PN-AAN-235/62
ISN: 29914

RAPPORT NUMERO 2

Potable water Cen

EAU POTABLE POUR LES POPULATIONS DISPERSEES DE TUNISIE CENTRALE

UNIVERSITY OF WISCONSIN MADISON

REGIONAL PLANNING AND AREA DEVELOPMENT PROJECT
INTERNATIONAL STUDIES AND PROGRAMS

RAPPORT NUMÉRO 2

Avril, 1980

EAU POTABLE POUR LES POPULATIONS DISPERSÉES DE TUNISIE CENTRALE

Bonneau H. Dickson
Martin Mifflin
Mary Ellen Vollbrecht

Préparé pour l'Office de Développement
de la Tunisie Centrale sous Contrat
de l'Agence Américaine pour le
Développement International
Numéro AID/DSAN-C-0060

Regional Planning and Area Development Project
905 University Avenue
Madison, Wisconsin 53706
Telephone: 608/263-5242
Cable: OVERWIS

TABLE DES MATIÈRES

I. INTRODUCTION 1

II. SOMMAIRE DES PRINCIPALES CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS 6

A. PRINCIPALES CONCLUSIONS 6

B. PROGRAMME RECOMMANDÉ 8

C. PLAN D'EXÉCUTION DÉTAILLÉ 8

III. RESSOURCES DE LA RÉGION EN EAU 10

A. DISPONIBILITÉ ET UTILISATION 10

B. EAUX SOUTERRAINES EXISTANTES 12

C. CONDITIONS HYDROGÉOLOGIQUES POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'EAU POTABLE EN ZONE RURALE 13

IV. TECHNIQUES DE CAPTAGE DISPONIBLES 16

A. MÉTHODES DE CAPTAGE 17

B. ÉQUIPEMENT POUR LES PUITS 25

C. AUTRES TECHNIQUES ÉTUDIÉES MOINS EN DÉTAIL 27

D. FONCTIONNEMENT ET ENTRETIEN 32

E. COÛTS 33

V. ANALYSE INSTITUTIONNELLE 34

A. AGENCES DES RESSOURCES EN EAU 35

B. LE PROCESSUS DE DÉCISION 40

C. CADRE INSTITUTIONNEL POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'EAU POTABLE 42

VI. EXAMEN DES CRITÈRES PROPOSÉS OU EXISTANTS 44

A. CRITÈRES EXISTANTS POUR ÉVALUER LES PROJETS 45

B. POPULATION DESSERVIE 45

C. DISTANCE D'ACCÈS AU POINT D'EAU LE PLUS PROCHE 47

D. SOURCE EXPLOITABLE 47

E. QUALITÉ 48

F. DÉBIT PRÉVU POUR LA SOURCE 50

G. CONSIDÉRATIONS SOCIO-POLITIQUES 50

H. PRIX DE REVIENT OU COÛT/BÉNÉFICIAIRE 50

I. AUTRES CRITÈRES CONCEPTUELS 54

J. RÉSUMÉ DES CRITÈRES EXISTANTS 55

VII. CRITÈRES ET PROCÉDURE RECOMMANDÉS 56

A. POPULATION DESSERVIE 57

B. DISTANCE D'ACCÈS MAXIMUM 57

C. SOURCE DÉVELOPPABLE 58

D. QUALITÉ DE L'EAU 58

E. ESTIMATION DU DÉBIT D'UNE SOURCE 59

F. CRITÈRES SOCIAUX ET/OU POLITIQUES 60

G. COÛT GÉNÉRAL ET COÛT PAR BÉNÉFICIAIRE 60

H. AUTRES CRITÈRES POUR LA SÉLECTION DE PROJETS 66

I. ALIMENTATION EN EAU DANS LES RÉGIONS PROBLÉMATIQUES 72

J. CARTES DES POINTS D'EAU ET DE LA QUALITÉ DE L'EAU 72

K. PROCESSUS D'ÉVALUATION DES PROJETS 74

L. ÉTABLISSEMENT DES OBJECTIFS ET CONTRÔLE DU PROGRAMME 75

VIII. CONCLUSIONS ET LE PROGRAMME RECOMMANDÉ 80

A. CONCLUSIONS 80

B. LE PROGRAMME RECOMMANDÉ 85

C. AUTRES RECOMMANDATIONS 87

IX. APPENDICES 89

A. AVANT PROJET PRÉLIMINAIRE 90

B. RÉFÉRENCES 93

C. RAPPORT DE VOYAGE 96

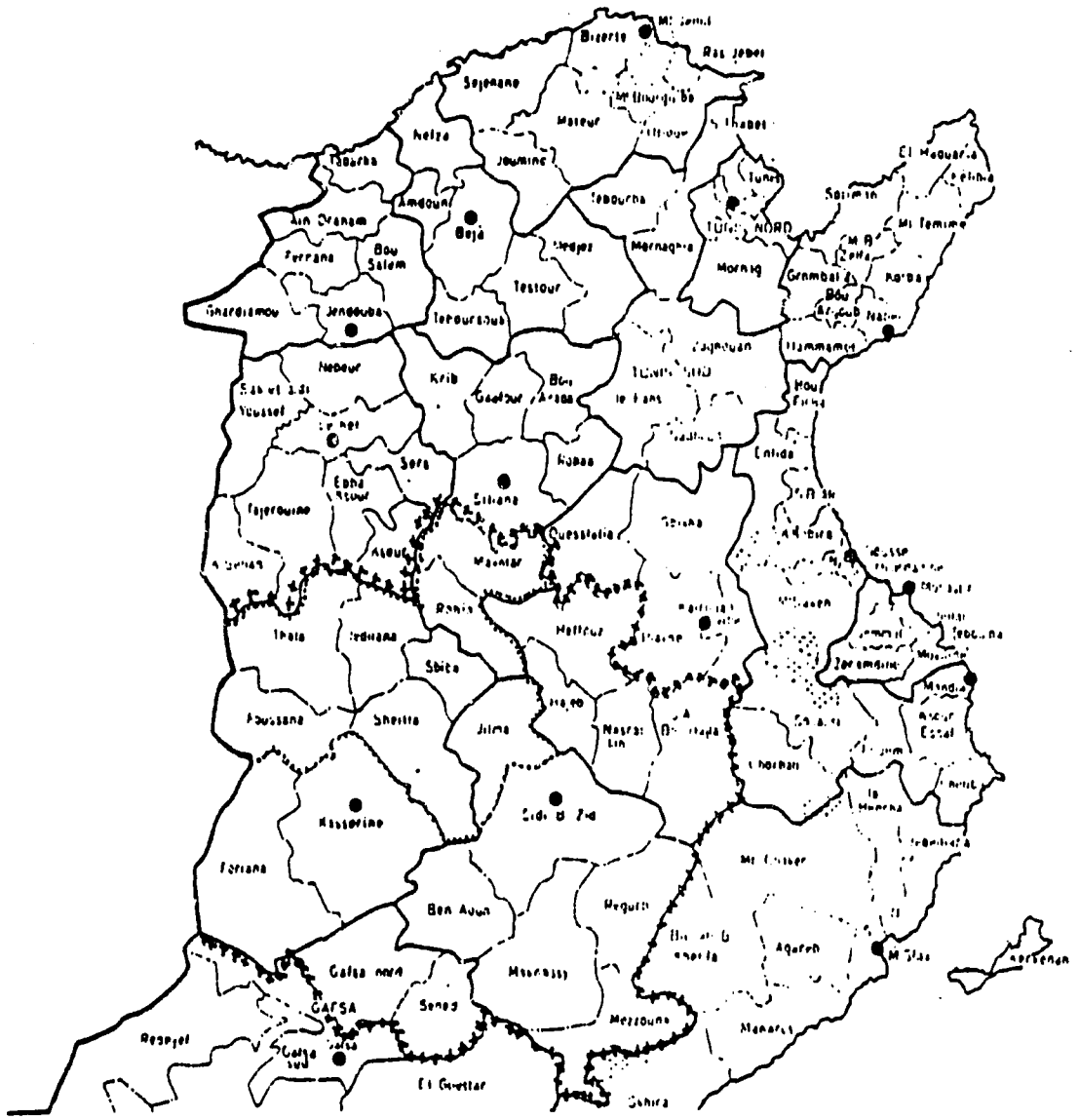
D. SOMMAIRE DES COÛTS TYPIQUES D'INSTALLATIONS HYDRAULIQUES POUR FACILITER LA PLANIFICATION 99

E. IMPLICATIONS SOCIOLOGIQUES 100

I. INTRODUCTION

Du 17 février au 13 mars 1980, le Projet de Planification Régionale et de Développement de l'Université du Wisconsin a chargé une équipe de développer des critères et des recommandations pour le développement de réserves rurales d'eau potable dans la région clef de Tunisie centrale (Figure 1). L'équipe a opéré en collaboration avec l'Office de Développement de la Tunisie Centrale (ODTC). L'objectif essentiel de l'équipe était d'aider l'ODTC à établir des critères et des méthodes pour sélectionner des projets d'alimentation en eau potable en zone rurale. A cause d'intérêts parallèles, l'équipe doit aussi fournir à USAID des informations supplémentaires destinées à faciliter le financement de projets ruraux d'alimentation en eau potable dans les neuf délégations clef de Tunisie centrale.

L'équipe était composée des personnes suivantes: Bonneau H. Dickson (P.E. Harris & Associates, Lafayette, California), ingénieur spécialiste des questions sanitaires et des systèmes d'alimentation en eau; Martin Mifflin (Ph.D., Desert Research Institute, Las Vegas, Nevada), hydro-



TUNISIE
Région d'Etude

—— gouvernorat
—— délégation
• chef-lieu du gouvernorat
····· zone clef
♦♦♦♦ région opérationelle

0 50 km

Délégations dans la Région Clef: Makthar, Kesra, Rohia, Thala, Djilma, Djedlianne, Sbiba, Foussana, Sbeitla

Autres Délégations dans la Zone de l'ODTC: Maknassey, Sidi Bouzid, Ben Aoun, Mezzouna, Ouled, Haffouz, Regueb, Feriana, Kasserine, Nasrallah, Bouhjla, El Alam, Hadjeb El Aoun, Sened, Gafsa Nord

FIGURE I-1

géologue, spécialiste de la gestion et planification des eaux souterraines; et Mary Ellen Vollbrecht (Projet de Planification Régionale et de Développement, UW-Madison), coordonnatrice de l'équipe, connaissant bien la région et le personnel de l'agence tunisienne de par ses précédents travaux avec l'ODTC. L'appendice A correspond à la déclaration d'intention utilisée pour élaborer et réaliser les travaux de l'équipe.

Le développement d'un système efficace d'alimentation en eau potable dans les zones rurales de Tunisie centrale est un projet qui n'a cessé de préoccuper le gouvernement tunisien et les agences internationales de financement. CARE-Medico et USAID ont participé activement à des programmes destinés à améliorer le fonctionnement et l'hygiène de l'équipement. Les agences tunisiennes de la Direction du Génie Rural (GR) et de la Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE), en collaboration avec la Direction des Ressource en Eau et en Sol (DRES) et la Régie des Sondages Hydrauliques ont développé des installations d'eau potable depuis plusieurs années dans la région. L'importance et la complexité du problème ainsi que les crédits limités ayant été consacrés au problème jusqu'à présent ont eu pour conséquence un manque d'accès à l'eau potable pour une grande partie des Tunisiens du centre. De plus, de nombreuses régions n'ont même pas assez d'eau de qualité suffisante pour usage domestique.

L'équipe a reconnu quatre problèmes qui sont à la base de la résolution de la question de l'alimentation en eau potable:

(1) Les populations rurales dispersées doivent disposer de grandes zones foncières pour subsister. Elles préfèrent transporter l'eau jusqu'à leurs habitations plutôt que de s'installer près d'un point d'eau.

(2) Les populations rurales conservent les coûtumes de leurs ancêtres nomades en utilisant de l'eau peu hygiénique (en fait toute eau disponible suffisamment non-salée pour être bue).

(3) L'importance des problèmes d'alimentation en eau en région rurale est tel que les crédits disponibles seront toujours en deçà des besoins.

(4) Les ressources en eaux souterraines varient de façon significative en disponibilité et en qualité, rendant recherche et captage difficile et coûteux.

La tâche d'alimentation en eau potable des populations dispersées est complexe et difficile. Il faudra donc faire preuve de compétence, de coopération et de persévérance. Si l'on peut se baser sur les indications de bonne volonté et d'intérêt manifestées par les personnes et les agences contactées, un réel progrès est possible.

Nous voudrions exprimer nos sincères remerciements aux personnes suivantes avec qui nous avons travaillé pendant notre mission en Tunisie:

Office de Développement de la Tunisie Centrale (ODTC)

M. Bougatef, Président-Directeur Général, ODTC
M. Derbali, Chef de Division, ODTC
M. Bedhiafi, Cellule de Planification et d'Evaluation
M. Minasski, Directeur Régional ODTC-Sbeitla
M. Zaghdane, Directeur Régional ODTC-Sidi Bouzid
M. Salah, Directeur Régional ODTC-Siliana

Commissariat Régional de Développement Agricole

M. Fekih, Kasserine
M. N'Siri, Sidi Bouzid

Direction des Ressources en Eau et en Sol (DRES)

M. Kouhadja, Directeur
M. Zebidi, Chef, Division des Eaux
M. Aleya, Cellule de Siliana
M. Farliat, Chef d'Arrondissement-Gafsa
M. Gassara, Chef d'Arrondissement-Sidi Bouzid
M. Hamza, Chef d'Arrondissement-Kairouan
M. Rahoui, Chef d'Arrondissement-Kasserine

Direction du Génie Rural (GR)

M. Jaoua, Chef de la Sous-Direction de Développement Rural
M. Baccar, Chef du Service des Eaux Potables Rurales
M. Chouchane, Chef d'Arrondissement-Gafsa
M. Hammami, Chef d'Arrondissement-Kairouan
M. Hammoudi, Subdivision de Rouhia
M. Labidi, Chef d'Arrondissement-Kasserine
M. Messaoudi, Chef d'Arrondissement-Sidi Bouzid
M. Saadi, Chef d'Arrondissement-Siliana

Régie des Sondages Hydrauliques

M. Bacha, Directeur
M. Chourah, Chef d'Arrondissement-Kasserine

Société Nationale d'Exploitation et Distribution des Eaux (SONEDE)

M. Khouadja, Ingénieur d'Etudes
M. Ben Houiolo, Chef du Centre-Siliana
M. Mani, Chef du Centre-Kairouan
M. Touir, Chef du Centre-Gafsa

Cooperative of Americans for Relief Everywhere (CARE-Medico)

M. Tim Aston, Directeur
M. Charlie Zembro, Water Supply Project
M. Karl Manzer, Water Supply Project

United States Agency for International Development (USAID)

M. Patrick Demongeot, General Development Officer
M. Chedli Zarg El Ayoun, General Development
Mlle. Dorothy Young, General Development
M. Ed Auchter, Program Officer
M. Don Clark, Program Office
M. George Talbott, U.S. Bureau of Water and Power Resources, Consultant
M. Ed Sammel, U.S. Geological Survey, Consultant

Les observations, jugements et opinions présentés dans ce rapport sont ceux des auteurs qui en acceptent la responsabilité. Ce rapport a été rédigé dans le but de fournir une vue d'ensemble et de suggérer des approches efficaces pour traiter du problème d'alimentation en eau potable en zone rurale. Nous sommes conscients du fait que des modifications devront peut-être se faire jour avant que le développement d'un système de distribution efficace ne puisse être réalisé.

Ce rapport devrait stimuler le développement d'un programme d'eau potable qui soit acceptable pour les agences de financement, réalisable dans son exécution par le gouvernement tunisien et surtout bénéfique aux populations de Tunisie centrale.

II. SOMMAIRE DES PRINCIPALES CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Ce chapître présente un sommaire officiel des principales conclusions et recommandations de ce rapport. Ces conclusions et recommandations sont détaillées dans les chapîtres suivants: Chapître VI--"Critères Recommandés et Procédure de Sélection des Projets" et Chapître VII--"Conclusions et Programme Recommandé". A la fin de ce chapître, on trouvera un plan d'exécution détaillé.

A. PRINCIPALES CONCLUSIONS

(1) Les installations existantes d'alimentation en eau sont connues. Il existe des cartes et inventaires de points d'eau pour la région.

(2) Un inventaire des besoins en eau n'existe pas, mais cela ne doit pas retarder le démarrage des projets d'alimentation en eau. Il faut que l'ODTC coordonne les analyses de besoin et assure leur réalisa-

tion. Il ne faut pas installer des projets d'eau potable là où des systèmes d'irrigation existent ou seront établis plus tard.

(3) Il est préférable que des projets d'eau potable soient établis aussitôt que possible afin de maintenir l'effort de planification et de développement en Tunisie centrale.

(4) Il sera difficile d'obtenir des estimations de population pour les régions plus petites qu'un secteur. Il faudra évaluer sur place quels seront les bénéficiaires des projets proposés et il faudra déterminer les points d'eau et les zones d'utilisation existants.

(5) On connait la moitié de l'hydrogéologie de la région. L'ODTC et la DRES devront collaborer afin de développer l'information nécessaire pour l'autre moitié de la région.

(6) Il va falloir contrôler le prix de revient et les solutions de remplacement dans les projets d'alimentation en eau potable. Jusqu'à maintenant le problème de la sélection de projets a été autant un problème d'évaluation et de sélection qu'un problème de critères.

(7) La capacité de forer des puits à grand débit existe, mais la capacité de forer des puits de surface de petit diamètre à un prix intéressant n'est pas bien développée en Tunisie.

(8) La technologie avancée est bien comprise et bien utilisée.

(9) La technologie de base, en particulier les pompes à main, n'a pas vraiment pris racine pour la distribution d'eau potable en Tunisie. Les organisations d'alimentation en eau qui existent ne soutiennent pas la technologie de base.

(10) Les populations rurales ne comprennent pas bien les faits concernant les maladies transportées par l'eau. L'ODTC devrait élaborer, coordonner et contrôler la mise en place de programmes d'éducation sanitaire.

(11) Les organisations gouvernementales existantes, Génie Rural et SONEDE, semblent compétentes pour élaborer et réaliser des projets d'eau potable. L'ODTC devrait coordonner ces efforts et évaluer les projets proposés. Il semble inutile de créer une autre agence pour s'occuper de l'élaboration des projets d'eau potable.

(12) Les recommandations et critères pour l'évaluation et la sélection des projets sont présentés au chapître VI. Mais l'application de ces critères sera difficile et demandera beaucoup de savoir-faire. Il est impossible de prédire l'ensemble des difficultés que l'on recontrera avant la mise en oeuvre des projets proposés.

(13) Les réponses négatives enregistrées concernant les projets autonomes opérés par certaines communautés indiquent l'échec probable de tels programmes. Une étude complémentaire sera nécessaire avant de poursuivre l'approche autonome pour l'alimentation en eau.

B. PROGRAMME RECOMMANDE

Ce programme comprend quatre parties:

(1) Création d'une Section d'Eau Potable à l'intérieur de l'ODTC pour superviser le sous-projet d'eau potable. On recommande l'addition de deux spécialistes au personnel--un hydrogéologue et un ingénieur en aménagement des ressources en eau. Des consultants étrangers devraient assister l'hydrogéologue et l'ingénieur tunisien au minimum pendant la période initiale d'évaluation et de sélection des projets proposés. M. Derbali serait un bon candidat pour diriger cette section avec l'assistance d'un planificateur.

(2) Les projets seraient proposés par le Génie Rural, SONEDE, et CARE avant d'être approuvés et évalués par la Section d'Eau Potable de l'ODTC. La construction serait réalisée par les organismes initiateurs.

(3) L'USAID financerait un programme pilote destiné à introduire des technologies de remplacement pour le forage de puits de surface de diamètre restreint.

(4) CARE ou d'autres organismes seraient chargés de proposer un programme destiné à poursuivre des expériences avec des techniques de remplacement.

Les programmes recommandés ci-dessus en (3) et (4) sont des programmes pilotes et prendront plus de temps à mettre en place que les deux premiers programmes. Ces programmes pilotes sont valables mais ils ne conduiront peut-être pas immédiatement à la construction de points d'eau viables. Le programme recommandé ci-dessus en (2) fait appel aux organismes existants qui ont prouvé leur capacité à construire des systèmes d'eau potable. Ce programme résultera certainement en la construction de points d'eau viables et devrait constituer l'effort initial du sous-projet d'eau potable. Les critères et procédures recommandés au Chapître VI garantissent que le prix de revient des projets sera raisonnable. Tandis que le programme d'eau potable continue, les résultats de l'analyse des besoins en eau et des programmes pilotes indiqueront les changements souhaitables.

C. PLAN D'EXECUTION DETAILLE

Le programme recommandé sera exécuté selon les étapes suivantes:

(1) Création de la Section d'Eau Potable à l'ODTC (SEP)

(2) La Section d'Eau Potable commence à préparer les deux cartes générales (voir Chapître VI) pour chacune des neuf délégations clefs, montrant les points d'eau existants ainsi que la qualité et l'emplacement des eaux souterraines.

(3) Après discussions, l'USAID et l'ODTC décident que l'USAID participera au financement de certains projets dans les neuf délégations clefs selon les critères et procédures consentis.

(4) La Section d'Eau Potable demande au Génie Rural environ trente propositions de projets, quatre pour chacune des délégations clefs. Ces projets seront soumis selon les formulaires recommandés et seront révisés selon les procédures recommandées. On notera les changements nécessaires dans les formulaires et procédures.

Le nombre de projets inclus dans la série initiale devra être limité pour des raisons pratiques, mais suffisamment important pour être représentatif. Il serait préférable d'éviter d'accepter tous les projets proposés; car cela résulterait en plusieurs centaines de projets. Ce grand nombre de projets surchargerait les organismes initiateurs et l'équipe d'évaluation; par conséquent il y aurait probablement des retards.

(5) La Section d'Eau Potable sélectionne environ un tiers ou la moitié de la première série de projets et présente son choix à l'USAID.

(6) L'USAID étudie les projets proposés et sélectionnés, critique les sélections et accepte de financer certains projets. L'USAID pourra sélectionner une liste quelque peu différente de la sélection de la Section d'Eau Potable de l'ODTC.

(7) Les projets sélectionnés sont mis en oeuvre.

(8) Les critères, formulaires et procédures sont révisés si c'est nécessaire.

(9) La Section d'Eau Potable demande une autre série de projets à évaluer. Les projets qui n'auront pas été sélectionnés dans le premier groupe devront être conservés pour être considérés par la suite.

III. RESSOURCES DE LA RÉGION EN EAU

A. DISPONIBILITÉ ET UTILISATION

La zone de Tunisie centrale qui comprend les 23 délégations est essentiellement une région de montagnes, de vallées et de vastes plaines. La moyenne annuelle des précipitations varie de plus de 400 mm à moins de 150 mm du nord au sud et des montagnes aux plaines basses, avec une diminution progressive vers le sud. Les effets orographiques donnent lieu à des précipitations plus importantes dans les montagnes et les vallées entre-montagnes.

La presque totalité des eaux de surface disparaît dans les zones de plaine et les vallées principales du sud. Les zones d'écoulement au nord et à l'est sont plus ou moins permanentes. On ne peut généralement pas compter sur l'eau de surface comme base d'alimentation en eau. Là où elle existe on la canalise pour l'irrigation et autres usages. Les petits ruisseaux observés lors de l'enquête sur place étaient souvent pollués par les eaux de lessive et les eaux sales en provenance des communautés locales. De plus, la région est caractérisée par une importante érosion et une épaisse couche de sédiments causée par les pluies.

Dans son ensemble, c'est une région de steppe avec une végétation aride et herbeuse (alfa) prédominant dans les zones incultes. Dans les collines, en terrain plus rude, on trouve des petites zones de forêts (naturelles et artificielles) et des zones d'arbustes semi-arides. On pratique l'agriculture irriguée et en sec à partir des vallées et jusqu'aux zones montagneuses pourvu que le sol soit favorable ou même marginalement favorable. Le pâturage de moutons, chèvres, ânes, bovins et chameaux est fréquent.

A l'heure actuelle, les eaux souterraines sont utilisées comme source d'alimentation en eau en région rurale. L'amélioration et le développement supplémentaire de l'alimentation en eau doit être basé sur cette ressource. Les caractéristiques de la nappe aquifère sont très variables à cause des variations du climat, de la géologie et de la topographie. La nature dispersée de la population rurale qui utilise les ressources du sol au maximum crée un besoin en eau potable pour toute une série de conditions hydrogéologiques. La demande en eau potable va des plaines et vallées au flanc et au sommet de la plupart des montagnes. L'alimentation en eau vient des sources suivantes:

(1) Puits forés avec canalisations, fontaines, réservoirs, etc.
(2) Puits forés pour les périmètres irrigués
(3) Puits creusés avec pompes à moteur et réservoirs
(4) Puits creusés avec pompes à main
(5) Puits creusés sans pompes
(6) Sources avec fontaines, abreuvoirs, etc.
(7) Sources non-développées
(8) Flot permanent et temporaire dans les ruisseaux des montagnes et des vallées
(9) Eaux de surface, nappes résiduelles, etc.
(10) Citernes construites pour ramasser les eaux de surface
(11) Citernes avec récipients pour canaliser l'eau de pluie.

En général, l'eau de différentes provenances et de différente qualité est utilisée temporairement sur une base saisonnière. Son utilisation dépend de nombreux facteurs, tels que la disponibilité locale, la salinité des eaux souterraines dans les puits creusés ou forés, la distance d'accès aux points d'eau permanents, la capacité de la population locale de transporter l'eau, et la disponibilité de l'eau provenant de sources, citernes, ou puits creusés.

A cause des besoins continuels en eau et à cause du type d'effort exigé pour en obtenir des quantités minimes, la plupart des gens ne se basent pas sur les conditions d'hygiène de l'eau avant de l'utiliser. Les critères habituels sont le goût et l'apparence de l'eau. Ces tests olfactif et visuel déterminent la salinité et l'existence de débris en suspension, mais pas la teneur bactériologique ou la présence d'autres microbes dangereux pour la santé. Même dans le cas de puits creusés supervisés par le gouvernement et équipés de pompes à moteur et de réservoir, il ne semble pas que des efforts soient faits pour réduire la possibilité de contamination.

Un aspect très intéressant pour les responsables de l'amélioration de la disponibilité en eau potable est le manque général d'information concernant l'utilisation de l'eau dans la région. En d'autres termes, les sources en eau varient tellement selon les saisons et les régions qu'on ne sait pas quels points d'eau sont utilisés pour la consommation, l'arrosage, le lavage et l'irrigation. Ce type d'information, même de façon approximative, serait très utile pour sélectionner des interventions en eau potable.

B. EAUX SOUTERRAINES EXISTANTES

La DRES et d'autres agences gouvernementales ont inventorié puits, sources, niveaux d'eau, qualité de l'eau, utilisation des pompes, et construction des puits pour la majeure partie de la région. En Tunisie centrale, la DRES indique qu'à peu près la moitié de la région est bien connue du point de vue hydrogéologique. La plupart des puits forés et leurs caractéristiques sont bien documentés. Des analyses de débit ont été réalisées pour la plupart des nappes souterraines et des nappes de surface qui sont modérement ou extrêmement développées dans les plaines et les vallées principales. Quelques nappes situées à des profondeurs allant jusqu'à quelques centaines de mètres sont utilisées comme puits forés pour l'irrigation, l'industrie et la municipalité. Dans plusieurs zones, les principales nappes sont exploitées en tant que puits forés et elles sont canalisées pour l'alimentation des villes côtières (Tunis et Sfax). L'une des canalisations a 125 kms de longueur. Un développement supplémentaire de l'eau souterraine pour l'exportation est probable au fur et à mesure que la demande en eau augmentera dans les centres urbains de la côte.

Localement, une surexploitation des nappes aquifères de bonne qualité et de fort rendement est possible. La DRES est consciente du problème et par conséquent vérifie et contrôle l'exploitation dans les zones problématiques. Dans ces zones aquifères principales, les informations de base sont bien développées.

Dans la plupart des zones à population dispersée, on connaît moins bien les ressources en eaux souterraines. Il existe des inventaires des sources, des puits creusés et des puits forés, mais ils ne sont pas tous complets. L'information concernant la qualité de l'eau est souvent rare. Le manque de compréhension des conditions aquifères est dû à la faible importance du forage ou bien à l'absence complète de puits forés. Il est peu vraisemblable que les effets des saisons et de la sécheresse sur les fluctuations du niveau de l'eau et du débit soient connus pour la majorité de ces régions. Il n'existe pas d'inventaire complet des sources, ou d'informations sur la fiabilité des puits creusés en saison de sécheresse.

En résumé, il semble que la plupart des efforts de documentation sur les conditions des eaux souterraines ont été concentrés dans les principales régions aquifères. C'est en établissant des projets d'alimentation en eau pour des villages et des villes plus importants qu'on a pu obtenir

d'autres informations détaillées. Il est fort probable que dans les zones à faible teneur aquifère, qui représentent environ 50% de la région d'après la DRES, on saura encore moins concernant la profondeur de l'eau, les caractéristiques de la nappe aquifère et la qualité de l'eau.

C. CONDITIONS HYDROGÉOLOGIQUES POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'EAU POTABLE EN ZONE RURALE

Les données sur les eaux souterraines décrites dans la section précédente sont un point de départ pour développer des systèmes ruraux d'alimentation en eau qui soient plus efficaces, mieux distribués et de meilleure qualité. Cependant chaque zone potentielle est unique pour ce qui est des caractéristiques hydrogéologiques. Par conséquent, une analyse des sites--utilisant les données géologiques, géomorphiques et hydrauliques--est hautement désirable avant que soit terminée l'élaboration d'un nouveau système d'alimentation en eau et certainement avant la construction des installations de surface. Le type de conditions hydrogéologiques de la région suggère qu'il est difficile de sélectionner les sites, les techniques de développement de l'eau, et l'architecture des installations de surface.

(1) Paramètres Hydrogéologiques

Dans l'exploitation et le développement des eaux souterraines, il est important de considérer l'arrivée, le mouvement, et la qualité de l'eau dans un contexte géologique. Voici une liste de paramètres importants:

(1) Profondeur à la première saturation
(2) Profondeur à la première zone perméable saturée (aquifère)
(3) Epaisseur et degré de perméabilité des couches perméables
(4) Composition des sols au-dessus des couches perméables
(5) Composition des sols aquifères
(6) Source de l'eau pour la nappe aquifère
(7) Qualité de l'eau dans les zones saturées.

Quand les facteurs ci-dessus sont considérés en relation avec la technologie sélectionnée pour le développement de l'eau, on peut procéder à une estimation du système d'alimentation (débit, qualité de l'eau, et fiabilité). Une complication plutôt délicate est que la méthode de canalisation d'une source ou la construction d'un puits, y compris les méthodes de conception et de construction, peut améliorer le débit et quelquefois la qualité de l'eau. Si l'installation est mal conçue pour les conditions hydrogéologiques, ou si le processus de construction est mal adapté pour entretenir une bonne liaison hydraulique avec la zone perméable saturée, la machine pour capter l'eau pourra ne pas être aussi efficace que prévu. De tels problèmes de construction et de conception deviennent critiques quand de petites zones perméables sont les seules sources d'eau, ou bien quand des eaux de bonne et de mauvaise qualité sont distribuées verticalement dans le sous-sol. Ces deux possibilités existent dans plusieurs

régions de Tunisie centrale où on a besoin de systèmes d'alimentation en eau. Ces problèmes seront discutés plus loin dans ce rapport.

(2) Conditions Hydrogéologiques

Les formations géologiques et l'hydrogéologie varient en Tunisie centrale. La discussion qui va suivre essaie de généraliser les types de conditions que l'on risque de rencontrer. Nous avons brièvement observé les types de données hydrologiques et hydrogéologiques disponibles, mais nous n'avons pas eu le temps de les analyser à fond région par région. Nous avons essayé de développer une vue d'ensemble des conditions hydrogéologiques qui pourraient affecter le développement de systèmes d'alimentation en eau. Comme prévu, les conditions varient puisque les sols changent des régions montagneuses aux zones de plaine et que les précipitations saisonnières varient de 150 à 400 mm. Beaucoup de formations géologiques et d'alluvions sont riches en gypse, ce qui crée des taux de salinité importants en beaucoup d'endroits.

Quatre variables essentielles contrôleront la disponibilité des eaux souterraines en Tunisie centrale: (1) profondeur au point de saturation; (2) position ou profondeur des zones perméables; (3) qualité de l'eau en zones peu profondes; et (4) qualité de l'eau en zones profondes.

La profondeur au point de saturation varie de quelques mètres à plus de 100 m. Dans les vallées à haute altitude et dans les montagnes, la profondeur à la première saturation est généralement moindre que dans les régions basses (plaines) où la saturation peut être assez profonde sur une grande surface. En général, en Tunisie du Sud, la profondeur au point de saturation est plus importante pour les vastes surfaces. La première saturation peut avoir lieu à 50 ou 100 m ou plus. Dans les régions du nord et du centre, y compris la région montagneuse, la profondeur au point de saturation est souvent de l'ordre de 5 à 50 m. Dans les régions de montagnes aux roches carbonées et fracturées, de perméabilité secondaire, la profondeur au point de saturation peut atteindre plus de 100 m.

La clé du développement hydraulique est l'emplacement des zones perméables saturées. Le degré de perméabilité varie avec l'épaisseur de la zone perméable. Ces deux éléments déterminent le débit potentiel d'un puits creusé ou foré dans cette zone. En général, la plupart des formations géologiques ont une perméabilité basse ou modérée. De bonnes nappes aquifères existent dans les couches sédimentaires et alluviales; et elles sont connues en Tunisie centrale où elles sont nombreuses. Certaines nappes sont suffisamment peu profondes pour des puits creusés, et des puits forés à moyen débit peuvent être forés. Ailleurs, la profondeur de la zone perméable exclut les puits creusés. Dans une grande partie de la région, la plupart des puits creusés (moins de 80 m) captent des couches moyennement épaisses à la perméabilité modérée. Le débit est également modéré (moins de 10 lps). Les puits forés peu profonds seront peut-être aussi efficaces s'ils sont bien conçus et bien construits, mais il n'y a pas assez d'informations pour comparer les résultats entre les deux techniques.

Il existe certains puits forés à fort débit dans la région (de plus de 100 m de profondeur). Pour les bonnes nappes aquifères avec des puits profonds bien conçus, un débit de 20 à 80 lps est fréquent. Il existe aussi des puits creusés avec un débit oscillant autour de 30 lps. Il faut remarquer que le débit potentiel des puits creusés n'est pas bien connu, car les tests à la pompe n'ont pas été faits.

Certaines parties de la région ont de l'eau de bonne qualité dans les zones peu profondes et ont les meilleurs chances de développer un système peu coûteux d'alimentation en eau. Cependant la combinaison de beaucoup d'autres facteurs produit des taux de salinité défavorables sur une grande surface. Parmi ces facteurs: un soubassement rocheux en gypse, des alluvions et des sols gypseux, et une évapotranspiration des nappes peu profondes dans les zones d'écoulement. L'e u souterraine de basse qualité élimine la possibilité d'un système rural d'alimentation peu coûteux, surtout si un taux de salinité de 2,5 g/l continue d'être le critère pour le développement de l'eau potable.

Dans certaines zones de Tunisie centrale, des nappes d'eau profondes et de meilleure qualité sont situées sous des nappes peu profondes et de mauvaise qualité. On connait ces zones grâce aux informations existant sur les puits profonds et autres. Là où on connait l'existence de nappes d'eau profondes, le développement de puits plus profonds est une alternative. Le prix de revient sera considérablement plus élevé, réduisant ainsi le nombre total des projets. Dans les zones où l'on ne connait pas l'existence de nappes profondes et leurs caractéristiques, on peut choisir entre le forage à l'essai, d'autres solutions à prix de revient élevé, ou rien. Ce dilemme souligne la nécessité d'une approche directive que l'on peut résumer simplement comme suit: quand le prix de revient d'un projet d'eau potable dans une zone difficile excède une certaine limite, on peut rechercher des solutions plus économiques pour le forage à l'essai. Ce principe est discuté plus loin dans le rapport.

En résumé, des systèmes acceptables d'alimentation en eau potable pourraient être mis en service dans de nombreuses régions. Cependant, le débit et la qualité de l'eau pourront varier ainsi que le prix de revient et les techniques appropriées pour le développement. Les techniques appropriées dépendront du site et nécessiteront expérience et jugement. Dans certaines zones, il sera impossible de capter assez d'eau, avec un taux de salinité acceptable pour la consommation. Il sera recommandé de procéder au ramassage systématique d'informations hydrologiques, à l'analyse hydrogéologique, et au forage d'essai afin de spécifier les régions dépourvues de possibilités pour un système d'eau potable. Nous avons eu l'impression que l'approche systématique n'est pas courante dans beaucoup de régions qui ont besoin de systèmes ruraux d'alimentation en eau potable.

IV. TECHNIQUES DE CAPTAGE DISPONIBLES

Le rapport Berger (Référence 7, p. 37 et seq.) comprend une bonne discussion sur les mérites des techniques avancées par comparaison avec les techniques de base et il étudie quelques-unes des techniques utilisables en Tunisie. Le Document d'Identification de l'Eau Potable (Référence 2, p. 29) mentionne aussi quelques techniques applicables. Ce chapitre présente une liste un peu plus longue des techniques disponibles.

La définition du mot "disponible" dans le contexte de la technologie de l'eau tient compte de plusieurs facteurs. Il est évident que les techniques qu'on utilise à l'heure actuelle en Tunisie sont "disponibles". D'autres techniques largement employées dans d'autres pays et que l'on pourrait introduire en Tunisie peuvent être considérées comme disponibles, mais importer une technologies différente se révèle souvent être une entreprise beaucoup plus difficile que prévu. Pour qu'une technologie soit vraiment utilisable, il faut qu'elle soit à la fois compréhensible, et financièrement soutenable par une organisation locale. Dans le présent

rapport nous avons considéré comme étant "disponibles" uniquement des techniques employées actuellement ou bien des techniques ayant à notre avis un excellent potentiel de succès.

A. MÉTHODE DE CAPTAGE

1. Puits Forés

Les puits forés permettent d'atteindre des nappes aquifères plus profondes que les puits creusés, ils peuvent aussi être plus économiques pour les nappes aquifères superficielles. Dans la majorité des cas, les puits forés offriront un potentiel de débit plus élevé que les puits de surface creusés car ils pénètrent plus profondément dans les nappes. Le forage est en fait la seule technique qui permette d'atteindre les nappes aquifères profondes (de plus de 100 m).

Les puits forés présentent certains inconvénients: ils exigent un équipement spécial de haute technologie qu'il faut importer; il n'y a qu'un nombre limité de machines en Tunisie; les puits, tels qu'ils sont construits en général en Tunisie, sont extrêmement coûteux pour les petites sources nécessaires aux systèmes d'eau potable; et enfin il n'est généralement pas possible de réparer les puits forés qui tombent en panne. Les pompes et les méthodes manuelles d'obtention de l'eau ne sont pas pratiques si la pompe ne marche plus. On ne peut utiliser qu'une seule pompe. Par suite du coût d'un puits foré et du rendement, moyen à élevé, normalement possible, on installe une pompe à moteur. Sauf si la nappe aquifère est peu profonde, des pompes spéciales sont nécessaires pour les puits souterrains. Comme les machines appartenant au gouvernement en Tunisie sont continuellement en service, il faudra sans doute attendre longtemps avant de pouvoir forer.

Il n'y a que trois sociétés en Tunisie qui possèdent l'équipement nécessaire au forage de puits. La plus importante des trois, la Régie des Sondages Hydrauliques, est une organisation gouvernementale dans le cadre du Ministère de l'Agriculture. La Régie des Sondages possède 21 machines rotary et deux machines à battage aux capacités suivantes:

Rotary: 8 machines - 400 à 800 mètres
7 machines - 300 mètres
6 machines - 80 à 100 mètres

A Battage: 1 machine - 200 mètres
1 machine - 50 mètres

M. Mohamed Bacha, Directeur de la Régie des Sondages, a déclaré que la société envisagerait le forage de puits pour le sous-projet sur l'eau potable, mais que, par suite d'autres engagements, il ne pourrait forer qu'environ 15 puits d'eau potable de 100 mètres de profondeur par an dans le cadre de ce projet.

Ainsi que l'expose le Chapitre V, la Régie des Sondages semble techniquement tout à fait compétente, mais elle se spécialise en puits souterrains à fort rendement qui reviennent très cher. Les petites machines que possède la Régie des Sondages servent essentiellement pour l'installation de piezomètres pour les études hydrologiques de la DRES, mais ils pourraient servir pour les puits du sous-projet sur l'eau potable.

La Société d'Injection des Forages (SIF) a quelques machines rotary, mais apparemment ceux-ci servent presque exclusivement à analyser les fondations. SIF ne se spécialise pas dans le creusement de puits hydrauliques.

La troisième société de forage en Tunisie s'appelle Equipement Hydraulique. Cette compagnie privée a soi-disant deux ou trois machines mais on ne connaît ni les détails de son équipement ni sa capacité technique.

Apparemment donc il y a une lacune dans la technologie tunisienne pour le creusement de puits relativement superficiels et bon marché à rendement bas ou moyen. Nous n'avons pas été entièrement satisfaits par les renseignements obtenus sur les prix apparents des puits forés ni par les raisons d'une telle lacune dans une technologie qui reste par ailleurs très saine. Il se peut que les puits creusés aient essentiellement remplacé les puits forés de surface en Tunisie. Il se peut aussi que les puits forés soient vraiment d'un prix trop élevé pour des activités autres que l'irrigation ou l'alimentation en eau potable sur une grande échelle. Nous pensons cependant que cette lacune devra peut-être être comblée pour que des programmes d'alimentation en eau potable dans les zones rurales puissent être mis sur pied de façon efficace. Comme les techniques et les capacités de forage ne sont pas sur place, les prix de revient sont incertains. Les tentatives pour remédier à la situation doivent être faites au niveau expérimental.

Deux méthodes de forage--rotary et à battage--sont utilisées de manière extensive dans le monde pour l'alimentation en eau des zones rurales sur une petite échelle. Le Tableau IV-1 expose brièvement quelques aspects de ces techniques. C'est peut-être les Etats-Unis et le Canada qui sont les plus avancés dans le développement de ces techniques. Dans ces deux pays, on fore chaque année des milliers de puits à usage domestique en appliquant ces techniques. Jusque dans les années 50 presque tous les puits étaient forés par la méthode de battage. Depuis, la méthode rotary a acquis une plus grand popularité par suite de sa rapidité. La technique de battage est encore en vogue et ses avantages seraient peut-être tout particulièrement applicables à certains problèmes d'alimentation en eau en Tunisie centrale. On continue à creuser certains puits avec des machines à battage et il y en a au moins deux dans le pays.

Il faudrait considérer sérieusement les deux méthodes de forage pour développer l'approvisionnement en eau potable de la Tunisie centrale. Si l'on se base sur l'expérience des Etats-Unis, on tend à choisir les puits forés de surface quand on voit la vitesse et le nombre des puits terminés, la baisse des prix de revient, et les améliorations des conditions d'hygiène.

TABLEAU IV-1

Caractéristiques des Techniques de Forage des Puits

MACHINES ROTARY	MACHINES A BATTAGE
Description: Un foret rotatif perce le sol. Un liquide de forage circule dans le trou pour évacuer les débris et garder le trou ouvert. Un cuvelage est installé une fois le trou terminé.	Description: Lourd trépan qui tombe de façon répétée pour approfondir le trou. Pas de liquide de forage. Le cuvelage est abaissé au fur et à mesure que le trou se creuse pour empêcher que les parois ne s'effondrent. Les débris sont enlevés avec une souspompe.
Forage plus rapide.	Forage plus lent.
Le matériel est plus complexe et plus cher.	Le matériel est plus simple et meilleur marché.
Difficulté de faire des prélèvements précis des couches parce que les minérais restent dans le liquide de forage et que le liquide peut ramasser des débris des parois du trou. Les nappes minces ne sont pas repérées.	Les prélèvements de couches sont précis. C'est une méthode idéale pour repérer les nappes aquifères minces.
Difficulté de mesurer avec précision le débit ou la qualité de l'eau parce que l'eau peut pénétrer dans le trou à de multiples niveaux et est mélangée au liquide de forage.	Evaluation du débit et de la qualité est facilitée par l'absence de liquide de forage et la protection offerte par le cuvelage.
Si le trou est un échec total, comme le montre un manque de dilution du liquide de forage, on peut l'abandonner avant l'installation du cuvelage. Mais si on décide cependant d'essayer de pomper, il faut poser le cuvelage.	Dans certains cas le cuvelage peut être ressorti du puits, mais dans la majorité des cas il est perdu.
Exige des forets coûteux et de la boue de forage.	Il ne faut pas de boue de forage. Particulièrement bon marché dans le rocher parce que le trépan peut être redressé et resservir.
Plus difficile à développer. Moins d'expérience nécessaire dans la plupart des forages.	Moins difficile à développer. Nécessite un opérateur chevronné pour les forages plus profonds.

Pour beaucoup de terrains des machines rotary relativement petites et montées sur camions sont plus rapides et plus efficaces pour des puits de surface (20 à 100 m) de petit diamètre (6-8 pouces) prévus pour un débit moyen (0,5 - 10 lps). Les zones les plus appropriées sont celles pour lesquelles les conditions aquifères sont bien connues, où l'emplacement des couches aquifères est constant et où les puits peuvent être planifiés plus ou moins sur le même modèle. Les machines rotary légères conviennent très bien pour le forage des sols à demi ou non-tassés. Dans les endroits où il y a moins de trois couches minces perméables réparties sur toute une gamme de profondeur allant de très superficielle à moyenne--ce qui empêche l'utilisation des méthodes de conception et de forage standard--la méthode à battage est la solution la plus efficace. Elle est mieux abilitée pour le forage des roches durcies et des matières alluviales avec de gros rochers.

La méthode à battage offre des avantages particuliers dans les cas de stratification verticale favorables ou défavorables à la qualité de l'eau. En général, il faut seulement une petite quantité d'eau pour le forage. Les inconvénients sont les suivants: la vitesse de forage peut être ralentie dans certains types de sols; souvent il faut cuveler les puits en les creusant; et pour les puits souterrains dans les sols non-tassés, il faut parfois plusieurs cuvelages. Il faut des foreurs plus expérimentés pour réussir un forage à battage que pour les méthodes rotary.

Au cas où on possède des renseignements insuffisants sur la nappe aquifère, le forage avec battage et le cuvelage permettent d'évaluer les zones perméables au fur et à mesure du creusement du puits. La méthode la plus commune est de creuser le trou sans cuvelage jusqu'à ce que l'affaissement oblige à cuveler le trou. A partir de là, le cuvelage avance de plus en plus profondément jusqu'à ce qu'on se trouve face à trois alternatives: (1) on ne peut plus prolonger le cuvelage, (2) les sols pénétrés ne s'effondrent plus, ou (3) on est entré suffisamment loin dans la nappe aquifère. Si la nappe n'a pas été atteinte, il faut réduire la taille du trou et utiliser un cuvelage plus petit dans la partie inférieure du puits. Pour les puits souterrains dans les sols qui s'effondrent, il faut souvent procéder à plusieurs réductions de la taille du cuvelage. Il faut donc que la taille initiale du trou ainsi que le cuvelage soient suffisamment grands pour permettre des réductions par la suite. Les trous profonds dans les sols non-tassés peuvent s'avérer difficiles à faire et il faut un opérateur averti.

Quand la zone aquifère est atteinte, il est facile d'évaluer sa productivité par simples essais souspompes et des observations d'abaissement de niveau statique. Il est aussi possible, bien que cela ne soit pas fait souvent, d'essayer de pomper très lentement puis d'approfondir le puits si le rendement est insuffisant. On peut vérifier les changements dans la qualité de l'eau pendant le forage par les prélèvements périodiques. Une plus ample connaissance des emplacements de l'eau, de la quantité et de la qualité de l'eau à des profondeurs différentes est acquise au cours du développement des puits. Ces observations sont importantes pour développer des puits adaptés particulièrement là où

les nappes aquifères sont en nombre limité, où la perméabilité est moyenne à basse, ou bien là où la qualité de l'eau varie avec la profondeur. Il faut souligner que ces observations très importantes ne sont pas aussi précises quand le forage est rotary.

Comparons la méthode à battage à la méthode de creusement habituelle en Tunisie:

(a) Les puits creusés nécessitent un plus grand diamètre pour augmenter le débit. Les puits à battage dépendent de la profondeur de pénétration et du nombre total de zones porteuses d'eau pour leur productivité et l'emmagasinage.

(b) Le puits creusé peut seulement pénétrer la zone de saturation ou première nappe aquifère au mieux de quelques mètres dans la plupart des cas. La méthode à battage peut pénétrer jusqu'à ce que les problèmes de cuvelage obligent à s'arrêter.

(c) Les puits à battage peuvent essentiellement avoir le même rendement que les puits creusés ou des rendements supérieurs si la zone aquifère est épaisse ou si plusieurs zones de perméabilité sont séparées par plusieurs mètres de sols peu perméables.

(d) Un puits à battage d'égale profondeur peut être construit beaucoup plus rapidement qu'un puits creusé. L'équipe de forage est en général constituée de deux personnes.

Les machines rotary de taille intermédiaire montées sur camions et équipées pour le tout terrain sont rapidement mises en place et peuvent servir à de multiples usages. L'avantage, évidemment, est qu'ils permettent un forage rapide dans toutes sortes de terrains. Par exemple, dans divers terrains une équipe et un matériel efficaces pourront forer un puits de petit ou de moyen diamètre d'une profondeur de 40 à 100 mètres en moins d'un jour minimum, trois jours maximum (avec un cuvelage de plastique PVC, développé à l'air seulement). Il faut aussi avoir sur place un camion-citerne, des bacs de décantation de boues (portatifs), et du matériel de forage et de cuvelage.

L'expérience a montré combien cette méthode de travail est valable. On pourrait forer 100 à 300 puits dans une année avec une seule machine et 4 à 5 personnes expérimentées. Avec des cuvelages PVC de 8 pouces et des pompes électriques ou à moteur, ces puits pourraient débiter de 0,5 lps (dans les coins les plus défavorables) à plus de 10 lps (là où seul le diamètre du tubage limite la production d'eau). Les incertitudes de cette méthode sont dues en partie à la longévité des puits et en partie aux problèmes de faisabilité en Tunisie. Il est difficile d'estimer le prix de revient total. La coordination de l'emplacement des sites, la logistique d'alimentation et de réparation, et une multitude d'autres problèmes possibles pourraient aussi ralentir l'achèvement des puits et par conséquent faire baisser la rentabilité de cette méthode.

Avec le matériel adéquat, la méthode rotary peut être extrêmement rapide dans une bonne variété de terrains. Ce n'est pas une méthode particulièrement rapide pour les roches durcies ou les zones de haute perméabilité où la circulation des liquides peut être perdue. Dans les sols non-tassés ou à demi-tassés où les zones perméables sont facilement repérables, on pourrait aisément construire de quoi fournir de l'eau aux zones rurales. Par l'usage de cuvelage en plastique dans les endroits où la profondeur de saturation est de 20 à 30 mètres, on pourrait forer trois à quatre puits dans une journée, dans la mesure où la distance entre les puits est courte, y compris temps de montage, de démontage et déplacement. L'installation de cuvelage d'acier demande beaucoup plus de temps et réduit considérablement le rythme de travail.

Donc, l'utilisation du puits relativement peu profond et bon marché communément accepté par les populations rurales dans de nombreux pays du monde n'existe pas en Tunisie. Les deux techniques de forage, rotary et à battage, sont applicables selon les conditions hydrogéologiques. Les puits de surface seraient les plus pratiques pour le nord et le centre de la région des 23 délégations. Dans certaines parties de la région, la grande profondeur à laquelle se trouve l'eau, les formations superficielles et la mauvaise qualité de l'eau à la fois des zones profondes et des zones superficielles interdisent le forage de puits de surface. Les prix de revient des puits de surface restent hypothétiques, mais bénéficieraient certainement d'un programme à grande échelle. Aux Etats-Unis, même avec des cuvelages d'acier, les prix sont généralement la moitié ou le tiers des prix donnés au mètre en Tunisie. Quand on peut utiliser les machines rotary et les cuvelages de plastique PVC, la vitesse de construction et le prix des matériaux baissent de moitié ou du tiers. Ces différences de prix sont suffisamment convaincantes pour qu'un programme de forage de puits de surface soit mis sur pied en Tunisie centrale au moins à un stade expérimental.

2. Puits Creusés

Les puits creusés à l'aide d'un simple outil manuel sont très communs dans les régions de Tunisie centrale où les nappes aquifères ne sont pas très profondes. Parfois, les puits creusés peuvent atteindre des profondeurs de 90 mètres ou plus, mais 30 à 50 mètres est généralement la profondeur maximale. Beaucoup ne vont même pas plus loin que 10 à 20 mètres. Les puits creusés sont d'un prix de revient par mètre aussi élevé sinon plus élevé que les puits forés, mais ils peuvent être construits avec l'équipement local et n'ont pas besoin d'être aussi profonds. Ils possèdent aussi l'avantage d'être une source d'emploi; en effet un programme d'excavation de puits bien organisé pourrait aider le marché rural de l'emploi. Beaucoup de puits existants pourraient être mis en service comme points d'eau publics si on les renovait et si on leur ajoutait un système de pompe et un réservoir. Le gros calibre des puits creusés permet de les approfondir facilement. Un inconvénient cependant est que les puits creusés sont en général plus difficiles à protéger de la contamination de surface.

Pour les puits creusés on peut se servir pratiquement de n'importe quel équipement--une corde et un seau, une pompe à main, une pompe centrifuge, une pompe de puits souterrain. L'équipement initial peut être simple et bon marché; un matériel plus complexe peut être ajouté au fur et à mesure que les demandes en eau augmentent et que les fonds deviennent disponibles. On peut même installer plus d'une pompe dans le puits creusé pour obtenir un débit ou une sécurité de fonctionnement plus grands. Dans le cas où le niveau d'eau est bas (6 mètres environ) il faut descendre des pompes centrifuges dans le puits ou dans un trou adjacent au puits pour réduire la hauteur d'aspiration.

Les inconvénients des puits creusés sont les suivants: ils ne sont faisables que pour les nappes relativement peu profondes; les prolonger bien au-delà de la nappe aquifère est difficile--si la nappe s'affaisse, ils peuvent s'assécher (malgré tout dans certains cas on peut les approfondir); ils ne pénètrent pas profondément dans la nappe; ils ont souvent un rendement assez bas (1-2 lps); et ils sont facilement contaminés par le reflux de l'eau renversée ou par les matières organiques qui tombent dans le puits. Bien que les puits creusés soient d'un rendement faible à modéré, le gros volume du trou fournit un réservoir qui peut être rempli même par un très petit écoulement entre les pompages. Cette caractéristique fait que les puits creusés sont généralement possibles pour les nappes aquifères à rythme de transmission bas quand les puits forés ne peuvent pas être utilisés. Les avantages et les inconvénients des puits creusés et des puits forés sont regroupés et comparés dans le Tableau IV-2.

On peut améliorer les puits creusés. Avec une machine à battage, le forage d'un puits creusé peut permettre une pénétration plus grande et un débit supérieur dans certaines conditions hydrogéologiques. Cela a été réalisé dans le privé, avec des battages improvisés dans la région de Sidi Bouzid. Il est possible aussi de caler des cribles horizontaux dans les nappes d'eau souterraines pour augmenter le diamètre utile du puits et par conséquent le rendement. A l'aide de pompes puissantes on peut parfois approfondir les puits creusés au-delà de la nappe aquifère jusqu'à une profondeur considérable en pompant l'eau de plus en plus bas et en continuant l'excavation jusqu'à ce que l'affaissement du puits empêche d'aller plus loin. On peut même creuser au-delà de la nappe en utilisant des pompes aspirantes pour draguer les sols.

Quand on a atteint la zone de saturation, on peut faire face à de multiples problèmes avec les puits creusés. Il peut y avoir effondrement et le travail de maçonnerie au-dessous du niveau de l'eau peut être difficile et dangereux. Pour que les puits creusés rapportent en débit et en qualité d'eau, il faut investir à la fois beaucoup de temps, de travail et de matériaux.

3. Les Sources

Les principaux avantages des sources sont qu'elles peuvent être développées à bon marché et que puisqu'elles fournissent de l'eau par l'écoulement dû

TABLEAU IV-2

Comparaison Entre les Puits Forés et les Puits Creusés

PUITS FORÉS	PUITS CREUSÉS
Débit élevé.	Débit moyen.
Prix de revient total élevé.	Prix de revient total plus bas.
Peut atteindre des nappes aquifères très profondes.	Limité à une profondeur maximale d'environ 90 m. Les profondeurs au-delà de 30 à 50 m sont difficiles à construire.
Nécessite souvent une pompe pour puits souterrain.	En général peut utiliser n'importe quelle sorte de pompe.
Ne peut avoir qu'une seule pompe.	Peut avoir plusieurs pompes.
Nécessite un équipement et du matériel spécialisés d'importation.	Nécessite un équipement simple qui peut se trouver sur place.
Difficile à réparer ou à approfondir.	Peut être réparé ou approfondi.
La capacité de construction disponible est limitée en Tunisie.	La capacité de construction est virtuellement illimitée. Les techniques de construction sont largement comprises et utilisées.
	Utilisable dans les nappes aquifères à rythme d'échange lent parce que le puits sert de réservoir d'eau pour l'emmagasinage de petits débits.

à la gravité, elles ne nécessitent pas de pompe. Les sources peuvent aussi présenter des inconvénients: leur emplacement peut être éloigné des zones d'utilisation; leur écoulement peut varier en importance et peu même cesser complètement pendant la saison sèche ou les sécheresses; elles sont parfois contaminées par l'activité humaine et animale (ce problème peut être résolu par un plan de récupération approprié et par la limitation de l'accès aux humains et aux animaux); l'écoulement est en général le plus faible pendant la période de plus grande demande, pendant les périodes de sécheresse prolongées. Il faut avoir beaucoup d'expérience et une bonne évaluation hydrogéologique pour tirer parti au maximum de l'écoulement de la source et pour en assurer les conditions sanitaires. Idéalement il faudrait contrôler l'écoulement de la source pour s'assurer que cet écoulement est suffisant avant d'entreprendre les investissements pour le développement.

4. Les Citernes

Dans certaines régions de la zone d'étude les citernes seront peut-être la seule méthode d'alimentation en eau. Les citernes qu'on utilise à l'heure actuelle sont des réservoirs remplis par l'écoulement des cours d'eau éphémères ou des surfaces de captation en ciment. Alors que la salinité de l'eau est généralement basse (puisqu'il y a très peu de contact avec le sol), la quantité d'eau disponible a tendance à être petite et variable. La sédimentation et la mauvaise qualité bactériologique de l'eau semblaient être les problèmes communs aux citernes que nous avons observées. Le prix total pour une citerne avec une surface de captation (5.000 DT) est environ la moitié du prix d'un simple puits creusé avec un réservoir, par contre le prix par personne et par mètre cube d'eau est très élevé. La plupart des agences gouvernementales pour l'eau considèrent l'utilisation de citernes un dernier recours. Des citernes bon marché étudiées pour être sanitaires existent sans doute ou pourraient être mises au point, mais on peut seulement faire des progrès dans le sens de la sanitation quand les usagers comprennent en quoi elle consiste. On peut utiliser les citernes pour emmagasiner l'eau transportée. Des études complémentaires devraient être faites pour améliorer la conception et la sanitation de ces citernes.

B. ÉQUIPEMENT POUR LES PUITS

1. Pompes à Moteur

Les pompes à moteur sont largement utilisées dans la région à la fois par les organismes gouvernementaux et par quelques petits exploitants. Les pompes dont se sert le Génie Rural semblent être bien entretenues. A plusieurs reprises nous avons observé qu'une pompe à moteur tournait à l'intérieur d'un bâtiment fermé, dont la clé était à la disposition de personnes devant avoir accès à la pompe ou au réservoir.

Là où les puits creusés étaient équipés de pompes à moteur, l'eau était amenée à un réservoir et à une fontaine loin du puits même; il n'y avait ni gens ni animaux autour du puits et il n'y avait pas de mare autour du puits. Au contraire, quand les gens devaient aller au puits pour se servir avec des seaux ou une pompe à main, il y avait souvent une grande flaque ou de l'eau sale qui se formait sur le pourtour immédiat du puits. L'eau d'un puits peut être contaminée par l'eau qui s'accumule en haut du puits et s'infiltre le long du revêtement intérieur. Il semble que l'eau des puits ayant des pompes à moteurs sera plus saine que celle des puits sans équipement ou avec des pompes à main.

Il existe essentiellement deux types de pompes utilisables: les pompes à puits souterrains et les pompes centrifuges. Les pompes à puits souterrinas sont spécialement étudiées pour être placées à l'intérieur du cuvelage du puits en dessous du niveau d'eau. De cette manière une pompe à puits souterrain peut créer un abaissement du niveau statique à l'intérieur même du puits et par conséquent augmenter le débit. Elle peut aussi être installée suffisamment profondément pour éviter de rompre la succion.

Les moteurs des pompes à puits souterrains peuvent être installés sur la pompe directement et être immergés avec elle (seulement pour les moteurs électriques); ou bien montés à la surface, actionnant ainsi la pompe grâce à un long tubage. On peut utiliser indifféremment des moteurs électriques ou des diesels pour les pompes à tubage. Les pompes électriques submersibles sont du matériel d'équipement très spécialisé et ne peuvent pas être réparées facilement en Tunisie. Cependant elles éliminent les longs tubages installés sur des roulements à bille qui demandent généralement un gros entretien.

Les pompes à puits souterrains sont chères et difficiles à réparer. Il faut les sélectionner spécialement pour chaque puits, c'est-à-dire que la pompe doit être suffisamment petite pour tenir à l'intérieur du cuvelage du puits et il doit y avoir assez de tubage pour supporter la pompe à la profondeur voulue. La source d'énergie doit être prévue en fonction de la force d'aspiration de pompage et du degré de décharge pour un rendement énergétique maximal.

Les pompes centrifuges sont simples et moins coûteuses que les pompes à puits souterrains. Leur plus grand inconvénient est qu'on ne peut pas les installer à plus de 6 mètres au dessus du niveau de l'eau à pomper. Si la surface de l'eau est très basse, il faut descendre la pompe centrifuge dans le puits ou la mettre dans une fosse creusée à côté du puits.

2. Pompes à Main

Les pompes à main offrent une alternative tentante quand le nombre de gens et d'animaux à alimenter en eau est minime. Elles sont d'un prix d'achat et de fonctionnement inférieurs à ceux des pompes à moteur et on pourrait donc en conclure qu'elles sont plus faciles à réparer. En Tunisie centrale, il semble que puisque les pompes à main sont propriété publique, personne

ne les entretient. Peut-être parce qu'on pense qu'elles n'ont pas grande valeur, aucune organisation gouvernementale ne s'en occupe.

Marier (Référence 9, p. 52) a rapporté que 30 des 32 pompes à main installées par CARE au Kef de 1972 à 1973 se sont avérées inutilisables en 1978. La plupart de ces pompes ne marchaient plus au bout de trois mois. Par contre, les pompes à moteur semblaient être suffisamment importantes pour être bien entretenues et bien utilisées. Cependant les pompes à moteur sont installées à des endroits où elles fournissent de l'eau à un grand nombre de gens dans des régions où le choix est très limité. Beaucoup d'eau semble-t-il est transportée par tracteurs ou par camions-citernes. La question qu'on se pose alors est celle de l'importance relative des puits du Kef par rapport aux autres sources.

Les inconvénients des pompes à main sont qu'elles ont un faible débit, que les gens doivent aller directement au puits, ce qui augmente les possibilités de contamination, qu'elles ont du mal parfois à rester amorcées et enfin que personne ne semble vouloir les entretenir.

Nous avons résumé nos remarques sur les avantages et les inconvénients respectifs des pompes à main et des pompes à moteur dans le Tableau IV-3.

Si on veut utiliser les pompes à main à l'avenir, il est recommandé de choisir une pompe de meilleur qualité et qui demande un entretien moins fréquent. Quand ce sera possible, il vaudra mieux les mettre en service sur des puits forés ou des puits creusés scellés à petit débit pour minimiser les dangers de contamination du puits. Il faudrait aussi prévoir un dispositif de réceptacle pour les eaux ménagères et les eaux d'écoulement qui canaliserait l'eau loin du puits dans un abreuvoir.

3. Corde et Seau

Cette technologie pour tirer l'eau des puits creusés ou des citernes est très bon marché, très simple et d'entretien facile. Les inconvénients sont que le rendement est très bas et les risques de contamination très élevés. Comme il est impossible de se servir d'un seau pour les puits forés de petit diamètre, il faut installer un système de pompage qu'il faut maintenir en bon état. Quand la pompe d'un puits creusé tombe en panne, on a recours à la corde et au seau, ce qui tend à prouver que les puits non scellés sont préférables, mais en même temps ils sont indésirables pour contrôler les conditions sanitaires.

C. AUTRES TECHNIQUES ÉTUDIÉES MOINS EN DÉTAIL

De nombreuses autres techniques ont été considérées au cours de cette étude, mais en général elles se sont avérées moins applicables ou importantes seulement au niveau expérimental pour le projet d'eau potable de Tunisie centrale. Voici quelques commentaires à ce propos.

TABLEAU IV-3

Observations Comparatives des Pompes à Main et à Moteur

CARACTÉRISTIQUES	POMPES À MAIN	POMPES À MOTEUR
Quantité d'eau fournie	Faible. Les utilisateurs n'aiment pas beaucoup fournir les efforts nécessaires pour pomper l'eau manuellement.	Elevée.
Qualité de sanitation	En général mauvaise. L'eau s'amasse autour du puits en flaques. Les utilisateurs doivent être près du puits ou même sur le puits. Conception pourrait être améliorée.	Bonne en général. La pompe décharge dans un réservoir et une fontaine loin du puits. Gens et animaux ne vont pas au puits lui-même.
Entretien/Sûreté de Fonctionnement	Mauvaise. La majorité des pompes à main installées sur des puits publics sont hors d'état de marche. Ni les particuliers, ni le gouvernement ne semblent s'intéresser à leur entretien. C'est peut-être dû au fait que d'autres alternatives sont disponibles.	Bonne. Les systèmes semblent bien fonctionner et être bien entretenus.
Mise en Service	Mauvaise. Aucune organisation tunisienne ne semble s'intéresser à la mise en oeuvre d'un programme de pompes à main.	Haute probabilité de mise en oeuvre et de réussite. Le gouvernement tunisien se montre enthousiaste pour les systèmes de pompe à moteur.

1. Puits Forés par Pression Hydraulique

Dans les terrains sableux de fin calibre des puits de petit diamètre peuvent être installés par pressions hydrauliques quand l'eau est à une profondeur de 10 à 20 mètres. Le procédé est rapide et bon marché pour la construction de puits de petit diamètre, mais c'est une méthode difficile sinon impossible quand le sol contient de l'argile lourde ou de gros caillou. Il se peut qu'il y ait quelques coins de Tunisie centrale où le forage par pression hydraulique est faisable. Ces puits ont un petit diamètre; ils sont généralement appropriés pour les pompes à main ou les pompes à piston de petit diamètre.

2. Puits à Battage

Dans les sols granuleux sans trop de caillou, on peut enfoncer un cuvelage jusqu'à une profondeur maximale de 50 mètres avec une machine à battage. La terre peut être enlevée du cuvelage par des pressions hydrauliques ou bien encore avec une souspompe comme pour le forage à battage. Le crible du puits et le cuvelage sont alors placés à l'intérieur du cuvelage d'enfonçage et le cuvelage externe est soulevé ou tiré pour exposer le crible du puits. Cette méthode est la meilleure pour les sols de texture fine quand il y a une nappe aquifère bien définie et peu profonde. Il existe peu de zones de ce genre dans la région du projet. Le forage à battage est probablement moins cher de même qu'il offre plus de possibilités pour une bonne partie de la Tunisie centrale.

3. Otis

Ce sont des mini-puits préfabriqués, généralement de 2 pouces de diamètre. Ils servent souvent à évacuer l'eau des terrains à bâtir. Ils peuvent être forés par pressions hydrauliques ou par enfoncement ainsi que le montrent les deux paragraphes précédents. Il y a sans doute quelques poches de sol sableux dans le lit des rivières où on pourrait utiliser ces otis, mais sans qu'il y ait grand espoir dans ce domaine.

4. Puits Horizontaux

Le rapport Berger (Référence 7, p. 21) traite de l'utilisation de matériel de forage horizontal pour construire des sources améliorées dans les zones calcaires et gréseuses. Cet équipement moderne n'a pas été mis en service en Tunisie. Il faut une grande expertise pour réaliser un tel projet, de même qu'il faut des connaissances hydrogéologiques de l'endroit. Les ressources disponibles seraient sans doute mieux utilisées avec le matériel de forage rotary ou à battage plutôt qu'avec le matériel de forage horizontal.

5. Moufles Mobiles

Lester Maupin (Référence 10) a recommandé que l'USAID subventionne l'utilisation de moufles mobiles par la Régie des Sondages en rapport avec leur matériel de forage rotary. Cet avis semblait se baser essentiellement sur l'idée que la plupart des puits de surface seraient forés dans des roches très durcies. Nous pensons que relativement peu de puits de surface seront forés dans le rocher, même dans les délégations de Makthar et de Rohia qui sont celles sur lesquelles M. Maupin basait son jugement. Le prix de revient de l'ensemble tel qu'il était recommandé était considérable: environ 100.000 DT (U.S. $250,000) pour le matériel seulement. Les fonds disponibles seraient certainement d'une plus grande utilité dans un programme de forage conventionnel avec du matériel rotary ou à battage plutôt que des moufles mobiles. Une fois que le programme de forage aura démarré, les besoins deviendront plus évidents.

6. Galeries d'Infiltration

Quand l'eau existe à des petites profondeurs dans des sols meubles, en particulier dans le lit des rivières, on peut avoir recours aux galeries d'infiltration. On dit qu'il subsiste quelques galeries de ce genre en Tunisie, vestiges de l'époque romaine. Ce sont essentiellement des salles souterraines dans les parois desquelles on a pratiqué de petites ouvertures par lesquelles l'eau s'infiltre ou bien encore des excavations avec des parois naturelles. Les galeries d'infiltration sont particulièrement utiles pour les dépôts alluviaux qui sont sous les cours d'eau perpétuels ou éphémères et quand la nappe aquifère est perpétuellement au même niveau ou presque que le niveau du chenal du cours d'eau. Dans certaines régions cette méthode produit beaucoup d'eau. Pour l'obtention d'eau potable, il faut s'assurer que ces structures sont à l'abri de toute pénétration d'eaux de surface avant que ces dernières n'aient infiltré le sol. Le prix d'installation est en général le même que pour les puits ou supérieur, selon les conditions particulières du site choisi.

7. Canalisations en Plastique

Les canalisations en plastique peuvent revenir moins cher que les conduites en ciment asbeste utilisées actuellement pour les canalisations maîtresses de transmission et de distribution, surtout pour celles de 100 mm au moins. Les organismes gouvernementaux semblent réticents à utiliser les conduites en plastique bien que nous ayons remarqué qu'on peut se les procurer facilement. Comme le prix des matériaux compte seulement pour 40% du prix total des canalisations installées, même si les conduites en plastique sont considérablement moins chères, l'économie totale serait seulement d'environ 10%. Sur le plan local, les organisations pour la distribution de l'eau devraient continuer à étudier les avantages possibles des conduites en plastique, surtout pour les branchements de petit diamètre. L'usage des canalisations en plastique n'aura cependant aucun impact notable sur la majorité des projets d'eau potable.

Dans les régions arides de l'ouest des Etats-Unis, on a constaté que pour transporter l'eau sur de grandes distances, c'étaient les canalisations en plastique souple de petit diamètre ABS qui revenaient le moins cher. La canalisation est posée dans une tranchée de petite profondeur faite par un tracteur, puis elle est recouverte. Des réservoirs, des abreuvoirs et des fontaines sont placés le long des canalisations. Il faut couvrir soigneusement la conduite car elle se détériore rapidement au soleil. Bien qu'elle soit facilement endommagée, la conduite ABS peut être réparée par n'importe qui, il suffit de quelques minutes de mise au courant, d'une matière collante et d'une canalisation supplémentaire du diamètre voulu. A notre avis, les systèmes de canalisation ABS valent la peine d'être étudiés.

Comme nous l'avons dit précédemment, les cuvelages de puits en plastique pourraient s'avérer une innovation financièrement intéressante dans le cadre d'une opération à grande échelle destinée à mettre en place autant de puits de surface forés que possible. Le cuvelage en plastique est pratique à manipuler et à installer dans les puits forés rotary qui ne sont pas tassés au gravier. On peut le perforer facilement avec une scie circulaire et des lames spéciales. Le cuvelage est solide et durable pour les puits d'un débit inférieur à 15 lps. Quand on l'utilise, il faut cimenter un coffrage d'acier en haut du puits pour supporter le poids de la pompe et protéger le cuvelage de plastique.

Aux Etats-Unis, le cuvelage en plastique coûte à peu près moitié prix du cuvelage d'acier. L'utilité du puits de surface à cuvelage en plastique est inconnue en Tunisie. Les puits à pompes à turbines de haut rendement peuvent éventuellement flancher par suite des vibrations du cuvelage et du frottement qui s'ensuit (si le cylindre de la pompe ou la cuvette touchent la paroi du cuvelage). Par contre, les puits équipés de pompe à débit limité (type piston) peuvent durer aussi longtemps que les puits à cuvelage d'acier.

8. Les Moulins à Vent

La technologie du moulin à vent est répandue dans le monde entier et se trouve localement en Tunisie. Les éoliennes de construction artisanale existent encore mais les systèmes fabriqués avec des pompes à piston (avec une soupape rapide) sont plus fréquents. Le prix d'une éolienne fabriquée est approximativement le même que celui d'une petite pompe diesel. Les éoliennes servent particulièrement pour le pompage dans des réservoirs de puits à petit débit. Il faut des réservoirs de grande capacité pour répondre aux besoins durant les périodes creuses. Pour les puits isolés où une pompe à moteur n'est pas facilement utilisable, l'éolienne est une solution de rechange valable. Il faut que le vent souffle régulièrement pendant toute l'année pour que l'alimentation en eau soit bonne. Le mécanisme et les lanières de la pompe doivent être périodiquement lubrifiés et entretenus. Les éoliennes avec un système de réserve seront peut-être plus en demande que les pompes à main parce qu'elles peuvent servir à remplir des camions citernes. Pourtant le prix élevé et les ressources

en eau incertaines font que l'utilisation des éoliennes restera dangereuse, tant que les conditions ne seront pas favorables. Il faut mettre la technologie du moulin à vent à l'essai sur des puits de surface forés dans des régions de faible demande et de faible débit. Les moulins de construction artisanale et bon marché, comme ceux par exemple utilisés en Grèce, sont particulièrement tentants. Il paraît qu'il y a quelques moulins en Tunisie dans la région de Cap Bon.

9. Les Eaux d'Égouts

Le manque de temps a empêché une étude approfondie des systèmes d'égout mais quelques observations ont cependant été faites. Par suite de la sécheresse du climat et de la petite quantité d'eau utilisée, la destruction des eaux sales ne semblait pas être un vrai problème à l'exception des villes où l'eau est distribuée par des robinets dans les maisons. Dans les zones rurales, il n'y a pas de W.C. ou bien seulement un trou sec. Dans quelques-unes des villes observées on s'est aperçu que les eaux sales coulaient dans les canivaux des rues. Au fur et à mesure que l'eau augmente en quantité, l'écoulement des eaux d'égout risque de devenir un problème plus sérieux.

L'expérience dans d'autres pays a montré que les W.C. de type trou sec sont beaucoup moins chers que le tout-à-l'égout et que ce dernier est rarement nécessaire quand la majorité de la population est desservie par des fontaines. Le tout-à-l'égout coûte en général deux fois plus par tête que le système d'approvisionnement en eau. Comme les maisons qui ont des robinets particuliers ont souvent de grands jardins, les systèmes d'égout individuels (fosses septiques ou fosses d'aisance) seront certainement d'un prix de revient plus intéressant qu'un système d'égout généralisé si le sol est perméable.

D. FONCTIONNEMENT ET ENTRETIEN

Le fonctionnement et l'entretien des installations prévues dans le sous-projet sur l'eau potable seront des éléments importants de la réussite à long terme du projet. Ce seront peut-être même les éléments essentiels. Comme nous l'avons mentionné plus haut, le programme d'installation de pompes à main par CARE semble avoir eu un succès tout à fait limité peut-être justement parce que personne ne s'est occupé des pompes. Etant donné que même dans les villages les plus reculés il y a des gens capables de faire marcher ou de réparer automobiles et tracteurs, il est très probable que les connaissances en mécanique sont suffisantes. Le problème, par conséquent, réside dans l'incapacité d'organiser un service d'entretien ou l'absence de pièces de rechange. Il se peut aussi que ce soit dû à l'insuffisance de la demande de points d'approvisionnement en eau.

Nous avons eu conscience d'un préjugé contre l'utilisation des solutions de basse technologie dans les organisations hydrauliques et peut-être même parmi la population rurale. Il se peut que la Tunisie ait atteint un

niveau de développement technologique tel que trouver une organisation intéressée dans l'entretien de pompes à main ou de moulins à vent s'avère très difficile.

Il semble que l'ODTC (par l'intermédiaire du personnel issu de l'OMVVM) est responsable des points d'eau qui alimentent les périmètres irrigués; le Génie Rural a pour tâche de faire fonctionner et d'entretenir les points d'eau publics--à la fois ceux qui ont des pompes à moteur, ceux qui ont des pompes à main ou aucun équipement (les subsides pour le fonctionnement et l'entretien des points d'eau publics proviennent du budget du gouvernorat); et le Ministère de la Santé a donné son accord pour l'entretien des pompes à main installées par CARE. Le Génie Rural semble avoir très bien réussi à garder les pompes à moteur en état de marche aux points d'eau publics, peut-être parce qu'un nombre relativement grand de gens dépendent de ces points d'eau. Avant de construire et d'équiper des projets d'alimentation en eau en zone rurale, il faut prévoir des accords pour l'entretien des nouvelles installations. Ces accords pourront déterminer le type d'équipement et la façon la plus pratique de maintenir l'ordre du travail.

E. COÛTS

Les données sur les coûts proviennent des bureaux régionaux et nationaux du Génie Rural, SONEDE, et de la Régie des Sondages, de même que d'autres organisations et de documents existants. Elles ont été classées par type d'installation et les prix représentatifs sélectionnés sont ceux qui, à notre avis, représentent les dépenses encourues par des projets d'installation d'eau potable dans des conditions moyennes. Un résumé de ces prix est présenté dans l'Appendice D. Ces données devraient permettre une estimation pour la planification de projets, mais ne peuvent en aucun cas être utilisées pour établir un budget pour la construction de projets spécifiques.

V. ANALYSE INSTITUTIONNELLE

Un important élément à considérer lorsqu'on planifie un programme de développement est la capacité des institutions de réaliser le programme proposé. Lors de nos visites auprès des représentants des agences gouvernementales aux niveaux national et régional, nous avons appris les fonctions de diverses agences et leurs capacités dans le cadre institutionnel. Ces informations sont à la base de l'analyse qui suit.

Les agences gouvernementales tunisiennes qui traitent de l'alimentation en eau sont:

- Direction des Ressources en Eau et en Sol (DRES)
- Direction du Génie Rural (GR)
- Régie des Sondages Hydrauliques
- Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE)
- Office de Développement de la Tunisie Centrale (ODTC)

Les relations existant entre ces agences sont décrites dans la Figure V-1.

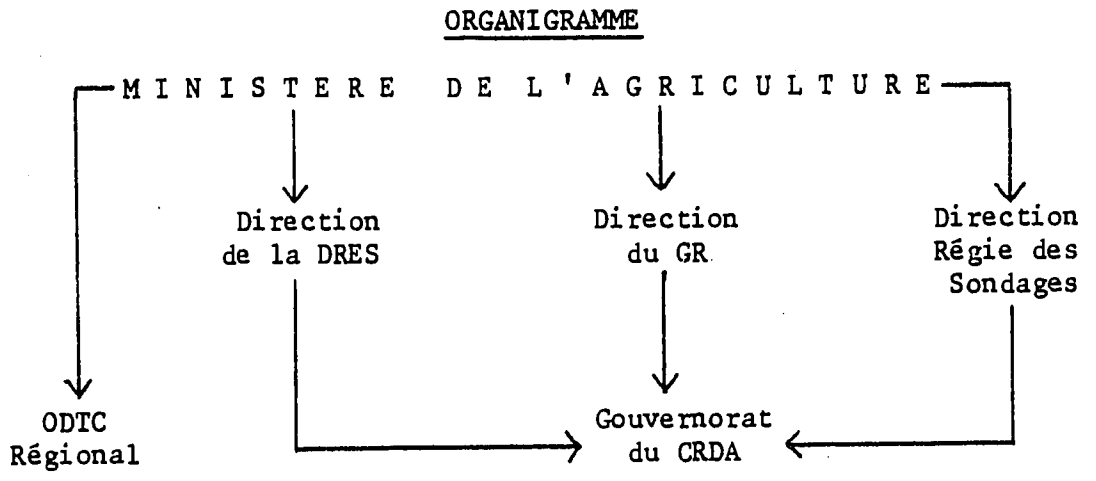


Figure V-1.

A. AGENCES DES RESSOURCES EN EAU

La Direction des Ressources en Eau et en Sol (DRES) est une branche du Ministère de l'Agriculture. L'agence a deux divisions: Eaux et Sols. La Divisions des Eaux a quatre services: Hydrogéologique, Hydrologique, Catalogue, et Géophysique. La Division des Sols a deux services: Pédologique et Cartographique. Toutes les divisions ont des bureaux à Tunis; la Division des Eaux a des bureaux dans chaque gouvernorat.

En général, la DRES est responsable de l'étude des ressources en eau et en sol et de l'évaluation de leur utilisation potentielle. Les bureaux régionaux sont chargés de la surveillance et des travaux sur place et ils gèrent le système d'inventaire pour la construction de points d'eau et l'exploitation de l'eau. Les informations régionales sont résumées au niveau national et utilisées pour établir d'autres études et organiser la structure nationale du développement des ressources en eau (par exemple, des budgets régionaux sont établis et utilisés comme critères pour prolonger les crédits ou créer des zones de conservation).

Le centre national vérifie aussi les études régionales avant leur publication et dirige l'ensemble de l'administration du système règlementaire. Le personnel de la DRES au niveau national et régional coopère avec des universités françaises dans la réalisation d'études techniques des eaux souterraines. C'est ainsi qu'ont été réalisées plusieurs excellentes évaluations techniques des eaux souterraines pour certaines zones de Tunisie centrale.

Le rôle de la DRES dans l'installation de systèmes d'alimentation en eau en zone rurale consiste à fournir des informations techniques exactes sur les ressources en eau et le niveau réel d'exploitation. Le personnel de la DRES comprend des géologues, des ingénieurs et des techniciens (voir Tableau V-1) qui exécutent des travaux techniques.

Traditionnellement, la DRES a réalisé des études relativement spécifiques au site, de façon réactive. A la suite de la croissance des centres de population et des régions irriguées, la DRES a été chargée d'identifier les nappes aquifères qui permettraient de répondre à la demande en eau. Au fur et à mesure qu'apparaissent de nouveaux centres ruraux de population, la DRES continue de réagir spécifiquement selon les sites. En général, la SONEDE ou le Génie Rural proposent une région et demandent à la DRES de spécifier l'emplacement d'un puits et d'autoriser le forage, ou la construction et l'exploitation. Ainsi, dans les zones qui ne sont pas encore représentées dans des études existantes de la DRES, d'autres analyses spécifiques sont entreprises.

Bien qu'un bon échange d'informations existe entre la DRES et les agences de mise en service, les études réactives empêchent à notre avis un examen complet des alternatives d'alimentation en eau et n'utilisent pas complètement les capacités de la DRES.

Le Génie Rural (GR) qui est également une branche du Ministère de l'Agriculture a un bureau national et des bureaux dans chaque gouvernorat. Dans la plus grande partie du pays, le Génie Rural propose, construit et entretient les points d'eau et les systèmes d'irrigation et d'alimentation en eau potable.

A la suite d'un important effort de décentralisation il y a à peu près un an, la conception et la réalisation des projets se fait dans les bureaux régionaux du GR. Le bureau national est seulement chargé de l'approbation des projets, de la vérification des données et de la conception d'importants projets de canalisations et de réservoirs. Sauf pour ce qui est du forage lui-même, le GR réalise toutes les phases de la conception, construction et mise en marche des points d'eau publics en zones rurales. Pour les projets d'irrigation dans la région de l'ODTC, le GR réalise la conception et la construction (à l'exception du forage lui-même) et l'ODTC (l'ancienne section de l'OMVVM/PPI) surveille et entretien les installations.

Le Génie Rural est pour le moment le principal producteur de systèmes d'alimentation en eau pour les populations rurales et les zones d'habitation de moins de 500 personnes. Son personnel d'ingénieurs et de techniciens au niveau national et régional réalise un travail conceptuel de haute qualité en utilisant l'information fournie par la DRES pour répondre aux besoins exprimés dans le système politique. Le Génie Rural est compétent pour s'occuper de problèmes de génie au stade de la conception, de la construction et de la mise en service. Le désir de l'agence d'accomplir des solutions de technique très avancée fait que le personnel a tendance à ignorer des techniques plus simples qui seraient peut-être appropriées dans certaines zones rurales.

TABLEAU V-1

Personnel des Agences au Niveau Régional

	DRES	GENIE RURAL	SONEDE	REGIE DES SONDAGES
Sidi Bouzid	1 ingénieur 1 ing. adjoint 1 adjoint tech	1 ingénieur 4 ing. adj. 2 adj. tech. 7 agent tech.	pas de bureau	pas de bureau
Kasserine	4 ing. principal 2 ing. adjoints 2 adjoints tech.	pas d'information	pas d'information	1 ingénieur
Gafsa	1 ing. principal 1 ingénieur 1 ing. adjoint 3 adjoints tech. 2 agents tech.	1 ing. principal 1 ing. adjoint 4 adj. tech. 14 agents tech.	1 ingénieur 2 ing. adjoints 2 adjoints tech.	pas de bureau
Kairouan	1 ing. principal 1 ing. adjoint 2 adjoints tech. 2 agents tech.	1 ing. principal 4 ing. adjoints 9 agents tech.	1 ingénieur 2 ing. adjoints 3 adjoints tech.	1 ingénieur
Siliana	1 ingénieur	1 ingénieur 2 ing. adjoints 3 adjoints tech. 2 agents tech.	1 ingénieur 3 adjoints tech.	pas de bureau

La Régie des Sondages, une autre branche du Ministère de l'Agriculture, est l'agence gouvernementale responsable du forage. Le centre de formation national est situé à Megrine près de Tunis. Les quatre centres techniques d'équipement régional sont situés à Gabès, Gafsa, Kairouan et Bizerte. La Régie des Sondages s'occupe du forage pour les autres agences gouvernementales et peut aussi passer un contrat avec des compagnies privées. Au centre national de Mégrine, on achète, on prépare et on expédie les machines, l'équipement et le matériel. Les réparations et la formation des foreurs se fait aussi à Mégrine. Les centres régionaux servent d'entrepôts, de centres de réparation et de siège pour les techniciens.

Alors que la Régie des Sondages s'occupe seulement du stade de construction des systèmes d'alimentation en eau potable, sa capacité sera peut-être un important déterminant de la nature et de l'étendue du programme d'eau potable. Les techniciens de la Régie des Sondages sont expérimentés pour ce qui est des techniques de forage utilisées dans le pays. Ils semblent préférer adopter des techniques avancées utilisées ailleurs dans le monde. Les 23 machines de la Régie des Sondages sont, semble-t-il, constamment utilisées et apparemment il y a d'autres besoins de forage. Le directeur de l'agence estime cependant que, vu la priorité donnée à l'eau potable, et selon le type de terrain et de puits, environ 15 autres puits de 100 m. pourraient être forés en Tunisie centrale en un an. La nature de l'équipement pourra limiter ce programme.

Nous avons eu l'impression que des opérations-pilotes de forage selon les besoins ne sont pas courantes pour développer l'alimentation en eau. Des machines trop importantes ont été utilisées, ce qui a augmenté le prix de revient et donc limité les efforts de forage. Si cette approche continue dans le programme rural d'eau potable, beaucoup de possibilités d'alimentation en eau risquent d'être ignorées à cause du manque de forages pilotes. Le prix de revient des projets sera inutilement élevé à cause des longues canalisations. Il est vrai que ces observations sont basées sur des discussions limitées. C'est un problème que la DRES et la Régie des Sondages devront surmonter avant d'être complètement efficaces dans le programme d'alimentation en eau. L'ODTC aura un rôle important à jouer pour résoudre le problème.

La Société Nationale d'Exploitation et Distribution des Eaux (SONEDE) est une agence autonome qui ne dépend pas du Ministère de l'Agriculture. SONEDE a un grand bureau national à Tunis et des petits bureaux dans chaque gouvernorat. Eventuellement, SONEDE doit avoir la responsabilité de toutes les ressources en eau potable pour la consommation. A l'heure actuelle, SONEDE conçoit et met en oeuvre des systèmes pour des zones d'habitation de plus de 500 personnes. Tous les projets sont conçus et initiés à Tunis. Les bureaux régionaux peuvent réaliser de petits projets tels que les prolongations de canalisations ou l'installation de fontaines sous la surveillance du bureau national. Les bureau régionaux servent aussi de centres de comptage pour les régions ayant des robinets domestiques.

Tandis que SONEDE assume plus de responsabilités pour les petits systèmes, l'agence jouera un rôle clef dans le développement des ressources en eau en zone rurale. Les ingénieurs et les techniciens de SONEDE ont prouvé leur expertise dans la conception et l'entretien de vastes systèmes de distribution d'eau. A cause de ses responsabilités, SONEDE a traité de gros projets. Il sera intéressant de voir si l'agence adoptera des techniques appropriées aux projets limités qu'elle entreprendra.

L'Office de Développement de la Tunisie Centrale (ODTC) est une agence qui dépend du Ministère de l'Agriculture. Son siège social est à Kasserine et ses bureaux régionaux à Sidi Bouzid, Feriana, Sbeitla, Sbiba et Makthar. L'ODTC exerce sa juridiction sur 23 délégations dans cinq gouvernorats (voir Chapitre I, Figure I-1). L'ODTC a été établi pour assurer le développement intégré de la Tunisie centrale--une région en retard dans un pays en voie de développement. L'ODTC a assumé la responsabilité de planifier le développement régional et de coordonner les subventions gouvernementales et de l'extérieur.

L'ODTC a des capacités à la fois techniques et de planification. La Cellule de Planification est située à Kasserine. Les bureaux régionaux gèrent et mettent en oeuvre les programmes existant dans le secteur agricole. Lors de sa formation, l'ODTC a absorbé les opérations de l'OMVVM/PPI dans les périmètres irrigués. En ce faisant, l'agence a acquis un peu d'expérience en termes d'alimentation en eau. Les problèmes de distribution d'eau potable en zone rurale sont totalement différents de ceux de l'irrigation, mais l'addition de planificateurs et les possibilités d'interaction entre les deux spécialités devraient permettre à l'ODTC d'utiliser l'expertise de ses ingénieurs pour travailler en collaboration avec les agences responsables des aspects techniques des installations d'alimentation en eau potable.

Dans ses activités futures de développement des ressources en eau, l'ODTC devrait songer à engager un hydrogéologue compétent et un ingénieur expérimenté dans la conception de petits systèmes d'alimentation en eau. Ce personnel technique, en plus du personnel administratif et de planification existant, devrait pouvoir élaborer une stratégie d'alimentation en eau et sélectionner des projets complémentaires parmi les propositions des agences de mise en oeuvre.

Deux organisations internationales de financement ont participé au développement de systèmes d'eau potable pour les zones rurales de Tunisie: l'Agence Américaine pour le Développement International (USAID) et la Cooperative of Americans for Relief Everywhere (CARE) avec sa division sanitaire, CARE-Medico.

L'USAID participe activement à l'effort total de développement en Tunisie centrale, pas seulement au développement de systèmes d'alimentation en eau potable. Le rôle essentiel de l'USAID dans le projet d'eau potable est de financer les interventions dans la région-cible des neuf délégations (voir Figure I-1).

CARE-Medico est une coopérative à but non-lucratif basée aux Etats-Unis, qui opère dans les régions les moins développées du monde. CARE a un bureau central à Tunis et des représentants dans toute la Tunisie. L'organisation a souvent été un contractant de l'USAID pour réaliser des projets d'eau potable destinés à améliorer la qualité de l'eau, essentiellement en approfondissant les puits existants et en les équipant de simples pompes à main. CARE estime que ses projets n'ont eu qu'un succès limité dû à une mauvaise sélection des emplacements, au malfonctionnement des pompes à main et aux conditions climatiques défavorables. Malgré tout, CARE essaie de nouvelles méthodes et de nouveaux équipements. La coopérative a la capacité d'entreprendre de nouveaux projets en Tunisie centrale et s'intéresse particulièrement aux techniques pilotes de forage à bas prix.

B. LE PROCESSUS DE DÉCISION

La Figure V-2 illustre le processus actuel de sélection et de mise en service des projets d'eau potable. Le processus de sélection des interventions est initié par suite du besoin en eau d'une région donnée. Le processus consiste tout à fait à répondre aux besoins de la population. Comme pour n'importe quel processus politique, ceux qui ont les plus grands besoins ne sont pas toujours entendus. L'information technique sur laquelle sont basées les décisions est nécessairement développée au coup par coup plutôt que de répondre aux besoins de la population très efficacement. Il est possible que l'excellente capacité technique des agences de conception soit sous-utilisée. De plus, les ressources financières ne sont pas utilisées au mieux dans les 23 délégations. L'ODTC devrait commencer un inventaire des besoins en eau potable afin de concentrer le programme dans les zones de plus grand besoin. Les agences techniques et de conception pourraient utiliser cet inventaire des besoins pour planifier leurs programmes de recherche et pour étendre leur capacité technique.

L'ODTC devrait utiliser l'information obtenue lors de l'analyse des besoins pour agrandir et modifier le programme de développement en eau potable autour duquel d'autres projets se situeront. Une analyse des besoins devraient aussi indiquer l'emplacement de la plupart des investissements en eau potable réalisés à ce jour. Une considération de planification--et de politique--devrait consister à orienter les projets vers les zones qui ont été les moins favorisées jusque là.

Bien que les lignes de communication semblent adéquates, les rôles des différentes agences (DRES--analyse; Régie des Sondages--construction) restent quelque peu étroits. La recherche, la conception des projets et la construction sont réalisées séparément. Chaque étape dépend de la précédente et a tendance à être acceptée sans trop de modifications. Beaucoup d'autres alternatives pourraient sans doute être réalisées grâce à l'interaction des hydrogéologues, des ingénieurs, et des constructeurs. A notre avis, le processus de décision et donc le programme final sera sans doute plus efficace si un dialogue est instauré entre les agences.

INTERACTIONS DES AGENCES DE DISTRIBUTION DE L'EAU

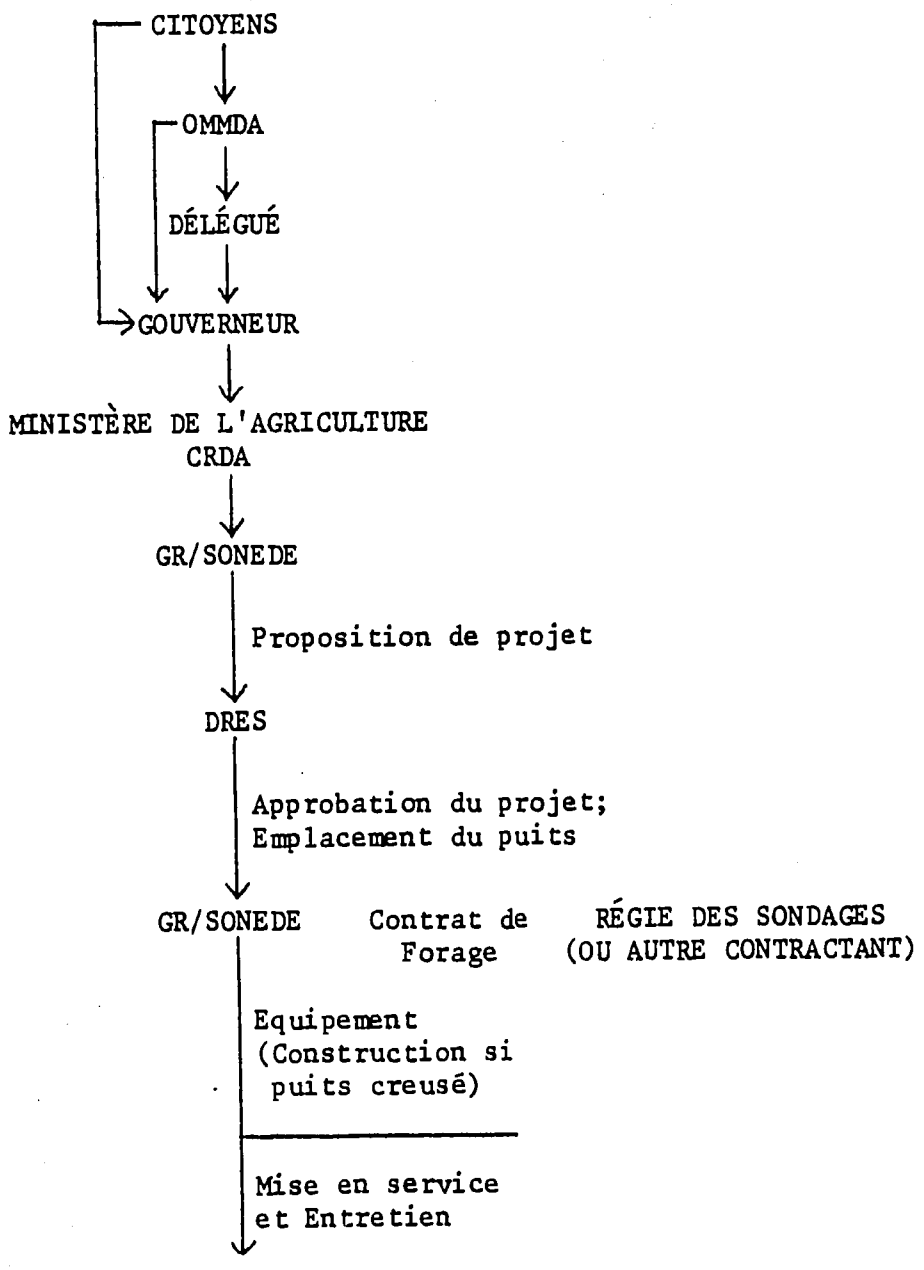


Figure V-2

L'ODTC a un rôle important à jouer pour faciliter ce type de dialogue inter-agences. Avec quelques techniciens en plus, l'ODTC aura l'équipe de spécialistes et de généralistes nécessaire pour communiquer avec les agences techniques tout en maintenant une perspective régionale intégrée. C'est en développant une stratégie et en sélectionnant des projets d'alimentation en eau potable que l'ODTC pourra faciliter le dialogue entre les agences et initier des alternatives qui conduiront à un programme plus efficace. Les interactions en question sont illustrées Figure V-3.

INTERACTIONS SUGGÉRÉES AUTOUR DE L'ODTC
POUR LA DISTRIBUTION D'EAU POTABLE

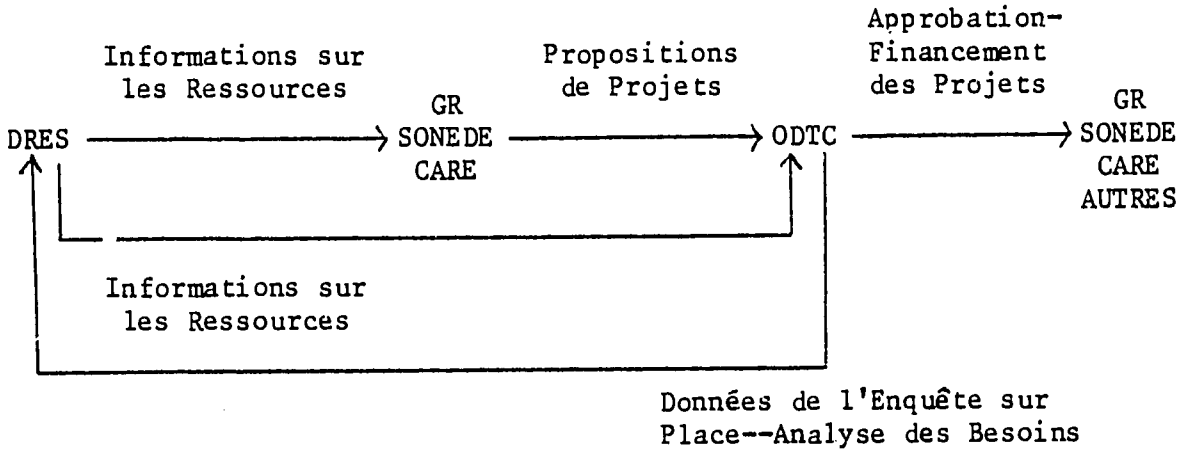


Figure V-3

C. CADRE INSTITUTIONNEL POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'EAU POTABLE

De bonnes capacités de recherche, de conception et de construction existent au niveau des agences gouvernementales tunisiennes pour permettre de réaliser des projets d'eau potable. L'analyse du processus de décision indique qu'une organisation de planification et d'évaluation efficace sera nécessaire si on veut maximiser les avantages pour les populations rurales, ou la quantité limitée de fonds disponibles.

Il est peu probable que des capacités de recherche, conception et mise en oeuvre d'un niveau équivalant celui de la DRES, du Génie Rural, de la SONEDE et de la Régie des Sondages puissent être établies dans une autre agence. Le manque de temps, les problèmes de recrutement sont prohibitifs. De plus, il serait difficile d'augmenter la coordination entre les agences et de modifier le processus de décision sans l'influence d'une nouvelle entité. En agrandissant son équipe d'eau potable et en contrôlant les fonds, l'ODTC devrait pouvoir développer et activer une stratégie concernant l'eau potable qui utiliserait à plein les capacités techniques et autres des agences existantes.

Le Génie Rural, SONEDE et CARE-Medico, en collaboration avec la DRES et la Régie des Sondages, sont capables de concevoir et d'initier les projets. Une fois que les projets ont été évalués par l'ODTC et approuvés selon les critères de la stratégie concernant l'eau potable, ces mêmes agences devraient les mettre en oeuvre.

Chaque agence a son domaine d'expertise et fournit des alternatives pour suppléer aux besoins en eau potable dans une région donnée. Le Génie Rural conçoit et met en service des systèmes d'alimentation hautement technique sur une petite échelle. SONEDE a l'expérience de systèmes urbains très techniques. CARE-Medico est spécialisé dans les systèmes technologiquement simples, mais est intéressé par des techniques intermédiaires. DRES et Régie des Sondages continueront à fournir leurs services pour le développement des ressources en eau. Pour l'étape de construction, des entrepreneurs locaux pourraient participer à la construction des puits creusés, ce qui permettrait d'augmenter la capacité totale du programme et de stimuler l'économie locale.

Une autre alternative consisterait à utiliser les services de vulgarisation de l'ODTC et d'autres agences (CRDA) pour encourager le développement de provisions locales en eau potable. On pourrait améliorer les puits et les sources en utilisant la main d'oeuvre locale avec l'aide des services de vulgarisation et avec des subventions pour l'équipement. Il semble que ce type d'arrangement pourrait se faire dans les agglomérations ou avec des coopératives (groupements). Puisqu'il semble y avoir peu de sentiment communautaire, la meilleure façon d'assurer la réalisation des projets est de négocier un accord qui donnerait aux bénéficiaires le sentiment d'un avantage. Un tel programme communautaire représente une alternative possible, même si les témoignages ne soient pas toujours en sa faveur.

VI. EXAMEN DES CRITÈRES PROPOSÉS OU EXISTANTS

L'évaluation et la sélection de projets à mettre en oeuvre dans le cadre du sous-projet concernant l'eau potable seront des tâches difficiles à cause du grand nombre de projets, de la petite taille des projets individuels et des difficultés techniques et hydrogéologiques selon les sites. Un ensemble de critères est nécessaire pour examiner les projets proposés rapidement et efficacement et pour assurer que les projets sélectionnés auront un rendement maximum par rapport aux ressources utilisées. Des critères réalistes d'évaluation et de sélection et une procédure de contrôle réalisable devraient permettre d'éliminer les projets qui nécessitent trop d'investissements par rapport aux bénéficiaires, ceux qui sont situées dans des sites hydrogéologiques défavorables ou ceux qui reproduisent des installations existantes--ce qui est arrivé précédemment. Ce chapitre décrit les critères qui ont été utilisés ou considéré dans le passé.

A. CRITÈRES EXISTANTS POUR ÉVALUER LES PROJETS

L'équipe de consultants a visité le siège social et les bureaux régionaux du Génie Rural, de la SONEDE, de la DRES et de la Régie des Sondages, et a pu discuter les critères utilisés pour évaluer et sélectionner les projets à réaliser. Les critères qui ont été mentionnés sont cités ci-dessous par ordre d'importance:

(1) Population desservie et nombre de têtes de bétail
(2) Distance d'accès au point d'eau le plus proche
(3) Existence d'un source exploitable

Ces trois critères ont été considérés comme les plus importants. Les critères suivants ont été aussi mentionnés, mais pas par toutes les personnes interrogées et semblent être de moindre importance:

(4) Qualité (salinité; peu de référence à la qualité sanitaire de l'eau)
(5) Débit prévu pour la source
(6) Considérations socio-politiques
(7) Prix de revient ou bien coût/rendements

Bien que tous les bureaux contactés utilisent certains critères pour évaluer les projets, ceux-ci ne sont pas appliqués automatiquement et sans recours. Ils n'ont pas de formules exactes pour évaluer les différents critères. En réalité, chaque projet est évalué individuellement et les critères servent de directives.

Les critères mentionnés ci-dessus sont présentés en détail dans les sections suivantes.

B. POPULATION DESSERVIE

Dans tous les cas, on procède à une estimation du nombre de personnes qui seraient touchées par un projet proposé; cependant il est reconnu que ces estimations sont tout à fait approximatives. Le recensement de 1975 ventile la population par secteur et il est rare qu'il existe d'autres documents spécifiant la population à l'intérieur d'un secteur. La majeure partie de la population subsiste grâce à l'agriculture en sec et à l'élevage qui nécessite une importante quantité de terres par personne, ce qui fait que les habitants sont très dispersés sur leurs terres. Dans la région analysée, il y a peu d'agglomérations plus de 100 personnes.

Il semble que le nombre de personnes desservies n'est pas fonction de la proximité d'un point d'eau proposé ou existant. Fréquemment les habitants utilisent un point d'eau relativement éloigné pour plusieurs raisons dont:

(1) Une meilleure qualité de l'eau à un point plus éloigné. Dans ce cas les habitants peuvent tirer l'eau pour l'arrosage et l'abreuvage des animaux du point d'eau le plus proche, mais transportent leur eau potable à partir du point d'eau de meilleure qualité.

(2) D'autres activités qui les occupent à un point d'eau éloigné. Ainsi quelques exploitants qui possèdent des tracteurs emmènent une citerne portable avec eux quand ils vont cultiver leurs champs et remplissent la citerne à un point d'eau proche de leurs champs plutôt que dans la proximité de leur maison. Parfois les femmes vont à un point d'eau plus éloigné pour y rencontrer leurs connaissances. Souvent les animaux sont abreuvés aux points d'eau près des pâturages.

(3) De meilleures installations de chargement à un point d'eau plus éloigné. Beaucoup d'habitants en zone rurale dépendent de citernes portables. Pour transporter l'eau, ils préfèrent un point d'eau équipé pour recharger le réservoir rapidement plutôt qu'un point d'eau nécessitant le remplissage à la main.

(4) Disponibilité de puits privés. Souvent il existe des puits privés dans la zone desservie par un point d'eau public. Les propriétaires des puits privés n'utilisent généralement pas les points d'eau publics et autorisent souvent leurs voisins à se servir de leur puits. Certains vendent l'eau de leur puits. Ces puits ne semblent pas être utilisés par beaucoup de gens, sans doute parce qu'ils ont rarement des fontaines ou des abreuvoirs.

(5) L'existence d'eau provenant d'autres sources selon les saisons. Pendant la saison des pluies, on peut souvent utiliser l'eau des sources éphémères. C'est ainsi qu'on abreuve les animaux et qu'on lave le linge à des oueds éphémères. Il est vraisemblable que l'eau potable peut aussi être obtenue de nombreuses sources éphémères selon les saisons.

Les ommdas ont généralement fourni les projections démographiques pour les projets antérieurs; on a rarement procédé à des vérifications sur place pour contrôler l'exactitude de ces estimations. L'ommda est le leader politique du secteur et il est généralement très bien informé des activités du secteur. Cependant, les ommdas ne se servent pas souvent de cartes et il peut s'avérer difficile pour eux de traduire leurs connaissances sous une forme compatible avec l'analyse économique et technique. De plus, comme ils sont souvent anxieux d'installer des points d'eau dans leurs secteurs, ils peuvent exagérer le nombre d'habitants qui seraient desservis par un point d'eau donné.

Ainsi on a fait visiter à l'équipe consultante un projet en voie de construction dans le gouvernorat de Gafsa, soit-disant pour 4.000 personnes. Ce chiffre semble élevé quand on sait qu'un secteur contient en moyenne 2.300 personnes. Le projet comprenait un puits, 12 km de canalisations avec une élévation de plusieurs centaines de mètres, un réservoir et quelques fontaines dans le village. Nous avons demandé le nombre de

maisons dans le village et on nous a dit que ce chiffre pouvait être obtenu en divisant le nombre total d'habitants par 10 personnes par foyer. Cela correspond à environ 400 logements dans le village. Or la moyenne des personnes par foyer en Tunisie centrale est environ 5,6, ce qui correspondrait à 714 maisons pour les 4.000 habitants. Nous avons estimé qu'il y avait environ 150 maisons dans le village et ses environs: et que au taux de 5,6 par foyer, il y avait approximativement 800 habitants. On a pu observer quelques personnes sur les routes conduisant au village et il y avait quelques fermes isolées de l'autre côté du village. Ainsi il nous a semblé que le chiffre réel de population desservie par le projet se situe probablement entre 1.000 et 1.500.

En général nous avons eu l'impression que le nombre de personnes desservies par les projets était souvent surestimé, multiplié au moins par 2 et quelquefois par 5. Les estimations inexactes de la population affaibliront le taux de coût/rendements comme critères d'évaluation des projets, en particulier si les bénéficiaires sont surestimés par un facteur de 2 à 5.

Un élément important qui est ressorti de nos discussions est qu'il faudra tenir compte de la quantité d'animaux à abreuver. Il y a en général plus d'animaux que d'habitants en zone rurale; les besoins en eau de ces animaux peuvent facilement excéder les besoins des hommes. Dans de nombreux cas, cependant, les animaux sont abreuvés à des sources non-potables au moins à certaines périodes de l'année.

C. DISTANCE D'ACCÈS AU POINT D'EAU LE PLUS PROCHE

Lors de nos discussions avec les organisations responsables de l'alimentation en eau, il n'a pas été convenu d'une distance d'accès maximum. Le sentiment général est que 2 à 3 km de distance est un chiffre raisonnable; 5 à 6 km est un peu trop loin; et 4 km représente un maximum raisonnable. Le préambule du rapport du Génie Rural (Référence 19) demandant à l'USAID de financer 24 projets indiquait que les projets ne seraient pas considérés si un point d'eau existait déjà dans un rayon de 4 km. Dans plusieurs projets, des fontaines étaient installées à approximativement 4 km d'intervalle le long d'une canalisation principale. Cet espacement indique que l'eau serait disponible dans un rayon de 2 km pour les personnes vivant à proximité de la canalisation; pour les personnes plus éloignées, la distance d'accès serait d'environ 4 km.

D. SOURCE EXPLOITABLE

Beaucoup des personnes interrogées ont mentionné l'existence d'une source exploitable comme critère. Puisqu'il est évident qu'il ne peut pas y avoir d'eau sans source, ils voulaient probablement dire qu'il faut une source exploitable pour obtenir un débit adéquat et de qualité acceptable selon les techniques dont dispose cette organisation. Au cas où il n'y aurait pas de source exploitable, la situation n'est pas claire. Il est

possible que dans ce cas les projets bénéficient de longues canalisations ou que les habitants en soient réduits à utiliser les sources existant avant que le projet n'ait été proposé.

Les critères suivants semblent avoir été considérés dans de nombreux cas sans avoir l'importance des trois critères précédents.

E. QUALITÉ

Pour ce qui est du sous-projet d'eau potable, il y a deux facteurs de qualité: la salinité--mesurée par le résidu sec; et la qualité sanitaire--mesurée d'habitude par la moyenne probable de bactéries coliformes par 100 ml.

La salinité a été souvent mentionnée. Si une réserve est trop salée, les habitants ont tendance à s'approvisionner ailleurs au moins pour leur eau potable. Souvent la salinité de l'eau est forte sur de grandes surfaces et il n'y a pas d'autre solution pratique que d'utiliser ce qui est disponible. Par exemple la ville de Gabès utilise de l'eau avec un résidu sec d'environ 3 grammes par litre (g/l), bien qu'une ville de cette taille devrait pouvoir se permettre d'obtenir de l'eau de meilleure qualité. Si une ville de la taille de Gabès doit utiliser de l'eau de mauvaise qualité, il ne faut pas s'attendre à ce que les petites agglomérations de la région étudiée pourront se permettre d'utiliser une autre source simplement pour obtenir de l'eau moins salée.

Il a été souvent suggéré que l'eau utilisée ait un taux de salinité inférieur à 2,5 g/l, mais comme pour les autres critères, il s'agit seulement d'une suggestion. Certaines informations sur la qualité de l'eau indiquent que la concentration des chlorides est d'environ 10 à 15% du résidu sec, c'est-à-dire qu'un taux limité de 2,5 g/l limiterait les chlorides à environ 0,3 à 0,4 g/l. Le seuil à partir duquel les humains peuvent commencer à goûter les chlorides dans l'eau varie entre 0,25 et 0,50 g/l; ainsi le critère qui consiste à limiter le taux de salinité à 2,5 g/l peut être basé sur de l'eau qui n'est pas salée au goût.

La qualité sanitaire n'a jamais été mentionnée par les organisations responsables en tant que critère, car on s'attend à ce qu'un point d'eau public conçu et construit de façon appropriée ait de l'eau de qualité acceptable. Nous avons eu l'impression que la population rurale n'est pas bien informée sur les questions de santé publique, d'hygiène personnelle, de maladies contagieuses et que les organisations gouvernementales attachent peu d'importance à la qualité sanitaire. Ces organisations à vocation technique insistent plutôt sur la quantité de l'eau.

La qualité sanitaire des réserves en eau est déterminée par la quantité de bactéries coliformes. Ces bactéries ne sont pas dangereuses en elles-même, mais elles indiquent une certaine forme de pollution organique; puisqu'on peut les détecter relativement simplement en laboratoire, elles sont utiles pour indiquer la contamination. On peut mesurer soit le

nombre total de coliformes présents, soit les coliformes en matière fécale. L'analyse des coliformes comprend les organismes coliformes que l'on trouve normalement dans le sol. Les coliformes en matières fécales vivent dans les intestins d'animaux à sang chaud et permettent de déterminer la contamination fécale. Malheureusement, les tests de laboratoire pour les coliformes en matières fécales sont beaucoup plus difficiles à réaliser que pour déterminer le nombre total de coliformes. Grâce à ces tests, on peut déterminer la quantité probable de coliformes par 100 ml. C'est une mesure statistique de la concentration probable des coliformes basée sur le nombre d'analyses positive et négative obtenues. Il faut noter que la présence de coliformes ne veut pas toujours dire que la réserve d'eau est contaminée, surtout si on trouve uniquement des coliformes en matières non-fécales; ou utilise cette mesure parce que l'absence de coliformes est un bon indicateur de l'absence d'organismes pathogènes.

Des critères pour la qualité sanitaire ont été proposés par plusieurs organisations. Marier (Référence 9, p.12) rapporte que CARE a utilisé les critères suivants dans leur programme de reconditionnement et de chlorination des puits et sources:

Quantité Totale de Coliformes par 100 ml	
0 - 2	Pas de contamination; désinfection non nécessaire
3 - 50	Chlorination recommandée
51 - 240	Evidence de contamination occasionnelle ou accidentelle
Plus de 240	Evidence de pollution persistante

Le rapport Berger (Référence 7, p. 42) indique que le programme de renovation et de chlorination de CARE, prévu à environ deux semaines d'intervalles, a réduit la quantité moyenne de coliformes de 1.500 à 32 pour les sources et de 2.000 à 122 pour les puits. Le rapport Berger mentionne aussi que l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande que les réserves d'eau traitée aient un taux total de coliformes inférieur à 10 et que les réserves d'eau non-traitée aient un taux inférieur à 20.

Les Normes Internationales de l'OMS concernant l'Eau Potable (Référence 24) recommandent les critères suivants:

	Taux Total de Coliformes	Taux de Coliformes en Matières Fécales (E. Coli)
Réserves d'eau traitée	0	0
Réserves d'eau non-traitée	3	0
Réserves individuelles ou réserves de petites communautés	10	0

F. DÉBIT PRÉVU POUR LA SOURCE

D'après le système actuel, et tous les autres facteurs étant plus ou moins équivalents, on a tendance à sélectionner le projet avec la source qui a le meilleur débit. L'idée est que plus il y a d'eau disponible mieux c'est, puisque la disponibilité de l'eau facilite la pousse et permet l'irrigation.

En général ce concept est valide; c'est peut-être une explication partielle de la raison pour laquelle de nombreux projets ayant un nombre d'utilisateurs limité nécessitant seulement de petites quantités d'eau, ont été conçus pour accommoder les puits profonds très coûteux. L'importance d'obtenir des débits de 40 à 60 lps a souvent été mentionnée, bien qu'un débit de 1 lps soit suffisant pour la plupart des réserves.

G. CONSIDÉRATIONS SOCIO-POLITIQUES

Il a souvent été fait allusion aux critères sociaux et/ou politiques dans les discussions. Apparemment la décision de desservir une région donnée est prise à cause des pressions de la population locale, agissant par l'intermédiaire de l'ommda. Par la suite, l'évaluation de ces projets consiste à établir comment desservir la zone en question, plutôt que d'établir si c'est la meilleure zone à desservir. Dans d'autres cas, des décisions de desservir une certaine région ont été prises pour compléter un autre programme. Ainsi on a installé un point d'eau à un certain endroit parce que c'est le siège du gouvernement local ou bien pour avoir un poste sanitaire.

H. PRIX DE REVIENT OU COÛT/BÉNÉFICIAIRE

Lors de discussions entre l'équipe consultante et différentes organisations gouvernementales responsables, le prix de revient ou le coût/bénéficiaire n'ont jamais été mentionnés comme critères. A la question de savoir si le prix de revient est un critère, la réponse typique a été que le prix de revient ne jouerait un rôle que s'il était tellement élevé que cela éliminerait effectivement un projet. Il a été spécifié plusieurs fois que les aspects sociaux d'un projet devaient passer avant les aspects économiques. L'équipe consultante a eu l'impression que le prix de revient n'est pas un critère important dans le processus de planification des projets en cours et que peu d'alternatives sont prises en considération. Il semble que la première alternative proposée est souvent acceptée sans considérer le prix de revient. Le rapport Berger (Référence 7, p. 15) précise que les critères de prix de revient n'ont pas été développés pour évaluer les projets à petite échelle.

Les informations coût/bénéficiaire les plus sûres qui aient été mises à notre disposition sont présentées Tableau VI-1. La plupart de ces informations ne sont pas représentatives des systèmes d'eau potable qui seraient nécessaires dans les zones rurales de la région étudiée. La SONEDE a des

TABLEAU VI-1

Coûts des Projets Hydrauliques par Bénéficiaire

PROJET	DESCRIPTION	POPULATION DESSERVIE	Moyenne	REMARQUES	COÛT/BÉNÉFICIAIRE DT ($ U.S.)	Moyenne
SONEDE, Siliana	10 villages, financés par USAID, Canalisations.	510-9,423	3,359	De nombreuses villes avaient déjà des systèmes; le projet concerne seulement la vulgarisation.	26-292 (64-730)	52 (129)
SONEDE, Tunisie Centrale	11 villages. Demande de financement à USAID. Canalisations.	945-9,132	4,384		11-122 (28-305)	59 (148)
Liste du Génie Rural--Propositions de Financement par USAID	24 systèmes à petite échelle.	170-3,000	915		15-218 (38-545)	44 (110)
Projets de la SONEDE financés par la Banque Mondiale	Zone urbaine. Canalisations.	20,000 - 100,000+	65,000	Augmentation au coût de 8% par an à partir de 1973 pour représenter les prix de 1980. De nombreuses villes avaient déjà des systèmes; le projet concerne seulement la vulgarisation. Ces villes sont très grandes.	--	29 (72)
CARE	Rénovation de puits creusés existants et de sources. Pompes à main.			Ne comprend pas la construction de nouveaux puits, seulement la rénovation.	--	22 (55)

Sources: (1) Rapport Berger (Référence 7, pp. 8-11); (2) Rapport du Génie Rural (Référence 19).

systèmes d'alimentation en eau par canalisation en zone urbaine. Ce type de système coûterait beaucoup plus cher qu'un système de fontaines. Mais le prix de revient serait distribué sur une plus grande quantité de bénéficiaires et puisque les installations, comme les réservoirs, sont plus grandes, cela permettrait de réaliser des économies au point de vue échelle.

Les projets de CARE concernaient seulement la rénovation de points d'eau existants, et pas la construction de nouveaux points d'eau. Puisque le puits est en général l'élément le plus coûteux dans un système à petite échelle, le coût/bénéficiaire du programme de CARE peut sembler très bas. Par ailleurs, les prix de revient de CARE sont des prix nets, comprenant les salaires du personnel de CARE, l'amortissement des véhicules, etc.

Les projets proposés par le Génie Rural sont illustrés Tableau VI-2; ce sont probablement les projets types les plus adaptés à ce programme d'eau potable. On peut remarquer la grande variation existant au niveau du coût/bénéficiaire.

Bien qu'il faille utiliser les chiffres présentés Tableau VI-1 avec prudence, on peut s'attendre à un coût/bénéficiaire moyen de 50 DT ($125 U.S.).

Le rapport Berger (Référence 7, p. 10) note l'augmentation dramatique du coût/bénéficiaire dans les projets SONEDE lorsque le nombre de personnes desservies tombe au-dessous de 3.500. Le Tableau VI-3 illustre le coût/bénéficiaire moyen tel qu'il apparaît dans le rapport Berger.

TABLEAU VI-3

Coût/Bénéficiaire Comme Fonction de la Population Desservie par les Projets SONEDE

Population Desservie (Bénéficiaires)	Coût/Bénéficiaire $ U.S.	D.T.
250	450	180
500	350	140
1,000	250	100
2,000	150	60
3,000	100	40

Source: Rapport Berger (Référence 7, p. 10)

Il faut noter que les projets SONEDE sont des systèmes d'alimentation par canalisation plutôt que des systèmes de fontaines. Néanmoins, les prix de revient sont représentatifs du coût des projets dans le programmes d'eau

TABLEAU VI-2

Projets Proposés par le Génie Rural pour Financement par USAID

Gouvernorat	Délégation	Secteur	Zone d'Utilisation	Population Dispersée	Réserves Courantes	Projets Proposés	Estimation du Prix de Revient (1000s TD)	Coût/ Bénéficiaire
Siliana	Rohia	Hbabsa	Hbabsa	1500	Aïn El Koukia 6 km	Installations pour capter l'eau + 2 réservoirs	70	46.7
Kasserine	Thala	Oued Rachah	Rtibet	1200	Puits Tmitem 7 km	Equipement pour puits + 3 km de canalisation	35	14.6
Kasserine	Sbiba	Aïn Knemaïssia	Gouna Ecole	1200	Aïn Khmaissia 6 km	Equipement pour puits à pompe		
Kasserine			Henchir Daouas	1100	Aïn Khmaissia 6 km	6 km de canalisation, réservoir et fontaines publiques	60	54.5
Kasserine	Foussana	Khmouda	El Hraoumia Ecole	750	Aïn Saboune et Aïn T'rif 6 km	Installations pour capter l'eau à T'rif + 2 km de canalisation	30	40.0
Siliana	Makthar	Saddine	Saddine Jouf	1680	Aïn Saddine 4,500 km	4,5 km de canalisation, réservoir et fontaines publiques	50	29.8
Sidi Bouzid	Djelma	Selta	Aïn Jeffel	1400	Source 7 km	Installations pour capter l'eau à Aïn + 5 km de canalisation	55	39.3
Siliana	Rohia	Rohia	Oued Blel	500	Rohia 10 km	7 km de canalisation à partir du puits de S'Mara	70	69.3
Siliana	Rohia	Rohia	Oued Labiadh	140	Rohia 10 km			
Siliana	Rohia	Rohia	Fondouk Débiche	370	Rohia 10 km			
Kasserine	Sbeïtla	Sbeïtla	Henchir Bruge	275	A partir de Sbeïtla 8 km	5 km de canalisation + coffrage le long de la canalisation de SONEDE	60	218.2
Kasserine	Djedliane	Djedliane	Kdaïs Rmade	200	Djedliane 5 km	4 km de canalisation } Collecteur de SONEDE	25	125.0
Kasserine			M'Chaggat	170	Djedliane 6 km	5 km de canalisation } Collecteur de SONEDE	30	176.5
Kasserine	Foussana	Khmouda	El Asba	1000	Aïn Khmouda 7 km	Installations pour capter l'eau à Aïn Soumia + 3 km de canalisation	35	35.0
Kasserine	Foussana	Oued Mahfoudh	El Fortha	375	Aïn Amara 8 km	Installations pour capter l'eau à Aïn Soltane + 2 km de canalisation	30	85.0
Kasserine	Thala	Il'Med	Guelaâ	450	Aïn Guelaâ 10 km	Administration et installations pour capter l'eau à Aïn + 2 km de canalisation	60	133.3
Sidi Bouzid	Djelma	BatenGhzel	A Bidet	1600	A partir de Zeller	Coffrages à Zeller + 6 km de canalisation	67	41.9
Sidi Bouzid	Djelma	Essed	Kehoum	1200	Transport de l'eau 10 km	Equipement + 6 km de canalisation	65	54.2
Sidi Bouzid	Djelma	Lizirg	Lizirg Sud	1200	Puits existants	Equipement + 4 km de canalisation	45	37.5
Sidi Bouzid	Djelma	Djelma	Chihia	1200	Transport de l'eau 5 km	Coffrages à Djelma + 2 km de canalisation	26	21.7
Sidi Bouzid	Djelma	Djelma	BenJouoied	3000	Citernes privées	5 km de canalisation	55	18.3
Kasserine	Thala	El Joua	Char and Joua Ecole	350	Aïn Karma et Aïn Aicha	Installations pour capter l'eau à 2 sources + 2 km de canalisation	30	85.7
Sidi Bouzid	Djelma	BatenGhzel	Aïn Gammam	600	Source à 5 km	Installations pour capter l'eau à la source + 2 km de canalisation	22	36.7
Kasserine	Foussana	Afrane	Mino El Hamra	500	Bir et Ataf à 8 km	Installations pour capter l'eau à Aïn Lakthar + 3 km de canalisation	35	70.0
			Total:	21,960		Total:	955	
			Moyenne:	915		Moyenne:	39.8	Moyenne: 43.5

potable. Puisque la plupart des nouveaux projets desserviront des groupes de moins de 500 personnes, il ne serait pas surprenant d'observer des coûts/bénéficiaires de plus de 100 DT ($250 U.S.).

Lors de discussions avec les organisations gouvernementales responsables, nous avons pu obtenir des informations sur le coût/bénéficiaire de nombreux projets qui ne sont pas mentionnés Tableau VI-1. Il y a une grande variation dans les coûts/bénéficiaire. Puisque de nombreux projets ont été réalisés par des entrepreneurs privés, des prix de revient sont probablement représentatifs des prix de construction réels; cependant, le coût total d'un projet peut ne pas inclure la supervision gouvernementale, le génie ou l'amortissement. Puisqu'on a tendance à surestimer le nombre des bénéficiaires, notre impression est que le coût réel type de ces projets varie entre 40 et 70 DT par bénéficiaire.

Pour résumer, les informations obtenues concernant les coûts/bénéficiaire indiquent que les coûts existant sont très variables et diffèrent d'une région à l'autre. Pour la plupart des projets antérieurs, le coût/bénéficiaire a varié entre 40 et 100 DT ($100 à $250 U.S.).

I. AUTRES CRITÈRES CONCEPTUELS

On a demandé à plusieurs bureaux du Génie Rural et de SONEDE quels critères ils utilisent pour concevoir les projets hydrauliques. Les critères mentionnés varient selon les bureaux, mais ils sont en général proches de ceux illustrés Tableau VI-4.

TABLEAU VI-4

Critères de Consommation d'Eau Utilisables au Stade de la Conception

Consommateur	Ration Quotidienne par Personne (lpcd)
Individu	
Eau du robinet à l'intérieur de la maison	150
Eau de la fontaine publique; eau transportée à partir d'un point d'eau	20
Animaux	
Chameau, cheval, vache	50
Mouton, chèvre	5

En Tunisie centrale, on utilise en général des canalisations en ciment asbeste pour les canalisations de transmissions et les principales canalisations d'alimentation. On n'utilise pas les canalisations en plastique

parce qu'elles s'abîment facilement surtout si elles sont exposées au soleil. La taille minimum pour les canalisations d'eau est en général de 100 mm.

On préfère les moteurs électriques pour les pompes, si l'électricité est disponible; mais elle n'est pas disponible partout. Ainsi la plupart des pompes à eau fonctionnent au moteur diesel. On n'utilise pratiquement jamais de moteurs à essence, car le prix de l'essence est trois fois plus élevé que celui du fuel diesel.

Ayad (Référence 6) indique qu'on trouve rarement des installations pour la lessive, offrant un peu d'ombre, aux points d'eau publics. Dans de nombreux pays, une dalle de ciment d'environ un mètre carré avec un rebord de 100 mm autour permet de faire la lessive aux points d'eau publics. L'installation d'une dalle non loin du point d'eau permet aux habitants de laver leur linge sans que cela contamine le puits. Installer un abri pour l'ombre permet de tirer de l'eau plus confortablement et encourage le public à utiliser les sources d'eau potable.

J. RÉSUMÉ DES CRITÈRES EXISTANTS

Bien que des critères d'évaluation et de sélection des projets existent, ils ne sont pas exprimés formellement et appliqués automatiquement. Il n'existe pas de stratégie générale de sélection des projets; en réalité chaque projet proposé est évalué individuellement.

VII. CRITÈRES ET PROCÉDURE RECOMMANDÉS

Ce chapitre présente les critères et les procédures que nous recommandons dans la sélection de projets d'eau potable. Les critères proposés ne sont que des suggestions et peuvent être ignorés si c'est justifié.

Idéalement, l'objectif devrait être de sélectionner les "meilleurs" projets; Cela peut se révéler un idéal impossible à atteindre en Tunisie centrale étant donné l'absence de recensement des besoins, le nombre de projets potentiels et les variations de condition entre les différentes régions de projets. Bien qu'il ne soit peut-être pas possible de sélectionner les "meilleurs" projets dans le sens absolu du terme, on peut cependant déterminer au moins ce que sont de "bons" projets.

Nous abordons une discussion des critères recommandés dans les pages qui suivent.

A. LA POPULATION DESSERVIE

Un objectif de première importance est évidemment de desservir la population la plus large possible. Plus la densité de population est grande, plus le système de distribution d'eau peut être économique. Il sera difficile de fournir un service d'alimentation en eau à un prix raisonnable par bénéficiaire si la population à desservir est inférieure à 200 personnes. Le point le plus important en ce qui concerne la population à desservir pour chaque projet est l'exactitude de l'estimation du nombre de bénéficiaires.

La meilleure méthode pour déterminer combien de personnes utiliseraient un point d'eau proposé est d'examiner sur place la région considérée, les logements et les points d'eau environnants, et de discuter avec tous les utilisateurs éventuels du projet. Ceci a été rarement fait dans le passé. Bien qu'on nous ait offert diverses explications pour la rareté des inspections sur place, nous pensons qu'elles sont possibles et nécessaires pour une bonne utilisation des fonds. Il faut d'abord connaître les points d'eau existants, pour pouvoir évaluer l'utilité d'une nouvelle source. On ne peut déterminer la région à desservir que de cette manière. On peut facilement faire un relevé des bâtiments d'habitation lors de l'enquête sur place. Par ailleurs, les entrevues aux points d'eau environnants sont la seule manière de confirmer l'existence de points d'eau, l'utilisation réelle qui en est faite et de vérifier la qualité générale de l'eau.

D'autres méthodes de vérification sont le recensement par secteur (1975), les estimations de l'ommda, les cartes topographiques pour estimer les possibilités d'accès, les photos aériennes pour reconnaître les maisons, les chemins aux points d'eau éventuels, etc. Nous recommandons à l'ODTC de s'assurer d'une étude de reconnaissance sérieuse pour chaque projet afin que les points d'eau existants soient bien connus et que l'on puisse déterminer avec exactitude le nombre de bénéficiaires du projet. Il nous semble qu'il ne serait pas de l'intérêt du gouvernement de s'engager dans un projet d'alimentation en eau basé sur des idées fausses résultant d'informations peu sûres. La réalisation d'un projet qui semble inconcevable à la population peut nuire à l'image des agences gouvernementales, et les fonds utilisés pourraient servir à d'autres projets plus importants. Il devrait y avoir une deuxième série d'enquêtes lorsque les projets sont en train pour comparer utilisation anticipée et utilisation réelle du nouveau service. Si les résultats se révèlent différents de ce qu'on attendait, il faut en déterminer les causes pour aider les chantiers futurs.

B. DISTANCE D'ACCÈS MAXIMUM

A notre connaissance, il n'existe pas de méthode théorique efficace pour calculer la distance d'accès maximum "raisonnable". Il est évident que si le trajet pour aller chercher de l'eau ne peut pas être effectué en une journée, ou même prend une partie de la journée, c'est qu'il est trop long; mais la définition d'une distance "raisonnable" dépend en grande partie de la population concernée.

D'après nos discussions avec de nombreuses personnes, il nous semble raisonnable de considérer 4 km comme une distance d'accès maximum à un point d'eau. Nous recommandons de prendre 4 km comme critère de base initial, et de l'adapter là où nécessaire. La distance d'accès maximum d'un km proposée par Ayad (Référence No. 6) apporterait une restriction sévère du nombre de personnes desservies et augmenterait les frais de manière significative.

C. SOURCE DÉVELOPPABLE

S'il existe déjà une source de capacité suffisante et de qualité acceptable, la meilleure solution en général sera d'utiliser cette source.

A notre avis, il est improbable de pouvoir utiliser de l'eau de surface sanitairement acceptable à un prix raisonnable. On devrait utiliser les sources souterraines. Là où les sources d'eau existent, ont un débit continu et peuvent être protégées de la pollution, elles devraient être développées. Le tableau d'estimation du coût présenté dans l'Appendice E indique qu'un puits de surface coûte à peu près autant qu'un kilomètre de canalisations. Si une source est localisée à beaucoup plus d'un kilomètre du point d'utilisation, on devrait considérer l'utilisation d'un puits de surface proche du point d'utilisation. Une autre approche consiste à utiliser à l'essai des canalisations plastiques peu chères. On peut alors réduire de façon importante les frais d'installation des canalisations, et on peut construire plusieurs kms ainsi qu'il a été mentionné au chapitre IV.

Lorsque cela est faisable, les puits de surface sont préférables aux puits en profondeur étant donné leur moindre prix de revient. L'argument selon lequel les puits en profondeur sont nécessaires pour avoir un débit suffisant ne vaut que pour certaines localités. Les propositions de puits en profondeur devraient être examinées soigneusement étant donné que la plupart des petits systèmes ruraux d'alimentation en eau ne nécessitent qu'un débit de 1 lps. Les avantages relatifs du puits de surface foré par opposition au puits creusé sont présentés au chapitre V.

Nous recommandons en général que pour le développement de sources dans un site donné, les priorités soient accordées (1) aux sources existantes, (2) aux sources naturelles, (3) aux puits de surface, et (4) aux puits en profondeur. On peut assumer que peu de sites offriront les quatre alternatives et que d'autres critères particuliers au site devront être pris en considération.

D. QUALITÉ DE L'EAU

Si le taux de salinité (TDS) d'une source potentielle donnée est trop élevé, la seule alternative pratique est de rechercher une autre source. Il n'y a pas de traitement pratique pour se débarrasser des minéraux. Malheureusement, le taux de salinité des sources disponibles tend à être

identique sur de longues distances. Il se peut qu'il n'y ait d'autre alternative que d'utiliser l'eau existante jusqu'à ce que soit atteint le taux de salinité impropre à la consommation. Dans certaines régions de Tunisie, le taux de salinité dépasse largement 3 g/litre.

Nous recommandons en général de ne pas poursuivre le projet si le taux de salinité excède 2,5g/l. Aussi souvent que possible, il serait bon de faire une estimation du taux de salinité de la source proposée, basée sur les informations hydrogéologiques dont on dispose et sur une soigneuse évaluation de la DRES.

Les bactéries peuvent en général difficilement traverser une grande épaisseur de matières fines. Un modèle proprement conçu et construit, des barrières de protection là où c'est nécessaire, etc., devraient permettre d'empêcher la contamination des sources et des puits de surface. A notre avis, une désinfection périodique des puits et des sources est une solution contestable, à moins que la continuité ne soit absolument assurée. Il est important de ne pas laisser stagner d'eau polluée autour du puits ou de la source puisque la contamination la plus fréquente provient du mouvement de reflux de l'eau qui redescend le long du bord extérieur du maçonnement du puits ou qui se mèle à la source à son point d'origine. Il est recommandé de couvrir tous les puits de surface. Ces mesures de prévention sanitaire sont peu suivies et l'ODTC doit encourager et coordonner de meilleures pratiques.

Si l'eau se révèle contaminée, il faut trouver la cause de la contamination et l'éliminer. Si le taux coliforme total (MPN) continue à être élevé, il est recommandé de faire des analyses qui déterminent si le taux coliforme fécal est également élevé. Etant donné le peu d'attention accordé au caractère sanitaire de l'eau, les critères de qualité sanitaire seront de peu d'importance pour l'estimation et la sélection des projets proposés.

Nous recommandons d'adopter le critère de 50 MPN/100ml utilisé par CARE comme mesure de référence pour le sous-projet d'eau potable. Cette référence ne servira que comme moyen d'évaluer si la qualité sanitaire d'un système est maintenue. S'il se révèle que le taux coliforme total excède le taux de référence, il est recommandé de faire des analyses du taux coliforme fécal.

E. ESTIMATION DU DÉBIT D'UNE SOURCE

Pour les petits réservoirs ruraux qui seront nécessaires dans la plupart des cas, le débit de la source peut être très faible. On peut prévoir la demande en eau d'après un calcul de la consommation d'eau par personne recommandée dans ce chapitre.

Il faut remarquer qu'une source ayant un débit de 1 lps fournira 86.400 litres en 24 heures. Au taux de vingt litres par personne et par jour,

c'est assez d'eau pour 4.320 personnes. Si la source n'est utilisée que douze heures par jour, ce sera assez d'eau pour plus de 2.000 personnes. Peu de régions rurales comptent 2.000 bénéficiaires. Néanmoins, c'est un minimum limite et quand il y a aussi des animaux, 1 lps est une bonne référence de débit minimum.

Nous recommandons d'évaluer le débit de nouvelles sources proposées d'après des installations similaires dans les régions près du point d'eau considéré et d'après les informations hydrogéologiques nécessaires. Le débit de la source devrait être mesuré avant de commencer l'installation d'équipement de surface supplémentaire. Il faudrait si possible que cette estimation soit faite pendant la saison sèche. Pour les puits, il faudra tester les pompes.

F. CRITÈRES SOCIAUX ET/OU POLITIQUES

L'utilisation de critères sociaux et/ou politiques dans la sélection des projets à construire peut se révéler ou bien très utile ou bien une perte de temps. Ces considérations sont utiles si elles répondent à de réels besoins exprimés par la population ou si elles sont basées sur des études gouvernementales antérieures ou des objectifs du plan.

Les critères sociaux et politiques sont inutiles si le résultat est la sélection de sites déjà développés ou de sites qui ne remplissent pas les conditions hydrogéologiques nécessaires. Il y a plusieurs exemples de mauvais choix de site dans les projets existants. Une coordination de la planification tenant compte des sources d'eau potable existantes aidera à éliminer les projets coûteux uniquement basés sur des facteurs sociaux ou politiques.

G. COÛT GÉNÉRAL ET COÛT PAR BÉNÉFICIAIRE

Pour déterminer un critère coût/bénéficiaire raisonnable, il faut considérer séparément le coût et le nombre de bénéficiaires. Des informations sur l'ordre de grandeur, et le type d'installations nécessaires seront également utiles. Dans le Tableau VII-1, le coût approximatif de quatre projets caractéristiques a été déterminé à partir des informations sur le prix de revient présentées dans l'Appendice D. Ces projets vont du puits creusé, sans canalisations, au puits foré accompagné d'un long réseau de canalisations. Le coût du système le moins cher est environ 12.000 DT (U.S. $30,000). Ce coût serait moins élevé si un puits existant, un réservoir d'irrigation ou peut-être un système de canalisation proche ayant un surplus de capacité pouvaient être utilisés. Le coût d'une unité comprenant un puits en profondeur et un long réseau de canalisations peut aisément dépasser 100.000 DT (U.S.$250,000).

Le coût d'un projet donné sera en grande partie déterminé par l'hydrogéologie de la région desservie. Les éléments les plus coûteux sont les puits et les canalisations. Le coût du projet augmente sérieusement

TABLEAU VII-1

Petits Systèmes d'Alimentation en Eau
Potable Caractéristiques

Description	Coût (DT)
1. Système de puits creusé simple	
Puits creusé 30m x 170 DT/m	5.100
Petite pompe et moteur	2.000
Réservoir $10m^3$ x 300 DT/m^3 (surélevé)	3.000
Fontaine et abreuvoir	700
	10.800
Frais divers	1.200
Environ	12.000
2. Système de puits creusé plus complexe	
Identique à 1, mais comprenant environ	12.000
2 km de canalisations de 100 mm	20.000
Comprenant un puits plus profond, une pompe et un moteur plus importants, un réservoir plus grand et/ou de plus de fontaines, environ	6.000
	38.000
Frais divers	2.000
Environ	40.000
3. Système de puits en profondeur simple	
Puits en profondeur	45.000
Pompe et moteur	3.000
Réservoir $10m^3$ x 300 DT/m^3 (surélevé)	3.000
Fontaine et abreuvoir	700
	51.700
Frais divers	3.300
Environ	55.000
4. Système de puits en profondeur plus complexe	
Identique à 3 ci-dessus, environ, mais comprenant	55.000
Puits foré plus profond, environ 200m x 150DT/m	30.000
7 km de canalisations	70.000
	155.000
Frais divers	10.000
Environ	165.000

Voir Appendice D pour les prix de revient moyens.

quand il faut utiliser un puits en profondeur au lieu d'un puits de surface.

Le prix de revient et la description de 24 projets recommandés par le Génie Rural (Référence No. 19) pour un financement par USAID sont présentés au Tableau VI-2. Il est difficile de faire des analyses précises à partir des descriptions limitées des projets, mais on peut remarquer que certains des projets ont des coûts très élevés, excédant 100.000 DT (U.S. $250,000). Les projets au coût élevé comprennent généralement des puits en profondeur, un long réseau de canalisations ou les deux à la fois.

Le prix de revient moyen des 24 projets proposés par le Génie Rural pour être financé par USAID (Tableau VI-2) est de 40.000 DT. Le projet le plus coûteux sur cette liste revient à 70.000 DT. Le prix de revient moyen des 21 projets récents du Génie Rural (Tableau VII-2) est de 66.000 DT, mais si l'on exclut les quatre projets atteignant ou dépassant 100.000 DT, le coût moyen des 17 autres projets est de 35.000 DT.

La discussion ci-dessus sur les projets types--hypothétiques, proposés ou réellement exécutés--indique que beaucoup de projets individuels types coûteront entre 12.000 et 40.000 DT.

Combien de gens profiteront de l'un des projets discutés ci-dessus? Des informations sont données au Tableau VII-3 sur les densités moyennes de population. Si l'on exclut les populations urbaines des communautés les plus importantes, la densité moyenne de population rurale est d'environ 30 personnes au kilomètre carré. Etant donné que la densité de population dans les portions montagneuses est moindre, la densité de population moyenne des régions peuplées sera plus élevée--peut-être aux environs de $40p/km^2$. Un puits qui desservirait tout le monde dans un rayon de 2 km desservirait environ 500 personnes. S'il y avait un seul puits au centre d'un secteur moyen desservant environ 2.322 personnes, un débit continu 24 heures par jour de 1 lps fournirait 37 litres d'eau par jour pour chacun--soit presque le double du critère recommandé de 20 lpcd. La personne la plus éloignée dans un secteur de taille moyenne n'aurait que 5 km à faire pour atteindre le puits. Théoriquement, un ou deux points d'eau par secteur ou 100 à 150 points d'eau dans l'ensemble des neuf délégations suffiraient à satisfaire les besoins de la population d'après les critères présentés, sans compter les animaux. Chaque point d'eau desservirait approximativement 1400 à 2000 personnes. Si l'on dispose de 1.600.000 DT (U.S. $4,000,000) pour le sous-projet d'eau potable, on pourrait dépenser une moyenne de 13.000 DT (U.S. $32,000) sur chacun des 125 points d'eau. Etant donné que de nombreux points d'eau existent déjà, il se peut qu'on ait besoin de moins de 100 ou de 150 points d'eau; les fonds disponibles pour chaque point d'eau seraient de plus de 13.000 DT. Les nouveaux points d'eau desserviraient une population moins large. Et les projets se classeraient dans l'éventail du coût des projets types. Cela donne une idée très hypothétique des relations entre les besoins en projets d'eau potable et le financement.

TABLEAU VII-2

Projets Récents du Génie Rural

Nom/Emplacement	Description du Projet--Eléments Principaux	Année	Coût (DT)
Gouvernorat de Siliana			
Mansourah	4 km de canalisations, réservoir au niveau du sol de $50m^3$, pompe et moteur pour un puits existant (pas dans ce projet)	1979	60.000
Baten Halawa	2.1 km de canalisations, réservoir surélevé de $50m^3$, pompe et moteur pour puits existant .	1978-79	30.000
Douwar Snoussi	1 km de canalisations pour une source naturelle existante. Fournit également l'eau d'irrigation	1978	12.000
Gouvernorat de Kairouan			
El Aouaid	5 km de canalisations, réservoir de $50m^3$, pompe et moteur, des canalisations existantes de SONEDE	1980	40.000
Erragouba El Hamra	9 km de canalisations, réservoir de $50m^3$, pompe et moteur	1980	60.000
El Alao	Pompes et moteurs pour 4 puits	1980	15.000
Gouvernorat de Gafsa			
Fredj, Ouled Salah, Menzel Mimoun	5 km de canalisations de 150mm, réservoir surélevé, pompe et moteur, puits foré	1978	80.000
Ouled Mohamed Bouallegue	7 km de canalisations, réservoir de $40m^3$, profondeur 90m, diamètre 2m, puits creusé, pompe et moteur	1979	100.000
Sidi Ayech	2 km de canalisations, pompe et moteur, puits foré. Utilisé également pour l'irrigation	1978	20.000
Ouled Bouomiani	12 km de canalisations, réservoir de $100m^3$, pompe et moteur, puits foré	En Construction	350.000
Mides	0,7 km de canalisations. Utilisé également pour l'irrigation.	1977	6.000
Cherika	1 km de canalisations, réservoir de $40m^3$, citerne, pompe et moteur. Utilisé également pour l'irrigation.	1977	24.000

TABLEAU VII-2 (Suite)

Gouvernorat de Kasserine	(Projets construits de 1977 à 1979)	
Hr. Hamman--Sbeitla	8 km de canalisations, réservoir de $10m^3$, pompe et moteur pour puits existant	63.000
Ed-Doghra (Kasserine)	15 km de canalisations, puits existant et réservoir	135.000
Garrat Latech I, Ia, et II	Réservoir de $10m^3$, 2 nouveaux puits, pompes et moteurs pour 3 puits (1 existant)	64.000
Bou Zeguame (Kasserine-	2 km de canalisations, pompe et moteur, puits creusé	41.000
Sidi Harrath	Réservoir, puits, pompe et moteur	27.000
Ouled Mahfoudh (Foussana-	Réservoir de $50m^3$, pompe et moteur, puits creusé, 4 fontaines	35.000
Es Skhirate (Feriana)	19 km de canalisations, réservoir, puits en profondeur, pompe et moteur, 6 fontaines	200.000
Garaat En Nam (Feriana)	Pompe et moteur pour puits et réservoir existants	1.500
Khanguet Zazia (Kasserine)	1,5 km de canalisations, réservoir de $50m^3$, pompe et moteur, puits	15.000
	Totale de 21 projets	1.378.500
	Moyenne de 21 projets	66.000
	Totale pour 17 projets de moins de 100.000DT	593.000
	Moyenne pour 17 projets de moins de 100.000DT	35.000

TABLEAU VII-3

Densités Moyennes de Population

Population pour 1975 dans les 9 délégations			227.983
Moins la population urbaine:	Thala	8.700	
	Sbeitla	8.039	
	Sbiba	1.944	
	Makthar	6.068	
	Rohia	1.180	
		25.931	-25.931
POPULATION RURALE			202.052

Surface totale des 9 délégations	6.737 km^2
Densité de population moyenne	30 habitants/km^2
Densité de population moyenne dans les régions peuplées	Environ 40 habitants/km^2
Nombre de délégations	9
Population rurale par délégation	25.257
Nombre de secteurs	87
Population rurale par secteur	2.322
Surface moyenne du secteur	77 km^2 (environ 10km x 8km)

Comment définir un coût par bénéficiaire raisonnable? Dans le Tableau VII-4, les coûts par bénéficiaire sont présentés pour des populations de taille différente pour chaque système type décrit au Tableau VII-1. On peut remarquer l'accroissement rapide du coût par bénéficiaire, quand le nombre de bénéficiaires tombe en dessous de 300. Le Tableau VII-4 montre aussi que si des puits en profondeur ou des longs réseaux de canalisations doivent être utilisés, le coût par bénéficiaire s'élève rapidement.

Le critère "coût/bénéficiaire" donne à l'agence de planification un moyen de contrôler le type de projet approuvé. Si le critère coût/bénéficiaire est fixé à 50DT (U.S. $125), il est probable que seuls seront choisis les projets comprenant des sources naturelles, des puits de surface, ou des sources existantes et de courts réseaux de canalisations, ce qui aurait pour résultat d'accroître le nombre de projets à plus petite échelle. Si le critère coût/bénéficiaire est fixé à un niveau plus élevé, disons 100DT (U.S. $250), alors les projets comprenant des puits de surface et des réseaux de canalisations moyens pourraient être sélectionnés de même que quelques projets comprenant un puits en profondeur s'ils ne nécessitent pas de canalisations de transmission. Dans ce cas, il y aurait un nombre moindre des projets à plus grande échelle desservant une population moindre.

Il faut remarquer qu'établir un coût/bénéficiaire limité tend à exclure du programme les régions où seuls les puits en profondeur sont réalisables, à moins qu'il ne soit possible de combiner le système d'eau potable avec un projet d'irrigation. Les régions où un point d'eau n'est pas disponible à proximité de la population à desservir devraient être exclues également.

TABLEAU VII-4

Coût Par Bénéficiaire des Petits Systèmes d'Eau Potable

(DT/Bénéficiaire)

Nombre de Bénéficiaires	Puits Creusé Simple (12.000 DT)	Puits Creusé Plus Complexe (40.000 DT)	Puits Profond Simple (55.000 DT)	Puits Profond Plus Complexe (165.000 DT)
100	120	400	550	1650
200	60	200	275	825
300	40	133	183	550
500	24	80	110	330
1000	12	40	55	165

Il se peut que l'ODTC ne tienne pas à exclure des zones entières de cette manière. Afin d'éviter d'exclure des zones entières, on pourrait déterminer différents critères de coût par bénéficiaire pour les différentes régions ou bien on pourrait attribuer à chaque zone un certain nombre de projets. L'ODTC pourrait accepter les projets présentant le coût le plus avantageux, même si les coûts en question dépassent de beaucoup ceux qui sont considérés comme limités dans d'autres régions.

Après cette discussion, nous pouvons voir que le recours à un critère de coût par bénéficiaire ne conduit pas nécessairement au choix des projets les meilleurs ou même satisfaisants du point de vue de la planification. Une application rigoureuse pourrait conduire à une concentration de tous les projets acceptables uniquement dans les zones où les conditions hydrogéologiques sont des plus favorables. Il est recommandé de n'utiliser le critère du coût par bénéficiaire que comme guide. Les autres points soulevés doivent être aussi pris en considération. Si l'on doit adopter une limite maximum de coût par bénéficiaire, 100 DT par bénéficiaire donne ample latitude.

H. AUTRES CRITÈRES POUR LA SÉLECTION DE PROJETS

Il existe une autre approche pour la phase initiale de sélection d'un projet et pour un classement par priorité étant donné les faiblesses de l'approche du coût par bénéficiaire. Il y a cinq considérations centrales qui sont clairement reconnues comme étant les considérations clés pour pouvoir estimer le développement de réserves d'eau potable supplémentaires

en Tunisie centrale. Elles sont les suivantes:

(1) la distance d'accès aux points d'eau
(2) le nombre de bénéficiaires
(3) la quantité d'eau produite
(4) le coût de la production
(5) la qualité de l'eau produite

Seul le cinquième point--la qualité de l'eau produite--doit être considéré dans un sens relatif, semiqualitatif. Il ne serait guère raisonnable d'adopter des critères rigides concernant la salinité. De plus, les conditions sanitaires de la réserve dépendent en partie de l'architecture et en partie du fonctionnement et de l'entretien des installations d'alimentation en eau. On ne peut guère faire plus que de tenter d'avoir un taux de salinité d'eau de moins de 2,5g/litre et de demander un équipement conçu pour protéger le système de la contamination de surface s'il est utilisé et entretenu correctement.

Il y a ainsi quatre considérations principales associées au développement de chaque projet d'alimentation en eau potable, à comparer avec d'autres projets d'alimentation en eau potable concurrentiels. Voici une brève discussion de l'importance de chaque élément:

1. Distance d'Accès à un Point d'Eau

Presque tous les projets d'eau potable réduiront la distance à parcourir pour une partie de la population rurale. Cette mesure de distance, si elle est utilisée correctement, tend à démontrer la réduction de la distance d'accès à un point d'eau et à montrer la région qui sera généralement desservie par les nouveaux points d'eau. Nous suggérons que la distance soit calculée comme suit:

(a) Le point d'eau proposé est repéré sur une carte à l'échelle au 1:50.000 ou 1:20.000.

(b) On repère les points d'eau existants et fiables d'après l'étude sur place et on les situe sur la carte. On relie par des traits le point d'eau proposé et ceux qui existent déjà.

(c) On mesure sur la carte les distances qui séparent les points d'eau les plus proches dans tous les quadrants et on les divise par deux au moyen d'un trait perpendiculaire aux traits qui relient les points d'eau.

(d) Les traits perpendiculaires formeront un polygone si on les prolonge pour qu'ils se recoupent et définiront approximativement la région qui serait desservie par le point d'eau proposé. On peut choisir de tracer d'autres traits, montrant les limitations d'accès au point d'eau proposé, là où les conditions de terrain le demandent.

(e) La distance moyenne entre le point d'eau proposé et les points d'eau existants peut alors être déterminée:

$$\text{distance moyenne} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + \ldots D_n}{n}$$

L'approche ci-dessus est appropriée pour un point d'eau unique ou un point d'eau avec des installations d'alimentation comme des canalisations ou des fontaines. La Figure 1 illustre l'approche dans deux cas.

2. Nombre de Bénéficiaires

En se basant sur la technique qui vient d'être expliquée pour déterminer la distance moyenne, on a déterminé approximativement une zone d'influence pour l'installation d'alimentation en eau proposée. On peut arriver à une estimation de la population au moyen de l'enquête sur place qui a été recommandée.

3. Quantité d'Eau Produite

Une estimation du débit du système de production d'eau est importante dans une région qui manque d'eau. Le débit d'eau déterminera en dernière ressort si l'eau ne peut être utilisée que dans des buts de consommation limités ou si elle peut être utilisée pour les animaux et pour une irrigation partielle. Cet élément de mesure est inclus comme critère pour permettre une estimation technique et hydrogéologique efficace. De plus, lorsque ce paramètre sera combiné à celui du prix de revient, cela stimulera l'effort d'adaptation du niveau technologique aux possibilités hydrogéologiques de l'eau. Ce paramètre ne peut être estimé que d'après les conditions hydrogéologiques, les données locales, l'expérience de l'utilisation de systèmes similaires et la technologie adoptée.

4. Coût

Etant donné les crédits limités, le critère déterminant est le coût par unité de production. Si le coût de l'installation proposée est comparé aux considérations citées plus haut, le nombre de bénéficiaires, la réduction de la distance d'accès, et l'accroissement de la réserve d'eau totale y sont inclus.

Les quatre paramètres importants du projet peuvent se traduire quantitativement en une formule quantitative à utiliser pour comparer les projets:

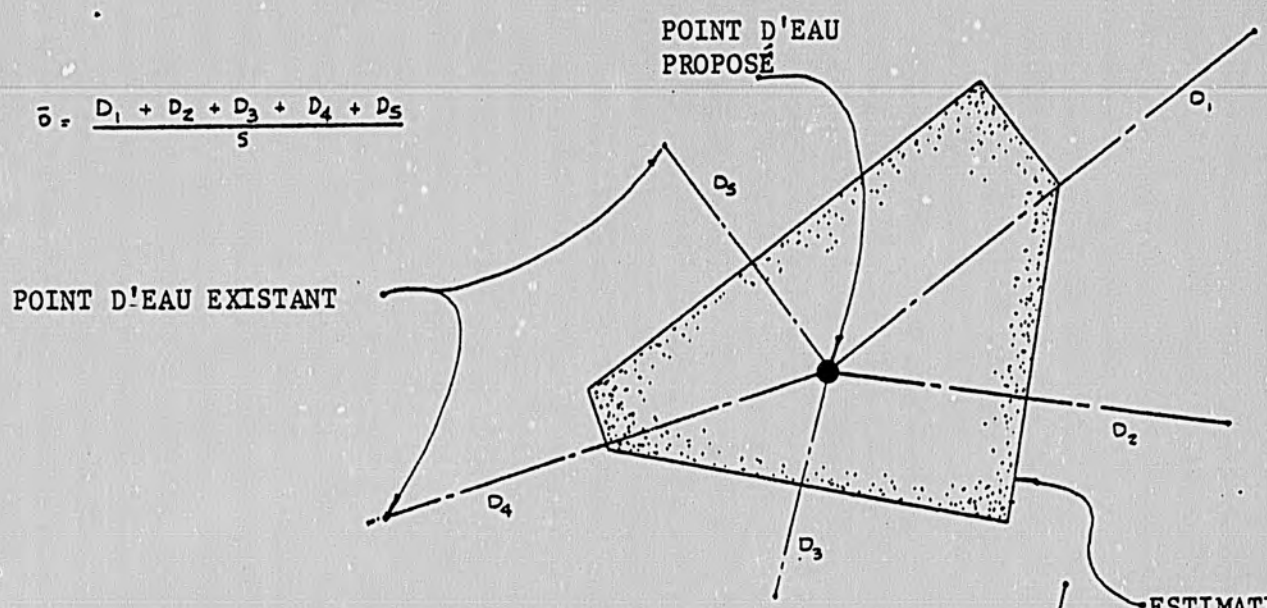
$$E = \frac{C}{\bar{D}\,N\,Y}$$

E est un index relatif utilisé pour classifier chaque projet proposé. $\bar{D}$ est la distance moyenne d'accès aux points d'eau les plus proches. N est le nombre de bénéficiaires dans la région d'influence ainsi que nous l'avons

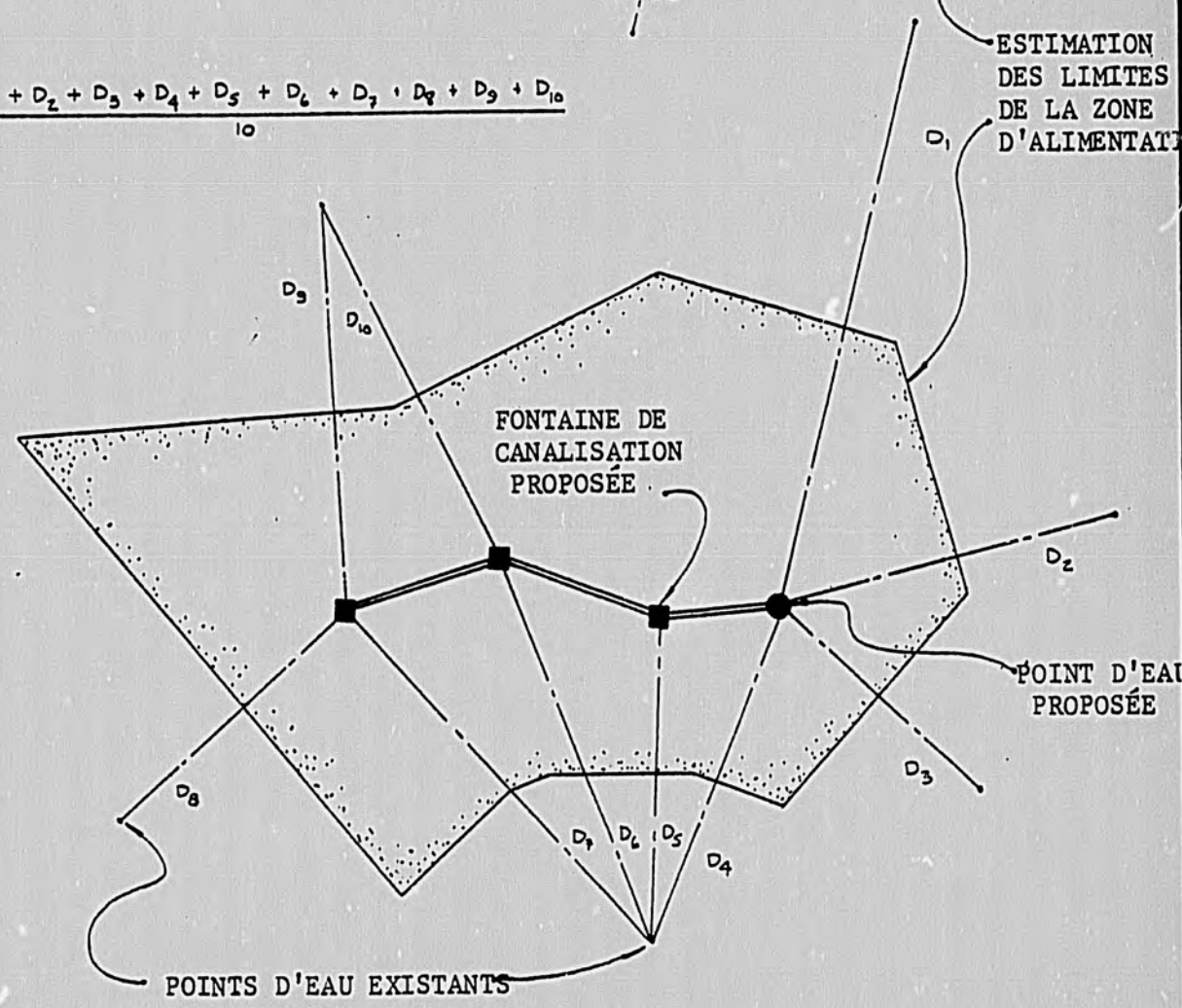
FIGURE VII-1

MÉTHODE POUR CALCULER LA DISTANCE MOYENNE
ENTRE POINTS D'EAU PROPOSÉS ET EXISTANTS

$$\bar{D} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5}{5}$$



$$\bar{D} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 + D_6 + D_7 + D_8 + D_9 + D_{10}}{10}$$



défini. Y est l'estimation du débit de l'installation et C est le coût de la construction. La formule a été conçue de façon à ce que les paramètres de distance et de débit s'équilibrent à peu près, tandis le nombre de bénéficiaires est plus grand en importance relative par rapport à la valeur numérique de E. On trouvera un peu plus loin quelques exemples pour illustrer l'application de cette formule à des projets hypothétiques.

Au Tableau VII-5, on peut voir en comparant le classement par formule avec le classement coût/bénéficiaire que les résultats obtenus sont différents si l'on fait entrer en jeu des éléments autres que le coût par bénéficiaire. Les projets Nos. 2 et 3 viennent en premier dans le classement coût/bénéficiaire mais viennent en quatrième et en deuxième, respectivement, dans le classement par formule. Le projet No. 1, qui semble venir considérablement en tête dans le classement par formule, apparaît loin derrière en seconde position dans le classement par coût. Un aspect important qui semble apparaître dans le classement par formule est que les projets de haute technologie et plus coûteux produisant de plus grands débits d'eau sont généralement préférables dans les régions où ils sont hydrogéologiquement faisables et où ils peuvent desservir le plus grand nombre possible de gens. Les projets meilleur marché de faible débit, tels qu'un puits creusé près de puits déjà existants (Projet No. 2), peuvent paraître de très bons projets du point de vue du coût et être mal classés dans le classement par formule si le débit est faible et les distances courtes. L'utilisation de cette formule à long terme devrait permettre de calculer le coefficient d'importance de chaque facteur, rendant ainsi la formule plus exacte.

Pour résumer, l'approche par formule semble pratique. Elle fournit un moyen de mesurer relativement certains paramètres du plus grand intérêt. Quand ces paramètres sont étudiés séparément, il est difficile de juger objectivement le nombre de bénéficiaires, le débit du système et la réduction de distance en comparaison avec le prix de revient total.

L'approche par formule est bien loin d'être parfaite. La question demeure d'attribuer des coefficients d'importance corrects aux trois variables. Les coefficients adoptés sont un compromis là où le nombre de bénéficiaires desservis est 10 à 100 fois plus important que la réduction de distance ou que le débit à la source. Néanmoins la réduction de distance et le débit combinés varient d'un coefficient à peu près égal à un coefficient cent fois plus petit que le nombre de bénéficiaires. La formule permet de manier aisément les projets qui comprennent un système de canalisation et de fontaines. Dans les régions qui manquent d'eau, où l'on se déplace à pied ou à dos d'animal--et où l'eau doit être transportée au prix d'une grande dépense physique ou d'un coût de transport élevé--cela semble un coefficient réaliste.

Nous recommandons cette formule comme procédure de classement initial, et nous recommandons de vérifier soigneusement la validité du système présenté en l'appliquant à un projet effectivement proposé. On peut aisément modifier les estimations avec les coefficients ou les exposants. Dans une deuxième phase, tous les autres aspects abordés devraient être étudiés plus en détail.

TABLEAU VII-5

Comparaison des Approches par Formule et par Coût/Bénéficiaire

				Classement par Formule	Classement par Coût	
Projet No. 1	1000 = N 10 km = $\overline{D}$ 20 l/s = Y 100,000 TD = C	$E = \frac{100,000}{10(1000)20} = \frac{.5\ DT}{km.ben.l/s}$		No. 1	$\frac{100\ DT}{b}$	(No. 2)
Projet No. 2	200 = N 3 km = $\overline{D}$ 1 l/s = Y 5000 = C	$E = \frac{5000}{3(200)1} = \frac{8.3\ DT}{km.ben.l/s}$		No. 4	$\frac{25\ DT}{b}$	(No. 1)
Projet No. 3	1000 = N 3 km = $\overline{D}$ 5 l/s = Y 25,000 TD = C	$E = \frac{25,000}{3(1000)5} = \frac{1.7\ DT}{km.ben.l/s}$		No. 2	$\frac{25\ DT}{b}$	(No. 1)
Projet No. 4	200 = N 6 km = $\overline{D}$ 30 l/s = Y 100,000 TD = C	$E = \frac{100,000}{6(200)30} = \frac{2.8\ DT}{km.ben.l/s}$		No. 3	$\frac{500\ DT}{b}$	(No. 3)

I. ALIMENTATION EN EAU DANS LES RÉGIONS PROBLÉMATIQUES

On peut anticiper que l'on trouvera certaines zones où les ressources en eau sont particulièrement limitées à cause des problèmes de qualité de la nappe d'eau souterraine, de la grande profondeur des nappes, de l'absence apparente de nappe aquifère, ou d'une combinaison de ces facteurs. Dans de telles situations, il est vraisemblable que les projets proposés seront extrêmement onéreux étant donné la nécessité d'un long réseau de canalisations et de puits éloignés de la zone d'utilisation de l'eau. Nous pensons que deux critères sont à observer:

(1) S'il y a des possibilités hydrogéologiques non explorées dans ces zones, il faut procéder à des tests de forage et à des études de reconnaissance hydrogéologiques si les projets d'eau potable proposés sont de l'ordre de 200.000 DT. Il serait raisonnable d'allouer 20% du financement des projets proposés à des tests de forage et à des études validant le projet.

(2) S'il n'existe pas de possibilités hydrogéologiques non explorées dans la région et si le projet coûte plus de 200.000 DT, il semble qu'une approche raisonnable serait la suivante: développer la source la plus proche qui ait un débit convenable, ce qui minimiserait la longueur des canalisations nécessaires.

J. CARTES DES POINTS D'EAU ET DE LA QUALITÉ DE L'EAU

L'agence de planification a besoin de préparer deux sortes de cartes pour avoir une vue d'ensemble de la situation de l'eau potable. La première catégorie indiquera l'emplacement et les caractéristiques des points d'eau existants. La seconde catégorie indiquera une estimation de la qualité de l'eau et la profondeur de la nappe souterraine. Ces cartes sont décrites dans les deux sections qui suivent.

1. Relevé des Points d'Eau Existants

Des cartes devraient être préparées qui montrent la région d'étude dans son ensemble, et qui indiquent où se trouvent tous les points d'eau existants ou proposés. Une échelle commode sera de l'ordre de 1:50.000. Tous les points d'eau inventoriés devraient y apparaître: publics et privés, en profondeur ou de surface, puits ou sources. Ces cartes devraient également montrer les systèmes d'irrigation existants ou proposés afin que les systèmes d'eau potable ne soient pas reproduits dans une même région. On peut obtenir la plus grande partie de ces informations dans les bureaux régionaux de la DRES et/ou du Génie Rural. Là où l'eau est distribuée par canalisation, il faut montrer l'extension approximative du réseau. La carte devrait indiquer les délimitations des secteurs et des déléga-

gations. Chaque puits devrait être indiqué avec le code suivant pour montrer les caractéristiques du puits:

1ère Lettre (Type de puits)		2ème Lettre (Equipement)		3ème Lettre (Type de Propriété)	
S	Source Naturelle	N	Aucun	G	Public
C	Creusé	H	Pompe Manuelle	P	Privé
F	Foré	M	Pompe à Moteur		

1er Numéro	2ème Numéro
Nombre de mois d'approvisionnement incertain	Taux de salinité

Par exemple: C-M-G 6-9 2.5 = Puits creusé, équipé d'une pompe à moteur et appartenant à l'état (public); approvisionnement incertain de juin (6) à septembre (9); 2.5 g/litre de taux de salinité. Les informations sur la carte devraient pouvoir être effacées afin d'être mises à jour périodiquement. La carte idéale serait sur un matériau facile à reproduire.

2. Carte de Qualité de l'Eau

On devrait préparer des cartes de la région dans son ensemble montrant la qualité de la nappe aquifère profonde ou de surface et la profondeur de la nappe de surface. Comme pour la carte des points d'eau existants, les cartes de qualité de l'eau devraient être à l'échelle au 1:50.000 et il faudrait probablement faire une carte pour chaque délégation. La méthode de présentation utilisée par le bureau de la DRES à Kasserine est satisfaisante (couleurs unies pour les nappes de surface, lignes colorées pour les nappes de profondeur, avec indication de débit faible ou abondant). Les puits existants et les sources devraient être indiqués sur cette carte ainsi que la profondeur de la nappe statique pour chaque puits. Le taux d'écoulement et les travaux de réparations devraient aussi être montrés.

D'après ces cartes, l'ODTC pourra estimer la qualité probable de l'eau de tout puits proposé et juger si des puits de surface sont possibles. Les cartes indiqueraient également les régions pour lesquelles on a pas ou peu d'informations.

La plupart des informations nécessaires pour préparer ces cartes sont déjà accessibles et devraient pouvoir être indiquées facilement sur les cartes comme il a été recommandé.

K. PROCESSUS D'ÉVALUATION DES PROJETS

Les informations concernant chaque projet devraient être présentées sur le formulaire montré au Tableau VII-6, à la page 76.

Le projet devrait être décrit suffisamment en détail pour qu'une estimation approximative du prix de revient puisse être faite. Le Tableau VI-2 peut être utilisé comme exemple du degré approximatif de détail nécessaire.

Le nombre de personnes à desservir est donné et le coût par bénéficiaire est calculé. La région à desservir sera délimitée sur une photocopie d'une carte au 1:50.000 et la population à desservir sera estimée d'après l'enquête sur le terrain. En notant l'emplacement d'autres points d'eau de qualité acceptable, on pourra estimer si la région peut être raisonnablement desservie. L'analyse des besoins indiquera si beaucoup d'habitants de la région disposent de sources d'eau de remplacement et pourra indiquer que certains points d'eau privés devraient être utilisés comme source d'alimentation publique. Au bas du formulaire un espace est réservé pour que l'ODTC indique sa décision sur le projet proposé.

Nous recommandons que l'ODTC obtienne des propositions de projets du Génie Rural, du SONEDE et de CARE. Les formulaires d'évaluation devraient être distribués à ces organisations et discutés avec elles. Pour tester les formulaires et les procédures d'estimation, on pourrait demander au Génie Rural d'utiliser les formulaires avec certains de ses projets en attente. Cela devrait permettre de modifier les formulaires à bon escient.

L'ODTC devrait passer en revue les projets proposés et, quand c'est nécessaire, demander des renseignements supplémentaires ou une clarification. Toutes les propositions devraient ensuite être compilées en une liste unique et classifiées selon l'index d'estimation (E) ou selon le coût/bénéficiaire. On devrait aussi ajouter à la liste:

- Coût par bénéficiaire
- Nombre de personnes desservies
- Distance d'accès moyenne au point d'eau le plus proche
- Estimation du débit de la source, si une nouvelle source est proposée
- Qualité
- Remarques

On devrait tenter de sélectionner les projets qui se prêtent le mieux à une mise en service. Le classement par coût et/ou par formule E devraient permettre d'isoler deux catégories de projets--ceux qui devraient être approuvés et les autres. Il est difficile d'arriver à une décision en passant simplement en revue la liste ci-dessus et on pourrait préparer des listes séparées classifiant les projets par ordre selon les critères de la liste, c'est-à-dire la distance d'accès au point d'eau le plus proche, la population desservie, etc. On peut présumer que les projets qui sont dans les premiers sur toutes les listes seraient les meilleurs projets.

Si le premier lot de projets proposés semble raisonnable, l'agence de planification pourrait approuver la réalisation d'un tiers à la moitié des projets restants, et demander que des projets supplémentaires soient proposés. Nous recommandons d'obtenir deux à trois fois plus de projets qu'on ne peut financer afin d'assurer une qualité raisonnable des projets approuvés. On peu garder en réserve les projets qui ne sont pas sélectionnés et qui pourront être reconsidérés dans le futur.

Il faut noter que seuls les tous premiers stades de l'analyse technique sont nécessaires pour remplir le formulaire. C'est seulement une fois que le projet sera approuvé qu'une étude technique plus approfondie serait faite. L'ODTC devrait passer en revue les plans d'analyse technique pour s'assurer qu'il n'y a pas eu de modifications majeures.

L. ÉTABLISSEMENT DES OBJECTIFS ET CONTRÔLE DU PROGRAMME

L'ODTC devrait fixer des dates limites pour:

(1) Avoir terminé le rapport sur les points d'eau et l'inventaire des besoins

(2) Avoir reçu une première série de propositions de projets

(3) Avoir pris connaissance du premier lot de projets.

Plus tard, il faudra établir des dates limites pour une série supplémentaire de projets et pour la réalisation. Il serait bon de conserver un document indiquant le standing des projets proposés.

Des résumés devraient être préparés de temps en temps indiquant le nombre de projets proposés approuvés, refusés, en attente, en chantier, et terminés. Le nombre du personnel et le prix net des projets de chaque catégorie devraient être inclus.

Une étude devrait être faite régulièrement pour voir si les premières estimations de prix correspondent à peu près au coût réel.

Il est recommandé de procéder à une inspection des projets terminés environ six mois après qu'ils sont finis, puis un an après, et de conserver un dossier sur l'état du complexe, l'apparence du degré d'utilisation et l'apparence de succès. Il se peut que l'étude de ces rapports révèle le besoin d'un raffinement de la technique d'estimation et de sélection du projet ou du mode de fonctionnement et d'entretien des projets lorsqu'ils ont été construits.

Nous insistons sur le fait que la procédure d'estimation et de sélection devrait être flexible. A mesure que l'on se familiarise avec le système, on ne devrait pas hésiter à le modifier pour qu'il réponde mieux aux besoins découverts.

TABLEAU VII-6

Proposition de Projet d'Eau Potable

Nom du projet: _____ Numéro du projet: _____

Gouvernorat: _____ Délégation: _____

Secteur: _____

Description du projet:
Eléments majeurs (Source, Canalisation Principale, Réservoir, Installations d'Alimentation, etc.)

Estimation du Coût

1.
2.
3.
4.
5. Divers _____

TOTAL

Autre Description:

Nombre de personnes à desservir: _____ Nombre d'Animaux: _____

Comment ces estimations ont-elles été faites? _____

COÛT/BENEFICIAIRE: _____ DT/personne

Région approximative à desservir: _____ km^2
(Joindre un croquis ou une photocopie d'une carte au 1:50.000 montrant la région à desservir.)

Population du secteur en 1975: _____ Superficie du secteur: _____

Nombre d'habitants calculé d'après la densité moyenne de population:

_____ x _____ km^2 dans la région à desservir = _____

TABLEAU VII-6 (Suite)

Nombre de points d'eau publics, fiables, et de bonne qualité dans le secteur (l'emplacement de ces points devrait être indiqué sur le plan de la zone d'utilisation):

Nom du Point d'Eau	Emplacement (Coordonnées de la Carte)	Distance depuis la nouvelle source proposée (s'il y en a une)	Distance depuis le centre de la région	Débit	Salinité (g/l)
1.					
2.					
3.					
4.					

Estimation de la qualité de l'eau pour la source proposée:

Salinité _____g/l Chlorides _____g/l

Nom de l'ommda: _____

A-t-on contacté l'ommda? _____oui _____ non

Observations de l'ommda:

Pour les nouvelles sources proposées:

Estimation du débit: _____ lph x _____ heures de service par jour = _____ lpd

Coût pour 1.000 lpd: _____

Quelles autres alternatives ont été envisagées pour desservir cette zone?

Y a-t-il un projet d'irrigation dans les environs? _____ En est-il de prévu? _____ Existe-t-il un potentiel pour l'irrigation? _____

Si la nouvelle source proposée est un puits en profondeur, expliquez pourquoi un puits de surface n'a pas été proposé.

TABLEAU VII-6 (Suite)

Si le projet proposé comprend plus de 3 km de canalisation principale, expliquez pourquoi la source n'a pu être construite plus près de la zone d'utilisation.

Est-ce qu'une étude de population et de repérage de points d'eau du site a été réalisée?

Par qui? Nom _____
Organisation _____
Date _____

Personne à contacter pour un supplément d'informations:

Nom _____
Organisation _____
Date _____

Soumis par:

Nom _____
Organisation _____
Date _____

TABLEAU VII-6 (Suite)

Nom du Projet: _____ Numéro du Projet: _____

A REMPLIR PAR L'AGENCE DE PLANIFICATION UNIQUEMENT:

Approuvé pour la mise en service: _____ Non approuvé: _____

Observations: Classement du projet par l'ODTC, et valeur à l'index
Observations sur d'autres critères, tels que l'investissement du secteur, autres projets apparentés, etc.

Indiquer si nécessaire la portion de nouveaux puits en profondeur à financer comme projet d'eau potable:

Indiquer si nécessaire la portion de canalisations principales à financer par le projet d'eau potable:

Nom: _____
Date: _____

Joindre:

(1) Carte de l'enquête sur place avec tous points d'eau.
(2) Données de l'enquête des besoins en eau (si complétées pour secteurs).

VIII. CONCLUSIONS ET LE PROGRAMME RECOMMANDÉ

A. CONCLUSIONS

A la suite de discussions avec de nombreux individus dans leurs agences respectives, après avoir étudié les documents disponibles, après une mission de reconnaissance sur place, et d'après notre expérience antérieure, nous sommes arrivés aux conclusions suivantes pour le sous-projet concernant l'eau potable en Tunisie centrale:

1. Réserves d'Eau Existantes

La situation des réserves d'eau existantes est relativement claire. Il existe des inventaires des points d'eau existants et des cartes montrant leur emplacement pour la plus grande partie de la Tunisie centrale.

2. Analyse des Besoins

Il n'existe pas d'inventaire des besoins en eau potable de la population, ni d'inventaire des projets nécessaires, bien qu'il y ait plusieurs listes de projets proposés. Les deux cartes décrites au chapitre VII devraient donner une idée générale des zones de besoin. Quelques informations supplémentaires seront disponibles grâce à l'effort de schématisation du plan réalisé par l'ODTC et l'Université du Wisconsin, grâce au questionnaire de l'Université Cornell, et grâce aux efforts des Affaires Foncières. Un inventaire des besoins en eau, soigneusement préparé, est nécessaire. La préparation d'un tel inventaire devrait prendre un certain temps, mais l'ODTC devrait coordonner et initier ce projet aussitôt que possible. En même temps, il faudrait activer le processus de sélection des projets. La sélection et la réalisation de certains projets pourraient commencer avant que soient connus les résultats de l'analyse des besoins. L'emplacement des projets d'irrigation à venir devrait aussi être décidé aussitôt que possible. Puisque les systèmes d'irrigation peuvent fournir de l'eau potable à bas prix, il n'est pas nécessaire de construire des systèmes d'alimentation en eau potable séparés là où il y aura des projets d'irrigation.

Si les sous-projets concernant l'eau potable doivent être initiés rapidement, il faudra les commencer sans inventaire des besoins. Commencer le développement avec l'information disponible est l'essence de la théorie du plan schématique qui est suivie en Tunisie centrale.

Bien que des projets valables puissent être sélectionnés et réalisés, il sera difficile de déterminer si ces projets sont les projets essentiels ou si d'autres projets supplémentaires seront nécessaires. Au fur et à mesure du progrès des analyses des nappes profondes, il pourra y avoir des variations dans l'emplacement et le type de développement des projets d'eau potable. Plusieurs stratégies seront probablement nécessaires selon les zones et éventuellement une approche systématique et compréhensive pour la Tunisie centrale devrait se faire jour.

3. Le Besoin de Vitesse

Nous avons l'impression qu'au moins pour le premier stade du sous-projet, il faudrait agir rapidement pour établir et maintenir des programmes d'action utiles afin de démontrer l'utilité et l'élan de l'effort de planification et de développement en Tunisie centrale.

4. Estimations de la Population Desservie

La distribution exacte de la population pour les zones plus petites qu'un secteur--la plus petite division administrative répertoriée au recensement de 1975--n'est pas disponible pour l'analyse ou l'évaluation d'un projet selon le site. Il est désirable de calculer le nombre de gens qui seraient

touchés par les projets proposés afin de calculer des taux coût/bénéficiaire réalistes de façon exacte et afin de faciliter l'application des procédures de sélection des projets. La plupart des projets antérieurs ont été basés sur les estimations fournies par les ommdas. Au moins dans certains cas, la population desservie semble avoir été considérablement surestimée. Les travaux déjà commencés par l'ODTC et l'Université du Wisconsin--spécialement en ce qui concerne la densité de la population, l'occupation foncière, et la sociologie--par l'Université Cornell, les Affaires Foncières, et autres, devraient inclure non seulement des informations supplémentaires sur le site et le nombre des habitants, mais aussi leurs habitudes d'utilisation de l'eau, comment ils obtiennent l'eau, comment ils l'utilisent, etc.

5. Hydrogéologie

Beaucoup d'informations sont disponibles sur la quantité et la qualité des nappes profondes dans la région. Environ la moitié de la région a été étudiée en détail. La DRES a un personnel technique qualifié pour les questions hydrogéologiques. Cependant, la DRES a surtout procédé à des études sur les nappes profondes de grande taille et sur les puits à forte capacité pour l'irrigation et les réserves municipales. Ces puits sont généralement trop coûteux pour de petites réserves d'eau potable pour des populations dispersées. La coopération et l'interaction de la DRES et de l'ODTC sont absolument nécessaires pour que réussisse le développement de l'alimentation en eau potable pour les populations rurales dispersées. La DRES doit adopter des programmes d'investigation en dehors des zones de nappes de haute qualité et l'ODTC doit décider des objectifs de ces programmes.

6. Contrôle du Prix de Revient et Analyse des Alternatives

Il nous semble que l'emplacement des puits a été choisi sans avoir suffisamment considéré les alternatives et sans avoir étudié l'impact du choix d'un site sur les prix de revient des projets. Puisque les puits de grande taille sont coûteux, la DRES sélectionne peut-être les sites pour minimiser le risque de ne pas trouver d'eau et pour maximiser les débits. Ces objectifs sont peut-être raisonnables pour la DRES, mais ils ne minimisent pas toujours le prix de revient des systèmes d'eau potable. Au chapitre VII nous suggérons une méthode pour des analyses hydrogéologiques pilotes lorsque le coût du projet proposé atteint un certain palier.

La sélection de projets inadéquats semble avoir été causée autant par des faiblesses dans les processus de sollicitation, d'évaluation et de sélection des projets que par des problèmes de critères. En particulier, il semble qu'il y ait eu des problèmes quand un seul projet a été proposé avec l'idée que "c'est ça ou rien" et quand des solutions de remplacement n'ont pas été prises en considération.

7. Capacité de Forage des Puits

La Régie des Sondages a la capacité de construire des puits à fort débit en utilisant la méthode rotary, mais il semble qu'on attache peu d'importance à la vitesse et à la réduction du coût nécessaires pour forer des réserves d'eau potable. Pour le moment, la Régie des Sondages n'a à sa disposition qu'un équipement limité pour forer des puits profonds de petit diamètre. On pourrait réduire de façon significative le prix de revient de petites réserves d'eau en introduisant l'utilisation de l'équipement rotary et à battage tout en construisant des puits d'alimentation en eau moins coûteux et de moindre débit.

8. Technologie Avancée

La technologie avancée pour le développement de l'eau, c'est à dire des puits à fort débit et des pompes à moteur, est bien utilisée dans la région. L'équipement de pompage semble bien entretenu et on dit que les réparations sont faites rapidement quand c'est nécessaire. Des techniciens responsables sont disponibles même en zones rurales. Cela indique qu'il serait possible de continuer à utiliser la technologie avancée.

9. Technologie de Remplacement

La technologie de remplacement--c'est à dire pompes à main, puits peu profonds, et entretien des puits creusés et autres installations à petite échelle--a rarement été essayée par les agences tunisiennes et/ou bien n'a pas particulièrement réussi. En particulier, les programmes utilisant les pompes à main semblent avoir eu peu de succès. Les organisations gouvernementales qui s'occupent de l'eau semblent être peu intéressées et même quelque peu opposées aux technologies de remplacement. Ces alternatives ont amené une mauvaise qualité sanitaire. Une technologie plus avancée, en particulier l'utilisation de pompes à moteur au lieu de pompes à main pour les puits creusés, amène une plus grande qualité sanitaire de la réserve et apparemment une plus grande sécurité.

10. Santé

Des faits élémentaires concernant les maladies transportées par l'eau ne sont pas bien compris par la population rurale. Les organisations gouvernementales responsables ne semblent pas y attacher beaucoup d'importance. Afin de tirer le bénéfice maximum de l'amélioration des réserves d'eau potable, il faut des programmes d'éducation sanitaire. De tels programmes s'harmoniseront mieux avec des sous-projets de type éducatifs qu'avec le sous-projet d'eau potable à orientation technique. L'ODTC devrait contrôler la conception et la coordination de ces programmes pour qu'ils complètent le sous-projet concernant l'eau potable.

11. Organisation

L'ODTC est capable d'évaluer et de coordonner la construction d'installations d'alimentation en eau potable conformément au sous-projet en ajoutant quelques personnes à son personnel. L'ODTC est très bien placé pour coordonner et réaliser des analyses de besoins de la population, et des analyses de besoin en eau. Au départ, les projets devraient être proposés par d'autres organisations et soumis à l'évaluation et à la sélection de l'ODTC. Beaucoup des projets proposés devraient provenir du Génie Rural. SONEDE est une source de projets pour les plus grandes villes. CARE-Medico et d'autres organisations peuvent proposer des techniques élémentaires ou avancées et des projets pilotes.

Il n'est pas recommandé d'établir une autre organisation pour gérer la conception et la construction des projets proposés dans le sous-projet d'eau potable. Les organisations gouvernementales existantes sont suffisamment conpétentes et expérimentées. Il serait difficile pour une nouvelle organisation d'attirer du personnel compétent et le processus amenerait certainement des retards.

12. Evaluation du Projet et Problèmes de Sélection

Il sera difficile d'évaluer et de sélectionner les projets, à cause du grand nombre de projets sur une petite échelle, à cause de la variation dans les conditions hydrogéologiques, et à cause de la nature dispersée de la population. Une évaluation technique préliminaire de chaque proposition serait idéale, mais à cause de la petite taille des projets, une évaluation technique complète n'est probablement pas pratique. Les taux coût/bénéficiaire ne sont pas suffisamment éloquents par eux-mêmes pour être utilisés comme seuls critères. Les six considérations essentielles sont les suivantes: (1) prix de revient, (2) nombre de bénéficiaires, (3) distance, (4) débit, (5) qualité de l'eau, et (6) dépendabilité du service. Une méthode a été suggérée pour classifier les projets selon une approche quantitative incorporant tous les éléments sauf la qualité. Des critères en plus du taux coût/bénéficiaire et de la classification devraient être utilisés dans l'évaluation et la sélection des projets.

13. Effort Communautaire

La réponse à la question de savoir si des communautés pourraient de façon autonome construire et entretenir des installations a été complètement négative. Les représentants des agences sont opposés à cette alternative à cause du manque d'esprit communautaire et du sentiment de méfiance vis à vis du gouvernement de la part des populations rurales dispersées. On a besoin d'informations supplémentaires sur les efforts antérieurs, sur les types de techniques utilisées, sur les organisations et sur l'opinion publique. Des programmes autonomes ne seront peut-être possibles que pour des petites communautés et seulement si un accord éventuel est réalisé.

B. LE PROGRAMME RECOMMANDÉ

Des critères et des procédures à utiliser dans l'évaluation et la sélection de projets spécifiques ont été spécifiés au chapitre VII. On y trouve aussi les formulaires et les procédures d'évaluation et de sélection qui ont été recommandées.

Le programme recommandé comprend:

1. Installation d'une Equipe à l'ODTC pour l'Evaluation et la Sélection

Une Section sur l'Eau Potable (SEP) devrait être établie à l'ODTC pour coordonner et exécuter toutes les activités de l'ODTC concernant le sous-projet sur l'eau potable. La conception et la construction du projet devraient être réalisées par les organisations qui participent déjà à ces activités--c'est à dire le Génie Rural, SONEDE et/ou CARE. La Section sur l'Eau Potable devrait être dirigée par un administrateur efficace, tel que M. Derbali. Elle devrait inclure environ quatre personnes au départ. Une ou deux de ces personnes pourraient faire partie de l'équipe actuelle de planificateurs de l'ODTC. Les deux autres personnes pourraient être un hydrogéologue et un ingénieur spécialiste de l'alimentation en eau. Un consultant étranger, de préférence un hydrogéologue ou un ingénieur expérimenté dans l'établissement de systèmes d'alimentation à petite échelle, pourrait être consulté au moins pendant la première tranche initiale de sélection des projets. Une perspective nouvelle est nécessaire pour la réalisation de différents processus et de différentes techniques et pour minimiser les partis pris de l'organisation.

Les deux premières tâches de l'équipe consisteront à initier une analyse exhaustive des besoins et à sélectionner certains projets dont la réalisation immédiate sera basée sur les nouveaux principes.

2. Sollicitation des Projets Proposés

Des propositions de projets devraient être sollicitées du Génie Rural, de la SONEDE et de CARE. Les membres de la Section sur l'Eau Potable pourraient rencontrer le personnel de ces trois organisations et discuter:

(a) L'information à présenter et les formulaires à utiliser. Puisqu'il va s'agir d'un grand nombre de projets, il est essentiel que les propositions soient soumises selon un format standard pour qu'elles soient évaluées rapidement et équitablement. Il faudrait expliquer la méthode d'évaluation et de sélection des critères pour que les projets proposés soient ceux qui ont une bonne chance d'être sélectionnés.

(b) Le rapport entre ces trois organisations initiatrices. La SONEDE soumettrait probablement des propositions pour des villages et des villes de plus de 500 personnes. Dans

beaucoup de cas, la SONEDE a déjà un système en vigueur et les projets proposés seront seulement des extensions ou des améliorations des systèmes existants. La division des responsabilités entre CARE et le Génie Rural est moins claire. En général, CARE suggère des projets à petite échelle nécessitant l'utilisation de techniques de remplacement.

Ce système d'organisation des projets proposés devrait permettre la réalisation rapide de plusieurs projets concernant l'eau potable. Le Génie Rural et son personnel sont déjà activement engagés dans l'élaboration et la construction de projets d'eau potable. Cette agence peut donc intervenir immédiatement dans le sous-projet. Les besoins supplémentaires de l'ODTC en personnel sont minimes. Le type de projets recommandés--puits creusés, pompes à moteur et réservoirs--sont bien compris et approuvés avec enthousiasme par tous. Les critères et les procédures suggérés au chapitre VII permettront l'évaluation rapide des projets et permettront d'éviter la sélection de projets inadéquats. Cette partie du programme recommandé utilise au maximum les capacités des organisations existantes et devrait donc être facilement applicable.

3. Techniques Alternatives de Forage

Nous recommandons qu'USAID considère l'utilisation de techniques de remplacement pour forer des puits peu profonds de petit diamètre. Il faudrait libérer des fonds pour l'achat et l'installation d'une machine rotary ou à battage. On pourrait utiliser la machine à battage de la Régie des Sondages. S'il est poursuivi, le programme devrait inclure les services d'un foreur étranger expérimenté. L'objectif serait de présenter des techniques de forage qui permettent d'installer un grand nombre de puits rapidement et à un prix beaucoup plus avantageux qu'il n'est possible à l'heure actuelle.

Nous recommandons que les discussions avec la Régie des Sondages, CARE et l'Equipement Hydraulique soient poursuivies pour assurer leur participation à un programme pilote de forage de puits peu profonds et le soutien potentiel d'un tel programme. Une visite aux Etats-Unis pour observer des opérations de forage à bas prix ainsi que des techniques de transport pourrait être utile. Il faudrait sélectionner des représentants de la DRES, de la Régie des Sondages, de la SONEDE et du Génie Rural, qui ont suffisamment d'influence pour introduire de nouvelles techniques et qui peuvent agir sur place pour assurer la mise en service.

Il s'agit là d'une portion pilote du programme recommandé et d'autres discussions et négotiations seront nécessaires. Cette partie ne sera pas aussi facilement applicable que le programme recommandé ci-dessus dans la Section 2.

4. Techniques Préliminaires et Techniques de Remplacement

Nous recommandons que CARE ou d'autres agences soient chargées de proposer un programme destiné à poursuivre les expériences utilisant les techniques de remplacement, plus économiques que celles qui sont utilisées à l'heure actuelle dans la région. Ces techniques pourraient inclure les éléments suivants:

(a) Forage de puits peu profonds à petit diamètre comme prévu ci-dessus dans la Section 3.

(b) Techniques pour améliorer le débit ou réduire le prix de revient des puits creusés; par exemple, utilisation de tarières, d'otis, de collecteurs, de machines à battage, etc.

(c) Utilisation de pompes à main, spécialement pour les puits forés. Cela serait en quelque sorte une continuation des projets antérieurs où on installait des pompes à main sur les puits creusés. Les résultats de ces tentatives antérieures n'ont pas été très bons. Ce projet devrait donc utiliser des pompes à main de meilleure qualité sur les puits forés pour déterminer si on peut conserver de l'eau de bonne qualité sanitaire à ces installations.

(d) Autres techniques valables--moulins à vent, utilisation de canalisations économiques en plastique flexible, etc.

(e) Utilisation dans des zones à faible densité de population, trop petites pour être desservies par d'autres.

(f) Enquête et expérimentation avec des systèmes sociaux et des organisations qui pourraient inciter la population locale à faire marcher et à entretenir de petits points d'eau.

(g) Systèmes d'éducation sanitaire.

De même que la partie du projet recommandée dans la Section 3 ci-dessus, le programme recommandé dans cette section prendra plus de temps à réaliser que le programme recommandé dans la Section 2. Bien qu'il vaille la peine d'être poursuivi, c'est un programme pilote et n'amènera pas toujours des projets viables.

C. AUTRES RECOMMANDATIONS

1. Moufle Mobile et Forage Horizontal

Nous recommandons que les techniques de moufle mobile et de forage horizontale, décrites par Maupin (Référence 10) et Berger (Référence 7),

passent après les machines rotary ou les machines à battage en terme de priorité de financement.

2. Pompes à Main

Nous recommandons l'utilisation de pompes solides et sûres même s'il faut les importer. On devrait considérer l'utilisation de pompes à main seulement sur les puits forés pour minimiser la contamination des puits.

IX. APPENDICES

APPENDICE A

AVANT PROJET PRELIMINAIRE

OBJECTIF PRINCIPAL: Mettre au point une stratégie de distribution d'eau potable pour l'ensemble de la Tunisie Centrale.

Formuler les critères permettant d'identifier les différents systèmes de distribution d'eau potable en zone rurale. L'attribution des prêts relevant du projet USAID sera administrée par l'ODTC sous ces conditions à différents projets d'eau potable dans la région.

TACHES SPECIFIQUES:

I. Stratégie concernant l'eau potable

A. Fournir les prestations suivantes:

1. Ressources en eau, surtout l'eau profonde (voir données de la DRES)

2. Démographie

3. Quantité d'approvisionnement en eau (zone rurale, urbaine, fontaines publiques, canalisations privées)

4. Qualité de l'approvisionnement en eau (TDS, chlorides, E. Coli)

5. Utilisation de l'eau/hygiène personnelle/salubrité des logements (par exemple, activités et services MOPH)

6. Participation de la communauté au processus d'intervention sous-sectoriel (par exemple, techniques de développement rural de la communauté)

7. Autres technologies d'intervention pour l'eau (par exemple, développement des sources, puits creusés et forés)

8. Techniques de distribution et de récupération de l'eau (par exemple, pompes à main et à moteur, fontaines publiques et canalisations domestiques, citernes et réservoirs surélevés, systèmes de pesanteur et de pression)

9. Destruction des eaux sales

10. Etablissement d'agences (MOPH, Génie Rural, ODTC)

11. Etablissement des objectifs et étapes des programmes

12. Evaluation des programmes

B. La première phase consisterait à formuler les critères pour des projets d'intervention sur l'eau potable et à établir le coût moyen pour chaque type d'intervention. Les critères comprendraient:

1. Niveaux minimum d'accès à l'eau potable (c'est-à-dire distance de la source), quantité (litres par personne et par jour), qualité et disponibilité (l'eau doit être disponible pendant toute l'année).

2. Un plafond coût/bénéficiaire applicable à toutes les catégories d'intervention. Ce plafond ne doit pas être inférieur au coût d'installer le bénéficiaire à proximité des points d'eau existants ou à venir.

L'idéal serait de sélectionner pour chaque région où il y a besoin, un système de distribution correspondant aux critères d'accessibilité, de quantité, de qualité et de disponibilité au moindre prix.

Cette première phase devrait être terminée le 30 mars 1980.

C. La deuxième phase de la stratégie concernant l'eau potable consisterait à sélectionner des projets d'intervention. A la base il faudrait établir des informations sur les besoins en eau potable, sur la densité de la population dans la région d'intervention et sur la disponibilité en eau de surface, de pluie et en eau profonde. Il existe plusieurs sources d'information concernant les besoins en eau potable; entre autres: les délégués et ommdas qui sont familiers avec les conditions de vie dans les régions dont ils ont la responsabilité; l'inspection sur place des conditions des points d'eau existants; et les informations provenant du plan schématique régional ODTC/Wisconsin, en particulier l'information concernant la densité de population, l'occupation foncière, etc. Toute information concernant les ressources en eau peut être obtenue auprès des bureaux régionaux de la Direction (DRES) du Ministère de l'Agriculture.

II.. La première phase en perspective*

18 février	- Arrivée de l'équipe à Tunis
19 février	- Séance d'initiation par USAID Transfert à Kasserine dans l'après-midi
20 février	- Séance d'initiation par le PDG de l'ODTC, révision des activités de l'ODTC et de ses documents
21 février	- Déplacement dans la région du projet
22-24 février	- Analyse des documents de l'ODTC

* Des révisions et changements pourront intervenir lors des séances d'information à Madison et au cours du projet.

25-26 février	- Visite aux agences régionales DRES, Génie Rural, etc;
27 février	- Second déplacement dans la zone de projets sélectionnés
28 février-1 mars	- Visites à divers ministères et agences à Tunis
2-6 mars	- Travail sur rapport préliminaire à Kasserine
7-8 mars	- Révision du rapport préliminaire à Kasserine par l'ODTC et l'USAID
9-13 mars	- Préparation du rapport final à Tunis à l'USAID
14 mars	- l'Equipe quitte Tunis.

III. Participation de l'ODTC

Il est entendu que M. Derbali de l'ODTC travaillera avec l'équipe pendant toute cette période, y compris les séances d'initiation, les réunions et les groupes de travail à Tunis.

L'ODTC fournira tous les moyens de transport nécessaires à l'équipe, facilitera l'accès à toutes les données pertinentes, arrangera les visites aux divers ministères et agences à Tunis et dans la région, fournira les bureaux nécessaires à l'équipe ainsi que le personnel secrétaire comme convenu dans le Mémorandum d'Accord du 10 juillet 1979 entre l'ODTC et l'Université du Wisconsin [Section 5(d)].

APPENDICE B

RÉFÉRENCES

Rapports du Projet

(1) United States Agency for International Development. 1979. Project Loan and Grant Agreement for Central Tunisia Rural Development. USAID Loan Number 664-T-056, Project No. 664-0312.

(2) _____. 1978. Potable Water Project Identification Document. Project No. 664-0319.

Information Générale: Tunisie

(3) Parsons, Ralph M. and Company. 1975. Preliminary Draft Report on Pre-Feasibility Reconnaissance Studies--Development of Groundwater Resources for Irrigated Agriculture, Republic of Tunisia. USAID PIO/T 664-029-3-80015, PRO AG 664-15-990-029, File No. 4184.

(4) McJunkin, F. Eugene. Environmental Services Corporation, Chapel Hill, N.C. 1976. Rural Water Supply and Sanitation Programs Assisted by USAID in Tunisia. USAID/Tunis.

(5) United States Agency for International Development. 1978. Project Assistance Paper: Tunisia-Siliana Rural Centers Water Systems. USAID Project No. 664-0306.

(6) Ayad, Carole. 1978. Social Soundness Analysis of Potable Water Interventions in the Central Tunisia Rural Development Project Zone. USAID/Tunis.

(7) Brush, Richard and Philip Roark. Louis Berger International, Inc., Washington, D.C. 1978. Technical Analysis of Tunisian Potable Water. USAID IQC No. AID/afr-C-1132.

(8) Hopkins, Nicholas S. 1978. Social Soundness Analysis of the Drylands and Irrigation Components of the Proposed Central Tunisia Rural Development Program. USAID/Tunis.

(9) Marier, Renault. 1978. Siliana Wells Project Report. USAID Grant No. NE-G-1295.

(10) Maupin, Lester. 1978. Potable Water (Tunisia). USAID Trip Report.

(11) Dommen, Arthur J. 1979. Rural Development (Project 0285 and Adjunct Projects) Final Report. USAID/Tunis.

(12) Regional Planning and Area Development Project. 1979. Opportunities for Development: A Reconnaissance of Central Tunisia. Madison: University of Wisconsin.

Information Technique: Tunisie

(13) Illy, P. 1967. Etude Hydrogéologique des Nappes Profondes de Sidi Bouzid. Bureau de l'Inventaire et des Recherches Hydrauliques, Secrétariat d'Etat a l'Agriculture.

(14) Amrhein, R. and R. Koshel. 1973. Etude Préliminaire sur l'Alimentation en Eau Potable de la Ville de Sfax. Division des Ressources en Eau, Ministere de l'Agriculture.

(15) Belkhodja, K. and L. Bortoli, J.P. Cointepas, P. Dimanche, A. Fourbet, J.C. Jacquinet, J. Mori. 1973. Les Sols de la Tunisie Septentrionale. Division des Bois, DRES, Ministere de l'Agriculture.

(16) Besbes, M. 1975. Etude Hydrogéologique de la Plaine de Kairouan sur Modèles Mathématiques. Centre d'Information Géologique, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.

(17) La République Tunisienne. 1975. Code des Eaux. J.O.R.T. No. 22.

(18) Hamza, Mekki. 1976. Contribution a l'Etude Hydrogéologique du Synclinal d'Ain Beidha, Tunisie: Texte et Annexes. Thèse 3eme Cycle, Université de Paris.

(19) Direction du Génie Rural. 1978. Alimentation en Eau Potable--Projet Tunisie Centrale (Requette de Financement USAID). Direction du Génie Rural, Ministère de l'Agriculture.

(20) Farhat, Habib. 1978. Contribution a l'Etude Hydrogéologique de la Cuvette de Maknassy: Texte et Annexes. Thèse Docteur en Sciences de la Terre, l'Universite de Bordeaux.

(21) Office du Mise-en-Valeur de la Vallée de la Medjerda/Perimètre Public Irrigué. 1978. Inventaire des Puits de Surface, Projet de Développement de la Tunisie Centrale. OMVVM/PPI, Ministère de l'Agriculture.

Information Générale de Base

(22) Lanoix, J.N. and E.G. Wagner. 1959. Water Supply for Rural Areas and Small Communities. World Health Organization.

(23) Martin, Lewis, Ed. 1967. Guidebook to the Geology and History of Tunisia. Petroleum Exploration Society of Libya.

(24) World Health Organization. 1971. International Standards for Drinking Water. Third Edition.

(25) Le Houerou, H.N. 1976. "Tunisia." Ecological Bulletin. Vol. 24. Stockholm.

(26) Saunders, Robert J. and Jeremy J. Warford. 1976. Village Water Supply. World Bank Research Publications.

(27) World Health Organization. 1977. Contributions to a Mail Survey on Practical Solutions in Drinking Water Supply and Waste Disposal for Developing Communities. World Health Organization International Reference Centre for Community Water Supply.

(28) Brush, Richard E. 1979. Wells Construction. Peace Corps Information Collection and Exchange.

APPENDICE C

RAPPORT DE VOYAGE

17 février 1980: Arrivée à Tunis

19 février 1980: Séance d'information à USAID avec Patrick Demongeot, Chedli Zar El Ayoun, Ed Auchter, Don Clark, Salah Majuub--USAID; Carole Ayad--conseiller à USAID; Tim Aston, Karl Manzer--CARE-Medico; George Talbott--Bureau Américain des Ressources en Eau et en Energies (conseiller à USAID); et Jean-Maurice Granger--candidat pour le poste de Conseiller Résident.

--Transfer à Kasserine

20 février 1980: Meeting avec M. Bougatef, PDG de l'ODTC.

--Etude de documents de l'ODTC et discussions avec le personnel de planification.

21 février 1980: Meeting avec M. Derbali, homologue de l'ODTC, pour discuter le plan de travail et la stratégie.

--Visite du bureau de l'ODTC à Sbeitla; meeting avec M. Abdelmalek Minasski de l'ODTC; visite du système d'alimentation en eau pour le périmètre irrigué et visite de plusieurs puits peu profonds près de la ville de Sbeitla, de l'aqueduc alimentant Sfax, de points d'eau privés (puits creusés et citernes) dans la campagne au nord de Sbeitla.

22 février 1980: Visite au bureau de l'ODTC à Sidi Bouzid; meeting avec M. Zaghdane de l'ODTC et M. N'Siri du CRDA, M. Messaoudi du Génie Rural, et M. Gassara de la DRES. Visite d'un puits creusé équipé avec une pompe diesel; visite de la zone proposée pour le puits, le réservoir le système de canalisation et la machine de forage.

23 février 1980: Visite au CRDA-Kasserine. Rencontre avec M. Fekih, Commissaire du CRDA, M. Rahoui de la DRES, M. Labidi du Génie Rural, et M. Chourah de la Régie des Sondages.

25 février 1980: Visite au CRDA- Gafsa. Rencontre avec M. Farliat, DRES, et M. Chouchane, Génie Rural. Visite d'un puits profond où on propose un réservoir et un système de canalisation. Rencontre avec M. Touir, SONEDE.

26 février 1980: Visite au CRDA-Kairouan. Rencontre avec M. Hammami, Génie Rural, M. Hamza, DRES, et M. Mani, SONEDE. Visite d'un puits, d'un réservoir et d'un système de canalisation.

27 février 1980: Visite au CRDA-Siliana, avec M. Henri Salah, ODTC-Makthar. Rencontre avec M. Aleya, DRES-Siliana, M. Hammoudi et M. Saadi, Génie Rural, et M. Ben Houioli, SONEDE. Visite des puits de CARE-Medico avec pompes à main, réceptacle artificiel et source améliorée. Retour à Kasserine par la route de Thala.

28 février 1980: Meeting avec M. Bougatef pour discuter le plan de travail.

--Transfer à Tunis.

29 février 1980: Meeting avec Tim Aston et Charles Zumbro, CARE-Medico.

--Meeting avec Patrick Demongeot et Dorothy Young, USAID.

--Diner avec M. Ed Sammel, consultant pour USAID en Tunisie du Sud (U.S. Geological Survey).

1er mars 1980: Rédaction du rapport.

2 mars 1980: Rédaction du rapport.

3 mars 1980: Meeting avec Mme. Larbie--Coopération Internationale, Ministère de l'Agriculture, pour arranger les meetings à Tunis.

--Rencontre avec M. Mohamed Jaoua--Ingénieur en chef, Génie Rural, et M. Ferjani Baccar--Ingénieur principal, Génie Rural.

--Rencontre avec M. Khouadja--Ingénieur d'Etudes, SONEDE.

4 mars 1980: Rencontre avec M. A. Khouadja--Directeur, DRES, et M. Zebidi--Chef, Division des Eaux de la DRES (Vollbrecht, Mifflin).

--Rencontre avec M. Mohamed Bacha--Directeur, Régie des Sondages (Vollbrecht, Mifflin).

--Rédaction du rapport (Dickson).

--Rencontre avec M. William Gelabert--Directeur, USAID/Tunis (Dickson).

5 mars 1980: Rédaction du rapport.

6 mars 1980: Rédaction du rapport.

7 mars 1980: Rencontre avec M. Joe Haratani--ingénieur sanitaire, USAID/Washington. Séance d'information à laquelle participent M. Haratani, Patrick Demongeot, Chedli Zarg El Ayoun, et Dorothy Young.

8 mars 1980: Rédaction du rapport.

9 mars 1980: Rédaction du rapport.

10 mars 1980: Visite aux sites éventuels des puits de Makthar avec M. Mohamed Ali et Don Clark, USAID, et M. Khouadja, SONEDE.

--Transfer à Kasserine.

11 mars 1980: Rencontre avec M. Bougatef, PDG de l'ODTC pour discuter les conclusions et les recommandations pour l'établissement d'un système d'eau potable.

12 mars 1980: Transfer à Tunis.

--Séance finale d'information avec William Gelabert, Patrick Demongeot, Oliver Harper, Don Clark, Amran Bach Barnah, Paulin Zibi, Chedli Zar El Ayoun, Dorcthy Young--USAID/Tunis; Joe Haratani, William Kaschak--USAID/Washington; Tim Aston, Karl Manzer, Michele Blais, Jim Chauvin, Betty Mahjoub--CARE.

13 mars 1980: Départ de Tunis.

APPENDICE D

SOMMAIRE DES COÛTS TYPIQUES D'INSTALLATIONS HYDRAULIQUES POUR FACILITER LA PLANIFICATION

	Profondeur (m)	Coût (DT)
Puits forés; profonds de large diamètre (13 pouces) 150 DT/m	200 500	30.000 75.000
Puits forés; peu profonds de petit diamètre (6 pouces) 75 DT/m	50 100	3.750 7.500
Puits creusés; de 3 à 4 m de diamètre 170 DT/m. Profondeur maximum environ 90 m.	30 50 80	5.100 8.500 13.600
Amélioration des sources		1.500
Citerne; fixe		5.000
Tracteur		8.400
Citerne mobile		600
Canalisation; installée, 100 mm de diamètre, ciment asbeste, DT/km		10.000
Canalisation; installée, 150 mm de diamètre, ciment asbeste, DT/km		13.000
Réservoir; au niveau du sol, $10m^3$, 200 DT/m^3.		2.000
Réservoir: surélevé, $10m^3$, 300 DT/m^3		3.000
Pompe à moteur, avec valve et tuyauterie de base, petite taille		2.000
Fontaine		300
Fontaine avec abreuvoir		700
Livraison d'un mètre cube d'eau (beaucoup de variations)		1.250

Note: Les prix indiqués sont des prix moyens; les déductions pour des conditions difficiles ne sont pas incluses. Ce sont des prix nets, c'est à dire que la gestion, les frais généraux et les bénéfices sont compris. Ces prix devraient être appropriés pour faciliter la planification en général, mais il ne faut pas se baser sur ces prix pour estimer le prix de revient détaillé de projets spécifiques.

APPENDICE E

IMPLICATIONS SOCIOLOGIQUES

Toute intervention concernant l'eau potable aura des implications sociologiques qui devraient être comprises et incorporées dans l'élaboration de projet autant que possible. Les analyses sociales permettent de déterminer plus précisément les besoins, les coûts ou les bénéfices des projets. Certaines analyses sociologiques, par exemple celle de Ayad (Référence 6) ont déjà été réalisées. L'équipe de l'Université du Wisconsin devrait faire participer l'ODTC à plusieurs autres études sociologiques. Une telle responsabilité est en dehors de la mission sur l'eau potable; malgré tout, nous avons découvert plusieurs dimensions à impact sociologique qui sont décrites ci-dessous.

Approvisionner les zones rurales en eau potable permettra de diminuer la distance d'accès et de réduire le temps passé à aller chercher l'eau. Puisque c'est surtout la responsabilité des femmes, un programme d'alimentation en eau potable devrait changer la vie des femmes en leur laissant plus de temps pour poursuivre d'autres activités. Il faudra donc étudier les questions suivantes: quelles sont les activités des femmes quand elles ne transportent pas l'eau? Pourrait-on utiliser le temps libre de façon productive?

On nous a dit qu'on demande aux jeunes filles de manquer l'école pour aider à transporter l'eau. Si le trajet jusqu'au point d'eau est particulièrement long ou difficile, on demande aussi aux garçons, surtout aux autres que l'aîné, de manquer l'école pour transporter l'eau. Un meilleur accès à l'eau potable devrait donc permettre d'améliorer la présence en classe. Quels seront les effets de l'augmentation du nombre d'enfants, surtout les filles, allant en classe?

L'amélioration de l'accès à l'eau potable aura peut-être comme conséquence une meilleure santé pour les populations rurales. Ces avantages sont évidents si nous acceptons l'idée que des réserves d'eau plus importantes amèneront une plus grande propreté et moins de maladies. Nous assumons par là une meilleure compréhension des faits élémentaires concernant les maladies transportées par l'eau, et il n'est pas prouvé que cette compréhension existe dans les régions rurales de Tunisie centrale. Les bénéfices sanitaires seront d'autant plus grands que les interventions concernant l'eau potable seront accompagnées par des programmes efficaces d'éducation sanitaire pour les élèves des écoles ainsi que pour les adultes qui utilisent les points d'eau. A cela il faudrait ajouter les questions suivantes: A quoi servira l'eau supplémentaire (par exemple, abreuvage du bétail, soins de toilette personnels)? Quels bénéfices sanitaires résulteront de l'amélioration de l'accès à l'eau potable? --Moins de mortalité infantile? Une vie plus longue? Moins de maladies débilitantes? Quelles seront les implications sociologiques de l'amélioration de la santé? --Une population plus importante? Un changement des structures familiales et des structures de la population?

Un aspect qui pourrait être important au point de vue sociologique est celui des efforts propres de la communauté. Une des raisons pour lesquelles le programme de pompes à main de CARE-Medico a été décevant a été le manque de services d'entretien de la part des utilisateurs locaux. Apparemment les compétences techniques existent pour entretenir le matériel. CARE a indiqué qu'un programme volontaire a existé antérieurement: les utilisateurs d'un puits contribuaient temps et argent pour réparer le matériel quand c'était nécessaire. Plus récemment, CARE a découvert que les utilisateurs d'un puits près de Kairouan avaient installé un système de taxes pour l'achat du fuel diesel et payaient un employé pour actionner la pompe mécanique quand le gouvernement mit un terme aux subventions. Chercher à comprendre les raisons du manque de participation locale et du succès des programmes isolés devrait permettre à l'ODTC de concevoir un programme d'eau potable qui encouragera la participation locale.

Un autre aspect important au point de vue sociologique est celui des conséquences de l'amélioration de l'accès à l'eau potable sur le marché du travail. Nous avons vu des cas d'individus entreprenants vendant l'eau qu'ils avaient transportée par tracteur et camions-citernes à partir des points d'eau publics. Nous ne connaissons pas l'étendue de ce type d'activité privée. Est-ce que l'amélioration de l'accès à l'eau potable risque d'éliminer une source significative d'emplois? Est-ce que l'élimination des dépenses en eau permettrait aux populations rurales de faire d'autres investissements (par exemple, acheter des graines, des engrais, du bétail supplémentaire)?

Un aspect compliqué du sous-projet d'eau potable est celui de la disponibilité accrue de l'eau pour le bétail, donc l'augmentation des éleveurs, et par conséquent l'augmentation possible du surpâturage, des dégâts au point de vue végétation, de l'érosion accélérée, l'abaissement de la nappe souterraine, etc. Dans une grande partie de la région étudiée, nous avons la preuve que les sols sont maltraités et que l'érosion est répandue. Posséder du bétail est peut-être le signe le plus courant d'aisance pour les familles rurales de Tunisie centrale. Les sols ont été abîmés depuis longtemps, mais il est clair que cela continue et que le développement de réserves en eau potable va peut-être intensifier les dégâts.

Par conséquent l'alimentation des zones rurales en eau potable ne devrait pas être une activité sectorielle isolée, mais devrait être associée à d'autres interventions dans la zone d'action du projet, telles que la gestion des grands pâturages, le contrôle de l'érosion, etc.