

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

❧ ❧
Université Djillali Bounaama de Khemis-Miliana



Faculté : Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre
Département : Sciences de la Terre
Spécialité : Gestion des Ressources en Eau et Environnement

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

Thème

Étude d'impact du barrage Koudiet-Rosfa de la Wilaya de Tissemsilt sur l'environnement

Soutenu le : 19/06/2017

Présenté par :

- BENMESSAOUD Ali
- KHERCHOUCHE Ismail

Devant le Jury composé de :

Président : BOUGARRA Mohamed	Grade : MCB	Etablissement : UDBKM
Promoteur : HENNIA Kaddour	Grade : MAA	Etablissement : UDBKM
Examineurs :		Etablissement : UDBKM
1- SAHRAOUI Abdelbassit	Grade : MAA	Etablissement : UDBKM
2- BOUCEFIANE Abdelkader	Grade : MAA	Etablissement : UDBKM

Année universitaire : 2016 / 2017

Remerciements

Arrivant à la fin de ce mémoire, le recul nous montrons que ce travail n'aurait pu aboutir sans l'aide et le soutien de nombreuses personnes, et je tiens ici à renouveler mes remerciements envers elles. Je m'excuse auprès des personnes que je n'aurais malencontreusement pas citées.

Nous remercions tout d'abord néons encadreur, Monsieur Hennia Kaddour, pour l'ensemble de l'accompagnement et des précieuses aides assurés tout au long de la mémoire, et leurs remarquables compétences scientifiques.

Nous respectons s'adresse aux membres de jury qui nous ferons l'honneur d'apprécier ce travail.

Toutes les personnels de l'ANRH de Blida et l'ANBT de barrage Koudiet-Rosfa, Wilaya de Tissemsilt, et administration de Forrest de Theniet El-Had (Meddad) et à toutes les personnes qui n'ont aidé à terminer ce travail. Et enfin, nous remercions tous les amis.

BENMESSAOUD Ali
KHERCHOUCHE Ismail

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents ;

Ma femme Bouchenekh Zahra et mon fils Mohamed Abdellah;

Mes frères et sœurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Mon enseignant HENNIA Kaddour qui doit voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.

Mon collègue de travail District de Khemis-Miliana (SNTF), Boudellal Kouider, Moussi Mohamed, Mechali Abdesselam, Ratbi Malek et les autres.

KHERCHOUCHE Ismail

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents :

Mes frères

À mes amis sans exception

BENMESSAOUD Ali

:

على اعتبار عدم خلو أي مشروع من الآثار الجانبية على البيئة، وأن الضرورة تقتضي بناء السدود لضبط جريان الأودية والأنهار، والتخفيف من خسائر الفيضانات السنوية، واستغلال ما توفره من مخزون المياه في النمو الاقتصادي، فإن ذلك لا يأتي دون حدوث تأثيرات بيئية عديدة في المنطقة الجغرافية المحيطة بالسد، منها التغيرات المناخية والبيئية نتيجة احتلال بحيرة السد لمساحات كبيرة من الأراضي التي لا تخلو من المصادر الطبيعية البرية والنهرية ومراعيها. قمنا بدراسة تأثير المنشأ الفني (السد) وتقييم تأثيره على البيئة المحيطة له، وإيجاد حلول لتخفيف الآثار السلبية له.

Résumé

La mise en place de tout projet entraîne toujours des impacts sur l'environnement plus ou moins tolérables au vu des bénéfices économiques et sociaux que tirera la population de ce projet. La construction d'un barrage peut s'avérer nécessaire lorsque des crues violentes provoquent des dégâts matériels et humains suite aux inondations. En effet, en plus de l'exploitation de la réserve d'eau, la présence du barrage permet la réduction ou l'élimination des dégâts dont souffrait la population. Cependant certains impacts négatifs peuvent être ressentis tel que le changement écologique et climatique dans la zone géographique entourant le barrage, à cause l'occupation de vastes étendues de terres remplacées par une grande étendue d'eau que constitue le lac. Nous avons étudié l'effet d'ouvrage d'art (le barrage) et évaluer son impact sur l'environnement et la recherche de solutions scientifiques pour atténuer les effets de la résultante.

Abstract

Considering that the project is not devoid of any environmental impacts and a necessity that requires the construction of dams to control the flow of valleys and rivers and to mitigate losses due to annual floods and to exploit the availability of the Water in economic growth, that cannot be achieved without numerous environmental impacts in the geographical area surrounding the dam, including climatic, environmental and ecological changes due to the occupation of the dam large areas of land Are not exempt from natural sources of wild, river and pasture. We studied the effect of artistic (barrage) and evaluate its impact on the environment and the search for scientific solutions to mitigate the effects of the resultant.

Mot clé : Environnement, impact, projet, barrage, Koudiet-Rosfa, écologique.

Sommaire

Résumé	4
Liste des Figures	9
Liste des tableaux	10
Liste des photos.....	11
Introduction générale.....	1
Chapitre I : Bibliographie.....	2
I.1. Introduction.....	3
I.2. L'importance des études d'impact sur l'environnement en Algérie.....	3
I.2.1. Historique de prise en charge de la question environnementale en Algérie	3
I.2.2. Conditions de promulgation du 1er texte d'EIE et procédure	4
I.2.3. Les étapes du processus de l'étude d'impact sur l'environnement.	5
I.3. Quelques exemples d'annulation de projets suite à une l'EIE défavorable.....	6
Chapitre II : Présentation de la zone d'étude	7
II.1.1. Situation géographique de la région d'étude.....	8
II.1.2. Situation topographique du barrage.....	10
II.1.3. Cadre hydrologique et climatologique.....	10
II.1.3.1. Aspects géomorphologiques	12
II.1.3.2. Données climatologiques	13
II.1.3.3. Température	13
II.1.3.4. Vent.....	13
II.1.3.5. Précipitations.....	13
II.1.3.6. Évaporation	14
II.1.3.7. L'humidité relative	15
II.1.3.8. Transports solides.....	15
II.1.4. Géologie de la zone d'étude	15
II.1.5. Hydrogéologie de la région d'étude	19
II.2. flore et la faune	20
II.2.1. Flore.....	20
II.2.1.1. Cadre régional l'Ouarsenis	20
II.2.1.2. La végétation enclavée La cédraie	20
II.2.1.3. La subéraie	21
II.2.1.3.1. la végétation la plus répandue	21
II.2.1.3.1.1. L'Oléo lentisque	21
II.2.1.3.1.2. La Tétracinaie	21
II.2.1.3.1.3. La pine de pin d'Alep	22

II.2.1.3.1.4. L'association à Chêne vert.....	22
II.2.1.3.2. La végétation marginale.....	22
II.2.1.3.3. La brousse à Jujubier Zizyphus lotus).....	22
II.2.1.3.4. État de la flore dans le bassin versant du Fodda et de Koudiet-Rosfa.....	23
II.2.2. Faune.....	24
II.2.2.1. Avifaune.....	25
II.2.2.2. Mammifères.....	25
II.2.2.3. Les Reptiles.....	25
II.2.2.4. Cadre Socioéconomique.....	27
II.2.2.4.1. L'Agriculteurs.....	27
II.2.2.4.2. La surface agricole utile de toute la wilaya.....	27
II.2.2.4.3. Autres Ressources.....	30
II.2.2.4.3.1. Les ressources hydriques.....	30
II.2.2.4.3.2. Les ressources minérales.....	30
II.3. Niveau et structure de l'emploi.....	30
II.3.1. Les activités d'humaines.....	31
II.3.2. Sante des populations.....	31
II.3.2.1. Le paludisme.....	32
II.3.2.2. La bilharziose uro-génitale.....	32
II.3.2.3. La leishmaniose.....	32
II.3.2.4. Autres pathologies.....	32
II.3.2.5. Autres pathologies.....	34
II.4. La présentation du barrage.....	34
II.4.1. La nécessité de construction d'un barrage.....	34
II.4.2. Choix du site et de la cote de retenue normale.....	35
II.4.3. Choix de la digue.....	35
II.4.4. Caractéristiques de la digue.....	36
II.4.5. Apports.....	38
II.4.6. Crues du projet.....	39
II.5. Qualité des eaux.....	39
Chapitre III : Impact sur l'environnement.....	40
III.1. Introduction.....	41
III.2. Impact sur milieu physique.....	41
III.2.1. Impact sur le barrage d'Oued Fodda.....	41
III.2.2. Risques sismiques.....	42
III.3. Incidences sur le paysage.....	44
III.3.1. Les zones d'emprunt.....	44
III.3.1.1. Zone d'argile.....	44
III.3.1.2. Zone d'alluvions.....	44
III.3.1.3. Carrières pour enrochements cuvette.....	45
III.3.1.4. Conclusion.....	45
III.3.2. Le plan d'eau.....	45
III.4. Impact lies a la modification de l'hydrologie.....	46
III.4.1. Effets sur la stabilité du lit de l'oued à l'aval.....	46
III.4.2. Effets à l'amont de la retenue.....	46
III.4.2.1. Rétention et envasement.....	46
III.4.2.2. Effets du relèvement du lit d'oued sur la retenue.....	47

III.5. Impacts sur les eaux souterraines.....	47
III.6. Impact sur milieu biologique.	48
III.6.1. La Flore.....	48
III.6.2. Roseaux	48
III.6.3. L'habitat de la faune.....	49
III.7. Pertes en terres agricoles.....	49
III.8. Impact sur la qualité des eaux.	49
III.8.1. Comportement probable du plan d'eau.....	49
III.8.2. Stratification des eaux.....	50
III.8.3. Déficit en oxygène.....	50
III.8.4. Eutrophisation.....	50
III.8.5. Conclusion.....	51
III.9. Impacts socio-économiques.....	52
III.9.1. Au niveau de la cuvette.....	52
III.9.2. Déplacement des populations	52
III.9.3. Pertes en infrastructures.....	52
III.9.4. Au niveau du village de Beni-Chaib.....	53
III.10. Risque sanitaires.	54
III.10.1. Nouvelles conditions écologiques.....	54
III.10.2. Facteurs de transmission.....	55
III.10.3. Conditions du milieu.....	55
III.10.4. Impact sur l'emploi.....	56
III.11. Impact sur la stabilité de la population.....	56
III.12. Impacts sur la dotation quotidienne par habitant en eau potable.....	56
Chapitre IV : Mesures compensatoires et recommandations.....	60
IV.1. Lutte contre l'érosion des sols et reconstitution du milieu.	61
IV.1.1. Reboisement.....	61
IV.1.2. Procédés agro-techniques.....	61
IV.1.3. Procédés hydrauliques ou de Génie-Civil.....	62
IV.1.3.1. Sur les versants.....	62
IV.1.3.2. Sur les ravins.....	63
IV.1.3.3. Sur les berges des oueds et du lac de retenue.....	64
IV.1.3.4. Conditions de mise en œuvre.....	64
IV.1.4. Protection contre le transport solide sur site.....	65
IV.1.4.1. Surveillance des versants de la cuvette.....	65
IV.1.4.2. Exploitation des zones d'emprunt.....	65
IV.1.4.3. Stabilité de la zone de glissement potentiel.....	65
IV.1.4.4. Relèvement du lit de l'oued.....	66
IV.1.5. L'emploi et aquaculteur.....	66
IV.2. Qualité des eaux.....	66
IV.2.1. Mesures sur la qualité de l'eau.....	66
IV.2.2. Mesures pour le contrôle hydro-chimique des eaux.....	66
IV.2.3. Mesures pour le contrôle de l'eutrophisation des eaux.....	67
IV.3. Captage pour l'alimentation en eau potable.....	67
IV.4. Recommandations générales.....	67

IV.5. Protection de la faune	68
IV.6. Sante des populations.....	68
IV.6.1. Mesures de lutte anti-vectorielle.....	68
IV.6.2. Mesures de lutte chimique ou physique.....	68
IV.6.3. Mesures de lutte non chimique	69
IV.6.4. Mesures préventives contre les maladies transmissibles humaines	69
IV.7. Gestion du barrage et surveillance de l'environnement	69
IV.7.1. Surveillance de l'ouvrage.....	69
IV.7.2. Surveillance de l'environnement.....	70
IV.7.2.1. Climatologie	70
IV.7.2.2. Quantification de l'envasement	70
Conclusion générale	71
Référence bibliographie	72
Annexe.....	73

Liste des Figures

<i>Figure n° 1: l'Organigramme des éléments de base de bonnes pratiques de l'EIE</i>	<i>5</i>
<i>Figure n° 2: Situation géographique du barrage Koudiet-Rosfa.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure n° 3: Carte de découpage administratif des communes S.Slimane et Beni-Chaib</i>	<i>10</i>
<i>Figure n° 4: Carte de sous bassin versant de Koudiet-Rosfa.</i>	<i>11</i>
<i>Figure n° 5: Carte MNT de la zone d'étude</i>	<i>12</i>
<i>Figure n° 6: La carte géologique du site d'étude.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure n° 7: Carte de micro zonage sismique du territoire national.....</i>	<i>18</i>
<i>Figure n° 8: Carte du couvert végétal du bassin versant de l'Oued Fodda</i>	<i>24</i>
<i>Figure n° 9: Biodiversité du parc national de Theniet El-Had.....</i>	<i>26</i>
<i>Figure n° 10: Carte d'occupation de sol du la zone d'étude de la wilaya de Tissemsilt.</i>	<i>29</i>
<i>Figure n° 11: Population résidente par tranche d'âge de la Wilaya de Tissemsilt</i>	<i>30</i>
<i>Figure n° 12: Population occupée par secteur d'activité de la Wilaya de Tissemsilt.</i>	<i>31</i>
<i>Figure n° 13: Epidémiologiques notification des maladies à déclaration obligatoire w.Tissemsilt</i>	<i>33</i>
<i>Figure n° 14: Coupe type du barrage Koudiet Rosfa.....</i>	<i>37</i>
<i>Figure n° 15: Carte de sismicité de l'Algérie du Nord</i>	<i>42</i>
<i>Figure n° 16: Caractéristique macrosismique du 10/10/1980.....</i>	<i>43</i>
<i>Figure n° 17: Caractéristique macrosismique du 29/10/2003.....</i>	<i>43</i>
<i>Figure n° 18: Occupation du sol de la cuvette</i>	<i>53</i>
<i>Figure n° 19: Localisation du village de Beni-Chaib</i>	<i>54</i>
<i>Figure n° 20: Carte d'infrastructures de mobilisation stockage et transfert d'eau potable....</i>	<i>58</i>

Liste des tableaux

<i>Tableau n° 1: Caractéristiques du bassin versant au site du barrage de Koudiet-Rosfa.</i>	11
<i>Tableau n° 2: Température mensuelle en degré Celsius.</i>	13
<i>Tableau n° 3: Station pluviométrique disponible</i>	13
<i>Tableau n° 4: Station pluviométrique de barrage Koudiet-Rosfa</i>	14
<i>Tableau n° 5: Évaporation – Répartition mensuelle</i>	14
<i>Tableau n° 6 : Humidité relative en % (Station de Miliana).</i>	15
<i>Tableau n° 7: Coefficients d'accélération du séisme.</i>	19
<i>Tableau n° 8: Potentiel agricole dans le bassin versant.</i>	27
<i>Tableau n° 9 : Données épié myologiques Notification des maladies à déclaration obligatoire wilaya de Tissemsilt –Année 1993-</i>	33
<i>Tableau n° 10: Répartition mensuelle des apports</i>	38
<i>Tableau n° 11: Crues du projet</i>	39
<i>Tableau n° 12: Nombre et intensité des séismes autour de la zone de projet.</i>	42
<i>Tableau n° 13: Nature et intensité des impacts sur le paysage.</i>	46
<i>Tableau n° 14: Impacts lie à la modification de l'hydrologie par zone.</i>	47
<i>Tableau n° 15: Impacts sur la qualité des eaux souterraines</i>	47
<i>Tableau n° 16: Impacts sur l'occupation des terres.</i>	49
<i>Tableau n° 17: Impacts sur la qualité des eaux.</i>	52
<i>Tableau n° 18: Pertes en infrastructures.</i>	52
<i>Tableau n° 19: Récapitulatif d'impact sur l'environnement</i>	59

Liste des photos

<i>Photo n° 1: Vue de paysage du barrage Koudiet-Rosfa.....</i>	<i>38</i>
<i>Photo n° 2: Grande diffusion de roseaux sur les terres agricoles</i>	<i>48</i>
<i>Photo n° 3: Aménagement de l'oued par le système gabionnages dans la zone d'étude</i>	<i>64</i>
<i>Photo n° 4: Les poissons disponible sur le barrage de Koudiet-Rosfa</i>	<i>66</i>
<i>Photo n° 5: Station climatologique actuellement</i>	<i>70</i>

Introduction générale

L'eau est une ressource fondamentale de l'environnement naturel et de l'agriculture. L'importance l'eau dans la nature et dans la vie de l'homme a été reconnue depuis qu'il a pris conscience de ses relations avec son milieu.

Le développement de notre pays suppose la maîtrise des ressources en eau. Parmi les quelles les eaux de surface qui ont une importance vitale pour l'agglomération en tant que l'utilisation agricole ou industrielle. Depuis la dernière décennie, l'édification des barrages a été une solution très largement utilisée pour résoudre les délicats problèmes de mobilisation des ressources en eau.

Pour la réalisation d'un barrage, il est nécessaire avant tout de bien étudier les conséquences du projet sur le milieu naturel et sur le développement socio-économique. A cela deux raisons essentielles, d'une part une évolution du comportement social des habitants vis à vis de la protection environnementale et d'autre part une réglementation sévère sur l'eau et la pollution.

La présente étude a pour objet l'analyse et l'évaluation des différents impacts à travers une méthodologie spécifique, afin de ressortir les mesures d'atténuations pour un bon suivi environnemental du barrage Koudiet Rosfa durant sa période de vie

Chapitre I : Bibliographie

I.1. Introduction

L'environnement est l'ensemble des éléments naturels et des établissements humains, ainsi que des facteurs économiques, sociaux et culturels qui favorisent l'existence, la transformation et le développement du milieu naturel, des organismes vivants et des activités humaines.

L'Étude d'impact sur l'environnement permet d'évaluer les effets directs et indirects pouvant affecter l'environnement à court, moyen et long terme, suite à la réalisation de projets économiques et de développement et à la mise en place des infrastructures de base, et déterminer des mesures pour supprimer, atténuer ou compenser les impacts négatifs et d'améliorer les effets positifs du projet sur l'environnement.

I.2. L'importance des études d'impact sur l'environnement en Algérie¹

L'étude d'impact sur l'environnement est un document scientifique et une procédure juridique d'évaluation des effets dus à certaines activités et projets de l'homme sur l'environnement. Elle est une politique et un instrument de gestion dans le cadre des projets et des prises de décisions.

En tant qu'instrument scientifique, elle permet d'identifier, de prévoir et d'évaluer les conséquences dommage à blessure l'environnement des projets de développement, constructions etc.

I.2.1. Historique de prise en charge de la question environnementale en Algérie

La prise de conscience croissante des questions environnementales en Algérie est liée aux principales étapes de l'évolution institutionnelle, associée aux évènements suivants :

- 1974 : Création du Conseil National de l'Environnement (CNE).
- 1977 : Dissolution du CNE et transfert de ses prérogatives au Ministère de l'hydraulique, de la mise en valeur des terres et de la protection de l'environnement.
- 1981 : Transfert des missions de protection de l'environnement au Secrétariat d'État aux forêts et à la mise en valeur des terres, et création en 1983 d'une Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement (ANPE).
- 1984 : Rattachement des prérogatives de protection de l'environnement au Ministère de l'hydraulique, de l'environnement et des forêts.
- 1988 : Transfert des prérogatives de protection de l'environnement au Ministère de l'intérieur.

¹ - Alexandra Benoit haiculture.ch, 2001

- 1990 : Transfert de l'environnement au Ministère délégué à la recherche, à la technologie et à l'environnement.
- 1992 : Transfert de l'environnement au ministère de l'éducation nationale.
- 1993 : Rattachement de l'environnement au Ministère chargé des universités.
- 1994 : Rattachement de nouveau de l'environnement au ministère de l'intérieur, des collectivités locales et de l'environnement.
- 1996 : Création d'un Secrétariat d'État chargé de l'environnement. La direction générale de l'environnement (DGE) est maintenue avec ses prérogatives sous la tutelle de ce Secrétariat d'État.
- 2000 : Création du Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement(MATE).
- 2007 : Création du Ministère de l'aménagement du territoire de l'environnement et du Tourisme (MATET).
- 2010 : Création du Ministère de l'environnement (ME)
- 2017 : Création du Ministère de l'environnement et les énergies renouvelable (MEER)

I.2.2. Conditions de promulgation du 1er texte d'EIE et procédure

Les études d'impact sont rendues nécessaires suite aux effets néfastes sur l'environnement des projets de croissance économiques en particulier :

- Situation environnementale alarmante se traduisant par :
- Une population qui voit son hygiène, sa santé et son environnement se dégrader.
- Une économie qui ne peut plus supporter les coûts des dommages causés à l'environnement.
- Le droit des générations futures de naître dans un cadre de vie sain.

De ce fait un cadre juridique a été créé à savoir :

- 1983 : Promulgation de la loi cadre 83 - 03 du 5 février 1983, relative à la protection de l'environnement.
- 1990 : pour mettre en œuvre le titre V de la loi, le décret exécutif N° 90-78 du 27 février 1990, relatif à l'étude d'impact sur l'environnement, a vu le jour.

En application du décret 90-78, il a été instauré l'Étude d'Impact sur l'Environnement (EIE).

I.2.3. Les étapes du processus de l'étude d'impact sur l'environnement.

Bien qu'il ne soit pas uniforme d'un pays à un autre, le processus de l'EIE, comprend généralement un ensemble d'étapes procédurales qui aboutissent à un rapport écrit d'évaluation d'impact qui informera le décideur si un projet proposé peut être approuvé ou rejeté.

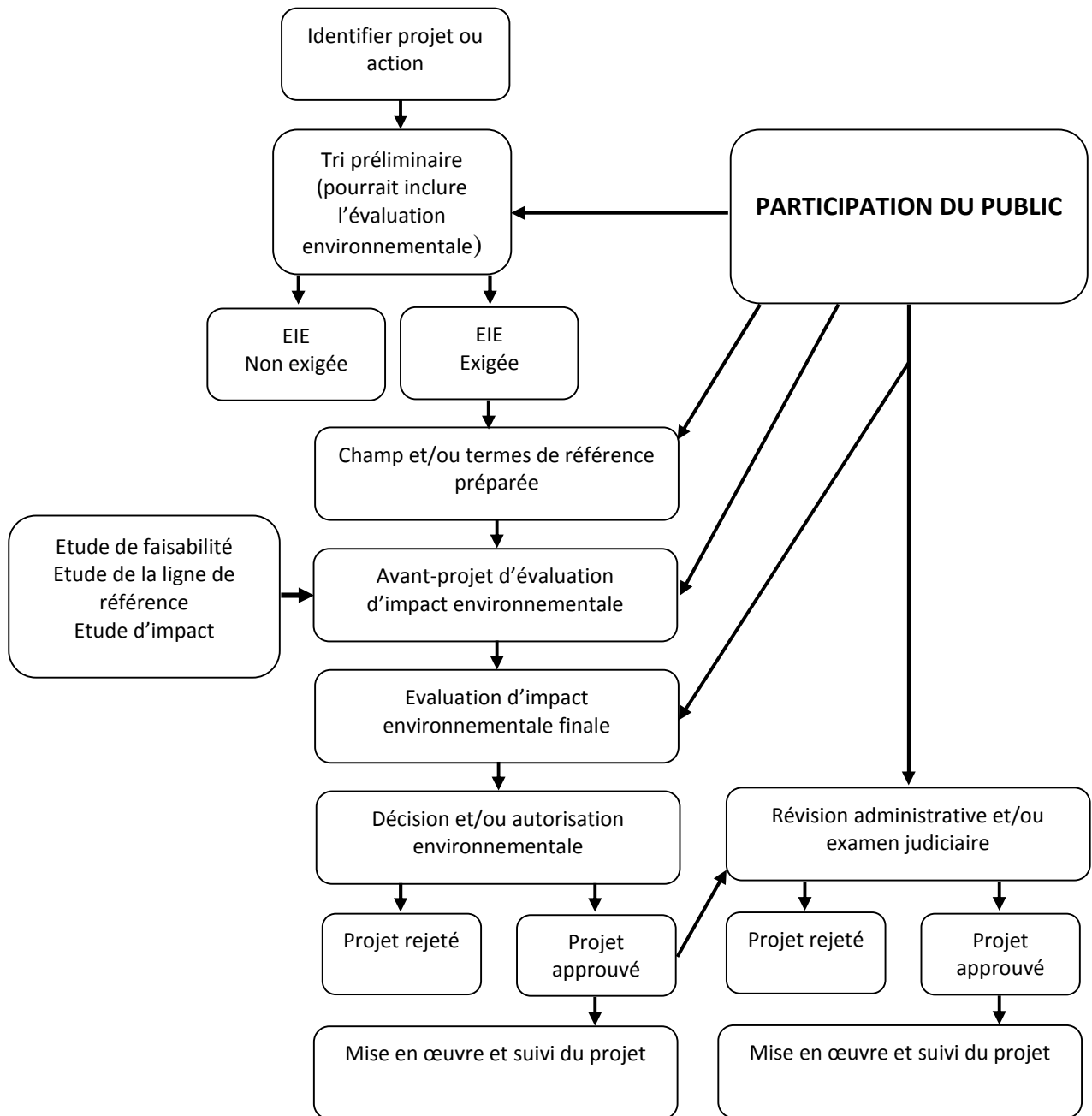


Figure n° 1: l'Organigramme des éléments de base de bonnes pratiques de l'EIE

I.3. Quelques exemples d'annulation de projets suite à une l'EIE défavorable.

- Le projet de réalisation de la **cimenterie prévu dans la commune d'Oued Taga (Batna)** a été officiellement annulé. L'annulation du projet a été ordonnée par le Premier ministre Abdelmalek Sellal, a précisé le wali, affirmant que ses services ont été instruits à l'effet d'annuler le projet de cette cimenterie dont l'implantation dans la commune d'Oued Taga a été vivement décriée par les habitants de cette localité. Le projet de réalisation de cette cimenterie fait l'objet d'une opposition de la part des habitants de cette commune à vocation agricole craignant la dégradation des conditions environnementales 12/07/2016.

- Conformément à la politique environnementale du Groupe de la Banque sollicitée pour le financement du projet et à la législation algérienne en matière de protection de l'environnement, **le projet de construction du barrage de Koudiet Acerdoune** en Algérie a fait l'objet d'une étude exhaustive quant à son impact éventuel sur l'environnement. Un résumé des conclusions du consultant ayant effectué l'étude a été soumise en juillet 1993 au Conseil d'administration (réf. ADB/BD/IF/93/92), et le projet approuvé en août 1993.

Bien qu'ayant été lancé, le projet a dû subir une modification fondamentale relative au matériau de construction de la digue.

En effet, telle que prévue à l'origine, la construction du barrage en enrochement aurait nécessité d'importants travaux de dynamitage. Le transport, la manipulation et le stockage d'explosifs en quantités aussi importantes auraient constitué un facteur de risque non négligeable pour la sécurité.

- Le wali de Bejaïa, M. Ahmed Hamou Touhami, a décidé d'annuler le projet de **construction d'un hôtel** sur l'espace vert du boulevard Amirouche dans la ville de Bejaïa privilégiant la conservation de la nature 2016.

- Fermeture d'une **centrale à béton** dans la commune de Cherchell wilaya de Tipaza, pour cause principale la détérioration de la qualité de l'air et la pollution des terres agricoles 2015.

- **Fermeture d'une usine de biscuiterie dans** la commune de Bousmail wilaya de Tipaza à cause des rejets industriels polluants dans les réseaux d'assainissement.

Les cas de fermeture et d'annulation de projets en Algérie pour cause environnementale sont trop nombreux pour être tous énumérés, nous avons cité quelques exemples édifiants.

Dans le cas de notre présente étude nous souhaitons contribuer à mettre en évidence les différents facteurs environnementaux qui sont essentiels suite à la construction de ce barrage 2015.

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

II.1.1. Situation géographique de la région d'étude

Le site du barrage Koudiet-Rosfa se trouve dans la vallée d'Oued Fodda à environ 30 Km en amont du barrage existant du même nom en exploitation depuis 1932.

Il est distant d'environ 250km d'Alger dans la direction du Sud-ouest, par Khemis Miliana et Theniet El-Had.

Le site se trouve entre les villages de Hammam Slimane et Béni-Chaib, relié par une route asphaltée, qui longe la rive gauche de l'Oued aux coordonnées géographiques

Lat 35°50'35.52''

Long 01°45'07.47''.

Le village de Béni Chaib se trouve dans la cuvette à environ 7Km en amont du site. De ce village la route asphaltée va en direction SSE et rejoint la RN°14 près du village Khemisti qui relie le chef-lieu de wilaya Tissemsilt et Theniet El-Had. La même route de site en direction Nord-Ouest rejoint la RN°19 à Bordj Bounaama (à environ 15Km en amont du site).

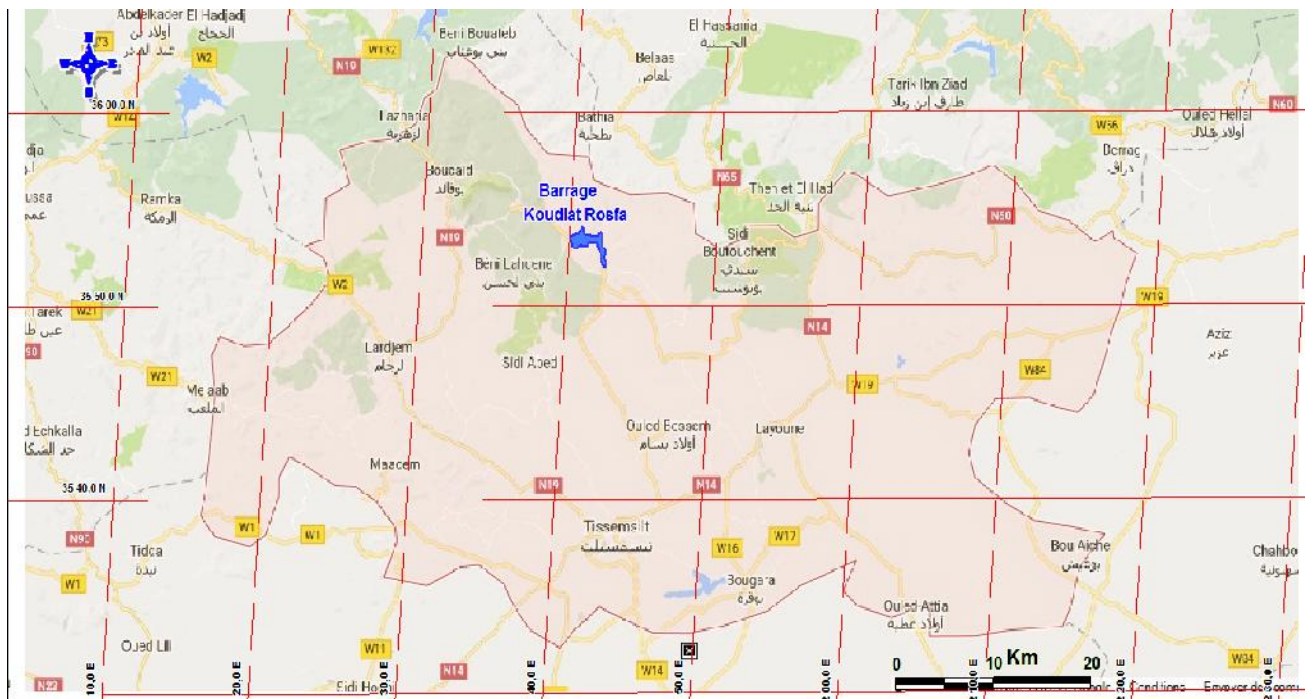
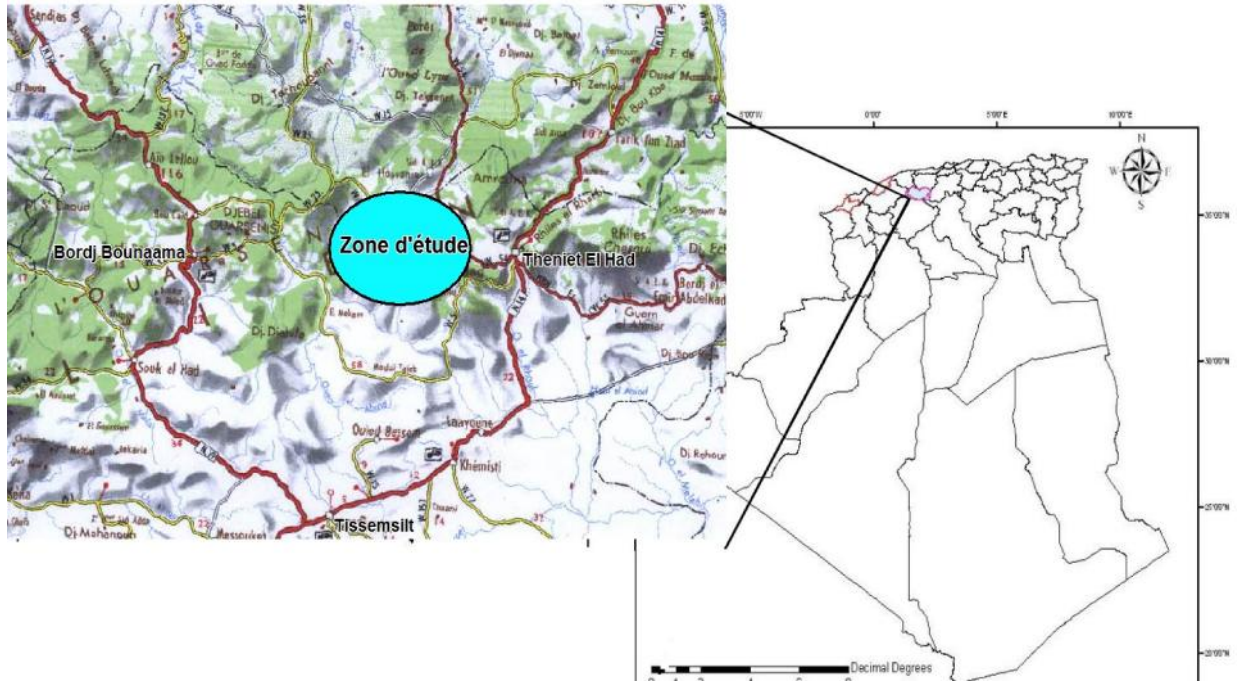


Figure n° 2: Situation géographique du barrage Koudiet-Rosfa.

II.1.2. Situation topographique du barrage

Le site du barrage est localisé sur la carte topographique au 1/150.000^e d'El-Meddad (N°133) aux coordonnées Lambert suivantes : X =414,48 km

Y = 283,05 km Z = 600,000m

Administrativement, le site est situé à la limite communale entre Beni-Chaib et Sidi Slimane et précisément entre les villages d'hammam Slimane et Beni-Chaib.

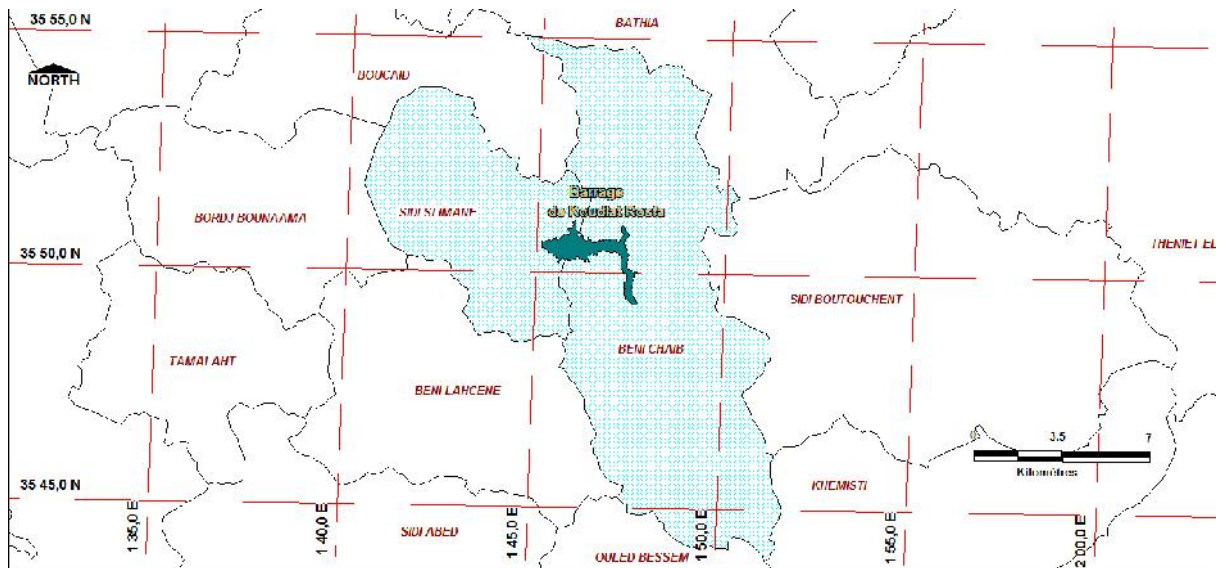


Figure n° 3: Carte de découpage administratif des communes S.Slimane et Beni-Chaib

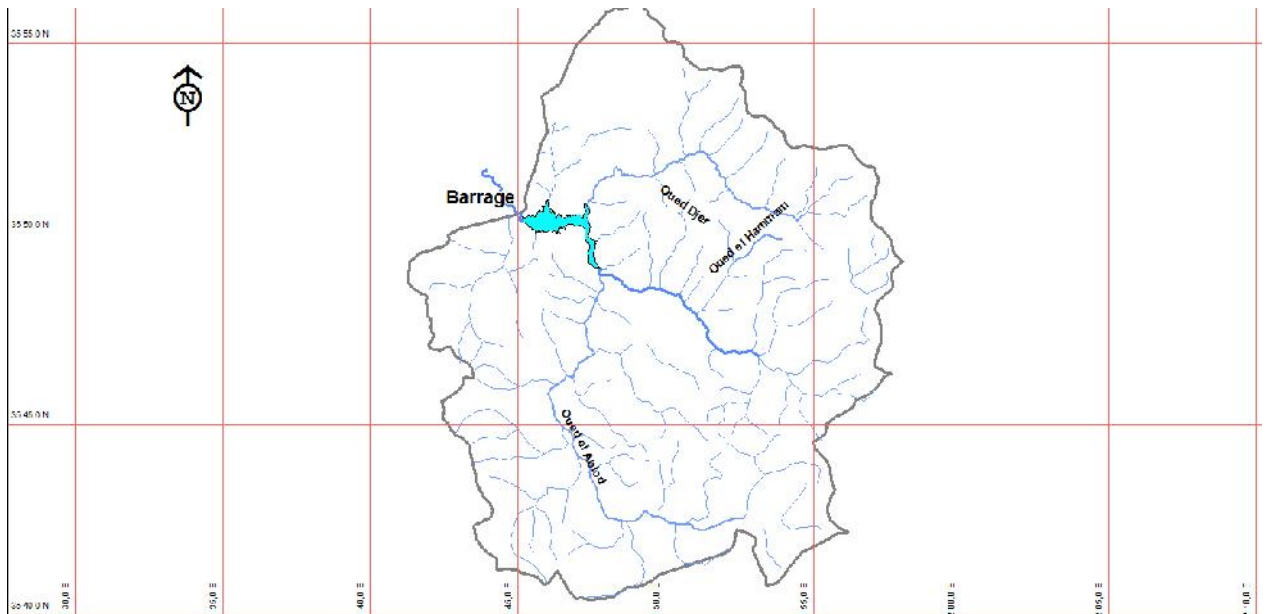
II.1.3. Cadre hydrologique et climatologique

Dans cette présente partie, on fait le résumé de l'étude hydrologique de site du barrage de Koudiet-Rosfa élaborée lors de l'étude de faisabilité. Les principales caractéristiques physiques du bassin versant de l'Oued Fodda jusqu'au site du barrage de Koudiet-Rosfa sont les suivantes :

Tableau n° 1: Caractéristiques du bassin versant au site du barrage de Koudiet-Rosfa.

Caractéristiques du bassin versant	Valeurs
Surface	440 Km ²
Longueur talweg	31 Km
Périmètre	88 Km
Altitude min	600 m
Altitude max	1786 m
Altitude moyenne	904 m
Indice de compacité Graveleuse	1,17
Pente globale	2,5
Caractéristiques hydrauliques	
Apport moyen annuel	44,58 Mm ³
Crue de travaux (T=20 ans)	780 m ³ /s
Crue de projet (T=1000 ans)	1370m ³ /s

Source : ENYD 2005.



Source : ANRH

Figure n° 4: Carte de sous bassin versant de Koudiet-Rosfa.

II.1.3.1. Aspects géomorphologiques

L'Atlas Tellien à allongement sub-latitudinal, dont le relief jeune et accidenté reflète la structure tectonique d'anticlinorium à plissement complexe, contrasté avec les hautes plaines à structure tabulaire générale, qui le borde méridionale.

La transition d'un type morpho-orogénique à l'autre s'opère précisément au niveau de la région étudiée. Il est nécessaire de constater le passage progressif, du nord au sud, d'un pays à relief chahuté à versants abrupts, profondément entaillés par les vallées étroites des oueds et à relief boisé (maquis et forêts de pin d'Alep) à un pays relativement plat, nu.

Les versants deviennent moins abrupts, réguliers et vallées plus larges. Le couvert végétal devient de plus en plus clair à mesure que l'on se dirige vers le sud, pour disparaître complètement dans la zone du cours supérieur de l'Oued Fodda.

Une analyse morpho-structurale fait ressortir un schéma général de cuestas et crêtes de roches dures (grès et calcaires) dominant un modèle marneux, siège de fréquents mouvements en masse (glissement et éboulements) et de ravinements intenses dans la zone septentrionale franchement tellienne.

À la mesure que l'on se dirige vers le sud, le plissement devenant plus calme et à grand rayon de courbure, le relief prend l'allure d'entablements de mieux en mieux marqués, typiques pour les hautes plaines en général.

L'érosion devient du coup plus sournoise (érosion en nappes), mais non moins intense en raison notamment de l'absence du couvert végétal et de la pratique systématique de la monoculture céréalière.

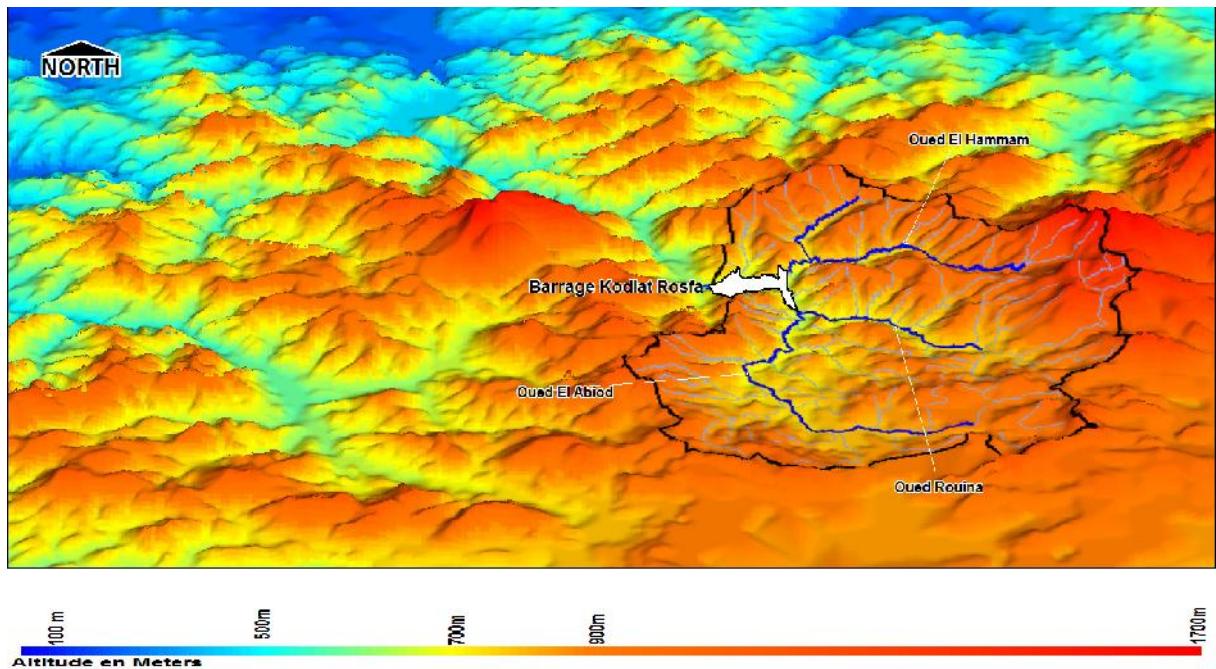


Figure n° 5: Carte MNT de la zone d'étude

II.1.3.2. Données climatologiques

L'objectif de l'étude climatologique est de fournir les données sur le climat qui sont nécessaires à la construction des ouvrages du projet. La pluviométrie est traitée à part.

II.1.3.3. Température

La température moyenne mensuelle est d'environ 15,8°C. Les températures extrêmes enregistrées sont -2,5 et 42,5°C, localisées en janvier et en juillet atteintes avec des fréquences faibles. Dans le mois de janvier, la température moyenne mensuelle varie le plus souvent entre 5°C et 10°C, alors qu'en juillet elle est située entre 20°C et 32,5°C.

Tableau n° 2: Température mensuelle en degré Celsius.

Mois Température	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Moy
T min (°C)	5,4	6,0	7,2	9,3	11,8	17,2	21,2	20,2	13,0	8,7	6,8	12,0	12,0
T max (°C)	12,1	12,8	15,3	17,7	21,0	27,5	32,2	31,1	21,7	16,0	12,8	20,7	20,7
T moy (°C)	8,3	9,0	10,8	13,0	15,9	22,0	26,3	21,7	16,7	11,9	9,2	15,8	15,8

Source : ONM Algérie période entre 1975 et 1984

II.1.3.4. Vent

Les vents dominants charge d'humidité soufflent dans la direction Ouest, Nord-Ouest dans la période allant du mois d'octobre au mois de mai, et Est – Sud Est de juin à septembre, avec une fréquence supérieure à 14 %. La vitesse moyenne mensuelle du vent varie de 2,5 à 3,5 m/s.

II.1.3.5. Précipitations

Les précipitations annuelles enregistrées sont regroupées dans le tableau au-dessus :

Tableau n° 3: Station pluviométrique disponible

Station	Code de station	Altitude (m)	Année de fonctionnement	Pluie (mm)
Fodda barrage	012108	500	1934	438,50
Bordj Bounaama	012306	1050	1936	544,30
Theniet El-Had	011605	1160	1952	515,80
Layoune	011007	900	1918	515,80
Souk El-Had	012304	550	1911	413,20
Tissemsilt	011006	858	1934	361,50
Toutia El-Hassania	011903	220	1918	451,70

Source : ENYD 2005.

Tableau n° 4: Station pluviométrique de barrage Koudiet-Rosfa

	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Jui.	Août.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	TOTAL
2005	27,9	25,8	2,8	1,8	0,0	10,1	0,0	0,0	17,6	22,7	33,7	31,2	173,6
2006	21,4	69,6	9,9	5,6	27,3	2,8	9,5	7,8	28,3	0,3	0	21,9	204,4
2007	15,7	31,5	36,7	37,1	5,9	1,5	2,9	0	19,4	39,2	73,5	7,01	270,4
2008	27,1	32	37	6,9	49,4	5,3	12	0	17,2	38,6	40,6	60,2	326,3
2009	51,5	23,4	37,1	49,5	12,5	0	0	0	43,5	7	11,2	49,4	285,1
2010	52,1	78,9	41,6	16,3	6,4	0	0	43,3	0,6	32,8	56,6	26	354,6
2011	36,7	73,6	33,5	19,2	55,3	20,1	2,5	0	0,9	26,8	90,2	13,5	372,3
2012	14,7	53,5	47,5	99	6	4	0	0	0,2	50,4	93,9	9	378,2
2013	76,2	67,5	66	55,8	45,7	0	0	17,3	19,6	0	36,8	55,7	440,6
2014	84,4	29,7	86,1	1,8	7	22,5	0	0	37,8	25,9	69	55,5	419,7
2015	30,2	136,2	8,1	0	4,3	5	0	8,7	15,6	24,9	21,2	0	254,2
2016	25,6	67,7	105,1	44,4	16,9	0	0	0	4,6	9,2	25,8	42	341,3

Source : ANBT Barrage Koudiet-Rosfa

II.1.3.6. Évaporation

L'évaporation est mesurée sous abri à l'aide de l'évaporomètre "Piche". L'évaporation moyenne annuelle au site de Koudiet-Rosfa est estimée à 1241 mm, sur la base de la carte de l'évapotranspiration potentielle de l'ANRH.

Le Tableau suivante représente la répartition des valeurs mensuelles moyennes d'évaporation.

Tableau n° 5: Évaporation – Répartition mensuelle

Evaporation \ Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
	Min	40,3	34,8	68,2	78,0	80,6	117,0	158,1	148,8	114,0	80,6	51,0
Max	74,4	66,7	80,6	96,0	114,7	165,0	235,6	204,6	159,0	120,9	75,0	62,0
Moy	55,8	52,2	77,5	84,0	99,2	150,0	207,7	182,9	138,0	96,1	60,0	52,7

Source (ONM Algérie période entre 1975 et 1984)

II.1.3.7. L'humidité relative

L'humidité relative est égale au rapport de la tension de vapeur à la tension maximum de la température (%).

Tableau n° 6 : Humidité relative en % (Station de Miliana).

Mois	Jan	Fév.	Mar.	Ava.	Mai.	Jiu.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Moy	74,7	75,6	68,9	67,2	65,4	55,4	45,7	50,9	58,7	66,5	73,3	77,4	65,1
Max	89,7	91,3	87,7	86,7	85,2	76,5	66,7	73,3	80,7	85,7	89,4	91,1	83,7
Min	55	54,4	45,7	42,9	41,9	33,3	26,2	29,5	34,7	43,7	53,4	58,6	43,3

Source (ONM Algérie période entre 1975 et 1984)

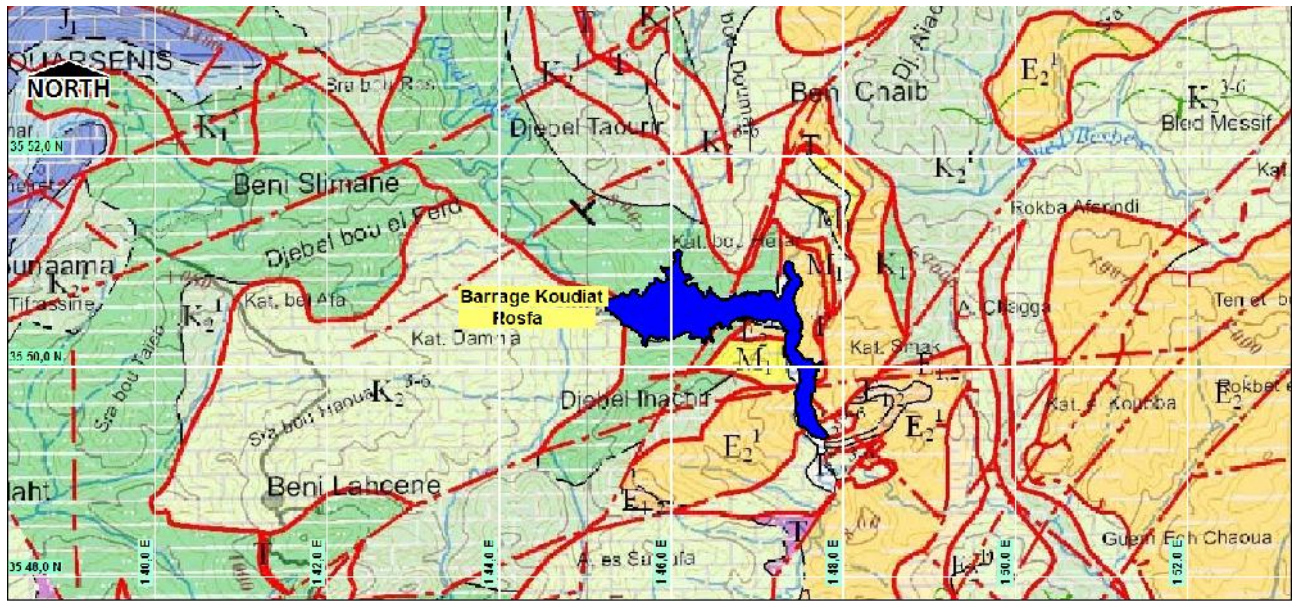
Selon le tableau ci-contre, la moyenne annuelle de l'humidité dans notre zone d'étude est de 65%. Cette dernière varie de 45,7 à 77,4% pour la période Novembre-Mars et à 67,2% entre Avril-octobre. Ceci montre deux saisons humides : Automne et Hiver et une saison sèche en Été.

II.1.3.8. Transports solides

La détermination des apports solides du bassin versant de Koudiet-Rosfa ; s'est effectuée sur la base des résultats des données d'exploitation du barrage d'Oued Fodda, et de l'expertise polonaise, qui consiste à déduire la concentration des sédiments, en utilisant les résultats de l'apport solide et liquide moyen annuel (pour la période de 46 ans), respectivement égale à 2,04 Hm³ et 81,055 Hm³, en considérant une densité moyenne humide de vase de 1,6 t /m³ nous aurons une concentration des sédiments de 40,3 kg/m³. D'où un apport solide moyen annuel de Koudiet-Rosfa égal à 1,12 Hm³.

II.1.4. Géologie de la zone d'étude

Le bassin versant du barrage Oued Fodda est situé dans la région Sud-Ouest de l'Algérie. La structure géologique de cette région est plus ou moins complexe et comprend les formations géologiques suivantes, (Classées par ordre d'âge croissant), fig. (I-02). :
Quaternaire ; Miocène Oligocène ; Eocène ; Crétacé ; Jurassique ; Trias.



Légende

	A Quaternaire (Holocène): Alluvions actuelles - sables, graviers, limons et argiles		K ₂ ³⁻⁶ Crétacé supérieur (Coniacien-Maestrichtien): Marnes grises et calcaires lites au sommet
	Q ₁ Quaternaire (Holocène): Alluvions actuelles et récentes par endroit éboulis des pentes et accumulation de piemont (sables, graviers et argiles) et mollasses		K ₂ ¹ Crétacé supérieur (Turonien): Calcaires et marnes
	Q ₂ Quaternaire: Croûte calcaire - dépôts quaternaires anciens avec surface enroûtée		K ₂ ¹ Crétacé supérieur (Cénomannien): Calcaires jaunes, marnes et gypse et dolomies
	Pl, Q Plio-Quaternaire: Cailloutis (grès et conglomérats) et marnes		K ₂ ¹ Crétacé supérieur (Cénomannien): Marnes et calcaires
	M ₃ ¹ Miocène supérieur (Tortonien): Marnes bleues		K ₁ ⁶ Crétacé inférieur (Albien): Schistes et quartzites
	M ₃ ¹ Miocène supérieur (Tortonien): Calcaires à lithothamnium et grès à clypeastes		K ₁ ⁵ Crétacé inférieur (Aptien): Marnes, schistes et calcaires
	M ₂₋₃ Miocène moyen et supérieur (Vindobonien): Grès et poudingues		K ₁ ¹⁻³ Crétacé inférieur (Berriasien-Hautérvien): Calcaires dolomitisés et marnes
	M ₂ ² Miocène inférieur (Burdigalien): Marnes		K ₁ Crétacé inférieur (indéterminé): Mamo-calcaires
	M ₂ ² Miocène inférieur (Burdigalien): Grès et conglomérats		J ₃ ³ Jurassique supérieur (Tithonien): Dolomies cristallines, calcaires et marnes
	M ₁ Miocène inférieur: Marnes grises avec bancs de grès		J ₂ ² Jurassique supérieur (Kimmérgien): Dolomies, calcaires, grès et argiles
	M ₁ Miocène inférieur: Série continentale de conglomérats et de grès grossiers		J ₁ ⁴ Jurassique supérieur (Oxfordien): Argilites, grès calcaires et marnes
	OLM Oligo-Miocène: Alternance de marnes, de grès et parendroits de calcaires		J ₃ Jurassique supérieur (Malm): Calcaires
	O ₁ Oligocène: Grès et passées mameuses		J ₂ Jurassique moyen (Dogger): Calcaires à silex et dolomies
	O ₁ Oligocène: Série des argiles à la base et grès au sommet		J ₁ ³⁻⁴ Jurassique inférieur (Pliensbachien et Toarcien): Calcaires mameux à silex et marnes
	E ₂ ¹ Eocène moyen (Lutétien supérieur): Marnes, argiles et localement conglomérats		J ₁ ¹⁻² Jurassique inférieur (Hettangien et Sinémurien): Dolomies cristallines
	E ₁₋₂ Eocène inférieur et moyen (Yprésien et Lutétien inférieur): Calcaires à silex et mamo-calcaires, parfois à gypse		J ₁ Jurassique inférieur (Lias): Calcaires massifs et localement dolomitiques
	K ₂ ³⁻⁶ Crétacé supérieur (Campanien et Maestrichtien): Ensemble mameux à la base et calcaires variés (oolitic, zoogen, à silex) au sommet		T Trias: Gypses, argiles et dolomies noires
	K ₂ ³⁻⁴ Crétacé supérieur (Coniacien et Santonien): Calcaires		γPz Paléozoïque?: Granites

Figure n° 6: La carte géologique du site d'étude.

Extrait de carte géologique de Tiaret (ANRH) 1/200.000

Ces formations sont décrites d'une manière sommaire comme suit :

Quaternaire

Les dépôts sont représentés par des types génétiques divers, avec une plus grande distribution pour les alluvions et les dépôts de versants.

Miocène

Miocène Inférieur

Cette série est essentiellement marneuse avec des propriétés similaires à ceux de l'Oligocène et du Crétacé.

Oligocène

Oligocène de faciès Boghari (OB), Oligocène de faciès Numidien (ON)

Eocène

Marne noires et grises à rares bancs intercalations calcaires ou Marno-calcaires.

Crétacé

Cette série est Marneuse et Marno-calcaire, à environ mille mètres de puissance. Les Marno-calcaires se présente sous forme de petits bancs ou d'intercalation dans la Marne.

Jurassique

Cette formation est caractérisée par des falaises calcaires épaisses, souvent massives ; la série jurassique de l'Ouarsenis est sub-horizontale et dans un état complètement renversé.

Trias

Cette formation se présente sous forme d'affleurements et apparaît en position anormale la plupart du temps. Elle correspond à une suite de dépôts à faciès très caractéristiques : gypse, sel, dolomies, cargneules, argiles bariolées, grès rouges... mais la stratigraphie détaillée des dépôts triasiques reste pratiquement inconnue ou du moins très difficile à établir.

Tectonique

La structure géologique de l'anticlinorium se caractérise par le plissement général sub-latitudinal à NE-SW des axes, propre à l'Atlas Tellien.

La structure du flanc Sud est largement compliquée par les effets conjugués de :

La tectonique tangentielle responsable des nappes, elles même affectées par le plissement post-nappe général et partiellement recouvertes par les dépôts néogènes et quaternaires ;

La tectonique cassante (disjonctive) due à des mouvements récents.

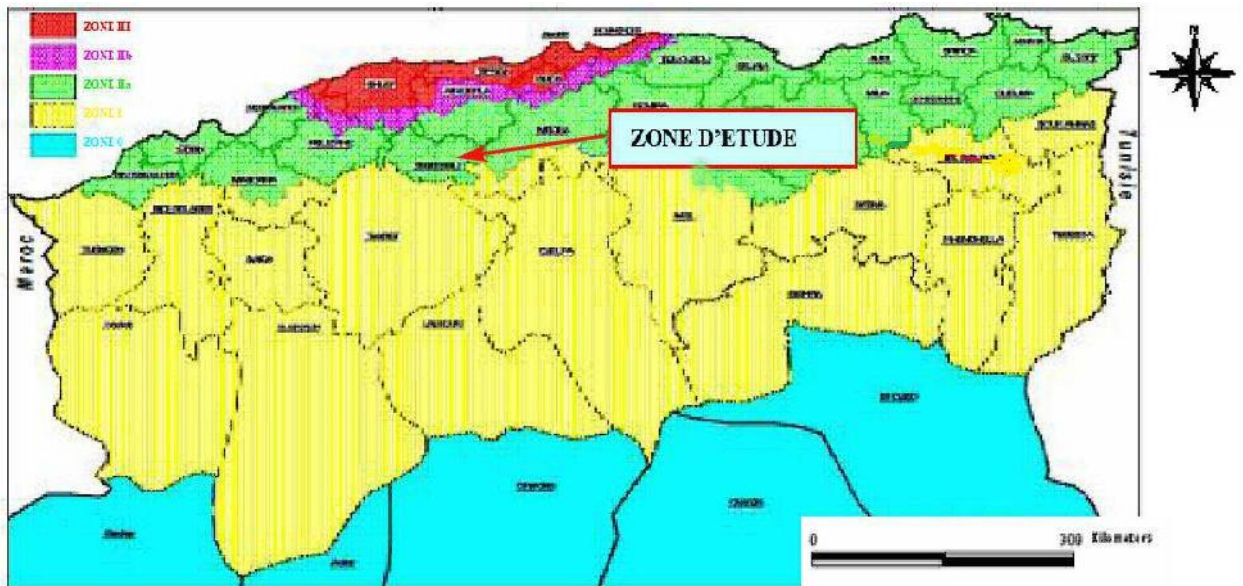
Les failles sont parfois matérialisées par des corps plats et exotiques attribués au Trias. Plusieurs familles de failles d'orientations différentes sont mises en évidence : Nord-Est, Sud-Ouest, Nord Nord-Est, Sud Sud-Ouest et Nord-Sud.

Les failles Nord-Est- Sud-Ouest, parallèles au plissement général sont d'ailleurs rendues responsables de nombreux séismes puisqu'elles semblent correspondre à un nombre important d'épicentres (11).

Sismicité du site

L'Algérie a tout le temps été soumise à une activité sismique intense avec comme résultats des pertes humaines et matérielles importantes dommageables non seulement aux individualités et collectivités locales. Donc pour pouvoir résister à ce phénomène, on doit construire des ouvrages de telle sorte à leur fournir un degré de protection tolérable en répondant aux règles parasismiques algériennes. L'activité sismique est due principalement à la nature géologique de la région magrébine et à ses caractéristiques tectoniques à la frontière de la plaque africaine et eurasienne, en mouvement compressif permanent (tectonique des plaques).

La sismicité de la région de Koudiet-Rosfa a été évaluée dans un rayon de 200 km autour du site du barrage.



RPA99/APRESADDENDA

Figure n° 7: Carte de micro zonage sismique du territoire national

L'examen des cartes des épicentres montre que la zone proche du site de barrage n'est pas directement affectée par une activité sismique, cependant, elle ressent parfois les secousses des régions avoisinantes nettement plus actives.

Le tableau suivant représente les coefficients d'accélération du séisme selon la zone qu'on doit utiliser dans les différents calculs de toutes sortes d'ouvrages.

Tableau n° 7: Coefficients d'accélération du séisme.

Groupe	Zone I	Zone II-a	Zone II-b	Zone III	Classification des ouvrages selon leur importance
1A	0,15	0,25	0,30	0,40	Ouvrages d'importance vitale
1B	0,12	0,20	0,25	0,30	Ouvrages de grande importance
2	0,10	0,15	0,20	0,25	Ouvrages courants
3	0,07	0,10	0,14	0,18	Ouvrages de faible importance

Source : RPA 99,2003

Notre ouvrage est classé en zone II-a groupe d'usage 2 selon le règlement parasismique algérien RPA 99,2003.

Donc : La valeur d'accélération au sol de 0,20g pour le séisme de projet.

II.1.5. Hydrogéologie de la région d'étude

Les eaux souterraines du site du barrage sont rattachées aux calcaires marneux fissurés et partiellement karstifiés, et aux dépôts alluvionnaires.

Avant la construction du barrage l'alimentation de la nappe aquifère liée aux calcaires marneux fracturés s'effectuait à travers l'infiltration des précipitations atmosphérique qui toment sur la superficie des calcaires marneux. Le degré de fissuration et de karstification établit une perméabilité moyenne sur la rive droite et plus forte.

D'où la nécessité d'un voile d'injection profond pour intercepter les fuites d'eau dans la fondation du barrage.

II.2. flore et la faune

II.2.1. Flore

II.2.1.1. Cadre régional l'Ouarsenis

Si l'on se base sur la subdivision en domaines et secteurs floristiques de LAPIE (1909), MAIRE (1926), QUEZEL et SANTA (1962) et BARRY et CELLES (1974), la région d'étude appartient au domaine mauritanien méditerranéen, secteur du tell méridional, et à la série du pin d'Alep et du thuya en basses altitudes et à la série du chêne vert et chênes caducifoliés en altitude.

L'indice xérothermique de BAGNOULS et GAUSSEN est compris entre 40 et 100 et que caractérise un bioclimat méso méditerranéen.

Les diverses associations végétales que l'on rencontre sont sous la dépendance de ces facteurs climatiques.

Du point de vue phytogéographique, le massif de l'Ouarsenis est nettement privilégié. Il permet ainsi la croissance des essences que l'on rencontre ailleurs dans le Tell.

Aux basses altitudes, c'est le domaine de l'oléo lentisque, du Pin d'Alep, du chêne vert et du thuya.

La particularité écologique et la diversité des facies amenèrent certains botanistes à proposer la création d'un parc national à Theniet El-Had, déjà en 1911. Depuis deux autres parcs furent créés, celui de Bordj Bounaama et Khemisti.

II.2.1.2. La végétation enclavée La cédraie

Ce type de formation se limite à l'association du cèdre (*cedrusatlantica*) et du chêne liège (*Quercus suber*).

La première est bien représentée dans le parc national de l'Ouarsenis (près de 150 hectares) et dans le djebel EI-Meddad a Theniet El-Had (1500 hectares). La cédraie est mélangée en basse altitude a du chêne vert (*Quercus ilex*) et au pin d'Alep (*Pinus Halepenis*) dans le parc de l'Ouarsenis, et vers 1300 mètres la cédraie est une futaie haute, très serrée et d'aspect régulier.

Dans le djebel EL-Meddad, la cédraie est aussi mélangée aux chênes Zéens (*Quercus Canariensis*) et aux basses attitudes, on note la présence du chêne liège.

II.2.1.3. La subéraie

Elle est représentée dans la région par petites tâches, canton de Ouled Defeltene (95 hectares), Adjama (346 ha) et enfin le Djebel Saadia (500 ha).

Dans les secteurs dégradés, apparaissent des touffes de palmier nain (*Chamaerops humilis*) des asphodels (*Asphodelus microcarpus*), témoins d'un surpâturage intense.

II.2.1.3.1. la végétation la plus répandue

II.2.1.3.1.1. L'Oléo lentisque

Elle couvre une surface très importante dans la région. La strate arborescente est caractérisée par l'olivier (*Olea europea*), le caroubier (*Ceratonia siliqua*), le pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*) et quelque fois du pistachier de *Atlantica*.

Elle peut dériver de la pinède ou de la Tétraclynaie. Cette formation peut constituer un climat dans certaines régions où elle semble préférer les terrains meubles recevant 300 à 700 mm de pluies par an.

C'est une association de thermo-méditerranéen. La strate frutescente renferme du *Rhus pentaphylla*, *Witahnia*, *Frutescens*, *Rhamnus Oleoides*, et dans les stations fraîches *Smilax aspera*, *Asparagus sp*, *Aristolochia sp*, *Clematis Cirrhosa*.

Au printemps la strate herbacée est très dense et est représentée par des géophytes, des Thérophytes, et quelques Hemicryptophytes. Dans les terrains à faible pente, et aux basses altitudes, la strate arborescente est discontinue à suite de l'extension des cultures, principalement de la céréaliculture et de la surcharge pastorale. Cette association est très dégradée et a même disparu de beaucoup de secteurs, mettant le sol à nu donc sensible aux phénomènes érosifs.

II.2.1.3.1.2. La Tétraclynaie

C'est une association à caractère thermophile et thermophile, ce qui explique sa localisation dans des secteurs déterminés.

Elle se présente sous forme d'une futaie claire, haute de 1 à 15 mètres. Mais, il s'agit le plus souvent d'un matorral arboré. Le sous-bois comporte les mêmes espèces que l'Oléolenticetum (*Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Arbutus unedo*, *Phylleria media*). La strate herbacée est représentée par des touffes d'*Ampelodesmos mauritanicum* (Diss) et de nombreux chaméphytes et de thérophytes. En plaine, elle est éliminée par l'association à Oléolenticetum.

II.2.1.3.1.3. La pine de pin d'Alep

C'est l'une des plus importantes du massif de l'Ouarsenis, après celle de l'Oléo lentisque.

Sa forte présence est liée essentiellement à sa robustesse qui lui permet de se contenter des sols les plus pauvres. Sa diminution reste liée aux incendies et aux troupeaux qui détruisent tout les semis issus de régénérations naturelles. Elle se présente sous forme d'une futaie plus ou moins claire en fonction des conditions anthropiques.

Cette association est souvent en mélange avec la chênaie à chêne vert quand les conditions écologiques le permettent. Son sous-bois est constitué de *Quercus Coccifera*, *Pistaciatherebentus*, *Juniperusoxycedrus*, et quelque ciste.

II.2.1.3.1.4. L'association à Chêne vert

Elle occupe les secteurs montagneux de la région. Cette essence se développe dans les cantons à forte pluviosité (600 à 700mm de pluie par an). Sa faculté de rejeter, lui a permis de se maintenir. Signalons que les futaies denses sont rares et que la forêt se présente généralement sous la forme de maquis dégradé envahie par du *Calycotome Spinosa*, du *Genistatricuspidata* et *Ampelodesmamauritanicum*. Le sous-bois est constitué de *Rosmarinusofficinalis*, *Phyllariaangustifolia*, et dans l'étage subhumide elle entre en contact avec le *Quercus canariensis* et le cèdre.

II.2.1.3.2. La végétation marginale

II.2.1.3.3. La brousse à Jujubier (*Zizyphus lotus*)

Cette association occupe toute la vallée du Chlef, et s'étend plus loin vers le sud. Cette association a complètement disparu, ne subsiste que ça et là des témoins que l'on trouve près des marabouts ou dans certains cimetières. La strate frutescente est constituée de *Withania Frutescens*, *Rhuspentaphylla*, *Lyciumarabicum*ect...

La strate herbacée est dense et constitue un pâtûrage de choix pour les troupeaux. Elle est constituée de nombreuses Thérophytes, *Bromus repens Madritensis*, etc.).

Cette description succincte de la végétation, nous permet de dire qu'en dehors des secteurs montagneux, le sol est dépourvu de végétation, alors qu'elle joue un rôle important dans la protection des sols.

II.2.1.3.4. État de la flore dans le bassin versant du Fodda et de Koudiet-Rosfa

D'après la carte de l'occupation des terres établie à partir de photo-interprétation d'une part, et le bilan effectué dans le cadre du plan d'aménagement de la Wilaya de Tissemsilt d'autre part, la couverture végétale du bassin versant est dans un état critique.

L'espace boisé se résume en effet à quelques lambeaux de forêts claires et maquis essentiellement concentrés dans la partie Nord du bassin du Fodda. La couverture végétale ne représentait, il ya déjà quelque années, que 22% de la surface totale du bassin versant.

La zone amont correspondant au bassin versant du Koudiet-Rosfa est dans une situation ne comptait que 15.6% de sa surface en y englobant les zones de reboisement. La répartition serait la suivante.

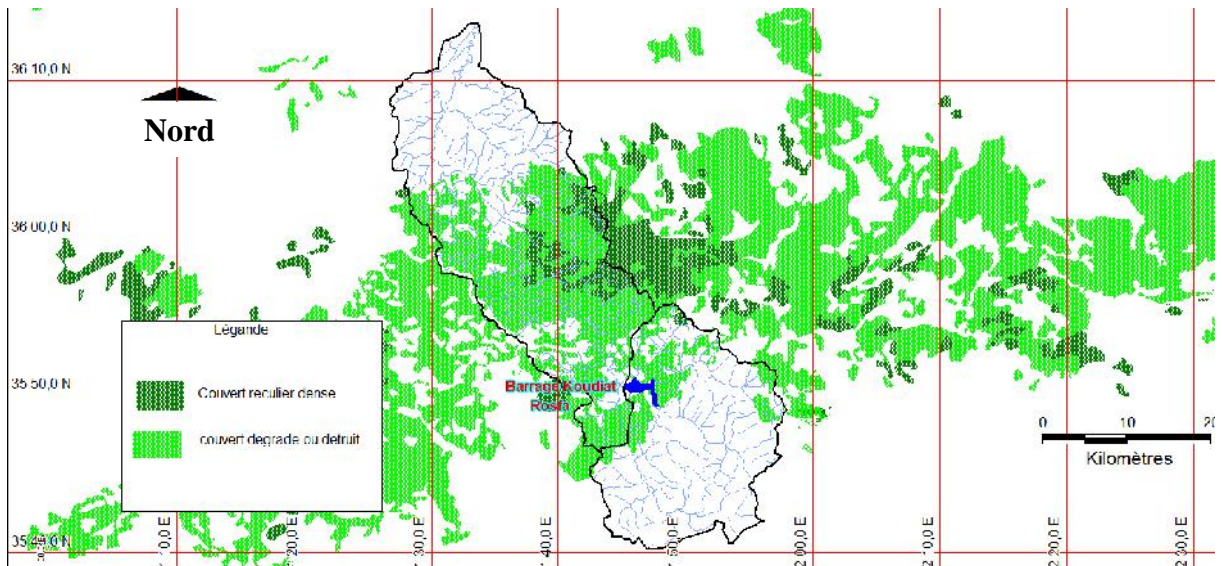
- * Forêt claires 15 Km², soit 3%.
- * Maquis clairs 30 Km² soit 7%.
- * Reboisements 25 Km² Soit 5,6%.

Avec un modelé plus favorable (croupes arrondies à pentes douces) pour la pratique de l'agriculture, le bassin versant du Koudiet-Rosfa a subi à travers le temps des défrichements considérables au profit des cultures céréalières et des parcours.

Le couvert végétal est également détruit par les incendies, les pacages et les surpâturages.

Les diverses formations forestières jadis riches et diversifiées sont réduites sous l'effet de la dégradation à des maquis bas et surtout des garrigues à chêne vert nain, à genévrier rouge, à genet, etc.

Il faut espérer que l'envasement très avancé du barrage d'Oued Fodda d'une part, et les risques d'envasement rapide du projet de Koudiet-Rosfa d'autre part, attirent l'attention des autorités compétentes pour la mise en place d'un programme d'envergure de défense et restauration des sols.



Source : ANRH.

Figure n° 8: Carte du couvert végétal du bassin versant de l'Oued Fodda

II.2.2. Faune

L'importance et la variété des espèces animales sont dans le cas des écosystèmes forestiers, liés à l'état, la richesse et la diversité des biotopes qu'offre la couverture végétale.

Dans le cas qui nous concerne, selon que l'on s'intéresse à tout le massif de l'Ouarsenis ou au bassin versant du Koudiet-Rosfa, la situation faunistique est très contrastée.

Au niveau de tout l'Ouarsenis qui constitue une réserve naturelle importante et qui compte trois parcs nationaux classés et protégés, il est évident que les conditions écologiques existent pour le maintien de nombreuses espèces animales.

Au niveau de la zone d'étude, le bassin versant du Koudiet-Rosfa, il est difficile de faire le point avec exactitude sur l'état et la diversité de la faune en raison de la dégradation avancée de la flore.

Mais il faut cependant relever l'intérêt que peut entraîner l'existence de cultures céréalières pour le maintien d'une faune de champs et les possibilités de migrations quotidiennes intra-régionales du fait de la présence d'un stock potentiel de nourriture.

II.2.2.1. Avifaune

Plus de 94 espèces d'oiseaux sont identifiées dans la région. Elles sont toutes d'origine méditerranéenne. Les espèces dominantes sont :

- Aigle royal (nichant à plus de 1600 m d'altitude)
- Gresserelle - Pic vert
- Epervier - Merle noir
- Biset - Grive
- Corbeau - Passereau
- Geai - Perdrix rouge

Cette avifaune en grande partie sédentaire s'adapte parfaitement aux conditions écologiques de la région.

À l'exception des rapaces qui nichent à de hautes altitudes dans les peuplements de cèdres et de chêne suber, les autres espèces d'oiseaux trouvent dans les maquis de chêne vert et pin d'Alep, des conditions adéquates à leur abondance. C'est en effet, la strate arbustive dense et variée qui assure une progression rapide et une hétérogénéité de l'avifaune.

II.2.2.2. Mammifères

Les mammifères sauvages sont protégés par la législation Algérienne (Décret n° 83.509 du 20 Août 1983) relatif à la protection de certains animaux non domestiques à l'exception du sanglier, lapin et lièvre.

Les mammifères sédentaires dominant sont : Sanglier, Renard, Chacal doré, Lièvre. Lapin, Tortue, Hérisson, et Porc épic.

Les espèces qualifiées de passantes sont la gazelle et le lynx qui fréquentent la région durant le printemps et l'été.

II.2.2.3. Les Reptiles

Dans cette catégorie on distingue la Vipère, l'Apside, le Scorpion de montagne et le Lézarde Les conditions climatiques et écologiques favorisent leur maintien dans la région.

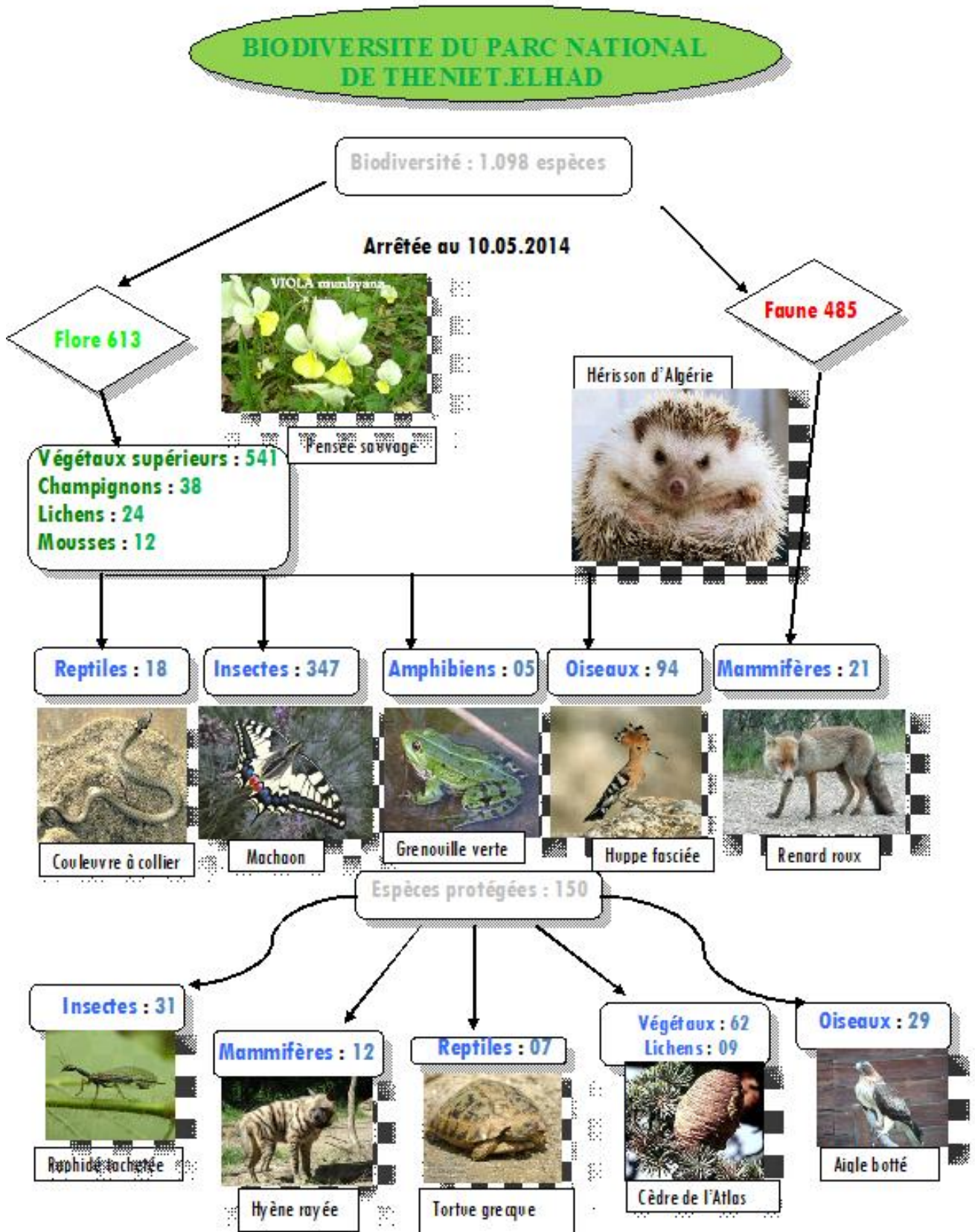


Figure n° 9: Biodiversité du parc national de Theniet El-Had

II.2.2.4.Cadre Socioéconomique

II.2.2.4.1. L'Agriculteurs

Les agriculteurs rencontrés sont ceux Beni-Chaib. L'activité principale pour les habitants de ces villes est l'agriculture, qui l'ont hérité de père en fils.

Malgré l'enseignement des enfants, ceux-ci se sont retrouvés devant l'obligation de travailler dans les champs pour manque d'autre activité.

L'aptitude agricole dans la wilaya de Tissemsilt est déterminée par le relief et la nature des sols, située dans sa majeure partie dans le massif de l'Ouarsenis, Tissemsilt couvre 2183 Km² de superficie dont 70% reviennent à des massifs montagneux accidentés et à très forte pente.

La plaine et les piémonts occupent respectivement 10% et 20%, et se concentrent essentiellement au Sud de la Wilaya.

Les unités géomorphologiques bien distinctes du Nord au Sud conditionnent les pratiques culturelles et la répartition des terres.

II.2.2.4.2. La surface agricole utile de toute la wilaya

Elle compte 161.000 hectares de superficie, soit 50,6% de la superficie totale de la Wilaya.

Cette SAU se répartie entre 116 Km² pour le secteur privé et 45 Km² pour le secteur public.

Ce dernier occupe les meilleures terres agricoles du Sud. Il compte 40 Domaines dans lesquels est pratiquée de manière moins traditionnelle la céréaliculture de subsistance.

Dans le bassin versant de Koudiet-Rosfa, la surface agricole utile serait de l'ordre de 17 141 Ha.

Tableau n° 8: Potentiel agricole dans le bassin versant.

Commune	Surface (hectare)	S A U (hectare)	S A U ST %
Sidi Boutouchent	12500	3460	27,7
Beni-Chaib	10800	8790	81,4
Ouled Bessem	6300	466	7,4
Sidi Abed	5900	3456	58,6
Ben Lahcene	3900	825	21,2
Sidi Slimane	1300	510	39,2
Khemisti Nord	18900	-	0
Bathia	14100	234	1,7
Total BV	44 000	17 141	40,3

Source : ENYD 2005

Il faut cependant noter que le SAU n'est pas indicatrice d'un potentiel de développement évident en raison des diverses contraintes que présente ce type de milieu, et notamment l'importance de la jachère, le manque d'eau pour l'irrigation, les aménagements spécifiques à effectuer avant exploitation, etc.

Certaines statistiques englobent également les parcours dans le SAU.

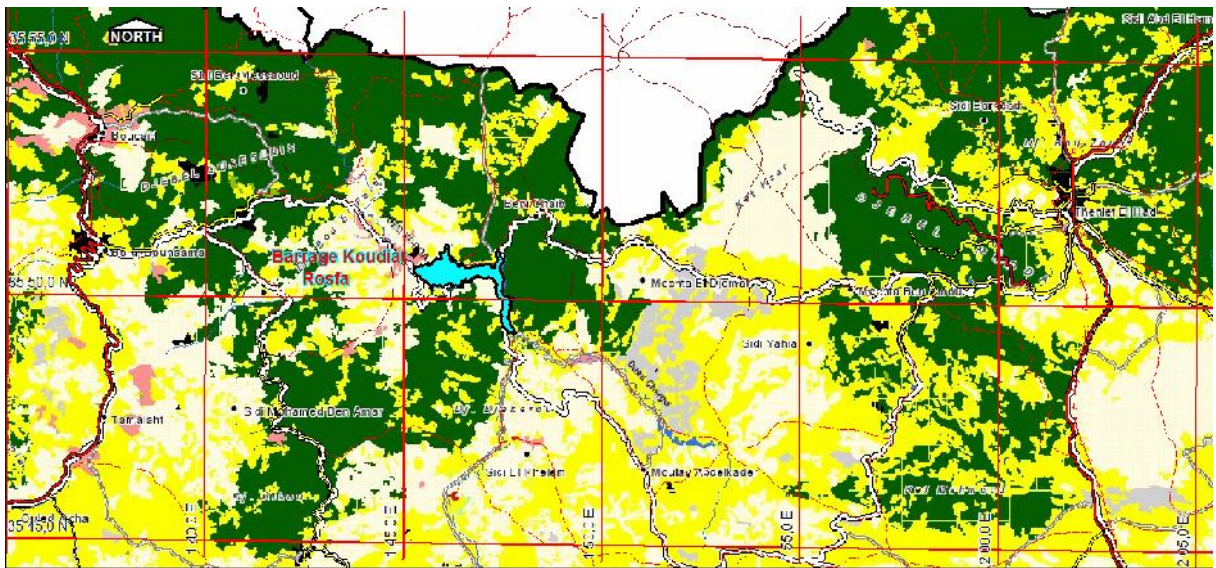
L'utilisation des terres à des fins agricoles au niveau de toute la Wilaya, ne représenterait que 35% de la SAU totale d'après les données fournies par le plan d'aménagement de la Wilaya de Tissemsilt.

La répartition des cultures serait la suivante :

- Céréaliculture 3000 ha.
- Arboriculture 1950 ha.
- Vignoble 450 ha.
- Maraichage 250 ha.

En somme, le bilan du potentiel agricole confirme la pauvreté la région, caractérisée par des sols minces et érodables, et ne disposant pas de ressources hydriques importantes.

Au titre de rappel, le barrage d'Oued Fodda sert à l'irrigation des riches terres de la vallée du Chlef, au Nord de l'Ouarsenis, donc nous concerne par la zone du projet.



Légende :

Classes d'occupation du sol

- Grande culture en sec
- Grande culture en irrigué
- Culture maraichère
- Culture arboricole
- Viticulture
- Polyculture
- Oléiculture
- Palmeraie
- Zone de parcours
- Forêt - maquis - reboisement
- Sable
- Zone à sol nu - à affleurement rocheux
- Plan d'eau

Source : ENYD 2005

Figure n° 10: Carte d'occupation de sol du la zone d'étude de la wilaya de Tissemsilt.

II.2.2.4.3. Autres Ressources

En dehors de la ressource physique, par ailleurs peu importante, il n'existe pas réellement de ressources naturelles significatives dans le bassin versant de l'Oued Fodda.

II.2.2.4.3.1. Les ressources hydriques

La complexité de la structure géologique de la zone d'étude au Nord de la Wilaya de Tissemsilt n'a pas permis l'existence de nappes souterraines importantes, même au niveau des lits eau d'oueds. Les roches peu perméables prédominent dans toute la zone.

On note cependant la présence de petites structures alimentant de nombreuses sources à faible débit.

Pour ce qui est des eaux de surface, hormis le barrage du Fodda dont les servent à l'irrigation des terres de la vallée du Chélif au Nord, il n'existe pas d'autres ouvrages dans la zone d'étude, pour la récupération des eaux de surface.

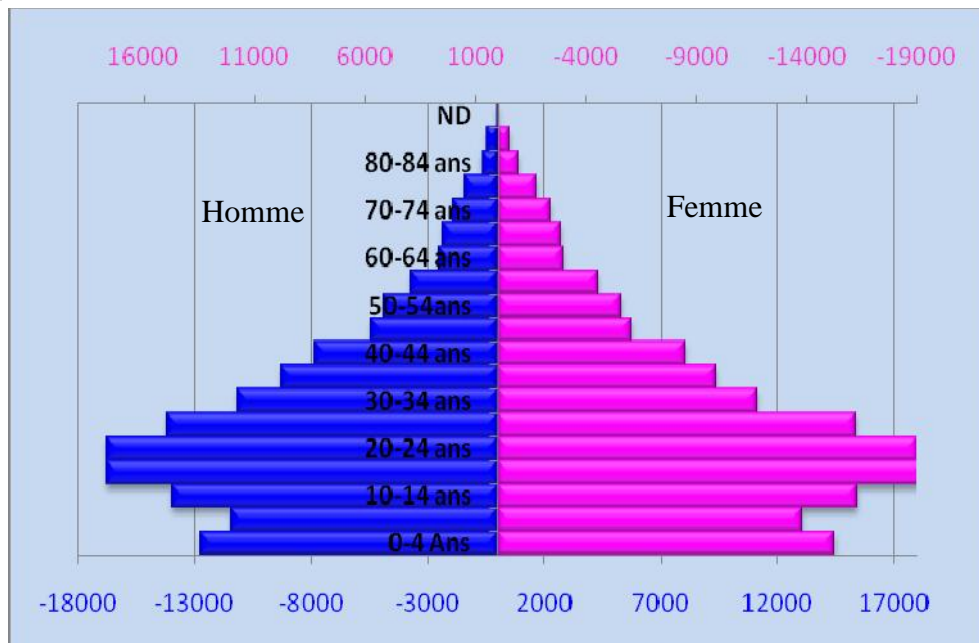
II.2.2.4.3.2. Les ressources minérales

D'après l'inventaire effectuée par l'Entreprise de Recherche et de l'Exploitation Minière (EREM) le seul gîte minéral serait celui de la Baryte à Boucaïd, et actuellement exploitation.

Pour les substances utiles pour les matériaux de construction il n'est signé que le gisement de calcaire au Nord-Ouest de Bordj-Bounaama, pouvant être exploité pour des agrégats et de la pierre de construction si des travaux de prospection et d'évaluation le confirment.

II.3. Niveau et structure de l'emploi

La population totale de la wilaya est de 294 476 habitants, soit une densité de 93 habitants par Km².



Source : Office National des Statistiques ONS. 2008

Figure n° 11: Population résidente par tranche d'âge de la Wilaya de Tissemsilt

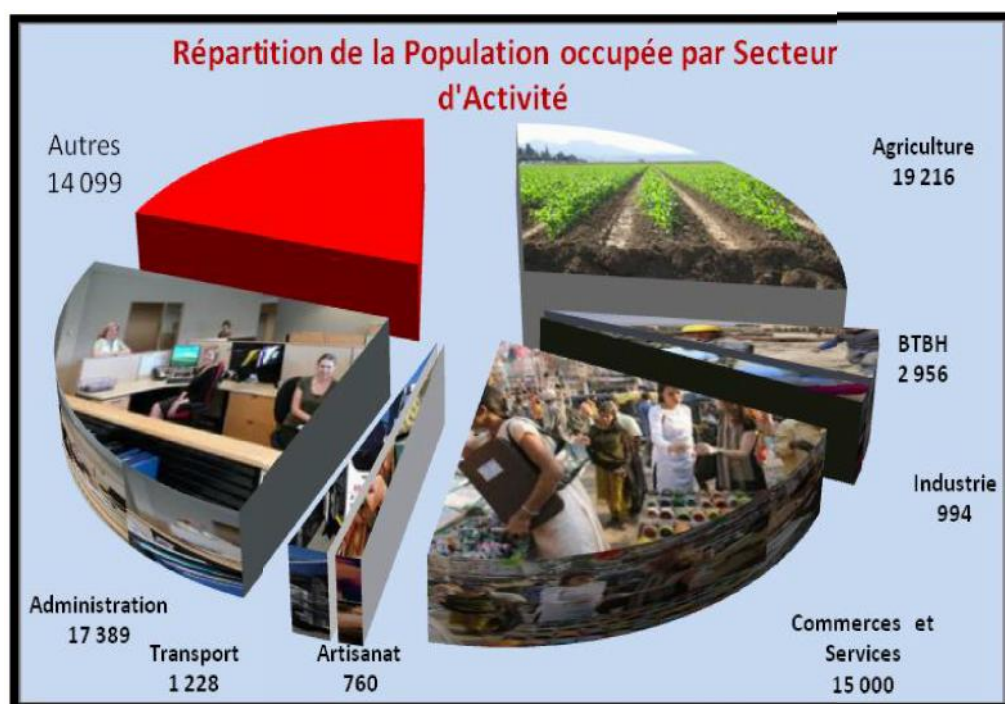
La population ayant un âge inférieur à 15 ans représentant 29% du total de la population, constitue dans les années à venir une importante ressource humaine.

II.3.1. Les activités d'humaines

La population totale de la wilaya est de 294 476 habitants, soit une densité de 93 habitants par Km² :

- Taux de croissance de la population : 1,1%.
- Population active : 86 316 hab.
- Population occupée : 71 642 hab.

Population occupée par secteur d'activité :



Source : Office National des Statistiques ONS. 2008

Figure n° 12: Population occupée par secteur d'activité de la Wilaya de Tissemsilt.

II.3.2. Sante des populations

Cet aspect est étudié dans le cadre de l'étude d'impact de l'environnement en raison des risques que peut provoquer un projet comme un barrage sur la population environnante. Ainsi, la mise en œuvre de projet de retenue d'eau a pour conséquences le contact Homme/Eau et la perturbation de l'environnement qui va certainement accroître l'incidence de certaines maladies et, ou, en introduire de nouvelles.

Les pathologies généralement connues et liées à la construction d'un barrage sont :

II.3.2.1. Le paludisme

Il est actuellement à l'état résiduel dans certaines régions du Nord-Est et du Sud du pays. Ces situations relèvent de la prolifération de moustiques, dont l'agent pathogène est l'anophèle.

Un seul cas est signalé dans la Wilaya de Tissemsilt entre 1989 et 1994.

II.3.2.2. La bilharziose uro-génitale

Elle est transmise par un hôte intermédiaire, le mollusque d'eau douce (*Bulinus Trincatus*) par ailleurs très présent dans de nombreux cours d'eau, mares et eaux stagnantes.

La contamination de l'eau par l'homme (hôte définitif) est due manque d'hygiène urinaire et l'absence d'approvisionnement en Eau potable.

Les causes favorisant les contacts mollusques/homme sont liées aux activités professionnelles (agriculture et autre travaux hydro-agricoles).

Aucun cas de Bilharziose n'est signalé dans la Wilaya de Tissemsilt.

II.3.2.3. La leishmaniose

La contamination se fait par pique d'un moustique (le Phiébotoure) qui prolifère dans les zones humides et recouvertes de végétation bord de l'eau).

La leishmaniose cutanée est la plus connue en Algérie. Un cas est enregistré en 1993 dans la Wilaya de Tissemsilt.

II.3.2.4. Autres pathologies

Elles concernent généralement les maladies à transmission hydrique (choléra, fièvre, Typhoïde, hépatite, virale, ...) et infectieuses du fait de la surpopulation et de mauvaises conditions de vie. D'après es données épidémiologiques, ces cas de choléra, de Tiphoides et d'hépatite virale persistent encore dans la Wilaya.

Par rapport aux pathologies liées aux plans d'eau, la wilaya semble indemne de paludisme, de leishmaniose, de bilharziose et de quant aux maladies à transmission hydrique leur incidence a bien régressé depuis le début de la décennie.

Tableau n° 9 : Données épié myologiques Notification des maladies à déclaration obligatoire wilaya de Tissemsilt –Année 1993-

Maladies \ Année	89	90	91	92	93	94 (3 ^{ème} Trim.)
Choléra	0	138	0	1	0	1
Typhoïde	113	233	32	14	7	19
H.virale A	21	11	47	49	2	11
Dysenterie	0	1	0	0	31	04
Diphthérie	0	0	0	0	0	0
Coqueluche	0	0	4	0	5	2
Tétanos	0	0	1	0	0	0
Pollomyélite	0	0	0	0	0	0
Rougeioie	3	10	60	84	179	123
Méningite C.S	2	5	5	10	01	01
Méningite aut	6	0	4	6	13	08
Tuberculose	0	0	13	0	0	0
Paludisme	0	1	0	0	0	0
Leishmaniose visc	0	0	0	0	0	0
Leish.Cutanée	0	0	0	0	1	0
Kyste hydat	52	02	56	19	40	33
Rage	0	0	0	0	0	0
Charbon	0	0	0	0	0	0
Brucellose	0	1	0	0	0	0
bilharziose	0	0	0	0	0	0
Lepre	0	0	0	0	0	0
Syphilis	1	0	0	0	1	1
Gonococcie	0	0	1	5	0	0
Trachome	2	0	1	5	0	0

données épidémiologiques

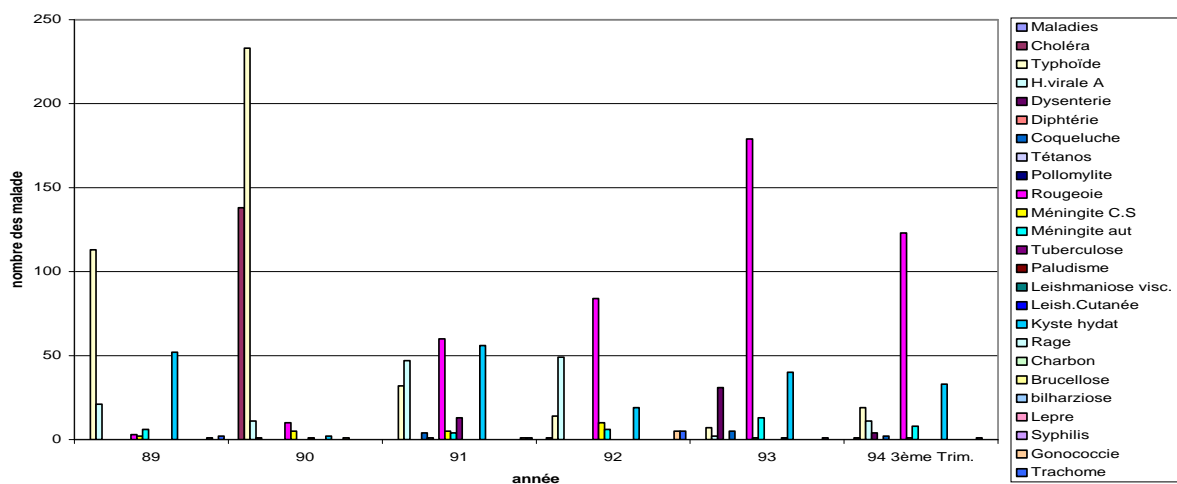


Figure n° 13: Epidémiologiques notification des maladies à déclaration obligatoire w.Tissemsilt

II.3.2.5. Autres pathologies

Elles concernent généralement les maladies à transmission hydrique (choléra, fièvre, typhoïde, hépatite, virale, ...) et infectieuses du fait de la surpopulation et de mauvaises conditions de vie. D'après les données épidémiologiques, ces cas de choléra, de typhoïde et d'hépatite virale persistent encore dans la Wilaya.

Par rapport aux pathologies liées aux plans d'eau, la wilaya semble indemne de paludisme, de leishmaniose, de bilharziose et de quant aux maladies à transmission hydrique leur incidence a bien régressé depuis le début de la décennie.

II.4. La présentation du barrage

II.4.1. La nécessité de construction d'un barrage¹

Le maintien du site dans son état naturel avec les tendances constatées dans la description de l'état de l'environnement, est une option écartée, pour au moins deux raisons principales :

Tout d'abord le déficit en eau potable dans la région est crucial, la dotation moyenne par habitant et par jour ne dépasse pas les 65 litres au niveau de toute la Wilaya.

La situation au niveau de Tissemsilt sera encore plus grave, dans le futur, en raison de sa forte croissance urbaine en tant que métropole régionale.

Ce projet de barrage est par ailleurs prévu pour répondre aux besoins de cette ville, soit 15 Hm³/an, à moins que d'autres possibilités soient prouvées d'ici là.

La deuxième raison relève du fait que si rien n'est entrepris, la durée de vie du barrage d'oued Fodda à l'aval ne sera pas prolongée pour cause de charge solide qui ne serait plus retenue par le projet du Koudiet-Rosfa. Actuellement, l'Oued Fodda sert à l'irrigation de périmètres agricoles.

1 - APD. Koudiet-Rosfa ENHYH, 1993

II.4.2. Choix du site et de la cote de retenue normale.

En ce qui concerne le choix du site pour l'axe du barrage, il ne semble pas exister d'autres possibilités, hormis celle du Koudiet-Rosfa, par rapport aux possibilités appréciables de régularisation.

Le choix de la côte de retenue normale a 642m a été retenu par l'A.P.D, pour éviter l'inondation du village de Beni-Chaib qui se trouve en queue de cuvette à 645m (cet aspect sera repris dans le point ci-dessous : "impacts sur l'environnement humain).

Les implications environnementales identifiées lors de l'étude des variantes par l'APD, concerne l'inondation des ressources et infrastructures suivantes :

- Environ 356 ha de terres cultivées.
- Une route goudronnée de 6km de longueur.
- Une ligne électrique de haute tension de 6km.
- Une ligne téléphonique avec la même longueur.
- Une ligne électrique secondaire de 2 a3 km.
- Environ 50 à 60 maisons au-dessous de la cote 650m.

II.4.3. Choix de la digue.

Les conditions géologiques et géotechniques du site ont exclu la digue en béton. L'étude des variantes a concerné les digues en terre :

1. En alluvions avec noyau en argile
2. En enrochements avec noyau en argile
3. Mixte, en alluvions et en enrochements, avec un masque en béton.

Au regard des incidences environnementales, il s'avère que le choix de la digue en alluvions avec noyau en argile est le plus judicieux.

Les 2^{eme} et 3^{eme} variantes nécessiteraient l'ouverture d'une ou de plusieurs carrières, facteurs de dégradation du paysage.

II.4.4. Caractéristiques de la digue

• Côte du fond de l'oued	590.00m
• Côte de crête	647.00m
• Hauteur	57.00m
• Côte de fond de fouille du noyau en argile	576.50m
• Côte de la retenue normale (RN)	642.00m
• Côte des plus hautes eaux (PHE)	646.13m
• Côte du volume mort	637.00m
• Longueur en crête	637.00m
• Largeur en crête	8.00m
• Largeur maximale à la base	300.00m
• Volume totale du remblai	1.045 Hm ³
• Volume régularisé	25.40 Hm ³
• Volume mort	56.00 Hm ³
• Volume utile	17.00 Hm ³
• Volume total	73.00 Hm ³
•	

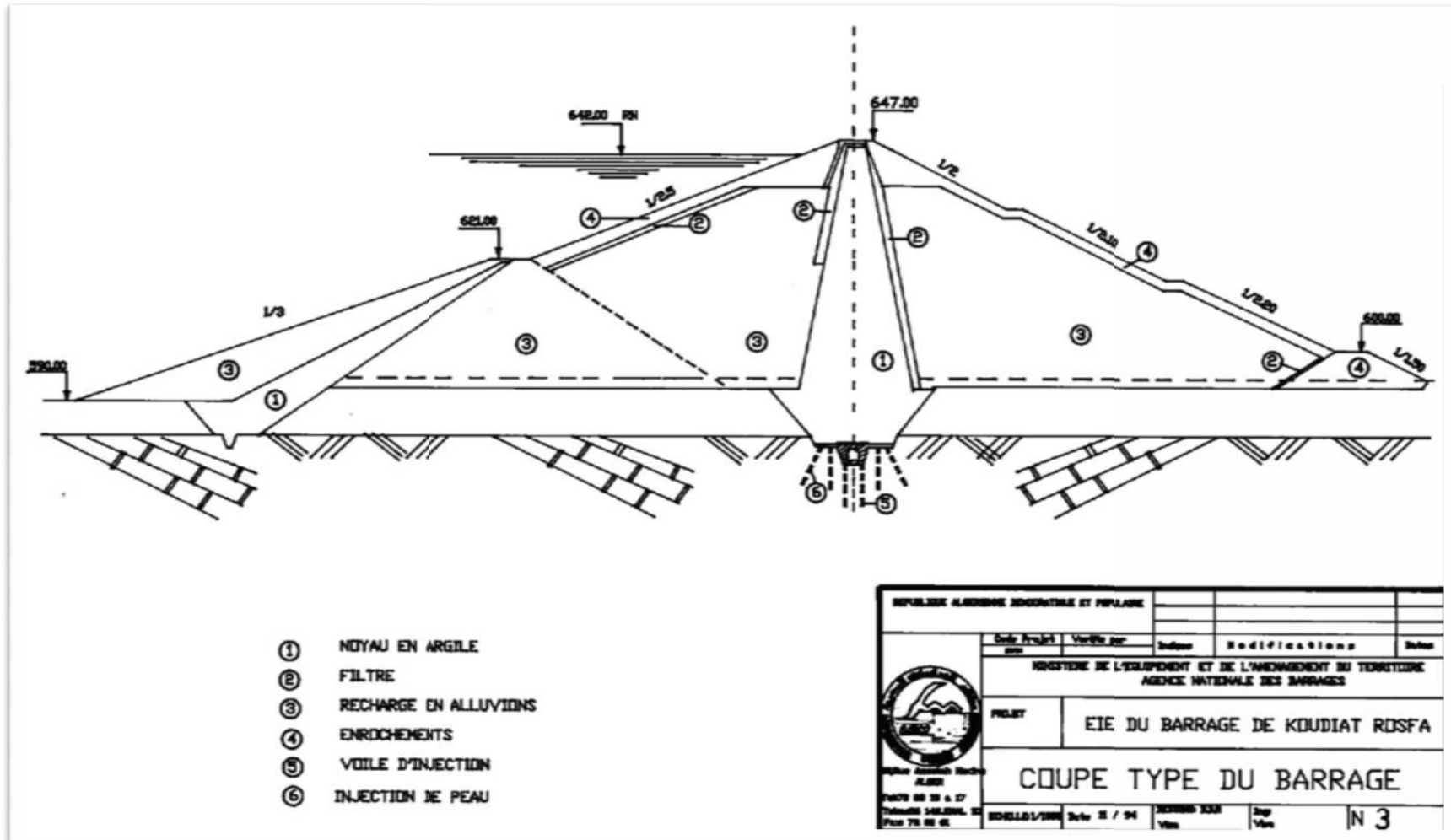


Figure n° 14: Coupe type du barrage Koudiet Rosfa



Photo n° 1: Vue de paysage du barrage Koudiet-Rosfa

II.4.5. Apports

L'évaluation d'apport moyen annuel du bassin versant de Koudiet-Rosfa est faite avec trois approches :

- La série d'observation représentative du barrage d'Oued Fodda.
- L'analyse régionale.
- Et les formules empiriques.
- La répartition mensuelle des apports est indiquée dans le Tableau ci-dessous.

Tableau n° 10: Répartition mensuelle des apports

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aou.	Total
Volume (Mm³)	0,82	2,27	2,09	5,11	8,00	8,22	6,91	5,81	3,12	1,08	0,6	0,54	44,58
(%)	1,84	5,08	4,68	11,47	17,95	18,45	15,50	13,04	7,01	2,42	1,36	1,21	100,00

Source : ANBT

Selon les directives suisses, la crue de projet est déterminée pour une période de retour de 1'000 ans. La crue de sécurité est estimée à la crue déca millénaire (Probable Maximum Flood : PMF).

- $Q_{1000} = 700 \text{ m}^3/\text{s}$ et $Q_{PMF} = 900 \text{ m}^3/\text{s}$.

II.4.6. Crues du projet

Tableau n° 11: Crues du projet

Temps de retour (ans)	10	20	100	1000	10000
Pointe de crue (m ³ /s)	665	780	1000	1370	1570

Source : ENYD 2005

II.5. Qualité des eaux

Les eaux de surface de la zone d'étude et tout le bassin versant correspondent à l'écoulement intermittent de l'Oued Fodda et de ses affluents.

L'absence d'agglomération importantes et/ou d'industries a épargné ces eaux d'une pollution potentielle.

Les eaux souterraines, par ailleurs peu important, en raison d'une forte perméabilité du substratum sont également d'assez bonne qualité. On ne relève qu'une minéralisation relative (0,5 g/l à 1,0 g/l) au niveau du site de la zone d'étude ou elles sont Sulfato-Chlorito-Sodide-Calcique.

Chapitre III : Impact sur l'environnement

III.1. Introduction

Les effets de l'implantation d'un barrage à Koudiet-Rosfa dépendent, selon le domaine de l'environnement considéré, de l'état des lieux avant l'aménagement projeté et de perspectives d'évolution de celui-ci après la mise en eau de la retenue.

Les impacts peuvent être, soit négatifs, soit positifs, ou les deux à la fois. Certains sont facilement identifiables quand ils sont spatialement circonscrits, et mesurables quand ils ont une valeur matérielle. C'est le cas des pertes liées à l'occupation des terres : terres cultivables, constructions, infrastructures diverses, etc.

D'autres sont peut-être identifiables, mais difficilement mesurables en raison de la part de subjectivisme qui conditionne l'évaluation, c'est le cas par exemple, de la dégradation ou des incidences positives de l'ouvrage sur le paysage.

D'autres encore, incertains, peu sûrs, voir potentiels, posent le problème de leur évaluation car ils ne sont que risques à échéance ou à dimension temporelle inconnues. C'est le cas par exemple des risques sanitaires qui peuvent surgir à n'importe quel moment de la vie de la retenue si les mesures de prévention ne sont pas efficaces.

III.2. Impact sur milieu physique

III.2.1. Impact sur le barrage d'Oued Fodda

Sur le plan environnemental, la surélévation d'Oued Fodda ne semble pas provoquer d'impacts majeurs.

En termes d'occupation nouvelle des terres par le nouveau plan d'eau, on ne fait état que de l'inondation de 300ha de terres. Par contre l'impact sur la qualité physicochimique des eaux pourrait être bénéfique du fait de l'augmentation de la tranche d'eau au-dessus de la surface d'envasement. Pour des raisons d'opportunité, dont des besoins en A.E.P. pour des localités à 500m environ au-dessus de la côte d'Oued Fodda, et à environ 50Km à vol d'oiseau (c'est en particulier le cas pour Tissemsilt), cette variante n'a pas été retenue par le maître de l'ouvrage.

De plus, la surélévation d'un ouvrage de plus de 60 ans dans une région fortement sismique pose sérieusement le problème du risque fatal.

III.2.2. Risques sismiques

La sismicité régionale du barrage Koudiet-Rosfa est évaluée dans un rayon de 200km autour du site du barrage.

Dans cette région, plus de 250 secousses ont été ressenties.

Si au droit du site, on ne constate aucun épicentre important, aux alentours immédiats on relève un très grand nombre de secousses, parfois à forte intensité.

Tableau n° 12: Nombre et intensité des séismes autour de la zone de projet.

Equidistance (Km)	Nombre de secousses	Intensité	Magnitude
0-25	10	< VIII	> 4.2
25-50	35	VIII < I < X	4,2 < M < 7,2 (a)
50-100	100	X	-
100-200	100	X	< 6 (b)

Source : APD. Koudiet-Rosfa ENHYH, 1993

(a) : Séisme du 10.10.1980 (b) : Séisme du 21.05.2003

Le site du barrage se trouve à la limite Sud de la zone la plus sismique d'Algérie.

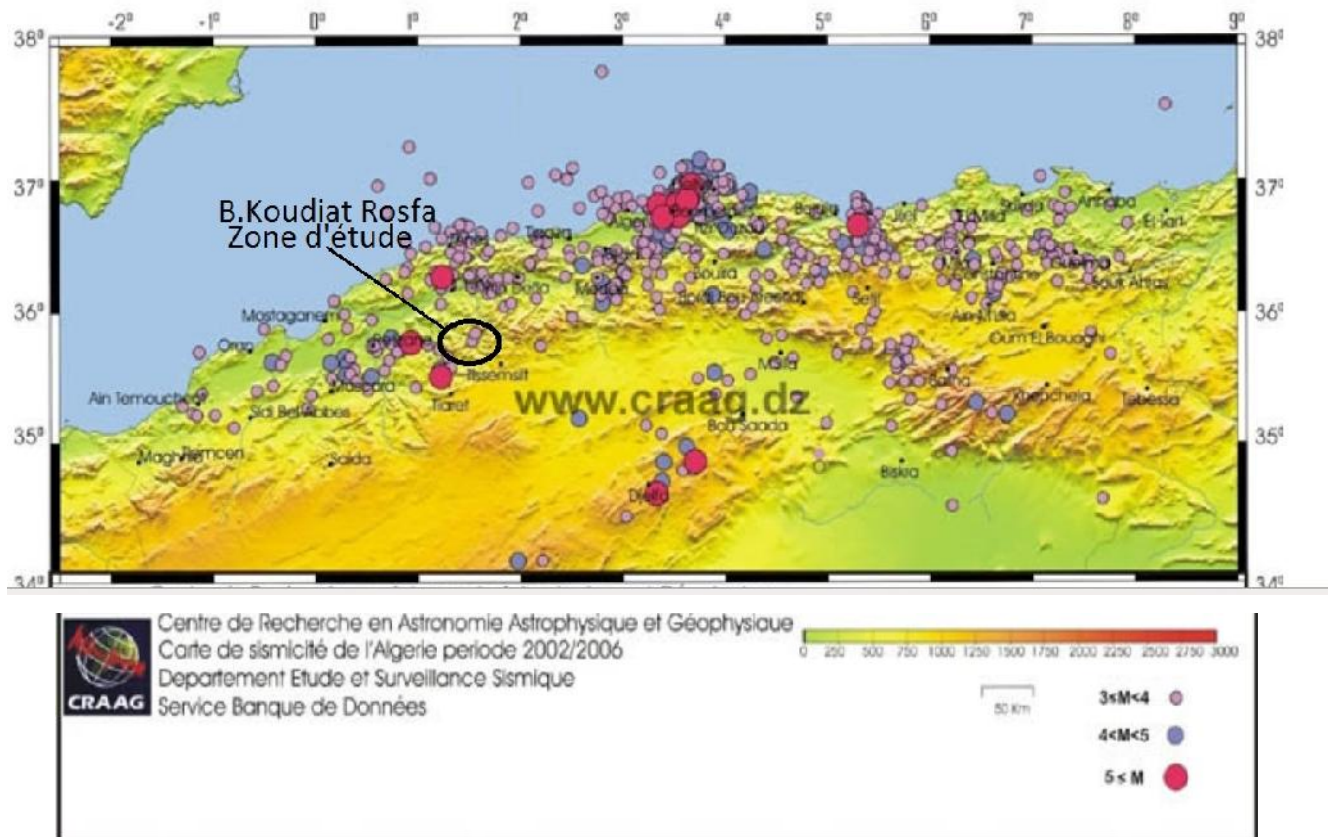


Figure n° 15: Carte de sismicité de l'Algérie du Nord

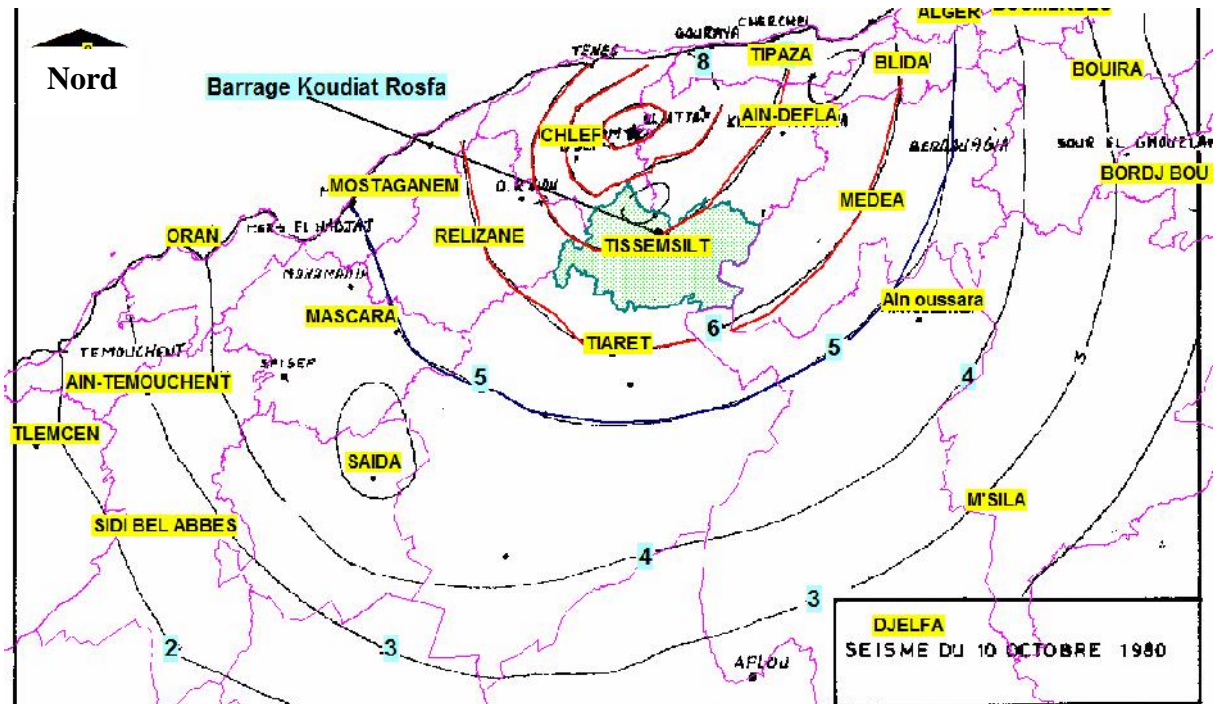


Figure n° 16: Caractéristique macrosismique du 10/10/1980

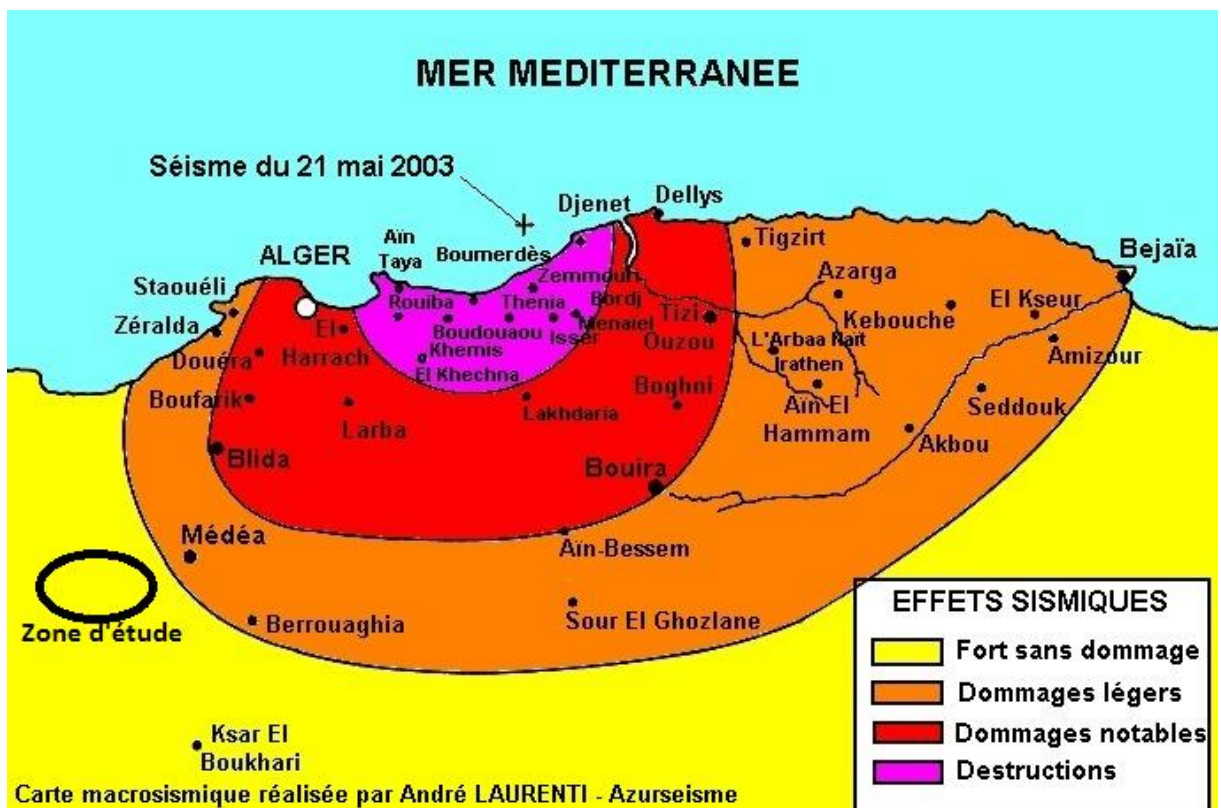


Figure n° 17: Caractéristique macrosismique du 29/10/2003

Les ouvrages de génie civil construits dans cette région continueront de subir les effets des séismes de la région de Chlef au Nord, de Tenès plus au Sud sur la côte, et de la région algéroise.

D'après la carte d'isoaccélération, il a été retenu une valeur de 0,32g, comme accélération au sol pour une période de retour de 500 ans, et 0,60g pour le séisme exceptionnel.

III.3. Incidences sur le paysage

III.3.1. Les zones d'emprunt

L'emprunt de matériaux (argiles, alluvions et roches) pour la construction des ouvrages peut constituer un impact, et modifier négativement un paysage, si les ablations ou excavations sont importantes, et situées dans des sites sensibles.

III.3.1.1. Zone d'argile

Elle est située à environ 700m à l'amont de l'axe du barrage. Elle occupe une basse terrasse en rive droite de l'Oued Fodda.

Sa largeur est de l'ordre de 100 à 150m, tandis que sa longueur est de 300 à 400m. Le volume d'exploitation est de 92500m^3 sur une surface de 37000m^2 ; soit une épaisseur d'exploitation de 2,5m.

Ce site est également situé dans la cuvette, donc l'impact uniquement temporaire est également très faible.

III.3.1.2. Zone d'alluvions

Elle est située à l'amont de l'axe, et s'étend sur 3,5km jusqu'à l'affluent droit de l'oued Fodda, sa largeur est de 50 à 200m.

Cette zone est située dans sa grande partie dans le lit de l'oued, et partiellement dans les basses terrasses.

Le volume d'exploitation est de $1.680.000\text{m}^3$ sur une surface de 560.000m^2 , soit une épaisseur d'exploitation de 3m.

Comme pour les zones précédentes, sa situation dans la zone inondable fait que l'impact sur le paysage est très faible et temporaire.

Les effets premiers seront bien entendu la suppression des cultures annuelles, et une altération relative de la nappe phréatique si les travaux s'effectuent pendant la période humide.

III.3.1.3. Carrières pour enrochements cuvette.

Les zones (2) et (3) retenues, sont situées en queue de cuvette. La zone (2) est située sur la rive droite à 4,5km de l'axe du barrage, et à 500m à l'aval du village de Beni-Chaib. L'affleurement du banc calcaire marneux s'étend sur 150 à 200m et une épaisseur maxima de 20m. Le volume estimé est de l'ordre de 50.000m³.

La zone (3) est située sur la rive gauche de l'oued à environ 3.5km de l'axe et 1.5km du village de Beni-Chaib. Ce gisement serait un banc de grés de 5m d'épaisseur, et son volume de 30.000m³.

Il semblerait d'après l'A.P.D. et les localisations des zones (PL.4), que c'est le site (3) qui serait retenu pour l'enrochement.

En terme d'impacts, et dans un cas comme dans l'autre, le fait que ces sites constituent les berges de l'oued, les excavations ne seront pas très perceptibles et en particulier si l'exploitation se fait de façon linéaire et ordonnée.

Après la mie en eau de la retenue, ces carrières ne seront que des falaises qui surplombent le plan d'eau, aspect qui pourrait au contraire agrémenter le paysage.

L'impact serait plutôt moyen.

III.3.1.4. Conclusion

Au total, les zones (argiles et alluvions) n'auront pas d'incidence sur le paysage d'emprunt car situées toutes dans la cuvette.

Le paysage complètement nu, largement affecté par l'érosion des sols, ne présente pas de sensibilités qui pourraient être affectées, même pendant la phase d'exploitation.

Pour ce qui est de la carrière ou des carrières, l'impact sur le paysage est sans incidence sérieuse.

III.3.2. Le plan d'eau

La création d'une digue d'une hauteur de 57m permettra d'emmagasiner environ 73Hm³, ce qui correspond à un plan d'eau de 360ha, dont la longueur est environ de 6,5km.

L'intégration d'un facteur exogène comme le lac du Koudiet-Rosfa, dans un milieu de type semi-aride, érodé et dépourvu de végétation, ne peut avoir qu'un impact positif.

Il constituera en effet un site à possibilité d'observation supérieure à son environnement.

La disposition du village de Beni-Chaib en amont et quasiment en contact avec le plan d'eau, ainsi que la position de la nouvelle route qui sera élevée au-dessus du niveau des plus hautes eaux, offriront des points de vue intéressants, et à fréquence d'observation croissante.

Tableau n° 13: Nature et intensité des impacts sur le paysage.

Impacts	Négatifs et temporaire			Positifs et temporaire		
	Faible	moyen	Important	Faible	moyen	Important
Zone argile						
Zone alluvions						
Carrières						
Plan						

Source : ENYD 2005

III.4. Impact lies a la modification de l'hydrologie.

III.4.1. Effets sur la stabilité du lit de l'oued à l'aval

La construction d'un barrage, provoque généralement la rupture de l'équilibre relatif à l'aval, en raison de la rétention de la charge sédimentaire.

Cet équilibre relatif entre quantités érodées et quantités déposées est obtenu grâce à l'alternance : montée de crues (érosion) et passage de crues (dépôts).

Le volume de matériaux solides transportés par l'oued a été estimé à 886 875m³/an.

La charge sédimentaire moyenne, ou le volume de matériaux transportés par unité de et par unité de largeur du lit de l'oued est de : $4,6 \times 10^{-4}$ m³/s.m (Largeur de l'oued prise égale à 62.00m).

Après la construction du barrage, par rapport au volume de matériaux solides qui seront restitués à l'aval par déversement ou par manœuvre de la vidange de fond, nous considérons qu'il est admis que 25% des sédiments entrant dans la retenue seront évacués soit par déversement soit par dévasement de l'Oued.

Le volume de matériaux solide restitués à l'oued, à l'aval du barrage sera de 221.719m³.

La charge sédimentaire sera de $3,45 \times 10^{-4}$ m³/s.m. Ce dernier est inférieur à la capacité de transport de l'Oued (4.60×10^{-4} m³/s.m), il y aura dégradation du lit de l'Oued dû à l'érosion.

III.4.2. Effets à l'amont de la retenue

III.4.2.1. Rétention et envasement.

La construction du barrage arrêtera le transport solide dont l'apport moyen annuel est de 886.875m³, correspondant à une masse de matériaux solides déposés dans la cuvette de 1,419hm³ t/an.

Durant un période d'exploitation de 50 ans le volume envasé de la retenue sera de l'ordre de 44.340.000 m³.

III.4.2.2. Effets du relèvement du lit d'oued sur la retenue

Après le remplissage de la cuvette, les matériaux les plus grossiers du transport solide vont se déposer à l'amont, en queue de retenue.

Il en résultera un remous solide plus élevé que le remous liquide, ce qui entrainera le comblement et la surélévation du lit de l'oued donc le risque de submersion des rives.

Cette possibilité mérite une attention particulière, en raison de conséquences que risque de subir le village de Beni-Chaib qui est limitrophe à la cuvette, en amont, et en partie située à une cote (645 m) inférieure à celle des plus hautes eaux (648 m).

Récapitulatif

Tableau n° 14: Impacts lie à la modification de l'hydrologie par zone.

Impacts	Faible	Important
Lit d'oued amont		
Cuvette		
Aval immédiat		
Aval Barrage Oued Fodda		

III.5. Impacts sur les eaux souterraines

Il n'existe pas réellement de nappe phréatique importante constituant un réservoir exploité ou exploitable, dans la zone du projet.

La nappe phréatique présente permet l'existence des puits pour les populations installées dans la cuvette, et alimente les sources, même à faible débit, de la zone avale.

Les impacts potentiels sont :

- Le rabattement de la nappe lors de l'extraction des alluvions et un tarissement relatif des sources à l'aval, cet effet sera temporaire.
- La pollution de l'oued et de la nappe par l'entretien des engins et des rejets des eaux use. Cet effet est également temporaire.
- La pollution par les eaux profondes de la retenue par des infiltrations dans la nappe à travers les et les terrasses alluviales. Rappelons que la mauvaise qualité des eaux de fond du plan d'eau est due à la salinité et a un déficit en oxygène.

Cet effet sera permanent, mais pourrait s'atténuer dans le temps si la zone d'infiltration est colmatée par la vase.

Tableau n° 15: Impacts sur la qualité des eaux souterraines

Impacts	Très peu probable	Probable
Eaux souterrains		
Plan d'eau		

Source : ENYD 2005

III.6. Impact sur milieu biologique.

III.6.1. La Flore

Comme nous l'avons vu précédemment dans l'état de l'environnement, la zone inondable est dépourvue de végétation. Il n'y a donc pas d'impact sur la flore ou de pertes potentielles liées à la mise en eau.

En ce qui concerne le bassin versant du Koudiet-Rosfa, c'est au contraire, les incendies de forêts, et l'extension de la céréaliculture au détriment des formations naturelles, qui pourraient avoir des incidences négatives sur la retenue par l'accélération des phénomènes érosifs, si des mesures appropriées ne sont pas prises.

III.6.2. Roseaux

Lors de la visite sur le terrain, nous avons remarqué une grande diffusion de roseaux sur les terres agricoles, ce qui provoque le ressentiment des agriculteurs pour éradiquer les roseaux.



Photo n° 2: Grande diffusion de roseaux sur les terres agricoles

III.6.3. L'habitat de la faune

L'inexistence d'un couvert végétal, fait que la zone du projet ne constitue pas réellement un habitat pour la faune.

En somme l'impact de l'ouvrage sur l'habitat de la faune est très faible.

III.7. Pertes en terres agricoles.

D'après la carte de l'occupation des sols établie à partir de la photo-interprétation de la mission de 1988, la cuvette est occupée dans la partie basse, correspondant à la vallée, par de champs de labours.

La superficie correspondant à la perte de ce potentiel agricole est de l'ordre de 356ha.

Évaluation

Le blé dur étant la culture la plus répandue dans la région, sur la base d'une hypothèse haute d'un rendement de 20 quintaux à l'hectare, dans le cas où toutes les conditions d'exploitation sont réunies, les pertes de revenus qui en découlent seraient les suivantes :

Blé dur : $356\text{ha} \times 20\text{qtx} = 7120\text{qtx}$.

A raison de 4500DA le quintal la perte serait de 32.040.000DA

Paille : $356\text{ha} \times 30\text{qtx} = 10680\text{qtx}$

A raison de 500DA le quintal la perte serait de 5.340.000 DA

La perte du revenu annuel agricole serait de = 37.380.000DA

Tableau n° 16: Impacts sur l'occupation des terres.

Impacts	Très faible	Moyen
Flore		
Habitat Faune		
Cultures		

III.8. Impact sur la qualité des eaux.

III.8.1. Comportement probable du plan d'eau.

Nous verrons dans ce qui suit, les effets physico-chimiques et biologiques que pourrait connaître le plan d'eau sous l'action des facteurs de dégradation de la qualité des eaux.

Dans la conclusion, nous rappellerons les conditions du milieu récepteur du projet susceptibles d'influer sur le comportement et la qualité des eaux de la retenue de Koudiet-Rosfa.

III.8.2. Stratification des eaux

En période chaude, la zone supérieure de la retenue (ou épilimnion) s'échauffe sous l'action du soleil et des apports d'eau plus chaude tandis que l'hypolimnion reste à une température voisine de 4°C, ce qui correspond à la densité maximale de l'eau.

Ces deux zones sont séparées par une couche au gradient thermique élevé le méthalomnion ainsi, les variations thermiques dues au vent et aux fluctuations de la température extérieure sont alors limitées à l'épilimnion.

Ainsi, on constate qu'en période de non stratification thermique, l'eau soutirée provient de toute la hauteur de la tranche verticale de la retenue située au droit de la prise, alors qu'en période de stratification thermique la retenue ne se vide que par son hypolimnion.

Les apports restants dans l'épilimnion, l'eau soutirée est froide mais peut être de mauvais goût à cause d'un déficit en oxygène comme nous le verrons ci- dessous.

III.8.3. Déficit en oxygène

L'oxygène dissous est nécessaire à la capacité épuratrice de l'eau.

L'oxygène contenu dans l'eau de la retenue provient de la pénétration de surface et de la photosynthèse réalisée par le phytoplancton.

La teneur naturelle, ou plutôt la capacité maximale de rétention d'oxygène dissous, est de 13mg/l pour les eaux froides et de 7,5mg/l pour les eaux chaudes.

Si la charge organique du réservoir est élevée la quantité d'oxygène consommée pour leur biodégradation être supérieure à celle absorbée par pénétration de surface depuis l'atmosphère : la teneur en oxygène diminue.

III.8.4. Eutrophisation

L'élévation du niveau trophique des eaux de la retenue, essentiellement en azote et phosphore, cause leur eutrophisation.

La zone inondée du barrage sera le siège d'une production d'algues et de végétaux aquatiques printaniers et hivernaux pendant les premières années de mise en eau.

Les algues ont une période de courte. Leur décomposition organique nécessite une concentration élevée en oxygène dissout.

Quand il y a déficit en oxygène, les algues elles-mêmes constituent un facteur limitant de l'oxygène puis qu'elles s'interposent en surface et empêchent la pénétration de l'oxygène, il y a dégradation anaérobie de la matière organique, constituée par les algues mortes, dont la conséquence est la formation d'hydrogène sulfuré, d'ammoniac et de matières minérales qui s'ajoutent aux dépôts solides.

L'azote et le phosphore constituent les éléments essentiels tendant à favoriser le phénomène d'eutrophisation. L'azote est présent dans l'eau sous forme d'azote organique dissout, soit comme ammonium ou comme azote élémentaire.

Celui-ci est utilisé sous ces différentes formes par les algues, qui les fixent de façon préférentielle à des taux atteignant 15mg/m^3 .

Le phosphore est également présent dans l'eau, sous diverses formes, soit en tant qu'élément de base de composés bien précis (P. organique et minéral), soit en tant qu'élément particulier du métabolisme cellulaire.

Toutefois, le phosphore présent sous forme de PO_4^{3-} reste la forme préférentielle d'alimentation des plantes.

Les taux d'absorption du phosphore par les algues planctoniques peuvent atteindre des valeurs de 0.50mg/l.h à 2.0mg/l.h .

Les sources d'azote et de phosphore dissous dans les eaux sont en général les suivantes :

- Les rejets d'eaux usées domestiques, sans épuration au préalable dans les récepteurs naturels ou artificielles.
- Les rejets des eaux résiduaires industrielles contenant des concentrations élevées en azote et phosphore d'industries alimentaires, textiles et provenant en général des abattoirs, savonneries, etc.
- L'intensification de l'agriculture à l'aide d'engrais à base d'azote, de phosphore et de potassium qui seront lessivés par les eaux de ruissellement.

III.8.5. Conclusion

La stratification thermique des eaux associées à une phase de mélange des eaux apparaît comme un phénomène naturel "normal".

L'origine du déficit en oxygène ne semble pas à l'heure actuelle réellement connue. Des dispositions pour soutirer l'eau sont adoptées dans le projet.

Les causes de l'eutrophisation sont par contre liées aux conditions d'exploitation du milieu récepteur.

Pour le Koudiet-Rosfa la situation est la suivante :

- La provenance de façon indirecte de la matière organique végétale est très peu probable, vu la faiblesse du boisement du bassin versant.
- L'agriculture céréalière extensive pratiquée dans le bassin versant n'utilise pas les produits phytosanitaires et les engrais chimiques. Vu la pauvreté des sols et le manque d'eau, l'utilisation future de ces produits est peu probable.

- Il n'existe pas à l'heure actuelle d'industries dans le bassin versant à moyen terme. Il est peu probable qu'il en soit créé, car les agglomérations urbaines sont de très petites tailles et mal situées pour présenter des facteurs localisation avantageux.

- En ce qui concerne le rejet des eaux domestiques, la densité et les formes de peuplement ne semble pas poser de problème, même à moyen terme.

En ce qui concerne le rejet des eaux domestiques, la densité et les formes de peuplement ne semble pas poser de problème, même à moyen terme.

Par contre, localement, le village de Beni-Chaib pourrait constituer une source de nuisances, s'il est maintenu en queue de cuvette, et si rien n'est fait pour épurer ses eaux.

Tableau n° 17: Impacts sur la qualité des eaux.

Impacts	Très peu probable	Probable
Rejets industriels		
Rejets domestiques bassin versant		
Rejet de Beni-Chaib		

III.9. Impacts socio-économiques

III.9.1. Au niveau de la cuvette.

En l'absence d'une enquête parcellaire, les estimations qui seront faites relèvent d'une comparaison de données disponibles dans l'A.P.D. de Koudiet-Rosfa, dans le plan d'aménagement de wilaya et relevé de la carte d'occupation des sols de la cuvette effectuée à partir de la photo-interprétation.

III.9.2. Déplacement des populations

Les 60 maisons situées dans la zone inondable, soit sous la cote 650, la population à déplacer serait de l'ordre de 400 personnes si l'on applique un taux population d'occupation par maison de 6.6 personnes correspondant à la moyenne du T.O.L. national.

III.9.3. Pertes en infrastructures.

Tableau n° 18: Pertes en infrastructures.

Désignation		Évaluation
Construction	60	48 M. DA
Route goudronnée	06 Km	24 M. DA
Ligne électrique de haute tension	06 Km	06 M. DA
Ligne électrique secondaire	03 Km	03 M. DA
Téléphonique	06 Km	03 M. DA

L'évaluation globale serait de l'ordre de 84 millions de DA en 1993, soit environ 100 M DA en 1995 si l'on tient compte de l'évolution des prix.

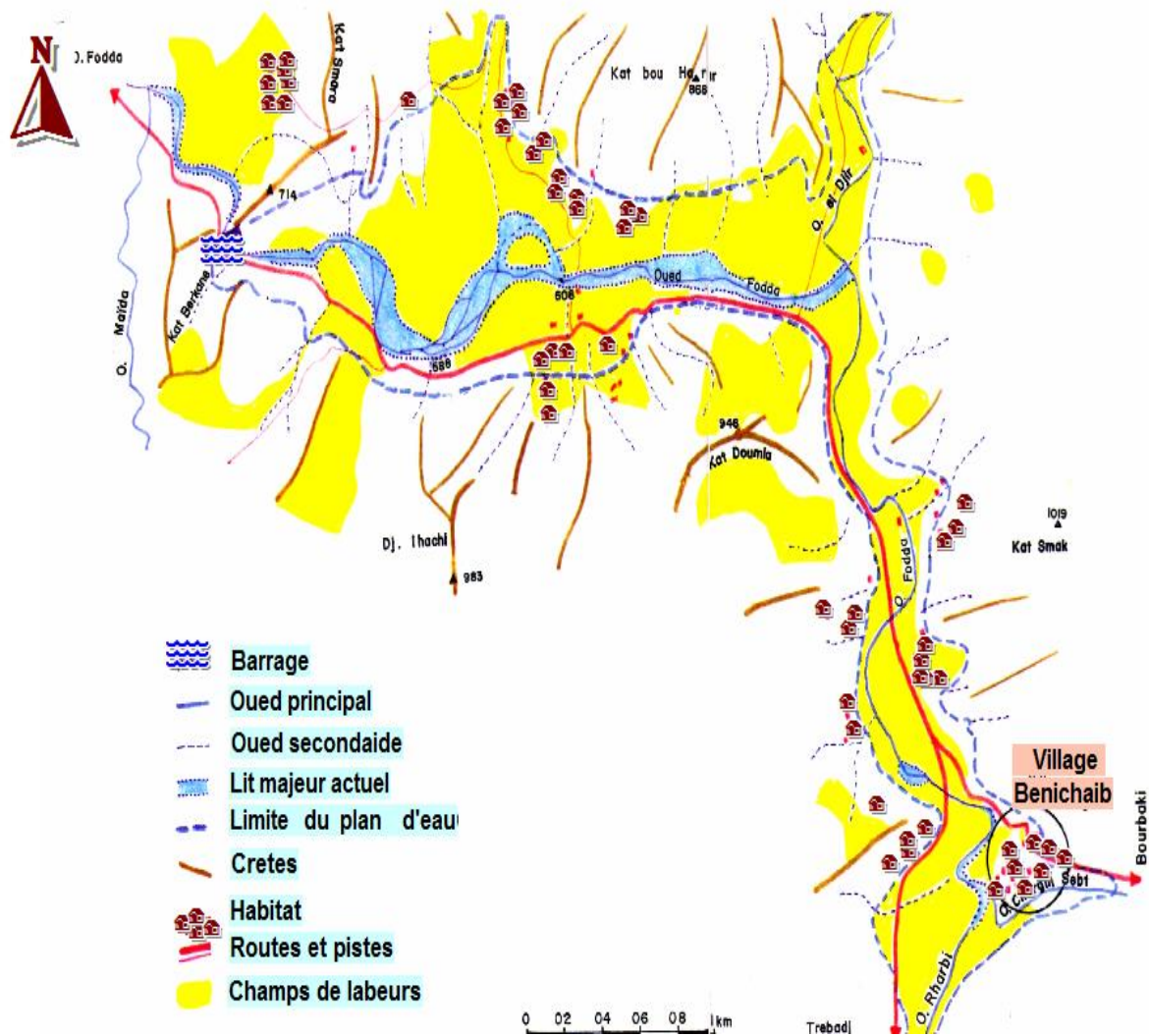


Figure n° 18: Occupation du sol de la cuvette

III.9.4. Au niveau du village de Beni-Chaib

Après étude des variantes l'étude d'avant-projet de taille (ENHYD 1993) a fixé la cote de retenue normale à 642m pour justement éviter l'inondation du village de Beni-Chaib situé à 645m.



Figure n° 19: Localisation du village de Beni-Chaib

L'analyse des cartes topographiques et des plans de situation du projet nous permettent de constater :

- Qu'une partie du village, et particulièrement sa zone basse, sera inondée par les crues puisque la côte de la crête du barrage est fixée à 648m.
- Qu'à long terme, le relèvement du lit de l'oued en queue de cuvette par le dépôt des éléments grossiers, entrainera une élévation des eaux de crues, donc l'inondation probable d'une bonne partie du village de Beni-Chaib situé justement à cet endroit, entre la rive droite de l'oued et le futur plan d'eau.

Pour ces raisons, l'E.I.E. tiendra compte de ce risque potentiel dans les évaluations.

III.10. Risque sanitaires.

III.10.1. Nouvelles conditions écologiques.

Les nouvelles conditions écologiques créées par la réalisation de barrages ont une répercussion directe sur les vecteurs (moustiques et Moluques) et sur les mécanismes de transmission de la maladie.

Par ailleurs, les changements observés sont si importants que l'on assiste simultanément à une évolution socio- économique et démographique rapide dans la zone du projet.

De plus, le bouleversement de l'écosystème pendant et après la réalisation d'un ouvrage hydraulique est très prolifération.

En effet, si certaines espèces de moustiques disparaissent, d'autres trouvent au contraire des conditions propices à leur prolifération.

L'extension des biotopes aquatiques concourent également à favoriser l'installation ou la multiplication d'espèces gastéropodes, constituant des hôtes intermédiaires pour certaines maladies telle que la bilharziose.

La conséquence de ce bouleversement est la modification d'indicateurs de santé telle que l'incidence et/ou la prévalence de certaines maladies déjà présentes ; ou d'introduire certaines ayant disparu de la région (Paludisme-Bilharziose-Leishmaniose).

III.10.2. Facteurs de transmission

Parallèlement, la transmission de certaines maladies sera favorisée par les contacts de l'homme avec l'eau lors de ses activités telles que la pêche et l'irrigation.

Par ailleurs, l'apport de main d'œuvre souvent originaire de régions éloignées peut influencer sur la situation épidémiologique.

- En introduisant certaines maladies.
- En apportant avec eux de nouvelles souches de parasites ou de nouveaux facteurs qui peuvent s'adapter aux nouvelles souches de parasites ou de nouveaux facteurs qui peuvent s'adapter aux nouvelles conditions écologiques.
- Par l'absence d'immunité vis-à-vis d'agents pathogènes locaux.
- Et en augmentant la densité démographique dans les foyers de transmission.

III.10.3. Conditions du milieu.

Au regard des maladies dont il est fait mention plus haut, l'état sanitaire de la région est bon, malgré la proximité du barrage d'Oued Fodda.

Dans une région caractérisée par le sous-emploi et une spécialisation relative dans le B.T.P. il faut espérer que le recrutement soit local en majorité, ce qui éviterait l'introduction de nouvelles pathologies et ce qui réduirait la densité au niveau de la base vie grâce aux migrations alternantes.

Au regard des maladies dont il est fait mention plus haut l'état sanitaire semble bon malgré la proximité du barrage d'Oued Fodda.

III.10.4. Impact sur l'emploi

Concernant la création de nouveaux postes d'emploi dans la région de Beni-Chaib le fonctionnement du barrage ouvre plusieurs possibilités d'emploi dans différents secteurs d'activité :

- L'agriculture : La disponibilité de l'eau pour l'irrigation offre la possibilité de mise en valeur de nouvelles terres agricoles.
L'élevage de bétail peut également connaître une intensification grâce à la disponibilité de l'eau.
- D'autres activités peuvent connaître un essor grâce au barrage telles que :
 - L'apiculture.
 - L'aquaculture.
 - Le tourisme.

Pendant la période d'été la région connaît une forte demande touristique par les habitants des régions du sud de wilaya attirés par le magnifique paysage naturel et la fraîcheur de la température. La présence du barrage peut donc transformer cette région en un pôle touristique et créer de nouveaux postes d'emploi absorbant ainsi le chômage.

III.11. Impact sur la stabilité de la population

Depuis la création du barrage et le soutien de l'État pour le logement rural, la zone de Beni-Chaib a vu une stabilité de la population grâce à la disponibilité de l'eau pour l'irrigation des terres agricoles et pour l'alimentation en eau potable.

L'impact du barrage sur la stabilité de la population est donc positif.

III.12. Impacts sur la dotation quotidienne par habitant en eau potable

La nature géologique et hydrogéologique de bassins versant de Koudiet-Rosfa et les faibles précipitations au cours des dernières années, la wilaya Tissemsilt a vécu une grave pénurie d'eau potable avant la réalisation du barrage Koudiet-Rosfa.

Actuellement la distribution d'eau potable est assurée de manière régulière et quotidienne pour le chef-lieu de wilaya et les 14 communes ainsi que les 50 douars qui sont alimentés du barrage de Koudiet-Rosfa avec une plage horaire de 24/24.

La wilaya de Tissemsilt dispose de quatre (4) principales chaînes de renforcement : Koudiet-Rosfa conçue pour l'alimentation en eau potable de 15 sur les 22 communes que compte la wilaya à partir des eaux du barrage Koudiet-Rosfa, la chaîne de Rechaiga destinée principalement à l'AEP de Hai Derb et Sidi El-Houari (Tissemsilt), la chaîne de Deurdeur

pour l'alimentation des localités de Youssoufia, Theniet El-Had, Laâyoune et Khemisti et la chaîne de Bouzegza, pour l'alimentation des communes de Lardjem, Sidi Lantri et Melaâb.

Le taux de raccordement en AEP du chef-lieu de wilaya est de 99% et à travers la wilaya a atteint les 94%. Après l'achèvement des différents programmes en cours de réalisation, le taux de raccordement atteindra les 96%. S'agissant des projets à réaliser dans le cadre de l'amélioration de la distribution de l'AEP.

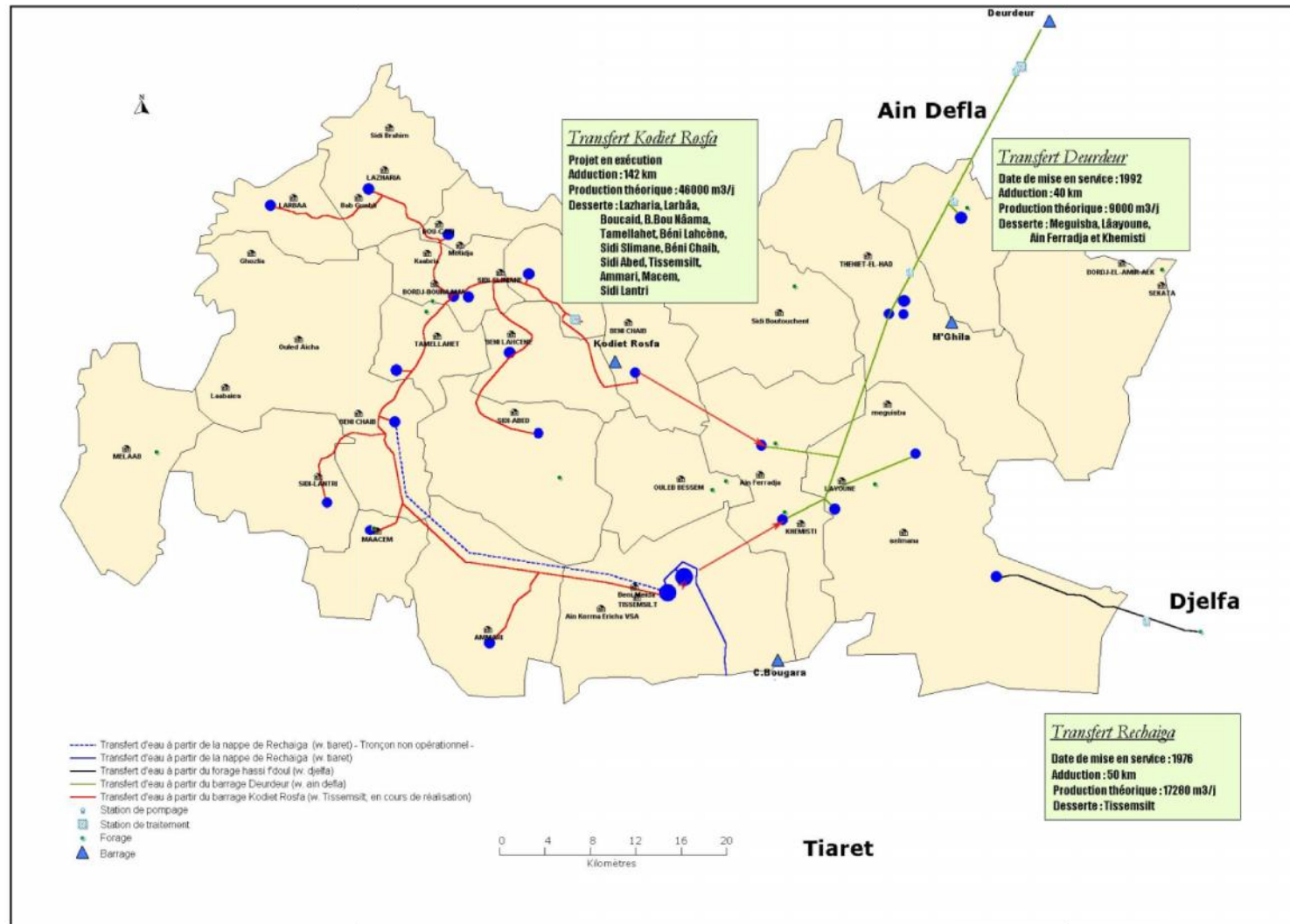


Figure n° 20: Carte d'infrastructures de mobilisation stockage et transfert d'eau potable

Tableau n° 19: Récapitulatif d'impact sur l'environnement

Impact	Positif			Négatif			Remarque
	Faible	Moyenne	Élève	Faible	Moyenne	Élève	
Paysage							
Plan d'eau							73 Hm3, ce qui correspond à un plan d'eau de 360ha
Lit d'oued amont							
Cuvette							Diminution des surfaces à usage agricole
Aval immédiat							barrage arrêtera le transport solide
Eaux souterrains							Le rabattement de la nappe Temporaire
Flore							
Habitat faune							
Cultures							Pertes en terres agricoles de 360ha
Rejets domestiques bassin versant							
Rejet de Beni-Chaïb							risques de pollution
Déplacement des populations							60 maisons situées dans la zone inondable
Pertes en infrastructures							
Risque sanitaires							
Impact sur l'emploi							créer de nouveaux postes d'emploi
Impact sur la stabilité de la population							
Impacts sur la dotation quotidienne par habitant en eau potable							l'alimentation en eau potable les 22 communes

Chapitre IV : Mesures compensatoires et recommandations

IV.1. Lutte contre l'érosion des sols et reconstitution du milieu.

Il y a deux types de mesures à prendre contre l'érosion des sols si l'on veut éviter l'envasement rapide de la retenue, il s'agit du reboisement accompagné de mesures agro-techniques et hydrauliques.

IV.1.1. Reboisement.

Il est nécessaire, mais sera difficile pour deux raisons :

- Les superficies à reboiser sont très grandes et par conséquent prendront du temps, et demanderont de gros investissements.

* La surface totale du bassin versant est de 44000 Ha.

* La surface boisée actuelle de l'ordre de 15,6% de la surface totale, soit 6864 Ha.

* La surface agricole utile de bassin versant est de 17141 Ha.

* La surface nue serait de l'ordre de $44000 \text{ Ha} - (6864 + 17141) = 19995 \text{ Ha}$.

*Si nous retranchons les zones construites les zones rocheuses et les zones hautes inaccessibles, nous obtenons une surface à boiser d'environ 10000 Ha.

Le milieu climatique, surtout dans la zone sud ne s'y prête pas aisément. Si l'on reboise, il faut aider la plante à pousser par des soins fréquents protection contre les dégradations par l'homme ou le pâturage par les animaux, arrosage suffisant jusqu'à ce que l'enracinement soit suffisant. Tout cela peut prendre quelques années.

IV.1.2. Procédés agro-techniques.

Le reboisement seul n'est pas suffisant. Dans la mesure où il y a des terrains cultivés à dominance céréalière ou de légumes secs d'autres techniques relatives au travail du sol doivent être exécutées.

Sur ces champs qui ont une certaine pente il faut arrêter sinon freiner le ruissellement même diffus par l'utilisation de techniques agro-culturelles.

Parmi les pratiques culturales, nous citerons les labours en planches qui permettent de diviser les parcelles en planches de 30 à 40 mètres de large. On laboure ensuite chaque planche indépendamment l'une de l'autre.

Ceci permet d'obtenir une dérayure au milieu qui va jouer le rôle de drain et évacuera l'eau en excédent.

Pour éviter les échecs d'introduction d'arbres fruitiers, il faut se baser sur ce qui existe déjà dans la région et opter pour des espèces rustiques. L'objectif reste toujours l'autoconsommation.

Parmi celles-ci, nous citerons les figuiers et grenadiers, les abricotiers, les pommiers, les oliviers, la vigne et les chênes à glands doux.

Si l'on veut protéger et augmenter la durée de vie de l'ouvrage, un investissement supplémentaire est obligatoire et nécessaire.

Un effort particulier doit être fait par les services de vulgarisation agricole et les services forestiers afin d'offrir gratuitement des plants et une assistance technique aux riverains installés sur le bassin versant.

Du fait de l'extinction de la céréaliculture dans la zone, l'incitation des agriculteurs à utiliser certaines pratiques culturales est plus que nécessaires tel les labours en planches, et les labours selon les courbes de niveau.

Des labours légers qui perturbent peu le sol, et l'utilisation de rideaux de buisson entre les planches sont également recommandés.

IV.1.3. Procédés hydrauliques ou de Génie-Civil

IV.1.3.1. Sur les versants.

Il faut savoir que les marnes posent un problème particulier, car chargées d'eau, elles deviennent trop plastiques pour soutenir de gros ouvrages. Si la pente est trop forte les défrichements entraînent des glissements il faut donc éviter l'infiltration et favoriser l'évacuation rapide de l'eau soit en surface, soit en rigoles soit en profondeur par les racines des arbres.

Lorsque les qualités mécaniques le permettent il est possible d'installer les banquettes dont le type et la taille sont adaptés au milieu.

Dans ces banquettes ou terrasses c'est le canal d'écoulement qui présente un écoulement d'importance primordiale, étant donné qu'elles agissent essentiellement comme canal de drainage destiné à conduire les eaux excédentaires de pluie provenant des champs en amont à une vitesse qui ne leur donne pas leur pouvoir érosif.

Le canal doit être construit de façon assez large et relativement peu profonde, de pente faible ayant des berges à pente douces et une grande capacité d'écoulement de l'eau.

Mais il faut obligatoirement rechercher les signes d'instabilité telles les loupes de glissements, les fissures qui annoncent les futurs mouvements et les pans de terre tombés dans les oueds.

Sur les sols tendres, les banquettes deviendront de simples rigoles d'évacuation recreusées tous les ans.

Au-delà de 15 à 20% il faut reboiser la gamme des espèces à utiliser sur les sols marneux est faible, cependant certain Eucalyptus tel *E.occidentalis* sont recommandés.

Les plantations doivent se faire en quinconce sur les éléments de petites banquettes. Cependant, il faut signaler l'impossibilité d'installer des banquettes stables.

Il faut confectionner des rigoles d'évacuation rapprochées, des exutoires enherbés avec seuils en gabions ou plantations d'oliviers de caroubier, de pistachiers ou cactus sur bandes à pente de 1 à 2% et planter en plein l'Eucalyptus E.occidentalis.

Les thalwegs exutoires doivent être nombreux et plantés de végétaux vivaces, de plus il faut édifier des seuils il est préférable de confectionner des ouvrages en gabions que des ouvrages en maçonnerie.

Pour les loupes de glissement, il faut essayer d'empêcher le développement du phénomène en creusant des fossés à l'amont de la niche de décollement, de sorte à évacuer l'eau ou planter des bouquets d'arbres forts évaporateurs.

IV.1.3.2. Sur les ravins.

Pour la stabilisation des ravins le choix de la méthode dépend de plusieurs facteurs la profondeur et l'étendue du ravin, la pente du terrain la nature au sol.

Faire disparaître un ravin par comblement est exceptionnel et peu revenir très cher plus généralement il faut rechercher sa stabilisation par l'intermédiaire de la végétation et par la construction d'ouvrages légers.

Préalablement il faut aménager l'aire qui les domine par un système de terrasses qui dévieront l'eau. Il est illogique d'intervenir sur le ravin si l'aire qui les domine continue à être parcourue par des eaux à grandes vitesses.

Si les terrasses sont couteuses on peut opter pour des fossés de dérivation surtout si la zone recevant ces eaux est couverte de végétation.

Il est possible de stabiliser les ravins par remontée biologique en installant d'abord des espèces pionnières qui une fois bien installées seront enrichies par de nouvelles espèces plus exigeantes jusqu'au stade ultime. Mais il faut signaler que cette opération nécessite un suivi permanent et une maîtrise parfaite de production de certaines espèces et de leur installation sur ces sols.

Si ces ravins sont petits ou moyens, il faut installer cette végétation au travers de la ligne d'écoulement de l'eau.

On optera pour les espèces qui bouturent et qui de plus peuvent avoir la faculté de drageonner. C'est pourquoi, la collaboration des services forestiers est plus que nécessaire.

L'engazonnement est aussi intéressant, car une couverture avec des graminées tel Cynodactylon est intéressante du fait de la facilité de l'exécution car il suffit de moyennant au début un arrosage d'appoint.

Il est possible aussi d'utiliser des ouvrages artificiels en installant au travers de la ligne d'eau des branchages parallèles enfoncés dans le sol ou à défaut de branchage édifier des barrages de pierres sèches. Ces derniers ont une durée de vie plus grande que les premiers.

IV.1.3.3. Sur les berges des oueds et du lac de retenue.

Le sapement latéral des berges des oueds et du lac de retenue fournit une bonne part du matériel de comblement du barrage. On peut freiner cette érosion par des travaux de stabilisation :

- Empierrage par des galets libres ou des gabions.
- Implantation d'une végétation arbustive ou buissonnante permanente pour freiner le courant (Laurier rose, eucalyptus, roseaies, etc.).

Il faut également trouver un moyen d'empêcher les labours aux abords de ces lits.



Photo n° 3: Aménagement de l'oued par le système gabionnages dans la zone d'étude

IV.1.3.4. Conditions de mise en œuvre

Il est de plus indispensable d'élaborer avec les services forestiers une carte de sensibilité à l'érosion (échelle 1/20 000) et une carte des interventions. Il est possible vu le fort de taux de chômage au niveau de la région et en collaboration avec les autorités locales d'inscrire cette intervention dans le cadre des grands travaux initiés par le Gouvernement, d'autant plus que la création de la retenue rend le dossier défendable.

Evaluation

Il est difficile d'estimer avec exactitude les coûts qui seront engendrés par la protection contre l'érosion par toutes les actions décrites plus haut pour cause d'indisponibilité d'images satellites, ni de photographies aériennes récentes. (La dernière datant de 1988), pour l'évaluation précise des zones concernées.

De plus, les coûts sont très variables d'une région topographiques à une autre (accessibilité) et d'une année à une autre.

IV.1.4. Protection contre le transport solide sur site.

IV.1.4.1. Surveillance des versants de la cuvette.

Sachant que le site de la cuvette est situé dans une zone Marno-Calcaire gréseuse à forte pente, faillée et plissée et que les mouvements de masse peuvent avoir lieu en entraînant de graves désordres nous recommandons un suivi et un contrôle de la stabilité des versants de la cuvette par l'installation d'inclinomètres et la mise en place de repères topographiques suffisants.

IV.1.4.2. Exploitation des zones d'emprunt.

Pour éviter l'accentuation du transport solide lors des travaux nous préconisons :

- L'utilisation des terres d'excavation comme matériaux de construction notamment pour les enrochements du barrage.
- L'utilisation des terres de décapage des zones d'emprises du barrage et des zones d'emprunt comme amendements des terres agricoles.
- Les aires de stockage temporaire des matériaux de construction doivent être situées en dehors des zones inondables par les crues.
- Le talus des aires de stockage ne doivent pas être raide. Ils seront aménagés en banquettes dont les eaux de ruissellement seront canalisées vers un bassin de décantation avant leur arrivée à l'oued.

IV.1.4.3. Stabilité de la zone de glissement potentiel

Au niveau de l'A.P.D. de Koudiet-Rosfa, nous ne retrouvons pas de décision définitive relative au traitement du glissement il est préconisé d'effectuer des reconnaissances et des essais supplémentaires pour la prise de décision définitive.

Il faut relever que ces réserves concernent la stabilité de la digue ou les impacts sur celle-ci en tant qu'ouvrage, et non pas les effets sur la retenue en terme de volume d'envasement potentiel.

Pour ce dernier risque nous préconisons son excavation partielle pour adoucir sa pente et éviter les impacts de sa réactivation après la mise en eau (voir point 4.4.3.) Cela après étude spécifique.

Nous recommandons également de ne pas extraire la partie de la zone alluvionnaire limitrophe du front de glissement .Cette zone alluvionnaire constitue une butée naturelle au glissement qu'il faudrait au contraire conforter par des dépôts de terre excavée pour augmenter son poids.

IV.1.4.4. Relèvement du lit de l'oued.

- Curage de l'oued après chaque crue et en période d'été.
- Endiguement de protection contre les inondations.

IV.1.5. L'emploi et aquaculteur

Pour la création d'emplois et à l'exploitation des ressources de ce barrage, nous recommandons la mise en place des exploitations piscicoles, où la langue de la quantité de poisson extrait seulement 5 tonnes cette année, bien que ce barrage a la capacité dépasse plusieurs fois de ce quantité

Il peut y avoir plusieurs types d'élevage de poissons dans ce barrage le Tilapia du Nil carpe argentée et Gambusia affinis et carpe Argentée.

Où une grande valeur nutritive pour le corps humain



Tilapia du Nil



Gambusia Affinis



La Carpe Argentée

Photo n° 4: Les poissons disponible sur le barrage de Koudiet-Rosfa

IV.2. Qualité des eaux

Il est nécessaire de rappeler que les eaux du barrage de Koudiet-Rosfa sont destinées à alimenter en eau potable la ville de Tissemsilt.

Le contrôle permanent de la qualité des eaux est par conséquent impératif et doit concerner les opérations qui suivent :

IV.2.1. Mesures sur la qualité de l'eau

Nous avons vu dans le chapitre précédent que les risques de pollution de la retenue par les eaux de ruissellement de tout le bassin versant sont très faibles, par rapport aux sources de pollution potentielle, que sont l'agriculture et les rejets domestiques.

IV.2.2. Mesures pour le contrôle hydro-chimique des eaux

Des mesures de conductivité, a une température de 25°C, seront effectuées pour l'estimation de la minéralisation globale, Les analyses chimiques des échantillons prélevés devront porter sur :

- La composition chimique des ions et leur concentration respective,
- La somme des ions,
- La balance des ions et cations,

- La valeur du PH et la dureté de l'eau.

Les prélèvements doivent avoir lieu en amont de la queue de la retenue dans la retenue en période de basses eaux et de crues et au niveau des piézomètres en ce qui concerne la nappe phréatique.

Si la salinité s'avère élevée par rapport aux normes requises quant aux eaux à usage domestique et agricole et s'il est établi que sa source principale est la présence au niveau de la retenue de la formation du trias diapérique, on serait amené à localiser cette dernière et à l'isoler en créant une zone de contact étanche d'interposition entre elle et l'eau.

IV.2.3. Mesures pour le contrôle de l'eutrophisation des eaux

L'eutrophisation des eaux dépend de la qualité de l'eau et de la gestion de la retenue.

Par la présence de matières organiques, la croissance des plantes aquatiques peut provoquer la détérioration de la qualité des eaux, et des maladies hydriques comme la bilharziose.

Un certain nombre de contrôles sont donc nécessaires pour la gestion de la retenue.

- La mesure de l'oxygène dissous et la DBO₅.
- La mesure de production biologique.
- La mesure des apports nutritifs.

IV.3. Captage pour l'alimentation en eau potable

Dans le cas d'une stratification thermique, l'eau soutirée par l'hypolimnion peut accuser un déficit en oxygène car ce dernier est utilisé par la matière organique déposée dans le fond, éventuellement, pour sa dégradation.

Les prises d'eau continues effectuées, à partir de cette zone peuvent accentuer le déficit en oxygène et déclencher le phénomène de dégradation anaérobie et la production de l'hydrogène sulfurée qui altèrera le goût de l'eau. Il est recommandé de mesurer l'oxygène dissous et la DBO₅ à différents niveaux de la retenue.

S'il y a déficit en oxygène, on peut soutirer l'eau à partir des tranches à forte teneur en oxygène, généralement entre 10 et 25 m de profondeur.

Plusieurs niveaux de prise d'eau sont prévus à cet effet par le projet (Voir partie description du projet).

IV.4. Recommandations générales

La destination des eaux du Koudiet-Rosfa pour l'A.E.P de la wilaya de Tissemsilt, exige un contrôle rigoureux dans la gestion de la retenue.

Il s'agit essentiellement :

- De poser le problème de Beni-Chaib, bien avant la mise en eau de la retenue.

- D'attirer l'attention des autorités locales dont Direction de l'Hydraulique pour un programme d'épuration des eaux domestiques au fur et à mesure que les hameaux et villages deviennent importants.

IV.5. Protection de la faune

Dans de telles conditions, des mesures de protection contre le braconnage doivent être prises dans le strict respect du code forestier pour les dispositions relatives à la protection de la faune.

IV.6. Sante des populations

La contamination des eaux du barrage par les différents germes fécaux augmentera les risques d'exposition aux maladies infectieuses (choléra, dysenterie, maladies diarrhéiques, hépatite, etc.).

L'idéal sera de traiter les eaux usées rejetées de village Beni-Chaib.

IV.6.1. Mesures de lutte anti-vectorielle

Elles ont pour but de rompre le maillon de la chaîne de transmission de la maladie.

Elles s'intègrent dans un ensemble de mesures prophylactiques, contre les maladies telles que le paludisme, et la leishmaniose.

IV.6.2. Mesures de lutte chimique ou physique

Le but de ces mesures est de minimiser le risque de transmission en réduisant les populations de vecteurs à un niveau très bas, ou en détruisant électivement une partie de ces vecteurs à une charnière de leur cycle épidémiologique.

On utilise en général :

- Les larvicides (malathion ou abatte) pour les eaux claires et de boissons.
- Les malhuscicides : sulfate de cuivre détruisant les mollusques, hôtes intermédiaires des schistosomes.

IV.6.3. Mesures de lutte non chimique

Elles concernent la modification de l'environnement par le faucardage de la végétation aquatique, et les débroussailllements totaux ou sélectifs.

Il faut également envisager l'utilisation d'agent pathogène ou prédateur.

Agent pathogène : Bacillus Thuringensus qui s'attaque aux larves de moustiques.

Prédateur : poissons larvivores comme le Gambusia Affinis, très efficace contre les larves de moustiques, dans les eaux permanentes ou stagnantes.

IV.6.4. Mesures préventives contre les maladies transmissibles humaines

Il s'agit de la tuberculose, des maladies à transmission hydrique.

Les mesures préventives passent par l'éducation sanitaire des travailleurs et de leur famille sur les aspects suivant :

- L'hygiène corporelle
- L'utilisation de l'eau potable
- L'utilisation des latrines conforme aux normes.
- La prise en charge thérapeutique correcte de la toux, et le dépistage de Tuberculose.

IV.7. Gestion du barrage et surveillance de l'environnement

IV.7.1. Surveillance de l'ouvrage

La surveillance de l'ouvrage est recommandée car en cas de risques majeurs les implications seront également environnementales. Toute catastrophe toucherait en effet les zones habitées, les infrastructures, les zones de cultures etc.

La construction de barrage nécessite par conséquent l'installation des équipements d'auscultation : piézomètres, sismographes, cellules de pression totale, Tasso-mètres.

IV.7.2. Surveillance de l'environnement

IV.7.2.1. Climatologie

La station climatologique de Koudiet-Rosfa est surannée. Pour avoir des paramètres représentatifs, nous préconisons l'installation d'une nouvelle station climatologique au niveau de barrage :

- Des températures
- De l'humidité.
- De l'évaporation.
- Des vents.
- Des précipitations.
- Des intensités pluviométriques.



Photo n° 5: Station climatologique actuellement

IV.7.2.2. Quantification de l'envasement

La station hydrométrique doit être équipée d'un turbidimètre automatique et enregistreur. Le transport solide étant très important dans ce bassin versant, nous ne saurions insister assez sur la nécessité de cet équipement.

Conclusion générale

La wilaya de Tissemsilt a bénéficié de nombre projets de réalisation d'aménagements hydrauliques, parmi lesquels le barrage de Koudiet-Rosfa sur l'Oued Fodda. L'étude a été faite par Hydro Projet Centre en 1989. Le but de ce barrage est de compenser le volume perdu du fait de l'envasement du barrage Oued Fodda qui est sur le même oued, implanté à 18 km à l'aval et satisfaire les besoins en eau des agglomérations et l'irrigation

Dans le cadre de ce travail de fin d'études, nous avons essayé de traiter et d'étudier les différents d'impacts du barrage Koudiet-Rosfa sur l'environnement.

Les impacts peuvent être, soit négatifs, soit positifs, certains sont facilement identifiables quand ils sont spatialement circonscrits, et mesurables quand ils ont une valeur matérielle.

C'est le cas des pertes liées à l'occupation des terres : terres cultivables, constructions, infrastructures, diverses, etc.

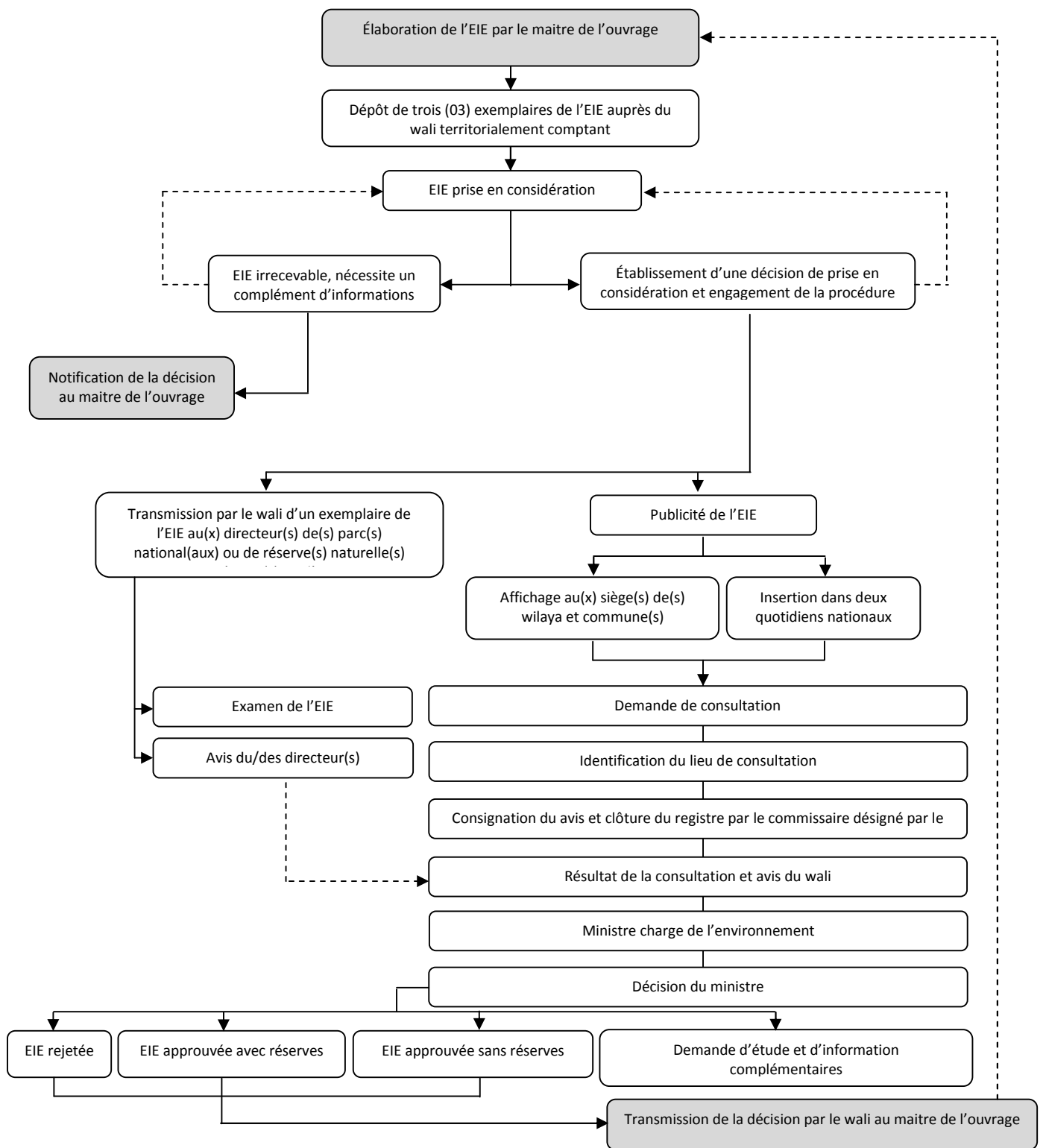
Dans l'ensemble, nous avons appris à travers cette étude, que les effets négatifs du barrage Koudiet-Rosfa sur l'environnement sont faibles par rapport aux effets positifs dans plusieurs secteurs. La création de ce barrage a carrément propulsé la zone de Beni-Chaib et mêmes les autres communes de la wilaya de Tissemsilt sur le plan économique et social. Il a contribué entre autres à la réduction du chômage et à la stabilité de la population.

Actuellement la distribution d'eau potable est assurée de manière régulière et quotidienne pour le chef-lieu de wilaya et des 14 communes ainsi que les 50 Douars qui sont alimentés à partir du barrage de Koudiet-Rosfa avec une plage horaire de 24/24.

Référence bibliographie

- ANAT ; Plan d'aménagement de la wilaya de Tissemsilt, – 1986/87.
- ANBT Barrage Koudiet-Rosfa.
- ANDP ; Bilan sur l'aquaculture en Algérie, – 1991.
- BENSEBTI Sana, Etude d'avant projet détaillée de la digue du barrage de Koudiet-Rosfa wilaya de Tissemsilt, école nationale supérieure de l'hydraulique ARBAOUI Abdellah – Mémoire de fin d'études diplôme d'Ingénieur d'Etat, Septembre 2012.
- Capolini. J, Pysynss, Rawana.R ; Etude des caractères physiographiques et précision des apports annuels des crues et des transports solides dans les bassins Rhiou, Sly, Fodda, Deurdeur, Zeddine, Ebda,.
- Capolini ; Bassins versants des oueds Rhiou et Fodda, Etude géomorphologique et morphométrique. I, 1968.
- Etude d'impact sur l'environnement du projet de barrage de de Koudiet Acerdoune – Boumerdes, Satellitbild, Golder Associates , 1984.
- Etude d'impact sur l'environnement du barrage de Lom Pangar, Rapport final rédigé par Michel lino et Araud Bonviller, Juin 2007.
- ENHYD A.P.D Barrage de Koudiet Rosfa, Décembre 1995.
- E.N.H.Y.H ; A.P.D. Koudiet-Rosfa, 1993.
- Fonds Africain de développement Algérie : Projet de barrage en béton compacte au rouleau de Kouiet Acerdoune, résumé analytique sur l'EIE, Juillet 1993.
- H.P.C ; Etude de faisabilité du projet de barrage de Koudiet Rosfa, 1989.
- Etude d'impact sur l'environnement du barrage Sidi-Mohamed Bentaiba – Ain Defla ; LEM & BNEDER , 1993
- Notre ouvrage est classé en zone II-a groupe d'usage 2 selon le règlement parasismique algérien RPA 99,2003.
- International Journal for Environment & Global Climat Change Vol 2, Issue 3, 2014.
- ONS ; Office National des Statistiques. 2008
- Parc national de Theiet El-Had 2016.
- Rapport final, étude d'impact sur l'environnement du barrage de Koudiet-Rosfa wilaya de Tissemsilt, Laboratoire d'études maritimes, Décembre 1995.
- RNHYD ; APS du Koudiet Rosfa, Wilaya de Tissemsilt, 1993/1994.

Annexe



Procédure d'étude d'impact sur l'environnement, Décret 90-78



La digue du Barrage Koudiet Rosfa



Reboisement



Avant exploitation du barrage



Actuellement