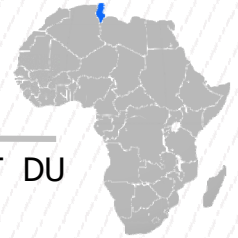




RÉPUBLIQUE TUNISIENNE



MINISTÈRE DE L'EQUIPEMENT, DE L'HABITAT ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
DIRECTION GÉNÉRALE DES PONTS ET CHAUSSÉES
UNITÉ DE SUIVI DE LA RÉALISATION DES PROJETS DES AUTOROUTES ET DE LA LIBÉRATION D'EMPRISE DES VOIRIES STRUCTURANTES DES VILLES

LIAISON AUTOROUTIÈRE DE LA VILLE DU KEF AU RÉSEAU AUTOROUTIER



PHASE 1 : ETUDES PRÉLIMINAIRES

RAPPORT DE SYNTHÈSE DES ETUDES PRELIMINAIRES

REVISION A - AVRIL 2019

FINANCEMENT: FONDS ARABE DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE ET SOCIAL (FADES)



28, Rue de l'île de Zembretta – Les Jardins du Lac, Lac II, 1053 –
Tunis | TUNISIA Tel: +216 70 021000 | Fax: +216 70 021010
Email : studi@studi.com.tn



REPUBLIQUE TUNISIENNE





Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire

Direction Générale des Ponts et Chaussées

Unité de Suivi de la Réalisation des Projets des Autoroutes et de la Libération d'Emprise des Voiries Structurantes des Villes

Liaison autoroutière de la ville du Kef au réseau autoroutier

RAPPORT DE SYNTHÈSE DES ÉTUDES PRÉLIMINAIRES

B	18/3/19	ITAC	BBF		SGB		MMB		Modification URPA le 18/03/2019	
A	31/1/19	ITAC	BBF		SGB		MMB		Première Diffusion	
Rev.	Date	Dir. Pilote	Préparé par	Visa	Vérfifié par	Visa	Approuvé par	Visa	Nature de la modification	
 		Liaison autoroutière de la ville du Kef au réseau autoroutier Rapport de synthèse des études préliminaires						Doc N°	A598TN18-100-ITAC-DIV0-RAP-100-005bis	
								Affaire N°	A 5 9 8 T N 1 8	
								Ref.	01/2018 URPA du 06/06/2018	

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	4
2. ZONE D'ETUDE ET CONTRAINTES ASSOCIEES.....	5
2.1 SEANCE D'INFORMATION ET DE CONSULTATION COLLECTIVE DU PUBLIC.....	5
2.2 ETAT INITIAL ET CONTRAINTES	5
2.2.1 Environnement physique	6
2.2.2 Environnement naturel.....	12
2.2.3 Environnement humain.....	14
2.2.4 Patrimoine.....	19
2.3 CLASSIFICATION, SYNTHESE ET HIERARCHISATION DES CONTRAINTES.....	20
3. PROPOSITION ET CARACTERISATION DES VARIANTES	23
3.1 PROPOSITION DES VARIANTES	23
3.2 CARACTERISATION DES VARIANTES.....	24
3.2.1 Caractérisation technique générale et géométrie	24
3.2.2 Caractérisation topographique et hydrographique.....	24
3.2.3 Caractérisation environnementale	26
3.2.4 Caractérisation géologique et géotechnique.....	29
3.3 CADRAGE ECONOMIQUE NATIONAL ET REGIONAL.....	29
3.4 FLUX DE TRAFIC ET TAUX DE CROISSANCE SUR LE RESEAU ROUTIER AFFECTE PAR LE PROJET	31
3.5 PREVISION DE LA DEMANDE DE TRANSPORT.....	32
4. COMPARAISON MULTICRITERE ET VARIANTE OPTIMALE	34
4.1 CRITERES DE COMPARAISON	34
4.2 PONDERATION ACCORDEE AUX CRITERES.....	36
4.3 NOTATIONS DES VARIANTES	36
4.3.1 Dans la section A-B	36
4.3.2 Dans la section B-C-D	37
4.4 TESTS DE SENSIBILITE	38
5. CONCLUSION	40

1. INTRODUCTION

Le Ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire a bénéficié d'un don du Fonds Arabe pour le Développement Economique et Social (FADES) pour la réalisation de l'étude de la liaison autoroutière de la ville du Kef au réseau autoroutier.

La Direction Générale des Ponts et Chaussées s'est attachée les services du groupement STUDI International / EGIS International pour mener cette mission après consultation restreinte suite à la soumission d'un dossier de manifestation d'intérêt.

Conformément aux termes de référence, l'étude devra être menée en quatre (04) phases d'une durée de 20 mois hors délais administratifs :

- ❑ **1^{ère} Phase** Etudes préliminaires : 04 mois ;
- ❑ **2^{ème}Phase** Etudes d'Avant-Projet Sommaire : 08 mois ;
- ❑ **3^{ème} Phase** Etudes d'Avant-Projet Détaillé : 05 mois ;
- ❑ **4^{ème} Phase** La confection des Dossiers d'Appel d'Offres : 03 mois.

La présente étude concerne le projet de la construction d'une nouvelle liaison autoroutière entre la ville du Kef et le réseau autoroutier. Ce projet s'inscrit dans le cadre de la poursuite des efforts déjà entrepris pour l'extension du réseau autoroutier et la desserte des régions de l'intérieur et leur inclusion dans l'économie nationale.

La réalisation du projet offrira ainsi plusieurs opportunités :

- ❑ Accroître la desserte de la région de façon à mieux répondre aux attentes des populations,
- ❑ Améliorer l'attractivité de la région (Béjà, Siliana et Le Kef) en y créant les conditions favorables permettant d'attirer les investisseurs,
- ❑ Renforcer l'inclusion de la région dans l'économie nationale,
- ❑ Dynamiser les échanges commerciaux, culturels et touristiques avec l'Algérie et plus généralement entre les pays de l'Union du Maghreb Arabe.

Le présent rapport de synthèse des études préliminaires comprend les parties suivantes :

- La présentation de la zone d'étude du projet et les résultats de traitement des différentes données et contraintes dans la zone aboutissant à l'élaboration des différentes cartes thématiques pour caractériser l'environnement physique, naturel, humain et le patrimoine culturel, et permettre la hiérarchisation et la synthèse des contraintes,
- La proposition des variantes envisageables de couloirs pour le passage du tracé de l'autoroute sur la base de la hiérarchisation et la synthèse des contraintes dans la zone du projet et leur caractérisation sur les plans technique, socio-économique et environnemental et social,
- La présentation des résultats de l'analyse comparative multicritères entre les différentes variantes et la recommandation du choix de la variante optimale,
- La conclusion de la présente phase d'étude.

2. ZONE D'ETUDE ET CONTRAINTES ASSOCIEES

2.1 Séance d'information et de consultation collective du public

Conformément aux Termes de Référence du Consultant, une première séance d'information et de consultation collective du public a été tenue au démarrage des études, en date du 19/07/2018 au siège du gouvernorat du Kef en présence des responsables régionaux. Cette première séance d'information avait comme objectif :

- Fournir aux administrations locales des informations concernant l'étude et le déroulement ;
- Recueillir leurs avis et leurs préoccupations concernant le projet ;
- Répondre à leurs interrogations et à noter leurs observations pour la suite des études dont notamment le choix du tracé.

On en retient de cette première séance de consultation que l'itinéraire préférentiel manifesté par les différentes parties prenantes présentes est celui passant par Medjez El Beb (Autoroute A3) - Testour-Le Kef.

2.2 Etat initial et contraintes

La bande définissant la zone d'étude présente une largeur variant de 10 à 15km. Elle couvre les villes de Sloughia, Testour, Teboursouk, Nouvelle Dougga, Laâroussa, Gaâfour, El Krib, Sidi Bourouis et Le Kef, les retenues de barrages Sidi Salem et Mellegue, les Oueds Medjerda, Khalled, Siliana et Rmal, les principaux axes de transport traversant la zone, notamment la RN5, la RN12, la RN18.

Toutes les données collectées ont été numérisées et géo-référencées dans le référentiel Géographique de la Tunisie (UTM32 Nord Carthage). Ils ont constitué, en plus des données de fond de carte, les données de base pour l'élaboration des cartes de contraintes de la zone d'étude.

Les données de fond de carte qui ont été développées se rapportent à :

- Cartes d'état-major de la zone du projet (cartes aux 1/25.000 lorsqu'elles sont disponibles ou 1/50.000 à défaut) ;
- Imagerie satellitaire de haute résolution sur la zone du projet ;
- Cartes agricoles régionales des gouvernorats de Béja, de Siliana et du Kef.

La base de données géographique élaborée sur le SIG (Système d'Information Géographique) a été exploitée pour produire des cartes thématiques répondant aux besoins de l'étude.

Le tableau ci-après présente par thématique la liste des cartes élaborées dans le cadre de l'étude.

Thème9	Nom de la carte
Fond de carte	Carte de situation
Relief	Carte du relief
	Carte des pentes
Géologie	Carte des contraintes géologiques
Ressources en eau	Carte des ressources en eaux superficielles
	Carte des ressources en eaux souterraines
Environnement Naturel	Carte des zones forestières et des aires protégées

Thème9	Nom de la carte
Environnement humain	Carte des réseaux et d'occupation urbaine
Agriculture	Carte des périmètres irrigués
	Carte de vocation agronomique des grandes cultures
	Cartes de vocation agronomique de l'arboriculture en sec résistante
Patrimoine	Carte du patrimoine
Contraintes majeures	Carte de synthèse des contraintes
	Carte de hiérarchisation des contraintes majeures

L'analyse de l'état initial, des enjeux et des contraintes a porté sur l'ensemble des thématiques nécessaires à une caractérisation de l'environnement :

- Milieu physique : Relief, géologie, pente, podologie, réseau hydrologique,
- Milieu naturel : L'occupation du sol, sites d'intérêt pour la biodiversité, aires protégées et autres affectations des terres ;
- Milieu humain : Habitation, les infrastructures et équipements socio-collectifs les activités socio-économiques
- Patrimoine culturel et archéologique.

2.2.1 Environnement physique

2.2.1.1 Climat

La zone d'étude couvre une région appartenant à la Tunisie du Nord-Ouest. Elle appartient au climat semi-aride moyen à supérieur à hiver frais dont les principaux caractères sont sous l'influence de l'altitude et de la continentalité du fait de son éloignement de la mer.

Les Températures

Les températures moyennes mensuelles et annuelles sont marquées par des valeurs basses (inférieures à 11 °C) pendant la période allant de Décembre à Février. Le mois le plus chaud est le mois de juillet. Les amplitudes thermiques (journalières, mensuelles ou annuelles) sont assez prononcées et attestent de la continentalité du climat de la région.

La Pluviométrie

La pluviométrie se caractérise par son irrégularité saisonnière et interannuelle et sa variabilité spatio-temporelle entre les différentes stations de la liaison autoroutière, ce qui réduit la signification des moyennes. Les précipitations annuelles moyennes varient dans la zone du projet entre environ 450 mm et 581 mm.

La Neige

Elle tombe presque chaque année sur toute la zone du projet, mais elle ne persiste au sol que sur les reliefs. Elle touche en particulier les monts du Kef et de Tébourouk durant environ 10 à 15 jours par an et constitue une partie importante de la pluviosité au-dessus de 1000 m. Le nombre moyen annuel de jours de neige enregistré à la station du Kef est de l'ordre de 5 jours par an.

La grêle

La grêle est un phénomène important dans l'ensemble de la zone du projet, notamment dans les régions montagneuses du Kef et de Tébourouk. Le nombre annuel moyen de jours de grêle enregistré à Tébourouk est de 34 jours essentiellement répartis entre hiver (5) et printemps (14). Au Kef, la grêle tombe au cours de la saison printanière (Mars-Avril), mais surtout en début et en fin de saison estivale et accompagne les vents de NW. Le grêle cause d'importants dégâts aux cultures durant la période qui s'étend de Mars à Septembre.

Les gelées

Le risque de gelées hivernales est présent dans la région du projet mais varie d'un secteur à l'autre. Dans la région de Testour, ce risque est réduit et se produit pendant la période hivernale, et secondairement au printemps. Au Kef, on enregistre 10 à 30 jours de gelée.

Le brouillard et la rosée

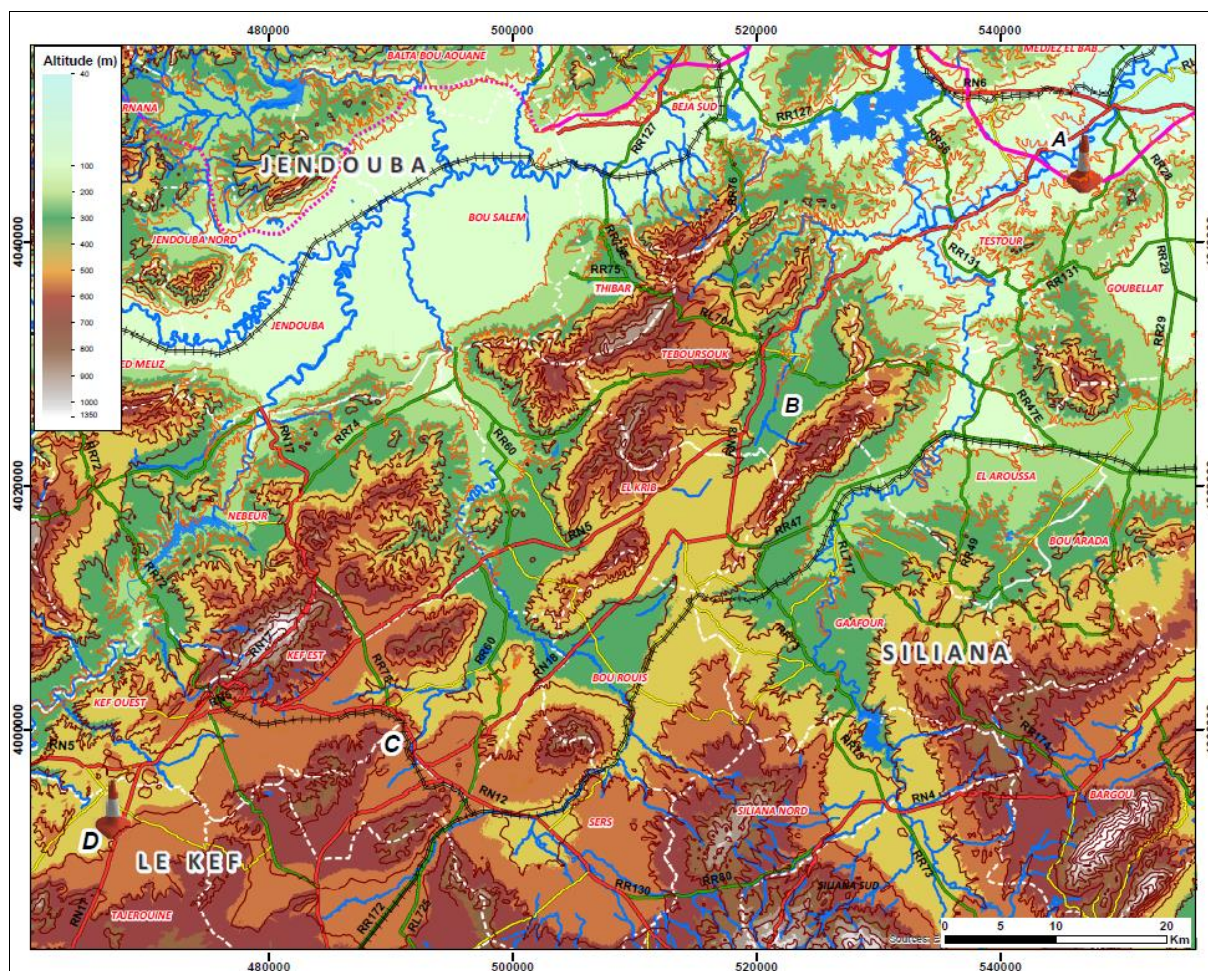
Le brouillard concerne surtout les vallées et les dépressions par suite du refroidissement nocturne, entraînant un fort abaissement des minima. L'air au contact du sol atteint rapidement son point de saturation et donne lieu à ce phénomène.

2.2.1.2 Relief

Le relief se présente sous forme d'une suite de collines allongées du Nord-Est vers Sud-Ouest parallèlement aux différents couloirs proposés.

Les altitudes varient du Nord-Est au Sud-Ouest entre 44 m, au départ de l'autoroute A3 au niveau de Medjez el Bab, pour atteindre 1085 m au niveau de Dir Al Kef avec une moyenne atteignant les 396 m.

Les points culminants sont Jbel el Morra (440 m), Jbel Ash Chhid (764m), Jbel Bou Khil (778m), Jbel el Kbouch (620m), Jbel Lorbos (758m), Jbel 'Aragib (803m) et Dir el Kef (1085m).



2.2.1.3 Géologie

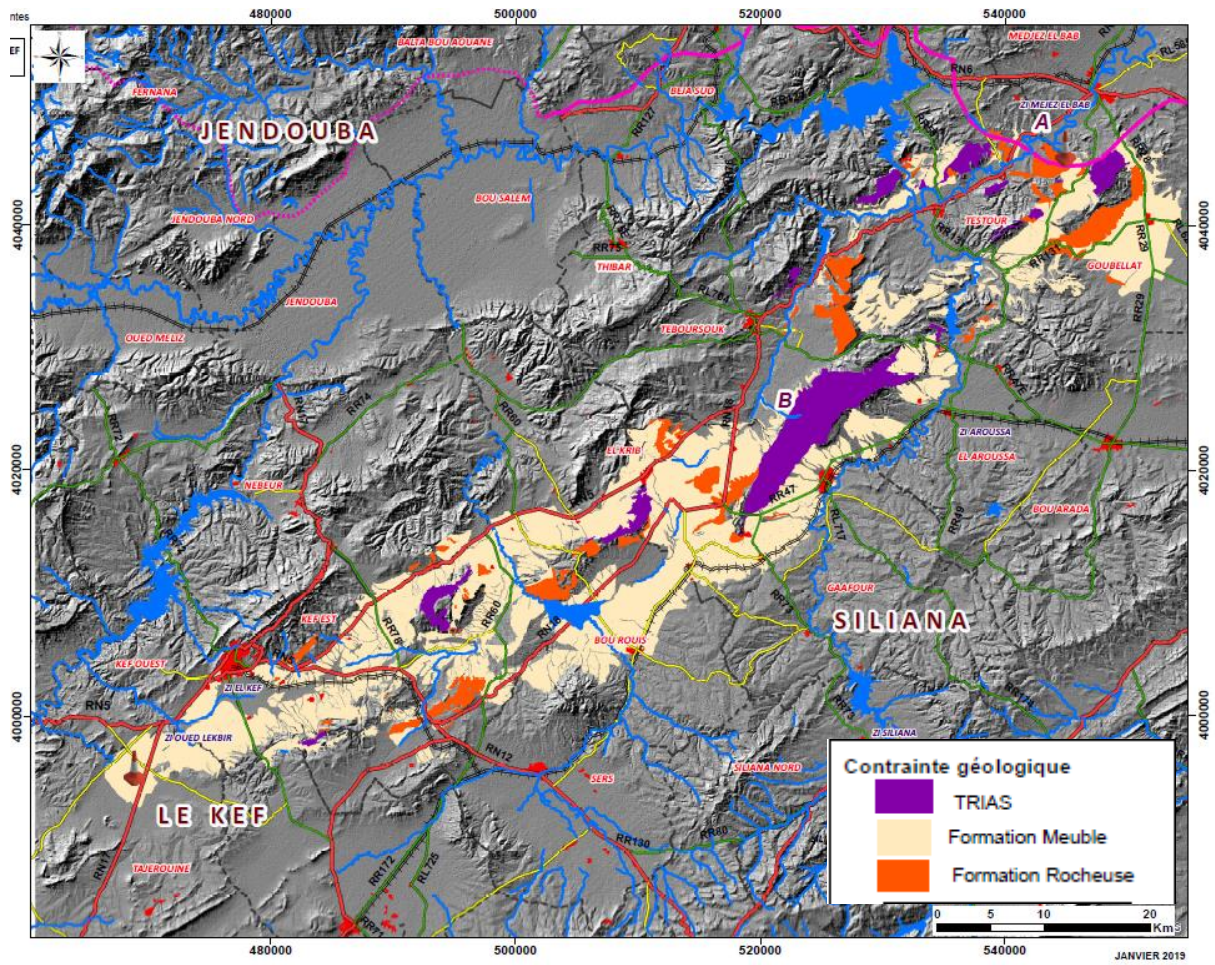
La zone géologique structurale relative à la zone d'étude est l'Atlas septentrional. Ce dernier est un domaine structural faisant partie de l'Atlas tunisien qui correspond à l'avant-pays de la chaîne alpine et au prolongement oriental de l'Atlas Saharien. Il s'agit de la zone structurale la plus étendue à travers la Tunisie. Il s'étend de la zone des nappes de charriage au nord jusqu'à la plateforme saharienne au Sud et qui est limité vers le SE, par la grande faille de Zaghouan.

Vers le Nord, ce domaine structural, correspond à la zone des dômes, ou à la zone des diapirs, qui est nettement marqué par le développement de nombreuses intrusions de diapirs triasiques complexes et très chaotiques. Malgré leur disposition généralement chaotique, les séries triasiques se reconnaissent facilement sur le terrain, grâce à leur teinte bariolée et à la présence presque constante de dolomies et de cargneules. Les meilleurs affleurements sont ceux des diapirs d'Ech-Cheid, Baouala, Lansarine et Thibar, qui sont souvent allongés et alignés selon une direction SW-NE, parallèlement aux structures atlasiques.

Ce domaine est également occupé par des structures qui correspondent à des anticlinaux à cœur crétacé et qui sont séparés par des dépressions synclinales éocènes ou néogènes. Ces structures qui sont de direction SW-NE sont fréquemment découpées par des accidents transversaux.

D'une façon générale, les formations géologiques présentes dans la zone des diapirs relatif à l'atlas septentrional sont les suivantes :

- ❑ **Trias** : Les terrains triasiques affleurent en massifs diapiriques qui sont très tectonisés et la séquence stratigraphique y est assez confuse. Il comporte 4 ensembles successifs : (i) l'ensemble inférieur sous forme d'une épaisse série de gypses bariolés avec des intercalations de pélites rouges ou vertes d'épaisseur supérieure à 200 m ; (ii) l'ensemble gypso-carbonaté Les bancs de gypse deviennent moins importants et les carbonates sous la forme de bancs cariés à aspect de cargneules. Les bancs gréseux sont nombreux et présentent souvent des stratifications entrecroisées ; (iii) l'ensemble carbonaté marquant la disparition presque totale des gypses et des pélites et l'apparition d'une succession de gros bancs dolomitiques ou calcaires, gris sombre, noirs à la cassure ; (iv) l'ensemble supérieur présentant un groupe essentiellement calcaire reposant sur le précédent, souvent par l'intermédiaire d'une brèche surmonté d'une cinquantaine de mètres de calcaires à patine jaune orangé, renfermant de très nombreux cristaux de quartz verts automorphes.
- ❑ **Crétacé** : La série du Crétacé est très épaisse (plus de 3 000 m), essentiellement marneuse et marno-calcaire. Dans les régions de bordure des formations diapiriques, on note une réduction caractéristique de l'épaisseur de la série crétacée senti spécialement dans les formations marneuses.
- ❑ **Paléogène** : Le Paléogène fascine la morphologie générale de la zone du projet par les bancs de calcaire massif de l'yprésien ou les niveaux de grès de l'Oligocène.
- ❑ **Néogène** : Les séries Néogènes (Miocène et Pliocène), d'origine essentiellement continentales, sont très épaisses, formé essentiellement par d'alternances de passées conglomératiques et de lits silteux et gréseux de teinte roussâtre. Le sommet de la série néogène est caractérisé par une série à dominance marneuse avec des alternances de marnes brunes ou noires et des passées silteuses et gréseuses rouges.
- ❑ **Quaternaire** : Il occupe des vastes étendus notamment dans les plaines et entre les différentes structures atlasiques. Il regroupe les sols récents à base d'alluvions sableux d'oued sous forme de terrasses. Au pied des unités calcaires Crétacé et de l'Éocène, le quaternaire est matérialisé par un horizon d'éboulis ou des encroutements rattachés surtout aux terrains marno-calcaires.



2.2.1.4 Ressources en eau et zones inondables

Réseau hydrographique et cours d'eau

Le réseau hydrographique e la zone d'étude s'articule sur l'oued Medjerda et ses principaux affluents oueds Siliana, Khaled et Tessa.

Le système hydrographique d'oued Medjerda est assez dense : les principaux affluents d'oued Medjerda qui traversent la zone d'étude sont :

- Oued Tessa : L'Oued TESSA prend sa source dans la région des hautes plaines de l'Atlas tunisien, sur la bordure Nord-Ouest de la zone géologique structurale des monts et des fossés. Il naît en tant que collecteur d'eau dans le marais des BOURBETTES, situé à 590 m d'altitude au creux de la plaine d'EBBA KSOUR-ZOUARINES. Se dirigeant vers l'Est puis le Nord-Ouest, il conflue avec l'Oued MEDJERDA dans la plaine du même nom à 133 m d'altitude après un parcours de 143 km.
- Oued Siliana : L'Oued SILIANA prend sa source dans les Monts de l'Atlas tunisien, sur le plateau de MAKTAR de 840 m d'altitude, source du collecteur proprement dit. Il conflue à TESTOUR avec l'Oued Medjerda à la cote 80 m. La dénivelée générale est donc de 760 m pour un parcours de 171 km.
Les écoulements de l'Oued sont souvent violents, notamment durant la période pluvieuse. Certains riverains, n'étant pas conscient des risques liés à ces écoulements, construisent parfois des logements à proximité des lits d'écoulement, nonobstant les risques de débordement, qui peuvent parfois être très violents vis-vis de l'infrastructure avoisinante. Ainsi, en cas de crues, la violence de l'eau en écoulement peut déborder pour affecter les constructions et les infrastructures locales.
- Oued Khaled : Cet oued prend naissance près de village d'El Krib, passe par le Sud-Ouest de la ville de TébourSouk et suit la confluence avec l'oued Ermoucha pour rejoindre la Medjerda à l'Ouest de la ville de Testour.

Barrages

Les barrages existants et programmés dans la zone d'étude ainsi que leurs principales caractéristiques sont récapitulés dans le tableau suivant :

Nom	Cours d'eau	Surface BV (km ²)	Côte PHE excep (m NGT)	Côte RN (m NGT)	Surface RN (ha)	Capacité RN (10 ⁶ m ³)	Apport moy annuel (Million m ³)
Sidi Salem	O.Medjerda	7950	119,5	115	5521	814	45,55
Siliana	O.Siliana	1040	395,5	388,5	600	70,1	49,06
Mellègue	O.Mellegue	10300	304	269	1280	18,4	190
Khaled	O.Khaled	302	213	207	162	37,2	16
Siliana I	O.Siliana	-	160	173,5	251	-	-
Tessa	O.Tessa	1420	368,5	362	820	46	37,25
Mellègue Amont	O.Mellègue	10100	304	295	1320	195	147

Source : Direction Générale des Barrages et des Grands Travaux Hydraulique (DGBGTH)

Barrages collinaires et lacs collinaires

La zone d'étude comprend contient ressources de captage en eaux de surface, notamment 34 barrages collinaires totalisant une capacité de 49,7 Mm³ et 118 lacs collinaires totalisant une capacité de 10,8 Mm³.

Nappes phréatiques et nappes profondes

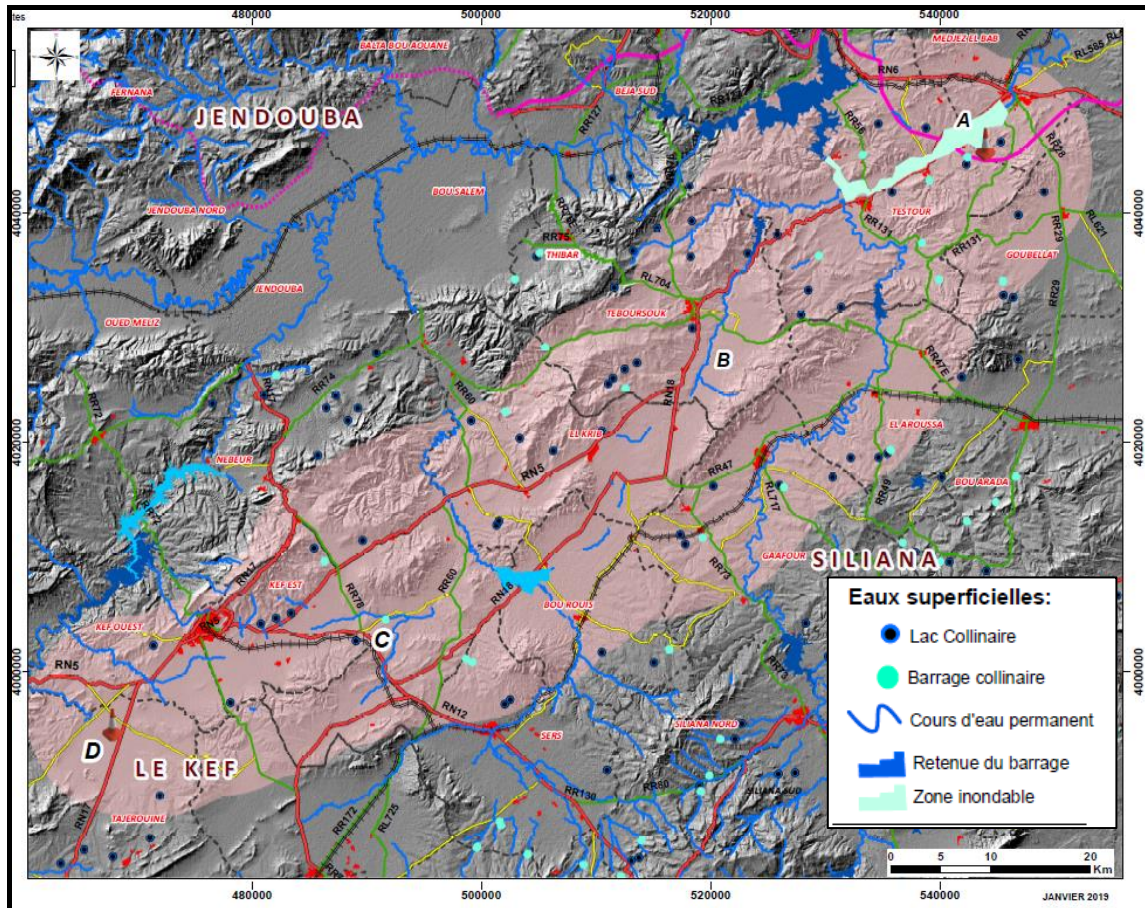
La zone d'étude comprend :

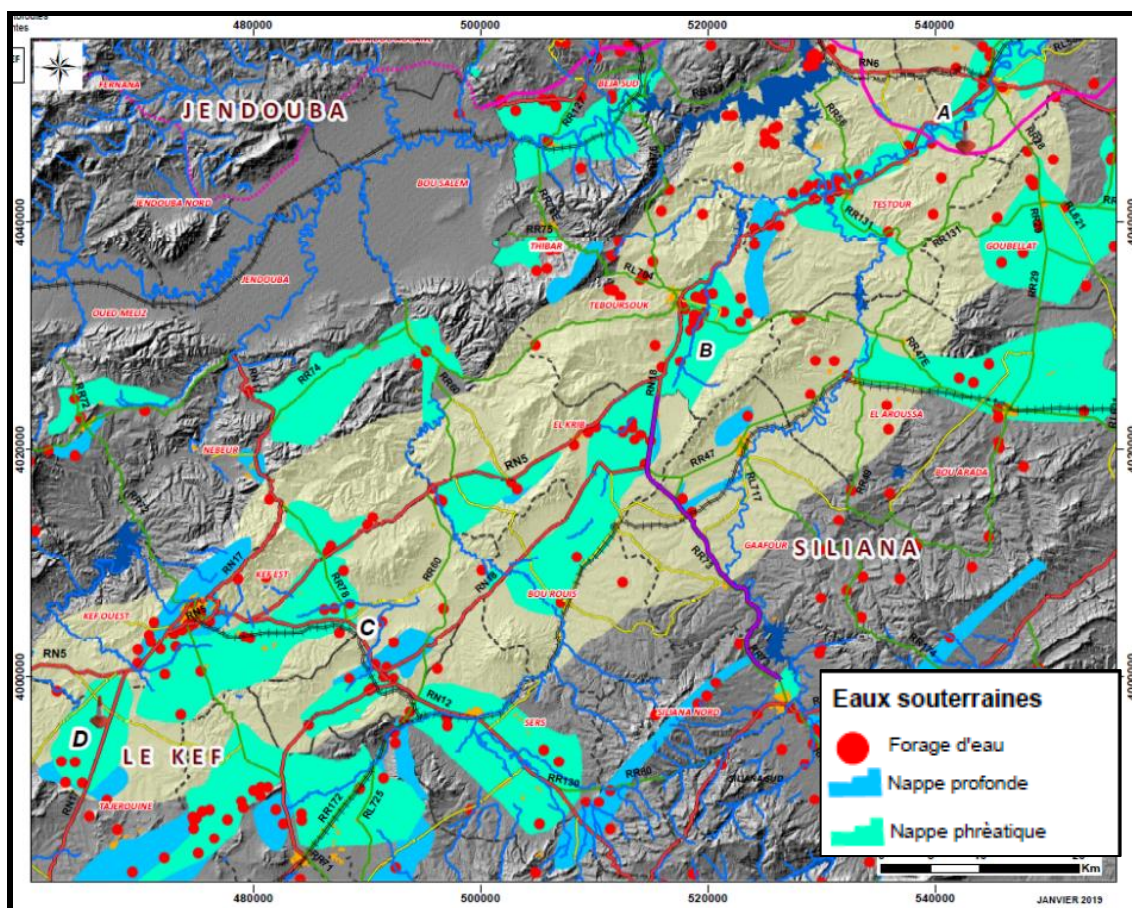
- 15 nappes phréatiques avec une superficie totale de 1332,6 Km², une réserve de 38,26 Mm³ et un volume exploité de 26,03 Mm³ ;
- 09 nappes phréatiques avec une superficie totale de 303,6 Km², une réserve de 23,17 Mm³ et un volume exploité de 3,5 Mm³.

Zones inondables

Les méandres serpentés autour de Bousalem témoignent de la mauvaise hydraulicité de l'oued Medjerda dans cette plaine intermédiaire de la vallée de la Medjerda (zone de rupture de pente et d'épandage). L'Analyse de l'étude antérieure de JICA (2008), montrent une extension importante de la zone inondable à proximité de Bousalem, où la Medjerda divague et sort fréquemment de son lit.

La zone inondable comprise dans la zone d'étude s'étend sur la vallée de la Medjerda entre l'autoroute A3 au Nord-Est, la RN5 au Sud et la périphérie Nord de la ville de Testour, puis vers le Nord jusqu'à la retenue du barrage Sidi Salem.





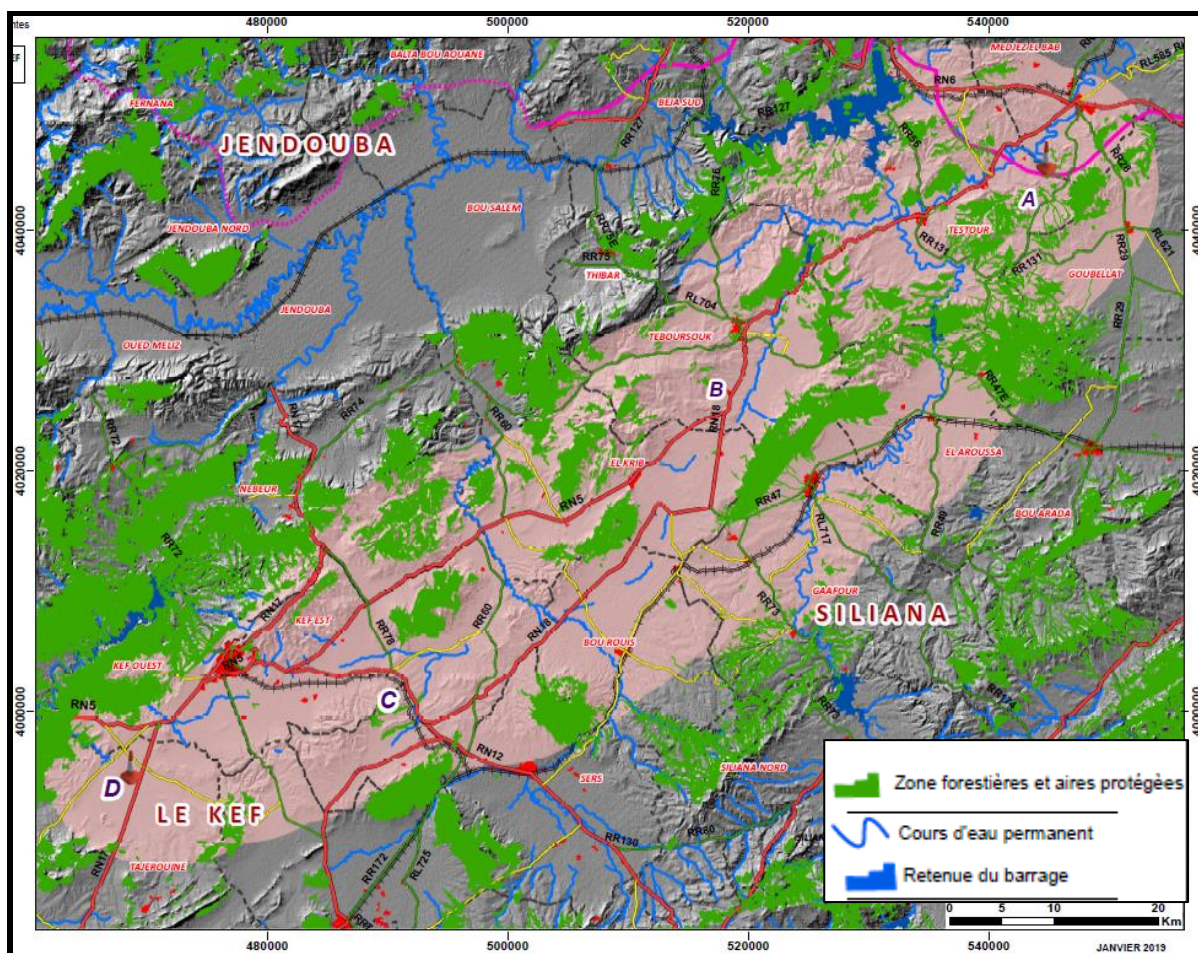
2.2.2 Environnement naturel

La zone d'étude est riche en zone forestière et est essentiellement composée de forêt de résineux d'une superficie totale de 33 019 ha, constituée en majorité de Pin d'Alep, de quelques genévriers et Cyprés, de Maquis et garrigues arborés et non arborés d'une superficie de 26 599 ha et de forêt de feuillus d'une superficie de 3202 ha formée d'Eucalyptus, de chêne liège et quelques oléastres. Dans la zone d'étude on trouve également les forêts mixtes de 1136 ha constituées de Pin d'Alep, d'Eucalyptus, d'un mélange de feuillus et résineux, de différentes espèces de pins (pin pignon, pin maritime), et de boqueteau d'une superficie de 109 ha.

Le taux de recouvrement de ces forêts varie de 10 à 25%, 25 à 50%, 50 à 75% jusqu'à un taux supérieur à 75%.

Les aires protégées dans la zone d'étude concernent principalement la réserve naturelle de Jbel Saddine qui se situe au sud de la route Kef-Sakiet Sidi Youssef, juste au niveau du point kilométrique 25 limitée à l'ouest par Oued Mellègue. Cette réserve d'une superficie de 2600 ha, fut créée par le décret N°2009/1068 du 13 Avril 2009. Elle abrite des espèces animales et végétales de l'écosystème mixte de pin d'Alep et de Genévrier rouge en cours de dégradation, en particulier, le pistachier de l'Atlas et le Périploque. On y trouve une faune très riche et diversifiée, 20 espèces de mammifères ont été recensées, environ 60 espèces d'oiseaux et 14 espèces de reptiles et d'amphibiens. On note la présence de l'hyène rayée, le chacal doré, le renard roux, le sanglier, la genette et le lièvre. L'avifaune de la réserve est très diversifiée, grâce à l'existence des points d'eaux et d'un relief très escarpé qui offre un site important pour les grands rapaces tels que le circaète jean le blanc et l'aigle de Bonelli.

La zone d'étude abrite aussi une faune variée où on pourrait rencontrer plusieurs types d'oiseaux, le sanglier, le renard, le lapin, le chacal, plusieurs reptiles et insectes, des tortues, la genette, l'hyène rayée, le hérisson, plusieurs insectes.



2.2.3 Environnement humain

2.2.3.1 Découpage administratif et démographie

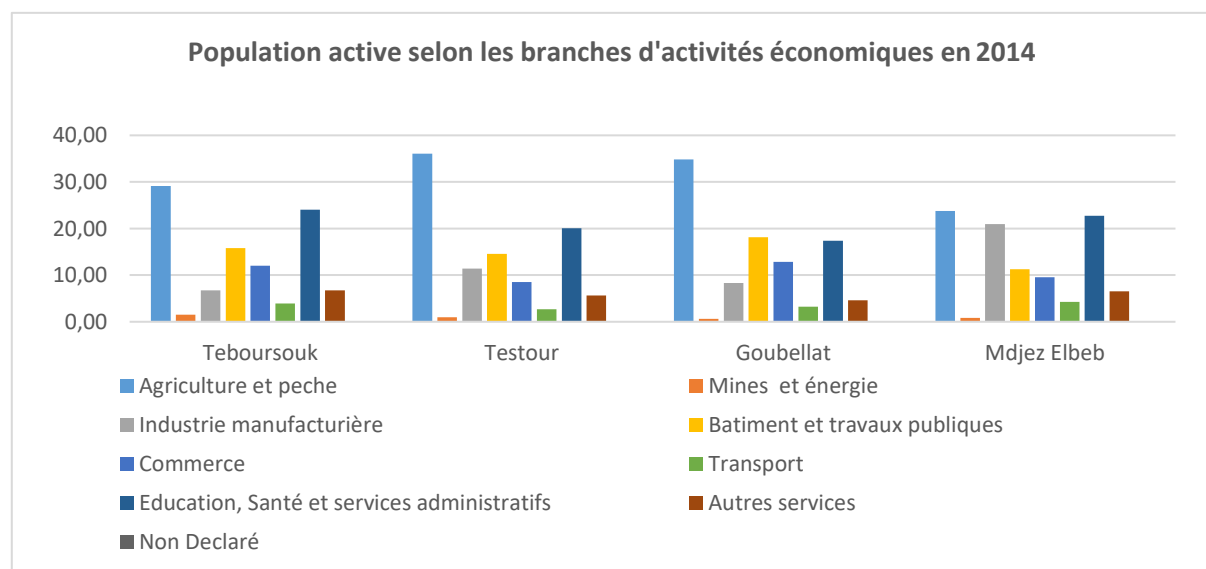
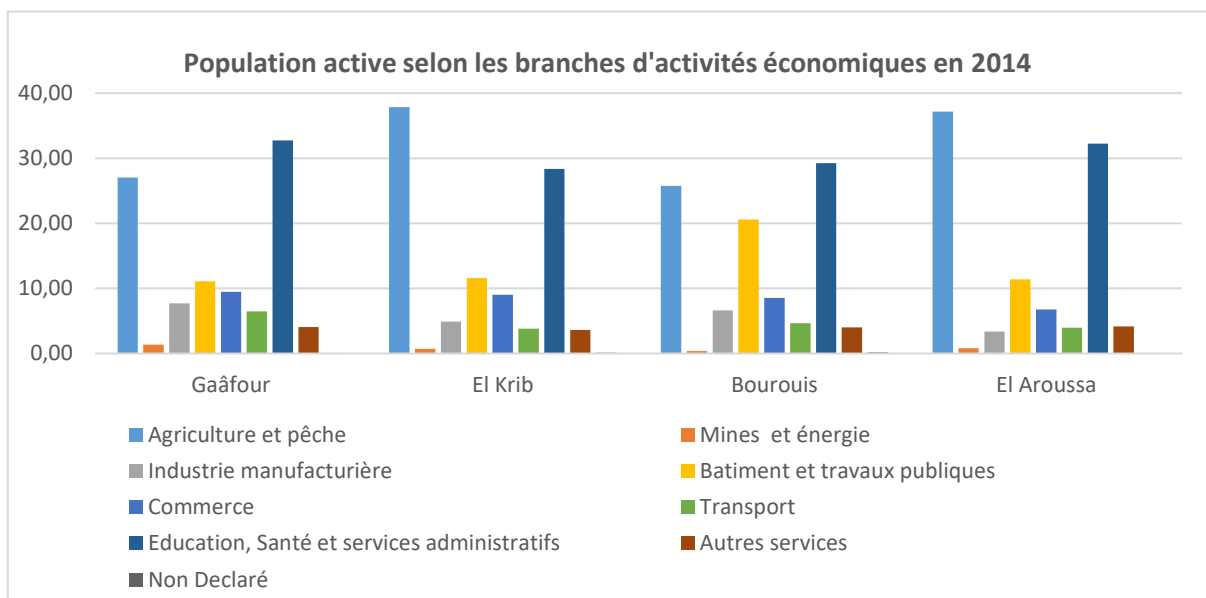
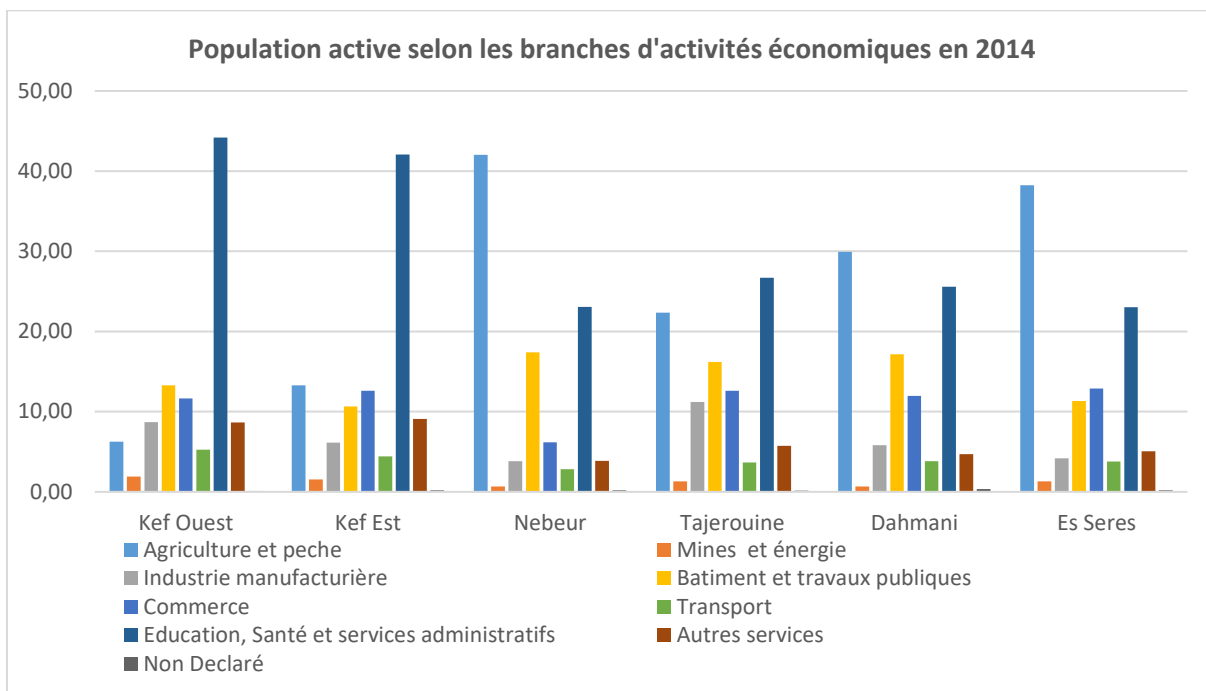
La zone d'étude se situe dans les gouvernorats de Béja, Siliana et le Kef et englobe les 14 délégations suivantes : Medjez el Beb, Goubellat, Testour, Teboursouk, El Krib, Gaâfour, Bourouis El Aroussa, Le Kef-Est, Le Kef-Ouest, Tajerouine, Es Seres, Nebeur et Dahmani. Selon le RGPH de 2014, les délégations traversées par la liaison autoroutière abritaient 351 214 habitants. Le tableau suivant présente le découpage administratif et la répartition de la population en 2014 dans la zone d'étude :

Gouvernorat	Délégation	Superficie (Km ²)	Population en 2014 (hab)	Densité en 2014 (hab/km ²)
Béja	Medjez el Beb	469,75	41 749	89
	Goubellat	405,25	15 762	39
	Testour	618,56	33 613	54
	Teboursouk	401,75	22 115	55
Siliana	El Krib	434,19	20 155	46
	Gaâfour	494,45	16 934	34
	Bourouis	273,11	12 618	46
	El Aroussa	334,34	9 907	30
Le Kef	Le Kef-Est	396,6	40 288	102
	Le Kef-Ouest	225,4	33 418	148
	Tajerouine	668,57	27 592	41
	Es Seres	435	23 259	53
	Nebeur	729,40	25 897	35
	Dahmani	530	27 907	53
Total		6 416,4	351 214	55

Le taux de la population urbaine dans la zone d'étude s'élève à 53,5% contre 46,5% de population rurale.

2.2.3.2 Activités socio-économiques

Le secteur de l'agriculture occupe la part la plus importante des actifs des délégations concernées, suivie par le secteur de l'éducation, santé et service administratifs. Les secteurs les moins représentatifs sont ceux des mines et énergie et du transport.



L'Agriculture

La Superficie agricole utile (SAU) s'y étend sur 640 428 ha dont environ 74 % sont des terres labourables (474 153 ha), le reste étant composé de terrains de parcours (23 400 ha), de forêts (101 782 ha) et de terres incultes (41 193). Grâce à la disponibilité d'importantes ressources en eau, en particulier dans les délégations du gouvernorat de Béja, la superficie des périmètres irrigués est de 27 984 ha. Les exploitations sont composées de grands domaines céréaliers appartenant à de grands propriétaires terriens ou à des SMVDA, ainsi que de petites exploitations céréalières, fourragères ou arboricoles familiales.

C'est l'une des régions céréalières majeures du pays, avec 258 282 ha emblavés en 2015 et une production annuelle de 2 338 935 quintaux de blé dur, de blé tendre, d'orge et de triticales. Les cultures fourragères occupaient 61 295 ha en 2015 et produisaient 459 450 tonnes.

Les légumineuses sont essentiellement présentes dans le gouvernorat de Béja avec une production annuelle importante au niveau de la délégation de Medjez el Bab (19 536 Q).

L'arboriculture couvrait une superficie totale de 95 480 ha dont 80 445 ha réservés aux oliviers, principalement dans les délégations de Gaâfour (9720 ha), de Bourouis (8500 ha), de Tajerouine (7490 ha) et de Testour (7070 ha). Toutefois, les délégations du gouvernorat de Béja fournissent plus des ¾ de la production.

Le secteur traversé par la zone d'étude constitue une importante région d'élevage avec un cheptel composé de 45 092 têtes de bovins, 437 630 têtes d'ovins et 30 769 têtes de caprins.

Gouvernorat		Béja	Siliana	Le Kef	TOTAL
Délégations		Medjez el Bab Goubellat Testour Téboursouk	El Krib Gaâfour Bourouis El Aroussa	Le Kef-Est Le Kef-Ouest Tajerouine Es Seres Nebeur Dahmani	
Superficie totale		189 531	152 400	298 497	640 428
SAU (ha)	Labourables	140 400	116 800	187 387	444 587
	Parcours	10 265	4 420	7 930	22 615
	Forêts	24 550	22 600	48 330	95 480
	Total	175 215	143 820	243 647	562 682
Terres incultes		14 316	8 680	18 197	41 193
Occupation du sol (ha)	Céréales	78 281	57 160	122 841	258 282
	Cultures maraichères	3340	1070	4750	9160
	Légumineuses	3855	5475	1600	10930
	Fourrages	21 000	21 730	18 565	61 295
	Oliviers	20 315	27 035	33 095	80 445
	Autres arboricultures	6250	3485	5300	15035
	Autres cultures	599	0	0	599
Périmètres irrigués publics (ha)		12 307	4 671	2 483	19 461
Périmètres irrigués privés (ha)		0	1 307	7 216	8 523

Industrie

Excepté la ville de Béja, l'activité industrielle est relativement récente dans les trois gouvernorats malgré l'ancienneté de l'activité minière. L'industrie manufacturière est apparue tardivement grâce à l'intervention de l'Etat et à sa politique active d'incitation qui a permis l'éclosion de quelques unités de

taille importante. Les initiatives privées ont par la suite pris le relais et se sont multipliées ce qui a engendré l'augmentation du nombre d'unités industrielles, sans que cette augmentation ne soit suffisante pour introduire une vraie dynamique dans la région. Le tissu industriel est peu diversifié et est étroitement lié aux potentialités qu'offre la région. En effet, il porte essentiellement sur les matériaux de construction et l'agroalimentaire qui valorisent les produits agricoles et les substances utiles qu'elle recèle. On y relève également quelques unités opérant dans les secteurs du textile (confection et prêt-à-porter) et des industries électriques, mécaniques et chimiques.

Dans les délégations relevant des gouvernorats du Kef et de Siliana, on recense environ une cinquantaine d'établissements industriels et 6 zones industrielles comptant 294 lots aménagés par l'Agence Foncière de l'Industrie (AFI) et par les conseils régionaux. Hormis la cimenterie d'Oum El Kelil dans la délégation de Tadjerouine qui emploie un peu moins de 750 personnes, le tissu industriel est composé de PME qui emploient un nombre restreint d'ouvriers.

Gouvernorat		Béja	Siliana	Le Kef	TOTAL
Délégations		Medjez el Bab Goubellat Testour Téboursouk	El Krib Gaâfour Bourouis El Aroussa	Le Kef-Est Le Kef-Ouest Tajerouine Es Seres Nebour Dahmani	
Zones industrielles	Nombre	4	2	2	8
	Superficie (ha)	35,2	20,5	34,5	90,2
	Nombre de lots	91	64	201	356
Nombre d'établissements industriels par secteurs	Industries agro-alimentaires*	47	41	15	103
	Matériaux de construction, céramique et verre*	12	2	10	24
	Industries mécaniques et électriques*	29	7	3	39
	Industries chimiques*	20	2	2	24
	Textiles et cuir*	18	8	6	32
	Industries diverses*	18	9	4	31
Nombre total d'établissements industriels		144	69	40	253
Nombre d'emplois industriels		13557	520	2704	16781

Mines et substances utiles

Dans la zone d'étude, l'activité minière est ancienne et remonte à l'époque antique. Elle a connu son apogée au cours du 20^e siècle lors de la période coloniale avec le développement des mines et l'éclosion de cités minières, en particulier Jérissa depuis 1908.

Après l'épuisement de nombreuses mines, postérieur aux années 1960, le secteur minier connaît un regain d'activité grâce à l'exploitation de nouvelles petites mines de plomb et de zinc, à la réouverture d'anciennes mines épuisées (Kbouch et Boukhil dans la délégation de Sers), au traitement des déchets miniers et à la reconversion de l'ancienne unité industrielle de Bougrine qui sera alimentée à partir de ces mines.

La zone d'étude renferme d'importants affleurements et réserves d'argiles qui sont sollicités dans la fabrication du biscuit de faïence et des briques rouges. Ils se trouvent dans la délégation de Medjez El Bab à Jbel Bou Rahal et à Kodiat Nasr Houas et à Jbel Slata dans les environs de Tadjerouine. Les gisements de gypse sont observés aux jbel Bou Mous et El Morra dans la délégation de Medjez el Bab, et à Jbel Chehid (gouvernorat de Siliana) et qui peuvent être utilisés dans la fabrication de l'acide sulfurique, du sulfure de calcium, du soufre et sulfate d'ammonium.

Les calcaires sont présents à Jbel Goraa au Nord-Ouest de la ville de Téboursouk, à Jbel Jédidi dans la région de Medjez el Bab, et dans les environs de Tajerouine. Les caractéristiques chimiques et géotechniques de ces calcaires permettent de s'en servir comme pierres marbrières (Jbel Houdh et Kodiat Tarja), pour la fabrication de carbonates de calcium (Salsala) et comme granulats (Jbel Slata, Krib) pouvant être utiles pour les besoins du projet en matériaux.

Le sable est présent dans de nombreux secteurs de la zone du projet Jbel Felloussa dans la région de Sloughia, à Henchir El Aouaouda (Téboursouk) et au nord de la délégation de Tajerouine et El Oglâ, au sud de la ville du Kef. Les sables faiblement siliceux peuvent servir à la fabrication de produits rouges et en génie civil (aplanissement des routes, lit de sable dans la mise en place des tuyaux et canaux d'irrigation ou d'eaux usées). Alors que les sables extra-siliceux serviront en verrerie en fonderie, dans la pâte céramique et dans la fabrication du silicate de sodium.

A quelques exceptions près, toutes ces substances ne donnent pas lieu à d'autres activités industrielles induites ou associées. Les produits sont soit consommés bruts ou sont généralement transportés à des unités situées dans les autres gouvernorats du pays.

Gouvernorat		Béja	Siliana	Le Kef	TOTAL
Délégations		Medjez el Bab Goubellat Testour Téboursouk	El Krib Gaâfour Bourouis El Aroussa	Le Kef-Est Le Kef-Ouest Tajerouine Es Seres Nebeur Dahmani	
Nombre de sites étudiés géologiquement Nombre de carrières actives	Granulats	4	8	0	12
	Pierre marbrière	2	13	0	15
	Sable	3	3	0	6
	Gypse	2	4	0	6
	Argile	5	18	0	23
	Pierre marneuse	0	0	0	0
Nombre de carrières actives	Granulats	15	5	7	27
	Pierre marbrière	2	5	1	8
	Sable	6	6	6	18
	Gypse	0	0	0	0
	Argile	0	1	0	1
	Pierre marneuse	0	0	2	2
Mines	Plomb-Zinc	0	1	0	1

Autres activités

L'Artisanat : disposant de traditions et de savoir-faire ancestraux et d'une kyrielle de matières premières (laine, argile, pierre, marbre, bois et produits non ligneux), la zone d'étude compte de nombreux artisans permanents ou saisonniers qui travaillent à domicile, dans des associations ou dans des zones artisanales, notamment dans le gouvernorat du Kef qui en dispose de deux. Les branches de production sont les habits traditionnels, la broderie, le tissage (tapis, *klims*, *mergoum*, *bakhnoug*) la poterie, la vannerie et les métiers du bois et des matériaux (argent, marbre), taille des pierres.

Cette activité qui a un potentiel non négligeable de développement connaît cependant depuis quelques années des difficultés en raison de la baisse du pouvoir d'achat des citoyens et de la reprise très lente de l'activité touristique, ce qui contraint de nombreux artisans à l'abandon de cette activité.

Le Tourisme : en dépit de l'existence de potentialités naturelles et culturelles importantes, l'activité touristique est marginale tant dans la zone d'étude qu'au niveau des gouvernorats. En effet, les unités hôtelières classées sont extrêmement limitées et appartiennent aux groupes inférieurs ou à des établissements touristiques proposant des services d'hébergement en capacité limitée, réalisés ou aménagés pour accueillir les touristes afin de leur fournir les prestations d'hébergement avec le petit déjeuner ou des prestations personnalisées mettant en valeur les potentialités naturelles et culturelles de la région.

2.2.4 Patrimoine

La zone d'étude élargie formée par les 3 gouvernorats de Bêjà, Siliana et Le Kef est une zone riche en patrimoine archéologique et culturel. On présente ci-après les principaux monuments et sites archéologiques dans la région.

Site archéologique de Dougga

Le site archéologique de Dougga constitue l'une des cités romaines les mieux conservées avec les vestiges de ses monuments religieux et civils. Il s'étale sur 65 ha et est classé patrimoine mondial depuis 1997. Parmi les monuments les plus importants se dresse le capitole avec son péristyle et son attique richement décorés.

A côté du capitole, le théâtre est bien conservé comprenant 25 rangées de son hémicycle en bon état. Sa capacité d'accueil s'élève 3500 spectateurs. Les gradins hauts de 15m comportent 3 étages adossés à la montagne.

Site archéologique de Ain Tounga

Le site archéologique s'étale sur environ 300 ha. Parmi les monuments romains et byzantins les plus importants dans ce site : (i) le Castle byzantin situé au niveau de Jebel Salah à proximité de la RN5, (ii) les bains, le théâtre et l'amphithéâtre proches du village actuel, (iii) une maison romaine située à 20m des bains, (iv) l'arc de triomphe à l'entrée du village et situé à droite du Castle.

Village historique de Testour

Le village historique de Testour est l'un des villages andalous, implantés sur la plaine de vallée de la Medjerda, qui garde le mieux et le plus des vestiges andalous. Dans ce village, qui a servi comme modèle aux autres villages andalous, l'artère médiane exclusivement commerciale prend le nom de Souk. Entre les différentes boutiques du Souk s'intercalent les équipements publics (Mosquée, kouttab, école,...) mais jamais de résidences. Le Souk se prolonge jusqu'à la place carrée dite Rahba. Autour de celle-ci se situe la Mosquée et le Hammam.

Site archéologique de Zama

Ce site archéologique situé dans la délégation de Siliana Nord comprend plusieurs vestiges datant de l'époque punique et composé de ruines d'un village d'origine numide. Ce dernier fut le théâtre d'une bataille célèbre entre Romain et Carthaginois en 202 avant j-c, où l'armée romaine, conduite par Scipion l'Africain et alliée à l'armée numide de Massinissa, a écrasé définitivement l'armée d'Hannibal, mettant fin à la deuxième guerre punique.

La vieille ville du Kef

La vieille ville du Kef est articulée autour du noyau urbain que constitue la Médina couvrant 45 ha environ. Cette dernière renferme un patrimoine historique singulier qui constitue un des atouts incontournables de l'attractivité touristique de la région par son histoire antique berbère, romaine et arabo-islamique. Elle comprend un paysage surplombant une colline et abritant plusieurs sites historiques à l'instar de la Kasbah, les ruines des temples et des citernes romaines, les églises paléochrétiennes, etc...

Ces sites à haute valeur patrimonial parsèment la Médina et constitue un circuit touristique « médinal » qui prend départ de Bab Chaafine en passant par le mausolée de Sidi Abdelkader, le musée des arts et traditions populaires, la rue de la Kasbah et son grand fort abritant la zaouïa de Sidi Boumakhlouf et la basilique. Un peu au Sud s'installe aussi le mausolée de Sidi Ali Turki puis la synagogue. Il se poursuit avec l'église Dar El Kous ou sainte pierre pour arriver à la constellation des sites regroupant le temple des eaux, les citernes romaines, Ras el Ain et Ras el Kahia. A partir de ce site, le circuit touristique se poursuit en dehors de la médina vers le village artisanal localisé au Sud, au centre-ville du Kef.

2.3 Classification, synthèse et hiérarchisation des contraintes

Les possibilités d'insertion d'un projet et l'ampleur des mesures environnementales à mettre en place (volume, coût, difficulté...) peuvent être appréciées par différents niveaux de sensibilité ou contrainte.

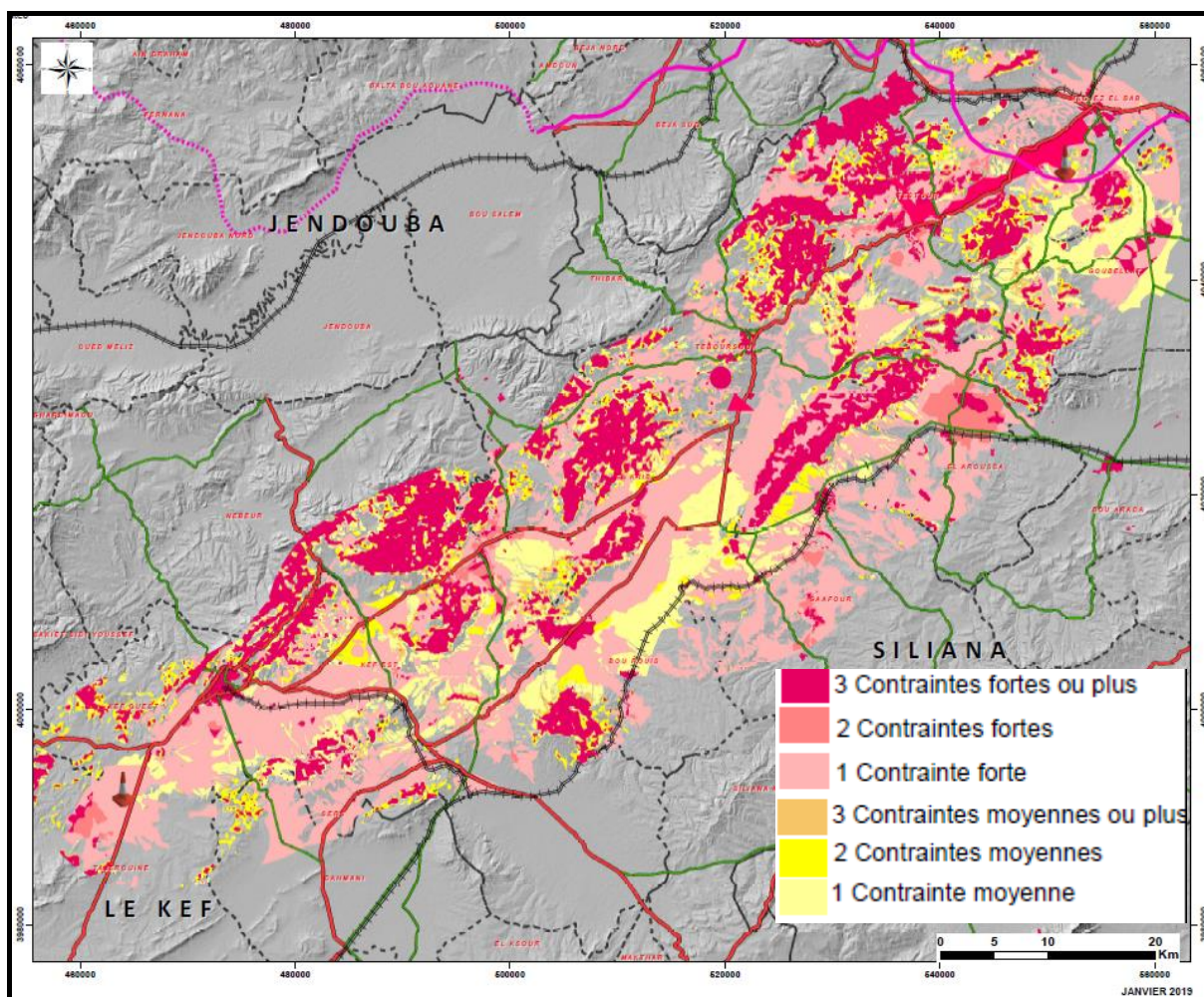
- ❑ Contrainte forte
- ❑ Contrainte moyenne
- ❑ Contrainte faible.

Le tableau de la page suivante propose la classification des contraintes identifiées dans cette phase.

	Carte	Contraintes	Classification
Environnement physique	Pentes	>15%	Forte
		7% - 15%	Moyenne
		0,5% - 7%	Faible
		< 0,5%	Faible
	Géologie	Trias	Forte
		Formations rocheuses	Moyenne
		Formations meubles	Moyenne
	Ressources en eaux superficielles	Cours d'eau (fleuves, oueds, etc.)	Moyenne
		Retenue de barrage	Forte
		Zone de protection du barrage	Forte
		Bassin versant du barrage	Faible
		Barrage collinaire	Forte
		Lac collinaire	Forte
		Zones inondables	Moyenne
Ressources en eaux souterraines	Forage d'eau	Moyenne	
	Nappes phréatique	Moyenne	
	Nappe profonde	Faible	
Environnement naturel	Zones forestières et aires protégées	Grandes cimes (> 75%)	Forte
		Grandes cimes (50%-75%)	Forte
		Grandes cimes (25%-50%)	Moyenne
		Grandes cimes (10%-25%)	Moyenne
		Petites cimes (> 75%)	Moyenne
		Petites cimes (50%-75%)	Moyenne
		Petites cimes (25%-50%)	Faible
		Petites cimes (10%-25%)	Faible
		Maquis et garrigues	Faible
		Réserve naturelle	Forte
Environnement humain	Réseaux et occupation urbaine	Zones urbaines	Forte
		Zones urbanisables (PAU)	Forte
		Ambiance sonore et Qualité de l'air	Moyenne
		Réseau routier classé	Moyenne
		Réseau routier non classé	Faible
		Chemin de fer	Moyenne
		Ligne électrique THT	Moyenne

	Carte	Contraintes	Classification	
Patrimoine		Transfert d'eau	Faible	
	Périmètres publics irrigués		Périmètre irrigué	Forte
		Vocation agronomique des grandes cultures	(S1) Très élevée	Forte
			(S2) Elevée	Forte
			(S3) Moyenne	Moyenne
			(S4) Médiocre	Faible
			(S5) Faible	Faible
	(S6) Très faible à nulle		Néant	
	Vocation agronomique de l'arboriculture en Sec Résistante	(S1) Très élevée	Forte	
		(S2) Elevée	Forte	
		(S3) Moyenne	Moyenne	
		(S4) Médiocre	Faible	
(S5) Faible		Faible		
(S6) Très faible à nulle		Néant		
Patrimoine	Patrimoine	Monument classé et sites majeurs	Forte	
		Zone tampon monument classé et site majeur	Forte	
		Site non caractérisé	Moyenne	

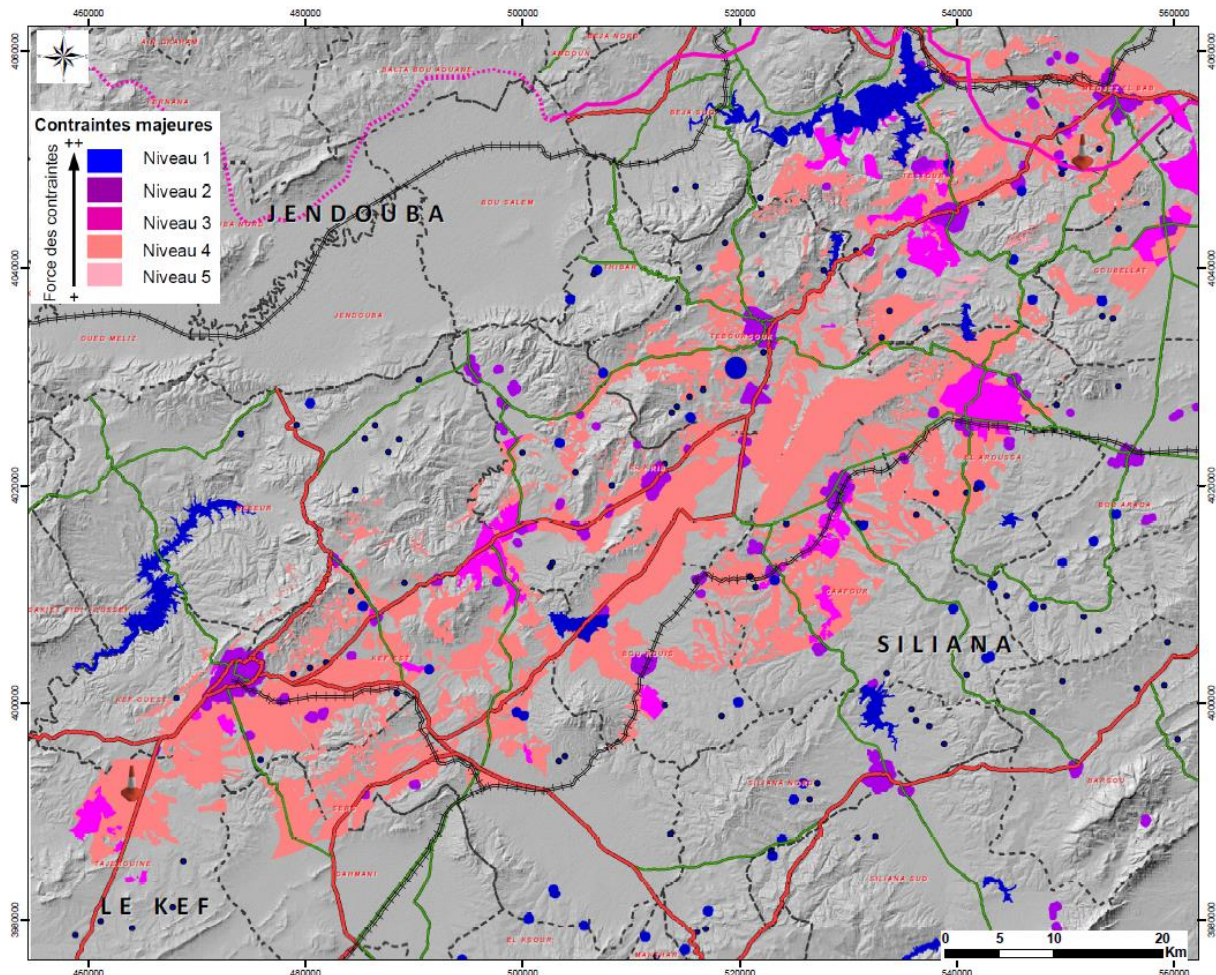
Une carte de synthèse de ces contraintes a été élaborée sur la base de cette classification :



La hiérarchisation des contraintes a été faite par analyse des valeurs relatives des contraintes en comparant dans un tableau à deux dimensions ces contraintes une à une. A l'issue de chaque comparaison, le numéro de la contrainte la plus forte est attribué. Ensuite, on comptabilise le nombre de fois où la contrainte a été citée qui traduit la force relative de la contrainte.

N°	Contrainte														
		Trias	Retenue barrage, barrages et lacs collinaires (y compris zone tampon)	Grandes cimes (> 50%)	Zones urbaines et urbanisables	Périmètre irrigué	Vocation agricole Très élevée	Site archéologique majeur et zone tampon	(1) Trias	(2) Retenue barrage, barrages et lacs collinaires	(3) Grandes cimes (> 50%)	(4) Zones urbaines et urbanisables	(5) Périmètre irrigué et PIF	(6) Vocation agricole Très élevée	(7) Site archéologique majeur
1	Trias		2	1	4	5	6	7	1	1	0	1	1	1	1
2	Retenue barrage, barrages et lacs collinaires (y compris zone tampon)			2	2	2	2	2		5	0	0	0	0	0
3	Grandes cimes (> 50%)				4	5	6	7			0	1	1	1	1
4	Zones urbaines et urbanisables					4	4	7				2	0	0	1
5	Périmètre irrigué et PIF						5	7					1	0	1
6	Vocation agricole Très élevée							7						0	1
7	Site archéologique majeur et zone tampon														
Valeur relative à la contrainte									1	6	0	4	3	2	5

La carte d'hierarchisation des contraintes majeures est donnée comme suit :



3. PROPOSITION ET CARACTERISATION DES VARIANTES

3.1 Proposition des variantes

L'analyse et la configuration des couloirs prédéfinies sur la base des données cartographiques d'analyse et d'hierarchisation des contraintes, a notamment montré l'existence d'un certain nombre de points de « passage obligé » ou de sections de convergence de ces couloirs :

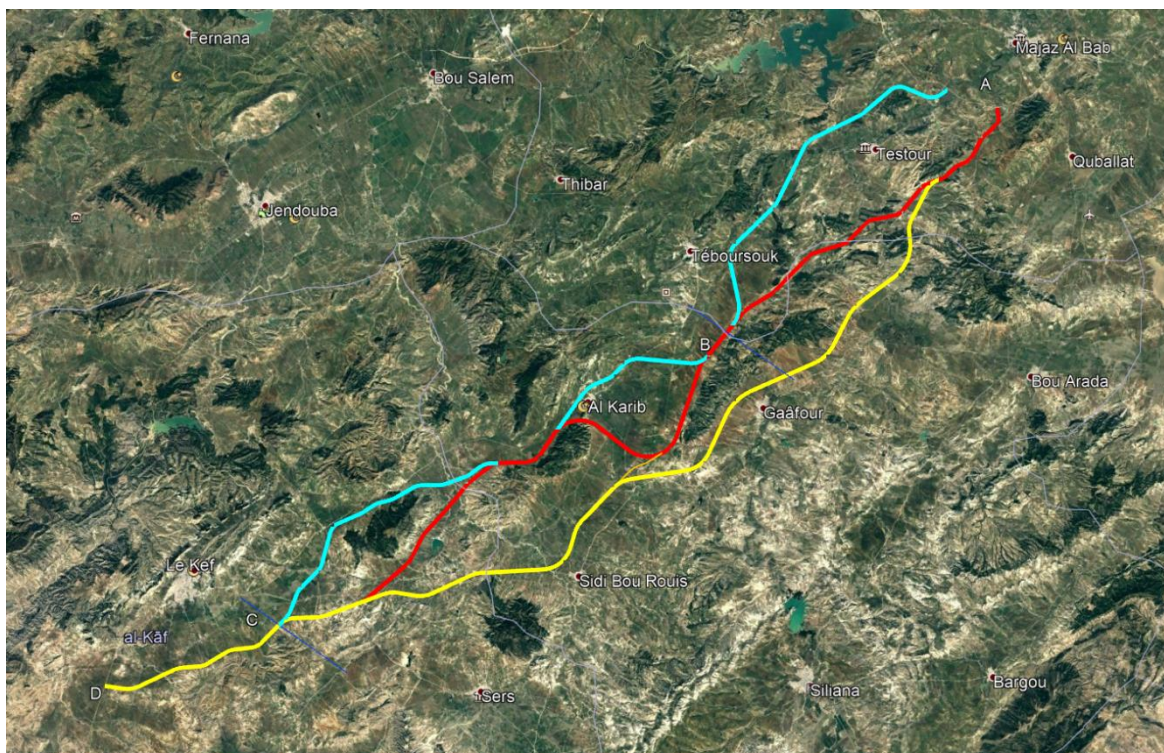
- Un point A correspondant à l'origine du projet avec 2 possibilités de raccordement sur l'A3 soit sur l'échangeur existant au PK56+600 soit par la création d'un nouvel échangeur intermédiaire entre ce dernier et celui de Medjez el beb au PK45+500,
- Un point B correspondant au passage au piémont de Djebel Echehid avec 2 possibilités : au Nord à la périphérie de Doukhanja ou au Sud à la périphérie de Laâroussa et de Gaâfour,
- Un point C correspondant au passage dans la plaine de Zaâfrane entre le pied de Djebel el Arkebat et Dejebel Zitouna,
- Un point D correspondant à la fin du projet au niveau de la RN17 au Sud de la ville du Kef.

Ceci nous a amené à distinguer trois principales sections à l'intérieur desquelles des variantes de couloir de tracé plausibles peuvent s'inscrire. Les sections et les variantes de couloirs associées se présentent comme suit :

- Une section A-B localisée entre l'origine du projet sur l'autoroute A3 (nœud A) et les piémonts Nord (périphérie de Doukhanja) et Sud (périphérie de Laâroussa et de Gaâfour) de Djebel Echehid (nœud B). Cette première section comprend trois variantes de couloirs :
- **Variante1- Nord** débutant de l'échangeur existant entre l'A3 et la RN5 (nœud A) et passant au Nord dans la vallée de la Medjerda en croisant la RN5 en plusieurs points puis descend pour rejoindre le piémont Nord de Djebel Echehid à la périphérie de Doukhanja(Nœud B),
- **Variante2- Médiane** prenant naissance à partir d'un nouvel échangeur à créer sur l'A3 entre l'échangeur de la RN5 (PK56+600) et celui de Medjez el Beb (PK45+500) (Nœud A) puis continue dans la partie dorsale de la zone d'étude en croisant la RR131 et se termine au piémont Nord de Djebel Echehid à la périphérie de Doukhanja (Nœud B),
- **Variante3-Sud** qui débute au même origine que la variante 2 (Nœud A), puis bifurque au Sud pour longer la RR49 et la RR47 à la périphérie de Laâroussa et de Gaâfour pour rejoindre piémont Sud de Djebel Echehid (Nœud B).
- Une section B-C allant des piémonts Nord et Sud de Djebel Echehid (nœud B) à la plaine de Zaâfrane entre Djebel el Arkebat au Sud et Dejebel Zitouna au Nord (nœud C),
- Une section C-D allant de la plaine de Zaâfrane (nœud C) jusqu'à la fin du projet à la périphérie Sud de la ville du Kef au raccordement avec la RN17 (nœud D).

Dans ces 2 sections se développent trois variantes et une sous variante:

- **Variante1- Nord** qui remonte depuis le piémont Nord de Djebel Echehid (Nœud B) vers le Nord et passe à la périphérie Nord d'El Krib en croisant 2 fois la RN5, continue en longeant la RN5 par le Sud puis redescend vers la plaine de Zaâfrane (Nœud C) en croisant successivement la RR78 et la RN12 et se termine à la périphérie Sud de la ville du Kef entre la plaine de Zaâfrane et la fin du projet sur la RN17 (Nœud D),
- **Variante2- Médiane** qui bifurque depuis le piémont Nord de Djebel Echehid(Nœud B) pour passer à la périphérie Sud d'El Krib, repasse en position dorsale entre la RN5 et RN18 jusqu'à arriver à la plaine de Zaâfrane (Nœud C) en croisant dans son chemin la RR78 et se termine entre cette dernière et la fin du projet sur la RN17 (Nœud D),
- **Variante3-Sud** qui continue au Sud depuis piémont Sud de Djebel Echehid (Nœud B) jusqu'à la périphérie d'El Akhwat en croisant la RR73, à la périphérie de Sidi Bou rouis puis remonte vers la plaine de Zaâfrane (Nœud C) et continue en section commune avec les 2 autres variantes jusqu'à se raccorder sur la fin du projet sur la RN17 (Nœud D).
- **Sous variante3** qui bifurque à partir de la variante3 depuis la fin du piémont Sud de Djebel Echehid et passe entre ce dernier et une colline dans un passage étroit en longeant la route RR47, plus au Nord de la ville de Lakhwat, jusqu'à rejoindre de nouveau la variante 3.



3.2 Caractérisation des variantes

3.2.1 Caractérisation technique générale et géométrie

Les normes géométriques prises en compte pour la réalisation de cette autoroute, sont celles décrites dans l'Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison (ICTAAL) Edition 2015.

La zone d'étude est caractérisée par un relief vallonné en majorité. La catégorie proposée pour les 3 variantes est la catégorie L1.

Dans la section A-B, la variante 2 est la plus avantageuse de point de vue géométrie plane et longitudinale avec un indice sinuosité = 1,046 et un taux de zones en relief accidenté (pente >15%) de 0,8%. La variante 3 est légèrement moins avantageuse avec un indice sinuosité = 1,062 et un taux de zones en relief accidenté (pente >15%) de 1,3%, et la variante 1 est la moins avantageuse avec un indice sinuosité = 1,15 et un taux de zones en relief accidenté (pente >15%) de 2,7%.

Dans la section B-C-D, la variante 3 est la plus favorable avec un indice sinuosité = 1,069 et un taux de zones en relief accidenté (pente >15%) de 0,1%. La variante 1 est moins avantageuse que la variante 3 avec un indice sinuosité = 1,082 et un taux de zones en relief accidenté (pente >15%) de 0,8% et la variante 23 est la moins avantageuse avec un indice sinuosité = 1,13 et un taux de zones en relief accidenté (pente >15%) de 0,5%.

3.2.2 Caractérisation topographique et hydrographique

Les trois variantes proposées, d'une longueur totale comparable: 112,1Km (variante 1), 112,8Km (variante 3) et 114,3Km (variante 2), partent de l'autoroute A3, au Sud-Ouest de la ville de Medjez el Beb, et longent l'alignement montagneux des monts de Téboursouk, d'Ouergha, et du Kef, puis elles empruntent des topographies variées à travers la moyenne vallée de la Medjerda et le Haut Tell.

Dans la section A-B :

- La variante 1 se développe au Nord à partir de l'échangeur existant de l'A3 avec la RN5, puis passe dans la vallée de la Medjerda à environ 60 mètres d'altitude, dans une zone inondable entre l'Oued Medjerda/ville de Testour et la retenue de barrage Sidi Salem au Nord. Ensuite, elle traverse successivement l'Oued Medjerda, l'Oued Khalled et la RN5 à plus de 250m d'altitude en passant à proximité de la retenue du barrage Khalled programmé. Enfin, elle bifurque à la périphérie de Téboursouk vers le Sud pour arriver au piémont de Djebel Echehid à environ 400m d'altitude en traversant les oueds Zitouna, Rmel et El Memi, affluents de l'oued Khalled;
- La variante 2 débute au niveau de Kaf el Baghla à partir de l'A3, à environ 140m d'altitude. Ensuite elle bifurque vers le Nord-Ouest, traverse l'Oued Siliana et passe en amont de la retenue du barrage Siliana I programmé, à environ 2Km. Après, elle longe le piémont occidental de Djebel Echehid à environ 400m d'altitude pour se rejoindre au même point avec la variante 1 ;
- La variante 3 prend origine de l'A3, au même point que la variante 2 à Kaf el Baghla, à environ 140m d'altitude. Ensuite, elle bifurque vers le Sud-Ouest en longeant l'Oued Siliana, passe à l'aval de la retenue du barrage Siliana I programmé et traverse l'Oued Siliana et ses affluents Echché, Kanana, El Gugua et Jdeida pour longer le piémont oriental de Djebel Echehid à la périphérie Nord de Laâroussa et Gaâfour.

Dans la section B-C-D:

- La variante 1 débute du piémont occidental de Djebel Echehid puis bifurque vers l'Ouest à la périphérie de Doukhanja dans la plaine de Khalled et les terres de la coopérative d'an 'Naaymia en traversant la RN18 et la RN5. Ensuite, elle passe à la périphérie Nord de la ville du Krib et redescend en direction Sud-Ouest pour longer le piémont occidental de Djebel Boukhal, et en traversant oued swani amont d'oued Tassa. Après, elle passe sur le contre bas de jbal Kbouch le long d'oued Gdim autre affluent amont d'oued Tessa. Au niveau de Borj el Aifa, elle bifurque en direction SSO jusqu'aux environs de Jbal el Araguib, au pied de Jbal et Ragib el Kamra à une altitude de plus de 450m dans la plaine de Zaâfrane. Elle longe ensuite Jbal Araguib puis passe dans la plaine d'El Merja au sud de la ville du Kef jusqu'à se raccorder à la RN 17 à proximité de la localité de Ech Chnaifia (Fin du projet), en traversant les affluents d'oued Mellegue : Remel, Etyne et El Khol ainsi qu'oued Sierd qui est un sous-affluent de l'oued Souani;
- La variante 2 commence au même point que la variante 1 et continue à longer le piémont occidental de Djebel Echehid sur 14Km environ. Ensuite, elle remonte en direction Nord-Ouest et passe à la périphérie Sud de la ville du Krib, entre une colline et le piémont de Djebel Boukhal pour rejoindre à ce niveau la variante 1. Puis, elle redescend en direction Sud-Ouest en traversant l'Oued Tessa et passe au pied d'Argoub el Kachrouden traversant Oued an 'Naymiyya. Après, elle bifurque en direction de l'Ouest pour rejoindre la variante 3 au niveau de Borj el Messoudi et jusqu'au niveau de jbal zaouia à l'Est. A l'approche d'oued Swani, la variante 2 passe à l'Est de jbal Kbouch sur la berge gauche et ce jusqu'à atteindre la route nationale RN12. A partir de ce point elle rejoint la variante 1 en section commune qui longe Jbal Araguib puis passe dans la plaine d'El Merja au sud de la ville du Kef jusqu'à se raccorder à la RN 17 à proximité de la localité de Ech Chnaifia (Fin du projet). L'altitude moyenne de cette variante est aux alentours de 400m. Les principaux cours d'eau traversés sont les affluents de l'oued Khalled, El Anmor et Rmel et l'oued Tessa, les affluents d'oued Mellegue : Remel, Etyne, El Khol et oued Sierd;

- La variante 3 débute à la périphérie Nord de Laâroussa et Gaâfour au piémont oriental de Djebel Echehid qu'elle continue à longer jusqu'à son extrémité, à la périphérie de Lakhwat. Elle passe ensuite dans la vallée de l'oued Melah affluent amont de l'oued Tessa puis traverse oued swani, l'autre amont de l'oued Tessa en amont de la retenue du barrage Tessa programmé et à la périphérie de Sidi Bourouis, avant de rejoindre la variante 2 au niveau de la RN12. Après, les 2 variantes vont ensemble jusqu'à joindre la variante 1 au pied de Jbal Araguib. Les 3 variantes continuent en section commune en passant dans la plaine d'El Merja au sud de la ville du Kef jusqu'à se raccorder à la RN 17 à proximité de la localité de Ech Chnaifia (Fin du projet). L'altitude moyenne de cette variante est aux alentours de 350m. Les principaux cours d'eau traversés sont l'oued de Tessa et ses réseaux tel que les oueds El Mela, et El Maidhour et Rme, les affluents d'oued Mellegue : Remel, Etyne, El Khol et oued Sierd.

3.2.3 Caractérisation environnementale

3.2.3.1 Effet sur l'environnement naturel

Les variantes proposées traversent des forêts où la densité des grandes cimes (GC) dépasse les 50% du couvert forestier. Les surfaces forestières impactées par chaque variante sont récapitulées ci-après, sur la base d'une emprise de 100m pour chaque variante proposée.

□ Pour la variante 1 :

- Sur la section A-B: le couloir de cette variante traverse des zones forestières où la densité des grandes cimes dépasse les 50% : environ 6,2 ha affectés pour les grandes cimes dont le taux de recouvrement est compris entre 50 et 75% et environ 21 ha pour les grandes cimes dont le taux de recouvrement est entre 25 et 50%.
- Sur la section B-C: l'impact du couloir de la variante 1 dans cette section est moins important que sur la section précédente. Il empiète sur un massif forestier dont la densité des grandes cimes ne dépasse pas les 50%.

□ Pour la variante 2 :

- Sur la section A-B: le couloir de cette variante est la plus défavorable. Il impacte sur des zones forestières dont la densité atteint les 75% sur une superficie de 30 ha environ et des zones de grande de densité supérieure à 75% sur une superficie de 2 ha environ.
- Sur la section B-C: avec un impact moins important que celui de la section précédente, le couloir de la variante 2 traverse dans cette section une zone forestière dont la densité des grandes cimes ne dépasse pas 50% sur une superficie de 1,5 ha environ.

□ Pour la variante 3 :

- Sur la section A-B: le couloir de la variante 3 traverse dans cette section des zones forestières dont la densité des grandes cimes ne dépasse pas 75%. La superficie de ces dernières affectées par la présente section est de 10 ha environ.
- Sur la section B-C: l'impact du couloir de la variante 3 dans cette section est moins important que sur la section précédente. Il affecte des zones forestières dont la densité des grandes cimes est comprise entre 10 et 25% sur une superficie de 2 ha environ.

Dans la section C-D, le couloir commun aux 3 variantes n'empiète sur aucune zone forestière.

3.2.3.2 Effets sur les potentialités agricoles

Dans la section A-B :

- La variante 1 est la plus défavorable. Le couloir de cette variante affecte le PPI de Skhira sur 0,3 ha, le PPI de Beni Sandel sur 2,6 ha, le PPI de Tastour Ghanima sur 14 ha et le PPI d'Awled Ayar sur 2,65 ha. Il empiète sur des terres à vocation agricole élevée (S2) à très élevée (S1). En effet, 88 ha environ des Arboricultures en Sec Résistante (ASR) (S1), 71 ha environ (S1) et 45,5 ha environ (S2) des Grandes Cultures (GC) sont affectés par ce couloir.

- La variante 2 est moins contraignante que la variante 1. Son couloir n'empiète sur aucun PPI. Elle affecte les zones à vocation agricole élevée à très élevée sur des superficies moins importantes que la première variante.
- La variante 3 est aussi moins contraignante que la variante 1. Elle affecte moins de terres à vocation agricoles très élevée que la variante 2, toutefois elle empiète le PPI de Laâroussa sur 0,7 ha environ.

Dans la section B-C-D :

- La variante 1 est aussi la plus défavorable sur cette section. Son couloir traverse le PPI de Wad Swani en plein milieu sur 15 ha environ et le PIF de Wad Swani sur 15,5 ha et elle empiète sur une mosaïque de terre à vocation agricole élevée à très élevée.
- Le couloir de la variante 2 sur cette section est plus impactant que sur la section précédente, avec un empiètement sur des superficies de terres à vocation agricole élevée plus important que les autres variantes. Il empiète aussi le PPI de Wad Swani sur environ 10,7 ha.
- La variante 3 est la plus favorable sur cette section. Aucun PPI n'est affecté par le couloir de cette variante.

Les tableaux ci-dessous récapitulent les surfaces impactées par chaque variante en fonction de la nature agricole des terres (Arboriculture à Sec Résistance ou Grandes Cultures) et de leur potentiel agricole (de très élevé à très faible) dans les différentes sections.

Variante 1				
Arboriculture Sec Résistance		Section A-B	Section B-C	Section C-D
	S1 « Très élevé »	44	57,75	23,25
	S2 « Elevé »	2	21,5	31
	S3 « Moyenne »	56	25,5	5,5
	S4 « Faible »	0	94,25	15
	S5 « Médiocre »	0	0	0
	S6 « Très faible à nulle »	84,25	81,85	18,75
	Variante 2			
	Section A-B	Section B-C	Section C-D	
S1 « Très élevé »	25,5	52	23,25	
S2 « Elevé »	0,05	27	31	
S3 « Moyenne »	30	34,75	5,5	
S4 « Faible »	0	64	15	
S5 « Médiocre »	0	0	0	
S6 « Très faible à nulle »	124,25	120,1	18,75	
Variante 3				
	Section A-B	Section B-C	Section C-D	
S1 « Très élevé »	0,65	6,5	23,25	
S2 « Elevé »	27,75	36,75	31	
S3 « Moyenne »	27,25	52,1	5,5	
S4 « Faible »	29,75	79,5	15	
S5 « Médiocre »	0	0	0	
S6 « Très faible à nulle »	90,75	119,65	18,75	

Variante 1				
Grandes Cultures		Section A-B	Section B-C	Section C-D
	S1 « Très élevé »	35,5	53	0
	S2 « Elevé »	22,75	83	48
	S3 « Moyenne »	41	52,5	9,5
	S4 « Faible »	87	79	39
	S5 « Médiocre »	4,5	12,5	5
	S6 « Très faible à nulle »	3	8	0
Variante 2				
	Section A-B	Section B-C	Section C-D	
S1 « Très élevé »	15	41	0	
S2 « Elevé »	11	80,5	48	
S3 « Moyenne »	26,5	46,5	9,5	
S4 « Faible »	113	108,5	39	
S5 « Médiocre »	10	17	5	
S6 « Très faible à nulle »	13	11,5	0	
Variante 3				
	Section A-B	Section B-C	Section C-D	
S1 « Très élevé »	11	0	0	
S2 « Elevé »	31,5	74	24	
S3 « Moyenne »	39,5	90,5	4,75	
S4 « Faible »	80,5	112,5	19,5	
S5 « Médiocre »	12	17	2,5	
S6 « Très faible à nulle »	10,5	6	0	

3.2.3.3 Effets sur les établissements humains

Plusieurs groupements ruraux sont limitrophes à certaines aux 3 variantes et parfois même dans leurs couloirs. Nous les présentons dans les tableaux ci-après pour chacune des 3 sections distinguées

Le tableau ci-après présente les différents groupements d'habitations localisés à proximité ou traversés par les différentes variantes proposées.

Variante	Sections	Caractéristiques de la variante	Contraintes pour les tracés proposés
Variante 1	Section A-B	<ul style="list-style-type: none"> Tracé jouxtant les groupements situés au Sud-ouest de Mdjez El Beb et des habitations isolées jusqu'à atteindre le point B 	<ul style="list-style-type: none"> 120 habitations situés en proximité du couloir dont 55 habitations à l'intérieur
	Section B-C-D	<ul style="list-style-type: none"> Tracé passant par un groupement d'habitation à coté de El Krib situé au sud-ouest de Mdjez El Beb et des habitations isolées jusqu'à atteindre le point C quelques habitations individuelles 	<ul style="list-style-type: none"> 175 habitations situés en proximité du couloir dont 90 habitations à l'intérieur
Variante 2	Section A-B	<ul style="list-style-type: none"> Tracé jouxtant quelques petits groupements et habitations individuelles 	<ul style="list-style-type: none"> 50 habitations situés en proximité du couloir dont 25 habitations à l'intérieur
	Section B-C-D	<ul style="list-style-type: none"> Tracé traverse un petit groupement au niveau de Dar Bu Qattayah Une dizaine d'habitations individuelles 	<ul style="list-style-type: none"> 125 habitations situés en proximité du couloir dont 45 habitations à l'intérieur
Variante 3	Section A-B	<ul style="list-style-type: none"> Tracé jouxtant quelques groupements et habitations individuelles 	<ul style="list-style-type: none"> 50 habitations situés en proximité du couloir dont 25 habitations à l'intérieur
	Section B-C-D	<ul style="list-style-type: none"> Tracé jouxtant quelques groupements (Gaâfour, Al Akhawat, Sidi Bou Rouis et..) et quelques habitations individuelles 	<ul style="list-style-type: none"> 105 habitations situés en proximité du couloir dont 32 habitations à l'intérieur

3.2.4 Caractérisation géologique et géotechnique

Variante 1

La majeure partie de cette variante traverse des plaines dominées par les alluvions récentes et les terrasses du Quaternaire occupant essentiellement les plaines fluviatiles. Le couloir du tracé de la variante n°1 traverse des niveaux Triasique formé d'Argile, de grès et du gypse au niveau du flanc Nord du Djebel Ras El Krab à Sloughia et au niveau du flanc Sud –Est du Djebel Briouigue au Nord-Ouest de la ville de Testour. Cependant, quelque portion traverse les niveaux marneux à marno-calcaire du Crétacé. Les passages marneux de cette variante sont assez délicats compte tenu de la sensibilité de ces matériaux à l'eau.

Variante 2

Une partie de cette variante traverse les terrains marno-calcaire du Crétacé et contournant la partie Ouest de la structure diapirique Ech-Chehid à Téboursouk sans entrer en contact avec les formations triasiques à base de gypse.

Variante 3

Cette variante partage son origine avec la variante n°2, traversant dans sa majeure partie des terrains alluvionnaire du Quaternaire et longe la partie Est de la structure diapirique Ech-Chehid sans entrer, également, en contact avec les formations triasiques à base de gypse. Le début de cette variante marque le passage par des niveaux marneux du Crétacé dont il faut tenir compte quant au comportement de ces matériaux dans la stabilité des talus en déblai.

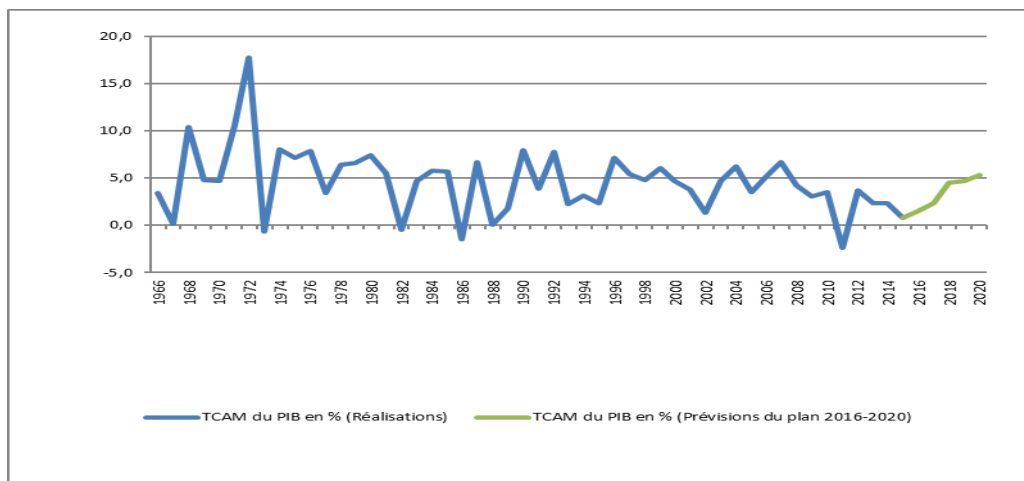
3.3 Cadrage économique national et régional

L'économie Tunisienne a connu deux périodes de croissance majeure. Il s'agit des années 1970 ainsi que la période allant de 1995 jusqu'à 2010 où le taux de croissance moyen avoisinait les 5 %.

Suite à la révolution (2011), l'économie a subi un choc sans précédent, les taux de croissance ont beaucoup baissé allant de -2,4 % en 2011 à 2,5 % pour le premier trimestre de l'année 2018.

Les prévisions du plan de développement pour la période 2016-2020 tablent sur une reprise progressive de la croissance économique en vue d'atteindre le taux de croissance structurel de 5 %.

Les secteurs économiques ont évolué avec des taux et des parts différents. Durant la période 1976 – 2010, la part de l'agriculture dans le PIB a diminué, celle de l'industrie augmenté et celle des services marchands la plus élevée. Après 2011, l'agriculture et l'administration ont repris quelques points dans le PIB aux dépens des autres secteurs (industrie, services marchands). Le contexte de la période postrévolutionnaire (contestation sociale, arrêt d'activité dans les secteurs en perte de vitesse, régression du tourisme, etc.) explique largement ce changement. Les évolutions ont connu un nouveau tournant : le tourisme a perdu 20 % de sa part, le transport 1,3 % et l'industrie chimique 0,6 %. Le sous-secteur qui a été le plus touché est celui des équipements collectifs (presque 25 % de sa part).



Source : Banque Mondiale

L'exploration du futur de l'économie Tunisienne à l'horizon 2040 a permis d'identifier des scénarios tendanciels (tendances récentes et amélioration de l'existant) et des scénarios volontaristes qui prolongent les initiatives récentes (grands projets) des gouvernements d'après la révolution (2011) et les nouveaux principes de développement régional (dynamiques régionales). Un scénario de synthèse en a été déduit (Valorisation et décentralisation), qui part de l'amélioration de l'existant et abouti à la dynamique régionale à travers les grands projets.

De manière générale, ces scénarios montrent que l'économie tunisienne est capable de connaître un sentier de croissance qui varie d'un peu moins de 3% à plus de 5%. La répartition spatiale de cette croissance va profiter, dans les scénarios volontaristes, aux régions de l'intérieur, malgré une croissance démographique qui leur est défavorable.

Dans le cadre de l'étude du Plan Directeur National des Transports à l'horizon 2040 (PDNT 2040), le Ministère du Développement de l'Investissement et de la Coopération Internationale a adopté le scénario de valorisation et décentralisation pour le futur de l'économie. Ce scénario table sur un taux de croissance de 5,5 % du PIB à l'horizon 2040.

L'économie de la région Nord-Ouest est essentiellement agricole. Elle se base sur une culture extensive de céréales et plusieurs milliers d'ha de périmètres irrigués. Les services développés sont en majorité non marchands et sont liés aux services administratifs publics. Le taux de chômage est particulièrement élevé.

Les caractéristiques de la population et du capital humain seront à prendre en considération, en plus de la question des infrastructures et du climat des affaires. Les trois gouvernorats de la région (Kef, Siliana, Béja) connaissent en effet un croit démographique inférieur à celui du pays, ce qui les a amené même à un déclin de leurs effectifs. Ce sont déjà des gouvernorats où il y a une faible masse de population et une part très importante de la population dépassant les 60 ans. Cela a un effet sur le potentiel de relations économiques internes et réduit d'autant plus la masse de la population active.

Le niveau d'instruction supérieure mesuré dans chacun des trois gouvernorats s'est amélioré partout, qui ne s'est toutefois pas suffisamment traduit par une meilleure situation de l'emploi des bénéficiaires de cette instruction avancée. Les taux élevés de chômage des diplômés du supérieur l'attestent. La non adaptation des formations aux besoins du marché de travail, l'absence d'une taille critique de qualifications avancées, etc... peuvent expliquer la situation. Il y aurait cependant un potentiel en gestation dont il faudrait tenir compte pour le futur.

La répartition de la population dans l'espace devrait connaître une stabilisation en termes de part. Il faut rappeler que par le passé les régions de l'intérieur ont connu une baisse de leurs parts dans la population totale du pays, en particulier pour ce qui est de la région du Nord-Ouest. Certains gouvernorats de la région ont même connu une baisse de l'effectif de la population et un vieillissement accéléré, comme cela a été souligné plus haut. Au cours des deux décennies à venir, la politique économique va œuvrer dans le sens d'une stabilisation de ces parts.

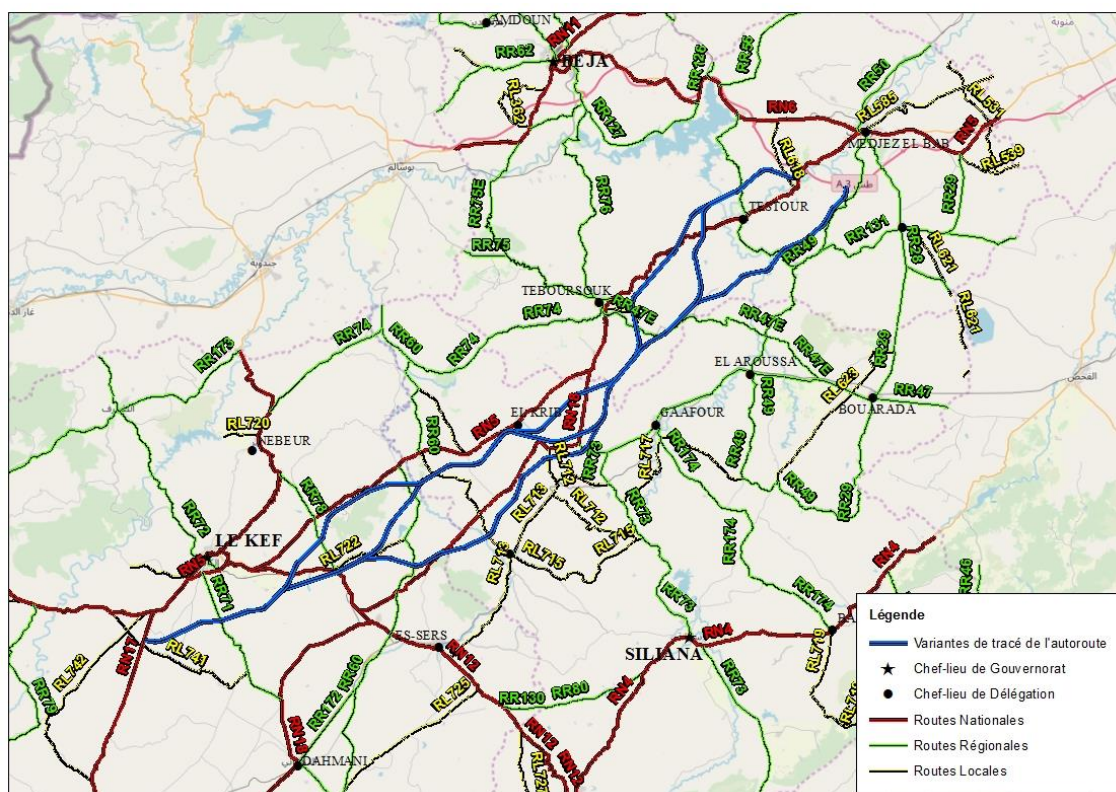
La croissance économique en revanche pourrait être importante dans les régions de l'intérieur, supérieure à ce qu'elle sera dans les régions côtières.

Les créations d'emploi vont suivre le rythme de la croissance économique. Ce qui va pousser la région à emprunter sous l'effet de la recherche d'une dynamique interne, au niveau de l'offre et de la demande, à attirer les investissements et à créer des bassins de production et d'emplois de taille importante.

Les effets des grands projets sur l'emploi sont effectivement multiples ; ils génèrent des emplois directs, indirects et induits et font des territoires sur lesquels ils vont être installés, des espaces d'attraction et de génération des flux de déplacement.

3.4 Flux de trafic et taux de croissance sur le réseau routier affecté par le projet

Les flux de trafic dans la zone d'influence du projet sont essentiellement localisés sur les axes routiers RN5, RN12, RN18, RR47 et RR49.



	2002	2007	2012	2017
RN5	45%	44%	37%	39%
RN12	16%	16%	10%	10%
RN18	13%	14%	12%	13%
RR47	19%	19%	34%	32%
RR49	7%	7%	6%	6%
Total	100%	100%	100%	100%

A l'échelle régionale (Kef, Siliana, Béja), les taux de croissance de la demande globale de transport sur les axes structurants varient en moyenne sur les quinze dernières années de 1,9 % pour la RN12 (entre Es-sers et le Kef) à 10,1 % pour la RR49 entre Medjez El Bab et Laâroussa dans le gouvernorat de Siliana.

Gouvernorat	Route	Tronçon	2002	2007	2012	2017	TCAM (12-17)	TCAM (02-17)
Béja	RN5	Medjez El Bab - El Krib	4 966	6 296	7 945	9 773	4,2%	4,6%
	RR49	Medjez El Bab - El Aroussa	888	1 256	1 421	1 550	1,8%	3,8%
Siliana	RN5	El Krib - Le Kef	4 446	5 772	9 208	9 358	0,3%	5,1%
	RN18	El Krib - Es-sers	1 371	1 876	2 583	2 965	2,8%	5,3%
	RR47	El Aroussa - El Krib	2 052	2 630	7 232	7 315	0,2%	8,8%
	RR49	Medjez El Bab - El Aroussa	219	304	716	932	5,4%	10,1%
Le Kef	RN5	El Krib - Le Kef	4 695	5 955	6 531	6 782	0,8%	2,5%
	RN12	Es-sers - Le Kef	1 684	2 173	2 207	2 231	0,2%	1,9%

Sur la période 2012 – 2017, la majorité des flux sur les nationales et les régionales n'ont pas observé une tendance particulière et sont restés figés. Les seuls tronçons qui ont observé un accroissement significatif sont la RN5 entre Medjez El Bab et El Krib et la RR49 entre Medjez El Bab et El Aroussa, avec respectivement des taux annuels de 4,2 % et 5,4 %.

Sur un plan global, un taux de croissance structurel de la demande de transport à l'échelle de la région avoisinant le couloir de la nouvelle autoroute, égal à 4,7 %, est observé sur les quinze dernières années. Alors que ce même taux sur les cinq dernières années (2012 à 2017) descend à 1,9 %.

Les tendances retiennent une croissance structurelle de 3 % par an, soit un doublement du trafic tous les 20 ans.

L'insertion d'un tronçon autoroutier dans la zone d'influence de l'aménagement apportera une dynamique en terme de déplacement et d'amélioration de l'économie et de l'emploi.

L'évaluation des flux sur le nouvel axe autoroutier est assujettie à la réalisation de comptage et d'enquête O/D ainsi que l'élaboration d'un modèle de trafic, suffisamment fin dans la zone d'étude. On s'appuiera largement sur les résultats du plan national de transport à l'horizon 2040 approuvé, élaboré en prenant en compte les projets programmés ainsi que les perspectives annoncées. On s'appuiera aussi sur le schéma directeur d'aménagement et du développement du gouvernorat du Kef.

3.5 Prévision de la demande de transport

La démarche méthodologique consiste en premier lieu à définir la zone d'influence du projet pouvant générer des déplacements sur l'itinéraire du tronçon autoroutier reliant les gouvernorats du Kef et de Siliana aux gouvernorats limitrophes ainsi que celui du Grand Tunis.

La zone d'influence du projet sera dans ce cadre définie sur la base des caractéristiques socio-économiques, telles que le poids démographique, les liens administratifs, l'importance de l'activité économique et la configuration du réseau routier.

Une analyse des tendances passées d'évolution du trafic sur le réseau routier de la zone d'influence du projet sera menée sur la base des recensements 2007, 2012 et 2017 et des études antérieures dans la région en vue de permettre l'estimation du trafic prévisionnel.

D'autre part, une analyse du contexte socioéconomique sera réalisée à l'échelle nationale et régionale en vue de déceler les taux de croissance des paramètres explicatifs du trafic en particulier la population, l'emploi, le PIB per capita, le revenu, etc. Une attention particulière sera également portée sur les projets programmés dans la zone d'étude, leurs localisations, l'estimation du potentiel du trafic journalier généré ou attiré par ces projets et leur valorisation économique suite à la mise en service du projet autoroutier.

Une modélisation du trafic sera par la suite menée sur un logiciel adapté en vue de confronter l'offre à la demande actuelle en vue de dresser une image représentative de la situation actuelle. Cette étape, le calage, s'appuiera sur la campagne de comptage et enquête OD menée par le Consultant ainsi que les recensements antérieurs. L'évaluation de la demande future en situation de projet sera réalisée moyennant le modèle.

La demande globale future de transport sera évaluée sur un horizon de 20 ans, par pas de 5 ans. Elle sera estimée en fonction de l'évolution future des facteurs socio-économiques explicatifs de la demande mais aussi des projets futurs structurants dans la zone de l'étude. Ces données serviront de base au modèle de trafic, lequel permettra en particulier l'obtention des matrices O/D représentant les horizons futurs pour chaque mode.

Dans les calculs, on retiendra trois scénarios de trafic : haut, moyen et pessimiste, en fonction des hypothèses portant sur l'évolution des principaux facteurs explicatifs de la demande.

Les prévisions prendront en considération les nouveaux projets structurants dans la zone d'influence du projet, les hypothèses sur les tendances lourdes des indicateurs économiques du pays ou de la zone d'influence à moyen et long terme ainsi que les plans de développement.

Deux situations seront simulées, (i) une situation de référence, c'est la situation la plus probable si le projet n'est pas réalisé et (ii) une situation de projet avec les différentes variantes des couloirs autoroutiers retenus, le but étant d'estimer les flux de trafic par section par type de véhicule et par horizon au niveau du tronçon autoroutier.

Pour les besoins de l'évaluation, l'enquête de préférence déclarée sera utilisée en vue d'identifier la sensibilité des usagers par rapport au coût du péage des nouvelles sections autoroutières. Elle constitue une base importante en vue d'appréhender les attentes des usagers par rapport au futur aménagement.

Les valeurs du temps se baseront sur les résultats de l'analyse des enquêtes de préférence déclarée. Elles seront classées par catégorie de véhicule (VL, PL et Bus) et traduiront une certaine « monétarisation » des gains de temps.

La courbe de répartition de la valeur du temps permettra d'évaluer les parts des usagers qui utiliseront les sections autoroutières à péage, dans le cadre d'un modèle prix/temps.

4 COMPARAISON MULTICRITERE ET VARIANTE OPTIMALE

4.1 Critères de comparaison

La comparaison des variantes proposées ci-avant est menée selon trois critères globaux choisis, décomposés en sous-critères comme suit :

- Le premier critère technique se rapporte aux caractéristiques techniques des différentes variantes et leur impact sur les usagers ;
 - Les caractéristiques relatives au confort à la sécurité des usagers, traduites par l'indice de sinuosité en géométrie plane et par le taux de passage dans des zones de relief difficile pour la géométrie longitudinale;
 - La longueur de chaque variante reflétant le temps de parcours pour les usagers sur l'autoroute;
 - Le taux de connexion au réseau régional et de desserte des populations qui combine le volume de la population desservie par chaque variante à la distance de connexion nécessaire à l'autoroute à travers le réseau routier régional et l'amélioration de son niveau de service.
- Le deuxième critère économique se rapporte aux coûts de réalisation des différentes variantes intégrant :
 - Les coûts des travaux de construction de chaque variante comprenant les terrassements généraux, les travaux de chaussée et dépendances, travaux de drainage et protection, les installations et équipements d'éclairage et de signalisation, les ouvrages d'art, les installations d'exploitation pour les postes de péage, dispositions environnementales et sociales et divers et imprévus;
 - Les coûts de libération des emprises nécessaires à la réalisation du projet, notamment en ce qui concerne l'expropriation et l'indemnisation des occupants et exploitants ;
 - L'effet sur le potentiel agricole dans la zone de passage du projet évalué sur la base du coût des moins-values occasionnées par l'empiètement du projet sur les terres de différentes vocations agronomiques et valeur agricole
- Le troisième critère relatif à l'impact environnemental et social, et englobe les sous-critères suivants :
 - Les effets permanents de dégradation des ressources naturelles (notamment des nappes phréatiques, des sols et de la biodiversité) ;
 - Les nuisances durables et d'impact sur la qualité de la vie et la perception humaine engendrées pour les localités environnantes (pollutions sonore et hydrique, pollution de l'air, sécurité);
 - Les effets sur le patrimoine culturel et historique ;
 - Et les effets directs du projet sur les milieux humains, occasionnés par les pertes immobilières et délocalisation de la population.

Une première analyse permet de faire un comparatif avantages/inconvénients des variantes proposées, présenté dans le tableau ci-après.

	Variante1-Nord	Variante2-Médiane	Variante3-Sud
Section A-B	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variante la moins avantageuse en géométrie plane (indice de sinuosité = 1,15) et en relief (zones de pente >15% = 2,7%) ; ▪ Variante la plus longue en linéaire (37,2 Km) soit 2Km plus longue que la variante 3 de base (+5,7%) ; ▪ Variante la plus avantageuse du point de vue connexion au réseau régional et desserte des grandes agglomérations (Testour et Tébourouk); ▪ Passage en zone inondable sur 2Km environ ; ▪ Risque élevé de pollution des eaux de surface pour proximité de la retenue de barrage Sidi Salem (2,5Km environ) et celle de barrage khalled programmé (1,5Km environ) ; ▪ Variante la plus chère en coût de construction (+14% que la variante 2 de base) ; ▪ Variante la plus chère en coût de libération des sols (+49% que la variante 2 de base) ; ▪ Variante la plus impactant sur le potentiel agricole dans la zone d'étude avec un empiètement sur 19,5 Ha de PPI, 46 Ha d'arboriculture sec résistance à haute et très haute valeur et 48 Ha de grandes cultures à haute et très haute valeur ; ▪ Empiètement sur 27,2 ha environ de zones forestières dont 6,2 ha d'importance élevée ; ▪ Variante la plus impactant sur les établissements humains avec environ 55 habitations incluses dans une zone tampon de 200m. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variante la plus favorable en géométrie plane (indice sinuosité = 1,046) et en relief (zone de pente >15% = 0,8%); ▪ 0,8 Km plus longue que la variante 3 de base (+2,3%); ▪ Moins avantageuse que les 2 autres variante en matière de connexion au réseau régional et desserte des grandes agglomérations (position médiane); ▪ Risque moyen de pollution des eaux de surface pour proximité de la retenue de barrage Siliana I programmé (3 Km environ) ; ▪ Variante la moins chère en coût de construction (variante de base) ; ▪ Variante la moins chère en coût de libération des sols (variante de base) ; ▪ Variante la moins impactant sur le potentiel agricole dans la zone d'étude : Pas d'empiètement sur les PPI, 25,5 Ha d'arboriculture sec résistance à haute et très haute valeur empiétés et 26 Hade grandes cultures à haute et très haute valeur empiétés ; ▪ Variante la plus impactant sur les zones forestières avec un empiètement sur 32 ha d'importance élevée ; ▪ Impact sur environ 25 habitations incluses dans une zone tampon de 200m. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Légèrement moins avantageuse que la variante 2 de base en géométrie plane (indice de sinuosité = 1,062) et en relief (zones de pente >15% = 1,3%) ; ▪ Variante la plus courte en linéaire 35,2 Km (variante de base) ; ▪ Moins avantageuse que la variante 1 de base en connexion au réseau régional et desserte des grandes agglomérations (plus éloignée de Testour et Tébourouk, mais plus rapprochée de Laâroussa et Gaâfour) ; ▪ Risque élevé de pollution des eaux de surface pour proximité de la retenue de barrage Siliana I programmé (1 Km environ) ; ▪ Légèrement plus coûteuse que la variante 2 de base (+1%) ; ▪ Plus chère que la variante 2 de base en coût de libération des sols (+17%) ; ▪ Pas d'empiètement sur les PPI, 28,5 Ha d'arboriculture sec résistance à haute et très haute valeur empiétés et 42,5 Hade grandes cultures à haute et très haute valeur empiétés ; ▪ Variante la moins impactant sur les zones forestières avec un empiètement sur 10ha environ ; ▪ Impact sur environ 25 habitations incluses dans une zone tampon de 200m.
Section B-C-D	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Moins avantageuse que la variante 3 de base en géométrie plane (indice de sinuosité = 1,082) et en relief (zones de pente >15% = 0,8%) ; ▪ Variante la plus courte en linéaire 74,9 Km (variante de base) ; ▪ Moins avantageuse que la variante 3 de base en connexion au réseau régional et desserte des grandes agglomérations (plus éloignée de Siliana et Sidi Bourouis, mais plus rapprochée du Krib) ; ▪ Risque moyen de pollution des eaux de surface pour proximité de la retenue de barrage Tessa programmé (5 Km environ) ; ▪ Variante la plus chère en coût de construction (+5,2% que la variante 3 de base) ; ▪ Plus chère que la variante 3 de base en coût de libération des sols (+15% que la variante 3 de base) ; ▪ Variante la plus impactant sur le potentiel agricole dans la zone d'étude avec un empiètement sur 30,5 Ha de PPI et PIF, 133,5 Ha d'arboriculture sec résistance à haute et très haute valeur et 184 Ha de grandes cultures à haute et très haute valeur ; ▪ Variante la plus impactant sur les zones forestières avec un empiètement sur 15 ha environ ; ▪ Variante la plus impactant sur les établissements humains avec environ 90 habitations incluses dans une zone tampon de 200m. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variante la moins avantageuse en géométrie plane (indice de sinuosité = 1,13) et en relief (zones de pente >15% = 0,5%) ; ▪ Variante la plus longue en linéaire (78,3 Km) soit 3,4Km plus longue que la variante 3 de base (+4,5%) ; ▪ Moins avantageuse que la variante 3 de base en connexion au réseau régional et desserte des grandes agglomérations (plus éloignée de Siliana et Sidi Bourouis, mais plus rapprochée du Krib) ; ▪ Risque moyen de pollution des eaux de surface pour proximité de la retenue de barrage Tessa programmé (5 Km environ) ; ▪ Légèrement plus coûteuse que la variante 3 de base (+0,5%) ; ▪ Variante la plus chère en coût de libération des sols (+27% que la variante 2 de base) ; ▪ Moins impactant que la variante 1 sur le potentiel agricole dans la zone d'étude avec un empiètement sur 10,7 Ha de PPI, 133 Ha d'arboriculture sec résistance à haute et très haute valeur et 169,5 Ha de grandes cultures à haute et très haute valeur ; ▪ Variante la moins impactant sur les zones forestières avec un empiètement sur 1,5ha environ ; ▪ Impact sur environ 45 habitations incluses dans une zone tampon de 200m. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variante la plus favorable en géométrie plane (indice sinuosité = 1,069) et en relief (zone de pente >15% = 0,1%) ; ▪ 2,7 Km plus longue que la variante 1 de base (+4%) ; ▪ Variante la plus avantageuse du point de vue connexion au réseau régional et desserte des grandes agglomérations (Siliana et Sidi Bourouis) ; ▪ Risque moyen de pollution des eaux de surface pour proximité de la retenue de barrage Tessa programmé (3 Km environ) ; ▪ Variante la moins chère en coût de construction (variante de base) ; ▪ Variante la moins chère en coût de libération des sols (variante de base) ; ▪ Variante la moins impactant sur le potentiel agricole dans la zone d'étude : Pas d'empiètement sur les PPI, 97,5 Ha d'arboriculture sec résistance à haute et très haute valeur empiétés et 98 Hade grandes cultures à haute et très haute valeur empiétés ; ▪ Empiètement sur 2 ha environ de zones forestières ; ▪ Variante la moins impactant sur les établissements humains avec environ 32 habitations incluses dans une zone tampon de 200m.

4.2 Pondération accordée aux critères

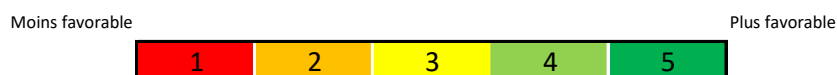
La pondération proposée pour les différents critères et sous critères de comparaison est présentée dans le tableau récapitulatif ci-contre :

Critères et sous-critères	Poids accordés aux sous-critères	Poids accordés aux critères globaux
Critères Techniques	100%	20%
<i>Confort et sécurité</i>	70%	14,0%
<i>Longueur</i>	20%	4,0%
<i>Connexion réseau régional- Desserte</i>	10%	2,0%
Critères économiques	100%	45%
<i>Coût des travaux</i>	60%	27,0%
<i>Coût de libération des sols</i>	20%	9,0%
<i>Effet sur le potentiel agricole</i>	20%	9,0%
Critères environnementaux et sociaux	100%	35%
<i>Effets sur les ressources naturelles</i>	40%	14,0%
<i>Impact sur la qualité de la vie et la perception humaine (*)</i>	30%	10,5%
<i>Effets sur le patrimoine culturel et historique</i>	20%	7,0%
<i>Pertes immobilières et délocalisation de la population</i>	10%	3,5%
TOTAL		100%

(*): Nuisance sur les établissements humains: bruits, vibrations, pollution atmosphérique, impact paysager...

4.3 Notations des variantes

Le résultat des évaluations des sous-critères est transcrit sur une échelle de couleur de cinq niveaux, du meilleur en vert, au moins bon en rouge. Les notes correspondantes sont ensuite reportées dans le tableau.



4.3.1 Dans la section A-B

Le tableau ci-après récapitule la notation des différentes variantes dans la section A-B, ainsi que le classement qui en résulte, et ce pour les coefficients de pondération considérés comme Option de base.

Notation des variantes	Section A-B		
	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Critères / Sous-critères			
Longueur (Km)	37,2	36,0	35,2
Techniques			
Confort et sécurité	2	5	4
Longueur	3	4	5
Connexion au réseau régional-Desserte	5	4	3
Economiques			
Coût des travaux	3	5	4
Coût de libération des sols	1	5	3

Effet sur le potentiel agricole	1	5	3
Environnementaux et sociaux			
Effets sur les ressources naturelles	1	3	3
Impact sur la qualité de la vie et la perception humaine	2	4	4
Effets sur le patrimoine culturel et historique	3	4	4
Pertes immobilières et délocalisation de la population	3	4	4
NOTE TOTALE	43,1	89	74
RANG	3	1	2

De cette notation, il ressort que la variante 2 est la mieux classée au vue des critères et des poids considérés pour les différents critères et sous critères. La variante 3 est classée en deuxième rang et reste comparable à la variante 2. La variante 1 est classée largement derrière

4.3.2 Dans la section B-C-D

La même démarche permet d'établir la notation des variantes dans la section B-C-D et de ressortir le classement qui en résulte et qui est représenté dans le tableau suivant :

Notation des variantes Critères / Sous-critères	Section B-C-D		
	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Longueur (Km)	74,9	78,3	77,6
Techniques			
Confort et sécurité	2	1	5
Longueur	5	4	4
Connexion au réseau régional-Desserte	4	4	5
Economiques			
Coût des travaux	4	4	5
Coût de libération des sols	3	2	5
Effet sur le potentiel agricole	2	3	5
Environnementaux et sociaux			
Effets sur les ressources naturelles	3	3	3
Impact sur la qualité de la vie et la perception humaine	1	4	3
Effets sur le patrimoine culturel et historique	2	4	5
Pertes immobilières et délocalisation de la population	3	3	4
NOTE TOTALE	57,2	62,7	88,7
RANG	3	2	1

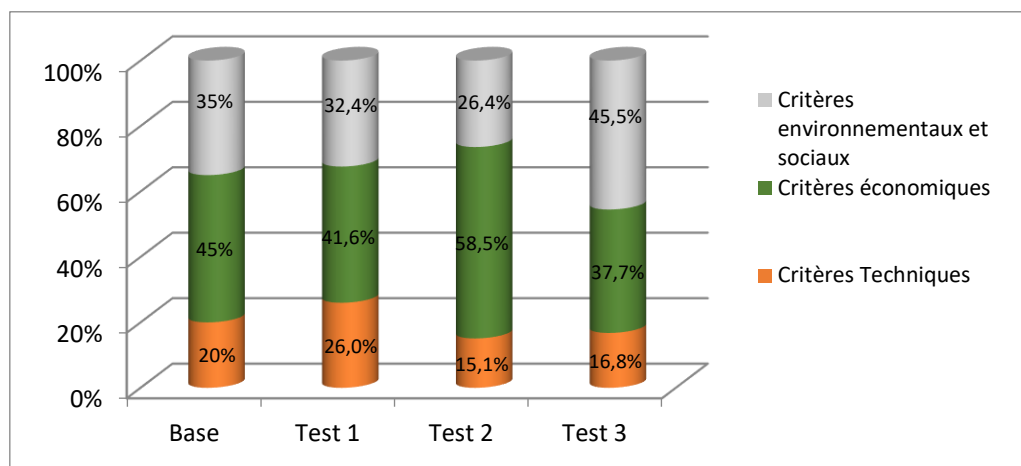
Les résultats de la comparaison des variantes dans cette section donnent la variante 3 comme la plus avantageuse au regard des critères et des poids pondérations considérés. La variante 2 et la variante 1 sont classées respectivement en deuxième et en troisième rang largement derrière.

4.4 Tests de sensibilité

Nous avons testé la sensibilité de ces comparaisons multicritères pour se faire une idée de la stabilité des variantes les mieux classées au cas où on changerait la pondération entre les différents critères. Les hypothèses retenues pour ces tests sont les suivantes :

- Le premier test est basé sur une augmentation de 30% du poids des critères techniques;
- Le deuxième sur une augmentation de 30% du poids des critères économiques;
- Et le troisième sur une augmentation de 30% du poids des critères environnementaux et sociaux.

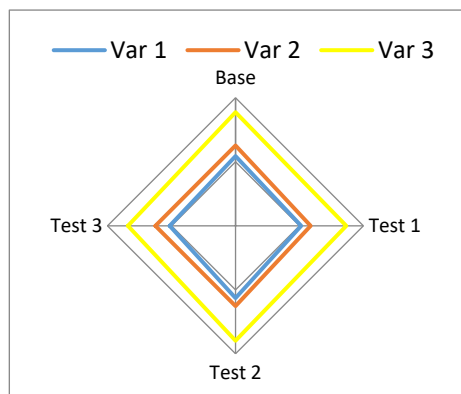
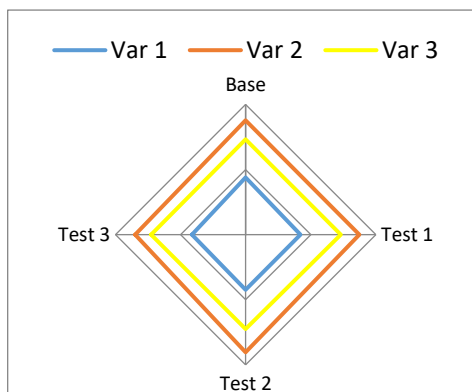
Ces différentes hypothèses sont représentées sur le diagramme ci-contre.



La pondération des sous critères pour chaque test de sensibilité est récapitulée ci-après :

Comparaison multicritères des variantes - Scénario de base et tests de sensibilité					
Critères/Sous-critères	Poids	Base	Test 1	Test 2	Test 3
Critères Techniques	100%	20%	26,0%	15,1%	16,8%
Confort et sécurité	70%	14,0%	18,2%	10,6%	11,7%
Longueur	20%	4,0%	5,2%	3,0%	3,4%
Connexion réseau régional- Desserte	10%	2,0%	2,6%	1,5%	1,7%
Critères économiques	100%	45%	41,6%	58,5%	37,7%
Coût des travaux	60%	27,0%	25,0%	35,1%	22,6%
Coût de libération des sols	20%	9,0%	8,3%	11,7%	7,5%
Effet sur le potentiel agricole	20%	9,0%	8,3%	11,7%	7,5%
Critères environnementaux et sociaux	100%	35%	32,4%	26,4%	45,5%
Effets sur les ressources naturelles	40%	14,0%	13,0%	10,6%	18,2%
Impact sur la qualité de la vie et la perception humaine (*)	30%	10,5%	9,7%	7,9%	13,7%
Effets sur le patrimoine culturel et historique	20%	7,0%	6,5%	5,3%	9,1%
Pertes immobilières et délocalisation de la population	10%	3,5%	3,2%	2,6%	4,6%
TOTAL		100%	100%	100%	100%

Ces différents tests confirment les classements obtenus dans la comparaison selon l'option de base, et ce pour les 2 sections d'analyse, comme le montrent les diagrammes synthétiques ci-après.



5 CONCLUSION

Les études préliminaires, objet du présent rapport concernant la liaison autoroutière de la ville du Kef au réseau autoroutier. Ces études ont pour objet le traitement des données et des contraintes de la zone d'étude, notamment l'environnement physique, naturel, humain et le patrimoine culturel, permettant la hiérarchisation et la synthèse des contraintes et la proposition des variantes envisageables de couloir du projet et par la suite le choix de la variante optimale de couloir à retenir pour la suite des études.

□ **Traitement des données et dégagement des contraintes dans la zone d'étude**

Une base de données géographique a été élaborée pour permettre le traitement des données disponibles et le dégagement des contraintes de la zone d'étude. Cette base a été ensuite exploitée pour produire des cartes thématiques répondant aux besoins de l'étude et récapitulant toutes les données relatives à l'environnement physique, naturel et humain dans la zone: Carte du relief, Carte des pentes, Carte des contraintes géologiques, Carte des ressources en eaux superficielles et souterraines, Carte des réseaux et d'occupation urbaine et des sols, Carte des périmètres irrigués, Carte de vocation agronomique et carte de patrimoine (Voir cartes des contraintes dans le Dossier Cartes et Plans).

La classification des différentes contraintes en contraintes fortes, moyenne et faible a permis par la suite d'effectuer l'analyse et la synthèse de ces contraintes en vue de disposer de cartes de synthèse « tous thèmes confondus » traduisant la sensibilité des territoires vis-à-vis de l'aménagement du projet et de pouvoir proposer des variantes de couloirs de l'autoroute sur cette base.

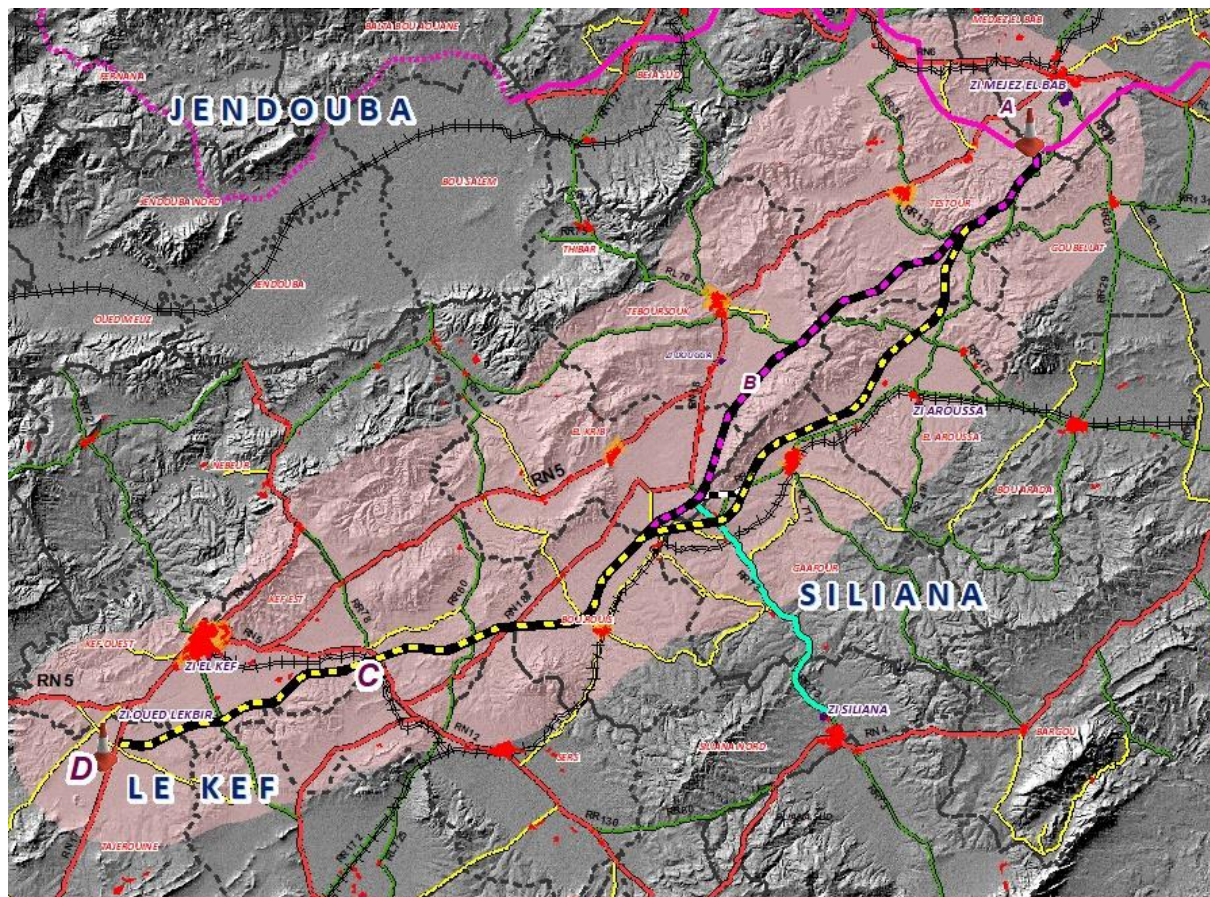
□ **Caractérisation et analyse multicritères des variantes de couloirs**

Trois variantes de couloirs sont proposées en se basant sur la synthèse et la hiérarchisation des contraintes : variante 1 « Nord », variante 2 « Médiane » et variante 3 « Sud ». L'aménagement de la bretelle de liaison de la ville de Siliana au projet de l'autoroute du Kef est proposé sur la RR73 reliant Siliana à Lakhwat, en concertation avec la proposition du SDAD du Gouvernorat de Siliana¹.

La caractérisation des différentes variantes de couloirs par section et leur comparaison sur la base de critères techniques, économiques et environnementaux et sociaux, fait ressortir ce qui suit :

- Dans la section A-B, le couloir Médian (variante 2) apparaît plus avantageux au regard des 3 critères. Le couloir Sud (variante 3), bien que classé en second rang, demeure comparable au couloir Médian et le couloir Nord (variante 1) est à écarter;
- Dans la section B-C-D, le couloir Sud est largement le plus avantageux et le mieux classé que les autres couloirs qui sont à écarter.

¹ : Voir la variante 2 de la bretelle de liaison de Siliana au réseau autoroutier dans le Schéma Directeur d'Aménagement et de Développement du Gouvernorat de Siliana à l'horizon 2030.



Variantes de couloir retenues