



**Nouveau partenariat pour le
développement de l'Afrique (NEPAD)
Programme détaillé pour le
développement de l'agriculture africaine
(PDDAA)**



**Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation et l'agriculture
Division du Centre d'investissement**

GOVERNEMENT DE LA RÉPUBLIQUE TUNISIENNE

APPUI À LA MISE EN ŒUVRE DU NEPAD–PDDAA

**TCP/TUN/2908 (I)
(NEPAD Ref. 05/32 F)**

Volume VI de VII

PROFIL DE PROJET D'INVESTISSEMENT BANCABLE

**Surveillance de la qualité des eaux de surface et gestion intégrée
des ressources en eau dans les bassins de la zone frontalière
tuniso–algérienne**

Mai 2005

TUNISIE: Appui à la mise en œuvre du NEPAD–PDDAA

Volume I: Programme national d'investissement à moyen terme (PNIMT)

Profils de projets d'investissement bancables (PPIB)

Volume II: Lutte contre la désertification dans les gouvernorats du Sud tunisien

Volume III: Aménagement intégré des terres agricoles dans les Sebkhass de la Tunisie

Volume IV: Aménagement anti-érosif de la zone de Toukaber–Hidous–Ksar Chikh dans le gouvernorat de Béja

Volume V: Extension du port de pêche de Zarzis

Volume VI: Surveillance de la qualité des eaux de surface et gestion intégrée des ressources en eau dans les bassins de la zone frontalière tuniso–algérienne

Volume VII: Aménagement de 500 km de pistes agricoles dans les Périmètres publics irrigués (PPI)

PROFIL DE PROJET D'INVESTISSEMENT BANCABLE DU PDDAA–NEPAD

Pays: Tunisie

Secteur d'activité: Gestion intégrée de la ressource eau

Titre du projet proposé: **Surveillance de la qualité des eaux de surface et gestion intégrée des ressources en eau dans les bassins de la zone frontalière tuniso–algérienne**

Zone du projet: **zone frontalière tuniso–algérienne**
(les cinq gouvernorats de Jendouba, Kef, Kasserine, Gafsa et Tozeur)

Durée du projet: 3 ans

Coût estimé: Coût en devises:..... 3,73 millions de dollars EU
Coût en monnaie locale:..... 5,58 millions de dollars EU
Total..... 9,31 millions de dollars EU

Financement envisagé:

<i>Source</i>	<i>Millions de DT¹</i>	<i>Millions de \$EU</i>	<i>% du total</i>
<i>Gouvernement</i>	2,24	1,86	20
<i>Institution(s) de financement</i>	8,94	7,45	80
<i>Bénéficiaires</i>	–	–	–
<i>Total</i>	11,18	9,31	100

¹ Equivalence monétaire:
Unité monétaire = dinar tunisien (DT)
1 \$EU = 1,2 DT
1 DT = 0,833 \$EU

TUNISIE

Profil de projet d'investissement bancable du PDDAA–NEPAD

« Surveillance de la qualité des eaux de surface et gestion intégrée des ressources en eau dans les bassins de la zone frontalière tuniso–algérienne »

Table des matières

Abréviations.....	iii
I. CONTEXTE DU PROJET.....	1
A. Origine du projet	1
B. Généralités.....	1
II. ZONE DU PROJET.....	4
III. JUSTIFICATION	4
IV. OBJECTIF DU PROJET	5
V. DESCRIPTION DU PROJET	5
B. Annonce des crues	9
C. Recharge artificielle des nappes aquifères.....	9
VI. COÛTS INDICATIFS	10
VII. SOURCES DE FINANCEMENT ENVISAGÉES	12
VIII. BÉNÉFICES ATTENDUS	12
IX. DISPOSITIFS INSTITUTIONNELS DE MISE EN ŒUVRE	13
X. BESOINS EN ASSISTANCE TECHNIQUE	14
XI. PROBLÈMES EN SUSPENS ET ACTIONS PROPOSÉES	14
XII. RISQUES POTENTIELS	14
Appendice 1: Carte de la Tunisie et région du projet.....	1
Appendice 2: Carte du réseau de surveillance proposé.....	3

Abréviations

DBO5	Demande biologique en oxygène sur 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
DT	Dinar tunisien
CRDA	Commissariat régional au développement agricole
DGGREE	Direction générale du génie rural et de l’exploitation des eaux
DGRE	Direction générale des ressources en eau
DGEDA	Direction générale des études et de développement agricole
DT	Dinar tunisien
EPA	Etablissement public à caractère administratif
EU	Etats–unis
MARH	Ministère de l’agriculture et des ressources hydrauliques
MD	Million de dinars
NEPAD	Nouveau partenariat pour le développement de l’Afrique
PASA	Programme d’ajustement structurel agricole
PDDAA	Programme détaillé pour le développement de l’agriculture africaine
PNIMT	Programme national d’investissement à moyen terme (dans le cadre du PDDAA)
PIB	Produit intérieur brut
PPI	Périmètres publics irrigués
PPIB	Profil de projet d’investissement bancable
SAAD	Station d’acquisition automatique des données

I. CONTEXTE DU PROJET

A. Origine du projet

I.1. Cette idée de projet a été formulée par la DGRE du MARH suite à l’atelier de validation du PNIMT où l’intérêt des projets de coopération entre pays africain a été évoqué. Les projets qui favorisent la coordination des efforts de développement et la mise en place des conditions propices pour un développement durable ne peuvent que soutenir la vision du NEPAD qui cherche à arrêter le marasme de l’économie africaine.

I.2. La DGRE préoccupée par la qualité des eaux de ruissellement et leur impact sur le développement propose de mettre en place un réseau de surveillance et de contrôle de la qualité des eaux qui pourrait assurer le suivi de la qualité des eaux de ruissellement et qui permet de prévoir les changements à temps. De même le projet assurera la recharge artificielle des nappes frontalières par les eaux excédentaires des retenues et des cours d’eau.

B. Généralités

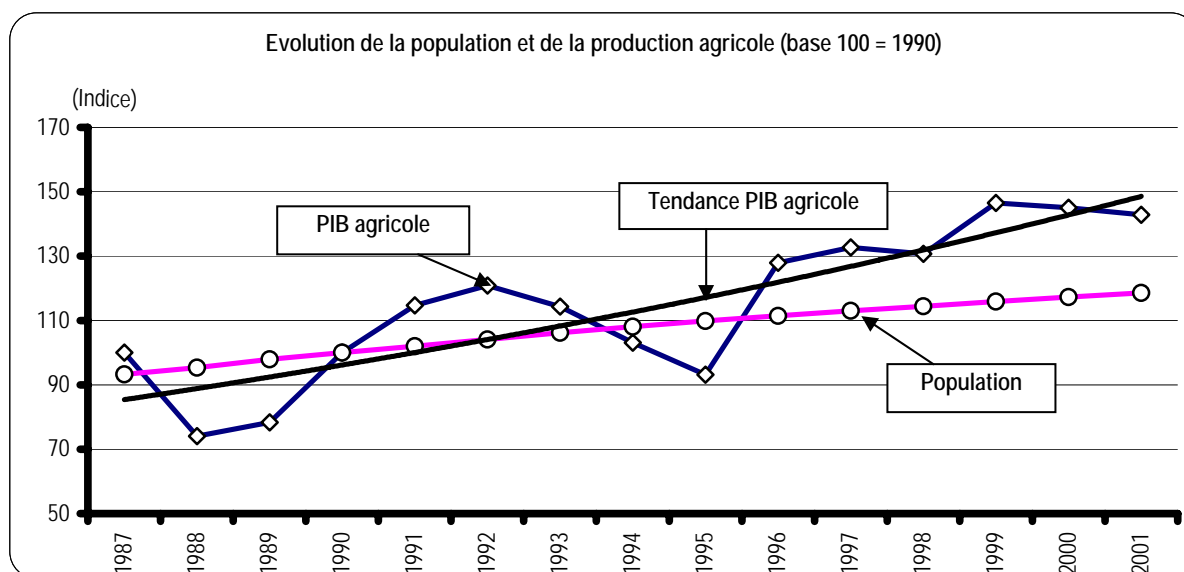
I.3. Le secteur de l’agriculture et de la pêche occupe une place de choix au niveau économique et social avec une participation à hauteur de 14,5% dans le produit intérieur brut, 10% dans les exportations et 14% dans les investissements, en plus de la garantie de l’emploi à 22% de la population active².

I.4. Durant les trois derniers plans de développement économique et social l’agriculture tunisienne a connu une évolution spectaculaire. La valeur ajoutée à prix constant s’est accrue à un taux exponentiel annuel moyen proche de 3,9% entre 1987 et 2001. En plus de cette croissance soutenue la production est plus diversifiée et plus valorisante des ressources naturelles et de la main d’œuvre impliquée.

I.5. Les aléas climatiques ont affecté cette croissance qui s’est presque effacée durant le VIII^e Plan avant de reprendre à un rythme plus soutenu durant la période du IX^e Plan. L’effet des années de sécheresses successives (1993, 1994 et 1995) qu’a connu la Tunisie est facilement perceptible sur le graphique de la page suivante. Le même graphique illustre la croissance démographique et sa courbe d’évolution dont la pente est nettement moins prononcée que celle de la courbe de tendance de la production. Le taux de croissance moyen de la population durant la même période atteint à peine 1,7% par an. Ce différentiel de croissance en faveur de la production par tête d’habitant est un indicateur d’une performance à méditer et d’une plus grande autonomie alimentaire.

I.6. Les variations cycliques de la production, très prononcées durant la période du VII^e et VIII^e Plans, semblent laisser la place à une croissance plus régulière durant le IX^e Plan et ce malgré les difficultés rencontrées par le secteur au cours des années 1997, 2000 et 2001. En effet, à l’exception de la céréaliculture qui reste tributaire des conditions climatiques, la majorité des activités agricoles est parvenue à réaliser des performances positives. Un secteur agricole moins tributaire des risques climatiques s’avère enfin un objectif envisageable à la lumière des résultats du IX^e Plan.

² Analyse des réalisations du IX^e plan, Dixième Plan de développement, Ministère de l’agriculture, p. 20.



I.7. Les superficies irrigables du pays couvrent 396 550 hectares³ en 2003 soit 8% des terres labourables et ont accusé une croissance annuelle moyenne continue de l'ordre de 3% depuis 1987. En d'autres termes les superficies équipées en périmètres irrigués ont connu depuis 1987 un accroissement moyen dépassant 8 000 ha par an. Depuis 1996 cette croissance fléchit mais demeure perceptible avec des superficies irrigables additionnelles de l'ordre de 3 000 ha annuellement. Cette tendance témoigne de l'effort conjoint des autorités publiques et des promoteurs privés dans la mobilisation des ressources hydriques et l'adaptation des techniques d'économie d'eau.

I.8. **Les ressources hydrauliques:** En moyenne, 35 milliards de m³ de pluie tombent annuellement en Tunisie. Par contre, les ressources hydrauliques potentielles sont estimées à 4,8 milliards de m³ dont 2,7 milliards de m³ en eau de surface potentiellement mobilisables par des ouvrages hydrauliques et 2,14 milliards de m³ d'eaux souterraines exploitable à partir des nappes phréatiques (740 millions de m³/an) et profondes (1 400 millions de m³/an).⁴

I.9. L'importance accordée à la mobilisation des eaux en Tunisie est facilement perceptible à travers le montant des investissements accordés à ce secteur qui représente 36% des investissements des trois derniers plans et à travers les taux de mobilisation des eaux réalisés.

I.10. Par ailleurs, le ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques estime que 87,5% soit 4 060 millions de m³/an des ressources hydriques immédiatement exploitables⁵ sont déjà développés depuis l'année 2001 qui correspond à la fin du IX^e Plan. Ce pourcentage des eaux mobilisées varie par sources, il atteint même 100% pour les aquifères peu profondes tout en signalant la surexploitation de certaines nappes.

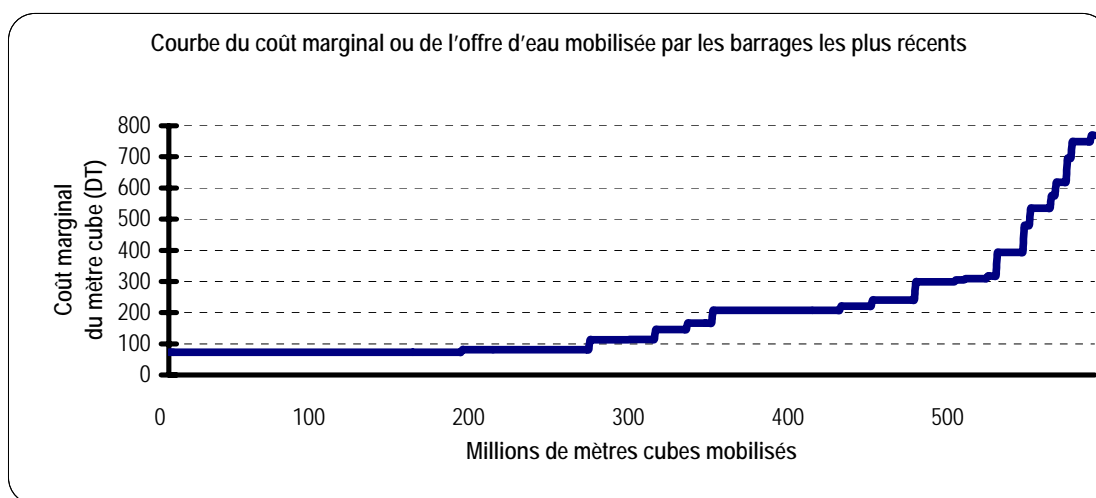
I.11. Cet effort de mobilisation des ressources en eau sera poursuivi comme le prévoit la stratégie nationale complémentaire qui sera exécutée au cours du X^e et XI^e Plan en vue d'atteindre un taux de mobilisation de 95% à l'horizon 2011.

³ Résultats de l'enquête sur les Périmètres irrigués en intensif 2003, DGEDA, Ministère de l'Agriculture, novembre 2003.

⁴ Situation des ressources hydriques en Tunisie, DGRE, février 2005.

⁵ Eau 21, Stratégie du secteur de l'eau en Tunisie à long terme 2030, Ministère de l'Agriculture, mars 1998 [4 669 x 88% x 85% = 3 492 millions m³].

I.12. La disponibilité des ressources d’eau renouvelable semble bien limitée et la faisabilité économique pour mobiliser les 12,5% des ressources hydrauliques restantes demeure l’objet de plusieurs débats. En effet la mobilisation par le recyclage des eaux usées traitées coûte⁶ environ 0,3 DT par m³ et l’exhaure des eaux des nappes coûte en moyenne 0,2 dinar par m³. Par ailleurs, les coûts marginaux d’approvisionnement à partir des barrages les moins rentables, achevés ou planifiés, montre l’augmentation rapide³ du prix du mètre cube d’eau qui pourrait atteindre plus de 750 Dinars. Cette valeur n’inclut pas le coût de transport et d’autres facteurs tel que l’envasement. Le graphique ci–après présente la courbe du coût marginal estimé en 1998 pour la mobilisation du m³ d’eaux de ruissellement par des barrages



Source: La demande économique de l'eau en agriculture et le recouvrement des coûts, Ministère de l'agriculture, DGRE, nov. 1998, p.5.

I.13. L’environnement politique et les stratégies adoptées ont permis de valoriser les ressources limitées du pays et ont motivé les différents agents économiques d’œuvrer pour la création d’une valeur ajoutée sans cesse croissante. Ces politiques axées surtout sur les réformes des structures agraires pendant les années 60, le développement de l’infrastructure nécessaire pour l’expansion et la modernisation de l’agriculture pendant les années 70 et la mobilisation des ressources hydrauliques depuis les années 80 et 90 reposaient sur l’appui de l’Etat. Par ailleurs, le programme d’ajustement structurel agricole (PASA) adopté depuis 1986 a mis l’accent sur le désengagement de l’état moyennant des politiques en faveur de la libéralisation des activités économiques, l’adoption de la vérité des prix et l’utilisation optimale des ressources naturelles.

I.14. Avec l’accroissement soutenu de la population totale et notamment communale le maintien du rythme actuel de croissance de l’économie et de l’amélioration des revenus, les besoins en eau potable et la demande des secteurs industriel et touristique connaîtront une croissance qui se fera au détriment du secteur agricole. Le plan directeur des eaux prévoit la mobilisation de la totalité des ressources hydriques à l’horizon 2010. En 2010 le secteur agricole doit se contenter de 2041 millions de m³/an soit 80% des ressources exploitables conventionnelles prévisionnelles. La demande du secteur agricole doit se rétrécir à 1953 millions de m³ en 2020 et à 1895 millions de m³ en 2030. Le Tableau 1 donne les prévisions du bilan Ressources–Emplois des eaux en 2010 comme le prévoit le ministère de l’agriculture et des ressources hydrauliques.

⁶ La demande économique de l’eau en agriculture et le recouvrement des coûts, Ministère de l’agriculture, DGRE, août 1998.

Tableau 1: Bilan des ressources hydriques à l’horizon 2010

	Ressources (Mm ³)			Demande projetée (Mm ³)				
	potentielles	mobilisables	mobilisées ou exploitées	potable	agriculture	industrie	tourisme	total
Eaux conventionnelles	4 840	4 640	4 410	372	2 041	136	30	2 579
Eaux non-conventionnelles	400	210	210	9	100	0	1	110
Total	5 240	4 850	4 620	381	2 141	136	31	2 689

Sources: Ressources actualisées DGRE, 2005, besoins: Eau 21; Stratégie du secteur de l’eau en Tunisie, 1998, Ministère de l’agriculture, p 36.

I.15. La gestion de l’offre par la mobilisation de l’essentiel des ressources à permis une évolution spectaculaire du secteur agricole dans l’espace de temps couvrant les trois derniers plans de développement économique et social.

I.16. Actuellement l’agriculture irriguée en plus de son rôle d’atténuer les effets climatiques sa contribution dans la valeur de la production agricole nationale est de l’ordre de 33% alors qu’elle n’utilise que 8% des superficies cultivées. Si on exclut l’élevage et la pêche les superficies irriguées assurent 44% de la valeur ajoutée générée par le secteur agricole.⁷

I.17. Au vu de cette situation de limitation de l’offre des ressources hydriques et devant l’importance du rôle joué par l’agriculture irriguée le développement agricole est tributaire de l’optimisation de cette ressource principalement à travers la gestion efficace de la demande et la préservation de la qualité des eaux.

II. ZONE DU PROJET

II.1. La zone frontalière tuniso–algérienne est le lieu de nombreux bassins versants et de cours d’eau allant dans les deux sens. Un certain nombre de nappes s’alimentent de ses cours d’eau et l’excédent des eaux de ruissellement est généralement retenu par les barrages des deux cotés de la frontière.

II.2. Le projet consiste à mettre en place un réseau de surveillance hydrographique le long de la frontière tuniso–algérienne pour analyser la qualité des eaux provenant de l’Algérie et alimentant les nappes et barrages tunisiens (voir carte de localisation des stations de contrôle en appendice 2). Le projet assurera aussi la recharge artificielle des nappes frontalières et permet ainsi de garantir la durabilité de l’exploitation de ses nappes. Les nappes aquifères situées sur la frontière tuniso–algérienne sont au nombre de 25; elles se répartissent entre 14 nappes phréatiques et 11 nappes profondes. Elles appartiennent aux gouvernorats de Jendouba, Kef, Kasserine, Gafsa et Tozeur.

III. JUSTIFICATION

III.1. De part et d’autres de la frontière tuniso–algérienne, le développement économique et social ainsi que l’essor de l’agriculture irriguée se sont traduits par une mobilisation de plus en plus poussée des ressources en eau de surface et souterraine. L’exploitation de ces eaux pour les besoins humains, agricoles et industriels génère une grande proportion de rejets avec une qualité totalement détériorée.

⁷ Etude du secteur de l’eau, Approches modèles de la prévision de la demande de l’eau, Ministère de l’agriculture, DGRE, août 1998, p. 11. La part de la superficie irrigable actualisée.

Ces eaux rejetées bien que réduites en quantité constitueront, par leur qualité une menace sur les parties aval des bassins;

III.2. De même, le développement économique aidant, une politique de mobilisation des ressources en eau est menée de part et d'autres de la frontière, elle se matérialise par une série de prises d'eau, de barrages et de puits et forages d'eau souterraine qui vont modifier les bilans et la qualité des apports en eau disponibles de part et d'autres de la frontière;

III.3. Ainsi, toute exploitation d'eau d'un côté de la frontière ne peut se faire sans une incidence notable sur l'autre coté de la frontière.

III.4. Le projet se justifie par la sauvegarde d'une source de revenu pour environ 8 000 exploitants qui irriguent à partir des nappes concernées par le projet. De même la qualité de l'eau des barrages affecte la santé de la population des principale agglomérations urbaines du pays.

IV. OBJECTIF DU PROJET

IV.1. Afin de se préserver contre les imprévus, il est indispensable de disposer d'un réseau de veille hydrologique et hydrogéologique et de dispositifs de gestion intégrée des eaux superficielles et souterraines sur toute la zone frontalière. Cette veille concernera l'évolution des hauteurs d'eau, des débits, des niveaux piézométriques ainsi que la qualité des eaux tant du point de vue salinité et turbidité que du point de vue traces éventuelles de pollution. L'objectif recherché est de détecter le plus rapidement possible toute évolution anormale dans la nature des écoulements pour en atténuer par des mesures adéquates les conséquences.

IV.2. Les dispositifs de gestion intégrée concerneront l'utilisation des eaux conventionnelles retenues par les barrages et les barrages collinaires, pour intensifier la recharge des nappes aquifères renfermées dans les bassins frontaliers. Cette recharge sera assurée par le traitement mécanique des bassins versants et des lits des cours d'eau par des aménagements de conservation des eaux et du sol permettant le ralentissement des écoulements naturels (ruissellement) et/ou artificiels (lâchers à partir des ouvrages hydrauliques) et leur infiltration et percolation vers les nappes.

V. DESCRIPTION DU PROJET

V.1. *Contexte hydrographique.* Plusieurs cours d'eau traversent la frontière tuniso–algérienne; ils drainent des bassins pouvant couvrir plusieurs milliers de km² et charrient des quantités d'eau assez importantes. Au gré des reliefs, ces cours d'eau s'écoulent dans un sens ou dans l'autre de la frontière.

V.2. Les plus grands systèmes hydrographiques, enjambant la frontière tuniso–algérienne, sont les suivants:

- l'oued Zarga affluent de l'oued Kébir de Tunisie (région de Tabarka);
- l'oued Mellila;
- l'oued Barbara;
- l'oued Eddir;
- l'oued Mejerda;
- l'oued Rarai, affluent de l'oued Mejerda;

- l'oued Mellègue;
- l'oued Ezzarga–Mélah affluent de l'oued Mellègue;
- l'oued Haidra formant la partie amont de l'oued Sarrath en Tunisie;
- l'oued Safsaf affluent amont (en Algérie) de l'oued Kébir;
- l'oued Kébir formant l'une des deux branches de l'oued Bayech;
- l'oued El Khanga prolongement en Tunisie de l'oued Horchane.

V.3. Il faut noter qu'à l'exception des oueds Barbara, Mellila et Eddir, tous les écoulements se font de l'ouest vers l'est soit de l'Algérie vers la Tunisie.

V.4. **Rappel sommaire des bilans hydrologiques.** Des estimations préalables présentées par la DGRE ont situé les apports d'eau des bassins concernés limités à la frontière comme suit:

Bassins	Apport interannuel	
Bassin d'extrême Nord–Ouest	177 Mm ³	Bassins en Tunisie
Bassin Mejerda et Mellègue	251 Mm ³	Bassins en Algérie
Safsaf, Kébir et El Khanga	26 Mm ³	Bassins en Algérie

V.5. Ces importants volumes d'eau qui représentent approximativement le cinquième des ressources en eau de surface du pays, constituent un potentiel intéressant pour l'exploitation à des fins humaines, agricoles et industrielles; leur préservation et la sauvegarde de leur qualité sont essentielles pour la pérennité des aménagements qui en sont liés.

V.6. **Contexte hydrogéologique.** Les nappes aquifères situées sur la frontière tuniso-algérienne sont au nombre de 25; elles se répartissent entre 14 nappes phréatiques et 11 nappes profondes. Elles appartiennent aux gouvernorats de Jendouba, Kef, Kasserine, Gafsa et Tozeur. La situation de ces nappes se présente comme suit:

N°	Gouvernorat	Nappe phréatique	Points d'eau	Ressource (Mm ³)	Exploitée (Mm ³)	Salinité (g/l)	Nombre de piézomètres proposés	Profondeur (m)
1	Jendouba	Ghardimaou	397	1,9	1,9	0,2–3,3	2	200
2	Le Kef	Ouled Boughanem	240	1,2	0,9	1–5	2	200
3		Hidra–Ain Defla*	300	2	2,5	2–2,5	2	200
4		Kalaa Khasba	508	1,6	2,4	1–4	2	200
5	Kasserine	Ain Jenen	31	1	0,1	0,5–1	2	200
6		Bouderiès	43	0,5	0,2	0,5–1	1	100
7		Oued Safsaf	20	1	0,1	1–1,5	2	200
8		Ouled Merzoug	10	1,1	0,1	0,5–1	2	200
9		Oum Laksab**	387	5,2	7,51	1–3	3	300
10	Tozeur	Ain El Karma	170	1,1	1,3	1,5–2,5	2	200
11		Tamerza	57	0,63	0,7	1,5–2	1	100
12		Oasis du Djerid	1 446	27	26	4–8	5	500
13		Chott El Gharsa***	605	6,23	3,48	4–6	3	300
14	Kébili	Nefzaoua occidentale	21	0,78	0,09	3–5	1	100
	Total		5 235	51,24	47,3		30	3 000

* Nappe commune aux gouvernorats de Kasserine et du Kef; ** de Kasserine et de Gafsa; *** de Gafsa et de Tozeur

Tableau 4: Nappes profondes dans la zone du projet

N°	Gouvernorat	Nappe phréatique	Forages	Ressource (Mm ³)	Exploitée (Mm ³)	Salinité (g/l)	Nombre de piézomètres proposés	Profondeur (m)
1	Jendouba	Ghardimaou	31	14,9	8,2	0,3–2,87	5	750
2	Le Kef	Synclinal Essfaya	2	0,6	0,3	0,69–4,1	1	150
3		Ouled Boughanem	4	1,9	0	1,5–4	2	300
4		Kalaa Khasba	32	3,68	3,01	0,6 à 4	3	450
5	Kasserine	Calc. turonien Haidra	8	3	1,3	0,5–3	2	300
6		El Oubira	9	1,7	0,2	1,5–3,6	1	150
7		Oum Ali – Thélépte	19	7,3	6	0,4–1,6	3	450
8		Skhirat–Feriana	7	1,3	0,8	0,5–1	1	150
9	Tozeur	Tamerza	10	4,4	3,9	0,7–2,8	3	450
10		PQ Chott El Gharsa	1	4,7	0,9	2,7–4,1	1	150
11		PQ Jerid						
	Total		123	43,48	24,61		22	3 300

V.7. **Un réseau pour la surveillance.** Afin de suivre l’évolution de ces ressources et évaluer son impact réel sur les bilans et la qualité des eaux en aval, il est nécessaire de mettre en place des réseaux de surveillance hydrologique, piézométrique et de qualité.

V.8. Ces réseaux consistent en:

- des stations à implanter sur des sites des cours d’eau choisis le plus proche possible de la frontière,
- des piézomètres équipés à implanter aux environs des aires préférentielles à l’infiltration des eaux de surface
- des sites de prélèvement (puits de surface, forages et sources) pour le suivi de la qualité des eaux souterraines.

V.9. Ces stations seront équipées de matériel permettant le suivi des hauteurs d’eau, la mesure des débits, le suivi de l’évolution piézométrique des nappes, le suivi de la qualité des eaux: éléments majeurs, salinité, turbidité, éléments traces, métaux lourds et pollution organique.

V.10. Ce réseau comportera donc:

- 12 stations pour le suivi des hauteurs et des débits d’écoulement;
- 6 stations recevront en plus un équipement pour le suivi de la qualité y compris les éléments traces (métaux lourds), et la pollution organique;
- 120 piézomètres équipés pour contrôler l’impact de l’infiltration des eaux de surface sur les niveaux aquifères phréatiques et profonds;
- 100 points d’eau pour le suivi de la qualité des eaux souterraines.

V.11. **Surveillance des eaux de surface.** Le Nord–Ouest constitue le château d’eau de la Tunisie, une pluviométrie abondante et de puissants cours d’eau génèrent les ruissellement les plus forts du pays; ces eaux de ruissellement sont mobilisés pour des usages très divers; plus au sud les cours d’eau retenus alimentent des nappes souterraines très sollicitées pour l’agriculture; la surveillance des

ces ressources est donc d’un intérêt majeur; il est donc proposé d’installer 12 stations hydrologiques sur les oueds frontaliers; elles sont réparties comme illustrée sur la carte ci–jointe et se distribuent régionalement comme suit:

Tableau 5: Les stations de surveillance proposées		
Région	Stations nouvelles	Stations
Extrême Nord–Ouest (Bassin Kébir Tabarka et Kébir Annaba)	4	Oued Zarga Oued Mellila Oued Barbara Oued Eddir
Nord–Ouest (Bassins de Mejerda–Mellègue)	5	Oued Mejerda à Ghardimaou (déjà équipée) Oued Rarai Oued Mellègue Oued Ezzerga–Mélah Oued Haidra
Sud–Ouest (Bassin Chott–El Gharsa)	3	Oued Safsaf Oued Kébir Oued El Khanga
Total	12	

V.12. Chacune de ces stations sera dotée des équipements techniques suivants:

- Une batterie d’échelle,
- Un limnigraphe digital,
- Un matériel de jaugeages complet: moulinet, perches, saumons etc.,
- Un treuil pour les jaugeages des crues,
- Un système de communication pour l’annonce des crues et la collecte à distance des données hydrologiques,
- La construction de bâtiments appropriés.

V.13. **Surveillance des eaux souterraines.** Les réseaux de surveillance piézométrique actuels de ces nappes seront renforcés par la création et l’équipement de Stations automatiques d’acquisition des données de cinq nouveaux piézomètres de 100 m de profondeur pour les nappes phréatiques et de 150 m pour les nappes profondes; ceux–ci contrôleront l’impact des écoulements de surface sur la recharge des systèmes aquifères.

V.14. **Surveillance de la qualité des eaux.** Considérant les régimes d’écoulement et des conditions d’accès aux sites, il est proposé de retenir les six stations suivantes (Zarga, Rarai, Mejerda Ghardimaou, Ezzerga–Maleh, Mellègue et Haidra) pour le suivi de la qualité des eaux de surface;

V.15. Le système inclura un renforcement du suivi de la qualité des eaux des barrages dont une partie des eaux est d’une provenance extra frontalière. Pour le suivi de la qualité des eaux souterraines, il est recommandé d’analyser une cinquantaine d’échantillons d’eau par compagnie et pour l’ensemble des nappes concernées, prélevés à partir de forages existants et exploités.

V.16. Dans ce contexte, il est important de surveiller l’évolution des éléments suivants:

- les ions majeurs;
- la salinité, le pH et la turbidité des eaux;
- les ions NO_3^- , NH_4^+ , P;
- les éléments traces, métaux lourds;
- DBO5, DCO, et autres indicateurs de pollution.

V.17. Les stations hydrologiques seront dotées d’équipements permettant les prélèvements automatiques et l’analyse in situ des échantillons prélevés; ce qui nécessite de ce fait, la disponibilité sur place d’énergie électrique;

V.18. Ce matériel assez sophistiqué, exige des interventions d’agents spécialisés pour son fonctionnement ainsi que la fourniture périodique de produits; il est donc nécessaire d’établir des contrats de maintenance avec des sociétés de service.

V.19. **Annnonce des crues.** Pour faciliter la collecte à distance des données, il est proposé d’équiper ces stations par des modules GSM; ce système permet aussi la collecte en temps réels des relevés des crues, il est donc très utile pour l’annonce de leur évolution; toutefois, pour garantir une continuité sans faille du système, particulièrement lors des évènements exceptionnels, il est important de doubler ce système par un réseau radio et/ou satellite, les stations devraient être ainsi reliées entre elles et avec les organismes gestionnaires.

V.20. **Recharge artificielle des nappes aquifères.** Les barrages et barrages collinaires des gouvernorats de Kasserine et de Gafsa peuvent être exploités pour la recharge des nappes situées en aval. Les nappes concernées sont celles de Foussana à partir des barrages collinaires Khanguet Es Slougui et Aïn el Beidha, de l’underflow de l’oued Haidra à partir des barrages collinaires El Marja et Bouarfa, de la nappe d’El Baouajer à partir du barrage collinaire Zgag et la nappe de Gafsa Nord à partir des barrages de Sidi Aïch et El Kébir. Cette recharge peut se faire par lâchers d’eau dans les lits des cours d’eau moyennant la construction de seuils d’infiltration et/ou la création de puits filtrants. Les caractéristiques des barrages et barrages collinaires proposés sont données dans le tableau suivant:

N°	Gouvernorat	Barrage/barrage collinaire	Apport Mm ³ /an	Capacité Mm ³
1	Kasserine	Khanguet Es Slougui	4,3	5
2		Aïn el Beidha	3,29	4,42
3		El Marja	1,5	1,8
4		Bouarfa	1,2	0,63
5		Zgag	2,8	1,7
6	Gafsa	Sidi Aïch	24,72	30
7		El Kébir	23,6*	25
	Total		61,41	68,55

* dont 19,0 Mm³/an proviennent de l’Algérie

VI. COÛTS INDICATIFS

VI.1. La mise en place de ces réseaux et dispositifs de recharge de nappes, nécessitent le financement de l’acquisition des équipements techniques et logistiques, l’installation de ces équipements, la création de piézomètres de surveillance, la construction d’ouvrages de recharge, les analyses chimiques et bactériologiques, la construction des bâtiments, la formation du personnel et d’expertise.

VI.2. Le tableau suivant énumère les rubriques de dépenses d’investissement tout en indiquant le nombre, les prix unitaires et le montant global des investissements qui est de l’ordre de 10,72 MD. Les sites de recharges et les équipements de surveillance représentent plus de 63% de l’investissement global.

Article	Désignation	Nombre	PU (DT)	PT (DT)
Equipements techniques				
• Stations hydrométriques	Ensemble constitué de batterie d’échelles, limnigraphe, sondes moulinets, perches, treuils téléphériques; Zerga, Barbara, Mellila, Eddir, Rarai, Ezzerga–Mélah, Mellègue, Haidra, Safsaf, Kébir, Horchane,	11	60 000	660 000
	Limnigraphe digital avec capteurs	1	10 000	10 000
• Surveillance de la qualité physico-chimique, éléments traces et la pollution	Station complète de suivi des éléments traces et de la pollution sur les stations (Zerga, Rarai, Ezzerga–Mélah, Mellègue, Haidra) y compris branchement réseaux électrique et téléphonique	5	150	750 000
• Surveillance des niveaux piézométriques	Création de cinq piézomètres par nappe aquifère, équipés de SAAD	115		2 800 000
• Suivi de la qualité des eaux souterraines	Analyses chimiques et bactériologiques deux fois par an sur 100 points d’eau exploités	200	200	40 000
• Matériel hydrogéologique	2 Sondes électriques (100 m ou 200 m), 2 conductivimètres de poche et 2 conductivimètres portatifs par organisme: 5 CRDA et DGRE	6 kits	12 000	72 000
• Transmission des données	Ensemble Modem carte GSM antennes et logiciels pour 12 stations, 5 CRDA et la DGRE	18	5 000	90 000
• Annonce de crue	Système radio reliant 12 stations, 5 CRDA et la GRE	forfait	100 000	100 000
• Matériel informatique	micro-ord+imprimante laser+ imprimante couleur+scanner A3	12	10 000	120 000
Travaux				
• Sites de recharge artificielle de nappes	Aménagement de sites de recharge des nappes de Foussana (2), Haidra (2), Kalaa Khasba (1), El Baouajer (1), Gafsa Nord (2)	8	500 000	4 000 000
• Stations hydrologiques	Construction des bâtiments implantation des échelles et sondes;	12	30 000	360 000
Moyens de transport				
	Véhicule tout terrain	13	40 000	520 000
	Véhicule de liaison	5	20 000	100 000
Formation				
en hydrométrie, SAAD, qualité, et transmission	Deux techniciens par organisme concerné pour une semaine par type de formation soit $[(2 \times 5 + 4) \times 4] / 4 = 14$ personnes–mois	14	5 000	70 000
Expertise, contrats				
• Mise en place équipements; traitement et interprétation des données	Deux experts 4 missions d’une semaine (2h.m)	2	15 000	30 000
• Contrat de maintenance	Six stations pour le suivi de la qualité des eaux	6	5 000	30 000
Total				9 742 000
Divers et imprévus	Environ 10% du coût total			974 200
Total Investissement				10 716 200

VI.3. Par ailleurs les frais annuels de fonctionnement ont été évalués à 156 200 DT répartis entre les salaires et les frais d’entretien et de maintenance comme l’indique le tableau suivant. Le montant global à retenir pour la période d’investissement de trois ans est donc de 468 600 DT.

Article	Désignation	Nb.	PU (DT)	PT (DT)
Maintenance des stations hydro	Travaux d’entretien et de maintenance sur les stations, aménagement des sections	12	5 000	60 000
Personnel sur place	Deux observateurs affectés à plein temps à chaque station (salaire annuel)	12	3 000	36 000
Entretien des ouvrages de recharges	Travaux d’entretien et de maintenance des ouvrages de recharge	5	2 000	10 000
Ingénieurs	Responsables de la gestion du projet	2	10 000	20 000
Techniciens	Un technicien pour la recharge et un pour le control de la qualité des eaux	2	8 000	16 000
Sous-total				142 000
Divers et imprévus	Environ 10%			14 200
Total				156 200

VI.4. En résumé le coût global du projet s’élève à environ 11,18 MD hors taxe, dont la répartition par source de financement est donnée dans la section suivante. La période d’investissement qui est nécessaire pour la mise en place, le test et la vérification des équipements et des méthodes de gestion de l’ensemble du système est de trois ans.

VI.5. Il est à noter qu’en plus des équipements techniques spécifiques, ce projet nécessitera l’acquisition d’équipement d’appui tel que le matériel informatique ainsi que les moyens de déplacement. En effet, compte tenu du flux d’information à traiter, les organismes chargés de la gestion de ce système doivent bénéficier d’un renforcement des moyens de traitement des données collectées par ce système, ces moyens permettraient d’héberger les logiciels d’acquisition des données ainsi que le traitement des données il est donc proposé d’équiper chaque organisme (5 CRDA + la DGRE) par le matériel suivant:

- 2 micro–ordinateurs Pentium 4 disque dur > 100 Go, lecteur 1,44 Mo, CD–ROM graveur CD, modem–fax intégré, sortie USB, parallèle et série;
- imprimante laser noir et blanc;
- imprimante couleur;
- Scanner couleur A3.

VI.6. De même, pour la mise en place des équipements et le suivi du fonctionnement de ces stations, les organismes gestionnaires doivent bénéficier d’un renforcement de leur capacité d’intervention sur le terrain, il est donc proposé de fournir les moyens suivants:

Organisme	Véhicule de liaison	Véhicule de terrain
DGRE	3	3
CRDA–Jendouba	1	2
CRDA–Kef		2
CRDA–Kasserine	1	2
CRDA–Gafsa		2
CRDA–Tozeur		2
Total	5	13

VI.7. Finalement, le système comportera des équipements nouveaux dont la manipulation nécessitera impérativement une initiation préalable; des stages de formation doivent être organisés dans les spécialités suivantes:

- Equipement hydrométriques: Centrale d'acquisition, treuil téléphériques, moulinets;
- Equipement de qualité: Sonde pour la qualité physico-chimique, et matériel pour la détection des éléments traces et la pollution; Manipulation des logiciels appropriés;
- Equipement hydrogéologique: Station d'acquisition automatique des données (SAAD), sonde électrique et conductivimètre, etc., Manipulation des logiciels appropriés,
- Manipulation des logiciels de transmission des données.

VI.8. On retiendra une formation de deux techniciens par organisme régional concerné (cinq CRDA) et quatre techniciens de la DGRE, d'une durée d'une semaine par chacune des quatre spécialités, ceci correspond à une période globale de 56 semaines correspondant à une période de 14 personnes-mois.

VII. SOURCES DE FINANCEMENT ENVISAGÉES

VII.1. Le projet sera financé essentiellement par le gouvernement avec le recours à des bailleurs de fond. A ce stade il est encore difficile de faire participer les bénéficiaires. Ces derniers sont les agriculteurs qui irriguent avec les eaux des barrages ou les nappes alimentées par les eaux provenant des bassins versants localisés en Algérie ou en Tunisie. De même les eaux des barrages ou des nappes profondes sont en partie utilisées pour l'eau potable dont la contribution directe des usagers au financement du projet n'est pas probable.

VII.2. Une contribution indirecte pourrait être envisagé pour les usagers des périmètres publics irrigués à partir des eaux provenant des sondages publiques ou des barrages à travers l'accroissement de la tarification. Toutefois, pour les agriculteurs utilisant les eaux des puits privés il est difficile d'envisager un mécanisme permettant leurs contributions à la recharge de la nappe.

VII.3. Ainsi, l'investissement global estimé à 11,18 MD hors taxe sera réparti entre le gouvernement et les bailleurs dans les proportions de 20% et 80% respectivement.

VIII. BÉNÉFICES ATTENDUS

VIII.1. Les eaux de surface potentiellement mobilisables représentent 56% des ressources hydrauliques du pays. Le projet concerne le contrôle et la surveillance de la qualité de 20% de ses ressources.

VIII.2. Par ailleurs, l'agriculture irriguée en plus de son rôle d'atténuer les effets climatiques sa contribution dans la valeur de la production agricole nationale est de l'ordre de 33% alors qu'elle n'utilise que 8% des superficies cultivées. Si on exclut l'élevage et la pêche les superficies irriguées assurent 44% de la valeur ajoutée générée par le secteur agricole.

VIII.3. Par conséquent, les productions affectées par ce projet représentent alors environ 11% de la valeur ajoutée du secteur irrigué et 5% du PIB agricole. Assurer un suivi permanent de la qualité des

eaux sur la frontière tuniso–algérienne et accroître les possibilités de recharge de la nappe permettra de garantir un approvisionnement en eau de qualité pour protéger une part important de la production agricole du pays.

VIII.4. Par ailleurs, sachant que les puits de surface et les sondages concernés par la recharge sont respectivement 5 235 puits et 123 sondages (voir Tableaux 3 et 4). Ces points d'eaux irriguent environ 15 500 ha pour le compte d'environ 8 000 exploitants. La population qui bénéficiera de ce projet est de l'ordre de 40 000 personnes sachant qu'un ménage est constitué de 5 personnes en moyenne.

VIII.5. La recharge de la nappe permettra de réduire substantiellement les fluctuations des débits d'une année à l'autre. En effet, la grande variabilité de la pluviométrie qui caractérise la zone du projet se traduit toujours par des baisses de débit les années de sécheresse (2 années sur 5). La recharge artificielle réduira les frais de pompage et le taux des résidus sec qui ont un impact important sur les rendements des cultures.

IX. DISPOSITIFS INSTITUTIONNELS DE MISE EN ŒUVRE

IX.1. Les intervenants dans ce projet seront des institutions responsables de la surveillance des ressources en eau qui sont:

IX.2. *Au niveau national:* la DGRE, qui a parmi ses attributions:

- la mise en place et la gestion des réseaux de mesure et d'observation concernant les différentes composantes des ressources en eau du pays;
- la mise au point des principes et des méthodes propres à la gestion et à l'exploitation des ressources hydrauliques en fonction de l'offre et de la demande;
- le suivi et le contrôle de toutes les activités de sondages hydraulique;
- le développement des systèmes d'alerte et d'annonce de crues;
- la programmation des travaux de recharge artificielle des nappes souterraines.

IX.3. *Au niveau régional:* 5 CRDA: Jendouba, Kef, Kasserine, Gafsa et Tozeur.

IX.4. Le CRDA est un établissement public à caractère administratif (EPA), doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, placé sous la tutelle du Ministère de l'agriculture. Chaque gouvernorat a son propre CRDA, chargé de la mise en oeuvre de la politique agricole arrêtée par le gouvernement. Parmi ses nombreuses attributions, le CRDA a pour mission notamment:

- de gérer l'infrastructure hydro–agricole dans les périmètres publics irrigués, assurer sa maintenance et organiser la distribution de l'eau d'irrigation;
- de réaliser les actions d'équipements hydrauliques, des programmes et projets de mise en valeur hydro–agricole et agricole;
- d'assurer la gestion du Domaine public hydraulique;
- d'assurer la conservation des eaux et des sols ainsi que l'aménagement des bassins versants.

IX.5. Les responsables de la DGRE proposent la création d’une unité de gestion par objectif au sein de la direction pour assurer l’exécution du projet en coordination avec les CRDA concernés.

X. BESOINS EN ASSISTANCE TECHNIQUE

X.1. Comme indiqué dans le Tableau 7, les besoins en assistance technique pour l’exécution du projet se limitent à deux personnes–mois d’expert spécialisés. Un pour la première mise en place équipements et un dans le traitement et l’interprétation des données. Par ailleurs, la maintenance des équipements sera assurée moyennant un contrat de maintenance avec le fournisseur de ses équipements. Autrement, la maintenance nécessitera la mobilisation d’un experte de courte durée qui pourrait assurer la maintenance selon un programme définie en commun accord avec le fournisseur.

XI. PROBLÈMES EN SUSPENS ET ACTIONS PROPOSÉES

XI.1. Le projet ne présente pas de problèmes techniques majeurs et constitue simplement une amélioration du système actuel de suivi et de surveillance géré par la DGRE. Toutefois, les responsables de cette direction générale insistent sur la nécessité de créer une unité de gestion par objectif qui sera responsable de ce projet. Le personnel de cette direction doit être étoffé par deux ingénieurs, un financier et deux techniciens qui constitueront le personnel de l’unité de gestion et qui auront pour attribution la mise en place de ce projet en coopération avec les CRDA dont les techniciens bénéficieront d’une formation en la matière.

XII. RISQUES POTENTIELS

XII.1. L’adhésion de la population des exploitants qui irriguent à partir des points d’eau dont les nappes vont bénéficier de la recharge artificielle est très importante. Le risque qui peut entraver l’amélioration des débits serait la création de nouveaux puits. Un effort de sensibilisation des agriculteurs et la création d’une forma d’association d’usager par nappe est nécessaire pour interdire toute forme de surexploitation et pour assurer la durabilité des bénéfices générés par le projet et qui consistent en effet à limiter la pression sur les nappes concernées.

Appendice 1: Carte de la Tunisie et région du projet



Appendice 2: Carte du réseau de surveillance proposé

