



REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTRE DE L'EQUIPEMENT, DE L'HABITAT
ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE
DIRECTION GENERALE DES PONTS ET CHAUSSEES
DIRECTION DES ETUDES TECHNIQUES

ETUDE DE LA ROCADE SUD (OUEST ET EST) DE JENDOUBA (RN17 - RN6 - RN17 - RN6) DANS LE GOUVERNORAT DE JENDOUBA

Etude préliminaire



Rapport de Consultation Publique

TABLE DES REVISIONS

Rapport de Consultation Publique

Indice	Date	Objet de Modification	Vérifié par	Approuvé par
A	14/05/2019	Première Emission	E. Ben Jemia	K. Ben Ayed

Validé par

M. Brahim

Table des matières

INTRODUCTION	9
1. DEROULEMENT DES ETUDES	11
2. RECUEIL DES DONNEES	11
2.1. LETTRES ENVOYEEES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
3. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE	12
4. DESCRIPTION DES VARIANTES DE TRACE	13
4.1. VARIANTE V1N	16
4.2. VARIANTE V2N	18
4.3. VARIANTE V3N	19
4.4. VARIANTE V4N	20
4.5. VARIANTE V5N	21
4.6. VARIANTE V1S	22
4.7. VARIANTE V2S	23
4.8. VARIANTE V3S	24
5. APERÇU GEOLOGIQUE	25
6. APERÇU HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE	26
6.1. GENERALITES	26
6.2. DONNEES CLIMATIQUES ET NATURELLES	26
6.2.1. Température	27
6.2.2. Pluviométrie	27
6.2.3. Contexte géomorphologique	29
6.2.4. Caractères généraux de l'hydrologie des zones traversées et ses conséquences sur les mécanismes des crues	29
6.3. ETUDES HYDRAULIQUES ANTERIEURES ET PROJETS EN COURS	32
6.4. LES GRANDES UNITES HYDROLOGIQUES	32
6.4.1. Unité hydrologique de Medjerda	34
6.4.2. Unité hydrologique de Mellègue	35
6.4.3. Unité hydrologique des écoulements du PPI de Bouherthma 3	35
6.4.4. Unité hydrologique de Bajer	36
6.4.5. Unité hydrologique de Djebel El Hairech	36
6.5. CRUES HISTORIQUES DANS LA ZONE DU PROJET	36
6.5.1. Mars 1973	37
6.5.2. Crue 2000	40
6.5.3. Crue 2003	43

6.6. MECANISMES DES CRUES ET LEURS IMPACTS SUR LES VARIANTES DU TRACE DE LA ROCADE	44
6.6.1. Mécanismes des Crues	44
6.6.2. Impact des crues sur mes variantes du tracé de la rocade	48
7. APERÇU ENVIRONNEMENTAL	50
7.1. DESCRIPTION DE L'ETAT INITIAL DU SITE ET SON ENVIRONNEMENT	50
7.1.1. Environnement naturel	50
• Topographie	50
• Hydrologie	50
• Hydrogéologie	51
• Pédologie	54
• Géologie	54
• Situation foncière et vocation des sols	55
• Sites archéologiques	55
• Qualité de l'air	55
• Bruit et vibrations	55
• Milieu biologique et occupation des sols	55
7.1.2. Environnement socio-économique	59
• Infrastructures de la zone	59
• Activités économiques	60
7.2. RECENSEMENT DES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES DU PROJET	60
8. COUT DES VARIANTES	61
8.1. ESTIMATION DU NIVEAU D'AMENAGEMENT	61
8.2. DESCRIPTION BUDGETAIRE DES VARIANTES	61
8.3. ESTIMATION DES COUTS DES VARIANTES	62
9. ANALYSE MULTICRITERE	63
9.1. PRINCIPE DE L'ANALYSE MULTICRITERE	63
9.2. CRITERES PRINCIPAUX	63
9.2.1. Critères Techniques ("CT")	64
9.2.2. Critères des Impacts Environnementaux et sociaux ("CES")	64
9.2.3. Critère économique	65
9.2.4. Pondération des critères	65
9.3. CRITERES TECHNIQUES	67
9.3.1. Longueur	67
9.3.2. Géométrie	67
9.3.3. Difficulté et répercussion hydrologique et hydraulique	68
9.4. CRITERES DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX	70
9.4.1. Note d'impact environnemental des critères du respect du Patrimoine naturel	70
9.4.2. Note d'impact social des critères d'atteinte aux biens des riverains	72
9.4.3. Analyse multicritère des impacts des variantes sur leur environnement	83

9.5. CRITERE ÉCONOMIQUE	85
9.5.1. Coûts	85
9.5.2. Trafic	85
<u>10. RESULTATS DE L'ANALYSE MULTICRITERE</u>	87
10.1. RESULTATS	87
10.2. CONCLUSION DE L'ANALYSE MULTICRITERE	89

Liste des tableaux

TABLEAU 1: LES LONGUEURS DES VARIANTES	16
TABLEAU 2: HISTORIQUE DES CRUES ENTRE 1907 ET 2015 DANS LES SECTEURS U1+M	37
TABLEAU 3: LES COUTS DE CHAQUE CATEGORIE DE ROUTE	61
TABLEAU 4: LES COUTS TOTAUX POUR CHAQUE VARIANTE	62
TABLEAU 5: REPARTITION PAR GROUPE DE CRITERES	65
TABLEAU 6: REPARTITION DANS CHAQUE GROUPE DE CRITERES	66
TABLEAU 7: LES NOTES ATTRIBUEES POUR LE CRITERE LONGUEUR	67
TABLEAU 8: LES NOTES ATTRIBUEES POUR LE CRITERE GEOMETRIE	67
TABLEAU 9: LES NOTES ATTRIBUEES POUR LE CRITERE DIFFICULTE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE	69
TABLEAU 10: LES NOTES ATTRIBUEES POUR LES CRITERES TECHNIQUES.....	69
TABLEAU 11 : CLASSES DE « PT.PHY » EN CM (CULTURES MARAICHERES) TRAVERSEE PAR LES VARIANTES.....	72
TABLEAU 12 : SURFACE DE POTENTIALITES MARAICHERES IRRIGUEES A EXPROPRIER POUR LES VARIANTES (1000 M ²)	74
TABLEAU 13 : CLASSES DE PTPHY EN ARS POUR DECIDER DU PASSAGE OPTIMAL DES VARIANTES	75
TABLEAU 14 : SURFACE DE POTENTIALITES ARBORICULTURE RUSTIQUE PLUVIALE A EXPROPRIER POUR LES VARIANTES (1000 M ²).....	77
TABLEAU 15 : SURFACE DE POTENTIALITES PPI A EXPROPRIER POUR LES VARIANTES (1000 M ²)	79
TABLEAU 16 : CLASSES D'ATTEINTE AU BATI POUR DECIDER DU PASSAGE DES VARIANTES	80
TABLEAU 17 : NOMBRE DES PARCELLES AFFECTEES PAR LES VARIANTES.....	82
TABLEAU 18 : CLASSES D'ATTEINTE AU NOMBRE DES PARCELLES AFFECTE POUR DECIDER DU PASSAGE DES VARIANTES.....	82
TABLEAU 19 : SURFACE A EXPROPRIER POUR LES VARIANTES.....	83
TABLEAU 20 : NOTATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX NEGATIFS DES VARIANTES	84
TABLEAU 21: LES NOTES ATTRIBUEES POUR LE CRITERE COUT.....	85
TABLEAU 22: LES NOTES ATTRIBUEES POUR LE CRITERE TRAFIC.....	85
TABLEAU 23: LES NOTES ATTRIBUEES POUR LES CRITERES ECONOMIQUES	86
TABLEAU 24: TABLEAU RECAPITULATIF DE L'ANALYSE MULTICRITERE	88
TABLEAU 25: NOTES DES DIFFERENTS CRITERES POUR CHAQUE VARIANTE (NORD)	89
TABLEAU 26: NOTES DES DIFFERENTS CRITERES POUR CHAQUE VARIANTE (SUD).....	90

Liste des figures

FIGURE 1 CARTE GEOGRAPHIQUE DU GOUVERNORAT DE JENDOUBA	12
FIGURE 2: LES VARIANTES DE TRACE.....	14
FIGURE 3: LES CONTRAINTES RENCONTREES.....	15
FIGURE 4: LA VARIANTE DE TRACE V1N.....	16
FIGURE 5: PROXIMITE DE L'AUTOROUTE BOUSSALEM-FRONTIERE ALGERIENNE	17
FIGURE 6: LA VARIANTE DE TRACE V2N.....	18
FIGURE 7: LA VARIANTE DE TRACE V3N.....	19
FIGURE 8: LA VARIANTE DE TRACE V4N.....	20
FIGURE 9: LA VARIANTE DE TRACE V5N.....	21
FIGURE 10: LA VARIANTE DE TRACE V1S	22
FIGURE 11: LA VARIANTE DE TRACE V2S	23
FIGURE 12: LA VARIANTE DE TRACE V3S	24
FIGURE 13: CARTE DE SITUATION DE LA ZONE D'ETUDE PAR RAPPORT AU BASSIN VERSANT DE LA MEDJERDA	26
FIGURE 14: CARTE BIOCLIMATIQUE DE LA ZONE D'ETUDE	27
FIGURE 15: COURBE DE TEMPERATURE DE LA VILLE DE JENDOUBA (CLIMATE-DATA.ORG, 2017)	27
FIGURE 16: CARTE DES ISOHYETES DU BASSIN DE MEDJERDA (PRECIPITATIONS ANNUELLES MOYENNES 1949-2006)	28
FIGURE 17: PLUIES MENSUELLES MOYENNES (1961-1990) ET TEMPERATURE MENSUELLE MOYENNE EN 2005	28
FIGURE 18: CARTE DE LA HAUTE VALLEE DE LA MEDJERDA	29
FIGURE 19: CARTE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE.....	30
FIGURE 20: AFFLUENTS SECONDAIRES DU BASSIN VERSANT DE LA MEDJERDA.....	31
FIGURE 21: DELIMITATION DES GRANDES UNITES HYDROLOGIQUES DE LA ZONE D'ETUDE.....	33
FIGURE 22: OUED MEDJERDA ZONE DES MEANDRES ENTRE SIDI MESKINE ET JENDOUBA	34
FIGURE 23: OUED MELLEGUE LIT EN TRESSSES DANS LA PARTIE AMONT ET LIT EN MEANDRE DANS LA PARTIE AVAL.....	35
FIGURE 24: CARTE DES PIEZOMETRES DES NAPPES PHREATIQUES DU GOUVERNORAT DE JENDOUBA (DGRE, 2015).....	36
FIGURE 25: HYDROGRAMMES DE LA CRUE DE MARS 1973	37
FIGURE 26: CARTE D'INONDATION JENDOUBA ET BOU SALEM MARS 1973 SOURCE : BIRH - MINISTERE DE L'AGRICULTURE	38
FIGURE 27: RECONSTITUTION DU CHAMP D'INONDATION DE LA CRUE DE 1973 SOURCE : ARTELIA / SCET -TUNSIIE – 2018	39
FIGURE 28: HYDROGRAMMES DE LA CRUE DE MAI 2000	40
FIGURE 29: CARTE D'INONDATION DE LA CRUE DE MAI 2000 (SOURCE : CRDA JENDOUBA.....	41
FIGURE 30: RECONSTITUTION DU CHAMP D'INONDATION DE LA CRUE DE MELLEGUE 2000 SOURCE : ARTELIA / SCET -TUNSIIE – 2018.....	42
FIGURE 31: HYDROGRAMMES DE LA CRUE DE JANVIER 2003.....	43
FIGURE 32: MODELISATION DE L'ETAT ACTUEL POUR T 100 ANS SOURCE ÉTUDE MARH 2019 PCI U1+M	45
FIGURE 33: SOLUTION DE L'ÉTUDE DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DES ZONES U1+M - MARH 2017	46
FIGURE 34: MODELISATION DE LA SOLUTION DE L'ÉTUDE PCI U1+M 2019 : ETAT ACTUEL POUR T 100 ANS SOURCE ÉTUDE MARH 2019 PCI U1+M	47
FIGURE 35: IMPACT DES MECANISMES DES CRUES SUR LES TRACES DES VARIANTES DE LA ROCADE	49
FIGURE 36: CARTE DE RELIEF DE LA ZONE D'ETUDE (HTTP://FR-CA.TOPOGRAPHIC-MAP.COM/)	50
FIGURE 37: CARTE HYDROLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE.....	51
FIGURE 38: HYDROGEOLOGIE DE LA ZONE D'ETUDE.....	52
FIGURE 39 : LIMITES DES NAPPES D'EAUX PHREATIQUES (A GAUCHE) ET PROFONDES (A DROITE) DANS LE GOUVERNORAT DE JENDOUBA (DGRE, 2005).....	53
FIGURE 40 : SOL BRUNIFIE	54
FIGURE 41 : GEOLOGIE DE LA ZONE D'ETUDE (EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE DE LA TUNISIE 1/500 000)	54
FIGURE 42 : GRANDE CULTURE.....	56
FIGURE 43 : OLIVIERS.....	56
FIGURE 44 : PIN D'ALEP.....	57

FIGURE 45 : FORET.	57
FIGURE 46 : ÉLEVAGES.....	58
FIGURE 47 : MARAICHAGE.	58
FIGURE 48 : LOCALISATION DES INFRASTRUCTURES A LA ZONE D'ETUDE.	59
FIGURE 49: NOTATIONS DES CRITERES.....	63
FIGURE 50: LES PRINCIPAUX CRITERES.....	64
FIGURE 51 : LOCALISATION DES FORETS A LA ZONE D'ETUDE.....	70
FIGURE 52 : TYPE DU PASSAGE DES VARIANTES EN FONCTION DES ZONES HUMIDES ET RETENUE DE BARRAGE.....	71
FIGURE 53 : TYPE DU PASSAGE DES VARIANTES EN FONCTION DES PTPHY EN CM DES ZONES IRRIGUEES.....	73
FIGURE 54 : ATTEINTE DU PASSAGE DES TRACES FERROVIAIRES EN FONCTION DES PTPHY EN ARS HORS ZONES IRRIGUEES.....	76
FIGURE 55 : LOCALISATION DES PPI.....	78
FIGURE 56 : ATTEINTE DU PASSAGE DES VARIANTES AU BATI.....	81
FIGURE 57: LE TRACE DES VARIANTES NORD.....	90
FIGURE 58: LE TRACE DES VARIANTES SUD.....	91
FIGURE 59: LES VARIANTES RETENUES POUR L'APS.....	92

INTRODUCTION

Le réseau routier et d'infrastructures de base constitue en Tunisie un facteur majeur du développement économique du pays vu son apport significatif quant à la promotion du transport inter-régional de passagers et de marchandises.

Dans ce cadre, le ministère de l'Équipement, de l'Habitat et de l'Aménagement du territoire œuvre à réaliser des projets de routes structurantes autour des grandes villes (réparties en 7 lots dans six Gouvernorats), notamment, la ville de Jendouba. Ce projet a été confié par La Direction Générale des Ponts et Chaussées au bureau d'études SCET-TUNISIE.

L'étude a pour objet la réalisation de l'étude de construction de la rocade Sud (RN17 – RN6 – RN17 – RN6) de Jendouba dans le gouvernorat de Jendouba. L'opération consiste à réaliser une déviation de l'agglomération sous la forme d'une rocade commençant à la RN17 à l'ouest et reliant la RN6 et la RN 17 au sud et la RN6 à l'est.

Le projet a pour but de développer le secteur du transport national afin de faciliter la connexion inter-régionale et consiste à améliorer l'activité économique de la région d'étude et du nord-ouest de la Tunisie, qui est basée essentiellement sur l'activité agricole.

Les principaux bénéfices obtenus par l'aménagement de la rocade Sud permettent de :

- Améliorer le réseau routier national.
- Augmenter les niveaux de sécurité et réduire les accidents.
- Fluidifier la circulation et minimiser les pertes de temps de parcours.
- Contribuer au développement socio-économique des zones desservies.
- L'amélioration de l'environnement du centre de la ville de Jendouba par la réduction des nuisances.
- La participation à l'amélioration de l'aspect urbanistique par la limitation de l'apparition des constructions spontanées dans la périphérie des villes et ce par la mise en place d'une espèce de barrière physique matérialisant la limite des périmètres communaux.

Le développement des études se fait sous la coordination de la Direction Générale des Ponts et Chaussées du Ministère de l'Équipement. Le projet comporte trois phases d'étude :

(1) l'Etude Préliminaire,

(2) d'Avant-Projet Sommaire,

(3) d'Avant-Projet Détaillé et la préparation des dossiers d'appel d'offres pour le lancement de la consultation.

Planning des études

Les dates clés prévisionnelles du projet sont résumées comme suit :

- Remise du Rapport de l'EP (provisoire) le 08 Mai 2019 ;
- Remise du Rapport de l'EP (définitif) le 04 Juin 2019 ;
- Remise du Rapport de l'APS (provisoire) le 06 Novembre 2019 ;

- Remise du Rapport de l'APS (définitif) le 06 Novembre 2019 ;
- Remise du Rapport de l'APD/DAO (provisoire) le 23 Juin 2019 ;
- Remise du Rapport de l'APD/DAO (définitif) le 07 Août 2019.

1. DEROULEMENT DES ETUDES

La phase de l'étude préliminaire du projet a pour objectif d'identifier les couloirs de tracé établis méritant d'être étudiés en Avant-Projet sommaire.

Au titre de cette 1ère phase, le bureau d'études procédera :

- Au rassemblement de la documentation disponible et la collecte des données tout en consultant les administrations, les responsables régionaux et les responsables socio-économiques concernés ;
- La recherche des différentes variantes de couloirs de tracé de la rocade qui se fera sur la base de la cartographie existante compte tenu des différentes contraintes rencontrées et identifiées ;
- La vérification de la faisabilité des variantes, l'appréciation sommaire des principales quantités de travaux qu'elles nécessitent et leurs coûts, et la mise en avant des principaux avantages et inconvénients techniques de chaque variante ;
- L'établissement d'une comparaison multicritère des diverses familles de variantes, une conclusion de l'étude et une proposition des bandes dans lesquelles se poursuivront les études d'APS.

2. RECUEIL DES DONNEES

Le Bureau d'Etudes a envoyé des courriers à toutes les Entités concernées en leur demandant de lui communiquer toutes les informations sur leurs infrastructures existantes et projetées qui peuvent intercepter les tracés élaborés.

Les organismes consultés sont les suivants :

- Ministère de l'Equipement de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire
 - Direction Régionale de l'Equipement de Jendouba
 - Direction d'Hydraulique Urbaine
 - Direction des Carrières et Explosifs
- Ministère de la Culture et de la Sauvegarde du Patrimoine
 - Institut National du Patrimoine
- Ministère de la Défense (courrier transmis par la Direction Générale des Ponts et Chaussées)
- Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche
 - Direction Générale des Ressources en Eau
 - Direction Générale des Barrages et des Grands Travaux Hydrauliques
 - Direction Générale du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux
 - Commissariat Régional au Développement Agricole de Jendouba
 - Agence Foncière Agricole
- Ministère de l'Industrie et des PME
 - Agence Foncière de l'Industrie
 - Agence de Promotion de l'Industrie et de l'Innovation
- SONEDE (Société Nationale de l'Exploitation et Distribution des Eaux)
 - Direction Production - District Ras Tabia

- Direction des Etudes
- District de Jendouba
- STEG (Société Tunisienne de l'Electricité et gaz)
 - Département Equipement Gaz
 - Département Etudes Réseau de Transport
 - Direction de la Gestion des moyens de Transport d'Electricité : DPTE
 - District de Jendouba
- ONAS (Office National d'Assainissement)
 - District de Jendouba
- TUNISIE TELECOM
 - Direction Régionale Jendouba
- SNCFT (Société Nationale des Chemins de Fer Tunisiens)
- SOTRAPIL
- ETAP (Entreprise Tunisienne des Activités Pétrolières)
- BRITISH GAS TUNISIA

3. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE



Figure 1 Carte géographique du Gouvernorat de Jendouba

Le gouvernorat de Jendouba est situé au niveau de la région du nord-ouest de la Tunisie à une distance de 150 Km de la région du Grand Tunis. Le gouvernorat est bordé au Nord par la mer Méditerranée sur un littoral de 25 Km, à l'Est par le gouvernorat de Béja et au Sud par les gouvernorats de Siliana et le Kef avoisinant l'Algérie avec une zone frontalière de 135 Km.

Le gouvernorat est équipé d'un aéroport international, ports de pêche et de plaisance à Tabarka, d'une ligne ferroviaire et d'un réseau routier d'un linéaire d'environ 1200 km consolidé par l'autoroute A3 Tunis-Boussalem. De ce fait, il offre un environnement propice pour l'implantation des unités notamment industrielles et touristiques.

Chef-lieu de gouvernorat, la ville de Jendouba, connue jusqu'à 1966 sous le nom de Souk Al Arbia, est située à 154 kilomètres de la capitale Tunis et à 50 kilomètres de la frontière algéro-tunisienne. La RN17 et la RN6 se croisent à un carrefour giratoire au centre de la ville. La RN17 traverse Tabarka, Ain Drahem et le Kef en passant par Jendouba. La RN6 part de Béja et Bou Salem et arrive à Ghardimaou. La ville occupe le centre d'une plaine fertile s'étendant sur la vallée de la Medjerda.

4. DESCRIPTION DES VARIANTES DE TRACE

À partir de la synthèse des contraintes, différentes options de tracés possibles ont été définies et étudiées. Deux familles de variantes ont fait l'objet de cette étude selon une répartition géographique (de part et d'autre de la RN 17) : cinq variantes se situent au nord de la RN17 et quatre variantes au sud.

Afin d'assurer la continuité de la rocade nord de Jendouba, les variantes proposées partent tant que possible des extrémités de cette rocade.

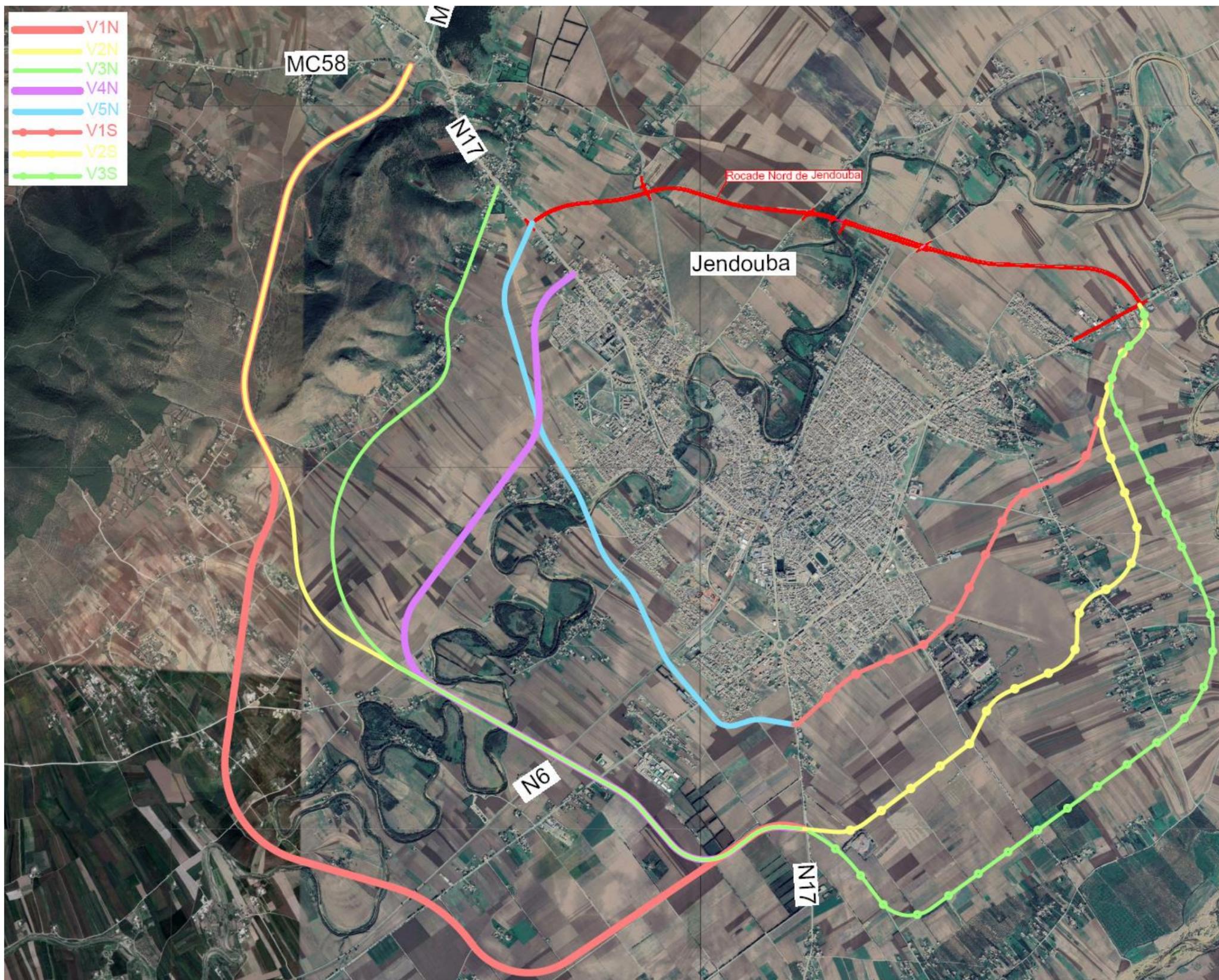
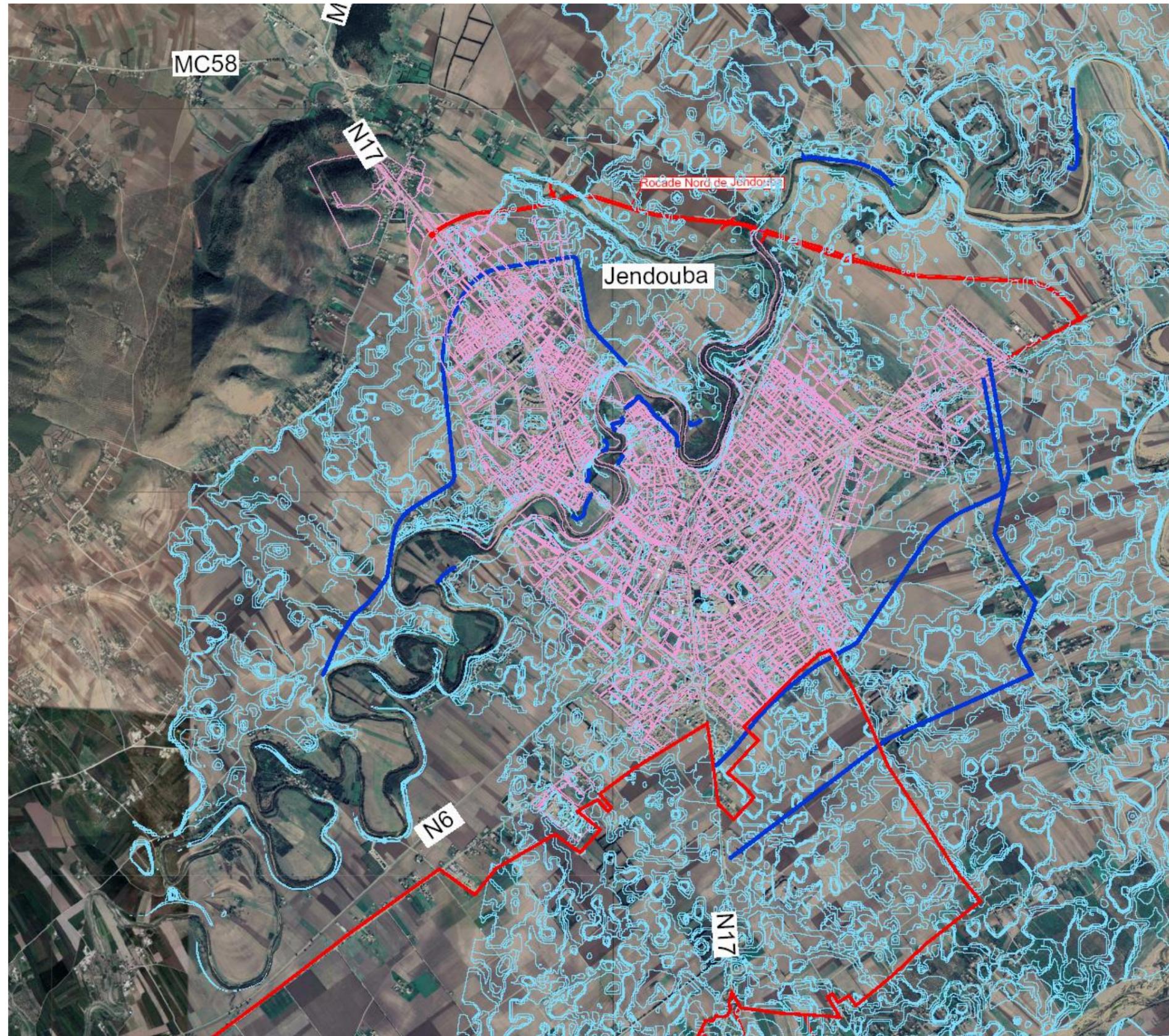


Figure 2: Les variantes de tracé



-  Inondation 73
-  P.A.U Jendouba
-  Périmètres irrigués
-  Digues

Figure 3: Les contraintes rencontrées

Tableau 1: Les longueurs des variantes

	Variantes	Longueurs (m)
Nord de la RN17	V1N	14791
	V2N	11924
	V3N	10272
	V4N	9114
	V5N	6371
Sud de la RN17	V1S	5794
	V2S	7301
	V3S	9269

4.1. Variante V1N

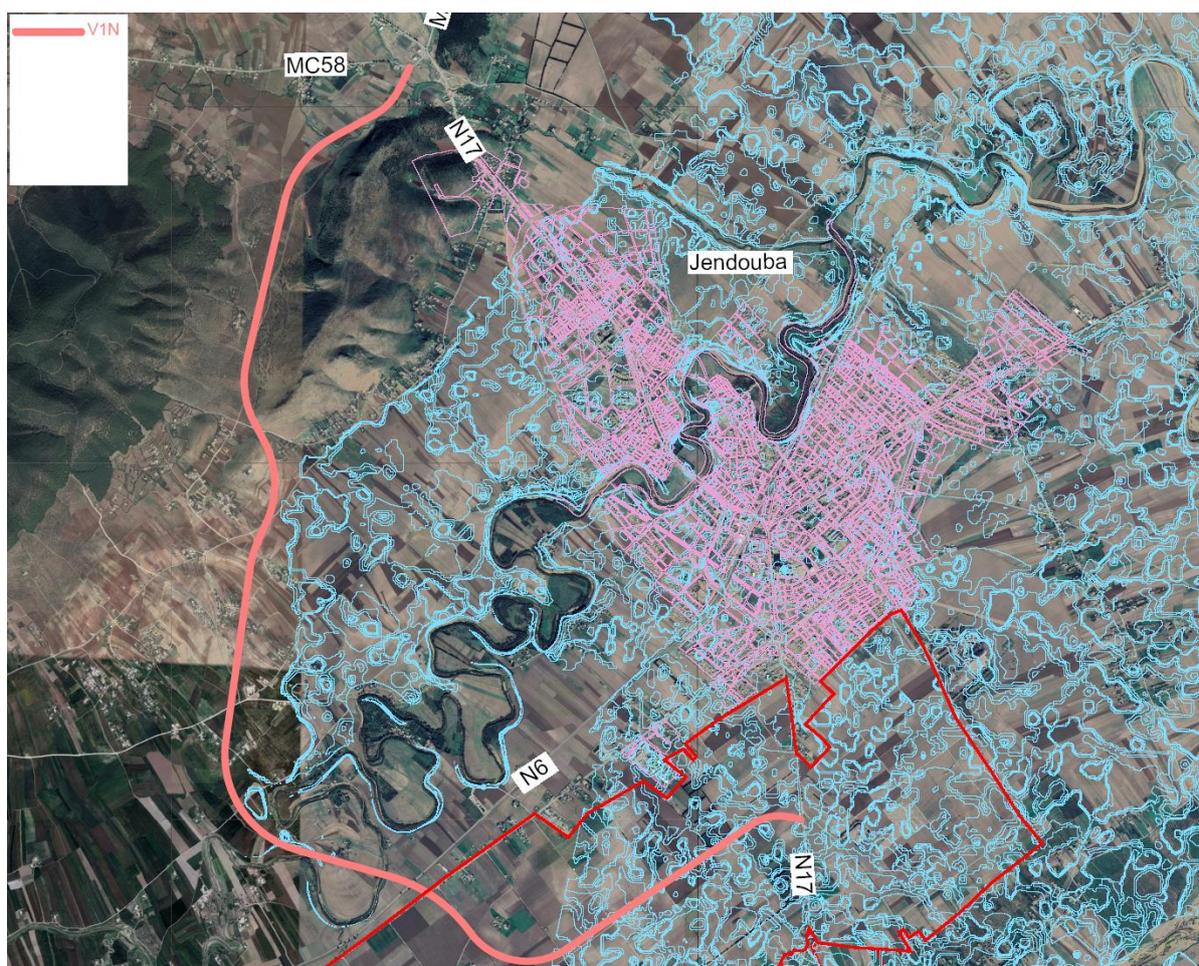


Figure 4: La variante de tracé V1N

D'une longueur totale de 14791 mètres, la variante V1N, part d'un nouveau grand carrefour

giratoire reliant la rocade à la RR59 au Pk 23+659 et à la RN17. Cette variante ainsi que la variante V2N sont à proximité de l'autoroute projetée Boussalem-Frontière Algérienne. Par conséquent, elles peuvent être raccordées directement à l'autoroute via la RR59.

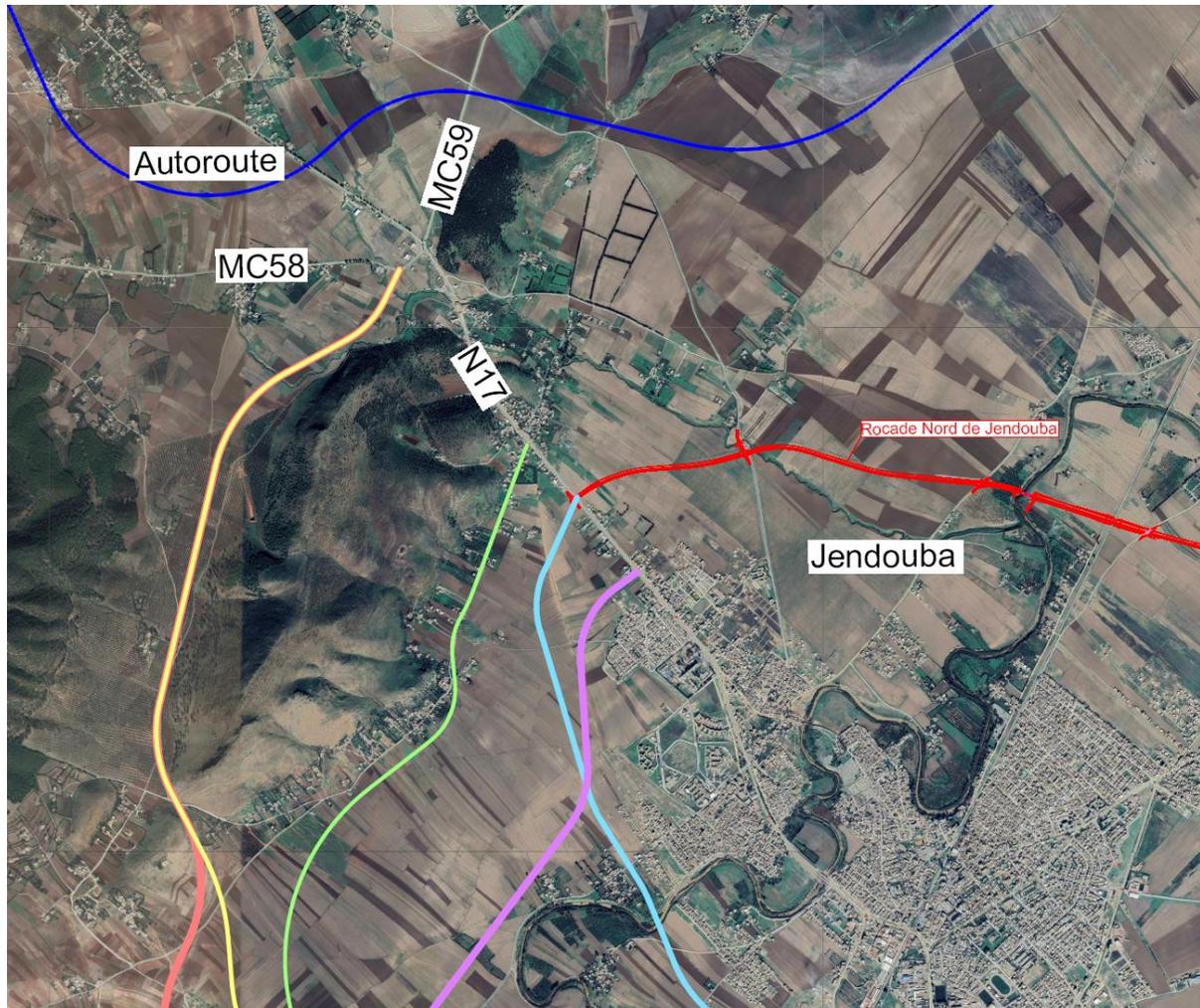


Figure 5: Proximité de l'autoroute Boussalem-Frontière Algérienne

La variante traverse, par la suite, les Oueds Smirine et Bajer en longeant la montagne Kef El Agab. La route évite la zone de tir en respectant la délimitation du domaine militaire. La variante continue son trajet en traversant les champs d'oliviers et empiétant à peu près 1,5 km l'emprise de la piste déjà existante. Elle passe à côté du cimetière et du marabout Si Hamed et évite le champ d'inondation en suivant les points les plus hauts pour atteindre le lit d'oued Medjerda. Elle contourne les habitations au franchissement de la ligne ferroviaire et de la RN6 tout en empiétant les pistes existantes. La variante rejoint la V2N, V3N et V4N au virage qui se trouve avant la décharge publique.

4.2. Variante V2N

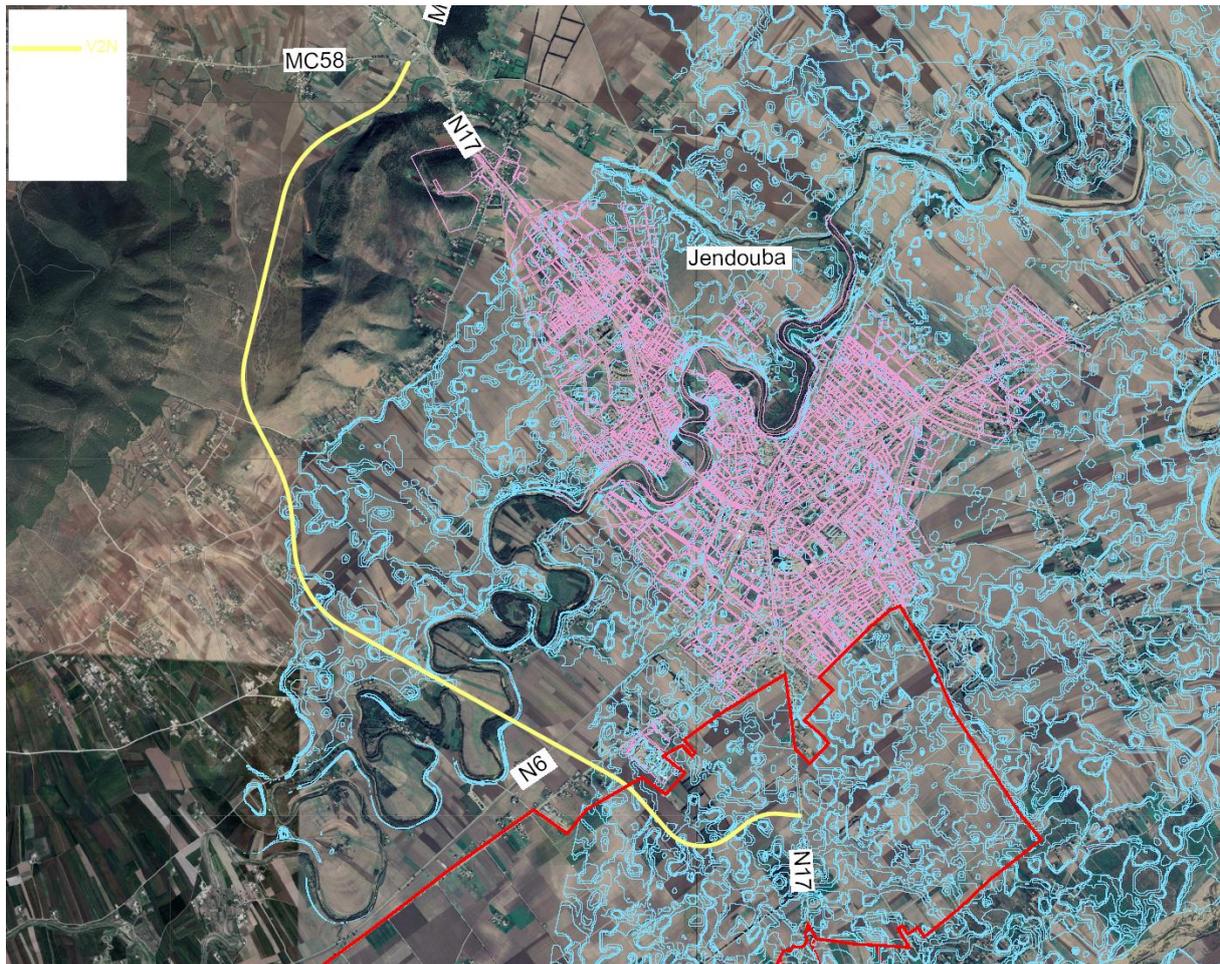


Figure 6: La variante de tracé V2N

La variante V2N suit le trajet de la variante V1N du nouveau carrefour RR59-RN17-Rocade jusqu'à la limite de la montagne Kef El Agab. Elle contourne le cimetière et le marabout Si Hamed et traverse par la suite perpendiculairement le champ d'inondation pour atteindre le lit d'oued Medjerda. Cependant, elle nécessite des terrassements considérables et une traversée du lit d'Oued Medjerda. Les variantes V2N, V3N et V4N se croisent à ce niveau et franchissent la ligne ferroviaire puis la RN6 au Pk 97+072 en évitant le passage près de la centrale électrique pour atteindre la RN17.

4.3. Variante V3N

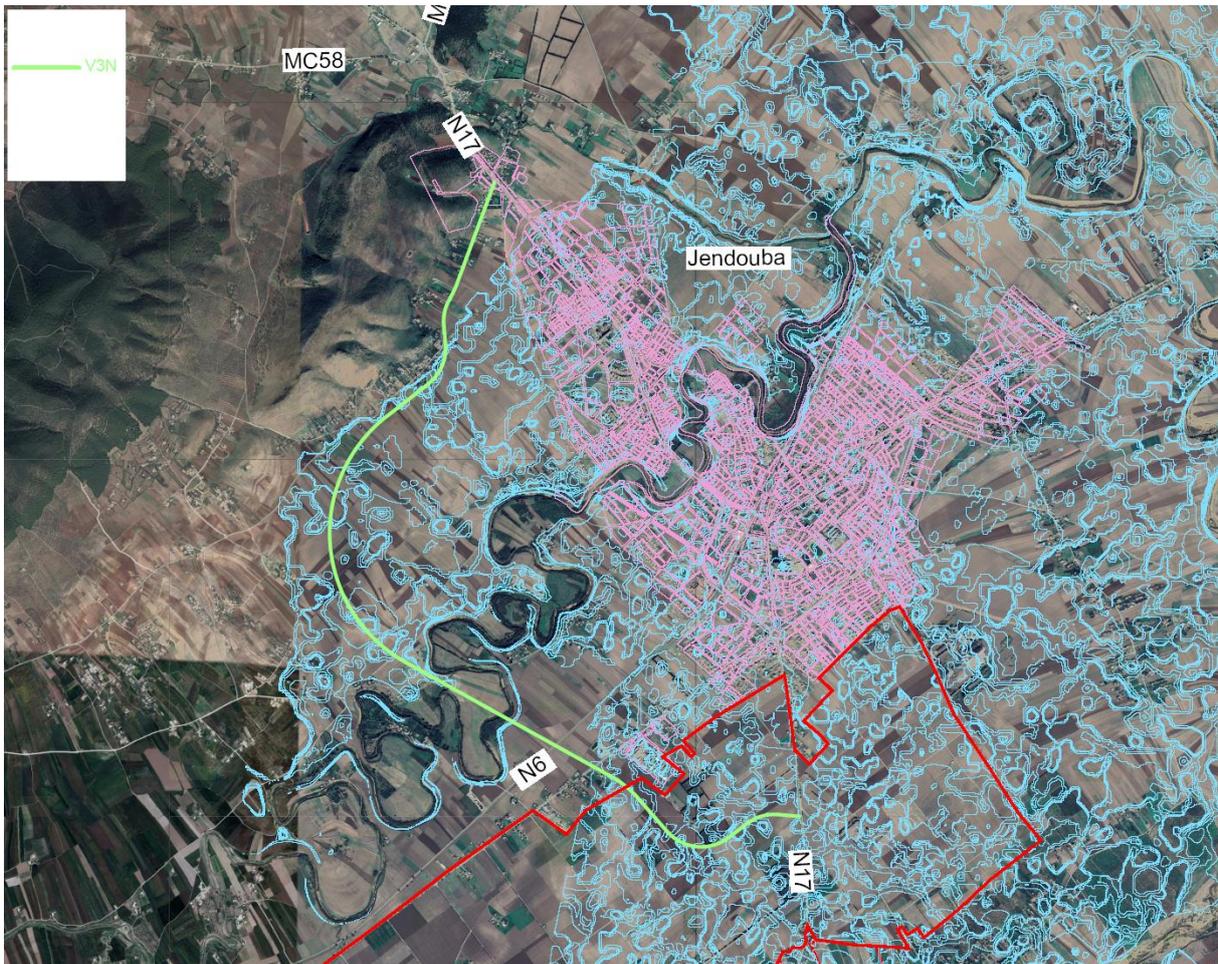


Figure 7: La variante de tracé V3N

Cette variante débute au niveau du carrefour RN17-RL397 et suit la Route Locale sur 1,7 km bordée d'habitations sur les deux côtés en minimisant la destruction de ces constructions et un site archéologique, au lieu-dit Souala. La variante de tracé traverse, ensuite, les parcelles tout en étant dans le champ d'inondation pour rejoindre les variantes V2N et V4N au niveau d'Oued Medjerda jusqu'à la RN17.

4.4. Variante V4N

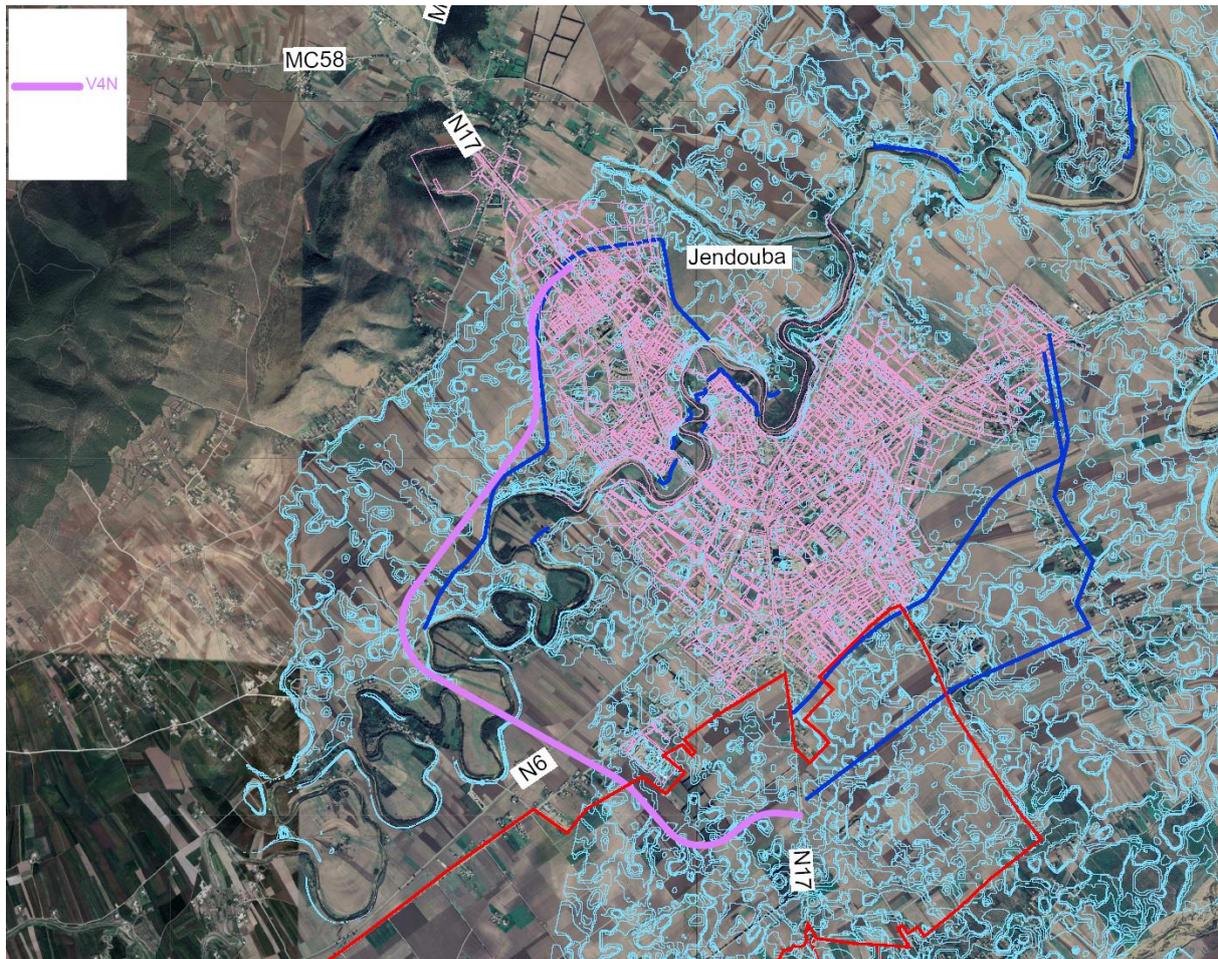


Figure 8: La variante de tracé V4N

La 4^{ème} variante Nord suit le tracé de la digue de protection contre les inondations de la région de Jendouba proposée dans l'étude faite par le même Bureau d'Etudes SCET-Tunisie, afin d'éviter le champ d'inondation. Elle débute de la RN17 au Pk 57+214 au milieu du Plan d'Aménagement Urbain (PAU) et traverse les parcelles pour atteindre Oued Medjerda.

4.5. Variante V5N

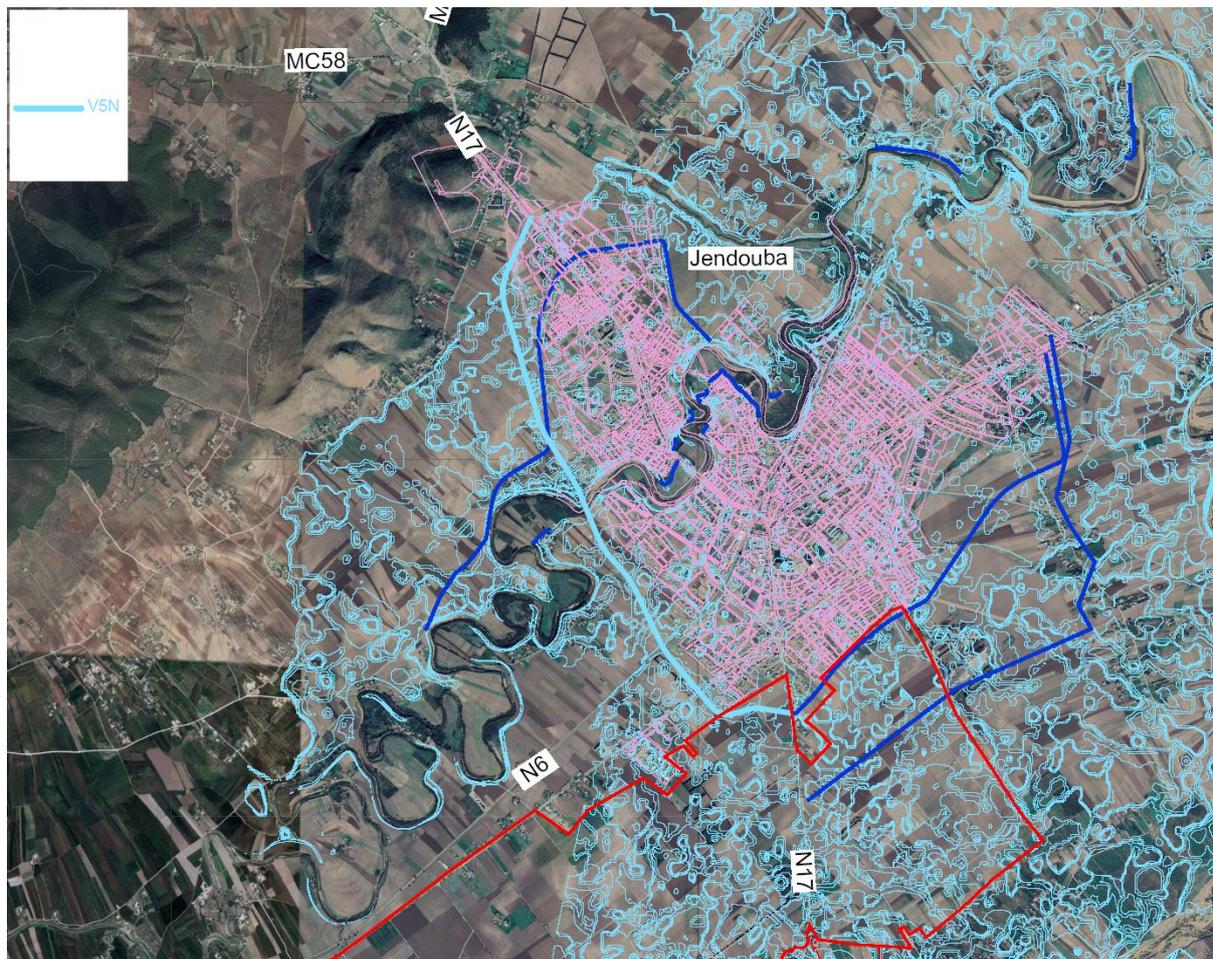


Figure 9: La variante de tracé V5N

Grace à sa proximité du PAU, la variante V5N est l'option la plus courte avec 5360 mètres. Elle a pour origine la sortie de la Rocade Nord au Pk 57+871 de la RN17 et franchit la ligne ferroviaire et la RN6 au Pk 95+807.

4.6. Variante V1S

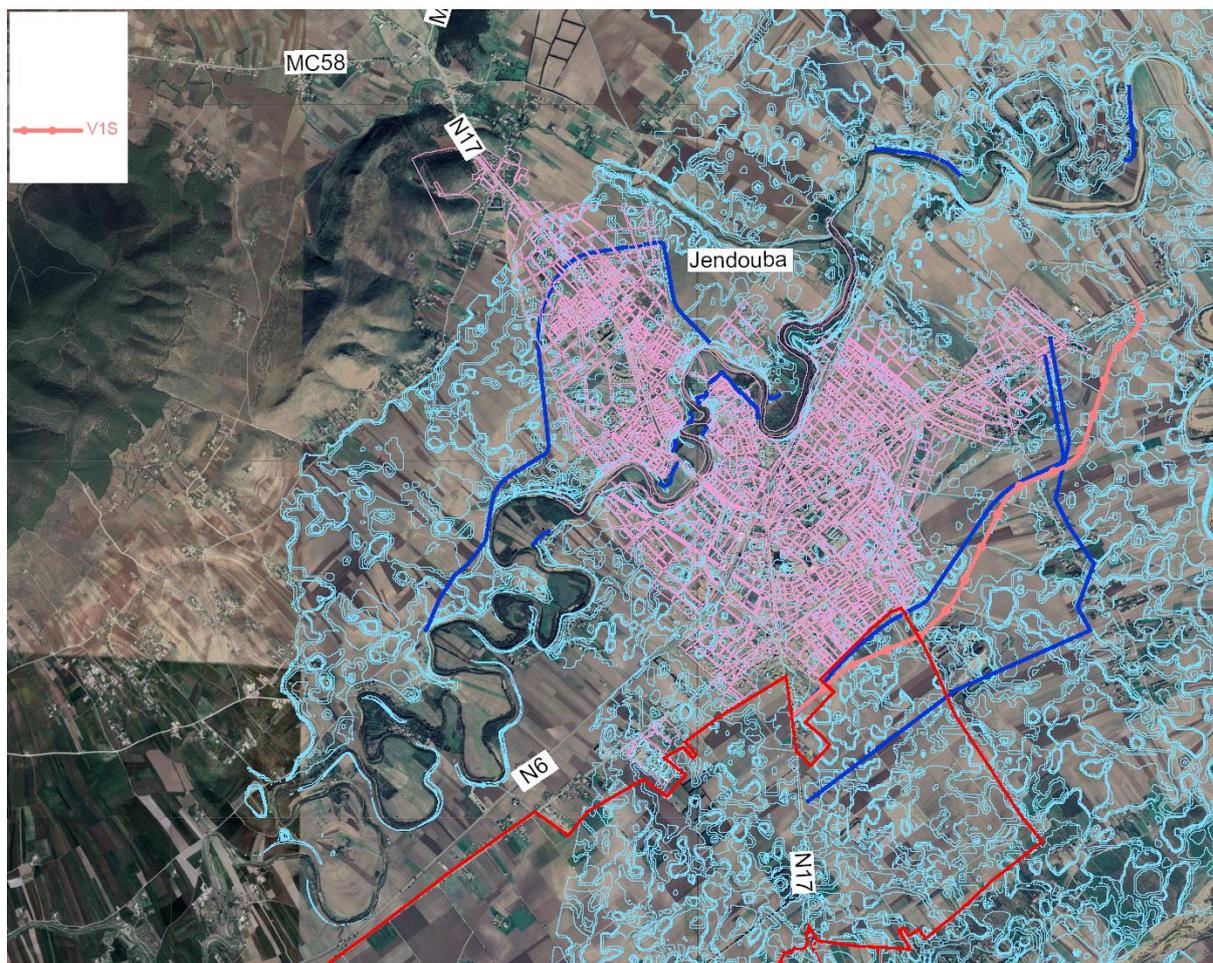


Figure 10: La variante de tracé V1S

La variante V1S est le prolongement de la variante V5N et suit la limite du PAU. Elle longe la 1^{ère} digue sud proposée dans l'étude de protection contre les inondations et évite la caserne militaire.

4.7. Variante V2S

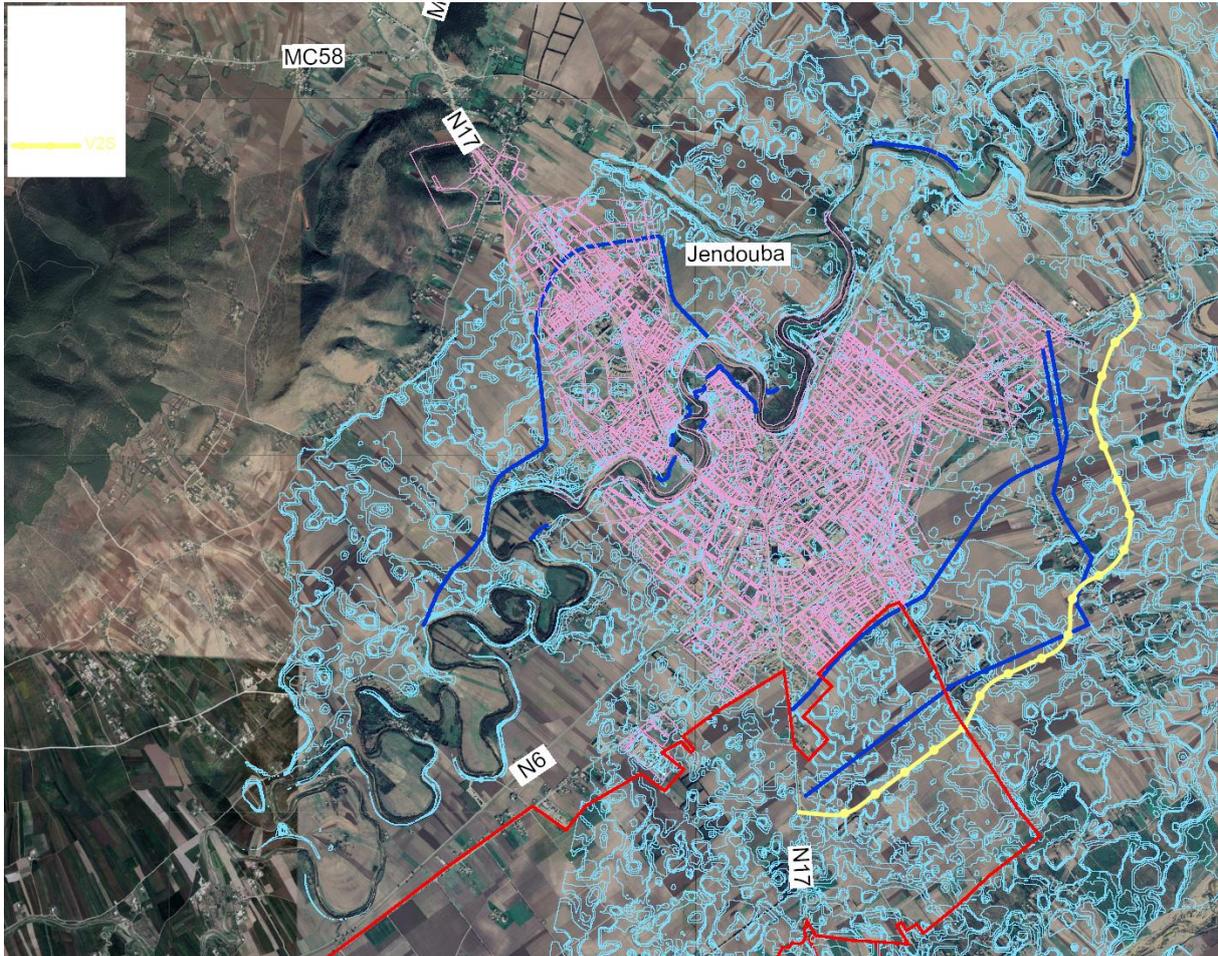


Figure 11: La variante de tracé V2S

Cette variante commence au Pk 64+891 de la RN17 et pénètre dans les Périmètres Publics irrigués (PPI). Elle passe devant la décharge publique en suivant la ligne de la 2^{ème} digue proposée. La variante longe la zone limite de la caserne militaire pour franchir le village de Wseltia en passant à côté du cimetière Bou Thnia.

4.8. Variante V3S

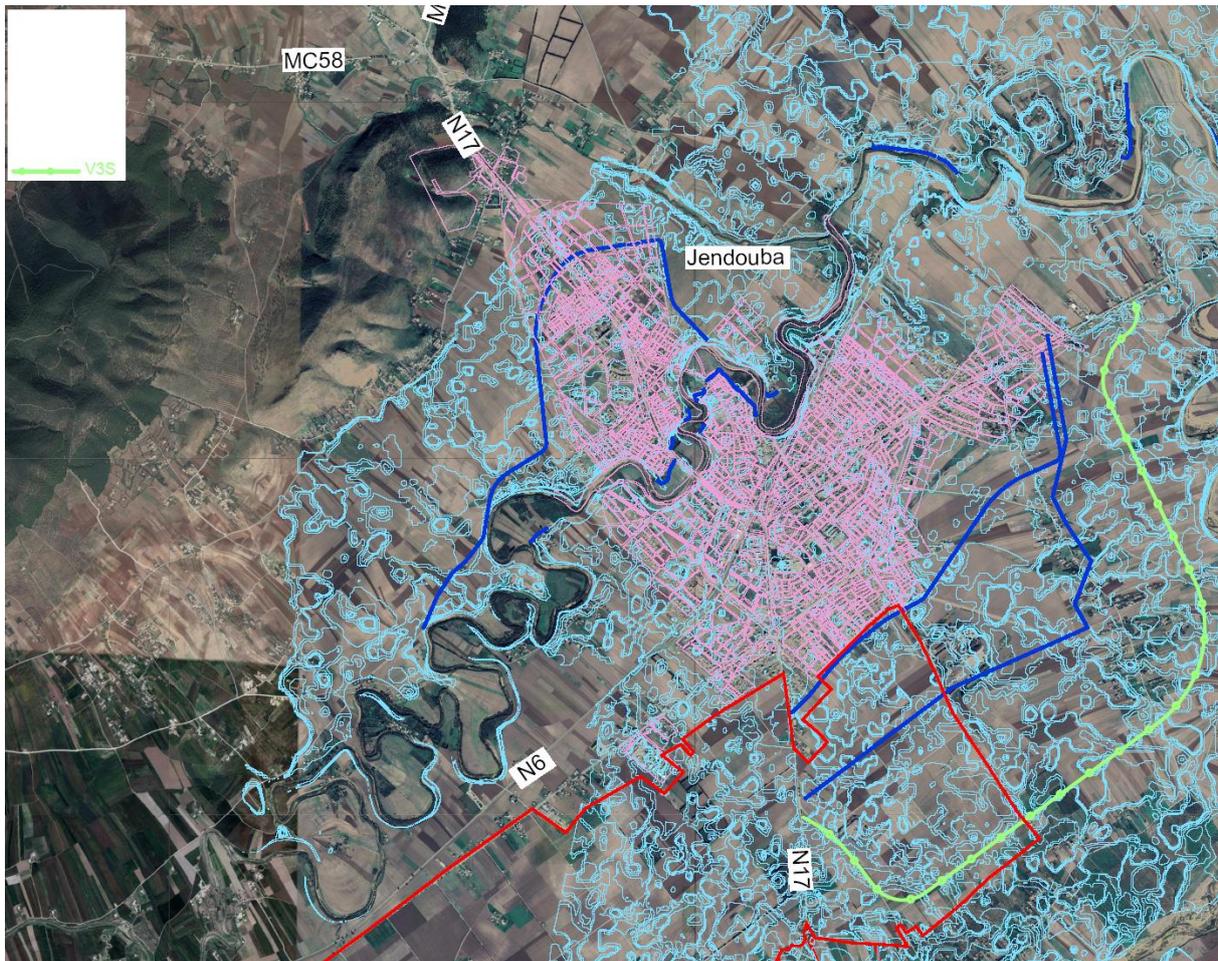


Figure 12: La variante de tracé V3S

La 3^{ème} variante Sud traverse la RN17 au Pk 64+934 et passe à côté de la décharge publique. Par la suite, elle suit un tronçon d'une piste en essayant de réduire les croisements avec le réseau d'irrigation des PPI et contourne le village de Wseltia pour rejoindre les deux autres variantes Sud à l'entrée de la rocade Nord au Pk 89+607 de la RN6.

Les variantes V2S et V3S traversent tout au long de leurs trajets des terrains agricoles. Pour limiter la destruction parcellaire et la rupture de l'entité des exploitations, ces variantes ont été projetées dans les terrains de moindre valeur agricole. En effet, nous avons essayé d'empiéter en premier lieu les emprises des pistes existantes et traverser si nécessaire des terrains de grandes cultures tout en évitant les terrains d'arboricultures fruitières.

5. APERÇU GEOLOGIQUE

Le relief du gouvernorat de Jendouba est caractérisé par la présence d'une succession de crêtes et de sillons, une caractéristique dominante dans les reliefs de Khmir. Cette situation est le résultat de l'érosion différentielle active menée aux alternances de grès et d'argiles du flysch numidien, qui occupe la place la plus importante dans la géologie du gouvernorat. Les crêtes les plus importantes coïncident avec les bancs gréseux les plus épais et les plus résistants. Les vallées sont creusées dans les niveaux argileux. Certains reliefs sont faits de roches calcaires, ils se détachent généralement bien dans le paysage par leur couleur plus claire que celle des massifs gréseux. Les vallées ont été creusées dans les niveaux argileux, certains reliefs sont composés de roches de calcaire, ainsi, au niveau de la plaine de Jendouba-BouSalem, le flysch cède la place à une géologie plus variée mais qui accorde une place importante aux formations calcaires. Au niveau de Jbel Rbia et Jbel Bou Goutrane, ce sont le crétacé et l'éocène qui forment l'ossature des reliefs les plus apparents dans ce paysage.

La zone du projet est géologiquement indiquée par la zone des nappes de glissement de la Tunisie septentrionale, essentiellement représentées par la nappe du flysch numidien superposée à d'autres unités allochtones telliennes d'origine septentrionale moins lointaine qui sont, du haut vers le bas : les unités d'Adissa, Ain Draham, Ed Diss et Kasseb (ROLIVIER, 1977).

Plus particulièrement, et moyennant les cartes géologiques de la zone (à savoir les cartes n°31 et 32), le projet travers plusieurs formations géologiques notamment :

- Les alluvions actuelles (a) : ils sont constitués principalement de limons, sables et galets. Ils sont principalement visibles au niveau de Oued Medjerda ;
- Les éboulis (Aa) – Cône de Déjection : ils sont autour du dôme de l'Hairech ;
- Quaternaire ancien (q¹) : il forme la presque totalité des affleurements de la plaine de Medjerda. C'est une formation très hétérogène avec une dominance particulière d'argile ;
- Trias de l'Hairech (tm) : il forme la totalité du dôme de l'Hairech. C'est une puissante série de schistes et grès sériciteux légèrement métamorphiques ;
- Lias Probable du jurassique inférieur (J) : c'est une série de marbres recristallisés qui entourent la coupole triasique de l'Hairech.

6. APERÇU HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

6.1. Généralités

L'étude hydrologique et hydraulique a pour but d'identifier le réseau hydrographique en rapport avec les tracés des variantes de rocales proposées afin :

- D'optimiser le tracé en terme hydraulique
- De déterminer les débits de crues des différents écoulements pour dimensionner les ouvrages de franchissement, les ouvrages de décharge et le réseau de drainage nécessaires pour évacuer ces débits.

La zone d'étude est située dans le gouvernorat de Jendouba au Nord-Ouest de la Tunisie et elle est dans la zone d'influence de la Haute vallée de la Medjerda.

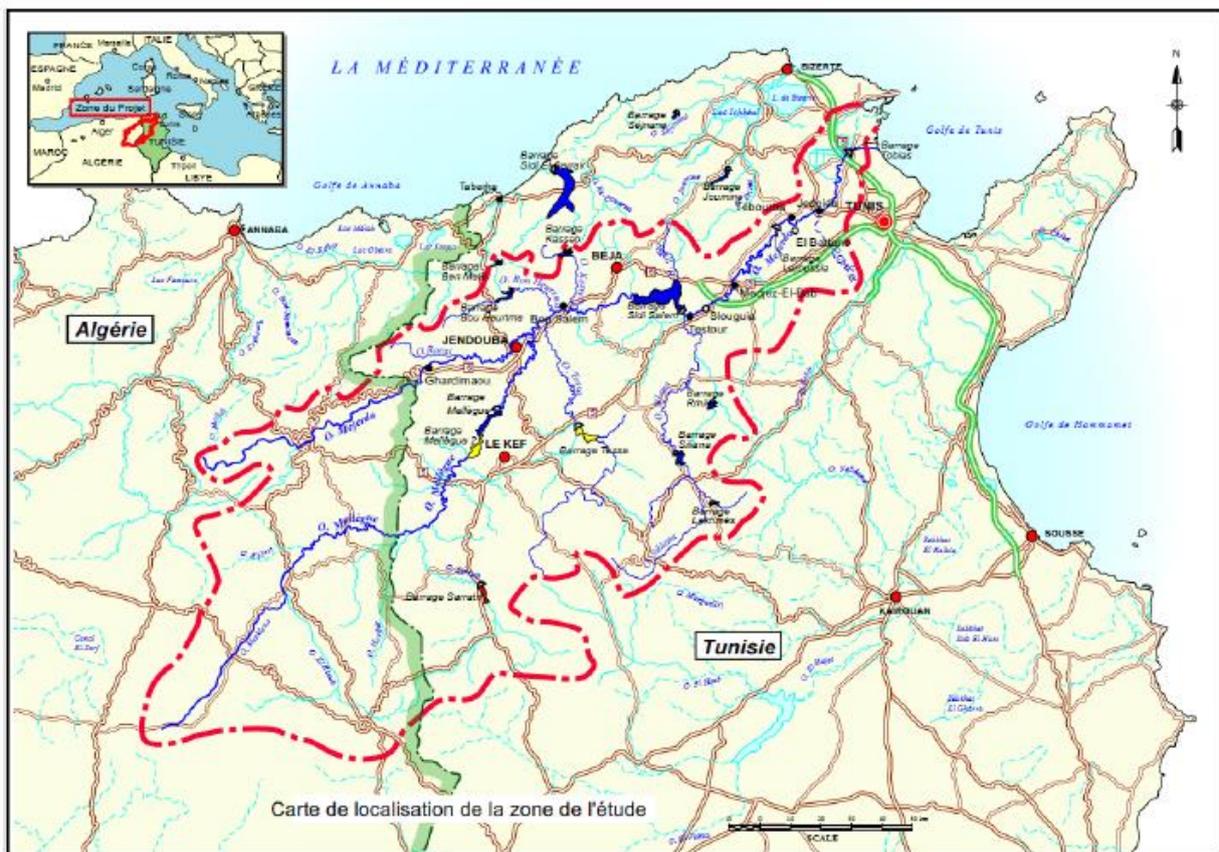


Figure 13: Carte de situation de la zone d'étude par rapport au Bassin versant de la Medjerda

6.2. Données climatiques et naturelles

Le gouvernorat de Jendouba est situé dans l'étage bioclimatique humide à hiver doux. En revanche, les délégations de Oued Miz et de Jendouba Nord appartiennent toutes les deux à l'étage bioclimatique subhumide à hiver tempéré, tandis que la délégation de Jendouba Sud appartient au semi-aride supérieur.

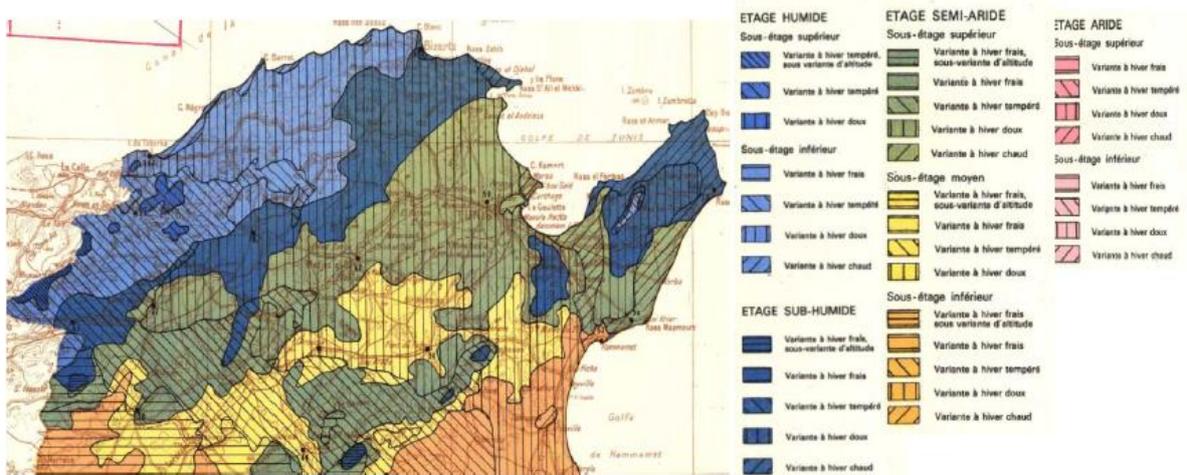


Figure 14: Carte bioclimatique de la zone d'étude

6.2.1. Température

Les valeurs des températures enregistrées reflètent un climat assez rigoureux et difficile. Les températures moyennes ne reflètent pas l'image exacte de la zone. En effet les températures moyennes laissent apparaître un climat méditerranéen. Le mois le plus froid est le mois de Janvier où la température est souvent inférieure à 9°C. Le mois le plus chaud de l'année est celui d'Août avec une température moyenne de 27,9°C.

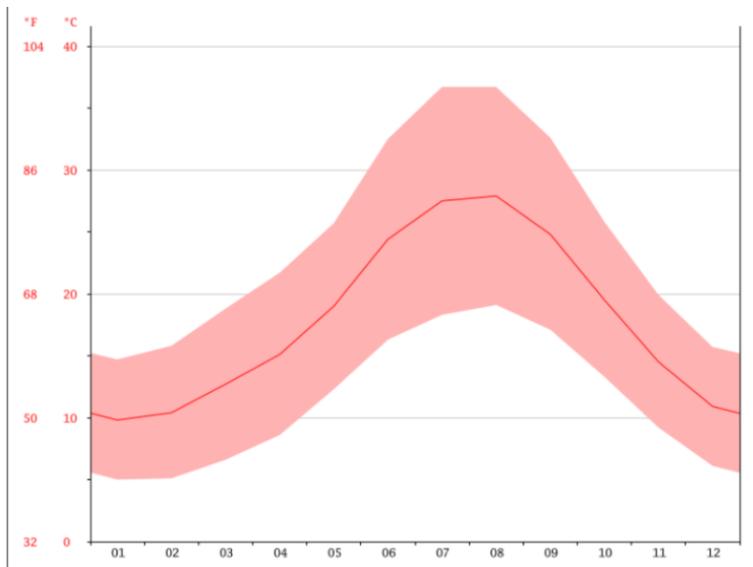


Figure 15: Courbe de Température de la ville de Jendouba (climate-data.org, 2017)

6.2.2. Pluviométrie

L'ensemble du gouvernorat de Jendouba est caractérisé par une pluviométrie importante et tel qu'il est illustré sur la carte des isohyètes, la moyenne des précipitations annuelle dépasse 1000 mm dans le nord-ouest de la zone de l'Etude, alors que la partie sud a une pluviométrie annuelle de moins de 300 mm.

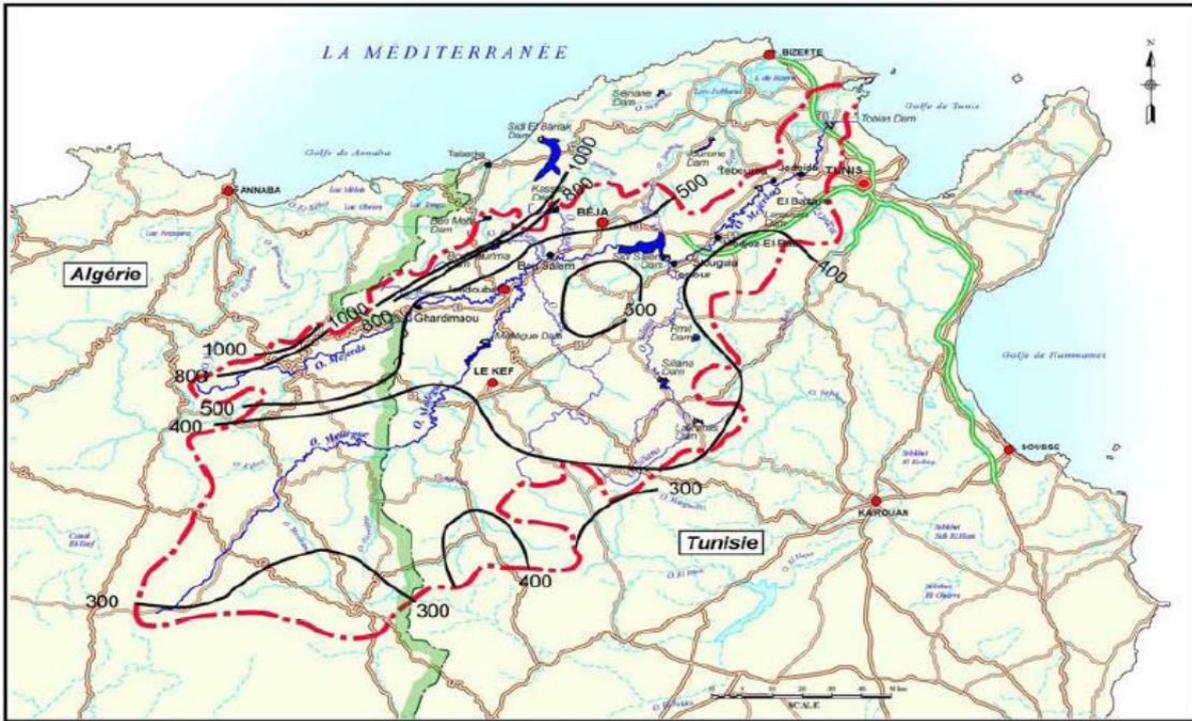


Figure 16: Carte des Isohyètes du bassin de Medjerda (précipitations annuelles moyennes 1949-2006)

Les pluies sont souvent violentes et ont des conséquences importantes voire graves sur le milieu naturel surtout sur les sols puisqu'elles accentuent l'agressivité des écoulements et donc l'érosion hydrique.

L'hiver au gouvernorat de Jendouba a capitalisé près de 45,65% des précipitations, le printemps atteint 34,55%, l'automne 17,3% et l'été, comme partout ailleurs, reste très sec avec 2,6%.

Le graphique suivant illustre la variation saisonnière typique de la température et des précipitations mensuelles de la zone de l'Etude.

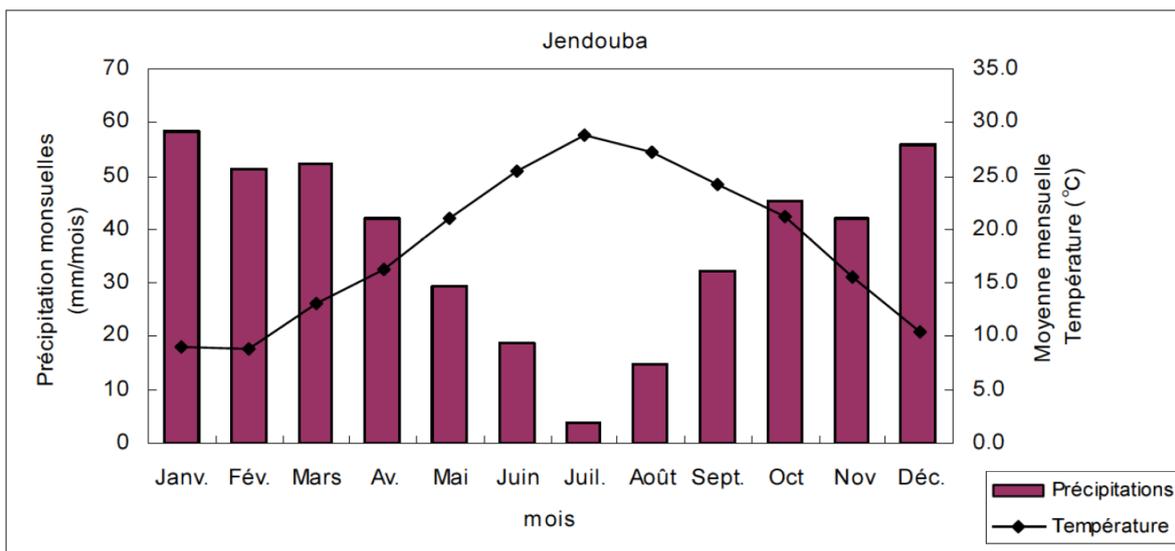


Figure 17: Pluies mensuelles moyennes (1961-1990) et température mensuelle moyenne en 2005

6.2.3. Contexte géomorphologique

Les formes des bassins versants de la Medjerda et de ses affluents ont tendance à s'allonger de l'amont vers l'aval. La forme allongée des bassins n'est pas sans influencer notablement l'allure des hydrogrammes de crue et devrait contribuer aussi bien à l'élargissement de la base des hydrogrammes qu'à une moindre croissance des débits maxima de crue en comparaison de la croissance des superficies des bassins versants.

Quant au relief, par bassin, la zone d'étude se caractérise par un relief fort et par une variation des indices de pente ce qui influence l'intensité de la réaction du bassin versant vis à vis des précipitations.

6.2.4. Caractères généraux de l'hydrologie des zones traversées et ses conséquences sur les mécanismes des crues

La zone d'étude fait partie de la haute vallée la Medjerda, dénommée U1+M par le Plan Directeur du Ministère de l'Agriculture - JICA 2007 qui est située entre la frontière algérienne et la confluence de la Medjerda et de Mellègue, à environ 7 km en aval de la ville de Jendouba.

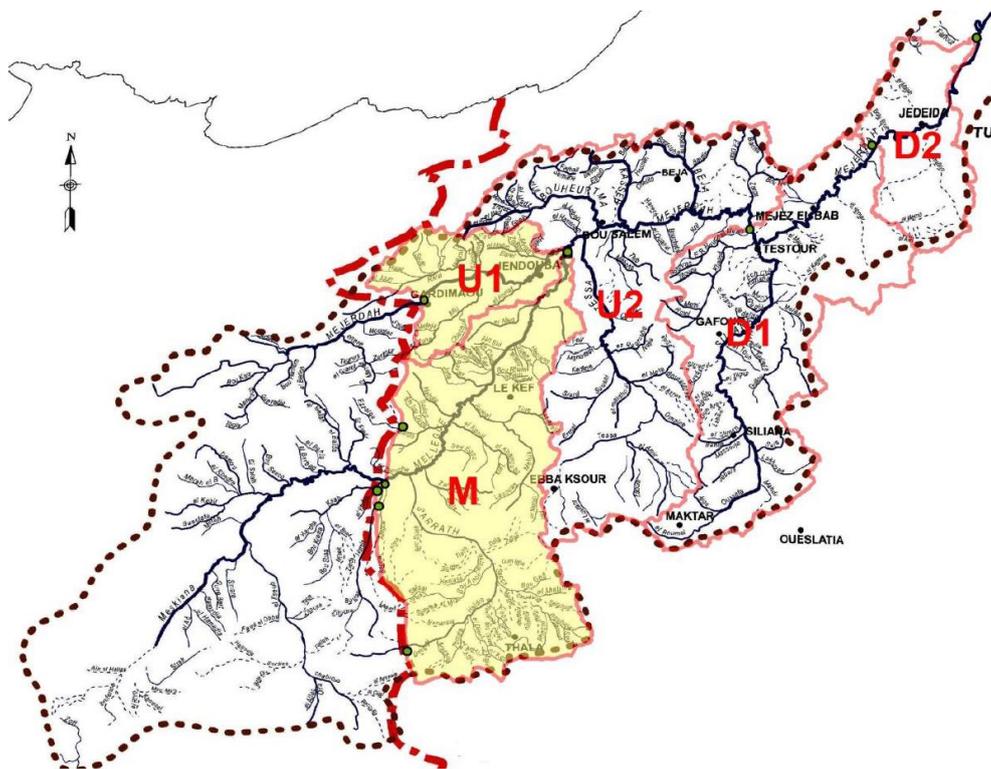


Figure 18: Carte de la Haute vallée de la Medjerda

La carte hydrographique du bassin de la Medjerda révèle bien une extrême et homogène ramification des Oueds, dénotant une certaine maturité du réseau hydrologique général.

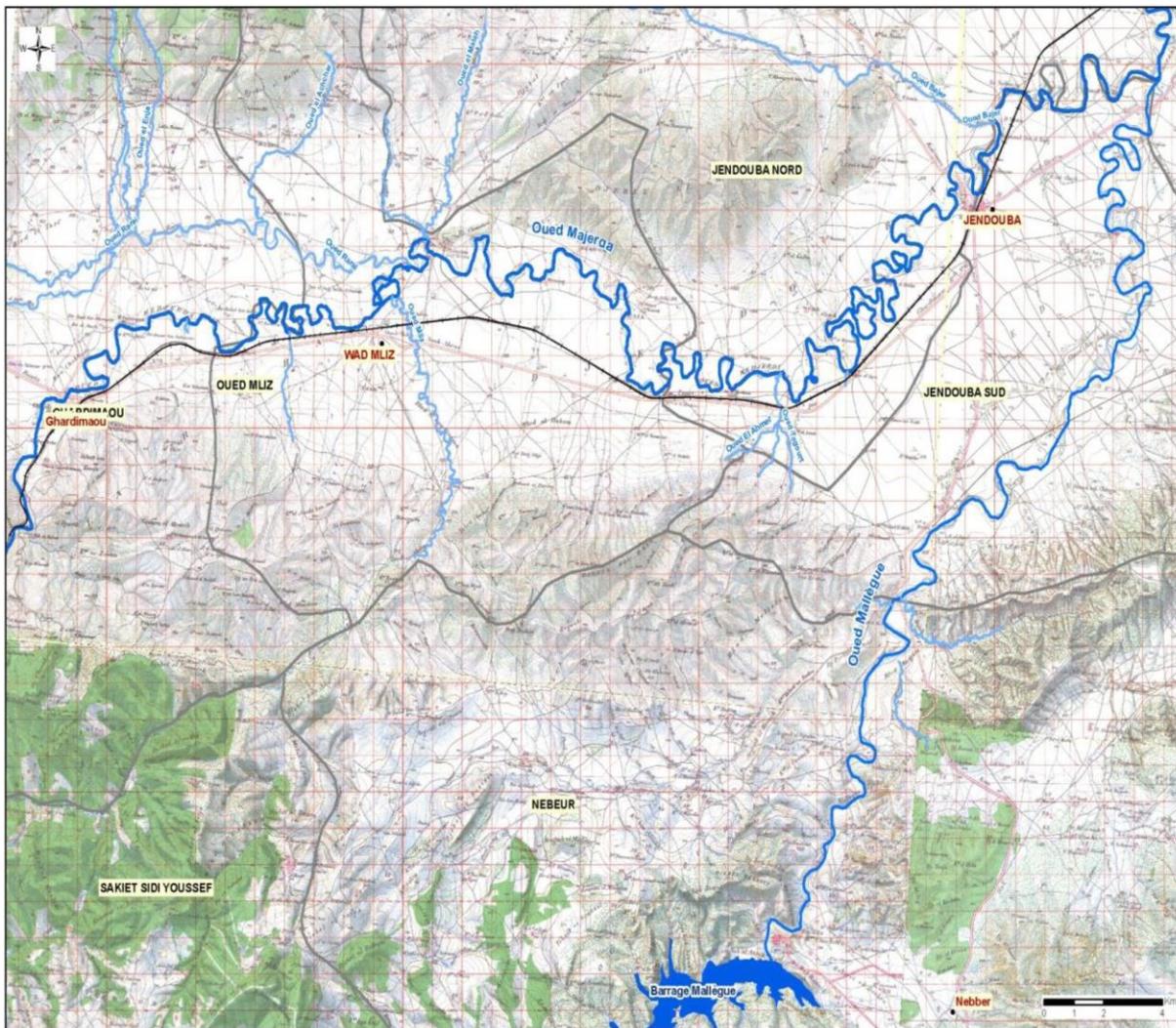


Figure 19: Carte du réseau hydrographique de la zone d'étude

Le réseau hydrographique a pour axe principal d'écoulement : le cours d'eau de la Medjerda.

La Medjerda qui prend sa source en Algérie à partir des nappes Kabyles et des massifs telliens, débouche dans la plaine de Ghardimaou en décrivant plusieurs méandres et conflue avec Rarai, Meliz et Melah. A Jendouba les méandres deviennent plus serrés et la Medjerda conflue avec Mellègue,

Ainsi on constate plusieurs affluents de différents ordres d'importance, d'amont vers l'aval le long de la Medjerda :

- L'oued Rarai avec un bassin versant de 370 km², en rive gauche ;
- L'oued Meliz avec un bassin versant de 235 km², en rive droite ;
- L'oued Al Malah avec un bassin versant de 70 km², en rive gauche, qui débouche en amont immédiat du site archéologique de Chemtou ;
- L'oued Bajer avec un bassin versant de 120 km², en rive gauche, à l'aval de Jendouba ;
- et le plus important affluent l'Oued Mellègue avec un BV de 10 700 km², en rive droite, et dont la confluence forme la limite aval de la zone d'étude.

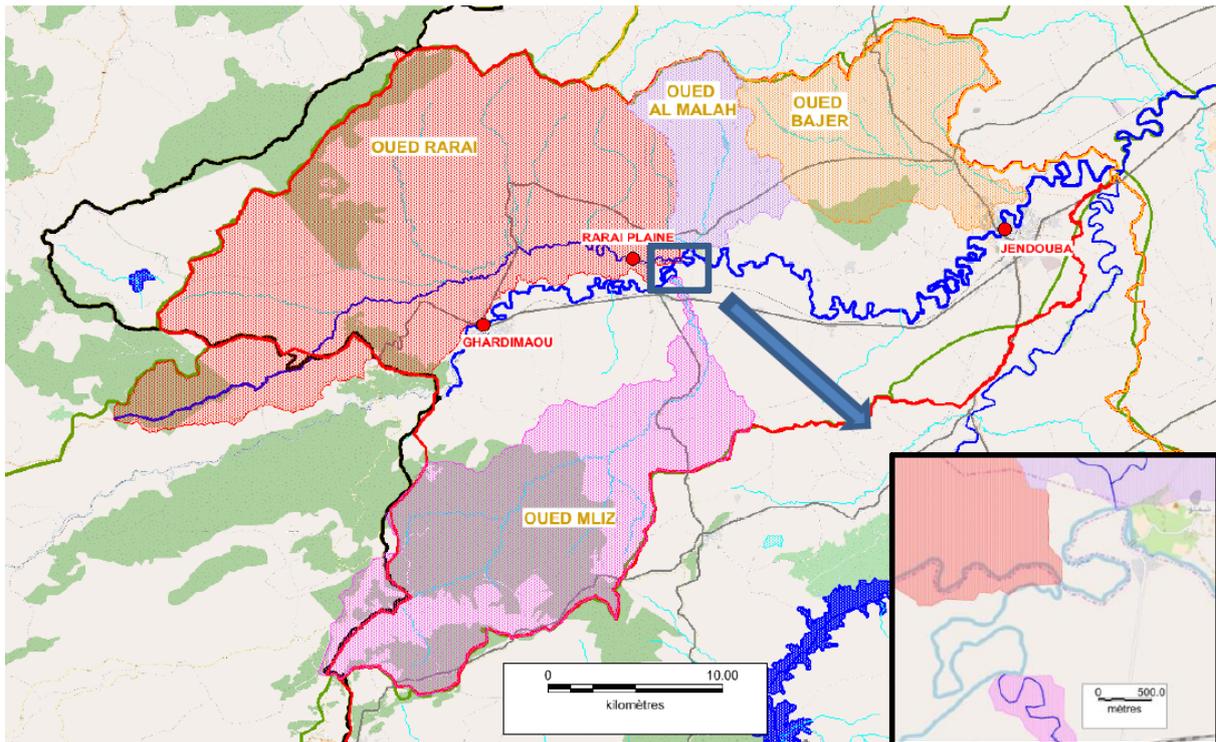


Figure 20: Affluents secondaires du Bassin Versant de la Medjerda

Le contexte climatique, géomorphologique et hydrologique de la zone d'étude se conjuguent pour rendre la haute vallée de la Medjerda et en particulier notre zone d'étude (Jendouba et ses environs) une zone privilégiée pour les débordements de Medjerda et ses affluents. D'une façon générale :

- Les écoulements avec des pointes élevées provenant des affluents de la rive droite sont plus susceptibles d'être observés à l'automne.
- Les grandes crues provenant des affluents de la rive gauche du cours de la Medjerda (à Ghardimaou) ont tendance à être observées de décembre à février.
- En rive droite, de fortes précipitations peuvent se produire tout au long de l'automne et du printemps.
- Les écoulements en provenance de ces affluents de rive droite tendent à induire des hydrogrammes pointus et aigus.
- Pendant l'hiver, de décembre à février/mars, lorsque les précipitations mensuelles ont tendance à être élevées dans la partie nord de la zone d'étude, la partie supérieure de l'oued Medjerda et les affluents au nord (rive gauche) sont susceptibles de provoquer des inondations.
- Des crues générées dans les zones de la rive droite avec une pointe élevée peuvent se produire du printemps (avril à mai) à l'automne (septembre à octobre) en réponse à de fortes précipitations dans ces zones.

Par conséquent, les grandes inondations peuvent se produire sur le bassin de l'oued Medjerda non seulement en hiver lorsque les précipitations mensuelles atteignent leur valeur maximale, mais également pendant les périodes transitoires (automne et printemps).

Le bassin peut être à l'origine de crues dévastatrices, comme celles de 1973 et 2003, lorsque les pics de la Medjerda, des affluents de la rive droite et des précipitations abondantes sur l'ensemble du bassin coïncident.

Dans la partie la plus aride de son bassin (Mellègue), une petite variation des hauteurs de pluie reçue se traduit par une variation remarquable des débits écoulés du fait que l'on est souvent à la limite du ruissellement. Ceci tend à indiquer que la saturation du bassin versant est fortement probable pour les événements majeurs

6.3. Etudes hydrauliques antérieures et projets en cours

Aujourd'hui la zone d'étude et en particulier la ville de Jendouba fait l'objet d'importantes études et projets hydrauliques. On cite ci-dessous les projets et les études les plus importants :

- Le Ministère de l'Agriculture a réalisé en 2009 **un Plan Directeur pour le contrôle des inondations de la Medjerda et Mellègue** sur la zone entre la frontière algérienne et la confluence des deux cours d'eau. Cette étude est aujourd'hui en cours d'actualisation avec la réalisation d'un APS et d'un APD pour la protection contre les inondations de la ville de Jendouba. C'est le groupement ARTELIA/SCET-TUNISIE qui a été mandatée par le Ministère de l'Agriculture et la KfW pour cette nouvelle étude : cette étude est intitulée **Etude de Protection Contre les Inondations des Zones U1+M – 2017**.
- Une étude hydraulique réalisée par le Ministère de l'Agriculture est en cours pour l'exécution d'un barrage sur l'affluent Oued Rarai.
- Projet d'exécution du barrage Mellègue Amont.
- Une autre étude hydraulique, sous la responsabilité de la DHU, est en cours pour la protection contre les inondations de la caserne militaire de Jendouba.

Dans le cadre de notre étude sur la Rcade Sud et Ouest et par souci de cohérence avec les grands projets hydrauliques en cours (notamment celui de l'étude PCI U1+M 2017), il convient de tenir compte des résultats de leurs calculs hydrologiques et hydrauliques et des solutions globales de protection de Jendouba contre Medjerda et Mellègue

6.4. Les grandes unités hydrologiques

A l'aide des cartes d'Etat-Major 1/25 000 et 1/50 000 de la zone entre Ghardimaou et Jendouba et en se basant sur le MNT réalisé par l'Etude en cours PCI U1+M 2017 du Ministère de l'Agriculture, nous avons déterminé 5 grandes unités hydrologiques touchant les différents tracés des variantes de la rocade Sud et Ouest de Jendouba.

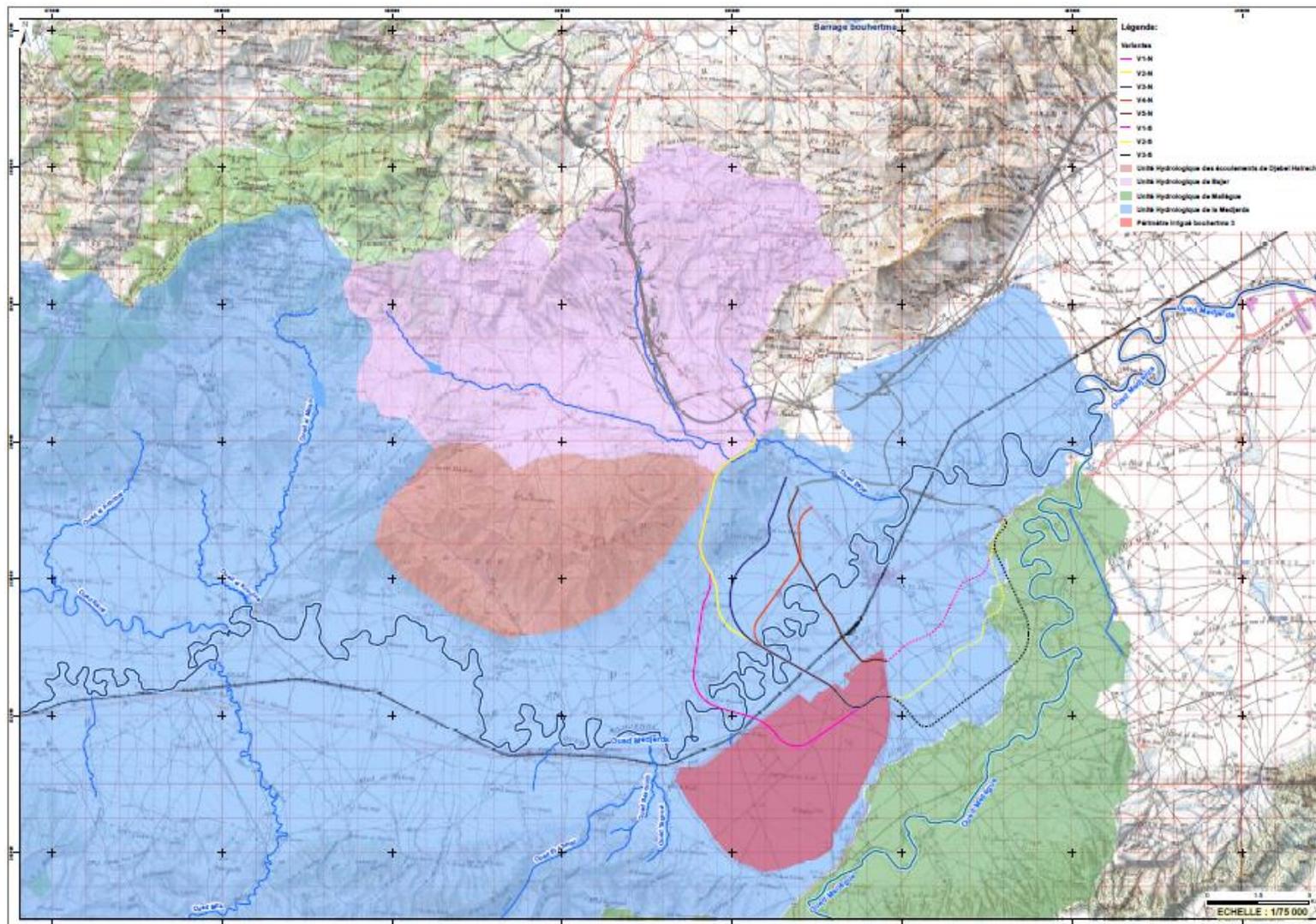


Figure 21: Délimitation des grandes unités hydrologiques de la zone d'étude

D'après cette carte, nous distinguons :

- Unité hydrologique de la Medjerda qui influence la rocade côté est / nord Est
- Unité hydrologique de Mellègue qui influence la rocade côté sud
- Unité hydrologique des écoulements en nappe du périmètre irrigué de Bouherthma 3 (au sud de la RN6) qui influence la rocade sud
- Unité hydrologique de Bajer
- Unité hydrologique des écoulements de Djbel l'Hairech

6.4.1. Unité hydrologique de Medjerda

Il s'agit de l'ensemble du bassin versant de la Medjerda qui prend source à Souk Hrass en Algérie et qui arrive dans la plaine de Jendouba, totalisant environ une surface globale de 2400 km².

C'est un vaste bassin qui reçoit aussi plusieurs affluents sur sa rive gauche et droite.

Le cours d'eau dans cette zone est bien encaissé avec des berges hautes (de 10 à 30 m) et plusieurs points de débordement naturels sur le lit majeur au niveau de la plaine de Ghar Dimaou et la plaine de Jendouba.

Dans notre zone d'étude, le profil en long du cours d'eau se caractérise par une pente faible de l'ordre de 0,03% ce qui explique la forte sinuosité de la Medjerda avec des méandres d'amplitude 500 à 1500 m entre la zone de Sidi Meskine jusqu'à l'entrée de Jendouba.

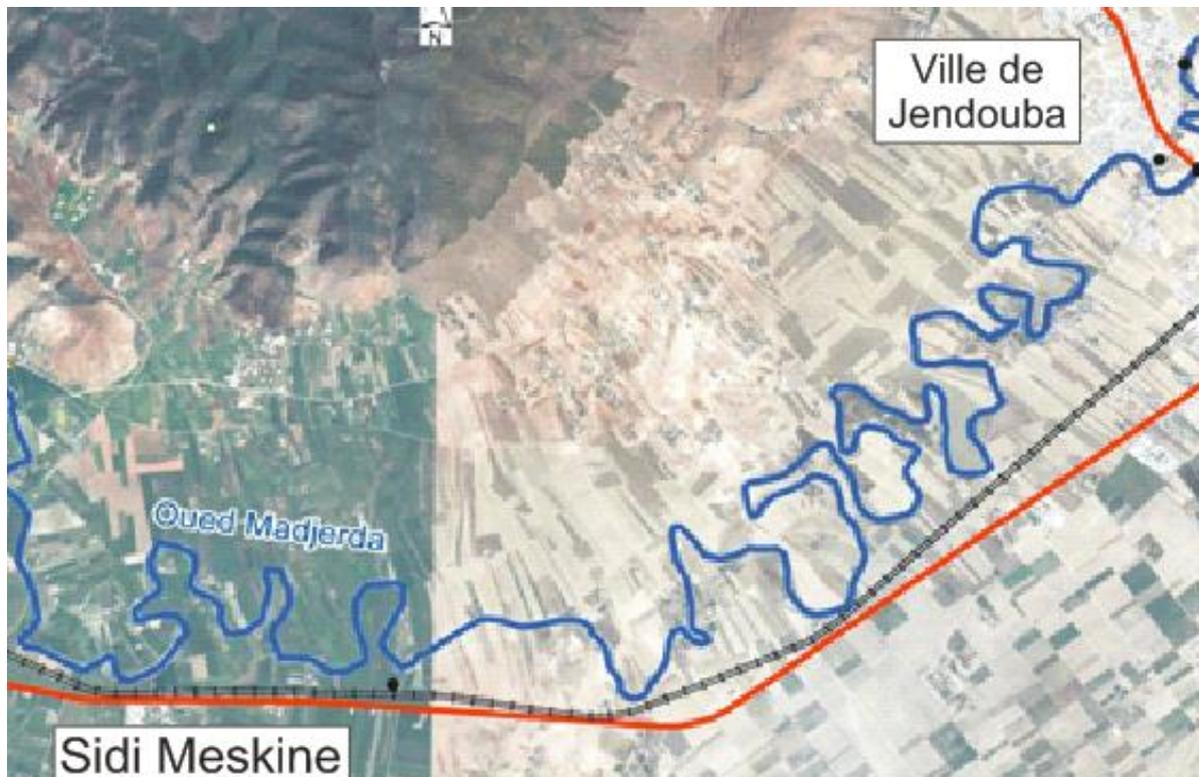


Figure 22: Oued Medjerda zone des méandres entre Sidi Meskine et Jendouba

6.4.2. Unité hydrologique de Mellègue

Mellègue prend source également en Algérie et totalise une surface globale de 10 700 km² en atteignant la confluence avec la Medjerda.

Dans sa partie amont, Mellègue présente un lit en tresses caractéristique des pentes fortes (supérieures à 0,1%). En arrivant dans sa partie aval, la pente s'adapte à la vallée de la Medjerda et Mellègue adopte une morphologie similaire à celle de la Medjerda avec un lit à méandres, composé de sédiments fin : on est avec une pente de l'ordre de 0,05%.



Partie amont

Partie aval

Figure 23: Oued Mellègue lit en tresses dans la partie amont et lit en méandre dans la partie aval

Il est important de noter que le Mellègue est régulé depuis les années 50 par un barrage de capacité initiale de 300 Millions m³. Ce barrage, aujourd'hui très envasé est doublé en amont par un barrage Mellègue amont de 190 millions de m³ qui sera mis en eau dans quelques années.

6.4.3. Unité hydrologique des écoulements du PPI de Bouherthma 3

La zone du PPI de Bouherthma 3 est située dans un espace très plat, ne dépassant pas les 0,2 %, compris entre le haut relief de Bled Mellel et la berge rive gauche d'Oued Mellègue. Cette unité est influencée d'une part par le ruissellement provenant des cours d'eau descendant des collines adjacentes tel que Djebel Magroun Ammar et Koudiet El Mkraneb et d'autre part par le système d'aquifère alimentée par Medjerda et Mellègue : nappe de la moyenne vallée de la Medjerda. Cette zone est aujourd'hui un vaste périmètre public irrigué céréalier de 2000 ha.

Ne disposant pas de réseau d'assainissement agricole ni de drainage enterré, on constate dans cette zone plusieurs problèmes de stagnation d'eau et d'hydromorphie sur les terres agricoles très plates.

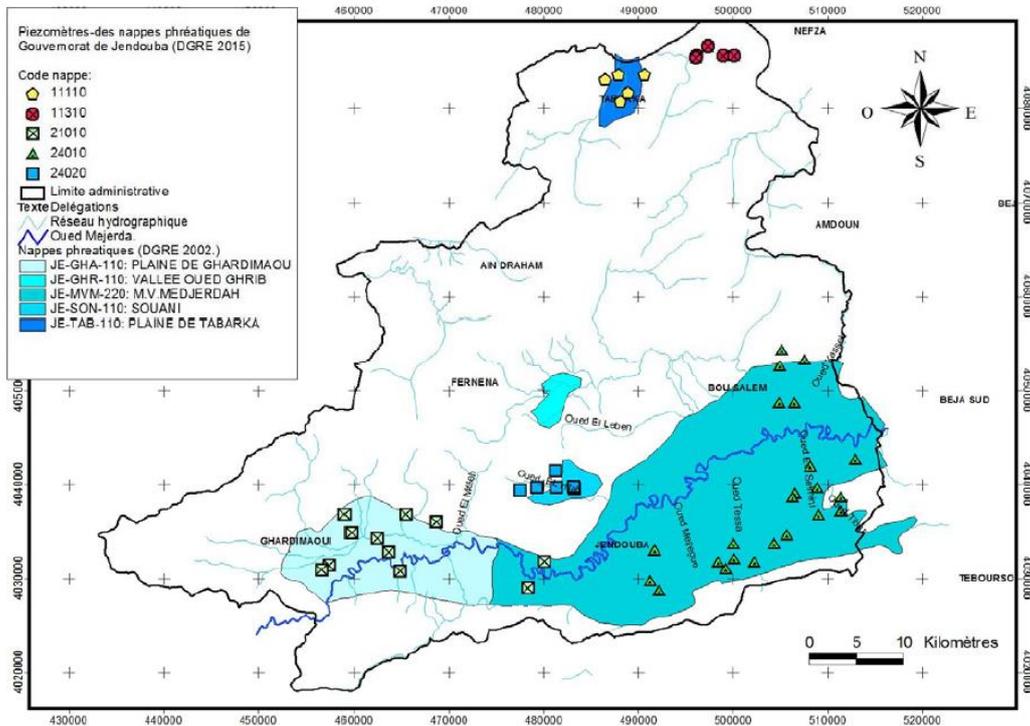


Figure 24: Carte des piézomètres des nappes phréatiques du gouvernorat de Jendouba (DGRE, 2015)

6.4.4. Unité hydrologique de Bajer

Cette unité est le bassin versant d'Oued Bajer, affluent rive droite de la Medjerda qui prend source à l'ouest des hauts reliefs de Djebel Tebini, Djebel Chouichia et Djebel El Hairech. Il coule vers le sud-est, traversant la RN17 et débouche à la fin en rive gauche de la Medjerda à l'aval de la ville de Jendouba.

Il s'agit d'un petit bassin versant de 120 km².

6.4.5. Unité hydrologique de Djebel El Hairech

Il s'agit d'une série de petits bassins versants coincés entre les hauts reliefs de Djebel El Hairech et la colline de Kef El Agab, à l'ouest de la ville de Jendouba.

Ces petits bassins sont la source de plusieurs petits écoulements ; certains débouchent dans Bajer en allant vers le nord et les autres vers la plaine de la Medjerda, au sud.

6.5. Crues historiques dans la zone du projet

La zone d'étude faisant partie des secteurs U1+M (tel que défini par le Plan Directeur JICA2009) a connu plusieurs événements hydrologiques importants qui se sont traduits par des crues et des inondations parfois mémorables. Le tableau suivant énumère depuis le début du dernier siècle les plus importantes crues survenues dans la zone.

Tableau 2: Historique des crues entre 1907 et 2015 dans les secteurs U1+M

	Mellègue(K13)	Ghardimaou	Jendouba		Mellègue(K13)	Ghardimaou	Jendouba
	9000 km ²	Crue	Qpointe (m ³ /s)				
Fev. 1907	-	-	1 610	1976	-	1 013	970
Avril 1928	-	-	285	1981	Mise en eau du Barrage Sidi Salem		
Mars 1929	-	-	-	Déc. 1984	600	570	750
Déc. 1931	341	-	488	Juil. 1989	-	-	-
Janv. 1940	98	-	1 400	Mai 2000	4 480	736	327
Oct. 1947	-	-	81	Janv. 2003	2 600	1 090	1 070
Nov. 1948	-	-	-	Janv. 2004	2 480	1 470	1 024
Déc. 1952	-	-	-	Janv. 2005	-	838	616
1953	Mise en eau du Barrage Mellègue			Avril 2009	-	-	-
Mars 1959	-	-	-	Fév. 2012	369	1465	1170
Sept. 1969	4 480	-	-	Fév. 2015	-	751	471
Déc. 1969	-	650	508				
Mars 1973	-	2 370	2 420				

Dans ce qui suit, nous nous focalisons sur les crues les plus marquantes en termes de débit et de dégâts : les crues de 1973 et 2003 sur Medjerda et la crue 2000 sur Mellègue

6.5.1. Mars 1973

C'est la crue majeure la plus importante de la Medjerda et notamment sa haute vallée.

Le débit de cette crue est considéré par les hydrologues comme un débit de référence : supérieur à la centennale (2500 m³/s).

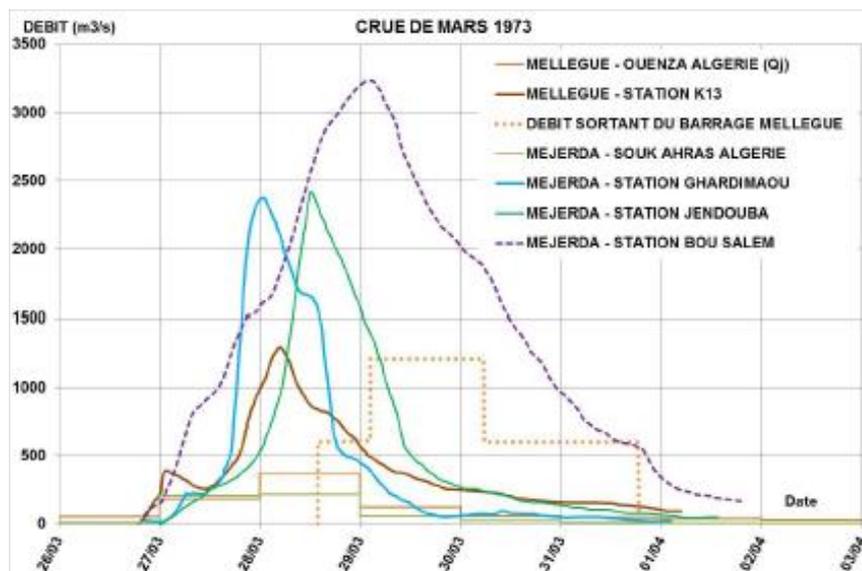


Figure 25: Hydrogrammes de la crue de mars 1973

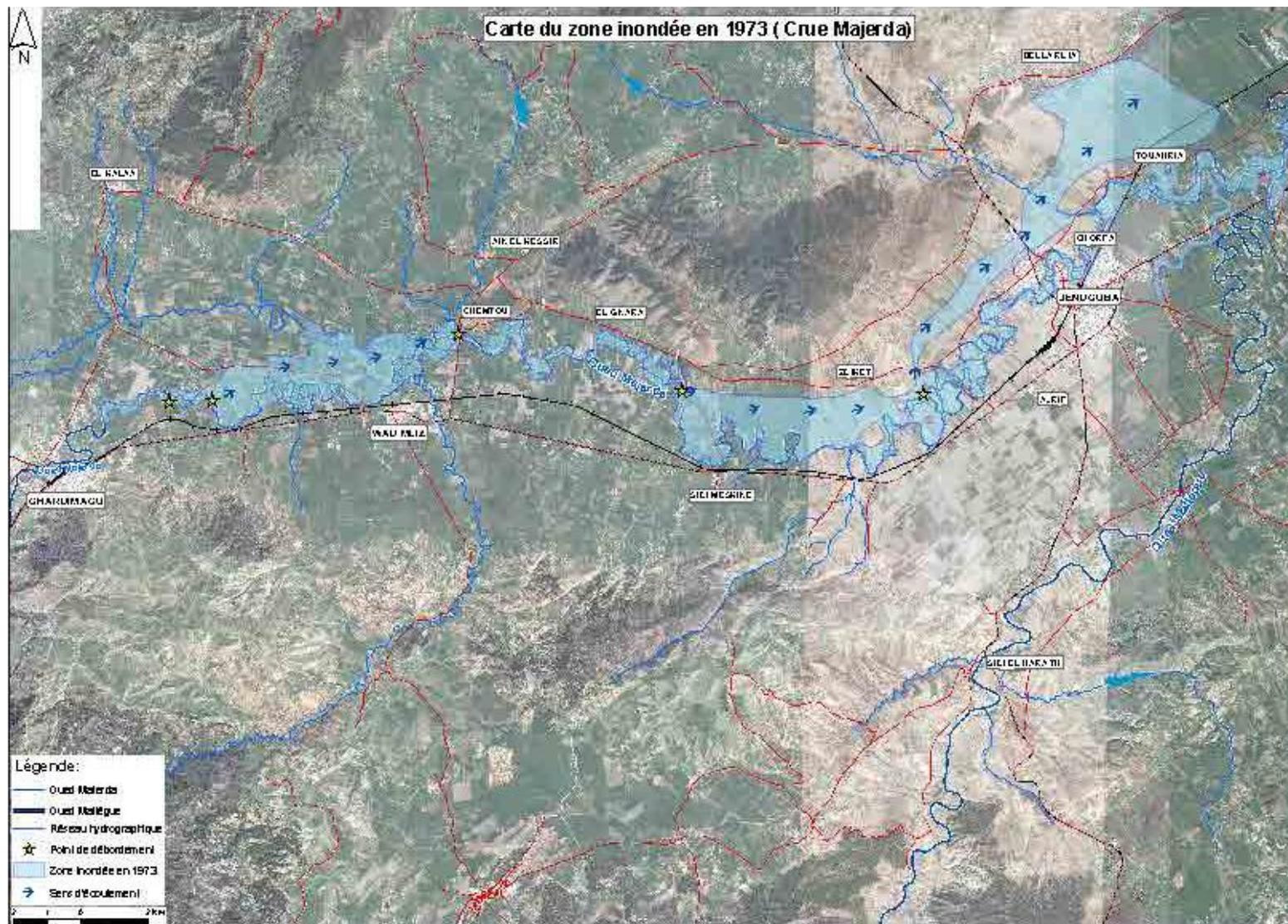


Figure 27: Reconstitution du champ d'inondation de la crue de 1973

Source : ARTELIA / SCET -TUNISIE – 2018

6.5.2. Crue 2000

C'est une crue artificielle engendrée par l'exploitation du Barrage Mellègue lors de l'évènement pluviométrique de mai 2000 : Suite à un pic de l'ordre de 4500 m³/s à K13, le barrage Mellègue a fait transiter un débit allant de 300 m³/s à 1500 m³/s.

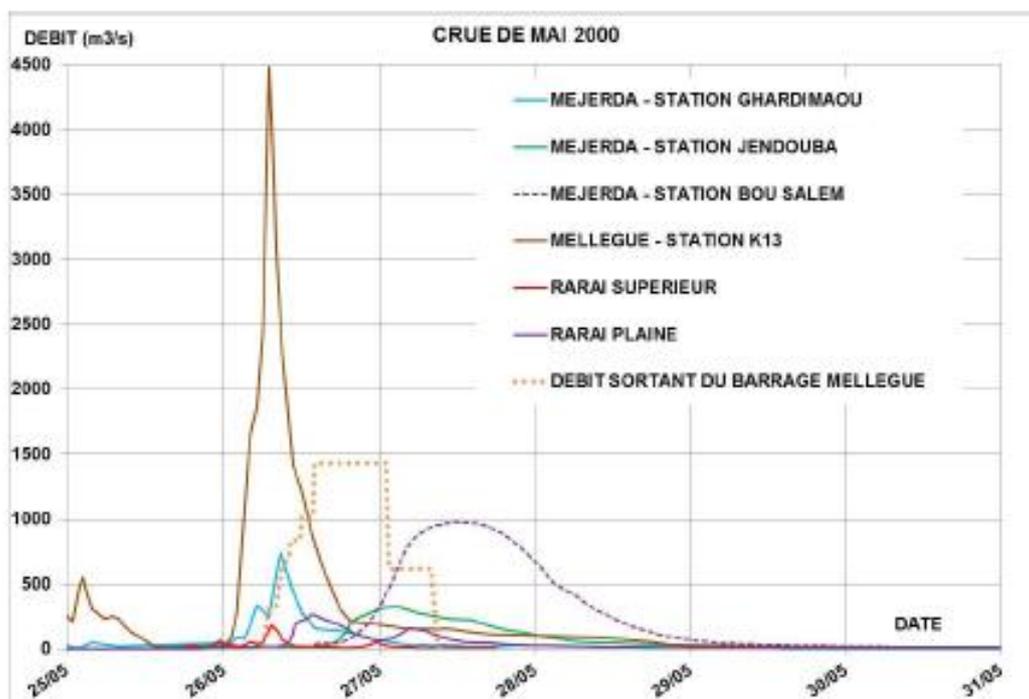


Figure 28: Hydrogrammes de la crue de mai 2000

Ce débit a causé la démolition de la culée rive gauche de l'ancien pont sur la RN 17, puis il a débordé à l'aval du village Muthul, en rive gauche. Il a envahi des larges terrains dans la plaine d'Essaada au sud de Jendouba, et au niveau du périmètre irrigué Bouherthma 3 :

- Selon le CRDA de Jendouba, on parle d'environ 40 km² de terres inondées et d'une lame d'eau variable allant de 0,2 à 0,8 m et ponctuellement 1 m dans des points bas des champs.
- Ces eaux ont ruisselé sur les champs, ont suivi les routes locales parcourant la plaine et ont fait renaître l'ancien écoulement de Mellègue qui a coulé vers la Medjerda dans son ancienne confluence, en amont de la zone d'El Malga.
- Plusieurs habitations et quartiers au sud de Jendouba ont été touchés, notamment les cités de Chorfa, de Nozha, d'Ettatawar, de Gouafria et de Wsalia. L'eau de Mellègue a même coulé dans le canal DHU longeant le Boulevard de l'Environnement et s'est déversée dans la Medjerda au niveau de Daour Echarofa.
- Il est important de noter que ces débordements en rive gauche de Mellègue n'ont pas dépassé la RN17 qui relie El Kef à Jendouba. Cette route relativement remblayée a constitué une vraie digue.
- Ceci est également valable pour la RN 6 entre Jendouba et le Pont sur Mellègue. Par contre à l'est du pont, la RN6 a été coupée avec une lame d'eau de 1m dans la zone d'El Malga.

Mellègue a aussi débordé sur la rive droite dans la confluence avec Medjerda : Les terrains se trouvant en aval du pont "Cinq Dinars" ont été largement envahis par les eaux ; on cite les quartiers d'El Melga et de Maarif, où la hauteur de l'eau a atteint un peu moins de 2m. Les eaux ont continué leur chemin vers l'aval pour couvrir le café et l'école primaire d'El Melga où on constate une laissée de crue d'environ 1,5m.

La carte suivante illustre l'étendue du débordement de la crue de 2000 selon le CRDA Jendouba.

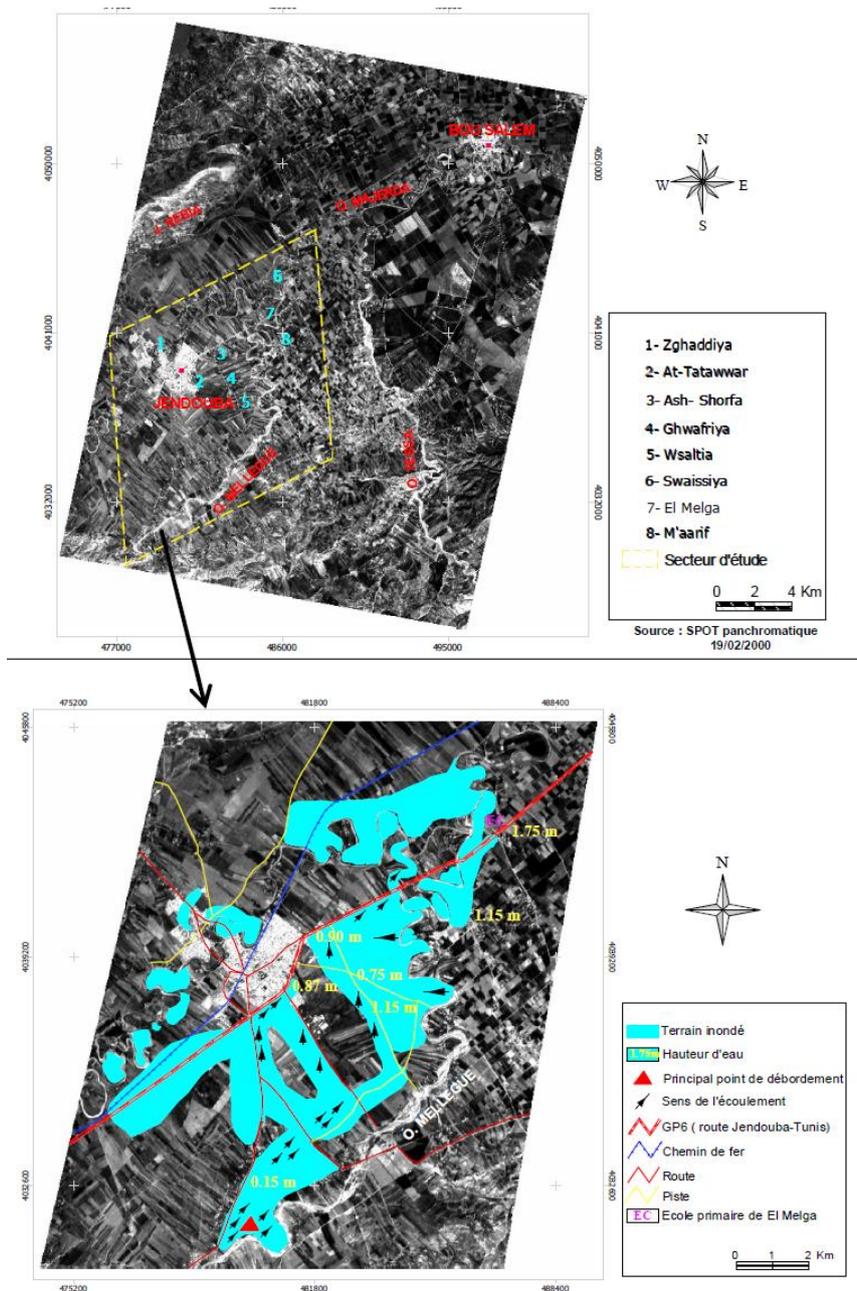


Figure 29: Carte d'inondation de la crue de mai 2000 (Source : CRDA JENDOUBA)

La figure suivante illustre le champ d'inondation reconstitué et la dynamique de la crue de Mellègue en 2000 : nous nous sommes basés pour cette reconstitution sur la carte établie par la DRE (CRDA Jendouba) et sur les enquêtes de terrain.

6.5.3. Crue 2003

Cette crue est considérée comme une des plus importantes des trente dernières années sur la branche de Medjerda.

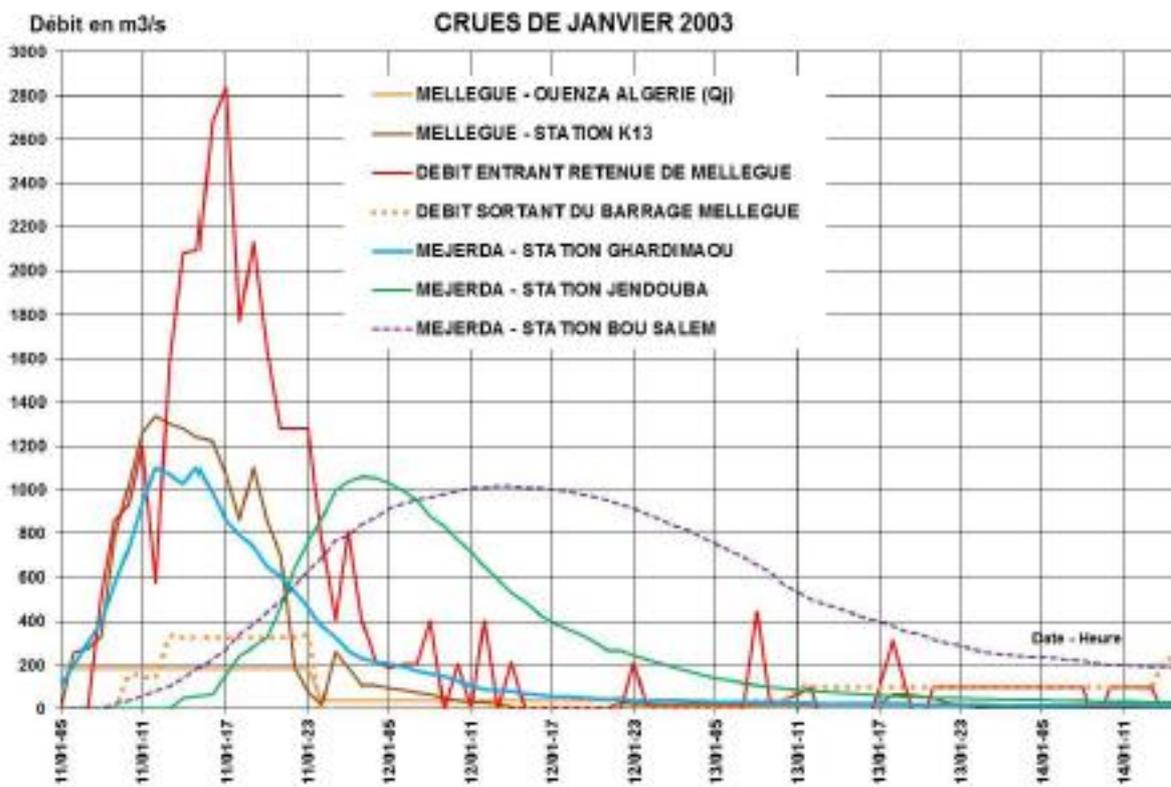


Figure 31: Hydrogrammes de la crue de janvier 2003

Les zones inondées lors de cette crue sont pour la plupart dans les terres agricoles au niveau des intrados des méandres. Les débordements spectaculaires envahissant les champs agricoles, au-delà des intrados des méandres, à l'image de la crue de 73, n'ont pas eu lieu.

Par contre les maisons et habitations dans la plaine rurale et dans les villes de Jendouba et Ghar Dimaou, situées à l'intérieur des intrados de méandres, ont connu des lames d'eau allant de 50 cm à Douar Soualhia à 1,6 m dans le quartier de Houalia et à El Malga et 2,5 m dans le quartier de Timirit à Jendouba.

Les dégâts engendrés lors de cette crue reflètent surtout les transformations qu'a subi le cours d'eau : envahissement de la végétation sur les berges du lit mineur, forte sédimentation du fond et des berges, urbanisation à l'intérieur du Domaine public Hydraulique dans les villes (Jendouba et Ghar Dimaou).

D'autres crues sont survenues dans la haute vallée de la Medjerda. Il s'agit de : avril 2004, janvier 2005, avril 2009, février 2012, février 2015 et dernier février 2019. Les zones inondées sont quasiment les mêmes que celles de 2003.

6.6. Mécanismes des crues et leurs impacts sur les variantes du tracé de la rocade

6.6.1. Mécanismes des Crues

Suite à l'analyse de l'ampleur des crues historiques et de leurs champs d'inondation et sur la base des premiers résultats de l'étude en cours du Ministère de l'Agriculture « **Etude de Protection Contre les Inondations des Zones U1+M – 2017** », qui a réalisé des modélisations hydrauliques pour différentes périodes de retour, nous constatons que lors des crues extrêmes (centennale) :

- De très vastes champs d'inondation s'étendent sur la plaine de Jendouba en rive gauche de La Medejrda. Un important point de débordement du côté de Douar Sdikatte est à l'origine de ce champ qui vient s'étendre sur les terres agricoles, à l'est de la ville de Jendouba et se prolonge vers l'ouest en direction d'oued Bajer et notamment du marécage de Bulla Regia.
- Sur Mellègue, un point de débordement important situé en aval du village Muthul est à l'origine d'un large champ d'inondation sur la rive gauche de Mellègue qui s'étend en direction du nord et nord-ouest et touche la caserne militaire et les quartiers sud de la ville de Jendouba.

La figure suivante illustre le champ d'inondation modélisé pour T ans sur la zone d'étude

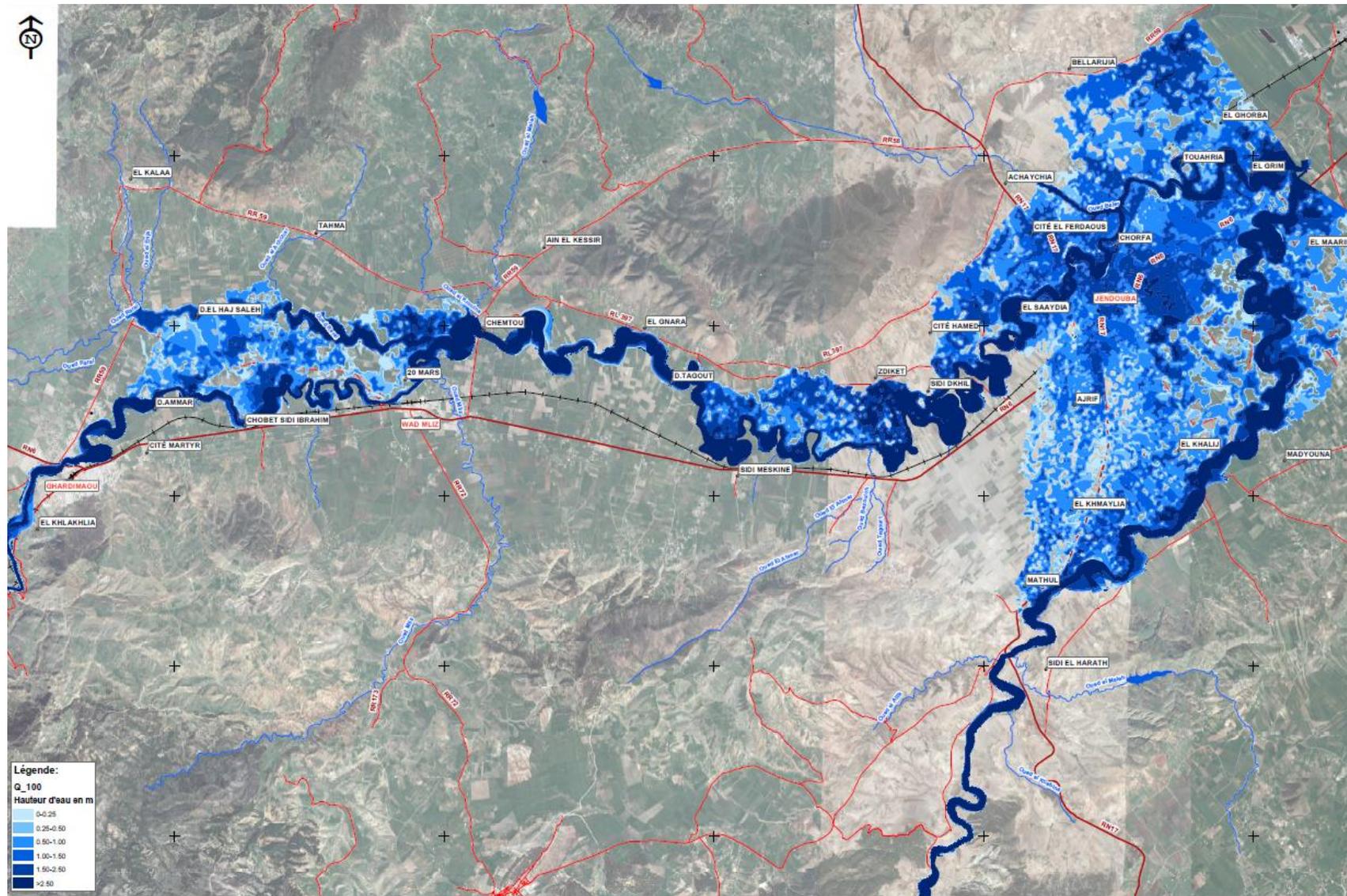


Figure 32: Modélisation de l'état actuel pour T 100 ans

Source Étude MARH 2019 PCI UI+M

L'Étude de Protection Contre les Inondations des Zones U1+M - MARH 2017 a préconisé une solution pour protéger la ville de Jendouba et ce :

- En réalisant des excavations le long du cours d'eau à l'intérieur de la ville afin d'améliorer la débitance des cours d'eau.
- En réalisant des endiguements au nord et au sud de la ville.

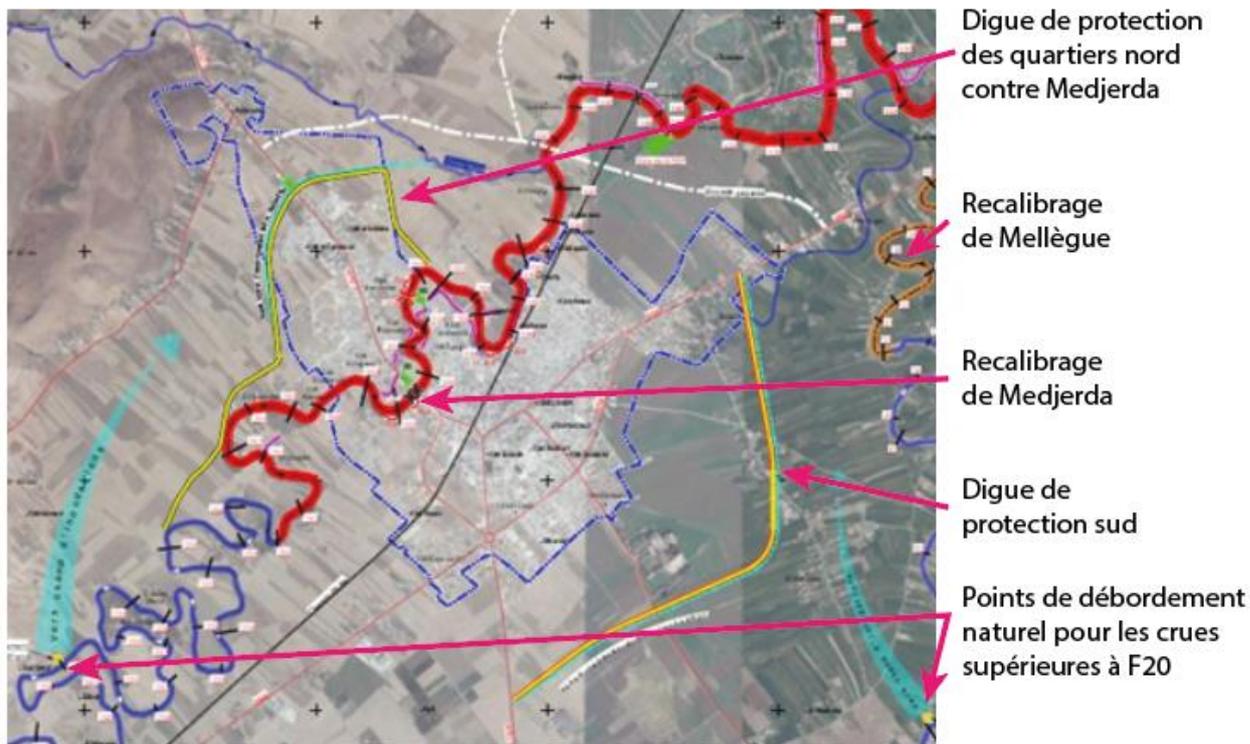


Figure 33: Solution de L'Étude de Protection Contre les Inondations des Zones U1+M - MARH 2017

Cette solution a été modélisée et la figure présente les résultats de cette modélisation pour T 100ans.

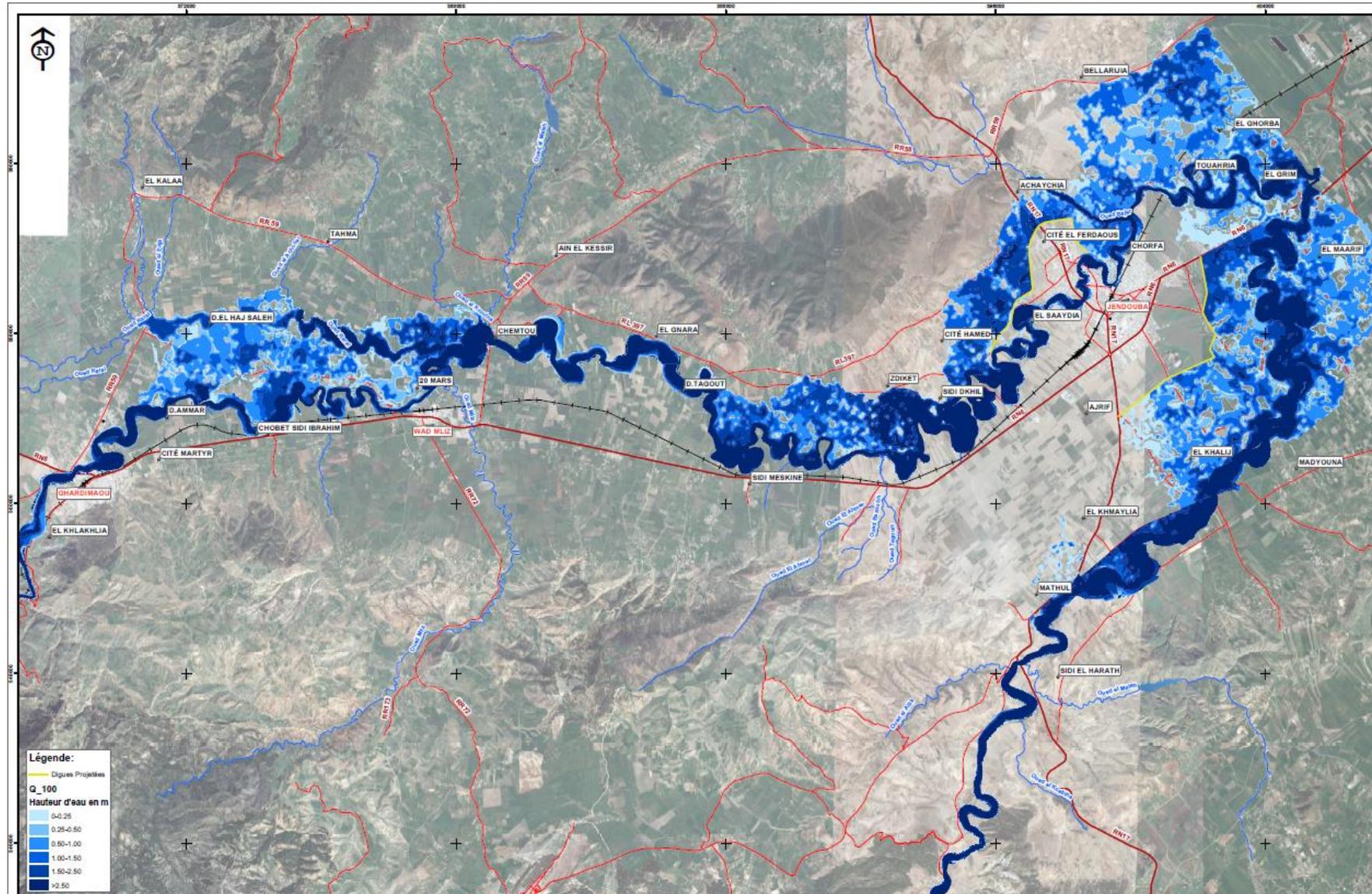


Figure 34: Modélisation de la solution de l'Étude PCI U1+M 2019 : état actuel pour T 100 ans
 Source Étude MARH 2019 PCI U1+M

6.6.2. Impact des crues sur mes variantes du tracé de la rocade

En superposant les variantes du tracé de la rocade avec les résultats de la modélisation de la solution de l'**Etude MARH 2019 PCI U1+M**, il s'avère que

- Pour les variantes Nord

Les variantes du tracé V2N, V3N et V5N sont directement impactées par le champ d'inondation de la crue de Medjerda dans la plaine de Jendouba.

La variante V4N emprunte la digue nord de Jendouba, proposée par l'**Etude MARH 2019 PCI U1+M**, pour se relier à la fin sur la RN 17.

La variante V1N du tracé de la rocade au nord évite le champ d'inondation des crues extrêmes de la Medjerda. Cette variante est donc hydrauliquement la plus intéressante. Néanmoins, quelques ouvrages de traversée (3 à 5) sont à prévoir pour franchir les affluents d'oued Bajer.

Par ailleurs, la variante V1N présente le meilleur ouvrage de franchissement (GOH) sur Medjerda car il est situé sur un méandre stabilisé et un intrados assez large.

Les autres variantes V2N, V3N et V4N traversent la Medjerda dans des méandres très serrées, présentant des problèmes de stabilisation des berges

La variante V1N traversant le périmètre irrigué de Bouherthma devra être traitée en termes de drainage car cette zone ne dispose pas de réseaux d'assainissement et elle se caractérise par des problèmes de stagnation d'eau et d'hydromorphie.

- Pour les variantes Sud

La variante du tracé V3S est directement impactée par le champ d'inondation de Mellègue.

La variante du tracé V2S est positionnée sur la digue sud de Jendouba projetée par l'**Etude MARH 2019 PCI U1+M**.

La variante du tracé V1S est située derrière la digue sud donc dans la zone protégée contre les inondations de Mellègue.

Hydrauliquement, ce sont les deux variantes V2S et V1S qui sont recommandées.

7. APERÇU ENVIRONNEMENTAL

7.1. Description de l'état initial du site et son environnement

La délimitation de la zone d'influence est en fonction des composantes environnementales à analyser. En conséquence, la zone délimitée doit tenir compte de l'environnement physique, humain et biologique.

Le périmètre d'étude environnementale de ce projet ne s'arrête pas uniquement aux limites du couloir de la rocade Sud de la ville de Jendouba. Il tiendra compte aussi des impacts éventuels naturels et socio-économiques du projet en dehors de ce projet.

Dans ce chapitre sont considérés l'environnement naturel et l'environnement socio-économique dans la zone d'influence du projet (périmètre de l'étude).

7.1.1. Environnement naturel

Topographie

La zone d'étude est caractérisée par une topographie plate (plaine de Medjerda). L'altitude est d'environ 145m.NGT. La pente est faible et est orientée vers le Nord-Est.

On note la présence de Jbel Lahrich au Nord-Est de la ville de Jendouba.

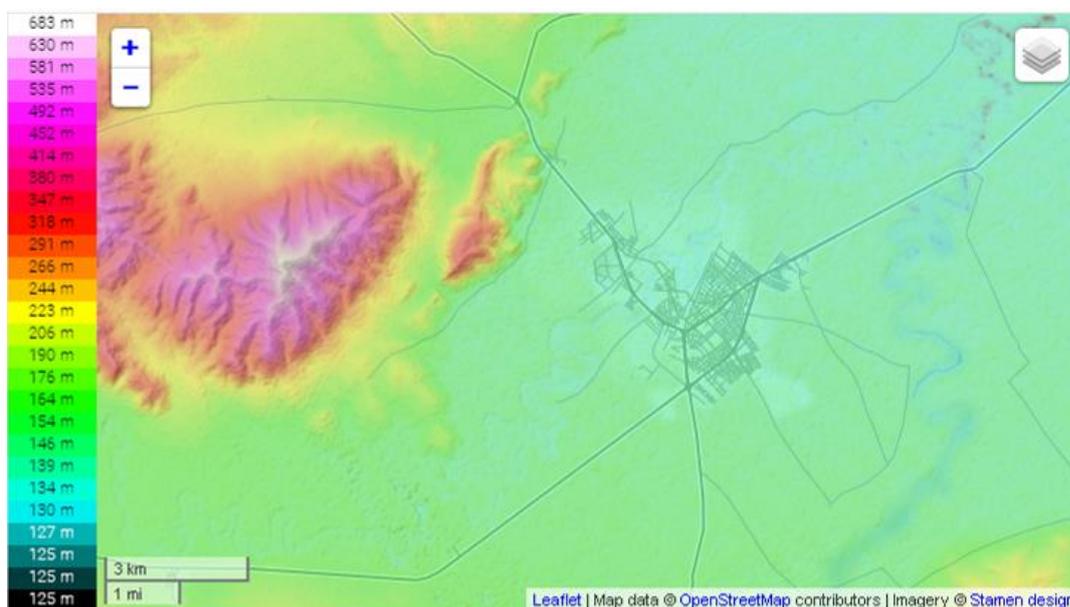


Figure 36: Carte de relief de la zone d'étude (<http://fr-ca.topographic-map.com/>)

Hydrologie

Le projet sera localisé au niveau du bassin versant de Medjerda. Il va traverser le lit principal de cet oued.

On note la présence de deux barrages (Bouhertma au nord et Mallègue au sud) très éloigné de la zone d'étude.

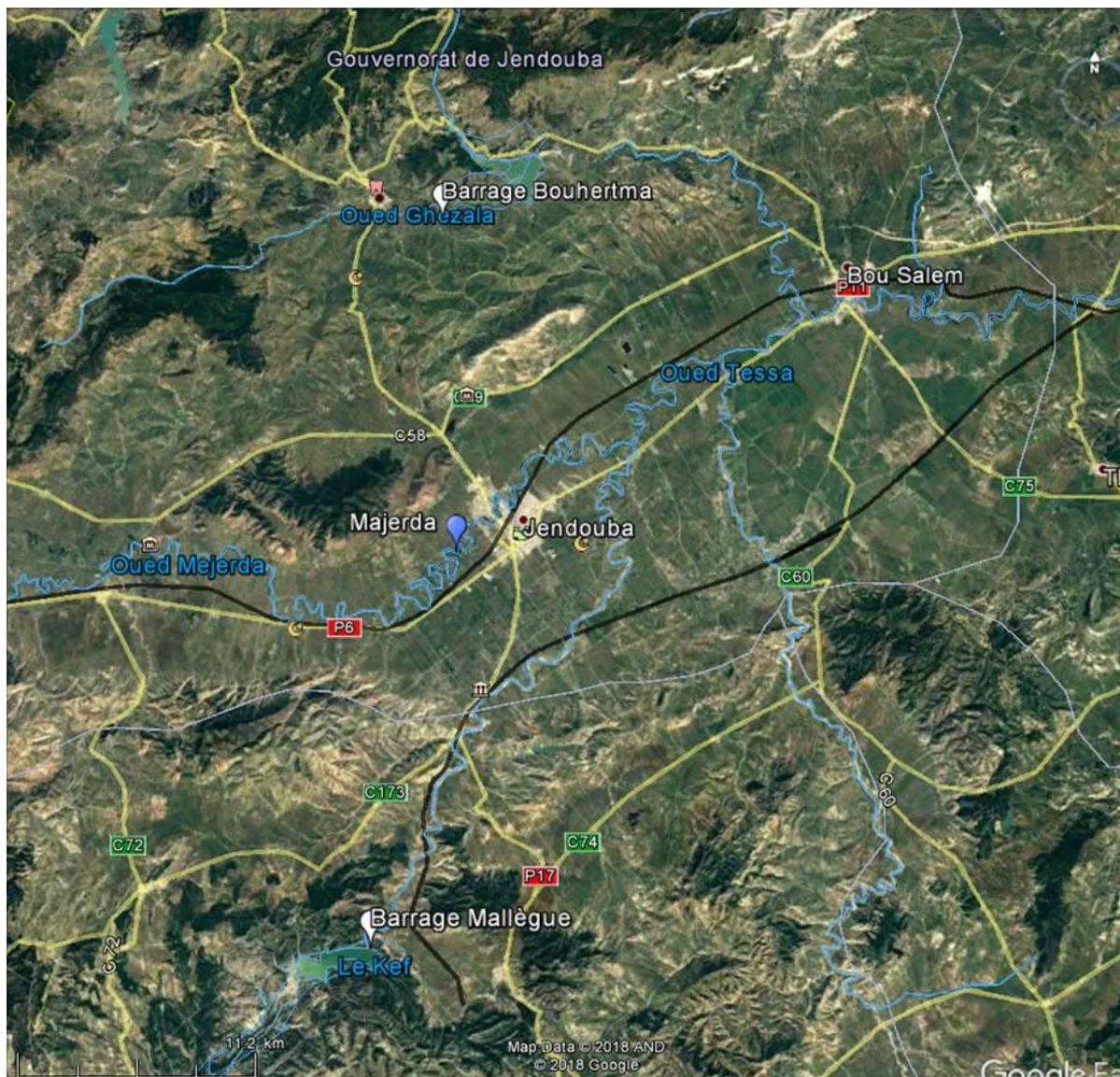


Figure 37: Carte hydrologique de la zone d'étude.

Hydrogéologie

A la zone d'étude, il y a présence d'une seule nappe : nappe phréatique de la haute Medjerda. C'est une nappe alluviale, de bonne qualité et vulnérable à la pollution.



Figure 38: Hydrogéologie de la zone d'étude

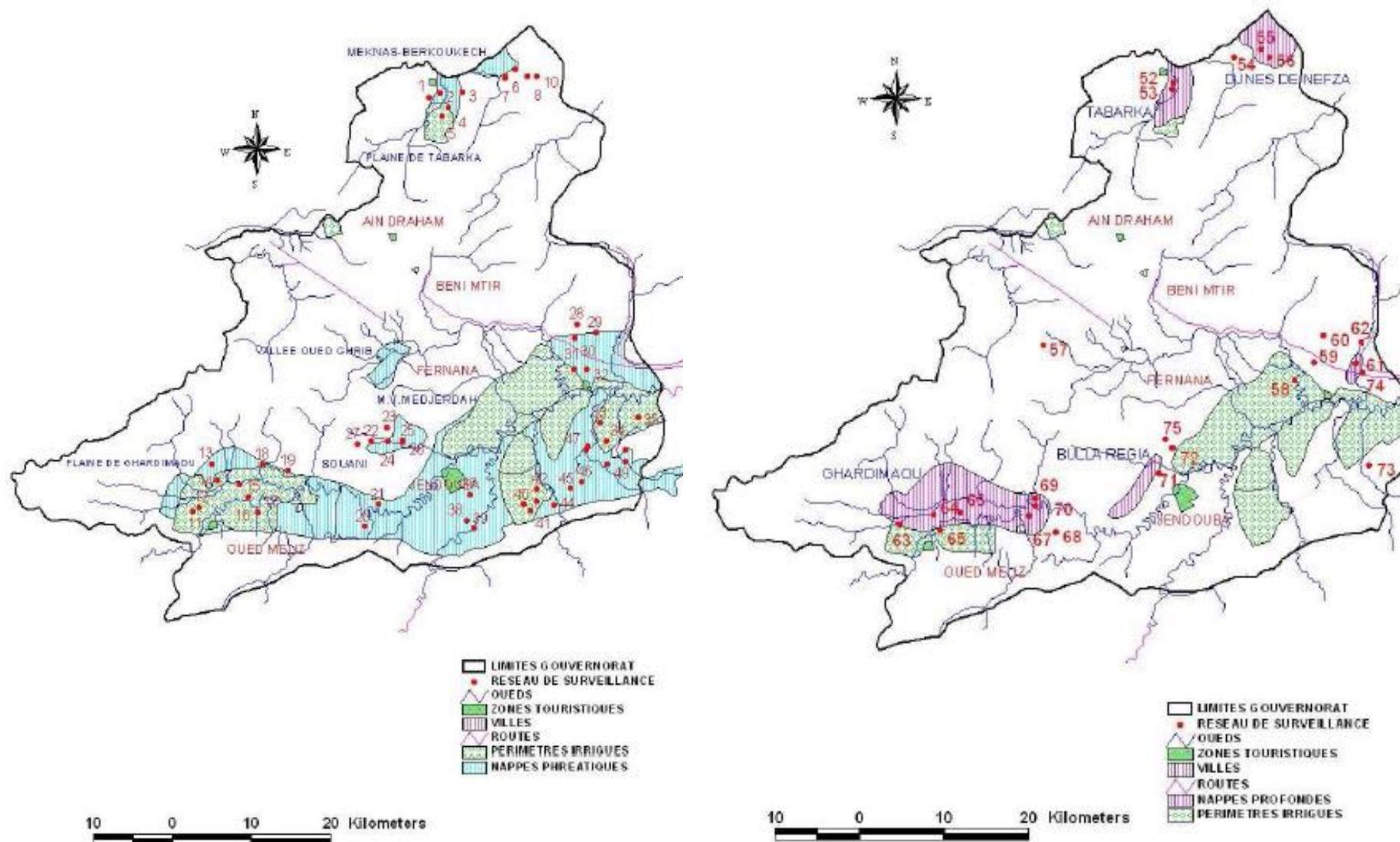


Figure 39 : Limites des nappes d'eaux phréatiques (à gauche) et profondes (à droite) dans le gouvernorat de Jendouba (DGRE, 2005)

✚ Pédologie

Aux alentours de la région de Jendouba, les sols sont constitués par des alluvions à texture fine surtout des argiles brunâtres, des terrains caillouteux.



Figure 40 : Sol brunifié.

✚ Géologie

La formation géologique affleurant à la plaine de Medjerda est d'âge quaternaire : alluvions récentes et actuelles (aQ).

Au nord-est de la ville de Jendouba, on trouve le secondaire : Jurassique non subdivisé et Trias (Argiles, grés, dolomies et évaporites).

Ces zones font partie structurellement de la zone des diapirs.

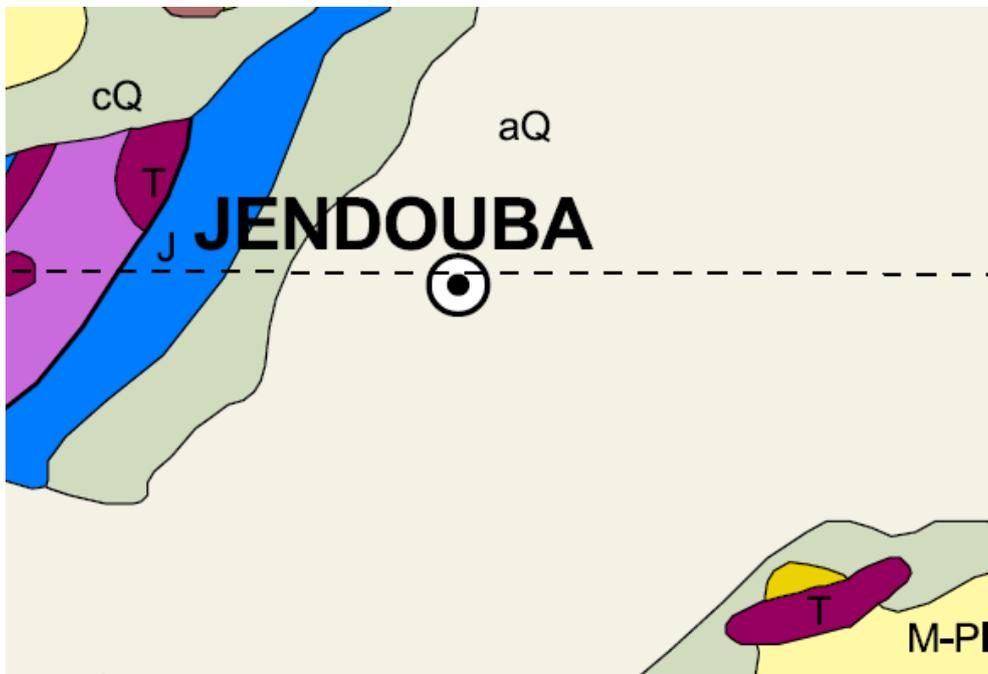


Figure 41 : Géologie de la zone d'étude (extrait de la carte géologique de la Tunisie 1/500 000)

Situation foncière et vocation des sols

Le projet sera implanté dans une zone à vocation agricole.

Sites archéologiques

Absence des sites archéologiques à la zone d'étude.

Qualité de l'air

La zone d'étude est agricole donc elle dispose d'une bonne qualité de l'air.

Bruit et vibrations

Les bruits et les vibrations sont essentiellement dus à la circulation des véhicules sur les routes nationales RN6 et RN17.

Milieu biologique et occupation des sols

La zone d'étude est purement agricole. On trouve dans la plaine, la Grande culture (orge, blé, etc.), maraichages et l'arboriculture (oliviers).

Au pied des synclinaux, il y a présence des Pins d'Alep et au sommet de Jbel Lahrich, il y a présence d'une forêt d'arbre sauvage (eucalyptus, etc.).

Pour les faunes sauvages, on trouve les insectes, les rongeurs, les reptiles les oiseaux (surtout les cigognes), etc.

Pour la faune domestiques, il y a présence des ovins et caprins.



Figure 42 : Grande culture.



Figure 43 : Oliviers



Figure 44 : Pin d'Alep.



Figure 45 : Forêt.



Figure 46 : Élevages.



Figure 47 : Maraichage.

7.1.2. Environnement socio-économique

✚ Infrastructures de la zone

De point de vue infrastructure, la zone de projet se caractérise par les infrastructures suivantes :

Réseau routier : La zone d'étude est accessible à partir des routes RN6 et RN17.

En effet, la ville de Jendouba se caractérise par un réseau routier diversifié par la présence de plusieurs routes nationales (RN6, RN17, etc.), routes régionales et routes locales.

Réseau ferroviaire : Présence d'une voie ferrée traversant la ville de Jendouba.

Réseau des télécommunications : La ville de Jendouba est raccordée au réseau téléphonique via un réseau fibre optique.

Électricité/STEG : La ville de Jendouba est raccordée au réseau STEG

Eau potable/SONEDE : La ville de Jendouba est raccordée au réseau SONEDE (Eau potable).

Station de traitement des eaux usées : On note la présence d'une station d'épuration des eaux usées domestiques dans la ville de Jendouba qui est proche à la zone d'étude.

Décharge : on note la présence d'une décharge contrôlée à la zone d'étude.

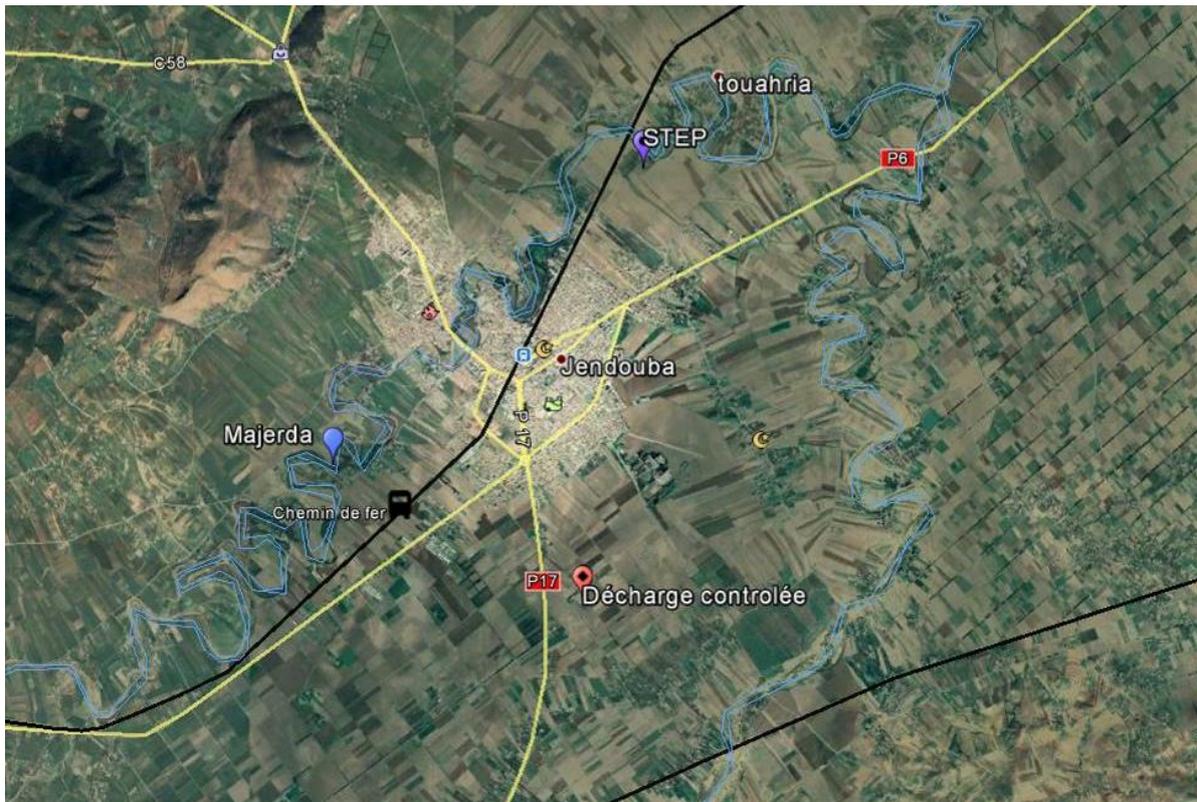


Figure 48 : Localisation des infrastructures à la zone d'étude.

Activités économiques

La zone d'étude est implantée dans la zone suburbaine et agricole où l'activité principale est l'agriculture.

Ce projet est limitrophe de la ville de Jendouba où la présence des autres activités : industrielle et service.

7.2. Recensement des contraintes environnementales du projet

Les contraintes environnementales qui ont contribué aux choix des tracés des variantes sont les suivantes :

- Il faut s'éloigner le plus possible de la zone inondable ;
- Il faut s'éloigner le plus possible du plan d'aménagement urbain (PAU) : s'éloigner de la population ;
- Il faut réduire le plus possible l'implantation du projet aux périmètres irrigués ;
- De préférence, il ne faut pas traverser les digues prévues par l'étude de protection de la ville de Jendouba contre les inondations ;
- Il faut s'approcher des deux extrémités de la rocade nord projetée de la ville de Jendouba ;
- Il faut éviter de traverser la forêt implantée au nord-ouest de la ville (Jebel) ;
- Il faut suivre les zones plates (plaines) ;
- Il faut réduire le plus possible la destruction des terres agricoles.

8. COUT DES VARIANTES

8.1. Estimation du niveau d'aménagement

A ce stade de l'étude, l'évaluation des coûts de chaque variante sera déterminée en considérant des ratios pour chaque type d'aménagement projeté.

Ces ratios seront déterminés par retour d'expérience sur des projets similaires réalisés auparavant.

Les ratios à considérer sont présentés ci-après :

Tableau 3: Les coûts de chaque catégorie de route

	Description	Coût en DT/km
1	La construction d'une route en 2 x 2 voies en relief facile sans contraintes particulières	2 500 000
2	La construction d'une route en 2 x 2 voies en relief facile avec présence de zones inondables moyennes	2 700 000
3	La construction d'une route en 2 x 2 voies en relief facile avec présence des ouvrages de décharges importants	4 500 000
4	La construction d'une route en 2 x 2 voies en relief facile avec présence de zones inondables nécessitant des ouvrages de décharge	3 000 000
5	La construction d'un viaduc (2 x 2 voies sur 100ml)	3 300 000
6	La construction d'une route en 2 x 2 voies en relief facile avec présence de zones inondables et la route joue le rôle d'une digue de protection	3 500 000
7	La construction d'une route en 2 x 2 voies en relief moyennement accidenté	3 200 000

8.2. Description budgétaire des variantes

Chaque variante est subdivisée en plusieurs tronçons en fonction du terrain qu'elle traverse. Les variantes V1N et V2N traversent un relief moyennement accidenté au niveau de la montagne Kef El Agab.

La traversée de la variante V1N est alterné entre des zones avec relief facile et sans contraintes et des zones inondables moyennes. Cependant, la variante V2N nécessite l'implantation d'ouvrages hydrauliques lors de la traversée perpendiculaire du champ d'inondation.

La 3^{ème} variante nord débute en relief facile et sans contraintes puis traverse parallèlement le champ d'inondation. A ce niveau, la route doit être surélevée et jouer le rôle d'une digue de protection. Néanmoins, la présence de la digue de la variante V3N augmentera la lame d'eau lors des grandes crues. Cette variante nécessitera des ouvrages de décharge lorsqu'elle traverse perpendiculairement le champ d'inondation puis rejoindra les variantes V2N et V4N. Quant à la variante V4N empiètera la digue proposée par l'étude d'inondation du gouvernorat de Jendouba tout au long de la traversée du champ d'inondation.

Ces quatre variantes devront franchir Oued Medjerda via un viaduc de 2 x 2 voies. La variante V5N présente des difficultés majeures hydrologiques et hydrauliques. De ce fait, elle nécessite un long viaduc de 3211 mètres pour traverser le champ d'inondation et par la suite Oued Medjerda.

Pour les variantes V1S et V2S, il y aura la construction d'une route en 2 x 2 voies en relief facile avec présence de zones inondables qui jouera aussi le rôle d'une digue de protection. La variante V3S rencontre plusieurs difficultés hydrologiques et hydrauliques et nécessitera des ouvrages de décharge importants pour la protéger des grandes crues.

8.3. Estimation des coûts des variantes

Tableau 4: Les coûts totaux pour chaque variante

Catégorie	Longueur (m)							
	V1N	V2N	V3N	V4N	V5N	V1S	V2S	V3S
1	8888	3370	1818					
2	2307	3281	3124	3221	3160			1624
3								7645
4		3757	1943					
5	1697	1516	1653	1605	3211			
6			1734	4288		5794	7301	
7	1899							
Total coût (DT)	90 526 700	78 582 700	79 426 800	76 669 700	114 495 000	20 278 601	25 552 642	38 787 300

9. ANALYSE MULTICRITERE

9.1. Principe de l'Analyse multicritère

L'analyse multicritère consiste en l'évaluation d'une famille cohérente de critères au moyen d'un système de pondérations et de seuils afin de permettre de concevoir, justifier et transformer les préférences au sein d'un processus de décision. L'objectif de cette analyse est d'apporter l'ensemble des informations nécessaires au choix des variantes de tracé qui présentent le meilleur compromis pour tous les acteurs concernés.

A l'issue de cette analyse, toutes les variantes seront classées en fonction des coefficients de pondérations attribués pour chaque critère.

Le Bureau d'Etudes propose pour cette phase d'analyse les niveaux de graduation qualitatifs suivants :

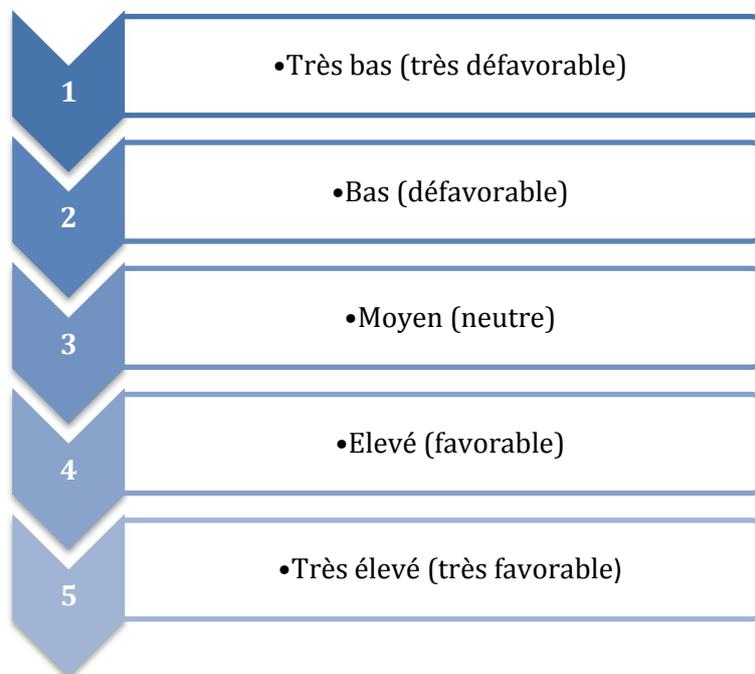


Figure 49: Notations des critères

9.2. Critères principaux

Durant cette étude, les critères de choix pris en considération peuvent se classer en trois catégories :

Critères techniques

- La longueur des tracés
- La géométrie (Arcs et Alignement)
- Les difficultés hydrologiques et hydrauliques majeurs

Critères environnementaux et sociaux

- Atteinte aux potentialités culturelles (pluviales et irriguées)
- Nombre de parcelles à exproprier
- Extension urbaine
- Proximité des habitations (Type de bâti à exproprier)

Critère économique

- Trafic
- Budget estimé

Figure 50: Les principaux critères

9.2.1. Critères Techniques ("CT")

- ✚ **Longueur** - Ce critère permet d'évaluer la longueur de chaque variante. Plus la longueur est courte, plus la note attribuée sera élevée.
- ✚ **Géométrie** - Ce critère évalue les difficultés liées à l'intégration d'une voie nouvelle en fonction de sa géométrie (Rayon et Alignement). Plus le degré de complexité technique du point de vue géométrique est élevé, plus la note attribuée sera faible.
- ✚ **Hydrologie et hydraulique** - Ce critère permet d'évaluer les difficultés hydrologiques et hydrauliques rencontrées pour chaque variante. Le passage dans le champ d'inondation est considéré comme une difficulté et le traverser perpendiculairement expose la route à des risques majeurs. Plus la difficulté hydrologique et hydraulique est mineure, plus la note attribuée sera élevée.
- ✚ **Géologie et géotechnique** - Ce critère permet d'évaluer les difficultés géologiques et géotechniques de la région d'étude. Cependant, ce critère ne sera pas pris en considération par la suite puisque la région présente les mêmes formations géologiques.

9.2.2. Critères des Impacts Environnementaux et sociaux ("CES")

Critères des impacts environnementaux 'Les milieux naturels'

Ce critère permet d'évaluer les impacts sur le milieu naturel, c'est-à-dire sur les habitats, la faune et la flore. Les impacts sont plus ou moins importants selon la sensibilité des milieux.

- **Atteinte aux ressources forestières et pastorales** - Ce critère permet d'évaluer, comparativement, les variantes selon leurs niveaux d'affection aux ressources naturelles touchées par le tracé.
- **Atteinte aux milieux humides** - Ce critère a pour objectif d'évaluer l'atteinte aux milieux humides.

Critères sociaux 'Atteinte aux biens des riverains'

Agriculture : Ce critère évalue les conséquences d'une nouvelle route sur l'agriculture en considérant d'une part les emprises sur les parcelles agricoles, entraînant une diminution des surfaces et d'autre part les effets de coupures pouvant se traduire par une séparation de l'entité des exploitations ou la création de délaissés. Les impacts sont plus ou moins importants selon la sensibilité des zones agricoles (type de culture, irrigué ou pluvial...).

Potentialités urbaines : ce critère renseigne le potentiel de développement urbain généré par chaque variante, sa capacité à permettre la mise en valeur d'espaces majeurs ainsi que son impact sur le cadre de vie et les activités riveraines. Plus la variante est proche du PAU, elle empêche le développement urbain, et plus la note attribuée sera faible.

Type de bâti à exproprier- Ce point a pour objectif l'évaluation des variantes selon leurs niveaux d'affectation des différentes propriétés et biens.

9.2.3. Critère économique

Budget estimé - Ce critère estime les coûts d'investissement de chaque variante. Plus le coût de la variante est élevé, plus la note attribuée à ce critère est faible.

Trafic – Ce critère évalue le rôle de transit et d'échange entre l'intra-rocade et le reste des territoires au sud de l'agglomération de Jendouba de chaque variante. Plus la variante attire du trafic, plus la note attribuée sera élevée.

9.2.4. Pondération des critères

L'objectif de l'application de pondérations est d'accorder le niveau d'importance des divers critères. Ainsi, des pondérations sont appliquées à chaque critère et à chaque groupe de critères, sous forme de coefficients multiplicateurs composés.

Le résultat est un classement qui combine une évaluation pour chaque critère, un classement total pour chaque groupe de critères et un classement global final pour chaque variante, permettant ainsi d'obtenir un classement dans l'ordre décroissant pour faciliter la sélection.

Les différents ensembles de poids relatifs des trois branches qui interviennent dans le choix (technique, impacts environnementaux et sociaux, économique), et qui peuvent représenter le point de vue des acteurs clés du projet sont :

Tableau 5: Répartition par groupe de critères

EVALUATION	POIDS
Critères Techniques	40%
Critères des Impacts Environnementaux et Sociaux	40%
Critère Economique	20%
Total	100%

Tableau 6: Répartition dans chaque groupe de critères

CRITÈRES TECHNIQUES	POIDS
Longueur	15%
Géométrie	15%
Difficulté hydrologique et hydraulique	70%
Total	100%

CRITÈRES DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX	POIDS
Atteinte aux ressources forestières et pastorales	10%
Atteinte aux milieux humides	5%
Atteinte à l'agriculture irriguée	15%
Atteinte aux potentialités en pluvial (ARS)	20%
Atteinte aux PPI	10%
Type de bâti à exproprier	5%
Nombre des parcelles à exproprier	10
Extension urbaine et PAU	25%
Total	100%

CRITÈRE ÉCONOMIQUE	POIDS
Niveau estimé du budget	75%
Trafic	25%
Total	100%

Les critères d'impacts socio-environnementaux et les critères techniques représentent à eux seuls le poids le plus important avec 80%. La difficulté hydrologique et hydraulique est un critère prépondérant avec 70% du poids total des critères techniques. Quant au critère économique il n'intervient qu'avec 20% du poids total.

9.3. Critères techniques

9.3.1. Longueur

Ce critère représente le linéaire de chaque variante. La meilleure note sera attribuée à la variante la plus courte et la note minimale 1 à la variante ayant le plus long linéaire. Les 2 familles de variantes (nord et sud) sont étudiées séparément.

Le résultat des notes attribuées pour chaque variante est comme suit :

Tableau 7: Les notes attribuées pour le critère longueur

	Variantes	Longueurs (m)	C1
<i>Nord de la RN17</i>	V1N	14791	1,00
	V2N	11924	2,36
	V3N	10272	3,15
	V4N	9114	3,70
	V5N	6371	5,00
<i>Sud de la RN17</i>	V1S	5794	5,00
	V2S	7301	3,27
	V3S	9269	1,00

9.3.2. Géométrie

La note à attribuer pour chaque variante est estimée en fonction de la proportion de la longueur des rayons ainsi que des alignements.

Tableau 8: Les notes attribuées pour le critère géométrie

	Variantes	C2
<i>Nord de la RN17</i>	V1N	5,00
	V2N	3,92
	V3N	2,96
	V4N	1,00
	V5N	3,65
<i>Sud de la RN17</i>	V1S	3,94
	V2S	1,00
	V3S	5,00

9.3.3. Difficulté et répercussion hydrologique et hydraulique

Pour obtenir la quantification de ce critère, on considère le facteur impact de l'implantation de la route par rapport au fonctionnement hydraulique lors des crues (répercussions de la route sur le champ d'inondation). Lorsque la route change l'écoulement naturel de l'eau ou augmente sa hauteur, la note attribuée sera minimale.

- La variante V1N contourne le champ d'inondation et n'est pas submersible lors des grandes crues. Elle ne présente pas des contraintes et des mesures particulières à prendre lors de son implantation. De ce fait, la variante V1N est considérée comme la meilleure de point de vue difficulté hydrologique et hydraulique et la note la plus élevée 5 lui sera attribuée.
- Le 2^{ème} tracé V2N traverse le champ d'inondation perpendiculairement jusqu'au lit d'Oued Medjerda. Afin de transiter l'eau lors des crues, des ouvrages hydrauliques de décharge seront implantés sur cette variante. Cette dernière est considérée comme une bonne variante et aura la note de 4.
- La variante V3N débute au tronçon inondable de la RN17 et traverse le champ d'inondation parallèlement à l'écoulement de l'eau des crues. Par conséquent, il n'y a aucune mesure possible à prendre afin de protéger la route des inondations des grandes crues. De ce fait, la variante V3N aura la note minimale 1 pour les contraintes hydrologiques et hydrauliques rencontrées.
- La 4^{ème} variante de tracé au nord de la RN17 suit la digue proposée lors de l'étude de protection contre les inondations de la région de Jendouba par le même Bureau d'Etudes SCET-Tunisie. Ce qui protège la route des écoulements des grandes crues et la note de 4 lui sera attribuée.
- La route du tracé V5N débute au tronçon inondable de la RN17 et est implantée tout au long dans le champ d'inondation. La variante présente une difficulté hydrologique et hydraulique majeure donc la note de minimale lui sera donnée.

Les variantes sud sont concernées par le débordement d'Oued Mellegue. Selon l'étude de protection contre les inondations, les variantes V1S et V2S peuvent jouer le rôle de digues. Le deuxième tracé présente la meilleure alternative pour protéger le PAU, la caserne militaire et la partie basse du village Wseltia et la note la plus élevée 5 lui sera attribuée.

Cependant, la variante V1S ne permet pas la protection de la zone militaire et du village de Wseltia. La construction de cette variante nécessitera la mise en place d'une deuxième infrastructure afin de protéger la zone, de ce fait elle obtiendra la note 3. La dernière variante V3S traverse le champ d'inondation et risque d'augmenter la côte de l'eau lors des grandes crues. La note minimale lui sera donnée suite à sa complexité hydrologique et hydraulique.

Tableau 9: Les notes attribuées pour le critère difficulté hydrologique et hydraulique

	Variantes	C3
Nord de la RN17	V1N	5,00
	V2N	4,00
	V3N	1,00
	V4N	4,00
	V5N	1,00
Sud de la RN17	V1S	3,00
	V2S	5,00
	V3S	1,00

Après pondération des critères, le tableau ci-dessous présente les notes attribuées aux critères techniques pour chaque variante.

Tableau 10: Les notes attribuées pour les critères techniques

Variantes	Critère longueur	Critère hydraulique	Critère géométrie	Note critères techniques
V1N	1,00	5,0	5,00	4,40
V2N	2,36	4	3,92	3,73
V3N	3,15	1,0	2,96	1,62
V4N	3,70	4,0	1,00	3,50
V5N	5,00	1	3,65	2,00
V1S	5,00	3	3,94	3,44
V2S	3,27	5	1,00	4,14
V3S	1,00	1	5,00	1,60
<i>Coef. de pondération</i>	<i>15%</i>	<i>70%</i>	<i>15%</i>	<i>100%</i>

Les variantes V1N et V2N sont les meilleures variantes de point de vue technique. Cependant, au sud, la variante V3S a obtenu une note assez faible due aux difficultés hydrologiques et hydrauliques rencontrées avec un linéaire élevé.

9.4. Critères des impacts environnementaux et sociaux

9.4.1. Note d'impact environnemental des critères du respect du Patrimoine naturel

Il s'agit de classer les variantes en fonction de la proportion de leur emprise de 50 m qui affecte les principaux enjeux du patrimoine naturel des régions traversées, à savoir :

- La couverture forestière résiduelle
- Les diverses zones humides

9.4.1.1. Respect de la couverture forestière résiduelle par les variantes

- ❖ Mode de recodage de la couverture forestière résiduelle

Pour déterminer la perte de biomasse forestière liée aux expropriations de terres forestières réalisées pour libérer l'emprise, on a utilisé l'image GoogleEarth qui indique la localisation des forêts à la zone d'étude.



Figure 51 : Localisation des forêts à la zone d'étude

- ❖ Notation du critère d'impact environnemental d'atteinte à la couverture forestière résiduelle

On voit que toutes les variantes ne vont pas traverser les zones forestières. Seulement, les variantes V1N et V2N, dans l'extrémité, vont traverser la zone entre deux forêts qui est occupée par des oliviers et la variante V3N va passer au sud de la forêt.

Donc, on donne une note « 4 : zone à importance d'impact faible » pour les trois variantes V1N, V2N et V3N et pour le reste des variantes, on donne une note « 5 : zone à importance d'impact négligeable »

9.4.1.2. Respect des zones humides par les variantes

- ❖ Mode de recodage des zones humides

Pour déterminer l'impact de chaque variante du présent projet sur les zones humides et les retenus des barrages, on a utilisé l'image Google Earth qui indique la localisation de ces zones.

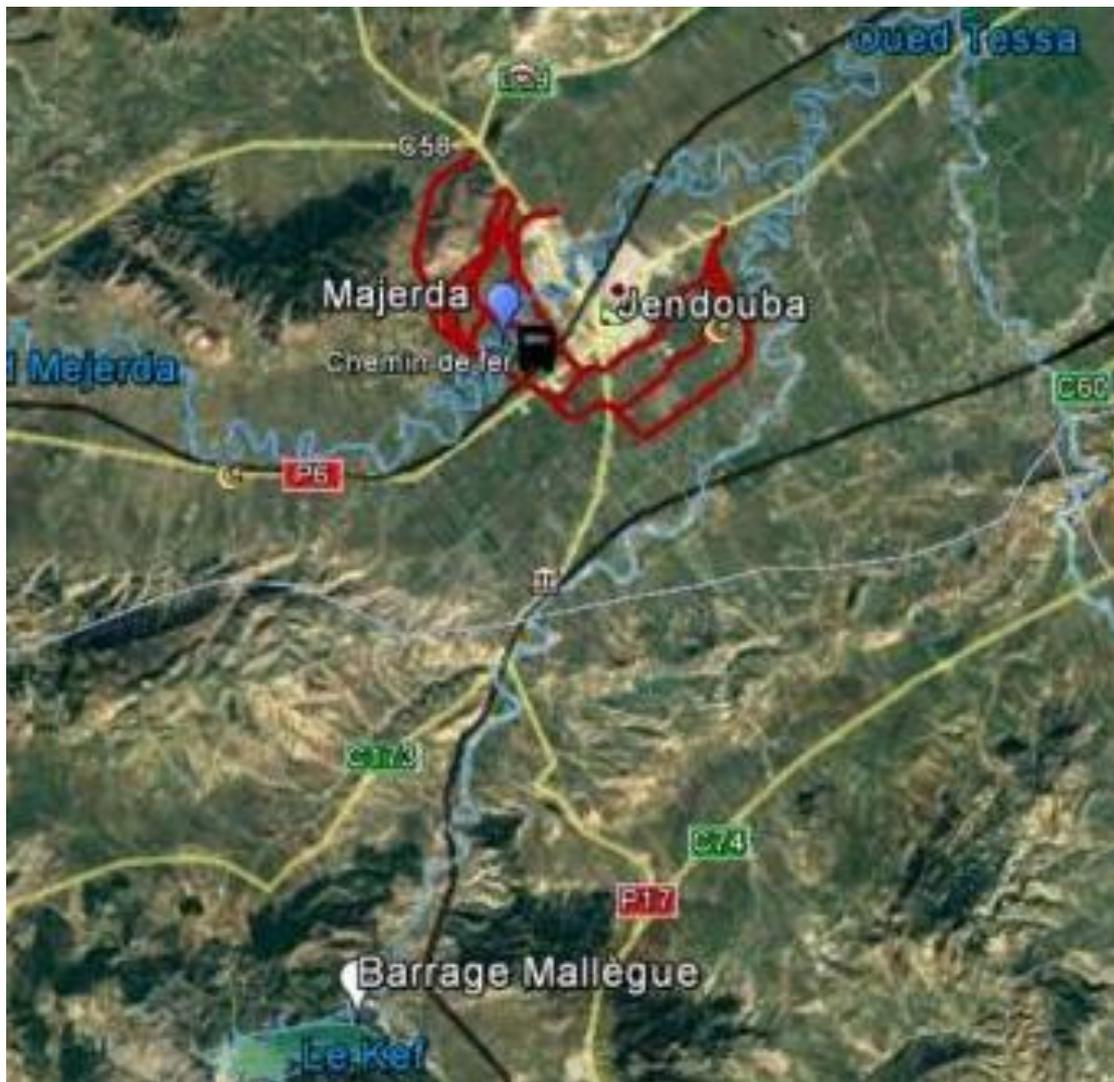


Figure 52 : Type du passage des variantes en fonction des zones humides et retenue de barrage

❖ Notation du critère d'impact environnemental d'atteinte aux zones humides

On voit que toutes les variantes seront éloignées des zones humides et des retenues des deux barrages de Mallègue et de Bouhertma.

Donc, on donne une note « 5 : zone à importance d'impact négligeable » pour toutes les variantes.

9.4.2. Note d'impact social des critères d'atteinte aux biens des riverains

9.4.2.1. Atteinte aux potentialités maraîchères irriguées par les variantes

❖ Mode de recodage des potentialités maraîchères irriguées

Pour minimiser la destruction d'aménagements et la perte de productivité maraîchère liée aux expropriations de terres agricoles cultivées en irrigué réalisées pour libérer l'emprise, le champ CM de la couche « Potentialité physique des sols (PTPHY) » de la carte agricole du gouvernorat de Jendouba a été utilisée pour créer une carte des classes des potentialités physiques des zones irriguées en matière de cultures maraîchères, avec le recodage présenté dans le tableau suivant.

Tableau 11 : Classes de « Pt.phy » en CM (cultures maraîchères) traversée par les variantes.

Pt.phy en CM	Types de contraintes rencontrées	Importance de l'impact (-)
S1 : excellentes	Sols avec au maximum une contrainte mineure	Très forte
S2 : bonnes	Sols avec au minimum deux contraintes mineures	Forte
S3 : moyennes	Sols avec au minimum une contrainte majeure	Moyenne
S4 : assez faibles	Sols avec au maximum deux facteurs limitants importants	Faible
S5 : faibles	Sols avec au minimum trois facteurs limitants importants	
S6 : marginales	Sols avec au minimum un facteur limitant absolu	Négligeable

La figure suivante présente le résultat de l'application de cette clé de décision sur les classes de potentialités physiques en arboriculture rustique pluviale dans le gouvernorat de Jendouba concernés par les variantes.

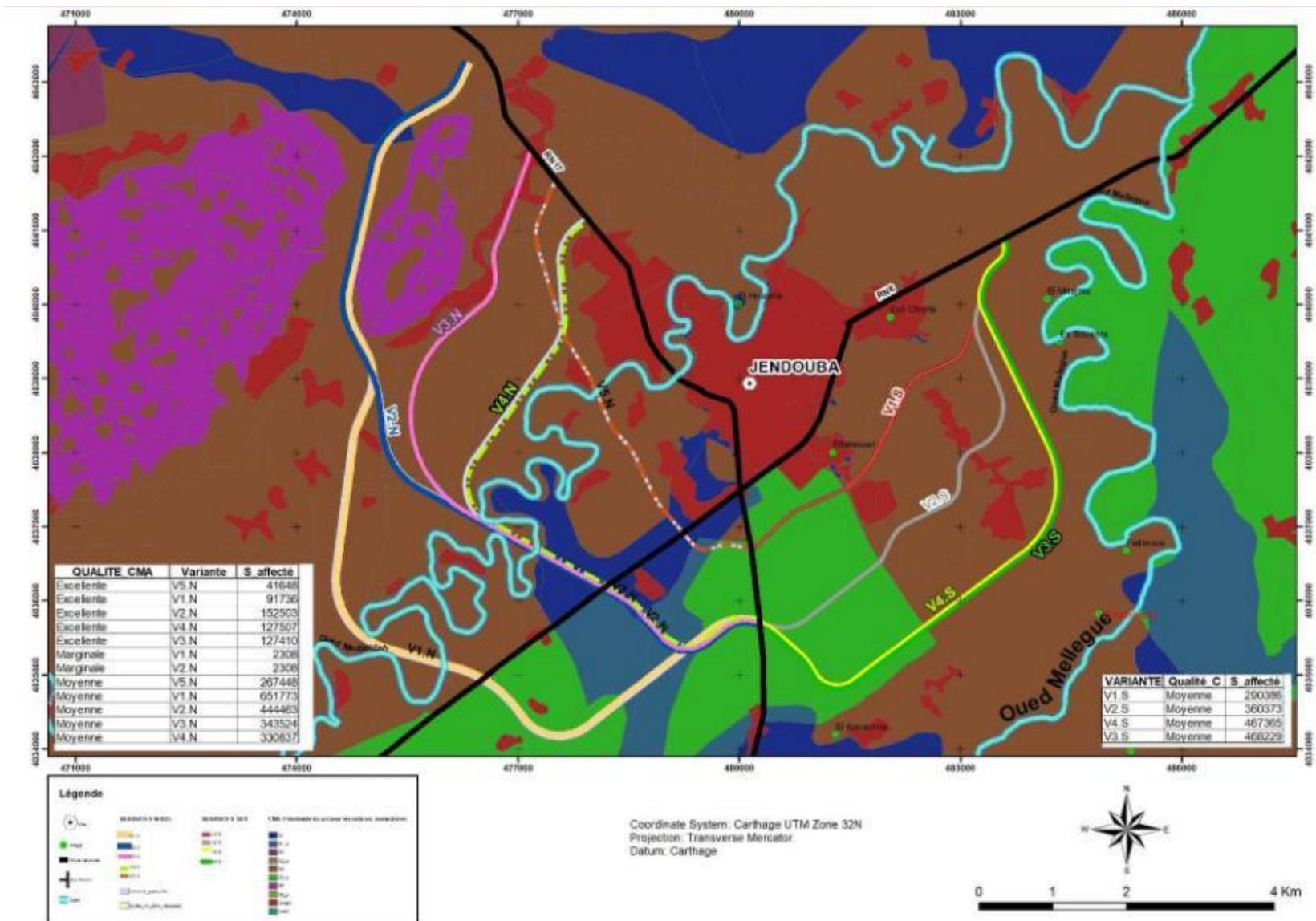


Figure 53 : Type du passage des variantes en fonction des Ptpy en CM des zones irriguées

On voit que l'optimisation des tracés a permis d'éviter que les potentialités physiques en maraîchage bonnes ne soient affectées par les variantes : Seulement 14,6% de la surface des maraîchages bonnes sera affectées.

❖ Notation du critère d'impact social d'atteinte aux potentialités maraîchères irriguées

Le tableau suivant présente la répartition des surfaces à exproprier pour les variantes selon les classes de potentialités maraîchères irriguées.

Tableau 12 : Surface de potentialités maraîchères irriguées à exproprier pour les variantes (1000 m²)

Importance de l'impact (-)	Surface	Note	V1N	V2N	V3N	V4N	V5N	V1S	V2S	V3S
Très forte	S ₅	1	91,736	152,503	127,41	127,507	41,648	0	0	0
Forte	S ₄	2	651,773	444,463	343,524	330,837	267,448	0	0	0
Moyenne	S ₃	3	0	0		0	0	290,386	360,373	468,229
Faible	S ₂	4	0	0		0	0	0	0	0
Négligeable	S ₁	5	2,308	2,308	0	0	0	0	0	0
Note de base			1,89	1,76	1,73	1,72	1,87	3,00	3,00	3,00
<i>Note de base maximale</i>			3,00							
<i>Note de base minimale</i>			1,72							
Note du critère			2,12	1,97	1,94	1,93	2,10	3,37	3,37	3,37

9.4.2.2. Atteinte aux potentialités en arboriculture rustique pluviale par les variantes

❖ Mode de recodage des potentialités en arboriculture rustique pluviale

Pour minimiser la perte de productivité arboricole liée aux expropriations de terres agricoles cultivées en pluvial réalisées pour libérer l'emprise, le champ ARS de la couche « Potentialité physique des sols (PTPHY) de la carte agricole du gouvernorat de Jendouba a été utilisé pour créer une carte des classes de potentialités physiques des zones non irriguées en matière d'arboriculture rustique pluviale, avec le recodage présenté dans le tableau suivant.

Tableau 13 : Classes de P_{phy} en ARS pour décider du passage optimal des variantes

P_{phy} en ARS	Types de contraintes édaphiques rencontrées	Importance de l'impact (-)
S1 : excellentes	Sols avec au maximum une contrainte mineure	Très forte
S2 : bonnes	Sols avec au minimum deux contraintes mineures	Forte
S3 : moyennes	Sols avec au minimum une contrainte majeure	Moyenne
S4 : assez faibles	Sols avec au maximum deux facteurs limitants importants	Faible
S5 : faibles	Sols avec au minimum trois facteurs limitants importants	
S6 : marginales	Sols avec au minimum un facteur limitant absolu	Négligeable

La figure suivante présente le résultat de l'application de cette clé de décision sur les classes de potentialités physiques en arboriculture rustique pluviale du tableau ci-dessus dans le gouvernorat de Jendouba concernés par les variantes.

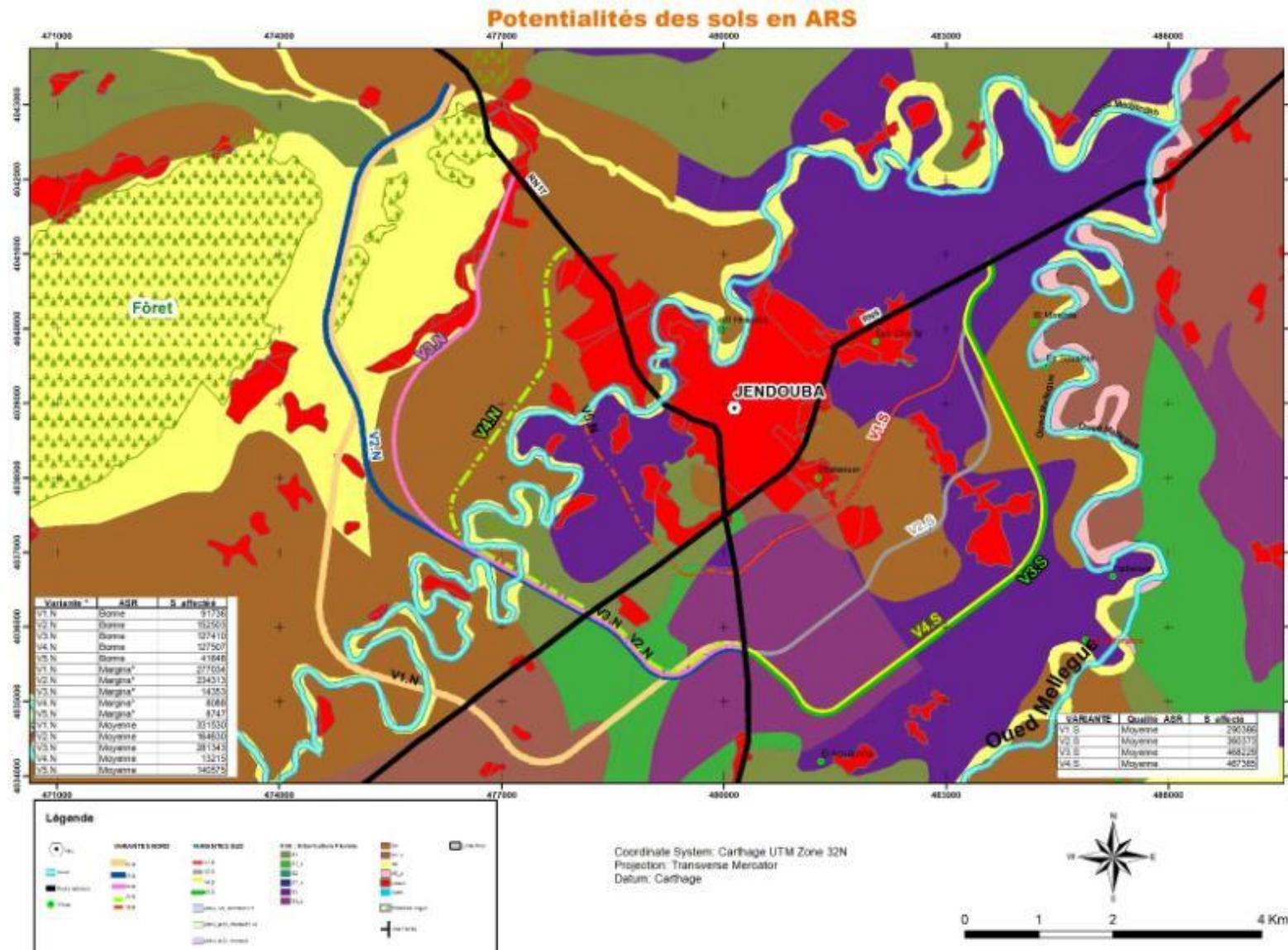


Figure 54 : Atteinte du passage des tracés ferroviaires en fonction des P_{thpy} en ARS hors zones irriguées

On voit que les zones où les potentialités physiques en arboriculture rustique pluviale bonnes à très bonnes vont poser des problèmes pour l'optimisation du tracé des couloirs sont situées plutôt près de lit d'oued Medjerda.

On remarque que 17% d'ARS sont situées dans la zone 2, 65% dans la zone 3 et 17 % dans la zone 0.

- ❖ Notation du critère d'impact social d'atteinte aux potentialités en arboriculture rustique pluviale

Le tableau suivant présente la répartition des surfaces à exproprier pour les variantes selon les classes de potentialités en arboriculture rustique pluviale présentées dans le tableau précédent.

Tableau 14 : Surface de potentialités arboriculture rustique pluviale à exproprier pour les variantes (1000 m²).

Importance de l'impact (-)	Surface	Note	V1N	V2N	V3N	V4N	V5N	V1S	V2S	V3S
Très forte	S ₅	1	91,736	152,503	127,41	13,215	41,648	0	0	0
Forte	S ₄	2	331,53	164,63	281,343	13,215	140,575	290,386	360,373	468,229
Moyenne	S ₃	3	0	0		0	0	0	0	0
Faible	S ₂	4	0	0		0	0	0	0	0
Négligeable	S ₁	5	277,034	234,313	14,353	8,088	8,747	0	0	0
Note de base			3,06	3,00	1,80	2,32	1,92	2,00	2,00	2,00
<i>Note de base maximale</i>			3,06							
<i>Note de base minimale</i>			1,80							
Note du critère			3,35	3,29	1,97	2,54	2,10	2,19	2,19	2,19

9.4.2.3. Atteinte périmètres irrigués par les variantes

- ❖ Mode de recodage des périmètres irrigués

Pour déterminer l'importance de l'impact du projet sur les périmètres irrigués, on a préparé une carte de localisation ces PPI par rapport aux variantes du projet.

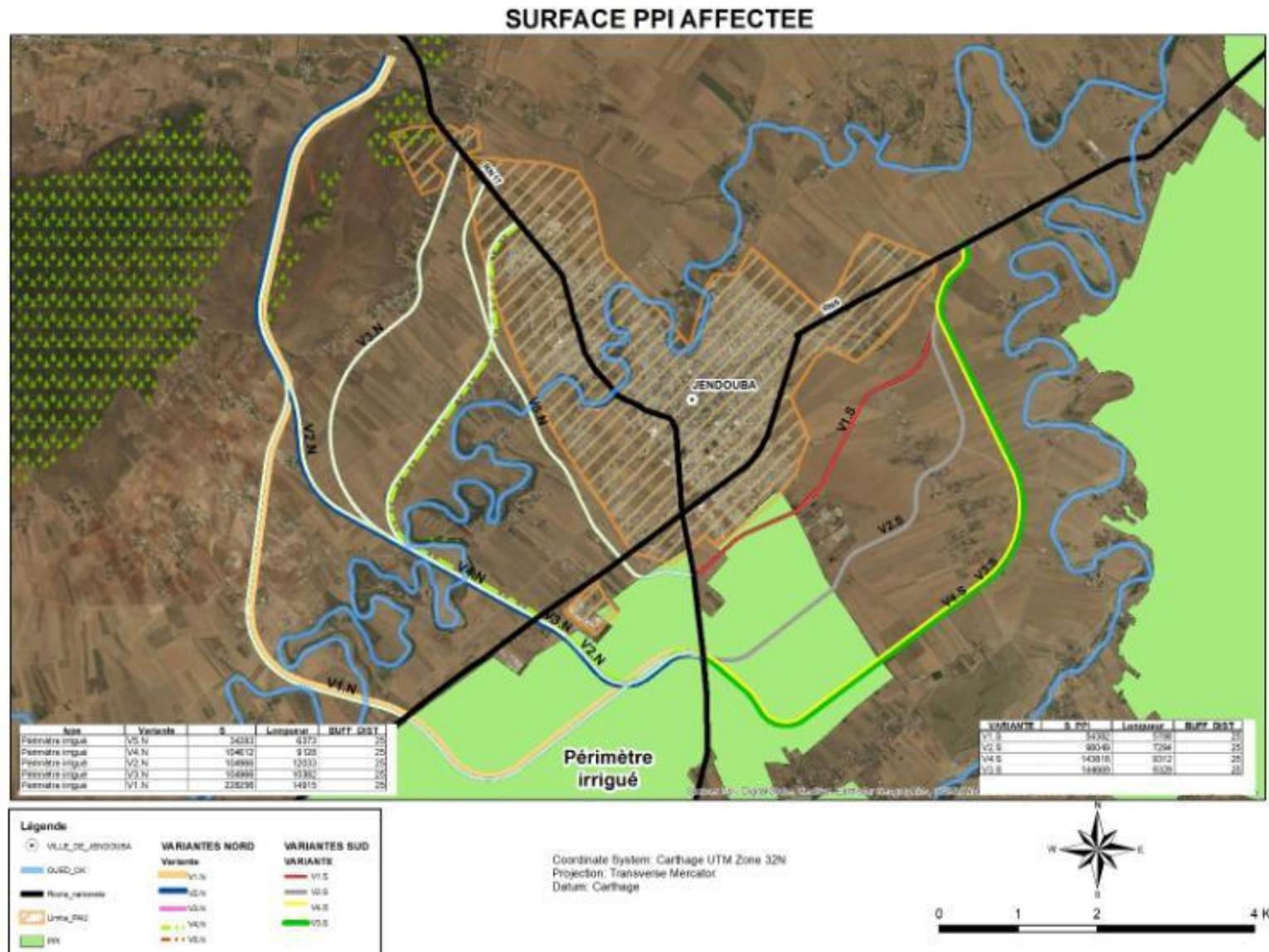


Figure 55 : Localisation des PPI

On voit clairement qu'il y a présence de 2 PPI : 1 PPI à l'est des variantes qui ne sera pas par le projet et l'autre au sud de la ville de Jendouba et qui sera traversé par les variantes.

Pour déterminer la note de base, on considère que la surface touchée pour chaque variante a une importance (-) forte.

- ❖ Notation du critère d'impact social d'atteinte aux potentialités des PPI

Le tableau suivant présente la répartition des surfaces à exproprier pour les variantes selon les classes de potentialités maraîchères irriguées.

Tableau 15 : Surface de potentialités PPI à exproprier pour les variantes (1000 m²)

Importance de l'impact (-)	Surface	Note	V1N	V2N	V3N	V4N	V5N	V1S	V2S	V3S
Très forte	S ₅	1	228,256	104,966	104,966	104,612	34,283	54,382	98,049	143,818
Forte	S ₄	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Moyenne	S ₃	3	0	0		0	0	0	0	0
Faible	S ₂	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Négligeable	S ₁	5	517,494	496,684	414,134	351,788	284,367	235,018	266,651	321,782
Note de base			3,78	4,30	4,19	4,08	4,57	4,25	3,92	3,76
<i>Note de base maximale</i>			4,57	4,57	4,57	4,57	4,57	4,57	4,57	4,57
<i>Note de base minimale</i>			3,76	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76
Note du critère			2,57	2,93	2,85	2,78	3,11	2,89	2,67	2,56

9.4.2.4. Atteinte au bâti affecté par les variantes

- ❖ Mode de recodage des types de bâti

Pour minimiser la perte de bâtiments, immeubles, commerces, logements individuels, fermes, bâtiments d'exploitation ou dépendances liée aux expropriations de locaux réalisées pour libérer l'emprise de 50 m des variantes, l'image Google Earth de ces emprises a été utilisée pour créer une carte des classes d'atteinte au bâti rencontrés, avec le codage présenté dans le tableau suivant.

Tableau 16 : Classes d'atteinte au bâti pour décider du passage des variantes.

Type de bâti	Types de contraintes édaphiques rencontrées	Importance de l'impact (-)
Dense	Ville ou village	Très forte
Assez dense	Faubourgs de ville	Forte
Assez dispersé	Hameaux ruraux	Moyenne
Dispersé	alentours de hameaux ruraux	Faible
Groupements isolés	Bâtiments regroupés	
Bâtiments isolés	Bâtiment unique	Négligeable

La figure suivante présente le résultat de l'application de cette clé de décision sur les classes de bâti du tableau précédent dans le gouvernorat de Jendouba concernés par les variantes.

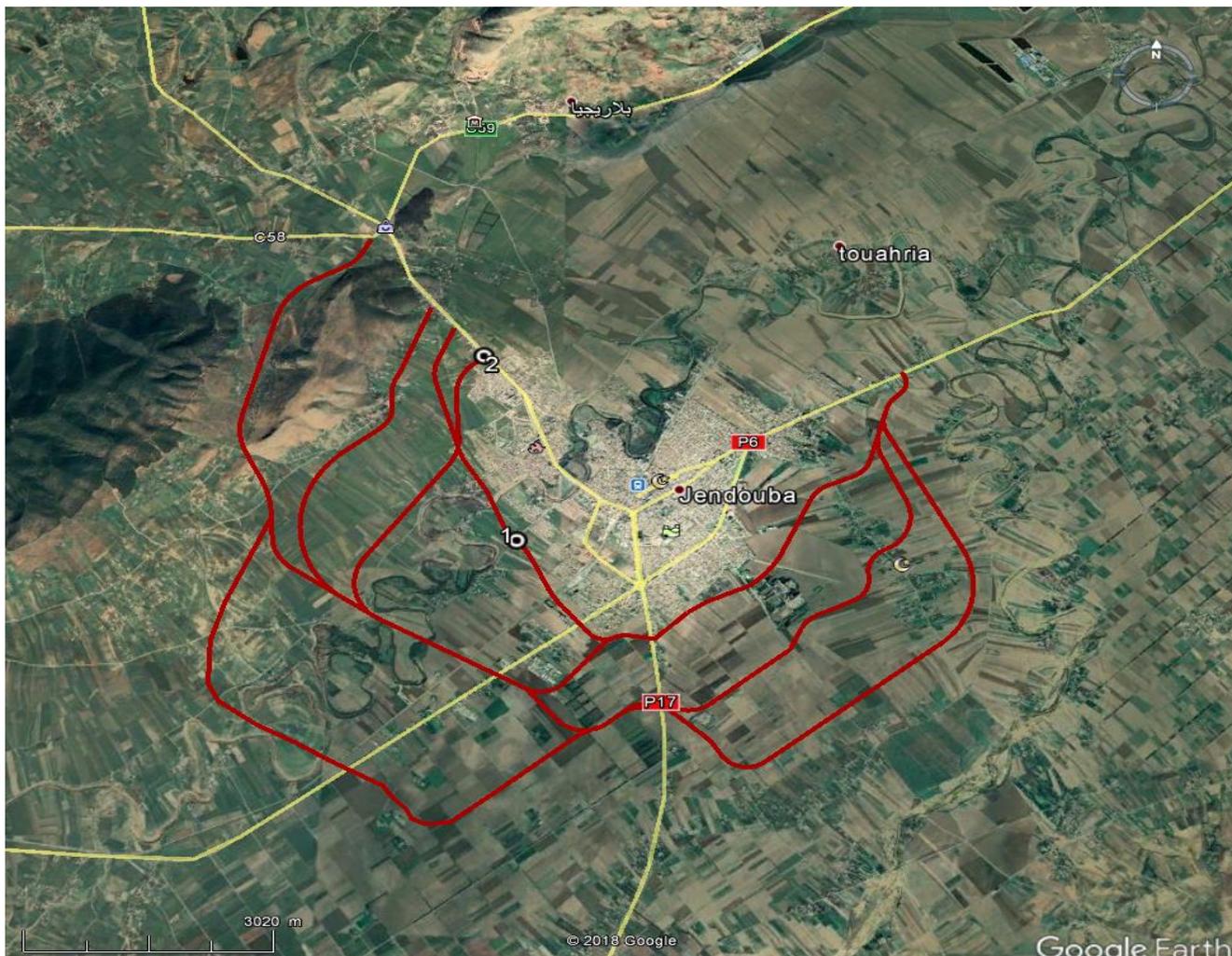


Figure 56 : Atteinte du passage des variantes au bâti

❖ Notation du critère d'impact social d'atteinte au bâti

On voit que le travail d'optimisation du tracé a porté ses fruits, et que seulement 2 logements soumise à autorisation vont être touchées : un logement à la variante V4N et une autre à la variante V5N. : La surface de bâti à libérer est de 1364 m² (104 m² pour V5N et 1260 m² pour V4N).

Donc, on donne une note « 4 : zone à importance d'impact faible » pour les deux variantes V4N et V5N et pour le reste des variantes, on donne une note « 5 : zone à importance d'impact négligeable ».

9.4.2.5. Atteinte aux parcelles affectés par les variantes

Pour minimiser le nombre des parcelles affectées pour libérer l'emprise de 50 m des variantes, l'image Google Earth de ces emprises a été utilisée pour déterminer ce nombre. Ce nombre varie de 40 à 78 parcelles aux variantes Nord et de 48 à 90 parcelles aux variantes sud.

Tableau 17 : Nombre des parcelles affectées par les variantes.

Couloirs	Variantes	Longueur (m)	Nombre de parcelles affectées	Surface à exproprier (m ²)
Nord	V1N	14 915	78	745 750
	V2N	12 033	59	601 650
	V3N	10 382	46	519 100
	V4N	9 128	43	456 400
	V5N	6 373	40	318 650
Sud	V1S	5 788	48	289 400
	V2S	7 294	53	364 700
	V3S	9 312	90	465 600

Le codage suivant a été utilisé pour classer l'importance de l'impact des parcelles affectées.

Tableau 18 : Classes d'atteinte au nombre des parcelles affecté pour décider du passage des variantes.

Nombre des parcelles affectées	Zones où l'importance de l'impact (-) est	Note
>100	Très fort	1
81-100	Fort	2
61-80	Moyen	3
40-60	Faible	4
<40	Négligeable	5

Le tableau suivant présente la répartition des surfaces à exproprier pour les variantes :

Tableau 19 : Surface à exproprier pour les variantes.

Importance de l'impact (-)	Surface	Note	V1N	V2N	V3N	V4N	V5N	V1S	V2S	V3S
Très forte	S ₅	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Forte	S ₄	2	0	0	0	0	0	0	0	465,6
Moyenne	S ₃	3	745,75	0	0	0	0	0	0	0
Faible	S ₂	4	0	601,65	519,1	456,4	318,65	289,4	364,7	0
Négligeable	S ₁	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Note de base			3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	2,00
<i>Note de base maximale</i>			4,00							
<i>Note de base minimale</i>			2,00							
Note du critère			2,63	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	1,75

9.4.2.6. Atteinte à l'extention urbaine par les variantes

Un autre critère qui est important est la localisation des variantes par rapport au plan d'aménagement urbain (PAU).

Pour le couloir sud, on remarque que la variante V1S est la plus proche de PAU alors que V3S est la plus éloignée de ce plan.

Pour le couloir Nord, on remarque que les variantes V5N et V4N sont les plus proches du PAU alors que V1N est la plus éloignée.

Donc, on peut donner une note « 1 : zone à importance d'impact très forte » pour les variantes proches du PAU et pour les variantes éloignées du PAU, on donne une note « 5 : zone à importance d'impact négligeable ».

9.4.3. Analyse multicritère des impacts des variantes sur leur environnement

Affectées à des pondérations indiquées dans le tableau suivant, les notes de ces critères d'impact permettent d'obtenir la note de synthèse du critère des impacts environnementaux et sociaux négatifs des emprises des variantes sur leurs cadres naturel et humain.

Tableau 20 : Notation des impacts environnementaux et sociaux négatifs des variantes

Critères	Coef. de pondération	Coef. de pondération							
		V1N	V2N	V3N	V4N	V5N	V1S	V2S	V3S
Atteinte aux écosystèmes les plus riches									
Forêt - Parcours	10%	4	4	4	5	5	5	5	5
Milieux humides	5%	5	5	5	5	5	5	5	5
Atteinte aux biens des riverains									
Atteinte à l'agriculture irriguée	15%	2,12	1,97	1,94	1,93	2,10	3,37	3,37	3,37
Atteinte aux potentialités en pluvial (ARS)	20%	3,35	3,29	1,97	2,54	2,10	2,19	2,19	2,19
Atteinte aux PPI	10%	2,57	2,93	2,85	2,78	3,11	2,89	2,67	2,56
Type de bâti à exproprier	5%	5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00
Nombre des parcelles à exproprier	10%	2,63	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	1,75
Extension urbaine et PAU	25%	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	1,00	2,00	5,00
Note globale (-) environnement		3,66	3,50	2,97	2,88	2,60	2,83	3,06	3,62

On déduit des résultats d'analyse obtenus que le meilleur bilan environnemental pour les variantes du couloir sud est celui de la variante V3S suivi par la V2S.

Alors que le meilleur bilan environnemental pour les variantes du couloir nord est celui de la variante V1N suivi par la V2N.

9.5. Critère Économique

9.5.1. Coûts

Ce critère permet de comparer les différentes variantes selon leurs budgets estimés en fonction des terrassements, des ouvrages à projetés et de la longueur des tracés. La meilleure note sera attribuée à la variante la moins coûteuse et la note minimale 1 à la variante ayant le coût le plus élevé.

Les notes attribuées au critère coût pour chaque variante de présentent comme suit :

Tableau 21: Les notes attribuées pour le critère coût

	Variantes	C _{eco1}
Nord de la RN17	V1N	3,53
	V2N	4,80
	V3N	4,71
	V4N	5,00
	V5N	1,00
Sud de la RN17	V1S	5,00
	V2S	3,86
	V3S	1,00

9.5.2. Trafic

Les variantes V1N et V2N débutent au niveau de la RR59 et sont susceptibles ainsi d'attirer le trafic venant de la RR59 (de Tunis – Beja et Bousalem) en direction de Ghardimaou pour le faire passer sur la RN6 au lieu de continuer sur la RR58 qui présente des caractéristiques géométriques moins confortables. De même, ces variantes peuvent être raccordées à l'autoroute projetée Bousalem-Frontière Algérienne à travers la RR59.

Cet emplacement favorise et répond parfaitement au rôle d'une rocade, contrairement aux autres variantes qui débutent au milieu du plan d'aménagement.

De ce fait, les deux premières variantes obtiendront la note la plus élevée 5.

Les notes attribuées au critère trafic pour chaque variante de présentent comme suit :

Tableau 22: Les notes attribuées pour le critère trafic

	Variantes	C _{eco2}
Nord de la RN17	V1N	5,00
	V2N	5,00
	V3N	1,5
	V4N	1,00
	V5N	1,00

Après pondération des critères, le tableau ci-dessous présente les notes attribuées aux critères économiques pour chaque variante.

Tableau 23: Les notes attribuées pour les critères économiques

<i>Variantes</i>	<i>Critère coût</i>	<i>Critère trafic</i>	<i>Note critères économiques</i>
V1N	3,53	5,00	3,90
V2N	4,80	5,00	4,85
V3N	4,71	1,50	3,91
V4N	5,00	1,00	4,00
V5N	1,00	1,00	1,00
V1S	5,00	-	5,00
V2S	3,86	-	3,86
V3S	1,00	-	1,00
<i>Coef. de pondération</i>	75%	25%	100%

Selon les résultats économiques, les variantes V5N et V3S ont obtenu des notes nettement inférieures à celles des autres variantes et ceci est dû à leurs coûts assez élevés.

10. RESULTATS DE L'ANALYSE MULTICRITERE

10.1. Résultats

Les résultats obtenus suite à l'analyse des critères techniques, socio-environnementaux et économiques dans le chapitre 12 sont récapitulés dans le tableau ci-dessous. Ces critères sont pondérés afin de mettre en avant l'importance de chacun. Les critères d'impacts socio-environnementaux et les critères techniques représentent à eux seuls le poids le plus important avec 40% pour chacun.

Les variantes de tracé sont classées selon la note globale obtenue dans l'ordre décroissant.

Tableau 24: Tableau récapitulatif de l'analyse multicritère

	Critères	Coef. de pondération	V1N	V2N	V3N	V4N	V5N	V1S	V2S	V3S
Techniques	Longueur	15%	1,00	2,36	3,15	3,70	5,00	5,00	3,27	1,00
	Géométrie	15%	5,00	3,92	2,96	1,00	3,65	3,94	1,00	5,00
	Difficultés hydrologiques et hydrauliques	70%	5,00	4,00	1,00	4,00	1,00	3,00	5,00	1,00
	Note	100%	4,40	3,73	1,62	3,50	2,00	3,44	4,14	1,60
Environnementaux et sociaux	Forêt - Parcours	10%	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	Milieus humides	5%	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	Atteinte à l'agriculture irriguée	15%	2,12	1,97	1,94	1,93	2,10	3,37	3,37	3,37
	Atteinte aux potentialités en pluvial (ARS)	20%	3,35	3,29	1,97	2,54	2,10	2,19	2,19	2,19
	Atteinte aux PPI	10%	2,57	2,93	2,85	2,78	3,11	2,89	2,67	2,56
	Type de bâti à exproprier	5%	5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00
	Nombre des parcelles à exproprier	10%	2,63	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	1,75
	Extension urbaine et PAU	25%	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	1,00	2,00	5,00
	Note	100%	3,66	3,50	2,97	2,88	2,60	2,83	3,06	3,62
Economiques	Coût	75%	3,53	4,80	4,71	5,00	1,00	5,00	3,86	1,00
	Trafic	25%	5,00	5,00	1,50	1,00	1,00	-	-	-
	Note	100%	3,90	4,85	3,91	4,00	1,00	5,00	3,86	1,00
Note globale			4,00	3,86	2,62	3,35	2,04	3,51	3,65	2,29
Classement			1	2	4	3	5	2	1	3

10.2. Conclusion de l'analyse multicritère

L'étude préliminaire de la rocade de Jendouba consiste à trouver toutes les variantes possibles permettant le contournement de cette ville en liant les routes nationales RN17-RN6-RN17-RN6 pour fermer ainsi la boucle avec la rocade nord qui a fait déjà l'objet d'une étude.

La particularité de cette rocade est la difficulté hydrologique et hydraulique vue le caractère inondable de la ville causé par les deux lits d'oueds Medjerda et Mellègue.

Le critère périmètres irrigués publics constitue également une contrainte majeure pour la projection des variantes de tracés. En effet, les PPI sont aménagés juste à la périphérie de la ville. De ce fait, la traversée de ces PPI est inévitable.

Suite à l'exposition de toutes ces contraintes au CRDA de Jendouba, cet organisme n'a pas émis d'objections à les traverser tout en essayant de minimiser la division des parcelles et de traverser les terrains les moins valeureux.

Selon les résultats de l'analyse multicritère, les variantes V1N et V2N ont reçu les meilleures notes qui s'avoisinent de 4. Ce sont les deux variantes qui ne présentent pas de grandes difficultés hydrologiques et hydrauliques contrairement aux autres variantes. Elles sont suivies par la variante de tracé V4N avec une note globale de 3,35 soit une note proche de la moyenne (neutre) et qui jouera le rôle de digue de protection contre les inondations. Les deux variantes V3N et V5N ont obtenu des notes de l'ordre de 2. Nous pouvons conclure qu'il s'agit des variantes défavorables.

Les résultats de cette analyse sont présentés ci-après :

Variantes au nord de la RN17

Tableau 25: Notes des différents critères pour chaque variante (Nord)

Critères	Coef. de pondération	V1N	V2N	V3N	V4N	V5N
Techniques	40%	4,40	3,73	1,62	3,50	2,00
Environnementaux et sociaux	40%	3,66	3,50	2,97	2,88	2,60
Economiques	20%	3,90	4,85	3,91	4,00	1,00
Note globale		4,00	3,86	2,62	3,35	2,04
Classement		1	2	4	3	5

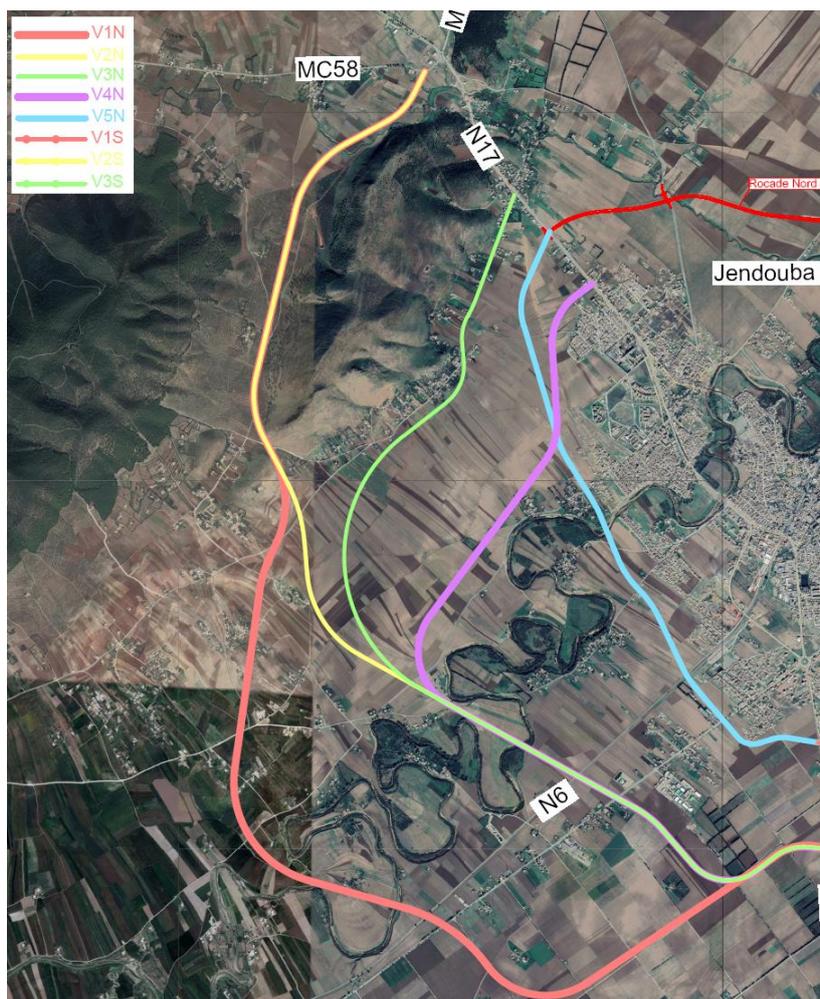


Figure 57: Le tracé des variantes Nord

Variantes au sud de la RN17

Tableau 26: Notes des différents critères pour chaque variante (Sud)

Critères	Coef. de pondération	V1S	V2S	V3S
Techniques	40%	3,44	4,14	1,60
Environnementaux et sociaux	40%	2,83	3,06	3,62
Economiques	20%	5,00	3,86	1,00
Note globale		3,51	3,65	2,29
Classement		2	1	3



Figure 58: Le tracé des variantes Sud

Pour les variantes sud, la moins bonne est celle la plus proche de Oued Mellègue V3S avec une note nettement inférieure à celles des autres variantes 2,29. Les variantes V1S et V2S ont reçu les meilleures notes avec 3,51 et 3,65, respectivement. La variante V1S est le prolongement sud de la variante rejetée V5N.

Conclusion

Suite à ces résultats, nous proposons les recommandations suivantes :

- Pour les variantes du nord, nous proposons de garder pour la phase APS les deux variantes V1N et V2N, soit les variantes qui ont obtenu des notes supérieures à 3,5 (élevées).
- Pour les variantes au sud, les deux variantes V1S et V2S ayant obtenues des notes supérieures à 3,5, nous proposons de les retenir pour la phase APS. La variante V1S qui se rapproche du PAU présente la continuité de la variante V5N qui a été écarté au

nord. Ainsi cette variante n'a plus de sens. Cependant, nous proposons de la garder et de la joindre aux autres variantes nord (V1S bis).

- La variante V3S a obtenu une note 2,29 et est considérée comme une mauvaise variante, due essentiellement au critère hydrologique et hydraulique vue son emplacement très proche d'oued Mellègue et en plein champ d'inondation, nous proposons de l'éliminer.

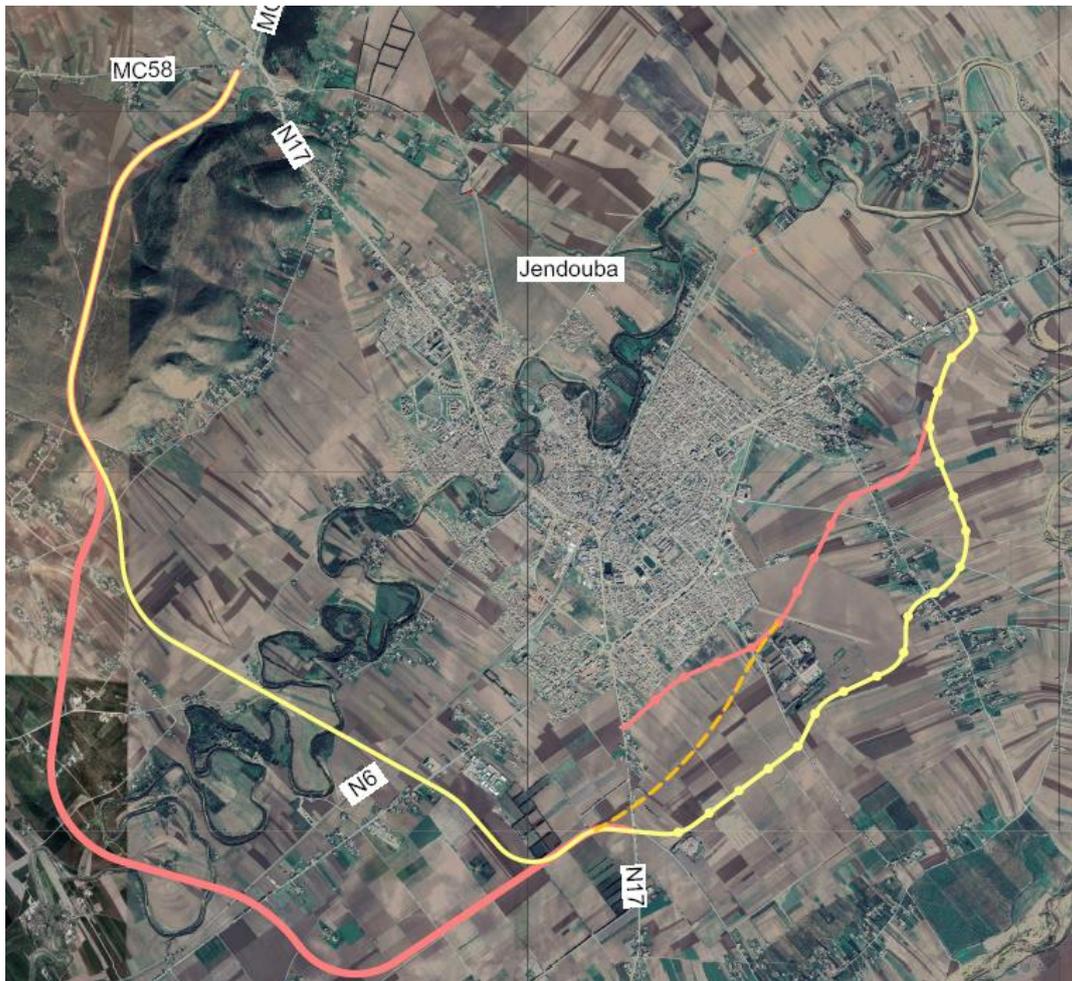


Figure 59: Les variantes retenues pour l'APS