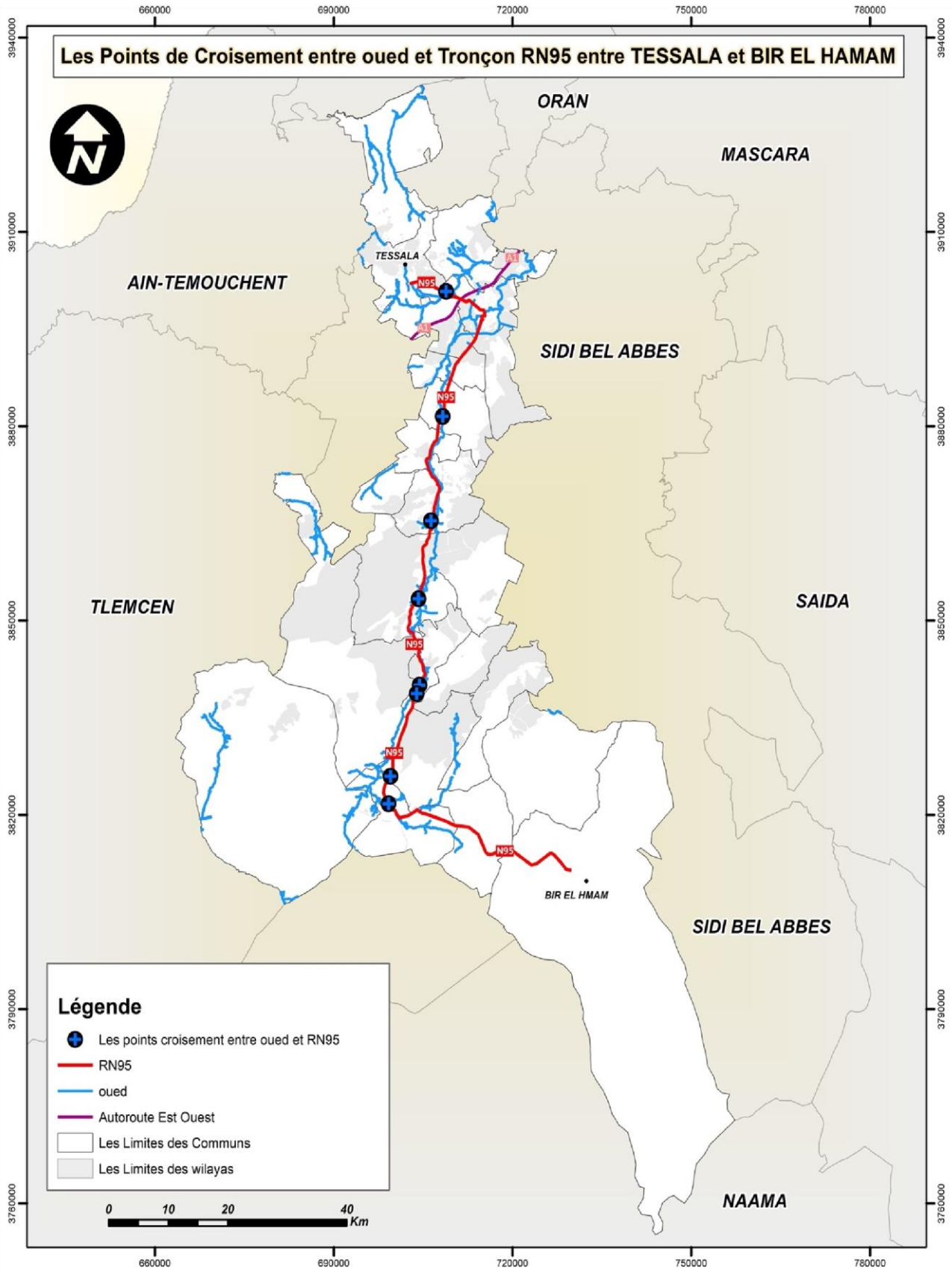
1. La courbure de virage du tronçon n'est pas conforme aux normes.
2. le dénivelé important du talus moyen (pente 13 - 19%)
3. l'inondation de la route par rapport à la morphologie du terrain au point d'intersection et le dimensionnement de l'ouvrage.

II.8 Les actes

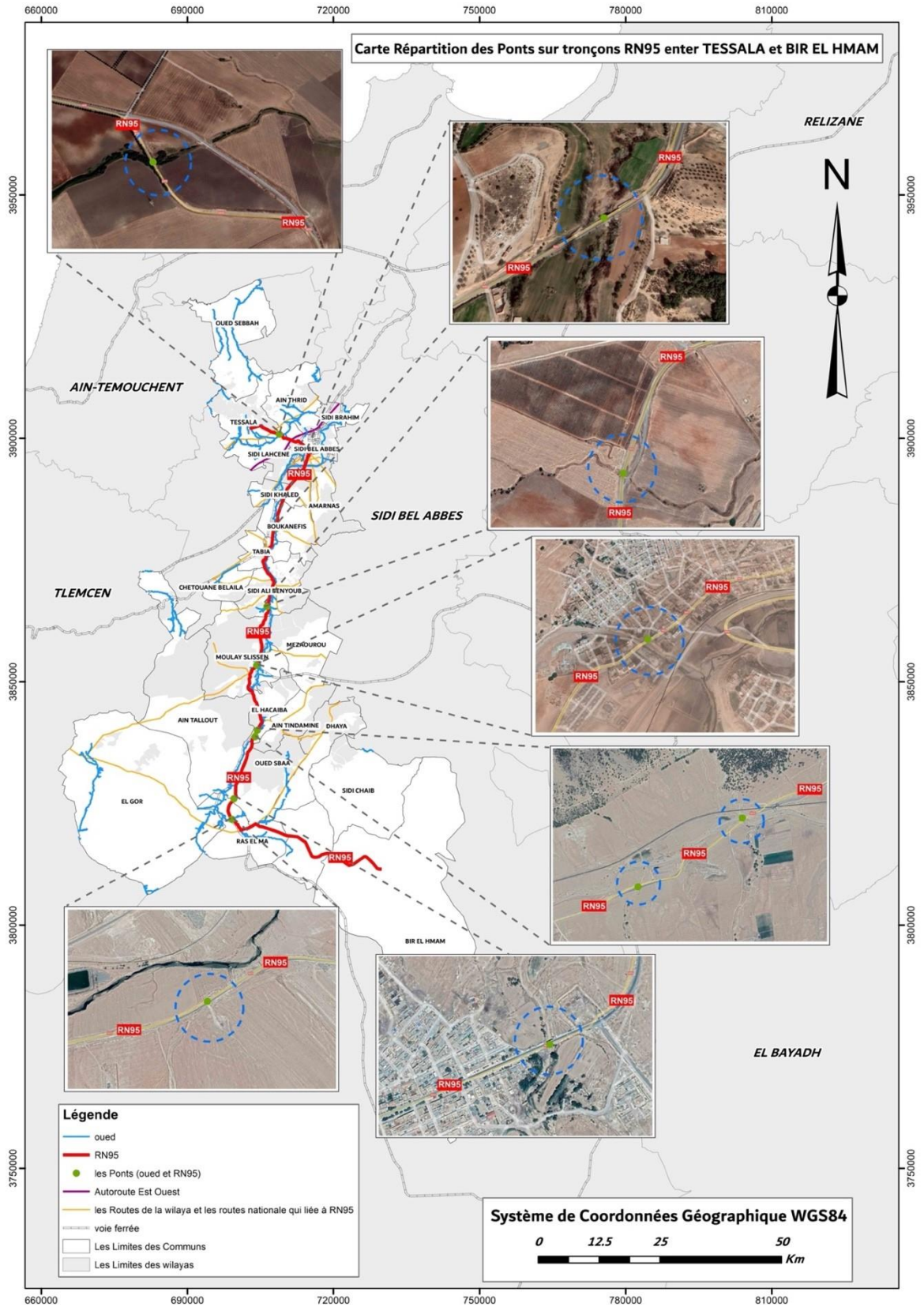
1. redimensionnement du tracé de la route avec des courbures de virage conforme aux normes. après analyse du rapport géotechnique.
2. projection d'un mur de soutènement avec traitement du talus (pour la gestion de risque glissement) après l'analyse du rapport géotechnique sur la nature du sol a traité soit en adopta:
 - a- la projection d'un système de banquette par talutage en respectant les pentes.
 - b- la projection de mur.
3. la projection d'un ouvrage d'art conforme aux normes et après l'étude les seuils de l'oued dans la période de la crue.

l'élargissement de Oued Mekkera par un canal d'une largeur de 30 m en 2003.

3^{ème} ouvrage, Mouley Slissen d'une portée de 33.40 m afin d'éviter débordement de l'oued en 2014.



Carte II.7 : Les points de croisement entre l'oued et le tronçon



Carte II.8 : Répartitions des ponts sur le tronçon

Un 2^{ème} mur de soutènement a été réalisé sur RN 95 de pk 110 d'une longueur 80 m long-range oued Mekkera afin de limiter les éboulements au niveau De RN95 en 2016.

RN95 du Ain Témouchent (Ain el Baida pk 0) vers Ras el maa. les réalisations à partir de 2000 :

- Réalisation un dalot (4 alluviale) de banquettes de 30m.
- L'élargissement de Oued Mekkera par un canal d'une largeur de 30m en 2003.
- 3^{ème} ouvrage d'art, Moulay Slissen d'une portée de 33.40 m afin d'éviter débordement du Oued 2014.



Figure II.1 : *Ouvrage d'art de Moulay Slissen*

Un mur de soutènement a été réalisé sur RN95 de pk 110 d'une longueur 80 m longeant oued mekkera afin limiter les éboulements au niveau de RN 95 (el hcaiba) en 2016.



Figure II.2 : *Le début de l'achèvement du mur de soutènement*



Figure II.3 : *Fin de la réalisation du mur*



Figure II.4 : *Vue latérale du bas de la route RN95 depuis la vallée*

Sidi Ali Ben Youb réalisation d'un ouvrage d'art de 60 m linéaire, en 2011.

- en 2008 Boukhanifis un ouvrage d'art de 33.40 m et des gabions au niveau de Oued Mekker.
- 2008 Sidi Khaled un ouvrage d'art de 33.40m et des gabions.
- un ouvrage d'art a été réalisé en 2014 au niveau de chef-lieu sidi Lachen afin de déborder l'oued.
- calibrage du l'oued.
- réalisation d'un canal à sidi Khaled de 1km 200m (les dimensions 2m/2.5m).



Figure II.5 : *Débordement de l'oued sur le canal*



Figure II.6 : *Débordement de l'oued sur le canal (suite)*

DRE un barrage a été réalisé au niveau de Tabia pour la protection de la wilaya de Sidi Bel Abbes contre les inondations.

- un canal au niveau de chef-lieu de SBA pour la protection contre l'inondation.

II.9 Protection directe

La protection directe consiste à intervenir directement sur le site menacé par la mise en œuvre des actions suivantes :

II.9.1 Le curage de l'oued

Le curage permet une nette amélioration des conditions d'écoulement suite à l'élimination de tous les obstacles et les dépôts entravant l'écoulement des eaux dans le cours d'eau .Le débroussaillage est également nécessaire à la traversée des agglomérations pour des raisons sanitaires.

II.9.2 Le recalibrage de l'oued

Il permet d'élargir et d'approfondir les sections des cours d'eau pour augmenter leur capacité d'évacuation et assurer une section répondant aux critères de protections désirées, cette technique a été réalisée à l'amont et l'aval de toutes les agglomérations traversées par l'oued MEKERRA

II.9.3 Le renforcement des ouvrages

Le renforcement des ouvrages de franchissements des oueds est la modification des caractéristiques des systèmes existants en cas de leur insuffisance (ponts, buses, etc).on peut citer l'extension des ponts au niveau des communes de RAS EL MAS, BOUKHANIFIS et SIDI KHALED à cause de leur insuffisance de contenir les eaux des crues.

II.9.4 La Réalisation des canaux

Ces canaux permettent de régénérer le couloir initial de l'oued .cette solution est indispensable dans le cas où le lit de l'oued et son domaine hydraulique a été complètement occupé par des bâtiments ou par la voirie.

Pour des raisons d'exposition de la ville de SIDI BEL ABBES au risque d'inondations, deux canaux de protection ceinturant le sud de la ville sont réalisés.

II.9.5 Les murs de soutènements et l'exhaussement du sol

D'une hauteur allant d'un mètre à un mètre et demi , les murs de soutènements sont bâtis par les services de l'hydraulique dans le but de s'opposer au débordement des crues aux rives de l'oued dans le milieu urbain .cette action est présente dans les agglomérations de SIDI BEN ABBES ,SIDI LHACEN, SIDI KHALED , BOUKHANIFIS et SIDI ALI BEN YOUNIS.

Une autre procédure de lutte contre le débordement des eaux de crues est l'élévation du niveau des rives par des remblais du sol, cette dernière est faite sauf au milieu épars afin de protéger les champs de culture et les surfaces agricoles.

II.10 Protection la ville de SIDI BEL ABBES et les localités situées dans la plaine contre les inondations

Antérieurement à l'année 2000, divers travaux d'aménagement ont été réalisés pratiquement après chaque crue enregistrée ; ces actions d'initiative locale ont porté essentiellement sur :

- La réalisation d'un canal de protection à l'Ouest de la ville.
- La canalisation de l'Oued MEKERRA dans sa partie urbaine.
- Le curage et la rectification de l'Oued par l'élimination des méandres dans la zone comprise entre BOUKHANEFIS et SIDI BEL ABBES.

La réfection des berges de l'oued à l'intérieur de SIDI BEL ABBES.

A partir de l'année 2002, et sur la base des résultats des études dont il fait état précédemment, les travaux de protection contre les crues décennales de l'oued MEKERRA ont été lancés et portés sur :

- Le doublement du canal de protection et des ouvrages annexe situés dans la partie ouest de la ville qui constitue l'un des cheminements préférentiels de la crue.
- Le recalibrage du canal sud existant pour passer d'un débit de 30 à 130 m³/s.
- L'amélioration des écoulements de la MEKERRA dans SBA 40 à 80 m³/s.
- La création d'un canal de délestage pour dériver un débit de 60 m³/s à L'amont de la ville de SIDI BEL ABBES vers le canal sud.
- La création de retenues à TILMOUNI (sous bassin de l'oued MELLAH) et à Sidi Khaled pour la rétention sous bassin de l'oued MOUZEN).
- Le doublement de l'ouvrage MEKERRA – SARNO pour la dérivation d'une partie des eaux de crue de l'oued MEKERRA vers le barrage Saron.

Pour s'affranchir de la crue centennale estimée à 1000 m³/s, il est programmé le lancement durant le second trimestre 2006 des travaux de réalisation d'un barrage d'écrêtement à TABIA pour la protection de la ville de SIDI BEL ABBES et des localités situées dans la plaine.

II.10.1 Pour l'ensemble de la wilaya

Correction et élargissement d'Oued MEKERRA pour le bon écoulement de l'Oued. Une étude est lancée (DHW) pour la protection des localités (RDJEM DEMOUCHE et TABIA) «La haute MEKERRA» contre les inondations.

II.10.2 Pour la protection de la ville SIDI BEL ABBES de contre les inondations

- Le reprofilage de la section de l'oued entre les localités de BOUKHANIFIS et SIDI BEL ABBES en vue d'y faire transiter la totalité du débit de la crue de fréquence centennale évaluée à près de 1500 m³/s.
- La réalisation d'un ouvrage de dérivation à l'entrée Ouest de la ville d'une capacité de 800 m³/s complétée par le reprofilage de l'oued dans sa partie urbaine.
- Amélioration d'écoulement de l'oued sur la partie traversant la ville.
- Réalisation des digues de protection (TELMOUNI, MOUZENE).

II.10.3 Pour la protection de l'agglomération de MOULAY SLISSEN contre les inondations

- Correction d'Oued El GOUR (entrée OUEST).
- Des travaux de correction sur le pont de chemin de fer.

II.10.4 Pour la protection de l'agglomération de TABIA contre les inondations

- Construction d'un barrage.
- lancement des travaux : Avril 2007.
- Hauteur : 24 m.
- Capacité : 25 millions m³.

II.10.5 Pour la protection de l'agglomération de RAS EL MA contre les inondations

La réalisation des travaux d'élargissement de l'oued MEKERRA à Ras El Ma sur 500 ml en vue de passer d'un débit de transit de 20 m³/s à 240 m³/s.

II.10.6 Les actions de soutiens sollicités

- a) La généralisation à l'échelle de l'ensemble de la Wilaya de l'étude de la cartographie des Zones à risque d'inondation sachant que l'étude en cours concerne en priorité les communes situées dans le bassin versant de la MEKERRA.
- b) L'élaboration d'un schéma directeur de traitement des bassins versant dans l'objectif est la réduction du ruissellement et la préservation des ouvrages de dérivation et de rétention en cours de réalisation.
- c) La mise en place d'un dispositif d'annonce et d'alerte des crues.
- d) Le traitement de l'oued à l'intérieur de la ville de SIDI BEL ABBES à l'effet d'atténuer les risques de débordements et régler le problème des nuisances.
- e) La mise en place d'un système de contrôle de la qualité des eaux de surface en vue d'être informer en temps réel des risques de pollution surtout que notre wilaya se situe en amont de plusieurs barrages.



Figure II.7 : *Les travaux d'aménagements à oued MEKERRA***II.11 Conclusion**

Le tronçon RN95 entre Tessala et Bir El Hammam, était exposé au risque de ruissellement (inondation) dans des différents sections dans chaque commune qui travers ce tracé (RN95), il réalise des différents projets afin de réduire les dégâts des crues sur la route :

- Réalisation des différents ouvrages dans les points de croisement entre l'oued et le tronçon.
- L'élargissement d'oued Mekkera
- Création d'un mur de soutènement au point kilométrique pk 110+000.

Et dans l'étude de glissements de terrain sur ce tronçon il n'y a pas ce phénomène.

Les éléments présentés dans cette étude permettant d'avoir connaissance approfondis en tenant en compte des perspectives d'aménagements.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les principales limites du travail résident dans le manque de données sur la zone d'étude, les documents réalisés par les communes et les autres acteurs pour meilleure connaissance de la vulnérabilité des routes par rapport au risque ruissellement et glissement de terrain.

Ce travail a porté le thème du tronçon reliant tessala et Bir El Hammam à partir la route nationale 95, une étude détaillée de vulnérabilité d'un réseau routier au ruissellement et glissement de terrain. Cette étude a abouti plusieurs résultats et recommandations qui sont suivants :

Le tronçon met en évidence une zone exposé à deux phénomène naturels déclarés ou potentiels.

D'autres mesures de construction doivent également être prise pour assurer le périmètre de la route.

Le tronçon classé en aléa moyen ou fort de ruissellement (inondation) devait être considéré des procédures et des mesures souvent à caractère collectif seront généralement nécessaires (drainage en particulier) en plus des mesures individuelles d'adaptation induisant nécessairement un surcout significatif au tronçon.

le tronçon classé en aléa inondation peut être constructible sont réservés d'adaptation du projet aux contraintes géotechnique locales et à la topographie.

D'une manière générale, les inondations enregistrées à travers la wilaya de Sidi Bel Abbes résultant principalement de débordement de l'oued Mekkera à l'intérieur des agglomérations de l'amont vers l'aval de Ras el ma, sidi Ali Ben Youb, Tabia, Boukhanifis, jusqu'à sidi bel Abbes (chef-lieu de la wilaya).

A titre exemple, la crue survenue les 17 et 18 avril 2007 était classé parmi les plus dévastatrice, elles occasionnent des pertes de vies humains et d'importants dégâts matériels (ponts, routes et infrastructures) et faisons beaucoup de famille sinistrées(6 morts et blesses) dans la commune de Mouley Slissen.

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

Même si ces études ne sont que qualitative, elles peuvent toutefois guider les décideurs dans leurs réflexions sur le développement et l'aménagement du territoire.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- AMINE HABIB BORSALI**, 2005, aspect hydrologique des catastrophes naturelles : « inondations, glissement de terrain », étude d'un cas : oued MEKERRA (SIDI BEL ABBES) XXXIII^{ème} rencontre universitaire de génie civil 2005 risque et environnement.
- BENSALEM MOHAMED BACHIR**, 2009, Etude des inondations et leurs impacts sur le bassin versant de l'oued MEKERRA (SIDI BEL ABBES), Mémoire de magister, spécialité : sciences de l'environnement, université de SIDI BEL ABBES.
- BORSALI A H, BEKKI A, O.HASNAOUI**, 2005, Aspect hydrologique des catastrophes naturelles –inondation, glissement de terrain –Etude d'un cas : Oued MEKERRA (SIDI BEL ABBES) Risque et Environnement ,1-8.
- BOUCHETA BANAIANI** ,1984 , Hydrologie et aménagement en Algérie (le bassin de la moyenne MEKERRA wilaya de SIDI BEL ABBES), Thèses de doctorat.
- DIRECTION DE LA PROTECTION CIVILE**, Carte informative de risque inondationwilaya de SIDI BEL ABBES -.
- FEHAM SOUFIANE**, 1999, étude hydrologique du bassin versant d'oued MEKERRA de wilaya de SIDI BEL ABBES, mémoire d'ingénieur, université de MASCARA.
- HALOUCHE BACHIR**, 2007, Cartographie des zones inondables de la pleine de sidi bel abbés par l'approche hydro géomorphologique, Mémoire de magister, spécialité : hydraulique, université de SIDI BEL ABBES.

Thèses et mémoires

Tahar, S. (2013) Impact des inondations sur l'espace urbain : le cas de la wilaya sidi bel Abbes, (mémoire de magister) Université d'Oran 2.

Elariak, M, & Zenati, M, D. (2021) La vulnérabilité des réseaux routiers aux ruissellement et glissement de terrain, (mémoire de master), Université d'Oran 2.

Sources en ligne

Abdelkarim, M. (2007) *Présentation du bassin versant Mekkera*, accédé le : 25/10/2021 de : <https://www.vitamedz.com/fr/Algerie/presentation-dubassin-versant-de-la-14697-Articles-22-671-1.html>

Gestion du réseau routier et des ouvrages d'art (2018) récupéré de : <https://www.cerema.fr/fr/projets/jumelage-algerie-appui-gestion-du-reseau-routier-ouvrages>, accédé le : 11/10/2021.

La route national N°95 (s. d.) récupéré de [https://fr.wikipedia.org/wiki/Route_nationale_95_\(Algérie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Route_nationale_95_(Algérie)), accédé le : 20/09/2021.

Les glissements de terrain (s. d.) récupéré de : <https://www.m-habitat.fr/preparer-son-projet/preparation-du-terrain/les-glissements-de-terrain-3206> accédé le : 30/10/2021

Ouvrage d'art (2018) récupéré de https://fr.wikipedia.org/wiki/Ouvrage_d%27art, accédé le : 22/09/2021.

