

**RAPPORT DE L'ETUDE DU CONCEPT DE BASE**  
**POUR**  
**LE PROJET D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE**  
**EN VUE DE L'ERADICATION DU VER DE GUINEE**  
**DANS LA REGION DE ZINDER (PHASE II)**  
**EN**  
**REPUBLIQUE DU NIGER**

**AOUT 2003**

**AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE**  
**JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.**

GR1
-----

JR
----

03-192
--------

**RAPPORT DE L'ETUDE DU CONCEPT DE BASE  
POUR  
LE PROJET D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE  
EN VUE DE L'ERADICATION DU VER DE GUINEE  
DANS LA REGION DE ZINDER (PHASE II)  
EN  
REPUBLIQUE DU NIGER**

**AOUT 2003**

**AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE**

**JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.**

## AVANT-PROPOS

En réponse à la requête du Gouvernement de la République du Niger, le Gouvernement du Japon a décidé d'exécuter par l'entremise de son Agence japonaise de coopération internationale (JICA) une étude du concept de base pour le Projet d'approvisionnement en eau potable en vue de l'éradication du ver de Guinée dans la région de Zinder (phase II) en République du Niger.

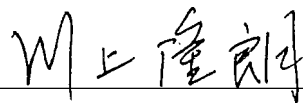
Du 10 mars au 14 avril 2003, JICA a envoyé au Niger une mission d'étude du concept de base.

Après un échange de vues avec les autorités concernées du Gouvernement, la mission a effectué des études sur le site du Projet. Au retour de la mission au Japon, l'étude a été approfondie et un concept de base a été préparé. Afin de discuter du contenu du concept de base, une autre mission a été envoyée au Niger. Par la suite, le rapport ci-joint a été complété.

Je suis heureux de remettre ce rapport et je souhaite qu'il contribue à la promotion du Projet et au renforcement des relations amicales entre nos deux pays.

En terminant, je tiens à exprimer mes remerciements sincères aux autorités concernées du Gouvernement de la République du Niger pour leur coopération avec les membres de la mission.

Août 2003



---

Takao KAWAKAMI

Président

Agence japonaise de  
coopération internationale

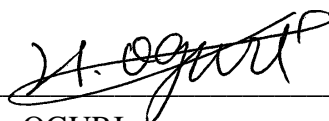
Août 2003

## Lettre de présentation

Nous avons le plaisir de vous soumettre le rapport de l'étude du concept de base pour le Projet d'approvisionnement en eau potable en vue de l'éradication du ver de Guinée dans la région de Zinder (phase II) en République du Niger.

Cette étude a été réalisée par Japan Engineering Consultants Co., Ltd., du février 2003 au août 2003, sur la base du contrat signé avec votre agence. Lors de cette étude, nous avons tenu pleinement compte de la situation actuelle au Niger, pour étudier la pertinence du Projet susmentionné et établir le concept du Projet le mieux adapté au cadre de la coopération financière sous forme de don du Japon.

En espérant que ce rapport vous sera utile pour la promotion de ce Projet, je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de mes sentiments respectueux.



---

Hisao OGURI

Chef des ingénieurs-conseils,  
Equipe de l'étude du concept de base pour le Projet  
d'approvisionnement en eau potable en vue de  
l'éradication du ver de Guinée dans la région de  
Zinder (phase II) en République du Niger

Japan Engineering Consultants Co., Ltd.

Longitude 0°

est 8°

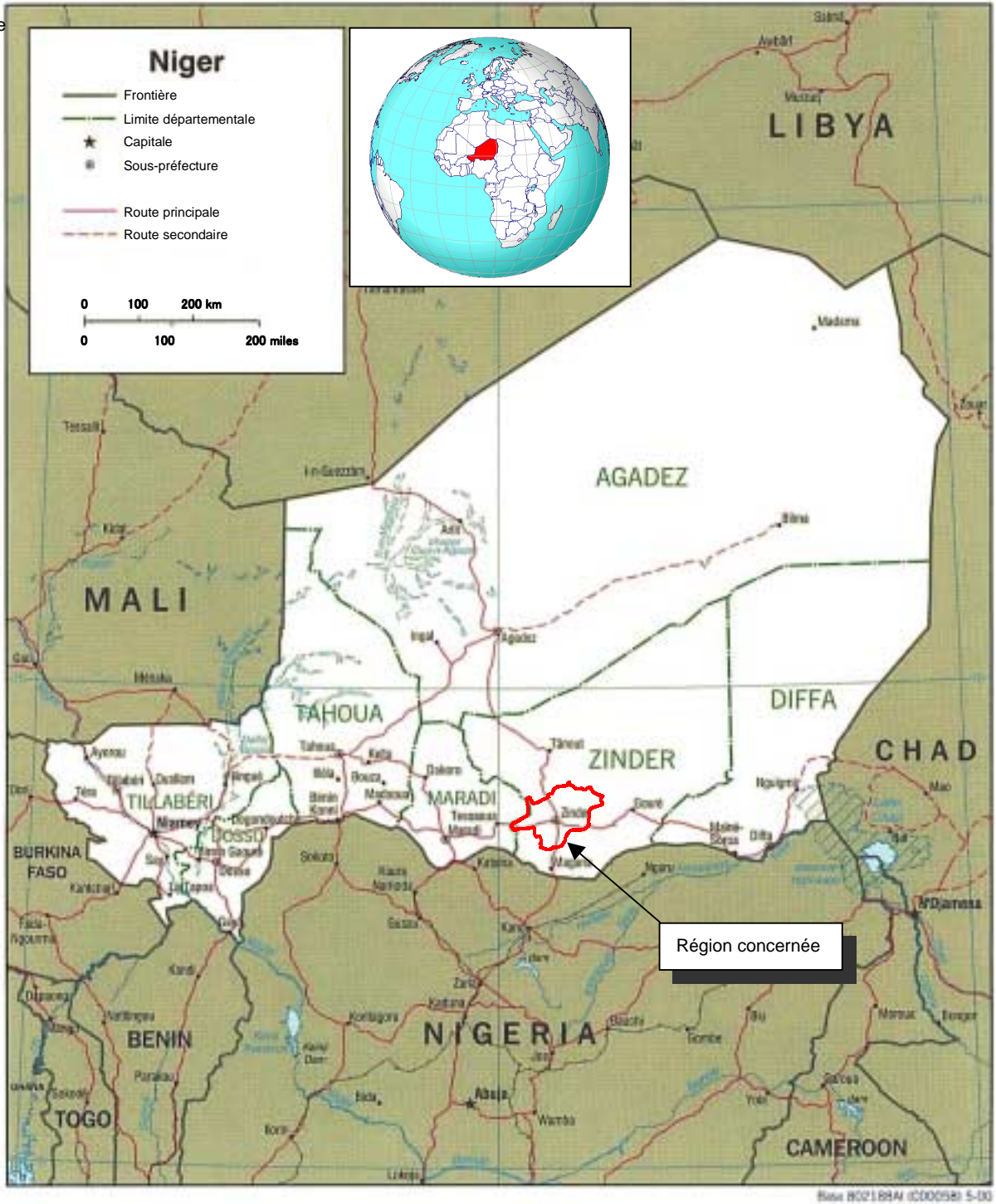
est 16°

Latitude nord

24°

16°

8°

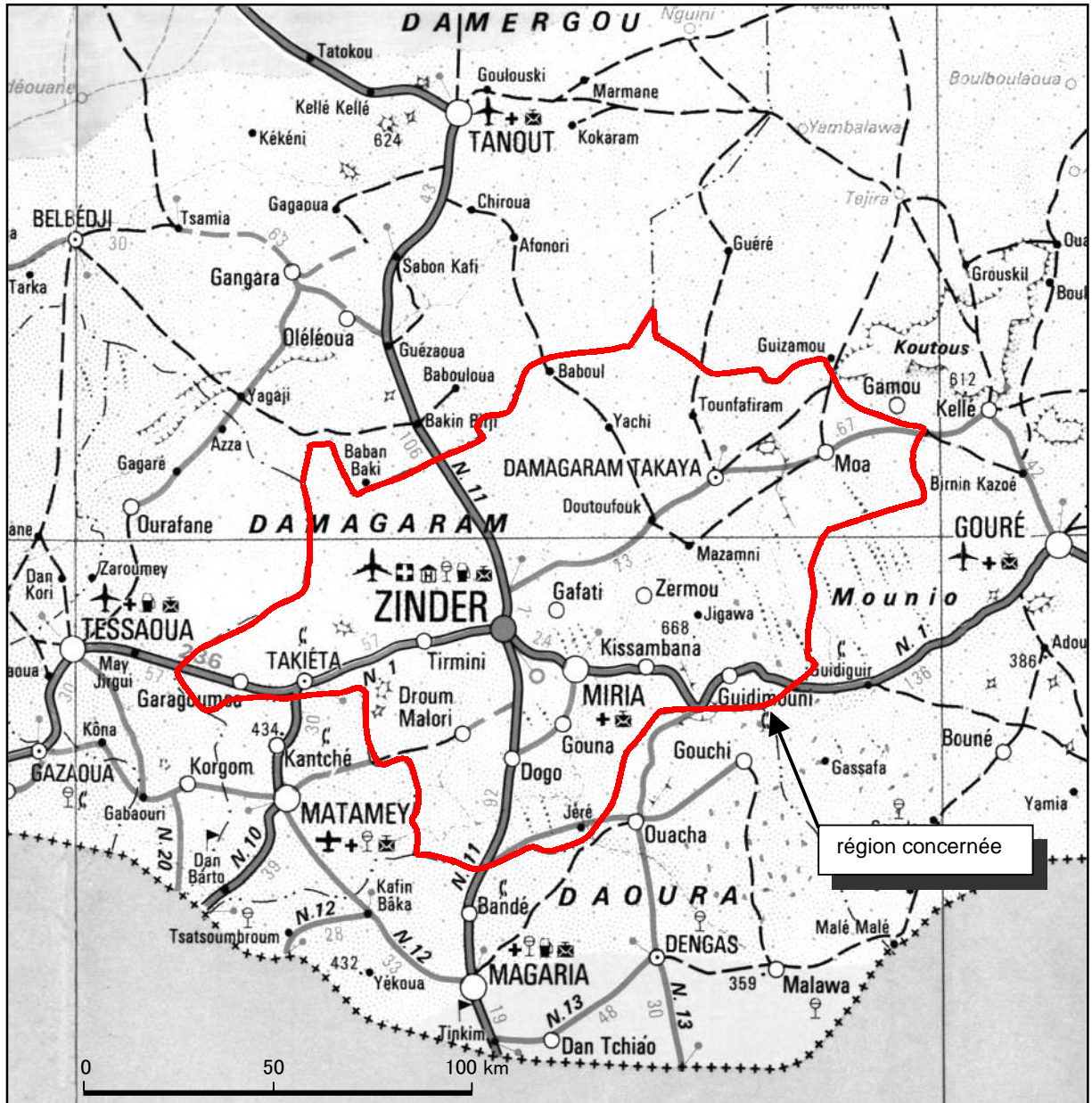


Carte d'ensemble en République du Niger

Longitude est






Longitude est

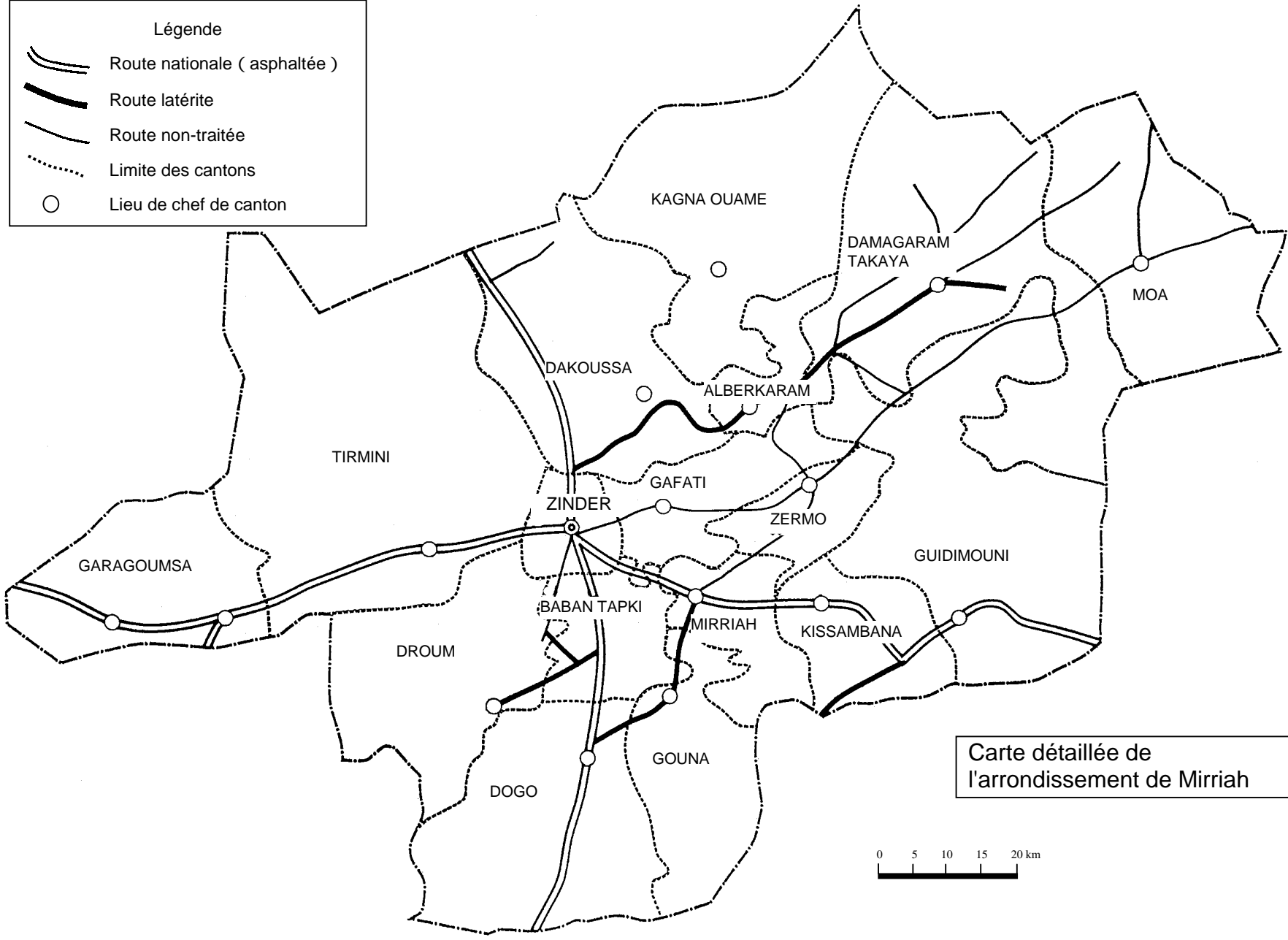
Latitude nord  
14°



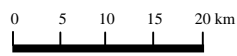
Carte environnante de la région concernée

Légende

-  Route nationale ( asphaltée )
-  Route latérite
-  Route non-traitée
-  Limite des cantons
-  Lieu de chef de canton



Carte détaillée de l'arrondissement de Mirriah



## Liste des Figures et Tableaux

Figure 2-1-1	Evolution du nombre de malades souffrant du ver de Guinée dans le département de Zinder .....	2-2
Figure 2-2-1	Volume d'eau consommé par les villages concernés.....	2-13
Figure 2-2-2	Processus de la sélection du nombre de forages .....	2-15
Figure 2-2-3	Répartition des villages concernés.....	2-20
Figure 2-2-4	Répartition des villages du Projet sur la carte géologique .....	2-23
Figure 2-2-5	Profondeur de forage de la phase 1 du Projet .....	2-23
Figure 2-2-6	Baisse de niveau d'eau lors du pompage.....	2-25
Figure 2-2-7	Courbes de distribution des eaux souterraines par niveaux dans la zone concernée.....	2-26
Figure 2-2-8	Longueur de la crépine de la phase 1.....	2-28
Figure 2-2-9	Méthode de creusement et section de forage .....	2-30
Figure 2-2-10	Courbe de débit-hauteur de pompage par pompe et zone couverte.....	2-45
Figure 2-2-11	Aperçu des pompes à motricité humaine .....	2-46
Figure 2-2-12	Aperçu de Surface Margelle .....	2-47
Figure 2-2-13	Consolidation de la base.....	2-47
Figure 2-2-14	Detail de rigole .....	2-48
Figure 2-2-15	Aperçu du véhicule avec l'équipement de sensibilisation .....	2-55
Figure 2-2-16	Plan des installations hydrauliques (pompe à manuelle) .....	2-61
Figure 2-2-17	Plan des installations hydrauliques (pompe à pédale).....	2-62
Figure 2-2-18	Modalités d'exécution de l'entrepreneur de la partie japonaise .....	2-65
Figure 2-2-19	Système de soutien du village et contenu des Soft component.....	2-78
Tableau 2-2-1	Distribution géologique et application des équipements de forage.....	2-10
Tableau 2-2-2	Normes définies pour les installations hydrauliques.....	2-13
Tableau 2-2-3	Rang concernant l'état d'approvisionnement en eau sûre.....	2-15
Tableau 2-2-4	Ordre de priorité de 2ème forage.....	2-15
Tableau 2-2-5	Critères d'évaluation des villages .....	2-16
Tableau 2-2-6	Nombre de villages objets du Projet et population bénéficiaire.....	2-18
Tableau 2-2-7	Liste des villages du Projet.....	2-18
Tableau 2-2-8	Villages de remplacement.....	2-19
Tableau 2-2-9	Taux de réussite des forages .....	2-21
Tableau 2-2-10	Profondeur des forages de la phase 1 du Projet .....	2-24
Tableau 2-2-11	Baisse du niveau d'eau de la phase 1 du Projet .....	2-25
Tableau 2-2-12	Résistance à la rupture théorique du tuyau .....	2-27
Tableau 2-2-13	Longueur de crépine de la phase 1 du Projet et longueur adoptée.....	2-28
Tableau 2-2-14	Entreprises locales de forage au Niger .....	2-32
Tableau 2-2-15	Liste des équipements liés aux forages possédés par l'OFEDDES .....	2-33
Tableau 2-2-16	Nombre de jours requis pour l'exécution des forages dans les formations sédimentaires.....	2-34
Tableau 2-2-17	Nombre de jours requis pour l'exécution des forages du socle .....	2-35
Tableau 2-2-18	Décomposition des travaux par tranche.....	2-35
Tableau 2-2-19	Programme d'exécution des brigades de margelle .....	2-36
Tableau 2-2-20	Composition des brigades par tranche.....	2-38



Tableau 2-2-21	Véhicules requis pour chaque brigade.....	2-40
Tableau 2-2-22	Tranche 1 Plan d'affectation des véhicules .....	2-41
Tableau 2-2-23	Tranche 2 Plan d'affectation des véhicules .....	2-42
Tableau 2-2-24	Comparaison des pompes à motricité humaine .....	2-43
Tableau 2-2-25	Etat des ventes de pièces de rechange pour pompe .....	2-44
Tableau 2-2-26	Quantité de fourniture par type de pompe .....	2-45
Tableau 2-2-27 -a	Liste des équipements (véhicules) de la DDH de Zinder.....	2-50
Tableau 2-2-27 -b	Liste des équipements de la DDH de Zinder.....	2-51
Tableau 2-2-28	Etat actuel des matériels fournis pour les activités d'éducation hygiénique à la DRSP/LCE de Zinder au cours de la phase 1 du Projet.....	2-51
Tableau 2-2-29	Activités de sensibilisation prévue aux mesures de lutte contre le ver de Guinée dans l'arrondissement de Mirriah de la DRSP/LCE de Zinder.....	2-52
Tableau 2-2-30	Villages affectés par le ver de Guinée dans l'arrondissement de Mirriah et nombre de motocyclettes à fournir.....	2-57
Tableau 2-2-31	Pièces de rechange pour les véhicules fournis pour la phase 1 du Projet.....	2-59
Tableau 2-2-32	Equipements à fournir .....	2-60
Tableau 2-2-33	Composition des brigades par tranche de l'entrepreneur japonais .....	2-64
Tableau 2-2-34	Répartition des travaux pour l'exécution de construction des installations hydrauliques .....	2-67
Tableau 2-2-35	Méthodes d'analyse et d'essai pour le contrôle de la qualité des forages .....	2-70
Tableau 2-2-36	Méthodes d'analyse et d'essai pour le contrôle de la qualité des margelles.....	2-71
Tableau 2-2-37	Fournisseurs prévus pour les principaux équipements .....	2-74
Tableau 2-2-38	Rôle des membres du comité de gestion des points d'eau et contenu de leur formation.....	2-79
Tableau 2-2-39	Evaluation des villages quant aux possibilités de maintenance des installations hydrauliques .....	2-80
Tableau 2-2-40	Contenu de la formation par tranche .....	2-81
Tableau 2-2-41	Programme des activités de sensibilisation sur place concernant la création des comités de gestion des points d'eau (éducation ordinaire: 1 jour/village).....	2-82
Tableau 2-2-42	Programme des activités de sensibilisation sur place concernant la création des comités de gestion des points d'eau (éducation intensive: 2 jours/village).....	2-83
Tableau 2-2-43	Programme des activités de sensibilisation sur place concernant la gestion-maintenance des installations hydrauliques (éducation ordinaire: 2 jours/village) .....	2-84
Tableau 2-2-44	Programme des activités de sensibilisation sur place concernant la gestion-maintenance des installations hydrauliques (éducation intensive: 4 jours/village) .....	2-84
Tableau 2-2-45	Système de réparation des installations hydrauliques.....	2-85
Tableau 2-2-46	Programme des activités de formation des réparateurs de pompes.....	2-86
Tableau 2-2-47	Affectation du personnel pour le Soft component .....	2-87
Tableau 2-2-48	Objet de l'exécution des Soft component et vérification de résultats.....	2-89
Tableau 2-2-49	Activités des Soft component de la Tranche 1.....	2-90
Tableau 2-2-50	Activités des Soft component de la Tranche 2.....	2-91
Tableau 2-2-51	Programme d'exécution des activités.....	2-93
Tableau 2-5-1	Frais à charge de la DDH de Zinder dans ce projet concernant le véhicule.....	2-99
Tableau 2-5-2	Hommes-mois à la charge de la DDH de Zinder avec Soft component.....	2-99
Tableau 2-5-3	Frais concernant les véhicules à la charge de la DRSP/LCE de Zinder.....	2-100
Tableau 2-5-4	Hommes-mois à la charge de la DRSP/LCE de Zinder .....	2-100
Tableau 3-1-1	Effets de l'exécution du Projet et degré d'amélioration de la situation actuelle .....	3-1

## Liste des Abréviations

Abréviation	Désignation
A/B	Arrangement Bancaire
A/P	Autorisation de Paiement
AEP	Adduction d'Eau Potable
BAD	Banque Afrique de Développement
BID	Banque Islamique Développement
BM	Banque Mondiale
CEAO	Communauté Economique de L'Afrique de L'Ouest
CGPE	Comités de Gestion des Points d'Eau
CIDA	Canadian International Development Agency
CNEA	Commision Nationale de l'Eau et de l'Assainissement
CNEDD	Conseil National de l'Environnement pour un Développement Durable
DANIDA	Danish International Development Agency
DDH	Direction Départementale de l'Hydraulique
DRSP/LCE	Direction Régionale de la santé publique et de la lutte contre les endémies
DEP	Direction des Etudes et des Programmations
DIGOH	Direction des Inventaires de Gestion et des Ouvrages Hydrauliques
DRE	Direction des Ressources en Eau
DTN/AEP	Direction des Travaux Neufs et d'Alimentation en Eau Potable
E/N	Echange de Notes
HDI	Health Development International
KfW	Kreditanstalt Für Wiederaufban
MHE/LCD	Ministère de l'Hydraulique, de L'Environnement et de la Lutte Contre la Désertification
MSP/LCE	Ministère de la Santé publique et Lutte Contre les Endémies
OFEDS	Office des Eaux du Sous-Sol du Niger
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PAQ	Plan d'Actions Quinquennal
PNEDD	Plan National de l'Environnement pour un Développement Durable
PHN	Programme d'Hydraulique National
PHN-EDD	Programme d'Hydraulique National - Eau et Développement Durable
PIB	Produit Intérieur Brut
RNB	Revenu National Brut
SEEN	Société d'Exploitation des Eaux du Niger
SIGNER	Système d'information Géographique du Niger
SNE	Sociète National d'Eau
SNIS	Système National d'Information Sanitaire
SPEN	Socièté de Patorimoine des Eaux du Niger
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
USAID	United States Agency For International Development
WAWI	West Africa Water Initiative

[Annotation]

Au Niger, à l'année 1996 la mode d'appellation administrative a été changée, mais la nouvelle appellation et celle ancienne sont utilisées en même temps actuellement. Dans ce rapport en ayant l'accord du Monsieur Secrétaire Général de MHE/LCD, l'ancienne appellation est employée.

## Résumé

La République du Niger (ci-après désignée "le Niger"), située dans l'Ouest du Continent Africain, est le plus grand pays de l'intérieur des terres d'Afrique Occidentale, dont les deux tiers Nord de son territoire sont une zone désertique ou semi-désertique à précipitations annuelles inférieures à 300 mm. La partie Sud du pays fait partie de la zone de la savane au Sahel, à précipitations annuelles de 300 à 800 mm. Ainsi, la plus grande partie du pays, peu arrosée, sauf les berges du fleuve Niger, souffre d'un manque d'eau chronique, et comme les habitants utilisent de l'eau insalubre pour leurs besoins quotidiens, les maladies d'origine hydrique, et en particulier le ver de Guinée, qui en découlent, apparaissent fréquemment dans le département de Zinder de la région Sud-Est et dans le département de Tillabéri de la région Sud-Ouest.

Après son indépendance de la France en 1960, des gisements d'uranium ont été découverts; dans les années 1970, les exportations d'uranium ont été bonnes, mais comme les besoins en uranium ont considérablement diminué dans les années 1980 à cause de la production excessive de pétrole dans le monde, les exportations ont diminué de moitié et la situation économique s'est dégradée. C'est pourquoi un redressement économique a eu lieu à partir de juillet 1996 par le biais de mesures de restructuration sous la conduite de la Banque Mondiale et du FMI; mais le RNB par tête d'habitant de 180 \$US (2000), ce qui représente un taux de pauvreté à 61,4% (au-dessous de 1 \$US par jour). Le bilan commercial est déficitaire en permanence, et la baisse de la production due au mauvais temps frappe fortement le secteur agricole, qui correspond à environ 39% du PIB.

La baisse de la production due au mauvais temps ne frappe pas seulement l'économie nationale, mais touche directement la vie des agriculteurs de la région du Sud où les pluies sont par nature faibles, et entraîne l'exode rurale de la population vers les zones urbaines et les pays voisins.

Inquiet de cette situation, le gouvernement nigérien a mis à jour en 1997 le Schéma directeur de développement et de gestion des ressources en eau, juillet 1993, établi avec l'aide du PNUD, et a démarré un Projet inclus dans le Programme d'Hydraulique Nationale (PHN, 1999-2010) en vue de porter le taux d'approvisionnement en eau de 51,5% (2000) à 100% en 2010 pour faciliter l'accès à l'eau stable.

En particulier, le Plan d'action pour l'éradication du ver de Guinée (établi par le Comité National d'Eradication du ver de Guinée composé par le gouvernement nigérien, l'UNICEF, l'OMS, Global 2000 etc.) en vue de l'éradication du ver de Guinée, qui apparaît souvent à cause de l'utilisation d'eau insalubre pour la vie quotidienne, a démarré en 1993. Ce Plan d'action a pour objectif des activités de sensibilisation vis-à-vis des habitants et l'approvisionnement en eau potable salubre; le gouvernement nigérien a demandé la

Coopération financière non-remboursable du Japon pour la construction de forages en vue de l'approvisionnement en eau potable salubre et la fourniture d'équipements pour les activités de sensibilisation, dans l'arrondissement de Mirriah, département de Zinder, et l'arrondissement de Tera, département de Tillabéri, qui comptent beaucoup de malades souffrant du ver de Guinée.

En réponse à cette requête, le gouvernement japonais a effectué une étude du concept de base pour le Projet d'approvisionnement en eau potable en vue de l'éradication du ver de Guinée en 1995, et a construit 167 forages (90 nouveaux forages, 77 réhabilitations) dans l'arrondissement de Mirriah, département de Zinder, entre 1997 et 2000.

Comme le Projet a permis une diminution considérable du pourcentage des malades atteints du ver de Guinée dans la région de Zinder, le gouvernement nigérien a redemandé la Coopération financière non-remboursable du Japon pour la construction de forages et la fourniture d'équipements pour les activités de sensibilisation en vue de l'éradication du ver de Guinée dans cette région.

Sur la base de cette requête, le gouvernement japonais a envoyé au Niger une mission d'étude du concept de base du 9 mars au 16 avril 2003 en vue de confirmer la pertinence de la Coopération financière non-remboursable pour le Projet et d'étudier son contenu. Les membres de la mission ont eu des concertations avec les personnes concernées du gouvernement nigérien et ont effectué une reconnaissance sur place; après leur retour au Japon, ils ont compilé sous forme de Rapport abrégé du concept de base un aperçu de l'orientation de la coopération, et sont repartis expliquer ce Rapport abrégé du concept de base, et discuter de l'orientation et du contenu de la coopération avec la partie nigérienne du 13 au 27 juillet 2003. Les résultats sont compilés dans le présent rapport.

L'étude du concept de base a permis de définir comme suit la portée de la coopération de la partie japonaise pour les villages objets de l'étude pour la construction d'installations hydrauliques avec forage (la requête portait sur 217 villages dans 4 arrondissements du département de Zinder, mais 102 villages dans l'arrondissement de Mirriah ont été sélectionnés après discussions) et les équipements nécessaires pour les activités de sensibilisation.

[Constructions des forages équipés de pompes à motoricite humaine]

Les villages objets du Projet ont été évalués selon différentes rubriques: historique de l'apparition de cas de ver de Guinée, état d'approvisionnement en eau potable stable, travail de transport de l'eau, volonté de réception de la nouvelle installation hydraulique, possibilité de prise en charge des frais de maintenance, état de maintenance des installations d'approvisionnement en eau, conditions hydrogéologiques et qualité de l'eau, sur la base de l'étude sur place dans les 102 villages. De ce fait, 14 villages où les conditions

d'approvisionnement en eau sont déjà améliorées et villages n'ayant pas de nappe aquifère de bonne qualité ont été exclus, et la coopération a été définie pour 88 villages. La population directement bénéficiaire des villages sélectionnés est de 80.210 habitants (2004).

#### Villages objets de la coopération

Canton	Villages étudiés	Villages sélectionnés	Bases de la décision
ALBERKARAM	5	3	Orientation de la sélection des villages Sur la base de l'étude sur place, 14 villages pour lesquels les conditions ci-dessous s'appliquent ont été exclus de la coopération.  1. Les conditions d'approvisionnement en eau sont remplies 9 villages 2. Villages saisonniers, sans habitants 1 village 3. Intégrés aux autres villages 2 villages 4. Pas de bonne nappe aquifère 1 village 5. Volonté des habitants (inutile) 1 village
BABANTAPKI	11	10	
DAKOUSSA	7	6	
DAMAGARAM TAKAYA	11	10	
DOGO	3	3	
DROUM	10	10	
GAFATI	4	3	
GARAGOUMSA	1	1	
GOUNA	1	1	
GUIDIMOUNI	6	6	
KAGNAOUAME	11	10	
KISSAMBANA	8	6	
MIRRIAH	12	8	
MOA	5	4	
TIRMINI	6	6	
ZERMOU	1	1	
total	102	88	Population bénéficiaire 80.210 habitants

#### [Equipements pour la sensibilisation à fournir]

Le gouvernement nigérien ayant demandé les équipements nécessaires pour la sensibilisation à la santé et à l'hygiène pour la Direction Régionale de la Santé Publique et de la Lutte Contre les Endémies de Zinder (ci après abrégée "DRSP/LCE de Zinder"), et les équipements nécessaires pour le soutien des activités de maintenance des installations hydrauliques de la Direction Départementale de l'Hydraulique de Zinder (ci après abrégée "DDH de Zinder"), la présence de techniciens pouvant utiliser les équipements fournis, les possibilités de gestion-maintenance, les équipements nécessaires pour le Soft component de ce Projet etc. ont été évalués, et les équipements sélectionnés. Le tableau ci-dessous en donne les résultats.

#### Equipements à fournir pour la sensibilisation

Désignation	Description	Quantité
Matériel audiovisuel monté sur véhicule pour la sensibilisation	Véhicules de transport (4x4), Vidéo caméra pour l'élaboration des manuels, Magnétoscope monté sur véhicule, Moniteur vidéo monté sur véhicule, Groupe électrogène monté sur véhicule, haut-parleur pour la diffusion	1 lot
Motocyclettes pour les agents de sensibilisation	Motocyclettes (pour mauvaises routes, 125 cm <sup>3</sup> )	20 unités
Equipement pour la sensibilisation	Ordinateur, Imprimante, Scanner, Stabilisateur de tension	1 lot
Matériel pour l'analyse de l'eau	Spectrophotomètre ou colorimètre photoélectrique, et réactifs, pH mètre, Conductivimètre	1 lot
Matériel pour la réparation des pompes	Outils pour la réparation des pompes à pédale	6 lots
	Outils pour la réparation des pompes manuelles	6 lots
Pièces détachées pour la réparation des véhicules déjà fournis	Pour 2 pick-up	1 lot

Ce Projet sera exécuté en 2 tranches dans le cadre de la Coopération financière non-remboursable. Pendant la première tranche, la fourniture des équipements, la réparation de la foreuse, ainsi que la construction de forages équipés de pompes à motoricité humaine (18) par un entrepreneur japonais avec cette foreuse seront effectués. Le temps requis pour la conception d'exécution, la fourniture, les travaux, la livraison sera d'environ 21 mois. Pendant la deuxième tranche, la construction de forages équipés de pompes à motoricité humaine (75) sera effectuée par l'entrepreneur japonais en utilisant des sous-traitants locaux. Cette série d'activités exigera environ 20,5 mois. Par ailleurs, le soutien pour la création des CGPE, la formation des réparateurs de pompe, la mise en place du système de gestion- maintenance etc. qui seront assurés par Soft component exigeront 2,6 mois pour la première tranche et 3 mois pour la deuxième tranche, soit un total de 5,6 mois.

Le coût total de ce Projet est estimé à environ 830 millions de yens (environ 828 millions de yens de coût approximatif du Projet à la charge de la partie japonaise, et environ 2 millions de yens pour la partie nigérienne).

Le coût approximatif du Projet à la charge de la partie nigérienne prévoit 9.680.000 F CFA de carburant pour les véhicules, 400.000 F CFA de frais de maintenance des véhicules, soit un total de 10.080.000 F CFA (environ 2 millions de yens).

En tant qu'organismes du Projet, le Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et de la Lutte Contre la Désertification (ci après abrégée "MHE/LCD") est le responsable général, et les organismes de supervision sont la Direction des Travaux Neufs et d'Alimentation en Eau Potable (DTN/AEP) et la Direction des Inventaires de Gestion et des Ouvrages Hydrauliques (DIGOH).

L'organisme responsable des installations hydrauliques est le MHE/LCD, et l'organisme d'exécution des installations hydrauliques est la DDH de Zinder.

L'organisme responsable de la sensibilisation est le Ministère de la Santé Publique et Lutte Contre les Endémies (ci après abrégée "MSP/LCE"), et l'organisme d'exécution de la sensibilisation la DRSP/LCE de Zinder.

Le MHE/LCD a pris sa forme actuelle en 2001; auparavant, il s'occupait de la gestion, du développement et l'aménagement des lois sur les ressources hydrauliques du pays en tant que Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement. En particulier, DTN/AEP et DIGOH qui s'est pendant de longues années occupée de la construction de forages et de l'approvisionnement en eau potable dans les villages, dispose de l'organisation et du personnel requis pour assurer le bon déroulement du Projet.

L'exécution de ce Projet laisse espérer les effets suivants.

<Effet direct>

- La construction de forages permettra l'approvisionnement en eau salubre et sûre aux 80.210 habitants des 88 villages de l'arrondissement de Mirriah du département de Zinder.

<Effet indirect>

- L'environnement hygiénique de la zone concernée par le Projet sera amélioré, ce qui limitera l'apparition de maladies d'origine hydrique comme le ver de Guinée.

L'exécution de ce projet, qui laisse espérer des effets tels que précités, et simultanément, permet aussi d'éliminer l'anxiété de la vie quotidienne et d'améliorer le niveau d'hygiène en fournissant de l'eau potable sûre à un grand nombre d'habitants de villages, est jugée très significative.

Pour la réussite de ce Projet et des Projets en futurs du Niger, la partie nigérienne devra effectuer les tâches à sa charge, et en particulier l'assurance et la formation des techniciens relatifs au Projet, l'aménagement et la consolidation du système de maintenance, l'assurance du budget d'exploitation et la fourniture de fonds pour les Projets sont indispensables.

## Table des Matières

### AVANT-PROPOS

Lettre de présentation

Carte d'ensemble en République du Niger

Carte environnante de la Région concernée

Carte détaillée de l'arrondissement de Mirriah

Liste des Tableaux et Figures

Liste des Abréviations

Résumé

### Chapitre 1 Contexte du Projet ..... 1-1

1 - 1 Historique de la requête ..... 1-1

1 - 2 Contenu de la requête ..... 1-1

### Chapitre 2 Contenu du Projet ..... 2-1

2 - 1 Aperçu du Projet ..... 2-1

2-1-1 Objectifs généraux et objectifs spécifiques du Projet ..... 2-1

2-1-2 Aperçu du Projet ..... 2-2

2 - 2 Concept de base du Projet concerné par la coopération ..... 2-3

2-2-1 Orientation de la conception ..... 2-3

(1) Concept de base ..... 2-3

(2) Conditions naturelles ..... 2-6

2-2-2 Plan de base ..... 2-12

2-2-2-1 Plan d'ensemble ..... 2-12

2-2-2-2 Plan de l'installation ..... 2-13

(1) Année cible ..... 2-13

(2) Caractéristiques de l'alimentation en eau ..... 2-13

(3) Sélection des villages objets de la coopération ..... 2-14

(4) Caractéristiques techniques des forages à construire ..... 2-21

(5) Système de creusement et équipement de forage ..... 2-31

(6) Programme d'exécution des travaux à chaque brigade ..... 2-34

(7) Equipements pour l'exécution ..... 2-38

(8) Conception des installations du surface : margelle ..... 2-43

2-2-2-3 Plan des équipements ..... 2-49

(1) Contexte de la requête ..... 2-49



(2) Détail des équipements à fournir.....	2-53
2-2-3 Plans structurels de base .....	2-61
2-2-4 Plan d'exécution et de fourniture .....	2-63
2-2-4-1 Orientation de l'exécution et de la fourniture .....	2-63
2-2-4-2 Points à prendre en compte pour l'exécution de travaux et la fourniture .....	2-65
2-2-4-3 Répartition des travaux d'exécution, de fourniture et d'installation .....	2-66
2-2-4-4 Plan de supervision de l'exécution et de la fourniture .....	2-68
2-2-4-5 Plan de contrôle de la qualité .....	2-70
2-2-4-6 Plan de fourniture des équipements.....	2-71
2-2-4-7 Plan de Soft component.....	2-76
(1) Etat réel de maintenance des installations hydrauliques et nécessité de Soft component.....	2-76
(2) Système de gestion-maintenance des installations hydrauliques établi dans ce Projet, et méthode de réalisation.....	2-78
(3) Situation dans les villages et grade du Soft component à effectuer .....	2-80
(4) Contenu détail des activités.....	2-81
(5) Système d'exécution.....	2-87
(6) Objet des Soft component et vérification des résultats .....	2-88
(7) Programme détaillé .....	2-90
2-2-4-8 Programme d'exécution .....	2-92
2 - 3 Aperçu de la contribution du Niger .....	2-94
2 - 4 Plan de gestion, maintenance et contrôle du Projet .....	2-96
2 - 5 Coût estimé du Projet .....	2-98
2-5-1 Coût estimé du Projet concerné par la cooperation .....	2-98
2-5-2 Frais de gestion, maintenance et contrôle.....	2-99
2 - 6 Points à prendre en compte pour l'exécution du Projet concerné par la coopération ....	2-101

## Chapitre 3 Vérification de la pertinence du Projet..... 3-1

3 - 1 Effets du Projet .....	3-1
3 - 2 Problèmes et recommandations .....	3-2

## ANNEXE

Annexe 1 Membre de la Mission .....	A- 1
Annexe 2 Programme de l'étude .....	A- 2

Annexe 3	Liste de Personnes rencontrées.....	A- 4
Annexe 4	Procès Verbal des Discussions .....	A- 6
Annexe 5	Liste des documents collectés .....	A-38
Annexe 6	Données diverses.....	A-40
6-1	Evaluation du village en objet d'étude .....	A-41
6-2	Programme des forages et les effets de Projet .....	A-43
6-3	Résultats de l'analyse de l'eau .....	A-48
6-4	Résultats de sondage électrique vertical .....	A-50

# **Chapitre 1**

## **Contexte du Projet**

# Chapitre 1 Contexte du Projet

## 1 - 1 Historique de la requête

Depuis 1993, le gouvernement nigérien réalise un Plan d'action pour l'éradication du ver de Guinée visant l'éradication du ver de Guinée répandu dans le pays, dont le Plan se compose principalement d'activités de sensibilisation, de pulvérisation d'insecticides et la distribution de filtres, et de fourniture d'eau salubre par exploitation des eaux souterraines. Pour réaliser efficacement ce plan d'action, le gouvernement nigérien a déposé une requête auprès du gouvernement japonais pour la construction de forages pour l'approvisionnement en eau potable et la fourniture d'équipements pour les activités de sensibilisation dans le département de Zinder où le pourcentage des malades atteints du ver de Guinée était élevé. En réponse à cette requête, le gouvernement japonais a effectué une étude du concept de base pour le Projet d'approvisionnement en eau potable en vue de l'éradication du ver de Guinée (ci-dessous appelé "phase 1 du Projet") en 1995, et a construit 167 forages équipés de pompes à motoricité humaine (90 nouveaux forages, 77 réhabilitations) de 1997 à 2000.

Comme l'aide du Japon et d'autres donateurs a permis une baisse considérable du nombre de malades atteints du ver de Guinée dans le département de Zinder, le gouvernement nigérien a redemandé sa Coopération financière non-remboursable au Japon pour la construction d'installations hydrauliques et la fourniture d'équipements pour la sensibilisation en vue de l'extermination du ver de Guinée dans cette région.

## 1 - 2 Contenu de la requête

Le cadre total de ce Projet demandé par le Niger est comme suit.

- 1) Objectif général: Amélioration de l'environnement hygiénique dans la zone du Projet.
- 2) Objectif du Projet: Augmentation de la population alimentée en eau dans la zone du Projet.
- 3) Résultats: Aménagement du système d'approvisionnement en eau dans la zone du Projet.
- 4) Activités et plan d'investissement
  - a) Contenu de la requête pour la Coopération financière non-remboursable au Japon
    - Installations hydrauliques
      - Construction de petites adductions d'eau à système solaire :10 emplacements
      - Construction de forages équipés de pompes à motoricité humaine :80 emplacements
    - Equipements
      - Equipements pour l'éducation hygiénique des habitants, équipements pour la maintenance des installations hydrauliques, pièces de rechange pour les équipements précités 1 lot

b) Contribution de la partie nigérienne:

- Maintenance des installations hydrauliques
- Activités de sensibilisation
- Aménagement du système de prise en charge par les bénéficiaires

5) Zone concernée: Arrondissements de Matamey, Mirriah, Magaria et Tanout,  
Département de Zinder

6) Organismes récepteurs nigériens

Organisme superviseur	: Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et de la Lutte contre la désertification
Organisme d'exécution superviseur	: Direction des travaux neufs et d'alimentation en eau potable, Direction des Inventaires de Gestion et des Ouvrages Hydrauliques
Organisme responsable des installations hydrauliques	: Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et de la Lutte contre la désertification
Organisme d'exécution des installations hydrauliques	: Direction Départementale de l'Hydraulique de Zinder
Organisme responsable des activités de sensibilisation	: Ministère de la Santé publique et Lutte contre les endémies
Organisme d'exécution des activités de sensibilisation	: Direction Régionale de la santé publique et de la lutte contre les endémies de Zinder

7) Bénéficiaires et effets escomptés : 1,58 million de bénéficiaires (population de la zone précitée)

## **Chapitre 2**

### **Contenu du projet**

## **Chapitre 2 Contenu du Projet**

### **2 - 1 Aperçu du Projet**

#### **2-1-1 Objectifs généraux et objectifs spécifiques du Projet**

Le Gouvernement nigérien a commencé à établir le Schéma directeur pour le développement et la gestion des ressources en eau avec le soutien entre autres du PNUD en février 1993; par la suite, le Plan National de l'Environnement pour un Développement Durable (PNEDD) a démarré, et le schéma directeur a été mis à jour et inclus dans le Programme d'Hydraulique National (PHN, 1999-2010). Ce programme, qui comprend un Plan d'Action Quinquennal (PAQ, 2000-2004) et un Plan à moyen terme (-2010), a pour année cible 2010, et prône "le Programme Hydraulique National - Eau et Développement Durable" (PHN-EDD), a pour objectifs l'amélioration d'urgence des points ci-dessous.

- Amélioration des conditions d'hygiène dans les villages (requête sociale)
- Développement d'activités de production à valeur ajoutée (requête économique)
- Durabilité des ressources en eau et qualité de l'eau (requête environnementale)

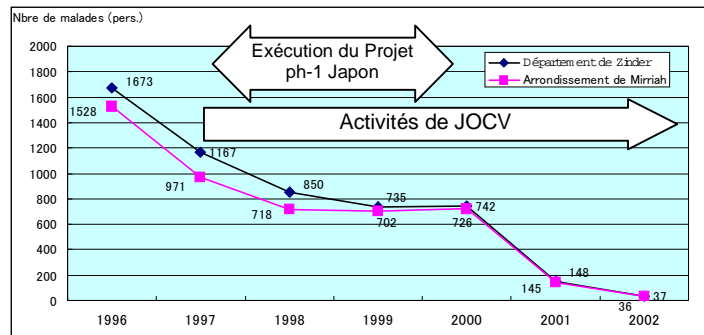
"Politique et Stratégies pour l'eau et l'assainissement de l'eau pour un développement durable 2001", ainsi que "Les plans d'action à court, moyen et long terme" ont été publiés en mai 2001 en tant que textes concrets de cette politique. Ce Plan d'hydraulique national a pour objectif de porter le taux de l'alimentation en eau potable dans les zones rurales de 70% en 2004 (objectif à court terme) et à 100% en 2010.

Quant à la lutte contre la pauvreté, au vu de la situation de pauvreté extrême soufferte par 2/3 de la population (1993), la Stratégie de lutte contre la pauvreté (PRSP) a été établie sous la direction de la Banque Mondiale, mais dans ce cadre aussi, le passage à un taux d'alimentation en eau potable de 70% pour 2004 est aussi défini pour le secteur de l'eau.

Pour l'éradication du ver de Guinée, qui est l'objectif du Projet, le Plan d'action pour l'éradication du ver de Guinée, qui comprend principalement des activités de sensibilisation incluant la distribution de filtres aux habitants, la pluvérisation des insecticides aux mares et la fourniture d'eau salubre par exploitation des eaux souterraines, est réalisé depuis 1993 avec l'assistance d'organisations internationales.

Par conséquent, le nombre de cas signalés, de 21.000 environ au début des années 1990, a largement diminué à un peu plus de 1.000 en 1996, mais dans les zones où il n'y a eu d'amélioration radicale de l'eau potable elle-même, le ver de Guinée n'a pas été éradiqué, et on a confirmé la récurrence des malades, c'est pourquoi le Gouvernement nigérien a commencé l'aménagement de forages pour augmenter l'accès à l'eau potable salubre par l'exploitation des

eaux souterraines. Mais vu la situation financière difficile du pays, le Gouvernement nigérien a demandé au Japon la construction de forages dans le département de Zinder, où le pourcentage des malades atteints du ver de Guinée est le plus élevé, et le



Projet réalisé en réponse par le Japon a permis, comme indiqué sur la Figure 2-1-1, la diminution du nombre de malades à une trentaine en 2002.

Figure 2-1-1 Evolution du nombre de malades souffrant du ver de Guinée dans le département de Zinder (1996-2002, document de la DRSP/LCE de Zinder)

De ce fait, en vue de l'éradication du ver de Guinée, dans cette région, le Gouvernement nigérien a établi un Projet de construction d'installations d'alimentation en eau potable équipées de forages et d'activités de sensibilisation dans le cadre du Plan d'Hydraulique National, et a demandé au Japon la construction des forages et la fourniture des équipements nécessaires. L'exécution de ce Projet permettra approvisionner de l'eau potable salubre aux villages ruraux, et par le biais de l'éradication du ver de Guinée, il a pour objectif d'améliorer l'environnement hygiénique de la zone concernée.

### 2-1-2 Aperçu du Projet

Ce Projet de construction de forages pour l'alimentation en eau salubre et de fourniture d'équipements pour les activités de sensibilisation, fera diminuer le nombre de malades souffrant de maladies d'origine hydrique, et en particulier du ver de Guinée, dans l'arrondissement de Mirriah, Département de Zinder, et améliorera l'environnement sanitaire de la zone concernée. Le taux d'approvisionnement en eau dans l'arrondissement de Mirriah était d'environ 61% à la fin décembre 2002, et l'exécution du Projet permettra l'atteinte à 66% qui est la valeur proche du cible à moyen terme (70%) du Plan National.

Dans ce cadre, les activités d'objets de la coopération seront la construction de 93 forages dans 88 villages et la fourniture d'un lot d'équipements pour soutenir les activités de sensibilisation, ainsi que l'exécution des activités de sensibilisation nécessaires. Pour l'utilisation durable des forages construits, la création d'un comité de gestion des points d'eau avec la construction des installations des forages, la formation à la gestion-maintenance pour soutenir les villageois, la formation de réparateurs de pompes pour soutenir le système de réparation des pompes, et l'amélioration des capacités de la Direction Départementale de l'Hydraulique de Zinder (ci après abrégée "DDH de Zinder"), Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et de la Lutte contre la désertification (ci après abrégée "MHE/LCD"), pour soutenir l'organisme d'exécution avec l'assistance de Soft component, seront assurés. De plus,



la sensibilisation à l'hygiène vis-à-vis des villages où les installations hydrauliques sont construites sera à la charge de la Direction Régionale de la santé publique et de la lutte contre les endémies de Zinder (ci après abrégée "DRSP/LCE de Zinder"), Ministère de la Santé publique et Lutte contre les endémies (ci après abrégée "MSP/LCE"), dont les capacités seront améliorées avec l'assistance de Soft component.

Les activités ci-dessus laissent espérer l'éradication de ver de Guinée, ainsi que la réduction des maladies d'origine hydrique, ainsi l'environnement hygienique de lieu d'objet sera amélioré.

## **2 - 2 Concept de base du Projet concerné par la coopération**

### **2-2-1 Orientation de la conception**

#### **(1) Concept de base**

##### **1) Contenu de la requête et définition du cadre de l'étude**

###### **i) Système d'exécution du Projet**

Le système d'exécution indiqué dans la requête est comme suit.

Agence de tutelle	: Ministère de la Planification
Organisme d'exécution	: Direction de la Planification
Agence chargée de la construction des installations hydrauliques	: Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et de la Lutte contre la désertification
Agence chargée de la sensibilisation	: Ministère de la Santé publique et Lutte contre les endémies

Pour ce qui précède, il a été confirmé que comme le Ministère de la Planification a été fusionné avec d'autres ministères dans le cadre de la restructuration, le MHE/LCD sera l'organisme responsable cumulant agence de supervision et organisme d'exécution. Il a également été vérifié que la DRSP/LCE de Zinder de MSP/LCE sera responsable de la sensibilisation à l'hygiène par le biais du Comité National d'Eradication de Ver de Guinée sur la demande du MHE/LCD.

###### **ii) Contenu de la requête et définition du cadre de l'étude**

La requête du Niger, portant sur la construction de 90 forages équipés de pompes à motricité

humaine dans 4 arrondissements du Département de Zinder et la fourniture des équipements nécessaires, peut se résumer comme suit:

Zone concernée	: Arrondissements de Matamey, Mirriah, Magaria et Tanout du Département de Zinder
Construction des installations hydrauliques avec forage	: Construction de petites adductions d'eau à système solaire : 10 emplacements : Construction de forages équipés de pompes à motoricité humaine : 80 emplacements
Fourniture d'équipements	: Matériels d'éducation hygiénique pour les habitants, équipements de gestion-maintenance des installations hydrauliques, 1 lot de pièces de rechange pour les matériels mentionnés ci-dessus.

La mission d'étude a expliqué l'orientation concernant l'étude du concept de base du Japon ci-dessous à la partie nigérienne pour la requête ci-dessus.

- L'amélioration de l'accès à l'eau sûre sera l'objectif primordial, et la zone sera limitée au site qui remplit cette exigence.
- L'orientation se centre sur les besoins élémentaires de l'homme (BHN), et le niveau des installations hydrauliques est type pompe à motoricité humaine (niveau 1).
- Le type de niveau 2 sera de type entretenable, en tenant compte du type à carburant en plus du système solaire de la requête.
- Des mesures seront étudiées pour assurer l'utilisation durable des eaux souterraines.
- Du point de vue de la réduction des coûts et de la durabilité, l'état d'exécution des Projets et les conditions de maintenance des installations hydrauliques faites par d'autres donateurs seront étudiés à titre de référence pour l'élaboration du concept de base.

Les discussions sur place entre la mission d'étude et le gouvernement nigérien ont conduit à un accord sur le contenu ci-dessous en tant que cadre définitif de l'étude concernant cette requête.

- A) Les discussions en deux étapes sur le procès-verbal et les notes techniques pour les villages concernés ont conduit à un total de 102 villages, à savoir 79 villages choisis parmi ceux de la liste des villages de la requête initiale (217 villages), plus 23 villages pour lesquels une requête additionnelle a été déposée.

#### Motifs de la sélection de l'arrondissement de Mirriah

- Les cas de ver de Guinée dans le département de Zinder sont presque tous apparus dans l'arrondissement de Mirriah comme indiqué sur la Figure 2-1-1.
- L'arrondissement de Mirriah, où le socle est largement répandu, a les conditions hydrologiques et hydrogéologiques les plus dures du point de vue de l'approvisionnement en eau, et le développement des eaux souterraines par forage

mécanique y est nécessaire.

#### Critères de sélection des villages précités

- Sélection parmi les villages sans installation hydraulique moderne, ou bien à installations hydrauliques insuffisantes par rapport au nombre de la population, ou bien utilisant de l'eau insalubre.
  - Sélection parmi les villages désignés comme affectés du ver de Guinée par la DDH de Zinder ou la DRSP/LCE de Zinder.
- B) Pour la forme des installations à construire, le système solaire sera exclu de l'étude, et seul le type à pompe à motoricité humaine sera concerné.
- C) Pour les équipements de la requête, la partie nigérienne a présenté une liste détaillée pour les équipements de sensibilisation tel que du matériel audiovisuel, du matériel informatique, des motocyclettes pour les agents de sensibilisation, ainsi que les pièces de rechange pour les véhicules fournis au cours de la Phase 1 du Projet, et des dispositifs d'analyse de la qualité de l'eau et des outils de réparation des pompes quant aux équipements pour la maintenance des installations hydrauliques.
- Il a été expliqué à ce sujet que les équipements nécessaires lors de l'exécution de la coopération seront sélectionnés, conformément à l'orientation précitée. Pour les équipements requis pour la construction des forages, une étude des équipements fournis par le Japon pour les Projets réalisés jusque-là, y compris leur emploi, a été expliquée.
- D) Il a été vérifié que la partie nigérienne continuerait les activités de sensibilisation et de vulgarisation après la construction des forages. Sur cette base une autre étude par Soft component aura lieu concernant la méthode et le système d'exécution.

Vu la situation précitée, la mission d'étude a effectué une étude hydrogéologique et une étude des conditions sociales dans les villages concernés, a sélectionné des villages objets de coopération et examiné le système d'exécution de construction des forages, les matériaux à utiliser, le personnel, le budget et le système de l'organisme d'exécution nigérien etc.

## **2) Orientation du concept de base**

L'orientation du concept de base est comme suit d'après l'analyse les résultats des discussions sur place et des résultats de l'étude ci-dessus.

- Evaluation par ordre de priorité de l'état actuel de l'approvisionnement en eau et des effets du Projet et limitation des villages concernés
- Conception du système d'exécution en utilisant principalement des entreprises locales et les équipements déjà fournis
- Sélection des équipements à fournir par évaluation des objectifs, des destinataires et des possibilités de maintenance
- Pour la maintenance des installations hydrauliques, renforcement de la capacité de

gestion des organismes nigériens, soutien des CGPE villageois, soutien de la formation des réparateurs de pompes et soutien de l'éducation hygiénique, assistance par Soft component.

## **(2) Conditions naturelles**

### **1) Conditions climatiques et géographiques**

L'arrondissement de Mirriah qui constitue la zone d'étude, a un relief de hautes terres ou de plaine d'environ 300 à 500 m d'altitude, appartient à la zone climatique du Sud-Sahel; la saison des pluies va grosso modo de juillet à septembre, et des précipitations mensuelles de 100 à 200 mm sont enregistrées en juillet et août. Les céréales comme le mil ou le millet étant cultivés pendant cette période, le MHE/LCD notifie chaque année qu'il n'effectuera pas de travaux pendant cette période allant du 16 juillet au 15 septembre, et ce principe sera aussi respecté pour ce Projet.

Pour les équipements, il faudra prendre en compte les températures élevées et les tempêtes de sable. Par ailleurs, les routes bitumées étant très peu nombreuses, on considère que les voitures et motocyclettes doivent la plupart du temps rouler dans les sablonneuses.

### **2) Conditions hydrogéologiques**

Des formations mésozoïques sont distribuées dans la partie Ouest et extrême Nord de la zone d'étude et des formations alluviales dans la partie Sud-Est pour lesquelles le forage à circulation de boue est adapté, et le centre et la partie Est sont principalement en socle pour lequel le forage au marteau pneumatique convient.

Les roches du socle sont surtout des formations du Précambrien et du Primaire, des roches métamorphiques comme les schistes et gneiss et des granites. Les captages d'eau souterraine se trouvent dans les couches altérées, les couches de fracture et les fissures, et une étude détaillée par sondage électrique est nécessaire pour la sélection des emplacements de construction des forages. Le volume de pompage du Projet ph-1 était faible, de 1,0 m<sup>3</sup>/heure en moyenne; par ailleurs, les villages du Projet incluent quelques villages où des essais de forages par autres donateurs ont échoué dans le passé, et les conditions hydrogéologiques sont jugées encore plus sévères que pour phase-1. Par conséquent, les sites où les forages échus ayant été nombreux dans le passé, ou bien où les conditions hydrogéologiques sont jugées généralement sévères, donc les sites difficiles seront exclus de la coopération. Par ailleurs, les eaux souterraines se trouvaient dans les couches profondes, pour phase-1, on a creusé jusqu'à près de 150 m au maximum, et il y a eu des cas où la crépine a été installée de plus de 100 m de profondeur jusqu'au fond du trou. Vu ces points, les résultats d'exécution de la phase 1 du Projet et des autres donateurs, ainsi que les résultats du sondage électrique effectuée cette fois-ci seront pris en compte pour l'évaluation des caractéristiques des forages. Pour

augmenter le taux de réussite des forages, une étude complémentaire centrée sur les emplacements à évaluation faible lors du sondage électrique sera effectuée au moment de la conception détaillée.

Les formations mésozoïques, qui comprennent souvent le Continental hamadien sont largement répandues des environs de la ville de Zinder au Nord. Il comprend généralement des grès, des calcaires et des argiles. Les parties en grès grossier forment généralement de bonnes nappes phréatiques, mais la nappe devient de plus en plus profonde en allant vers le Nord, dépassant 80 m par endroits. Le volume de pompage est supérieur à celui du socle précité, 2,3 m<sup>3</sup>/h ont été obtenus pour ph-1, mais le type de pompe doit être bien sélectionné parce que le niveau d'eau est profond. La profondeur de forage est aussi généralement importante parce qu'il existe plusieurs couches argileuses dans les nappes (il y a des forages actuels de plus de 160 m). Par conséquent, les résultats du Projet ph-1 seront aussi pris en compte pour la zone à formations sédimentaires. Le Continental terminal, qui est une formation allant du mésozoïque supérieur au pliocène tertiaire, est légèrement distribué dans l'extrême Ouest de la zone concernée.

Les formations alluviales et la nappe de Korama distribuées dans la partie Sud de la zone concernée, se composent principalement de sédiments des dunes en sable et de sédiments des sols argileux dans les oueds, où une nappe phréatique est formée par les eaux pluviales infiltrées. Les puits traditionnels des villages pompent sur cette nappe, mais la pollution due au bétail étant importante, elle rend les habitants malades, c'est pourquoi lors du creusement des forages, il est prévu de placer une crépine en nappe profonde.

Quant à la qualité de l'eau, il est rapporté que le fer, le fluor etc. dépassent par endroits les valeurs standard des directives de l'OMS sur les forages creusés dans les formations mésozoïques dans la zone du Projet et aux environs. Aucun cas de dépassement des valeurs des directives n'est apparu au cours des essais de qualité d'eau effectués sur les forages existants dans les villages concernés, mais une nouvelle étude de la teneur en fluor sera effectuée pour le fluor, qui influe considérablement sur la santé, sur les forages existants environnants des villages concernés, ou proches de forages existants ayant montré une forte teneur au moment l'étude de la conception détaillée, pour saisir l'évolution dans le temps de la densité, et réévaluer les villages concernés par la coopération.

### **3) Conditions socio-économiques**

Pour la sélection des villages concernés sur la base des résultats de l'étude des conditions socio-économiques, l'état des installations hydrauliques existantes (type, nombre, distance, état de maintenance etc. des installations), la nouvelle approche de maintenance pour les nouvelles installations hydrauliques, la volonté de payer les frais de maintenance qui seront nécessaires, le montant payable etc. seront pris en compte. En particulier, dans le système économique local centré sur l'agriculture, les agriculteurs mènent pratiquement une vie

d'autosuffisance. Par conséquent, on peut penser qu'il leur sera en principe difficile de payer plus d'argent que celui qu'ils dépensent actuellement pour l'eau à la maintenance des installations hydrauliques, et une conception adaptée à la capacité de paiement des agriculteurs sera nécessaire.

La Loi du travail de la France appliquée sur place pour les conditions de travail, sera pleinement prise en compte pour le plan de calcul et de programme des travaux.

#### **4) Conditions de construction et de fourniture locale**

Au Niger, l'OFEDDES (Office des Eaux du Sous-Sol) et des sociétés privées sont des entreprises de forages possédant des techniques et des équipements de forages adaptés à la Coopération financière non-remboursable du Japon. Ces entrepreneurs ont déjà réalisé des forages relativement nombreux, et ont donc les capacités d'exécution requises. Par conséquent il est prévu d'utiliser une société de forage locale comme sous-traitant sous la direction technique d'une société de construction de nationalité japonaise.

Les principaux matériaux pour l'exécution, comme le ciment et les armatures, sont largement disponibles sur place même à Zinder, et la fourniture locale ne posera pas de problème. Les pièces de rechange pour la réparation des deux types de pompes à motoricité humaine utilisées étant disponibles chez plusieurs revendeurs de Zinder, l'emploi des pompes ne posera pas de problème.

#### **5) Situation locale pour l'équipement**

L'OFEDDES gère et utilise globalement les équipements qui lui ont été fournis jusqu'ici par des donateurs, Japon y compris, pour la construction de forages, mais ils sont pratiquement tous dévastés et inutilisables. Cependant, une foreuse (seulement à circulation de boue) fournie par le Japon en 1995 à fonctions partiellement inutilisables, pourra être utilisable après réparations et remplacement de pièces, et le MHE/LCD a donné son approbation pour son emploi pour ce Projet. Par conséquent, il est prévu de l'utiliser efficacement pour ce Projet, compte tenu de ses fonctions, des frais de réparation nécessaires, des équipements des sociétés privées précitées et de leurs fonctions, et du programme d'ensemble des travaux.

Mais les autres équipements requis par les brigades de forage (camion-citerne, camion-grue etc.) que l'OFEDDES gère ne sont pas utilisables, ils devront être prévus séparément.

#### **6) Capacité de maintenance de l'organisme local**

Le MHE/LCD est le responsable du Projet, qui est géré par la Direction de travaux neufs et d'alimentation en eau potable (DTN/AEP) sous sa tutelle. Au niveau régional, la DDH de Zinder s'en charge directement.

L'éducation hygiénique dans les villages concernés sera effectuée par la DRSP/LCE de Zinder

sous la tutelle du MSP/LCE.

La réparation et la fourniture des pièces pour la gestion-maintenance des installations hydrauliques construites seront confiées au secteur privé, sous la gestion et sur instruction de la Direction des Inventaires de Gestion et des Ouvrages Hydrauliques du MHE/LCD et le DDH de Zinder. La Direction des Ressources en Eau sera-elle en charge du suivi et de l'évaluation du Projet.

Le MHE/LCD exécute bien les plusieurs Projets ; la phase 1 du Projet réalisé depuis 1996 par le Japon et les projets réalisés par d'autres donateurs comme le Danemark, la Belgique, la Chine etc. Ainsi on comprend qu'il possède une capacité de maintenance suffisante; il connaît aussi bien le système de la Coopération financière non-remboursable du Japon, et dispose d'une organisation et d'un personnel qui permettront l'exécution de ce Projet sans problème. Monsieur le Secrétaire Général du MHE/LCD a assuré à la Mission d'étude que les mesures budgétaires dont le montant est actuellement indéterminé serait établies jusqu'à la fin de l'année 2003.

L'étude de la situation en faisant le tour des villages et l'instruction par sensibilisation se continuent depuis 1993 où les activités de lutte contre le ver de Guinée ont commencé sur la base des fonds collectés auprès des donateurs par le Comité National d'Eradication du ver de Guinée et fournis aux services concernés de l'éradication du Ver de Guinée. L'éducation hygiénique des habitants pour le Projet sera effectuée par la DRSP/LCE de Zinder du MSP/LCE, pendant la construction des installations et après la livraison, comme pour la phase-1 du projet, qui a jusqu'ici eu de bons résultats.

Les équipements requis pour les activités ci-dessus seront fournis après étude.

### **7) Détermination du grade des installations et équipements et leur selection**

Une pompe à motoricité humaine, adaptée à des faibles volumes d'eau, utilisable par les femmes et les enfants et exigeant des dépenses de maintenance minimales sera sélectionnée pour les installations hydrauliques à construire en tenant compte de l'environnement économique difficile des agriculteurs de la zone concernée, des conditions hydrogéologiques désavantageuses du socle (volume de pompage faible) et des formations sédimentaires (niveau profond des eaux souterraines), et en considérant le niveau d'eau statique et la baisse du volume d'eau prévue par site.

La source de pompage sera de l'eau souterraine dans des couches altérées, dans des couches de fracture ou des fissures, ou bien les eaux souterraines de la partie profonde formant une nappe continue dans des couches sédimentaires faiblement consolidées ou non consolidées. Il est souhaitable que les installations hydrauliques soient proches des villages pour réduire le temps de puisage, mais pour éviter la pollution de l'eau souterraine par les colibacilles par le déversement des eaux sales sans installations d'égout, il est prévu de les placer à une certaine

distance des villages en tenant compte des conditions hydrogéologiques de la sondage électrique etc.

La station de pompage aura une structure et une forme permettant à tout moment d'assurer de bonnes conditions sanitaires, et facile à entretenir, et sera d'un matériau résistant capable de supporter le climat très chaud et sec du Niger.

Les équipements à fournir seront sélectionnés en considérant les conditions climatiques locales, les capacités des utilisateurs et les possibilités de maintenance.

### 8) Plan d'exécution/fourniture, période d'exécution

Le creusement des forages comprend A) l'ouverture d'un trou par excavation (rotary) ou broyage (martèlement) du sol ou du socle, B) la stabilisation des parois du trou (eau boueuse, tubage) et C) la sortie à la surface des déchets de creusement (circulation d'eau boueuse, air sous pression, etc). Il y a différentes méthodes et modèles d'équipements selon la combinaison de ces opérations. La méthode rotary à l'eau boueuse, utilisée dans le sol et les roches tendres et la méthode du marteau pneumatique pour les roches dures ont tendance à fusionner pour leur économie, le temps de travail requis et leur capacité d'exécution.

Géologiquement, la zone concernée comprend des formations sédimentaires et des roches du socle. Les premières incluent des sables et des argiles de formations alluviales à des roches tendres mésozoïques (grès, argilite); les parois du trou sont instables, et en particulier la partie où coulent les eaux souterraines s'effondrent facilement; la méthode rotary à l'eau boueuse sera utilisée pour stabiliser les parois du trou à l'eau boueuse très dense et faire sortir la terre creusée à la surface. Par ailleurs, pour les secondes, la paroi du trou de socle ne s'effondre pratiquement jamais parce que la roche est dure, mais comme il faut beaucoup de temps pour creuser au forage rotary ordinaire, la méthode du marteau pneumatique (encore appelée marteau de fond de trou) est utilisée pour broyer la roche par percussion du marteau utilisant de l'air sous forte pression, et en même temps, envoyer à la surface les fragments de roche broyés sous la pression du vent.

Tableau 2-2-1 Distribution géologique et application des équipements de forage

Division des zones	Géologie	Méthode de forage appliquée	Equipements nécessaires
Formations sédimentaires	Formations alluviales (sable, argile), couche mésozoïque (grès, argilite) etc.	Rotary à l'eau boueuse	Equipement rotary à l'eau boueuse, ou équipement cumulant eau boueuse et marteau pneumatique
Socle	Sol et roches tendres dans la couche superficielle, granits, gneiss, schistes, quartzites etc. durs sous la couche précitée	Rotary à l'eau boueuse pour la couche superficielle Changement à la méthode marteau pneumatique à la partie plus profonde	Equipement cumulant eau boueuse et marteau pneumatique



Pour cela, il faut des équipements de forage à capacités, accessoires et véhicules différents. Pour les premières, la foreuse fournie dans le passé gérée par l'OFEDDES précitée sera empruntée, et un foreur japonais sera chargé du forage. Pour les secondes, il est prévu d'utiliser une entreprise locale comme sous-traitant.

Ce Projet exige le renforcement des capacités de l'administration locale en ce qui concerne les installations hydrauliques et la construction d'installations hydrauliques tout en assurant la sensibilisation des villageois. La sensibilisation couvre des domaines divers comme la création du comité de gestion de l'eau et l'établissement du règlement, la sélection des membres du comité, les instructions concrètes sur les méthodes des activités, qui seront engrenés sur la procédure d'exécution. Le système d'exécution comprendra des brigades en gestion directe et des brigades du sous-traitant, et la période d'exécution sera étudiée en tenant compte des capacités du sous-traitant.

### **9) Suivi du Projet**

Le suivi du Projet portera sur deux points: A) état de fonctionnement des installations hydrauliques et état d'activité du comité de gestion des points d'eau, B) impact du Projet sur le nombre de malades souffrant du ver de Guinée, et autres modifications. Il sera réalisé principalement par la Direction des Ressources en Eau et DDH de Zinder du MHE/LCD, et par le MSP/LCE.

### **10) Projet de Soft component**

La sensibilisation jugée nécessaire avec la construction des installations hydrauliques comprend 5 éléments: A) création du comité de gestion des points d'eau, B) instruction pour la maintenance des installations hydrauliques, C) éducation des réparateurs de pompes et D) instruction sanitaire des habitants, E) amélioration du système de maintenance de l'administration (DDH de Zinder, DRSP/LCE de Zinder). Ces différentes activités sont prévues en tant que Soft component dans ce Projet.

Pour D), la DRSP/LCE de Zinder est soutenue par des membres JOCV du Japon, et l'éducation hygiénique concernant les installations hydrauliques, qui est le domaine limite avec la DDH, la formation des agents de sensibilisation de la DRSP/LCE de Zinder sera assurée.

La nécessité du contenu sera définie par village sur la base de l'étude des conditions sociales, et fixée en trois niveaux "non exécution", "formation ordinaire" et "formation sur points spécifiques".

## **2-2-2 Plan de base**

### **2-2-2-1 Plan d'ensemble**

Les villages en objets de la coopération seront sélectionnés par limitation et classement par ordre de priorité en tenant compte des résultats de l'étude sociale et de l'étude hydrogéologique. Dans la sélection, les villages sans installation hydraulique existante auront la 1<sup>ère</sup> priorité, et la population, l'état des installations hydrauliques existantes, le volume moyen utilisé, les conditions hydrogéologiques, l'existence de malades atteints du ver de Guinée, les possibilités de maintenance etc. seront pris en compte. 1 forage sera en principe exécuté, mais 2 seront prévus si la population est importante, et que le volume d'eau fourni est largement au-dessous des besoins.

Parmi les équipements de forage, la foreuse sera celle fournie dans le passé au Niger par le Japon. L'emploi d'entreprises de forages locales sera aussi étudié.

Les équipements à fournir pour la sensibilisation comprennent les équipements audiovisuels, les équipements informatiques (ordinateurs etc.), les motocyclettes pour les agents de sensibilisation et les pièces de rechange pour les véhicules fournis pour la phase 1 du Projet, et les dispositifs d'analyse de qualité de l'eau et les outils pour la réparation des pompes comme équipements de maintenance des installations hydrauliques. Les motocyclettes et les pièces de rechange pour les véhicules fournis pour la phase 1 du Projet, 1 lot des équipements informatiques seront affectés à la DRSP/LCE de Zinder, MSP/LCE, les autres équipements seront gérés par le MHE/LCD, les équipements audiovisuels étant utilisés en commun par le MSP/LCE.

Pour la maintenance des équipements fournis, des instructions techniques pour la gestion seront données sur le tas lors de l'exécution du Projet, compte tenu de l'état de gestion des équipements fournis pour la phase 1 du Projet.

Pour la gestion-maintenance des installations hydrauliques, en poursuivant l'assistance aux organismes gouvernementaux nigériens, l'introduction de CGPE et la formation de réparateurs de pompes seront effectués par Soft component. L'éducation hygiénique des villageois sera assurée par la DRSP/LCE de Zinder, MSP/LCE, ayant l'assistance par Soft component et la collaboration du Comité National d'Eradication du ver de Guinée. Les équipements exigeant la gestion-maintenance seront sélectionnés en tenant compte du rôle et du budget des organismes nigériens concernés.

Le système d'exécution sera celui du montant forfaitaire établi sur la base d'un contrat signé entre l'entrepreneur japonais et le gouvernement nigérien.

## 2-2-2-2 Plan de l'installation

### (1) Année cible

Ce Projet sera réalisé dans le cadre du Plan d'Hydraulique National (PHN), et l'année cible du Projet vise 2007.

### (2) Caractéristiques de l'alimentation en eau

#### 1) Critère d'alimentation en eau potable

L'unité d'alimentation en eau du Niger a été définie comme l'indique le Tableau 2-2-2, et la norme est de 20 litres/pers./jour pour les forages à pompe à motoricité humaine.

Tableau 2-2-2 Normes définies pour les installations hydrauliques par "Politique et Stratégies pour l'eau et l'assainissement de l'eau pour un développement durable, 2001"

Conditions		Conditions des installations hydrauliques adaptées
Installation hydraulique à motricité humaine		Puits en ciment ou forage à pompe à motoricité humaine
Unité de base d'alimentation		20 litres par personne et par jour (20 l/pj)
Condition pour la distance		Nouvelle construction en cas éloignée de plus de 5 km de l'installation existante
Conditions pour la population	De 250 à 1.500 habitants	1 installation hydraulique à motricité humaine pour 250 habitants
	De 1.500 à 2.000 habitants, l'habitant le plus éloigné du point d'eau est à plus d'1 km	Forage + motopompe + réservoir + 2 rampes de robinets autour de chateau (poste d'eau autonome)
	Ville de plus de 2.000 habitants	Forage + motopompe + réservoir + 2 à plusieurs de bornes fontaines (installation de niveau-2 – mini AEP –)

Ce Projet a pour objectif de fournir le volume d'eau minimum nécessaire pour l'éradication du ver de Guinée. Le volume prévu par personne et par jour est de 8 à 14 l/pj, suite à l'étude des conditions sociales indiquée au figure 2-2-1, à savoir 5 litres/pj minimum pour l'eau potable et la cuisine, et 12 litres/pj de volume d'eau d'utilisation en moyenne dans la zone du Projet. Ce volume d'eau moyen est environ 1/2 de la norme précitée, mais vu l'urgence des mesures d'éradication du ver de Guinée, il est jugé essentiel d'assurer un volume d'eau d'utilisation suffisante sans se limiter à la norme.

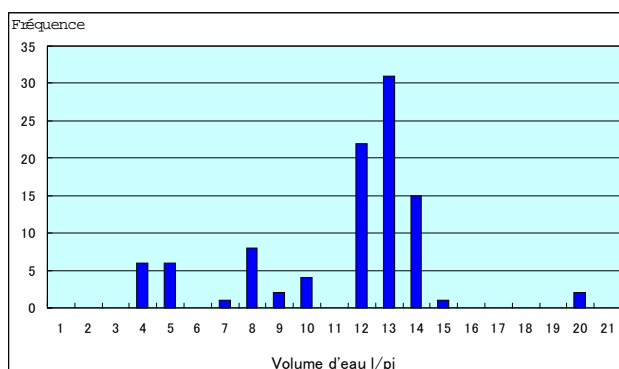


Figure 2-2-1 Volume d'eau consommé par les villages concernés

Vu que le volume d'utilisation précité coïncide avec les 12 litres/pj, volume d'eau objectif provisoire défini dans la phase 1 du Projet, les forages seront prévus 12 litres/pj comme volume d'eau objectif pour ce Projet.

## **2) Volume de pompage et temps de pompage**

Le volume de pompage servant de critère de succès des forages est de  $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$  au Niger. Par ailleurs, des résultats moyens de  $39 \text{ l/min.}$  ( $2,3 \text{ m}^3/\text{h}$ ) ont été obtenus pour les formations mésozoïques et de  $18 \text{ l/min.}$  ( $1,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ) dans le socle au cours de la phase 1 du Projet.

Pour la capacité de pompage, un volume de pompage moyen de  $0,75 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $12,5 \text{ l/min.}$ ) sera adopté pour la conception des forages, compte tenu de la hauteur de relevage et du volume de pompage prévu pour les différentes pompes à appliquer, du niveau des eaux souterraines dans les villages concernés et de la baisse de niveau d'eau prévue.

Le temps de pompage sera de 11 heures, par rapport aux 12 heures, du lever du jour à la tombée de la nuit, en excluant 1 heure après midi où personne ne sort. Ainsi, un volume de pompage de  $8,25 \text{ m}^3$  est prévu par forage, mais comme  $12 \text{ l/pj}$  sera adopté comme indiqué plus haut, cela permettra une augmentation du volume d'eau correspondant à 687 personnes par forage.

## **(3) Sélection des villages objets de la coopération**

### **1) Evaluation des villages et ordre de priorité**

Compte tenu des résultats de l'étude sur place, les villages objets de la coopération seront sélectionnés selon les critères indiqués dans le Tableau 2-2-5 pour les différentes rubriques de sélection: "Historique de l'apparition des malades atteints du ver de Guinée", "Etat d'alimentation en eau salubre", "Travail de transport de l'eau", "Souhait d'une nouvelle installation hydraulique", "Possibilité de prise en charge des frais de maintenance", "Etat de maintenance des installations hydrauliques existantes", "Sondage électrique, particularités hydrogéologiques et possibilités d'exploitation des eaux souterraines", "Qualité de l'eau des forages et Niveau de l'eau souterraine".

Chaque critère sera classé selon son importance dans les 3 catégories 1, 2 et 3 en partant du haut. De plus, l'évaluation pour chaque critère sera faite en partant du haut en 4 rangs A, B, C, D, le rang D étant exclu de l'objet de coopération. Les 2 critères "Historique de l'apparition des malades atteints du ver de Guinée" et "Etat d'alimentation en eau salubre", qui sont les rubriques d'évaluation les plus importantes, seront classés dans la catégorie 1, et un rang élevé sera adopté pour l'évaluation générale pour chacun d'eux.

Voici des explications concernant les rubriques exigeant la plus grande attention.

#### **i) Etat d'approvisionnement en eau salubre**

A partir des critères d'approvisionnement en eau potable précités et des résultats de l'étude des conditions sociales, les villages concernés seront classés en 4 rangs pour le volume d'approvisionnement actuel conformément aux critères indiqués dans le Tableau 2-2-3, et une évaluation-sélection sera faite sur la base de la Figure 2-2-1 et des manières ci-dessous.

- ◆ Les villages de rang D sont exclus de la coopération.
- ◆ Pour les villages de rangs A, B et C, un second forage sera construit dans les villages où 1 forage fournit largement moins que 12 litres/pj. Mais le nombre de forages sera limité à 2.
- ◆ Dans les villages où l'installation hydraulique existante est en panne, si la pompe est réparable et que le village souhaite la réparation, le nombre de forages sera prévu en tenant compte du nombre de forages à réparer. Mais dans ce cas, la faisabilité sera réévaluée au cours de l'étude de la conception détaillée.
- ◆ Dans le cas de construction de 2<sup>ème</sup> forage, l'orientation sur l'ordre de priorité sera conforme au Tableau 2-2-4.

Tableau 2-2-4 Ordre de priorité de 2<sup>ème</sup> forage

Cas	Rang
Si le volume d'eau objectif n'est pas atteint même en construisant un second forage	B
Si la construction du 2 <sup>nd</sup> forage permet de dépasser le volume d'eau objectif	C

Tableau 2-2-3 Rang concernant l'état d'approvisionnement en eau sûre

Rang A	• Village sans installation hydraulique hygiénique
Rang B	• Village disposant d'une installation hydraulique hygiénique, mais ne disposant pas du volume d'eau de 5 litres/pj considéré volume minimum pour la boisson et la cuisine
Rang C	• Village disposant d'une installation hydraulique hygiénique, à volume d'eau supérieur à 5 litres/pj, mais où les besoins de tous les habitants ne sont pas couverts
Rang D	• Village où 12 litres/pj sont actuellement assurés

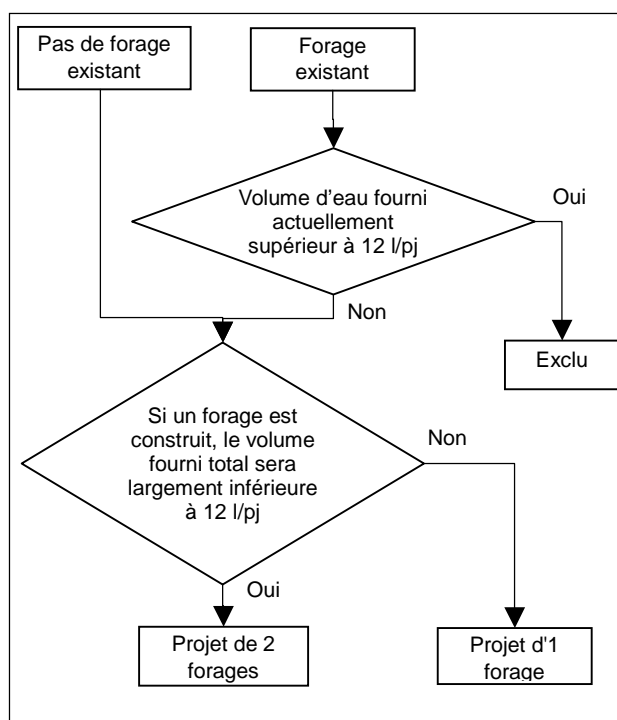


Figure 2-2-2 Processus de la sélection du nombre de forages

## ii) Nombre de malades atteints du ver de Guinée

Le Nombre de malades atteints du ver de Guinée est le nombre total de malades apparus entre les années 2000 et 2002 après l'achèvement de la phase 1 du Projet du Japon. Les villages où les résultats de la phase 1 du Projet sont apparus et où les malades ont disparu seront exclus.

## iii) Distance de transport de l'eau

La Distance de transport de l'eau influant considérablement sur les conditions de vie des villageois, l'ordre de priorité sera augmenté si la distance est longue, et classée en catégorie 2. Autrement dit, les villages à distance de transport de l'eau supérieure à 2 km (20% de l'ensemble des villages) d'après les résultats de l'étude des conditions sociales, seront classés au rang A, et l'évaluation générale obtenue de la catégorie 1 sera relevée au rang 1.

#### iv) Autres

La catégorie 3 inclut les autres conditions sociales et les conditions hydrogéologiques, et les villages de rang D seront exclus. Les autres rangs n'auront pas d'influence sur l'évaluation générale.

Tableau 2-2-5 Critères d'évaluation des villages

Rubriques d'évaluation		Ordre de priorité A > B > C > D	Positionnement par degré de priorité
Catégorie 1	Apparition de maladies atteintes du ver de Guinée (dernières années, 2000-2002)	A : 5 personnes ou plus au cours des trois dernières années B : De 1 à 4 personnes C : Pas d'apparition	A, B : Objet du Projet C : Objet du Projet, mais le degré de priorité sera répercuté en tenant compte d'autres éléments
	Etat d'alimentation en eau salubre (Volume actuellement fourni Q : l/p.j.)	A : Pas d'installation hydraulique sanitaire dans le village Q=0 B : Installation hydraulique sanitaire dans le village, mais le volume d'eau ne couvre pas les besoins pour la boisson et la cuisine. 0 < Q < 5 C : Installation hydraulique sanitaire dans le village, mais tous les villageois ne sont pas alimentés. 5 < Q < 12 D : Installation hydraulique sanitaire dans le village, et les besoins en eau minimaux sont couverts. 12 < Q	A, B, C : Objet du Projet D : Exclu
Catégorie 2	Travail de transport de l'eau	Distance de la source d'eau actuelle à la partie la plus éloignée du village A : 2 km ou plus B : 500 m ou plus C : Moins de 500 m	A, B et C sont objets du Projet, et l'évaluation de A selon la catégorie A fait augmenter d'1 rang.
Catégorie 3 (conditions sociales)	Souhait d'une nouvelle installation hydraulique	A : Souhait D : Pas de souhait	A : Objet du Projet D : Exclu
	Possibilité de prise en charge des frais de maintenance	A : Le fonds constituable peut largement dépasser le montant nécessaire. B : Le fonds constituable sera similaire au montant nécessaire. C : Le fonds constituable sera au-dessous du montant nécessaire. D : Le fonds constituable sera nul.	A, B : Objet du Projet C : Etude détaillée lors de la conception détaillée. D : Exclu
	Etat de maintenance des installations hydrauliques existantes	A : Pas de problème B : Fonctionnement supérieur ou égale à 1/2 C : Fonctionnement inférieur à 1/2 D : Ne fonctionne pas, pas de volonté de maintenance	A, B, C : Objet du Projet D : Exclu
	Evaluation d'ensemble (le rang le plus bas sera appliqué par village pour les 3 articles ci-dessus)	A : Pas de problème B : Pas de problème, mais instruction pour la maintenance nécessaire C : Fait un peu problème, instruction très nécessaire D : Maintenance des installations hydrauliques difficile	A, B, C : Objet du Projet D : Exclu
Catégorie 3 (conditions hydrogéologiques)	Sondage électrique, particularités hydrogéologiques et possibilités d'exploitation des eaux souterraines	La résistivité est utilisée pour l'évaluation du sondage électrique, et une nappe aquifère est considérée bonne si les valeurs de résistivités suivantes sont obtenues. Socle 12 à 250 Ω-m Formations sédimentaires 60 à 250 Ω-m A : Plusieurs sites candidats pour des forages ont été obtenus, et la possibilité de l'exploitation des eaux souterraines est forte. B : 1 site candidat a été vérifié, et l'exploitation des eaux souterraines est possible. C : La résistivité obtenue lors du sondage électrique est un peu éloignée de la plage indiquant une bonne nappe aquifère, mais une étude détaillée des conditions hydrogéologiques environnantes devrait permettre de trouver des sites prometteurs. D : La résistivité obtenue lors du sondage électrique est éloignée de la plage indiquant une bonne nappe aquifère, et les autres donateurs ont échoué.	A, B, C : Objet du Projet Pour B, C, une étude détaillée sera faite lors de la conception détaillée. D : Exclu  Remarque: Après l'évaluation ci-dessous, le socle a été classé -R et les formations sédimentaires -S.

Rubriques d'évaluation		Ordre de priorité A > B > C > D	Positionnement par degré de priorité
Catégorie 3 (conditions hydrogéologiques)	Qualité de l'eau des forages	A en juger d'après la qualité de l'eau des forages existants dans le village ou les villages voisins: A : Pas de problème B : Beaucoup de bactéries, gestion de l'hygiène requise autour des forages C : Teneur en éléments nocifs pour la santé comme le fluor élevé dans la zone environnante D : Teneur en éléments nocifs pour la santé comme le fluor élevé dans le village concerné	A : Pas de problème B, C : Prise en compte à l'exécution D : Exclu
	Niveau de l'eau souterraine	A : Moins de 25 m B : 25 à moins de 45 m C : 45 à moins de 70 m D : 70 m ou plus	A, B, C : Objets du Projet D : Exclu

## 2) Population des villages concernés et le taux d'augmentation

La population de la zone concernée a été estimée d'après les résultats de l'étude, plus 3<sup>e</sup> recensement national effectué à partir de 1999 et les documents de la DDH de Zinder (l'année 2000) pour les villages ne figurant pas dans ces résultats.

Le taux de croissance démographique dans le Département de Zinder entre 1978 et 1988 a été de 3,23%, mais il semble que les chiffres réels sont beaucoup plus bas que les résultats du 3<sup>e</sup> recensement national effectué à partir de 1999. Mais l'analyse de ces données n'est pas terminée, et il n'existe pas d'autres données statistiques fiables. Par ailleurs, les interviews sur les variations de population au cours des 10 dernières années et des prévisions pour les 5 prochaines années ont permis d'obtenir de 0,2 à 3,0%, et une augmentation annuelle moyenne de 1,4%, ce qui coïncide avec les autres données d'étude. Cette valeur sera donc adoptée.

## 3) Résultat de la sélection des villages concernés

Passant la sélection, les 14 villages sur la base des conditions précitées seront exclus, et 93 forages seront construits dans les 88 villages en objets de la coopération.

La population totale des villages en objets de la coopération sera de 80.210 habitants en 2004, et 58.860 habitants constitueront la population directement bénéficiaire du Projet.

Le Tableau 2-2-6 indique la répartition par rang et donne un aperçu de la population concernée. La situation actuelle dans les villages en objets de l'étude et les effets du Projet sont compilés dans les documents en fin de volume.

Le Tableau 2-2-7 donne la liste des villages concernés et la Figure 2-2-3 la carte de localisation des villages concernés.

Par ailleurs, les villages exclus de l'étude parce que leur degré de priorité était bas lors de l'étude sur place seront évalués quant aux malades atteints du ver de Guinée et au volume d'eau actuellement approvisionné, et 9 villages seront classés par ordre de priorité comme villages de remplacement pour les 93 sites précités (voir le Tableau 2-2-8).

Tableau 2-2-6 Nombre de villages objets du Projet et population bénéficiaire

Evaluation générale	Nombre de villages	Nombre de forages			Population bénéficiaire (hab.)	
		1	2	Total	Population villageoise (2004)	Population directement alimentée (2004)
A	66	66	0	66	44.680	42.270
B	6	6	4	10	10.200	6.420
C	16	16	1	17	25.330	10.170
A,B,C total	88	88	5	93	80.210	58.860

Tableau 2-2-7 Liste des villages du Projet

NO	Canton	Village	Code du village	Pop. en 2004	Malades atteints du ver de Guinée (total des 3 dernières années)	Ordre de priorité A: 1 <sup>re</sup> priorité B: 2 <sup>de</sup> priorité C: 3 <sup>e</sup> priorité D: Exclu	Nbre de forages du Projet	Méthode de fond M: Marteau de circulation de boue R: Rotary à circulation de boue	Phase
			IND	hab.	hab.				
31	ALBERKARAM	GACHERI HONDEY	7410060	270	0	A	1	M	2
78		SABON GARI	7410540	720	2	A	1	M	2
101		ZANGUIRI TAGABASS	7410720	540	0	A	1	M	2
4	BABAN TAPKI	ANGOUAL BOUKIA	7420040	470	3	A	1	R	1
6		ANGOUAL SOUNTALI	7420020	910	0	C	1	M	2
11		BAOUCHERI	7420160	2.130	10	A	1	M	2
14		BAOUREWA	7420180	650	2	A	1	M	2
21		DINEY BOUGAGE	7420300	570	0	A	1	R	1
22		DINEY HAOUSSA	7420320	2.080	39	A	1	R	1
33		GANGARA KARIMOU	7420380	650	0	B	1	M	2
83		SOUGOUNIA	7420720	710	7	A	1	M	2
84		SOUGOUNI	7420722	440	0	A	1	M	2
100		ZANGON TANKO	7420820	750	3	A	1	M	2
5	DAKOUSSA	ANGOUAL SAMIA	7430060	970	0	C	1	R	2
8		BAKI MARAM MAY MAGARIA	7430120	1.220	1	B	1	R	2
9		BAKIMARAM	7430110	1.080	0	C	1	R	2
10		BANDAWA	7430130	1.030	24	A	1	R	2
36		GARIN GUIGUINIA	7430330	500	0	A	1	R	2
38		GARIN MAKERI	7430355	330	0	A	1	M	2
7	DAMAGARAM	ARGO MEGAO(ZANGO)	7440050	550	0	A	1	M	2
23	TAKAYA	DISSAFA	7440153	560	0	A	1	R	2
26		DOUFOUFOUK BOUGAGE	7440160	320	0	A	1	M	2
30		GABAGAWA	7440210	400	0	A	1	R	2
47		GUITA	7440285	540	0	A	1	M	2
66		KOUMANDAKOU	7440540	1.530	0	A	2	R	2
68		MAGOMI	7440595	440	0	A	1	M	2
81		SANTCHE	7440685	1.730	0	A	2	R	2
82		SIDINI	7440695	660	0	A	1	M	2
90		TOUNFAFIRUM	7440750	670	0	A	1	R	2
24	DOGO	DOGO CHAIBOU	7450150	4.800	0	B	2	M	2
25		DOGO MAIKASSOUA	7450160	2.630	0	C	1	R	1
64		KOUKAKI	7450475	630	0	A	1	R	1
49	DROUM	IFARA	7460395	230	0	A	1	M	2
60		KOGON CHEME	7460390	1.170	0	C	1	M	2
70		MALOUAWA ABDOU	7460540	330	1	A	1	R	1
76		ROUAN JIGAOUA	7460615	770	0	A	1	R	1
77		ROUFOUAN MAYANA	7460625	410	0	A	1	R	1
85		TCHALIGA	7460705	920	2	B	1	M	2
95		ZANGON BAOUROU	7460735	1.070	0	C	1	M	2
96		ZANGON ISMAGAILA	7460775	1.100	0	A	2	R	1
98		ZANGON MAZOZA	7460835	630	0	A	1	M	2
99		ZANGON MOHA BAOUROU	7460850	410	0	A	1	M	2
19	GAFATI	DANKENI MALAM ABDOU	7470216	640	0	A	1	M	2
32		GAFATI	7470248	1.020	0	A	1	M	2
80		SAMKAKA	7470670	3.010	0	C	1	M	2
65	GARAGOUMSA	KOUKOKI	7480600	520	1	A	1	R	2



NO	Canton	Village	Code du village	Pop. en 2004	Malades atteints du ver de Guinée (total des 3 dernières années)	Ordre de priorité A: 1 <sup>e</sup> priorité B: 2 <sup>de</sup> priorité C: 3 <sup>e</sup> priorité D: Exclu	Nbre de forages du Projet	Méthode de fond M: Marteau R: Rotary à circulation de boue	Phase
			IND	hab.	hab.				
39	GOUNA	GARIN MALAM	7490330	220	0	A	1	R	1
12	GUIDIMOUNI	BAOURE BOUKARI	74A0060	630	0	A	1	M	2
16		DACHIRI	74A0140	250	0	A	1	M	2
53		JIGAWA	74A0325	1.460	0	A	2	M	2
58	GUIDIMOUNI	KILALOUM	74A0405	1.930	0	C	1	M	2
88		TOROSSO	74A0581	1.260	0	C	1	M	2
94		ZANGON AMAN TORO	74A0615	730	0	A	1	M	2
15	KAGNA OUAME	BIRJI GARIN IDI	74E0262	670	0	C	1	M	2
17		DAKOROU	74E0532	580	1	B	1	R	2
48		HALALI	74E0490	600	0	A	1	M	2
56		KAFA ZAGORI	74E0530	520	1	A	1	M	2
63		KORI TOUMNIA	74E0630	560	0	A	1	R	2
72		MELA II	74E0720	230	0	A	1	M	2
74		OUAME TA ANA	74E0780	1.360	0	C	1	M	2
75		RAHIN ZOMO	74E0820	710	0	A	1	R	2
92		YACHI I	74E0900	780	3	A	1	R	2
93		YACHI ZOMO	74E0900	770	0	A	1	R	2
2	KISSAMBANA	ANGOAL DAOUNI	74B0025	620	0	A	1	M	2
29		FANDAY	74B0120	610	0	A	1	M	2
50		ILLEALA MALAM NA MAGARIA		520	0	A	1	M	2
51		ILLELA LIMAN BOURA	74B0320	460	0	A	1	M	2
59		KISSAMBANA YERIMA	74B0500	620	5	A	1	M	2
79		SALERI	74B0610	540	0	A	1	M	2
3	MIRRIAH	ANGOAL MALAM BACHOUAYE	74C0020	1.850	0	C	1	M	2
20		DARGAZOU	74C0180	2.030	1	B	1	M	2
34		GARIN BOKA	74C0320	750	0	A	1	M	2
35		GARIN DJEKA FADA	74C0325	640	0	A	1	M	2
40		GARIN MALAM CHAIBOU	74C0400	320	0	A	1	M	2
73		MOUDOUK CHAMBOUA	74C0600	2.310	0	C	1	R	1
89		TOUDOUN KARAGA	74C0675	540	0	A	1	M	2
97		ZANGON KELLAWE	74C0730	760	0	A	1	M	2
37	MOA	GARIN INNI	74D0360	1.510	0	A	1	M	2
67		KRIDOGANA	74D0570	590	0	A	1	R	2
71		MAZAMNI	74D0600	3.000	0	C	1	M	2
102		ZOUAMI	74D0880	650	0	C	1	M	2
18	TIRMINI	DAN GOULBI TCHEULHIM	74F0237	550	0	A	1	R	1
41		GARIN MALAN OUMAR	74F0345	750	0	A	1	R	1
43		GOUARI HSSA	74F0380	250	2	A	1	R	1
45		GUIDAN KAOURA	74F0397	480	0	A	1	R	1
57		KANIMATANE	74F0470	760	3	A	1	R	1
87		TIRMINI	74F0770	1.460	0	C	1	R	1
69	ZERMOU	MAIKABA	74G0450	670	0	A	1	M	2
	Total	88 villages		80.210	111		93	phase 1 18 phase 2 75	

Tableau 2-2-8 Villages de remplacement

NO	Canton	Village	Code du village	Population en 2004	Malades atteints du ver de Guinée	Ordre de priorité	Nbre de forages
1	OUAME	CHABARANI	74E0280	110	30	1	1
2	DAKOUSSA	MAI MAGARIA (B.M.)	750618	710	8	2	1
3	KISSAMBANA	JEMA	74B0360	1.170	4	3	1
4	KISSAMBANA	MATABOU	74B0540	450	4	4	1
5	KISSAMBANA	KISSAMBANA GAKO	74B0490	440	3	5	1
6	TIRMINI	KARFIN KAYAOU	74F0485	220	2	6	1
7	BABAN TAPKI	DAN BOURANDIA	7420210	130	0	7	1
8	DROUM	MAI JIRGA (AGALI)	7460568	220	0	8	1
9	GARAGOUMSA	BAGOU	7480105	320	0	9	1

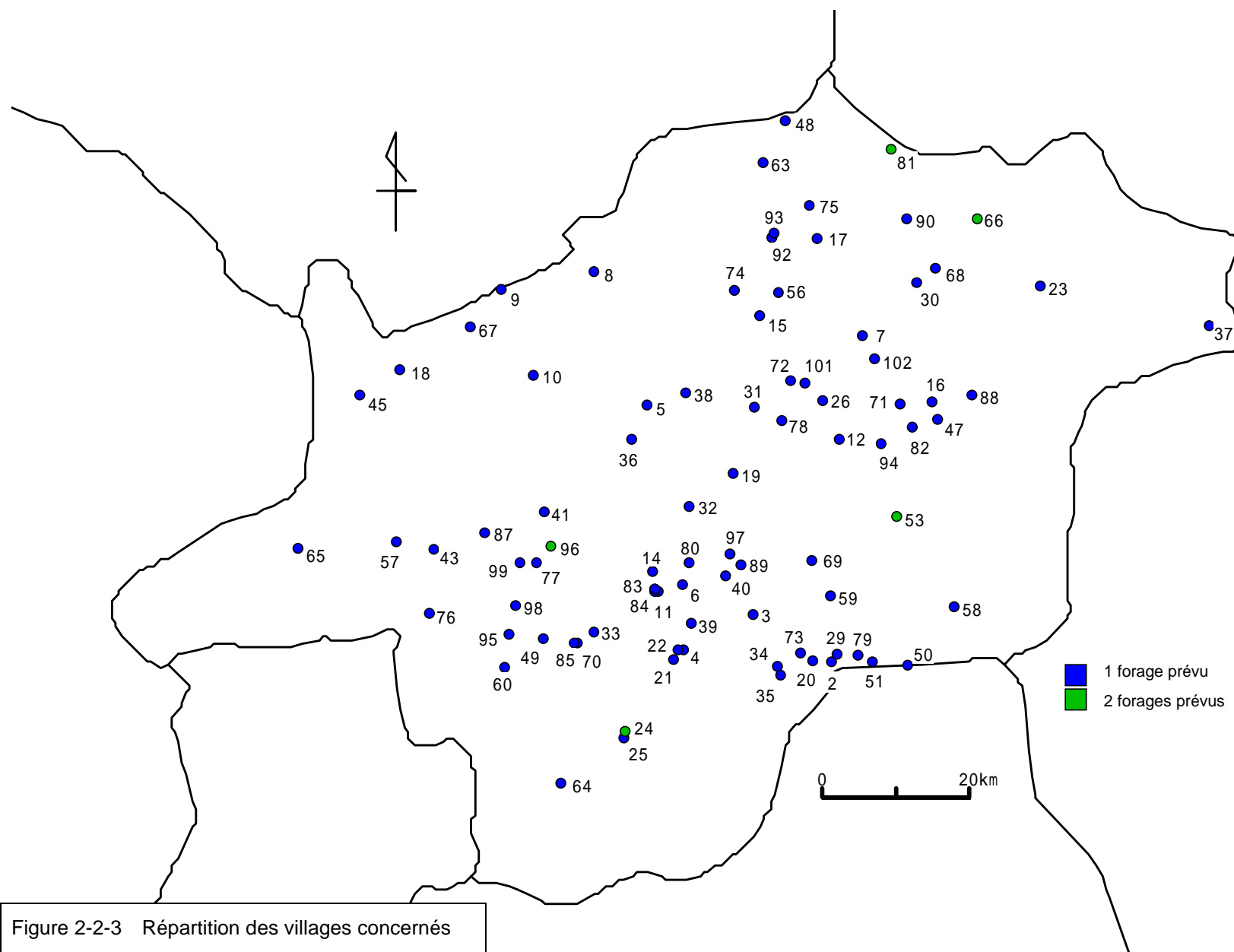


Figure 2-2-3 Répartition des villages concernés

#### (4) Caractéristiques techniques des forages à construire

##### 1) Taux de réussite des forages

###### i) Aperçu des conditions hydrogéologiques dans les villages concernés

La géologie aux points concernés par le Projet comprend 33 emplacements en formations sédimentaires non-consolidées ou faiblement consolidées et 60 emplacements dans le socle. Les résultats du sondage électrique et de l'analyse géologique de la couche superficielle laissent supposer 12 emplacements de roches métamorphiques et 48 emplacements de série granitique parmi les 60 emplacements dans le socle, les granits représentant 80% des emplacements dans le socle total. (Figure 2-2-4)

La zone concernée chevauche grosso modo la zone de la phase 1 du Projet, et comprend les villages concernés incluant des emplacements où d'autres donateurs ont fait des essais de forage échus dans le passé, ce qui laisse à penser que les conditions hydrogéologiques sont plus mauvaises que pour la phase 1 du Projet.

###### ii) Taux de réussite des forages existants

Environ 1.540 forages ont jusqu'ici été creusés à l'essai, y compris ceux du Japon, dans l'arrondissement de Mirriah, la zone concernée (en incluant des environ 420 forages échus), et le résultat de leur classement géologique est indiqué dans le Tableau 2-2-9, avec les résultats de la phase 1 du Projet. Le taux de réussite sera ici défini comme suit.

$$\text{Taux de réussite} = \frac{\text{nombre de forages réussis}}{\text{Forages réussis} + \text{forages échus}} \times 100(\%)$$

Tableau 2-2-9 Taux de réussite des forages

(volume de pompage de plus de 0,5 m<sup>3</sup>/h: base pompe à motricité humaine)

Epoque géologique	Nom de la formation	Dureté du sol et nappe aquifère	Méthode d'exécution	Taux de réussite de la phase 1 du Projet du Japon	Taux de réussite de tous les travaux exécutés jusqu'en 2000	Taux de réussite appliqué	Nombre de forages concernés	
Cénozoïque	Formation alluviale	Formations sédimentaires Nappes aquifères continues	Forage rotary à circulation de boue	89,8% (53/59)	72,6% ( 441/607 )	85%	33 sites	
	Formation du Continental Terminal							
Mésozoïque	Grès, calcaires							
	Formation du Continental Hamadien et du Continental Intercalaire							
Mésozoïque - paléozoïque	Série granitique jeune	Socle Nappes aquifères dans les fractures, couches altérées	Forage au marteau pneumatique	54,5% (6/11)	52,7% (490/929)	52,7%	48	
Précambrien	Granits anciens			61,4% (27/44)	57,3% (240/419)	59,1%	54%	12
	Schistes, quartzite							

(\*Le chiffre sous le taux de réussite est nombre de forages réussis/nombre de forages d'essai. Source: DDH de Zinder, Cellule Informatique)

Si l'on compare les résultats de la phase 1 du Projet avec l'ensemble des résultats d'exécution, on obtient un taux de réussite légèrement supérieur pour chaque couche. Mais pour appliquer ces valeurs comme taux de réussite du Projet, il y a deux problèmes: le nombre d'échantillons est trop limité et les emplacements ont des conditions hydrogéologiques plus mauvaises que pour la phase 1 du Projet. D'abord, pour les échantillons, 1 forage réussi modifie considérablement le taux de réussite; ainsi dans le socle, il change comme suit:

Granits: pour 6 forages réussis sur 11, il est de 54,5%, pour 5 de 45,4% et pour 7 de 63,6%.

Roches métamorphiques: pour 27 forages réussis sur 44, il est 61,4%, pour 26 de 59,1% et de pour 28 de 63,6%

En particulier, la variation de 10% par forage est importante dans les granits, ce qui empêche l'utilisation du taux de réussite de la phase 1 du Projet. Par ailleurs, si l'on considère les conditions hydrogéologiques difficiles incluant des emplacements où d'autres donateurs ont échoué, il est aussi possible de descendre au-dessous d'une valeur de 52,7% de l'ensemble des travaux. Pour cette raison, il est prévu lors de l'étude de la conception détaillée, d'effectuer le sondage électrique sur une zone élargie, et après l'identification de nombreux sites de forages candidats, d'assurer 52,7% de l'ensemble des travaux en sélectionnant des sites présentant des possibilités élevées.

Pour les roches métamorphiques, le taux de réussite de la phase 1 du Projet varie de 2% par forage réussi, mais la précision est élevée par rapport aux granits, et l'on peut juger que le taux de réussite est nettement supérieur aux résultats de l'ensemble des travaux. C'est le résultat apparu lors du sondage électrique détaillée au moment de l'étude de la conception détaillée de la phase 1 du Projet, mais si l'on considère les conditions hydrogéologiques plus difficiles de la zone du Projet, il est jugé pertinent d'adopter 59,1% en soustrayant 1 forage réussi des résultats d'exécution de la phase 1 du Projet en présupposant de même pour le sondage électrique détaillée. Ainsi, le taux de réussite adopté pour l'ensemble du socle sera en moyenne de 53,98%, soit 54%.

Par ailleurs, pour les formations sédimentaires, il y a une différence de plus de 17% entre la phase 1 du Projet et le taux de réussite des résultats de l'ensemble des travaux. Cette différence est jugée due à la différence de niveau des techniques de forage; pour le volume de pompage de 0,5 m<sup>3</sup>/h, qui est la norme pour les forages réussis, il arrive souvent que les foreurs qui ont peu d'expérience négligent l'eau jaillissant, parce que l'eau boueuse remplit le trou de forage, ce qui abaisse le taux de réussite. Par conséquent, un foreur japonais expérimenté sera chargé du forage pour éviter ce problème. Mais si l'on considère que les conditions hydrogéologiques sont mauvaises aux sites prévus pour le Projet, comme pour la zone du socle, on voudrait adopter comme taux de réussite une valeur intermédiaire entre les réalisations de la phase 1 du Projet (89,8%, 53 forages réussis sur 59) et les résultats de

l'ensemble des travaux (72,6%) soit 80%, mais comme pour le socle, lors du sondage électrique détaillée effectuée au moment de la conception détaillée, il a été jugé possible d'augmenter le taux de réussite (84,7%) en réduisant de 3 forages environ le nombre de forages réussis des résultats de la phase 1 du Projet, et d'adopter 85%.

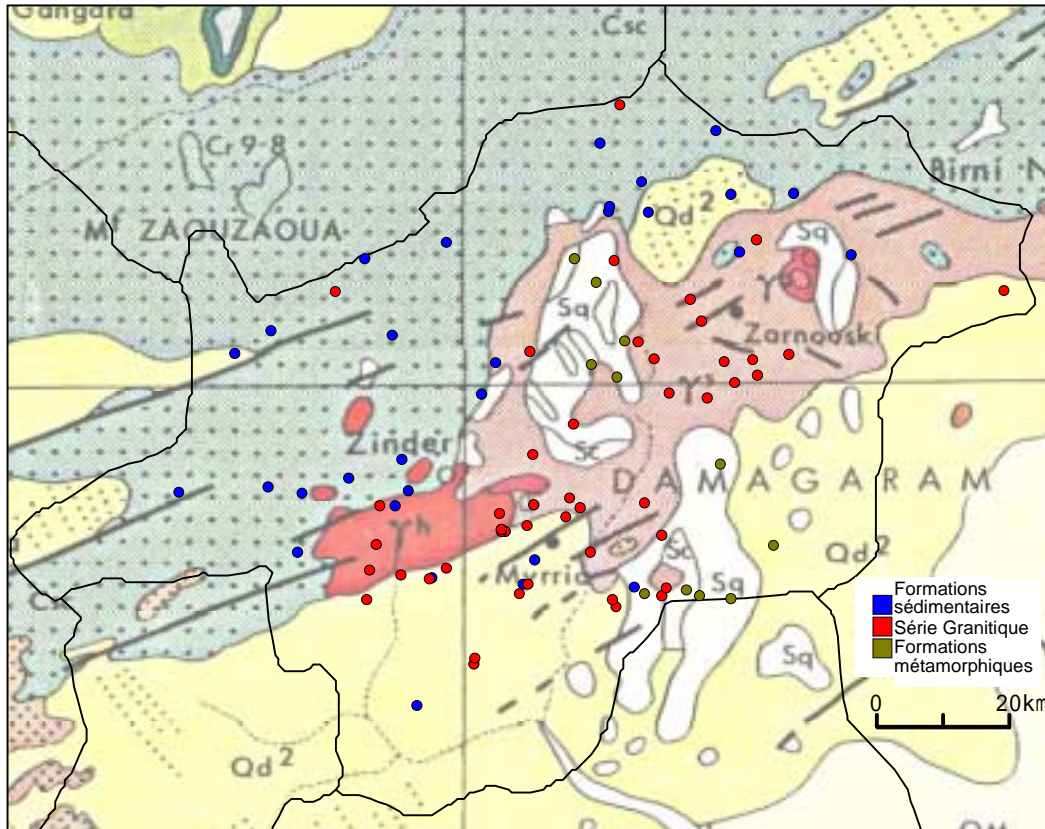


Figure 2-2-4 Répartition des villages du Projet sur la carte géologique

## 2) Profondeur des forages

Le Tableau 2-2-10 et la Figure 2-2-5 indique la profondeur moyenne des forages calculée, classée par géologie obtenus à partir des documents des 90 forages de la phase 1 du Projet dans l'arrondissement de Mirriah. Sur cette base, la profondeur de forage objectif pour ce Projet est de 130 m par forage à circulation de boue dans les formations alluviales et mésozoïques, et de 85 m dans les formations objets du forage au marteau pneumatique. Par ailleurs, la foreuse sera d'une classe permettant le forage à un maximum de plus de 200 m à un diamètre égal de trou à circulation

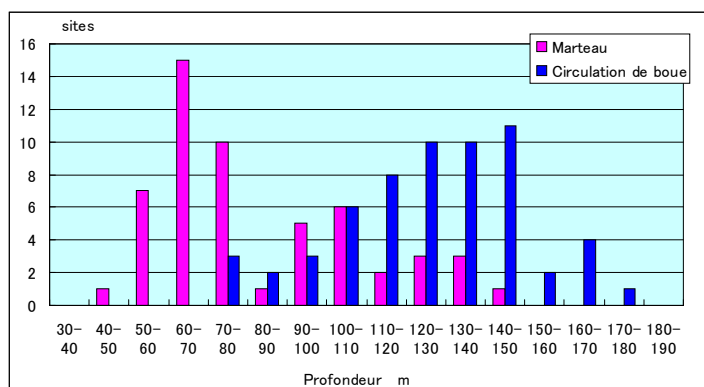


Figure 2-2-5 Profondeur de forage de la phase 1 du Projet

de boue et au marteau pneumatique.

Tableau 2-2-10 Profondeur des forages de la phase 1 du Projet

Division des formations	Profondeur de forage obtenue à partir des documents existants (m)		
	Profondeur moyenne	Profondeur minimale	Profondeur maximale
Rotary à circulation de boue (formations alluviales et mésozoïques)	127,0	76	180
Marteau pneumatique (formations paléozoïques, granits)	83,9	42	146

### 3) Niveau des eaux souterraines

Le niveau des eaux souterraines dans la zone concernée a été obtenu en établissant une carte par courbes de niveau de profondeur à partir des données de l'ensemble des forages existant dans l'arrondissement de Mirriah, et en plaçant les villages concernés dessus (Figure 2-2-7). Le niveau des eaux souterraines par site a été estimé à partir de cette carte et des résultats des mesures de niveau sur place. (Voir les détails dans les documents en fin de volume.)

Le niveau des eaux souterraines dans la zone concernée a tendance à devenir plus profond en allant grosso modo du sud-sud-est vers le nord-nord-ouest en fonction des précipitations et de la structure géologique.

Les eaux souterraines dans les formations mésozoïques distribuées dans le nord-ouest forment une nappe aquifère continue, dont la profondeur varie de 60 à 80 m. Mais l'expérience de la phase 1 du Projet montre que les réserves d'eaux souterraines dans les couches sablonneuses aux environs de 60-100 m de profondeur sont généralement faibles, et comme elles sont coincées entre des couches argileuses, il faut creuser jusqu'environ 130 m en moyenne pour obtenir le volume d'eau nécessaire, et puiser en faisant monter l'eau souterraine sous pression couverte en profondeur.

Par ailleurs, les eaux souterraines du socle dans la partie centrale sont pour la plupart des eaux des fissures sous pression dans des couches fracturées, et aux environs de la surface du sol, elles incluent aussi des eaux souterraines partiellement dans les couches altérées. Comme elles sont sous pression, les profondeurs où l'on rencontre des eaux souterraines pendant le forage sont pratiquement toutes à plus de quelques dizaines de mètre, mais après le forage, le niveau de l'eau monte, et la profondeur devient en fin de compte comme indiqué sur la figure.

Dans la partie Sud, il y a le socle et les formations alluviales qui le recouvrent; les apports d'eau des pluies sont importants, et avec l'apport des formations alluviales au socle, le niveau des eaux souterraines est généralement peu profond. Mais les eaux souterraines dans les formations alluviales ne sont généralement pas adaptées comme eau potable, à cause de la pollution, sauf la nappe de KORAMA, et il est souhaitable de puiser dans le socle.

#### 4) Baisse du niveau d'eau des forages

Similairement à plus haut, la baisse du niveau d'eau des forages due au pompage sera indiquée comme dans le tableau de droite en mettant en ordre les résultats de pompage de la phase 1 du Projet à un volume de conception moyen de 12,5 l/min. Cela permet de prévoir 10 m.

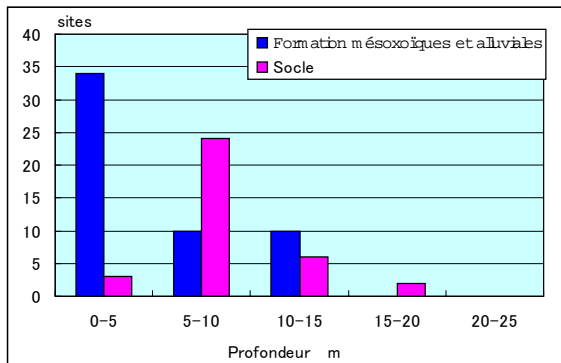


Figure 2-2-6 Baisse de niveau d'eau lors du pompage

( Concernant l'essai de pompages échelonnés d'eau dans le projet du ph-1, on a calculé la baisse de niveau d'eau en cas de pompage de 12,5 l par minute.)

Tableau 2-2-11 Baisse du niveau d'eau de la phase 1 du Projet (pompage continu à 12,5 l/min.)

Répartition des formations	Baisse du niveau d'eau (m)
Formations mésozoïques et alluviales	5,1
Socle	9,0

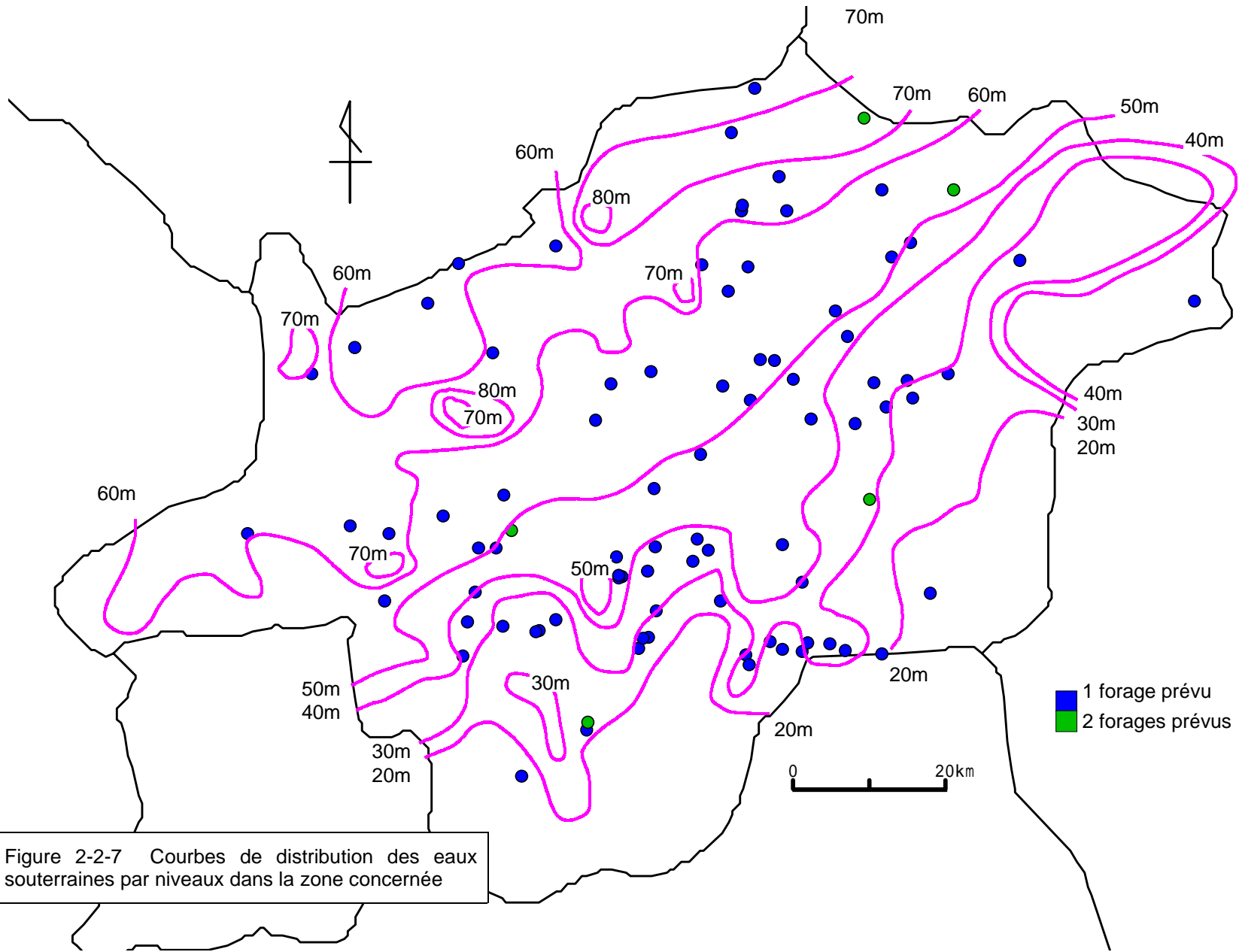


Figure 2-2-7 Courbes de distribution des eaux souterraines par niveaux dans la zone concernée



## 5) Caractéristiques du tubage

### i) Diamètre intérieur, diamètre extérieur

Le diamètre intérieur du tuyau doit permettre un espace suffisant entre la paroi intérieure du tuyau et la pompe à insérer. Le diamètre extérieur de la pompe étant de environ 80 mm, le tuyau doit avoir un diamètre intérieur d'environ 100-110 mm ou plus.

L'intervalle entre le diamètre extérieur du tuyau et la paroi du trou de forage doit assurer une distance suffisante pour permettre la garniture de matériaux de filtration. Dans le socle, la garniture de matériaux filtrants ne pose pas de problème parce que l'eau boueuse n'est pas utilisée, et l'intervalle sera minimum d'environ 10 fois la taille du grain du matériau filtrant (1 à 3 mm), soit 30 mm environ. Pour les formations sédimentaires, la garniture de matériaux filtrants devant être faite dans l'eau boueuse, 50 à 60 mm sont nécessaires par expérience.

### ii) Dureté

Le tubage restant dans le trou comme tubage permanent et la crépine doivent non seulement avoir une dureté leur permettant de résister pendant longtemps, mais surtout doivent résister aux pressions localisées exercées lors du lavage du trou et des essais de pompage. La pression exercée sur le tuyau au moment de l'exécution est principalement la pression asymétrique due à la fluidification au moment de la garniture de matériaux filtrants (fluide à haute densité), et à la pression d'éjection au moment de l'airlift.

La pression asymétrique due à la fluidification des matériaux filtrants, en plus des charges statiques du gravier, si on ajoute la partie pression due à la vitesse de chute en tant que pourcentage de sécurité 1,5, on obtient 0,29 N/mm<sup>2</sup> pour 50 m, 0,59 N/mm<sup>2</sup> pour 100 m, 0,88 N/mm<sup>2</sup> pour 150 m et 1,18 N/mm<sup>2</sup> pour 200 m.

Par ailleurs, la résistance au voilement des tuyaux PVC pour tubage de forage disponibles au Niger et dans les pays voisins et des tuyaux en FRP est comme indiqué dans le Tableau 2-2-12.

Comme une profondeur de forage de 180 m environ est prévue dans les formations sédimentaires et de 150 m dans le socle, un tuyau PVC de 110-125 mm ou un tuyau FRP de 4" assureront la résistance requise. Mais le second devant être fourni du Japon ou d'Europe, et qu'il est plus cher que le PVC, le tuyau PVC de 110-125 mm sera utilisé.

Tableau 2-2-12 Résistance à la rupture théorique du tuyau

Matériau	Désignation	Dia. ext. mm	Epaisseur mm	Coefficient d'élasticité N/mm <sup>2</sup>	Taux de Poisson	Résistance au voilement théorique N/mm <sup>2</sup>
PVC	110-125 mm	125	7,5	2.940	0,3	1,40
	112-125 mm		6,5			0,90
	115-125 mm		5,0			0,41
	117-125 mm		4,0			0,20
FRP	4"	108	4,0	11.760	0,3	1,31
	5"	133	4,0			0,70

Fréquence de longueur de crépine de la phase 1 du Projet (formations mésozoïques, formations alluviales)

### iii) Diamètre du trou

D'après ce qui précède, il faut environ 50 à 60 mm d'intervalle, pour le diamètre extérieur de tubage de 125 mm dans les formations sédimentaires, et donc un diamètre de creusement de 225 à 245 mm; le diamètre de creusement final sera donc de 9-5/8" (241 mm).

Dans le socle, il faudra environ 185 mm de diamètre de forage, et le diamètre du trou sera donc de 7-1/2" (188 mm).

### iv) Longueur de la crépine

Dans la phase 1 du Projet, comme le volume de pompage est faible surtout dans le socre, on a augmenté le taux de réussite en appliquant la méthode de prise d'eau sur section longue en augmentant la longueur de la crépine. La même orientation sera prise pour ce Projet, et les longueurs ci-dessous seront appliquées compte tenu des résultats de la phase 1 du Projet classés dans le Tableau 2-2-13.

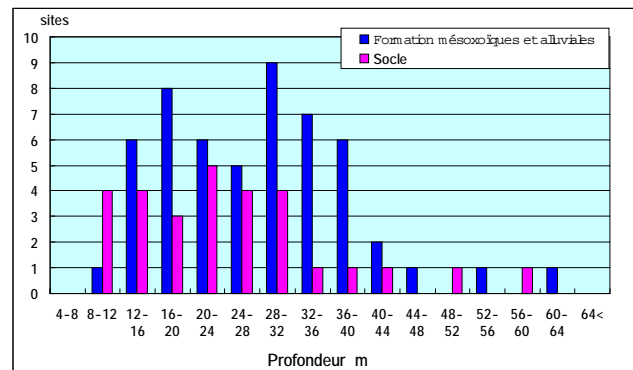


Figure 2-2-8 Longueur de la crépine de la phase 1

Tableau 2-2-13 Longueur de crépine de la phase 1 du Projet et longueur adoptée

Répartition des formations	Phase 1 (m)		Longueur adoptée dans ce Projet
	Conception	Réalisation	
Formations mésozoïques et alluviales	30	29,8	30 m
Socle (formations paléozoïques, granits)	20	26,2	27 m

### v) Taux de porosité de la crépine

Par ailleurs, la largeur de la partie ouverture sera de 0,75 mm parce que les formations sédimentaires sont composées principalement de sable fin. Comme une crépine longue est installée comme l'indique iv), le taux d'ouverture de la crépine ne doit pas être élevé; un taux d'ouverture de 5% sera adopté pour assurer la résistance du tuyau de crépine.

## 6) Procédure des travaux

Voici un abrégé de la procédure des travaux de construction des forages.

### i) Zones à roches du socle (creusement au marteau pneumatique)

Même pour les zones à roches du socle, la couche superficielle se compose de dunes de sable

fin, avec en dessous une composition de couches allant de roches très altérées, roches peu altérées, et roches nouvelles, et le forage à l'eau boueuse est nécessaire jusqu'aux roches très altérées. Ensuite, après protection du sol par un tubage, l'eau boueuse sera éliminée et le forage au marteau pneumatique commencera. Comme la vibration lors du martelage effrite le sol tendre à l'arrière du tubage, et peut provoquer des fuites d'air et des risques de chute du tubage, un tubage double sera utilisé, et l'exécution se fera dans les règles suivantes.

- a) Environ 10 m de la couche superficielle seront creusés par circulation de boue (rotary) à un diamètre de trou de 12-1/4", et un tube conducteur de 10" de diamètre intérieur sera inséré.
- b) La zone fortement altérée (jusqu'à environ 20 m) sera creusée par circulation de boue à un diamètre de trou de 9-5/8", et un tubage temporaire de 8" de diamètre intérieur sera inséré. Et si nécessaire, avant l'insertion du tubage temporaire, la diagraphie du trou électrique aura lieu pour confirmer la nappe aquifère.
- c) La partie roches dures au-dessous sera creusée au marteau pneumatique à un diamètre de trou de 7-1/2".
- d) Après le creusement, la nappe aquifère sera contrôlée par la diagraphie du trou électrique, et une crépine et un tubage en PVC de 110 mm de diamètre intérieur et de 125 mm de diamètre extérieur seront installés.
- e) Le pourtour de la crépine sera garni de gravier de la grosseur de grain prescrite et celui du tubage de matériaux argileux ou de bentonite.
- f) Le trou sera lavé avec un dispositif airlift jusqu'à ce que l'eau évacuée soit propre.
- g) Des essais de pompage et des analyses de la qualité d'eau seront effectués pour vérifier la quantité et la qualité de l'eau, pour juger de l'adaptation ou non comme forage. Si nécessaire, des essais de pompage échelonnés et des essais de rétablissement seront effectués.
- h) Si le forage est jugé réussi suite aux résultats des essais de g), le forage sera achevé par mise en place des travaux du tablier de réception d'eau des structures secondaires, de la clôture et de la rigole d'évacuation d'eau et de la pompe.

**ii) Zone de roches sédimentaires (creusement rotary à circulation de boue)**

- a) Le haut du trou sera creusé environ 10 m de profondeur au diamètre de trou de 12-1/4", et un tubage de 10" de diamètre intérieur sera inséré.
- b) La profondeur au-dessous de 10 m sera creusée au rotary à circulation de boue au diamètre de trou de 9-5/8".
- c) Après creusement jusqu'à la profondeur définie, la nappe aquifère sera contrôlée par la diagraphie du trou électrique, et tubage et crépine en PVC seront insérés.

d) La suite sera la même qu'après e) pour le creusement au marteau pneumatique.

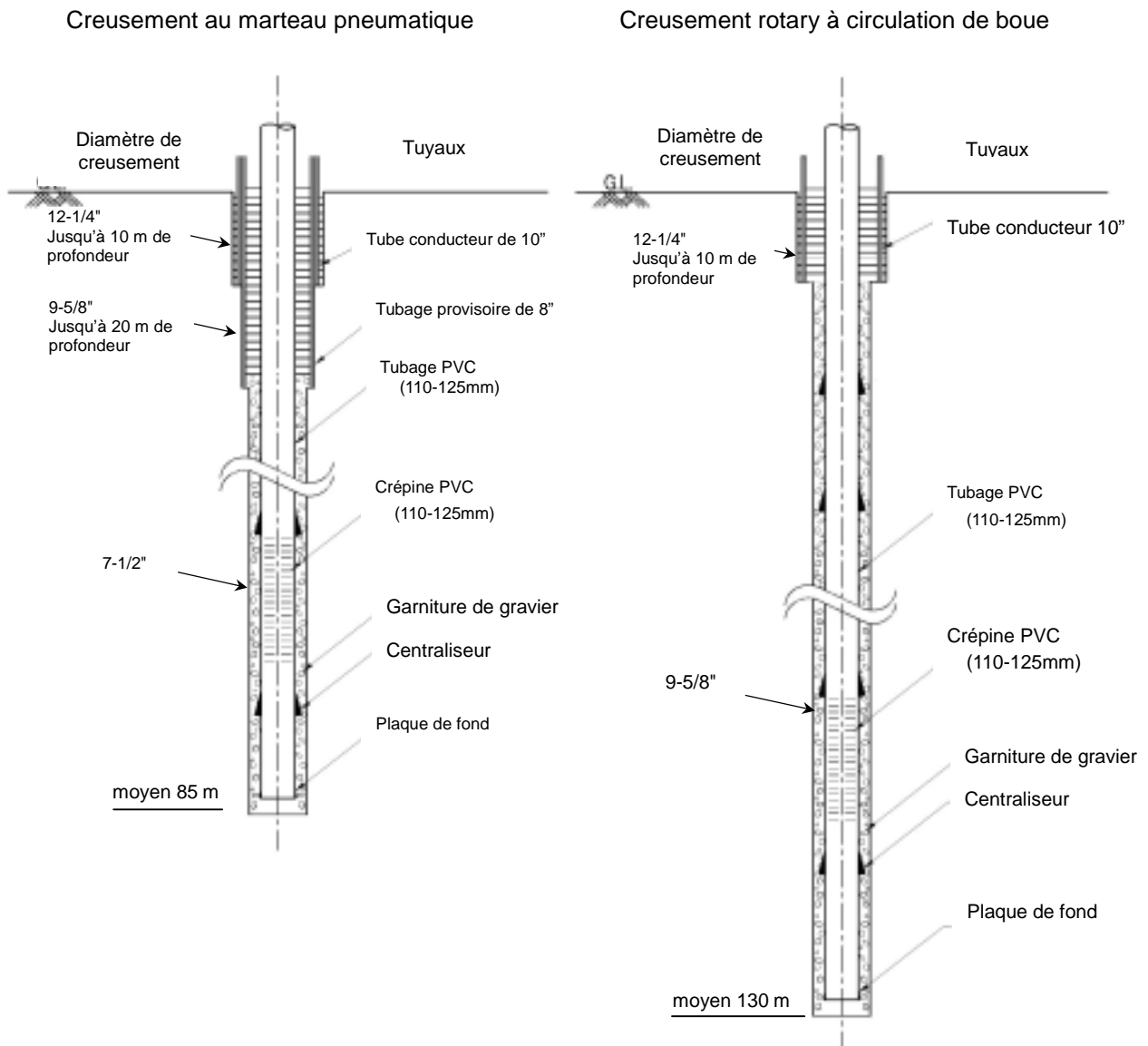


Figure 2-2-9 Méthode de creusement et section de forage

### 7) Points à prendre en compte pour la sélection des sites de forage

Il faut prendre en compte la réserve d'eaux souterraines, l'interférence mutuelle et la durabilité des forages, et éloigner les sites des forages de 400 m, même en structure géologique homogène; et au puisage sur des couches fracturées dans le socle, on devra maintenir la distance nécessaire pour que les forages ne tarissent pas après l'identification de la structure des couches fracturées.

## **(5) Système de creusement et équipement de forage**

### **1) Caractéristiques requises des équipements de forage et système d'exécution**

#### **i) Caractéristiques requises des équipements de forage**

Les caractéristiques géologiques aux emplacements prévus pour les forages sont des zones de roches dures allant des formations sédimentaires du mésozoïque au tertiaire, et des couches fragiles incluant des formations alluviales et des roches dures, et les méthodes de forage sont grosso modo le creusement à circulation de boue pour la zone de la couche sédimentaire et le creusement au marteau pneumatique pour la zone du socle. La décomposition des forages du Projet est 33 forages à circulation de boue et 60 forages au marteau pneumatique compte tenu de la nature du sol de surface et de l'analyse des résultats du sondage électrique. Mais sur les sites de forage au marteau pneumatique, la couche superficielle doit aussi être forée à l'eau boueuse. Par conséquent, il faut utiliser des équipements de forage satisfaisant les nécessités ci-dessous pour exécuter efficacement les forages.

- Foreuse montée sur camion, mobile, facile à déplacer sur la vaste zone concernée.
- Pour le socle, le creusement par marteau pneumatique par marteau de fond de trou (DTH) permettra de creuser très efficacement les roches dures. Il faudra également le dispositif rotary à circulation de boue pour creuser le sol de surface.
- Le creusement rotary avec pompe à eau boueuse très puissante est adapté aux roches tendres et au sable.
- La profondeur de creusement sera de 200 m maximum au diamètre spécifié à la fois pour le creusement à circulation de boue et au marteau pneumatique.

#### **ii) Système d'exécution**

Les 4 systèmes de creusement des forages sont envisageables en combinant les méthodes de fourniture des équipements et le système d'exécution.

- A) Exécution par fourniture de nouveaux équipements + entrepreneur japonais
- B) Exécution des travaux avec leur équipements (amenés par l'entrepreneur japonais) + entreprise japonaise
- C) Exécution par emprunt ou location des équipements auprès d'un organisme local + entrepreneur japonaise
- D) Utilisation de sociétés de forage locales comme le sous-traitant

De détecter l'eau souterraine sera difficile au moment de creusement rotary à circulation de boue en cas de quantité de l'eau faible, la partie japonaise s'occupera des formations sédimentaires, et pour le coût des travaux, l'emploi des foreuses existant sur place sera étudié parce que C) est jugé le moins cher parmi A) à C).

Par ailleurs, pour le creusement au marteau, comme la gestion de l'eau boueuse et l'insertion

du tubage etc. ne posent pas de problèmes, et qu'il sera facile de juger au moment du creusement de l'existence ou non d'eau souterraine, c'est un niveau sans problème technique, qui se répand rapidement sur place. En considérant aussi le coût d'exécution, une Entreprise locale sera engagée en tant que sous-traitant compte tenu du coût et de la période d'exécution dans les zones du socle.

## 2) Socle (creusement au marteau pneumatique)

Il n'y a pas de foreuse utilisable pour le creusement du socle parmi les foreuses que possède l'OFEDES. Mais comme le montre le Tableau 2-2-14, depuis quelques années, des foreuses pour le socle combinant marteau pneumatique et rotary à circulation de boue, ont été introduites les unes après les autres par les entreprises locales de forage; l'étude a montré qu'elles supporteraient bien les travaux et que les sociétés et leurs techniciens avaient atteint un niveau défini, et la comparaison des coûts ultérieure a permis de juger pertinent leur emploi pour ce Projet.

Mais, la diagraphie du trou électrique et les essais de pompage et l'analyse de la qualité de l'eau étant des études déterminant pour réussite ou l'échec des forages dans les zones du socle où il n'y a que peu de quantité volumes d'eau, une brigade sera formée au Japon en plus des brigades de forage japonaises. Par conséquent, la sous-traitant nigérienne assurera le creusement, l'insertion du tubage et la garniture de matériaux filtrants, ainsi que le lavage du trou.

Tableau 2-2-14 Entreprises locales de forage au Niger

Nom	Foreuse (pays de fabrication)	Année d'introduction	Nbre.	Etat	Evaluation et remarques
IGN	WIRTH RB (Allemagne)	1999	4	Bon	Entreprise locale. 12 techniciens foreurs Fondée en 95. Réalise environ 300 forages par an, la plus grande du pays, et jugée la plus fiable.
I-KADA	(Allemagne)	2002	2	Bon	Entreprise locale. 2 techniciens foreurs Fondée en 81. Les foreuses sont neuves, mais le personnel technique est peu nombreux, un renforcement du personnel sera requis pour le travail à long terme
C.G.C	SPC-600T-3 (Chine)	2000	1	Bon	Entreprise d'étude et de forage chinoise. Dispose de 2 brigades. Ses capacités sont élevées, mais les projets chinois sont principaux et seule une utilisation ponctuelle serait possible. Réalise actuellement les travaux pour un projet d'alimentation en eau dans la ville de Zinder (don chinois).
	WTC5120TS MBUGGY (Chine)	2003	1	Bon	
	XY-1 (pour ressources minières) (Chine)	2003	1	-	
FORACO	BF 800	-	3	Bon	Entreprise à fonds français, siège en Côte d'Ivoire, bureau à Niamey. Envoie des équipements et personnels d'Abidjan pour les travaux, ce qui laisse prévoir des problèmes pour le remplacement des pièces.
	LONGYEAR	-	1	Bon	

## 3) Formations sédimentaires (creusement rotary à circulation de boue)

Le Niger n'a pas inclus de foreuses à utiliser pour ce Projet dans sa requête. L'étude sur place a permis de vérifier que c'est parce qu'il présuppose l'emploi de foreuses fournies antérieurement par le Japon. L'OFEDES sous tutelle du MHE/LCD possède 9 foreuses

fournies par le Japon et d'autres donateurs, et ses principaux équipements liés aux forages sont comme indiqués dans le Tableau 2-2-15. Mais la plupart sont hors d'usage, et une seule (Sankyo SM450, type uniquement à circulation de boue) fournie par le Japon en 1995, qui a été utilisée pour la phase 1 du Projet est utilisable. Monsieur le Secrétaire Général du MHE/LCD a vérifié qu'elle serait utilisable gratuitement pour ce Projet.

D'après la vérification sur place, il s'avérait que la foreuse elle-même et des parties du véhicule sont usés et endommagés, le système à circulation de boue et le système hydraulique en particulier sont endommagés, mais leur réparation est possible. Par conséquent, elle sera utilisée pour le Projet après prise les mesures ci-dessus.

- a) Le principe de réparation des équipements est de les remettre dans un état permettant de supporter le creusement de 33 forages, la révision totale ne sera pas envisagée.
- b) Pour ce qui précède, les pièces et accessoires jugés nécessaires au minimum seront remplacés avant le commencement des travaux, et les graissages seront finis.
- c) Les pièces qui seront usés pendant la durée du Projet et les pièces de réparation au moment de renvoi pour la restitution seront prises en compte.
- d) L'OFEDES est acheminé sur la voie de la privatisation, mais leurs foreuses sont exclues de la privatisation. Les instructions donc seront données au leur Service de gestion concernant la gestion des pièces de rechange, par exemple la modification des conteneurs servant au magasin pour permettre un certain ajustement de la température et la ventilation.

Tableau 2-2-15 Liste des équipements liés aux forages possédés par l'OFEDES

Equipement	Date d'introduction	Capacité	Pays de fourniture	Lieu d'affectation	Etat
Foreuse					
Sankyo SM450 (R)	1995	400m	Japon	Niamey	Bon (réparations mineures requises)
Sankyo SM300 (R)	1991	250m	Japon	Niamey	Panne
Bomag II 500 (Percussion)		300m	Allemagne	Gaya	Hors d'usage
Rotamec 50 (M)	1985	100m		Zinder	Hors d'usage
Failling 5000 (R)	1985	150m	Etats-Unis	Nigeria	Hors d'usage
G15R Solimec (R+M)	1988	200m	Italie	Nigeria	Hors d'usage
TH 60 Western (R+M)	1985	300m	Canada	Nigeria	Panne de la pompe hydraulique
G24 Geo-Astra (R)	1984	600m	Italie	Tahoua	Panne de la pompe hydraulique
TRD 1000 Tone (R)	1983	1000m	Japon	Tahoua	Hors d'usage
Camion-grue					
HINO NZ 1254 ARN8	1991	5 t	Japon	Niamey	Utilisable, mais réparations importantes requises
HINO NZ 0382 ARN6	1995	5 t	Japon	Zinder	Utilisable, affectée à la construction de puits
HINO WG 240B 7855 ARN8	1984	10t	Japon	Tahoua	Hors d'usage
Camion-citerne					
HINO FT 173 0384 ARN6	1995	4m <sup>3</sup>	Japon	Zinder	Utilisable, affectée à la construction de puits
HINO FT 173 1253 ARN8	1991	4m <sup>3</sup>	Japon	Tahoua	Hors d'usage
HINO FT 173 B6592 ARN8	1985	4m <sup>3</sup>	Japon	Niamey	Hors d'usage
Compresseur					
ATLAS COPCO XRH 350		20 bars		Niamey	Bon
ATLAS COPCO XEH 350		20 bars			Bon
ATLAS COPCO XRHS 385	1996	20 bars			Bon

Note: R: Rotary M: Marteau pneumatique