

CILSS**CLUB DU SAHEL**

**COMITE PERMANENT
...ER-ETATS DE LUTTE
CONTRE LA SECHERESSE
DANS LE SAHEL**

**ORGANISATION
DE COOPERATION
ET DE DEVELOPPEMENT
ECONOMIQUE**

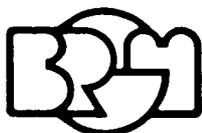
Etude financée par le Fonds d'Aide et de Coopération de la République Française

LIBRARY
INTERNATIONAL REFERENCE CENTRE
FOR COMMUNITY WATER SUPPLY AND
SANITATION (IRC)

**L' HYDRAULIQUE VILLAGEOISE
DANS LES PAYS-MEMBRES DU CILSS
SITUATION AU NIGER**

**Enquête et propositions
en vue d' une gestion rationnelle de l' eau**

**RAPPORT DU PROJET D' APPUI
AUX DIRECTIONS DE L' HYDRAULIQUE**



**BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES
Agence d' interventions à l' étranger**

CILSS

CLUB DU SAHEL

**COMITE PERMANENT
INTER-ETATS DE LUTTE
CONTRE LA SECHERESSE
DANS LE SAHEL**

**ORGANISATION
DE COOPERATION
ET DE DEVELOPPEMENT
ECONOMIQUE**

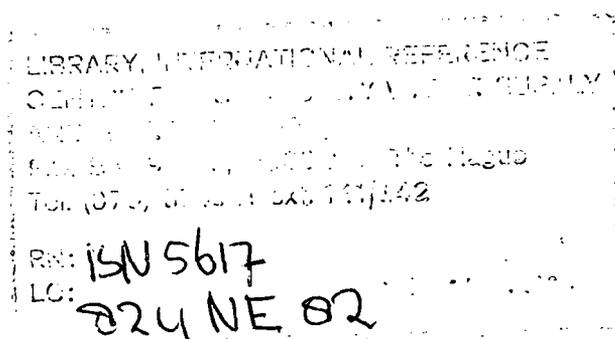
Etude financée par le Fonds d' Aide et de Coopération de la République Française

Convention n° 23 / CD / 81 / VI / R / 12

**L' HYDRAULIQUE VILLAGEOISE
DANS LES PAYS-MEMBRES DU CILSS
SITUATION AU NIGER**

**Enquête et propositions
en vue d' une gestion rationnelle de l' eau**

**RAPPORT DU PROJET D' APPUI
AUX DIRECTIONS DE L' HYDRAULIQUE**



BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES
Agence d' interventions à l' étranger
B.P. 6009 - 45060 ORLEANS Cedex - Tél. (38) 63.80.01

SOMMAIRE

Pages

PRESENTATION

1 - ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE.....	1
1.1 - POPULATION.....	1
1.1.1 - RECENSEMENT.....	1
1.1.2 - REPARTITION DES AGGLOMERATIONS SELON LEUR TAILLE.....	3
1.2 - SITUATION DE L'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE.....	5
1.2.1 - REALISATIONS.....	5
1.2.1.1 - Types d'ouvrages.....	5
1.2.1.2 - Répartition des ouvrages.....	7
1.2.2 - ETAT DE L'INVENTAIRE.....	8
1.2.2.1 - Situation en 1976.....	8
1.2.2.2 - Situation actuelle.....	9
1.3 - EVALUATION DES REALISATIONS.....	11
1.3.1 - L'OFEDES.....	11
1.3.2 - OPERATION LIPTAKO.....	24
1.4 - ETAT DES CONNAISSANCES HYDROGEOLOGIQUES.....	29
1.5 - CADRE ADMINISTRATIF.....	30
1.6 - CONCEPTION DES PROGRAMMES, EXECUTION DES TRAVAUX, MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS.....	32
1.6.1 - CONCEPTION ET PROGRAMMATION.....	32
1.6.2 - EXECUTION DES TRAVAUX.....	35
1.6.2.1 - Types d'ouvrages.....	35
1.6.2.2 - Coût des ouvrages.....	36
1.6.3 - CONTROLE TECHNIQUE DES TRAVAUX.....	37
1.6.4 - ENTRETIEN, FONCTIONNEMENT, MAINTENANCE.....	38
1.6.5 - ACTIONS DE FORMATION.....	43
2 - ANALYSE DES BESOINS, RESSOURCES.....	44
2.1 - HYDROGEOLOGIE.....	44

2.1.1 - LES DIFFERENTS AQUIFERES - RESSOURCES EN EAU.....	44
2.1.2 - RESSOURCES ET BESOINS.....	46
2.1.3 - SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE.....	48
2.1.4 - LES CONTRAINTES D'EXPLOITATION DE LA NAPPE PHREATIQUE.....	48
2.1.5 - LES CONTRAINTES D'EXPLOITATION DES NAPPES PROFONDES.....	49
2.1.6 - LES CONTRAINTES D'EXPLOITATION DES NAPPES DISCONTINUES.....	49
2.1.7 - VOCATIONS DES EAUX SOUTERRAINES.....	50
2.1.8 - RETENUES COLLINAIRES.....	51
2.2 - LES PERSPECTIVES A COURT ET MOYEN TERMES.....	53
2.2.1 - REALISATIONS EN COURS.....	53
2.2.2 - PROGRAMMES ENGAGES.....	55
2.3 - LES CAPACITES DE REALISATION DES POINTS D'EAU.....	56
2.3.1 - SERVICE PUBLIC.....	56
2.3.2 - AIDES EXTERIEURES.....	56
2.3.3 - SOCIETES PRIVEES.....	57
2.4 - MISE EN EVIDENCE DE LACUNES DANS L'EQUIPEMENT DU TERRITOIRE.....	57
2.5 - UTILISATION DES RESSOURCES EN EAU.....	58
3 - BASES DE LA PROGRAMMATION.....	58
3.1 - CONCEPTION DE LA PROGRAMMATION.....	58
3.1.1 - ETABLISSEMENT D'UNE DOCUMENTATION DE BASE.....	59
3.1.1.1 - Enquêtes villageoises.....	59
3.1.1.2 - Traitement des données.....	60
3.1.1.3 - Centre de documentation.....	60
3.1.2 - COORDINATION ENTRE LES PROJETS.....	60
3.1.3 - ETABLISSEMENT DES PROGRAMMES.....	61
3.1.3.1 - Enquête sur le terrain.....	61
3.1.3.2 - Localisation des projets.....	62
3.1.3.3 - Evaluation technique et financière.....	63
3.1.3.4 - Organisation de la maintenance.....	63
3.2 - REALISATION DES PROGRAMMES.....	64
3.2.1 - ETUDES D'IMPLANTATION.....	64
3.2.2 - EXECUTION DES TRAVAUX.....	65
3.2.2.1 - Forages.....	65
3.2.2.2 - Puits.....	65

3.2.3 - CONTROLE DES TRAVAUX.....	67
3.2.4 - MAINTENANCE.....	67
3.2.4.1 - Pompes à motricité humaine.....	68
3.2.4.2 - Forages motorisés.....	68
3.2.4.3 - Responsabilités.....	69
3.2.4.4 - Charges récurrentes.....	73
4 - SCHEMA DIRECTEUR D'UTILISATION DES EAUX SOUTERRAINES.....	74
4.1 - EXPLOITATION ACTUELLE DES EAUX ET EVOLUTION DE LA DEMANDE.....	74
4.2 - RESSOURCES EN EAU.....	75
4.3 - EQUIPEMENT HYDRAULIQUE DES ZONES RURALES. EVALUATION FINANCIERE.....	76
4.4 - ELABORATION DU SCHEMA DIRECTEUR.....	77
4.5 - APPLICATION DU SCHEMA DIRECTEUR.....	78
4.6 - MOYENS NECESSAIRES A L'ELABORATION ET A L'APPLICATION DU SCHEMA DIRECTEUR.....	79
4.6.1 - ETUDE DU SCHEMA DIRECTEUR.....	79
4.6.2 - BUREAU D'ETUDES ET DE PROGRAMMATION.....	80
4.6.3 - CENTRE DE DOCUMENTATION.....	80
4.7 - OPERATIONS ANNEXES.....	80
4.7.1 - ENQUETES VILLAGEOISES.....	80
4.7.2 - SUPERVISION TECHNIQUE DES TRAVAUX.....	81
4.7.3 - SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE.....	81
4.7.4 - CONTROLE DES PRELEVEMENTS.....	82
4.7.5 - MOYENS A METTRE EN OEUVRE POUR CES OPERATIONS.....	82

BIBLIOGRAPHIE

LEGENDE DES PHOTOGRAPHIES

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

LISTE DES FIGURES (dans le texte)

- 1 - Etat des inventaires.
- 2 - Tableau d'assemblage des cartes à 1/200 000.
- 3 - OFEDES - Organigramme.
- 4 - Les Bases de l'OFEDES.
- 5 - Projet 130 Liptako. Répartition des forages. Granites.
- 6 - Projet 130 Liptako. Répartition des forages. Schistes.
- 7 - Réseau de pièces détachées Structor.
- 8 - Etudes hydrogéologiques générales.
- 9 - Etudes hydrogéologiques de reconnaissance et d'implantation.
- 10 - Zones d'activités du monde rural.
- 11 - Organigramme du Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement.
- 12 - Système de maintenance.
- 13 - Tâches devant assurer la conception, l'exécution et la pérennité des ouvrages hydrauliques.
- 14 - Programmes d'Hydraulique villageoise. Représentation schématique des différentes opérations.
- 15 - Bureau de l'eau. Schéma simplifié (Document CILSS).

LISTE DES TABLEAUX (dans le texte)

- 1 - Population par arrondissement (Nov. 1977).
- 2 - Répartition des villages dans 4 arrondissements (recensement 1975).
- 3 - Répartition des puits par département et arrondissement (Nov. 1981).
- 4 - Activités-puits de l'OFEDES.
- 5 - (5.1, 5.2, 5.3) - Vocations des eaux souterraines.
- 6 - Puits et forages : Situation actuelle et prévisions 1983-1990.
- 7 - Programmes de puits (OFEDES).
- 8 - Programmes de forages.
- 9 - Ressources utilisables potentielles.

LISTE DES ANNEXES (hors texte)

- 1 - Termes de référence. Hydraulique villageoise. CILSS. Club du Sahel. Avril 1981.
- 2 - Bordereaux IRH. Bordereau Commune. Bordereaux IRH n° 1,2,3,4.
- 3 - République Gabonaise. Dossier de village.
- 4 - Projet de contrat avec le village pour la maintenance des pompes manuelles (Sénégal).

CARTES ANNEXEES (hors texte)

- 1 - Carte administrative.
- 2 - Répartition de la population (Nov. 1977).
- 3 - Nombre de villages et hameaux par arrondissement (Nov. 1977).
- 4 - Nombre de puits par arrondissement (Nov. 1981).
- 5 - Nombre de puits par village (répartition par arrondissement).
- 6 - Programmes de forages et de puits.
- 7 - Les principaux aquifères de la moitié méridionale du Niger.
- 8 - Nappe phréatique. Profondeur de la surface de la nappe sous le sol.
- 9 - Minéralisation excessive des eaux.

RESUME

A la demande du Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) et du Club du Sahel, le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) a été chargé d'une étude d'Evaluation des actions d'Hydraulique Villageoise dans trois pays de la zone sahélienne : Gambie, Niger et Sénégal.

Le présent rapport concerne le Niger et fait suite à une mission effectuée en mars-avril 1982.

La situation actuelle est analysée avec l'évaluation des réalisations dans le domaine villageois et l'examen de la façon dont sont programmés les projets : conception, exécution, maintenance.

Les perspectives de programmes à court et moyen terme sont présentées. Des propositions sont faites pour la programmation des nouveaux projets ; une attention particulière est portée à l'importance des enquêtes villageoises et aux problèmes d'entretien des équipements de pompage.

On note enfin l'importance d'un schéma directeur d'utilisation des eaux souterraines en vue de leur gestion rationnelle.

PRESENTATION

Par contrat n° 83-15 008-00 notifié le 25/02/83, le Ministère Français de la Coopération et du Développement (DDE/R4) a chargé le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), à la demande du Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) et du Club du Sahel, d'une étude d'"Evaluation des actions d'hydraulique villageoise en zone sahélienne".

Les termes de référence pour le "Projet d'appui aux Directions nationales de l'Hydraulique dans les pays membres du CILSS pour la mise en place d'une gestion rationnelle de l'eau. Première phase : Hydraulique villageoise" avaient été préparés à Ouagadougou en avril 1981. Ils sont présentés en Annexe 1.

Une réunion préparatoire s'était tenue au Club du Sahel à Paris le 12/01/81 avec comme participants des représentants des organismes à l'origine du projet : CILSS et Club du Sahel, des sources de financement : FAC et FED et des bureaux d'études et organisme chargés des travaux : BRGM, BURGEAP et CIEH.

La répartition des tâches avait été établie ainsi :

- BRGM : Gambie, Niger et Sénégal (financement FAC) ;
- BURGEAP : Cap Vert, Mali et Mauritanie (financement FED) ;
- CIEH : Haute-Volta et études particulières (financement FED et FAC).

Les termes de référence avaient été confirmés par le CILSS les 13 et 14 novembre 1981 à Ouagadougou lors de réunions auxquelles assistaient des représentants du BRGM et du CIEH.

Le présent rapport expose l'ensemble des informations recueillies sur le Niger ainsi que quelques propositions en matière de programmation et de gestion de l'eau.

Il a été préparé à la suite d'une mission de consultants du BRGM au Niger en mars-avril 1982.

1 - ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE

1.1 - POPULATION

1.1.1 - RECENSEMENT

Le dernier recensement effectué en République du Niger date de Novembre 1977. Il a donné pour l'ensemble du territoire une population de 5 099 500 habitants.

La superficie du territoire étant de 1 166 440 km², la densité moyenne du pays est de 4,4 habitants par km².

La densité régionale est cependant très variable ; de 0,03 à 57,2 hab par km² selon les arrondissements.

La carte 1 annexée donne les limites administratives des départements et des arrondissements.

Le tableau 1 fournit par arrondissement les renseignements démographiques obtenus lors du recensement de 1977, tels qu'ils apparaissent dans le Plan Quinquennal 1979-1983.

On note que le département le plus étendu, Agadez, qui représente 52,7 % du territoire national, est le moins peuplé avec 125 400 habitants soit 2,5 % de la population du pays (densité de 0,20).

La plus forte densité de population se rencontre dans le département de Maradi, avec une valeur de 24,5 hab par km².

Sur la carte 2 annexée on a différencié les arrondissements selon la densité de population.

On voit que les arrondissements à densité supérieure à 10 habitants par km² se groupent dans la partie sud-ouest et centre sud du pays. La population y est de 3 300 200 habitants (64,7 % de la totalité du pays) pour une superficie seulement de 156 210 km² (13,4 % du territoire national), soit une densité moyenne de 21,2.

Le taux d'accroissement moyen annuel serait passé pour l'ensemble du pays de 2,70 % de 1960 à 1972
à 2,74 % de 1972 à 1977.

TABLEAU 1 - POPULATION PAR ARRONDISSEMENT (Novembre 1977)

	POPULATION (% total)	SUPERFICIE (Km ²)(%total)	DENSITE	Nombre de villages : administrat. - Total			SEDENTAIRES-NOMADES
				1975	1977	1977	
1-AGADECZ	<u>125 400</u> (2,5)	<u>615 200</u> (52,7)	<u>0,20</u>	<u>91</u>	<u>91</u>	<u>(91)</u>	
1.1 Agadez	92 100	141 800	0,65	67	67		
1.2 Arlit	25 900	200 400	0,13	10	10		
1.3 Bilma	7 400	273 000	0,03	14	14		
2-DIFFA	<u>166 700</u> (3,3)	<u>140 000</u> (12,0)	<u>1,2</u>	<u>553</u>	<u>547</u>	<u>1179</u>	<u>105 100 - 61 600</u>
2.1 Diffa	58 000	7 000	8,3	217	209	405	49 500 - 8 500
2.2 Mainé-Soroa	76 700	15 000	5,1	251	254	658	38 500 - 38 200
2.3 Nguigmi	32 000	118 000	0,3	85	84	116	17 100 - 14 900
3-DOSSO*	<u>693 000</u> (13,6)	<u>31 000</u> (2,7)	<u>22,3</u>	<u>1228</u>	<u>1292</u>	<u>2471</u>	
3.1 Birni N'Gaouré	139 300	4 420	31,5	300	309	461	
3.2 Dogondoutchi	219 600	11 050	19,9	224	252	815	
3.3 Dosso	164 300	8 730	18,8	405	418	585	
3.4 Gaya	109 200	4 040	27,0	165	202	402	
3.5 Loga	60 600	2 760	21,9	134	117	208	
4-MARADI*	<u>944 400</u> (18,5)	<u>38 500</u> (3,3)	<u>24,5</u>	<u>1909</u>	<u>1945</u>	<u>3386</u>	
4.1 Aguié	125 100	2 800	44,6	178	179	298	
4.2 Dakoro	172 400	16 000	10,7	598	577	903	
4.3 Guidan-Roumji	141 600	4 700	30,1	324	324	641	
4.4 Madarounfa	139 600	3 500	39,8	246	241	370	
4.5 Mayahi	171 300	6 500	26,3	331	320	700	
4.6 Tessaoua	148 500	5 000	29,6	232	304	474	
4.7 Ville de Maradi	45 900		2 293				
5-NIAMEY	<u>1 171 700</u> (23,0)	<u>90 070</u> (7,7)	<u>13,0</u>	<u>1351</u>	<u>1334</u>	<u>3098</u>	
5.1 Filingué	208 200	24 420	8,5	334	320	627	
5.2 Niamey-Kolo	147 100	8 220	17,9	270	262	500	
5.3 Ouallam	143 800	22 130	6,2	237	243	751	
5.4 Say	95 100	11 940	8,0	225	218	510	
5.5 Tera*	212 000	14 890	14,2	160	166	322	
5.6 Tillabéri*	140 200	8 150	17,2	125	125	388	
5.7 Ville de Niamey*	225 300	320	704				
6-TAHOUA	<u>994 600</u> (19,5)	<u>106 670</u> (9,1)	<u>9,3</u>	<u>999</u>	<u>957</u>	<u>1986</u>	<u>785 000 - 209 600</u>
6.1 Birni N'Konni*	175 200	4 660	27,6	154	148	326	
6.2 Bouza*	142 100	3 590	39,6	129	129	302	
6.3 Illéla*	131 800	6 720	19,6	131	123	312	
6.4 Keita*	127 500	4 860	26,2	197	190	235	
6.5 Madaoua*	147 800	4 500	32,7	234	212	454	
6.6 Tahoua*	135 100	8 800	18,9	154	155	357	
6.7 Tchín-Tabaraden	103 800	73 540	1,4	0	0	0	
6.8 Ville de Tahoua*	31 300	in 6.6	(2868) in 6.6				
7-ZINDER	<u>1 003 700</u> (19,7)	<u>145 000</u> (12,4)	<u>6,9</u>	<u>2169</u>	<u>2142</u>	<u>5226</u>	
7.1 Gouré	114 300	89 000	1,3	352	344	806	
7.2 Magaria*	273 900	8 000	34,2	557	556	1203	
7.3 Matamey*	114 300	2 000	57,2	210	212	462	
7.4 Miria*	293 800	12 000	24,5	621	609	1670	
7.5 Tanout	149 000	34 000	4,4	429	421	1085	
7.6 Ville de Zinder*	58 400	in 7.4					
TOTAL	5 099 500 hab.	1 166 440 km²	4,4	8300	8308	17 437	
*Départements et arrondissements à densité supérieure à 10 hab/km²	3 300 200 (64,7)	156 210 (13,4)	21,2				

Il est estimé à 2,77 % pour la période 1977-1983.

L'évolution par département se présente comme suit :

	1960-1972	1972-1977	1977-1983	Population estimée 1983 (% total)
Agadez	4,2 %	10,5 %	6 %	176 900 (2,9)
Diffa	1,8 %	1,3 %	1,84 %	186 000 (3,1)
Dosso	2,6 %	2,4 %	2,4 %	798 700 (13,4)
Maradi	3,1 %	4,0 %	2,85 %	1 117 700 (18,7)
Niamey	2,7 %	2,6 %	3,3 %	1 423 000 (23,4)
Tahova	2,2 %	1,8 %	2,1 %	1 126 600 (18,8)
Zinder	3,0 %	2,3 %	2,7 %	1 177 700 (19,7)

TOTAL : 6 006 600

Des projections ont été tentées jusqu'en l'an 2 000 (F. Binet, 1981) selon les hypothèses suivantes :

- taux de mortalité passant de la période 1977-1980 à 1996-2000

de 23,3 à 19,5 ‰ pour les hommes,
et de 21,5 à 17,6 ‰ pour les femmes.

- espérance de vie à la naissance évoluant de la première période à la seconde

de 39,7 à 44,5 ans pour les hommes,
et de 42,5 à 47,5 ans pour les femmes.

(augmentation de 2,5 ans tous les 10 ans).

- taux de natalité supposé constant et égal à 52,8 % pour les hommes et 50,5 ‰ pour les femmes.

- taux d'accroissement annuel moyen évoluant

de 2,9 (1977-1980) à 3,3 % (1996-2000).

- taux de mortalité 0-5 ans passant pour les mêmes périodes

de 275 à 226 ‰ pour les hommes,
et de 250 à 203 ‰ pour les femmes.

Les résultats sont les suivants :

1977 : 5 099 500 habitants,
 1980 : 5 526 000
 1985 : 6 363 000
 1990 : 7 369 000
 1995 : 8 585 000
 2000 : 10 039 000

Les taux d'accroissement annuel moyen seraient :

1977-1980 : 2,72 %
 1981-1985 : 2,86 %
 1986-1990 : 2,98 %
 1991-1995 : 3,10 %
 1996-2000 : 3,18 %

1.1.2 - REPARTITION DES AGGLOMERATIONS SELON LEUR TAILLE

On a porté sur le tableau 1 le nombre de villages estimé par arrondissement selon les résultats des recensements de 1975 et 1977.

- Le recensement de 1975 était administratif. Le nombre de villages indiqué par arrondissement provient des listings établis par le BRGM (1978) lors de la préparation de la Banque des données hydrauliques. Il s'agit des villages administratifs. Leur nombre total s'établit à quelque 8 300 pour l'ensemble du territoire.

- Le recensement de 1977 a intéressé tous les villages du pays : villages administratifs et hameaux.

Le nombre de villages administratifs, tel qu'il apparaît dans l'Annuaire statistique 1978-1979, se montre généralement assez proche de celui de 1975.

Les populations sont déterminées par département, arrondissement et canton. Le nombre d'habitants par village n'a pas encore été publié. Les listings de 1978 donnent le nombre de villages, selon un classement alphabétique, par arrondissement.

Les coordonnées sont indiquées. Cette précision a pu être fournie car, avant l'enquête sur le terrain, les villages avaient été repérées sur photographies aériennes (à 1/60 000).

Les déterminations avaient été réalisées sur l'ensemble du territoire à l'exception du Département d'Agadez. On peut estimer que le recensement donne une image complète de la situation démographique du monde rural à cette époque.

Le tableau 1 montre que le Niger possède un total de quelque 17450 villages et hameaux. Leur situation par département et par arrondissement est donnée sur la carte 3 annexée. On note que les 3 arrondissements possédant plus de 1 000 villages sont situés dans le département de Zinder.

Les villages administratifs représentent sensiblement la moitié du total des villages.

Le pourcentage est toutefois variable au niveau des arrondissements. Ceux du département de Zinder sont homogènes, avec entre 36 et 46 % seulement de villages officiels.

Pour les autres départements, les relations sont variables selon les arrondissements et aucune corrélation qui serait basée sur la situation géographique ou la densité de population ne peut être mise en évidence.

La répartition des villages du Niger par tranches de population ne peut être actuellement présentée.

Le listing du recensement général de 1977 présente tous les villages, hameaux compris, mais non leur population.

Il y a là une lacune à combler le plus rapidement possible.

Le seul classement possible correspond au recensement de 1975 et n'intéresse donc que les villages officiels.

Mais aucun récapitulatif n'a été réalisé.

Il n'était pas possible dans le cadre de la présente étude de faire un classement pour tous les arrondissements.

On a dû se contenter de prendre 4 témoins :

- Nguigmi, à l'extrême est du pays, secteur à très faible densité de population,
- Loga, dans le centre ouest méridional, à densité 21,9, c'est-à-dire proche de la valeur moyenne de la région sud-sud-ouest (la plus peuplée du pays).
- Ouallam, situé dans l'ouest du pays, à densité relativement faible : 6,2,
- Matameye, dans le centre sud, qui possède la densité la plus élevée de l'ensemble des arrondissements : 57,2.

Les résultats font l'objet du tableau 2.

On relève

- en ce qui concerne la population globale-relative aux villages officiels- une augmentation très variable : proche de 9 % pour Loga et Ouallam, légèrement supérieure à 50 % pour Matameye.

- un nombre de villages peu différent pour Loga et presque identique pour Matameye.

La différenciation par tranches de population montre qu'environ la moitié des villages (officiels) possédait entre 250 et 500 habitants et que les villages de 500 à 2 500 habitants représentaient entre 15 et 46 % de l'ensemble.

Il est à noter que cette valeur élevée de 46 % pour les gros villages concerne un arrondissement, Ouallam, où la densité moyenne est faible : 6,0 hab/km². Cette caractéristique est importante au niveau de la programmation des travaux puisqu'on pourrait naturellement être tenté de ne pas inclure dans les projets prioritaires les unités administratives peu peuplées.

TABLEAU 2 - REPARTITION DES VILLAGES DANS 4 ARRONDISSEMENTS
(RECENSEMENT 1975)

Arrondissement	Recens.	Population (variation)	arrondissement densité (h/km ²)	Adminis- tratifs	Total	Nombre de villages				
						<250	250-500	500-1000	1000-2500	2500-5000
2.3 NGUIGMI	1975	6471	0,3	85	116	84 (99%)	1 (1%)			
	1977	32000 (+395%)								
3.5 LOGA	1975	55831	21,9	134	208	36 (27%)	75 (56%)	14 (10%)	6 (5%)	3 (2%)
	1977	60600 (+8,5%)								
5.3 OUALLAM	1975	132257	6,2	237	751	12 (5%)	117 (49%)	85 (36%)	23 (10%)	
	1977	143800 (+8,7%)								
7.3 MATAMEYE	1975	74795	57,2	210	462	69 (33%)	105 (50%)	31 (15%)	3 (1%)	2 (1%)
	1977	114300 (+52,8%)								

La répartition donnée sur le tableau 2 concerne les villages officiels de 4 arrondissements.

Comment se classent dans cette distribution les villages non officiels, hameaux, dont le recensement de 1977 montre qu'ils sont dans leur ensemble aussi nombreux que les villages administratifs ?

On peut penser que d'une façon générale les hameaux sont moins peuplés que les villages officiels, mais les visites sur le terrain ont montré que la situation inverse pouvait se rencontrer. On doit donc tenir compte de cette possibilité dans les programmes d'équipement.

En définitive il est actuellement impossible de fournir un classement des villages du Niger selon leur population. Il en résulte de grosses difficultés pour l'établissement rationnel et précis des projets.

1.2 - SITUATION DE L'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE

1.2.1 - REALISATIONS

1.2.1.1 - Types d'ouvrages

Les ouvrages modernes actuellement réalisés au Niger sont de 4 types, selon le contexte hydrogéologique (nature et dureté des roches à traverser, profondeur de la surface de la nappe phréatique, situation et perméabilité de la formation à capter) et selon le débit à fournir et les moyens d'exhaure prévus :

- Puits cimentés

Ils sont constitués dans leur majorité par l'OFEDS (cf 1.3.1.2) et se rencontrent essentiellement dans la partie méridionale du pays, en zone de formations sédimentaires à nappe générale.

Le cuvelage, en diamètre intérieur 1,80 m, est descendu avec bétonnage par tranche de 1 m jusqu'à la couche aquifère.

Une colonne 1,40-1,60 m est alors mise en place par havage de sorte que la hauteur d'eau atteigne 4-6 m ou qu'un débit de 5 m³/h soit assuré en toutes saisons. L'eau pénètre dans le puits par l'intermédiaire de trous dans la colonne ou de fenêtres inox à nervures.

L'exhaure est manuelle, nécessitant l'utilisation de seaux ou délous et de cordes.

Depuis sa création en 1963, l'OFEDS a exécuté plus de 2 800 puits.

On doit par ailleurs noter l'acquisition récente par l'OFEDS d'un atelier de puits mécanisé qui doit permettre une grande rapidité d'exécution et donc un coût moindre par rapport aux ouvrages réalisés selon les méthodes habituelles.

- Puits-forages

Les puits-forages sont peu nombreux, n'atteignant pas 30 réalisations.

On les trouve dans les secteurs de Tchín-Tabaraden, Mainé-Soroa, Agadez, également Filingué, Tahoua, Dosso.

Les ouvrages se rencontrent dans des zones ne possédant pas de nappe phréatique (sédimentation argileuse) ou montrant des dépôts très peu perméables.

* L'OFEDDES arrête le creusement des puits à 80-85 m quand aucune venue d'eau n'a été notée. Un forage est réalisé à proximité immédiate du puits afin de capter une nappe profonde à charge suffisante pour permettre un déversement dans le puits qui est complètement bétonné. Le projet suisse IUED a programmé la réhabilitation d'une vingtaine d'ouvrages de ce type dans le Sud Ouest du pays, avec captage de la nappe des grès du Tégama. La profondeur de l'aquifère dépasse toujours 250 m de sorte que les points d'eau créés sont finalement très coûteux. Par rapport aux simples forages, ils ont l'intérêt d'être directement utilisables par les méthodes d'exhaure traditionnelles.

De plus la connaissance piézométrique des nappes est insuffisamment précise de sorte que par exemple un puits a dû être surcreusé, la nappe profonde ayant donné un plan d'eau à 95 m sous le sol.

* Une autre méthode consiste à effectuer d'abord un forage -qui a très souvent un caractère de reconnaissance -et ensuite le puits si les caractéristiques sont favorables.

Une quinzaine d'ouvrages de ce type ont été réalisés par l'OFEDDES en 1970-71 sur un projet KFW dans la région d'Agadèz et dans le Damergou.

On note que le puits-forage du Niger est l'équivalent du forage-puits du Sénégal.

- Forages motorisés (alimentation de centres ruraux et ouvrages pastoraux).

Ces forages sont exécutés dans le cas d'une forte demande ponctuelle en eau, soit pour une alimentation de ville, soit pour un point pastoral. Si les aquifères supérieurs sont inexistantes ou si leur perméabilité est insuffisante, ils peuvent atteindre une grande profondeur (700-750 m à Tahoua).

Certaines structures hydrogéologiques permettent d'obtenir des eaux artésiennes, ce qui évite donc la motorisation des ouvrages pastoraux ; 24 forages sont dans ce cas. L'OFEDDES assure le fonctionnement de 49 ouvrages motorisés (cf 1.3.1.2), équipés de pompes électriques immergées (généralement 6").

Toutefois en raison des difficultés de fonctionnement, l'option puits sera privilégiée à l'avenir pour l'élevage.

Le nombre de forages pour adductions d'eau sera par contre en augmentation continue étant donné que de plus en plus de localités (une centaine en 1990) seront dotées d'une distribution.

- Forages villageois

Les zones de socle précambrien, composé de roches granitogneissiques ou schisteuses, ont été très longtemps sous équipées en ouvrages hydrauliques ; la dureté des roches ne permettait pas en effet d'atteindre par forage ou par puits des profondeurs assurant la pérennité des points d'eau. Il s'agit des secteurs situés à l'Ouest et au Sud de Niamey (Liptako), au Sud de Maradi et à l'Est de Zinder.

Depuis 1980, la situation s'est profondément modifiée avec l'exécution de différents programmes de forages utilisant la méthode marteau fond-de-trou qui permet de traverser avec une grande rapidité d'exécution les roches saines en un diamètre suffisant pour la mise en place d'un ensemble tubage-crêpine 125-140 mm.

Les forages sont équipés de pompes à motricité humaine.

Le nombre d'ouvrages réalisés dans les secteurs indiqués dépassera le millier avant la saison des pluies 1983.

On doit noter ici qu'un Projet-pilote doit prochainement mettre en oeuvre le même type d'ouvrage en zone sédimentaire, dans la région au N et NE de Niamey pour l'approvisionnement des villageois ; les puits cimentés continueront à être exploités par le cheptel.

1.2.1.2 - Répartition des ouvrages

Le tableau 3 donne la répartition de 5752 puits cimentés (dont 27 puits-forages) par département et par arrondissement à la période de novembre 1981.

Le nombre d'ouvrages a été reporté sur la carte 4. On observe le grand nombre de puits sur les arrondissements de Ouallam, Filingué, Dogondoutchi, Mayahi et Miria.

En fait, il est plus instructif de rapporter les ouvrages au nombre de villages tel qu'il ressort du recensement de 1977 ; une meilleure analyse concernerait les classes de population villageoise, mais comme on l'a vu en 1.1.2 la répartition des villages n'est pas encore disponible.

La carte 5 montre néanmoins les différences d'équipement en puits des différents arrondissements.

On note que dans 4 arrondissements, le rapport est supérieur à 0,5 c'est-à-dire qu'en moyenne plus de la moitié des villages possède un puits cimenté.

Dans les secteurs les moins favorisés, le rapport est inférieur à 0,25 ; on trouve donc 1 puits pour 4 ou 5 villages. Ces secteurs correspondent en particulier aux départements de Tera, Say et Tillabery, et de Matamey, Miria et Magaria. On voit que les régions du Liptako et de Zinder connaissent un sous-équipement, situation due à l'impossibilité d'exécuter des puits suffisamment profonds dans les formations du socle.

TABLEAU 3 - REPARTITION DES PUIITS PAR DEPARTEMENT ET
ARRONDISSEMENT (Nov. 1981)

	Puits cimentés	Puits forages	Total	Nombre villages (1977)	Nombre puits par village
1 - AGADEZ	150	13	163	91	(1,8)
1.1 Agadez	126	10	136	67	
1.2 Arlit	24	3	27	10	
1.3 Bilma				14	
2 - DIFFA	287	8	295	1179	0,25
21 Diffa	101	0	101	405	0,25
22 Maine-Soroa	96	5	101	658	0,15 -
23 Nguigmi	90	3	93	116	(0,80)+
3 - DOSSO	1035	0	1035	2471	0,42
31 Birni N'Gaoure	176		176	461	0,38
32 Dogondoutchi	432		432	815	0,53 +
33 Dosso	233		233	585	0,40
34 Gaya	107		107	402	0,27
35 Loga	87		87	208	0,42
4 - MARADI	1163	0	1163	3 386	0,34
41 Aguié	125		125	298	0,42
42 Dakoro	187		187	903	0,21 -
43 Guidan-Roumji	211		211	641	0,33
44 Madarounfa	178		178	370	0,48
45 Mayahi	312		312	700	0,45
46 Tessaoua	150		150	474	0,32
5 - NIAMEY	1075	0	1075	3098	0,35
51 Filingué	350		350	627	0,56 +
52 Niamey-Kolo	235		235	500	0,47
53 Ouallam	301		301	751	0,40
54 Say	73		73	510	0,14 -
55 Téra	67		67	322	0,21 -
56 Tillabéri	49		49	388	0,13 -
6 - TAHOUA	906	6	912	1986	0,46
61 Birni N'Konni	169		169	326	0,52 +
62 Bouza	125		125	302	0,41
63 Illéla	129		129	312	0,41
64 Keita	76		76	235	0,32
65 Madaoua	178		178	454	0,39
66 Tahoua	175		175	357	0,49
67 Tchín-Tabaraden	54	6	60	0	
7 - ZINDER	1109	0	1109	5226	0,21 -
71 Gouré	207		207	806	0,26
72 Magaria	292		292	1203	0,24 -
73 Matamey	65		65	462	0,14 -
74 Miria	334		334	1670	0,20 -
75 Tanout	211		211	1085	0,10 -
	5725	27	5752	17437	0,33

Mais cette situation a considérablement évolué avec la réalisation des projets de forages villageois puisque dans certains secteurs la grande majorité des villages dispose maintenant d'un point d'eau pérenne.

1.2.2 - ETAT DE L'INVENTAIRE

1.2.2.1 - Situation en 1976

La mission effectuée en juin 1976 pour le CILSS (Nations Unies, 1976) avait permis de faire le point sur l'état du fichier.

Ce fichier comptait alors 14 350 fiches ou dossiers de points d'eau.

L'ensemble du pays était couvert par l'inventaire, mais la majeure partie des ouvrages enregistrés se situait dans la partie Sud-Ouest du pays et plus particulièrement dans les secteurs à nappe générale peu profonde (cf. figure 1).

Etaient portés en inventaire :

- des puits traditionnels (environ 7000) ;
- des puits cimentés (près de 6000) ;
- 700 sondages de reconnaissance (la plupart non tubés) ;
- 200 forages, munis ou non de pompe.

La numérotation était chronologique pour l'ensemble du pays.

Les anciennes fiches du Service de Dakar intéressant des points d'eau du Niger ont été reprises et un nouvel indice leur a été attribué dans le système national.

Les ouvrages étaient reportés sur des 1/6 de cartes topographiques à l'échelle du 1/200 000, numérotées de A à F comme suit :

E	F
C	D
A	B

Ainsi à titre d'exemple, le point d'eau 6245, situé au village de Diangouna, a pour référence cartographique ND 32 VIII E

- ND 32 : indique la carte à 1/1 000 000,
 VIII : donne l'indice de la carte à 1/200 000 (6 x 4 cartes à 1/200 000 dans une feuille à 1/1 000 000) elle-même ayant un numéro d'ordre dans le système national montré en figure 2
 E : correspond au 1/6 Nord Ouest de la carte à 1/200 000.

En plus de ce fichier de points d'eau à numérotation chronologique, existaient :

- un classement par villages, par ordre alphabétique,
- un classement par forages, également par ordre alphabétique, reportant au fichier d'archives.

Les inventaires étaient utilisés pour la préparation des programmes de puits.

La collecte des informations sur les résultats des chantiers était particulièrement difficile.

Par ailleurs, l'utilisation du fichier était quelque peu laborieuse en raison d'une part du système d'archivage (chronologique à l'échelle du pays), d'autre part du grand nombre de dossiers alors qu'une partie des points d'eau archivés ne présentait qu'un intérêt restreint.

1.2.2.2 - Situation actuelle

Dans ces conditions, il était apparu indispensable de reprendre la fichier manuel sous une forme informatisable et lors de la mission CILSS de 1976 une demande de financement était déjà préparée dans ce sens.

Le Projet d'informatisation fut décidé en 1977 sur financement FAC. Il fut confié au BRGM et s'est déroulé en plusieurs phases.

. Une première mission eut lieu à Niamey de Novembre 1977 à Mai 1978 en vue de l'élaboration des bordereaux IRH, des lexiques et des répertoires.

De plus -bien que ce fut hors du programme de fichier de points d'eau- le Projet dut établir les listings des villages qui avaient été dénombrés lors du recensement de 1977.

Par ailleurs, la transcription des données sur les nouveaux bordereaux fut entreprise et 305 dossiers (dont 220 correspondaient à des forages) furent intruits.

On donne en Annexe 2 un exemple des bordereaux IRH :

1. Identification, localisation, environnement.
2. Caractéristiques administratives, description du captage, pompage d'essai.
3. Mesures périodiques.
4. Coupe géologique.

Un ordre de priorité avait été établi pour le choix des points d'eau : d'abord les forages nouveaux, ensuite les autres forages, les puits cimentés nouveaux et anciens pour lesquels une coupe lithologique était disponible, les autres puits cimentés, enfin les puits traditionnels présentant un intérêt hydrogéologique particulier.

Deux techniciens nationaux furent formés pour la transcription sur bordereaux.

. Une deuxième phase eut lieu entre Novembre 1979 et Septembre 1980. Elle permit d'atteindre un total de 2216 dossiers, se répartissant comme suit :

- 656 forages (avec tous les anciens ouvrages, dont une vingtaine de recherche pétrolière)
- 210 piézomètres
- 1172 puits cimentés
- 161 puits traditionnels
- 14 puisards et autres points d'eau (dont quelques mares).

Les travaux furent poursuivis par le personnel du Service IRH et, en Novembre 1982, 665 nouveaux dossiers étaient instruits.

. La troisième phase du Projet débute en Novembre 1982. Elle présente 3 aspects :

- une phase active de collecte de données, en particulier de tous les forages villageois réalisés ou en cours (cf. tableau n° 8) et des programmes de puits bénéficiant d'un contrôle technique (cf. tableau n°7),
- l'implantation du fichier des points d'eau sur l'ordinateur de la Direction de l'Informatique, du type DPS 4 (CII Honeywell Bull),
- l'exploitation du fichier par un programme d'interrogation permettant de sélectionner, de trier les informations du fichier et d'éditer les résultats répondant aux questions posées.

Les opérations seront menées par un Ingénieur expatrié et 4 techniciens nationaux dont 2 devront recevoir une formation complète.

On note que les programmes sont écrits en langage Cobol.

Par ailleurs, une console d'interrogation sera mise à disposition par la Direction de l'Informatique dans ses locaux.

Un financement est recherché pour l'acquisition d'une table traçante et la mise en place de 2 terminaux au niveau des bureaux de la Direction des Ressources en eau.

1.3 - EVALUATION DES REALISATIONS

Lors de la réunion du 12 janvier 1981 à Paris, réunion à laquelle participaient des représentants du CILSS, du Club du Sahel, du FED, du FAC, du CIEH, du BURGEAP et du BRGM, il a été demandé que le diagnostic de la situation dans le secteur de l'Hydraulique villageoise soit réalisé à partir de quelques opérations caractéristiques.

En ce qui concerne le Niger, deux sujets sont traités ci-dessous :

- l'OFEDES : fonctionnement et réalisations de cet Etablissement.
- le Projet Liptako 130 forages, projet pilote réalisé dans une région où les équipements hydrauliques étaient alors très rares en raison de la nature peu favorable des formations géologiques (roches précambriennes) ; les forages ont été équipés de pompes à motricité humaine.

1.3.1 - L'OFEDES

L'OFEDES, Office des eaux du sous-sol, a été institué en mai 1963 (loi 63/31 du 07/05/63).

Ses attributions ne portaient alors que sur :

- l'entretien des puits,
- le fonctionnement des stations de pompage en zone pastorale.

En 1974, l'Office est devenu Etablissement public à caractère industriel et commercial sous tutelle du Ministère des Mines et de l'Hydraulique et ses activités ont été élargies (ordonnance 74/32 du 15/11/74 et décret n° 75-22/PCMS/MMH).

L'OFEDES en effet a alors été chargé de :

- l'entretien et l'exploitation des puits et des forages situés en zone rurale et pastorale.
- la réalisation de puits en investissement humain et en régie, ainsi que des forages en zone pastorale et rurale.
- l'exécution des réseaux de distribution d'eau potable dans les centres secondaires.
- le fonctionnement des stations de pompage en zone rurale et pastorale et la gérance des centres secondaires.

1.3.1.1 - Organisation

La figure 3 montre l'organigramme actuel de l'OFEDS.

Placée sous l'autorité d'un Conseil d'Administration, la Direction Générale de l'OFEDS contrôle un Service technique et un Service Administratif et du Personnel.

Le Service technique dirige les activités de 5 sections :

- la section "Puits neufs", chargée du fonçage en régie (les travaux en investissement humain ont été arrêtés en 1975).
- la section "Entretien Puits", chargée du maintien en bon état des cuvelages, captages et superstructures des puits existants, éventuellement de travaux d'approfondissement et de mise en place de colonne de captage dans des puits anciens qui en étaient dépourvus.
- la section "Stations de Pompage et Centres secondaires", qui a pour tâches d'une part l'équipement et le fonctionnement des forages pastoraux, d'autre part l'exécution des réseaux de distribution d'eau et leur gestion.
- la section "Forages", responsable de l'exécution de sondages et forages.
- la section "Matériel".

Outre ces services basés à Niamey, l'OFEDS présente une structure décentralisée avec :

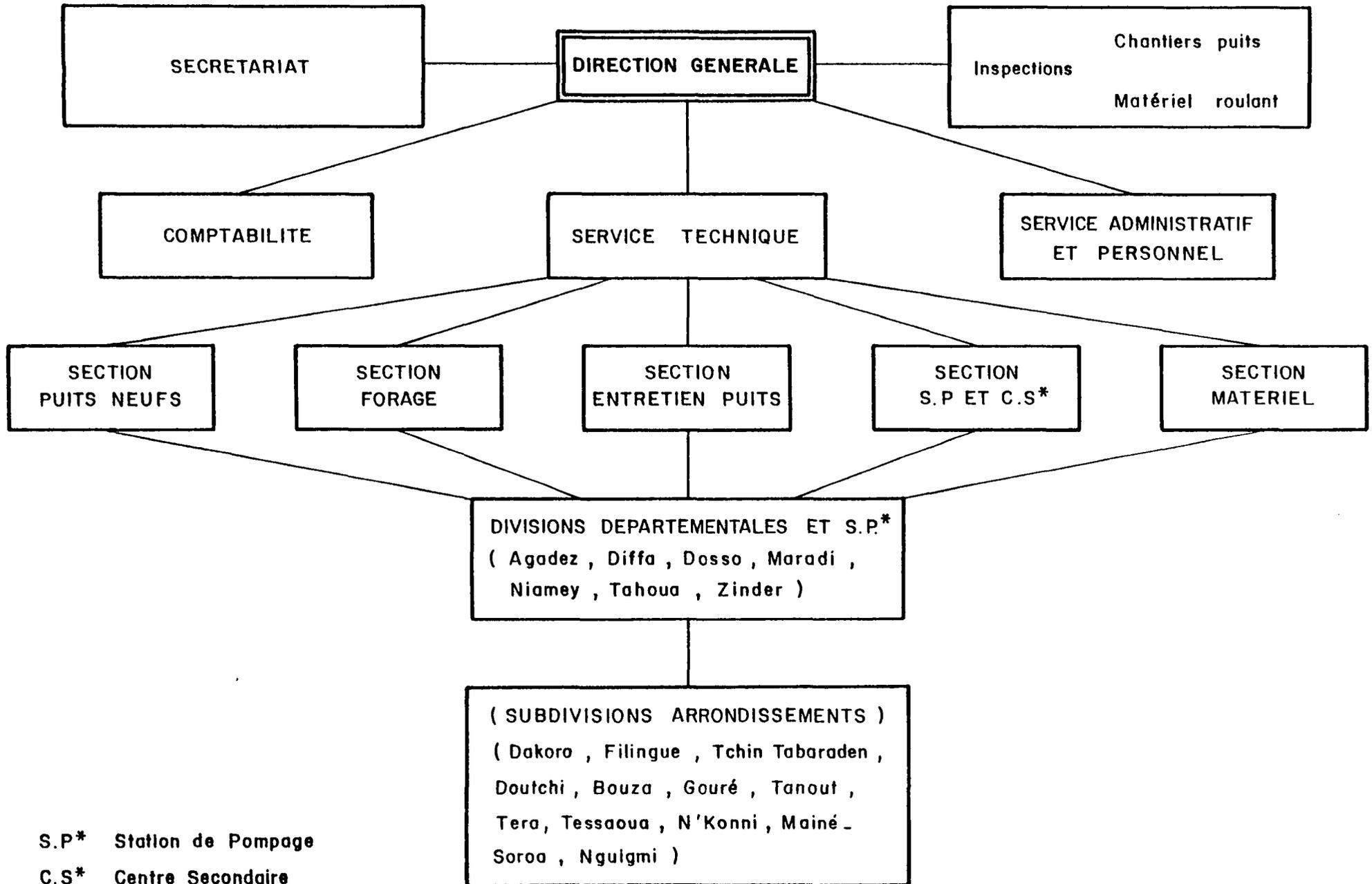
- 7 divisions départementales,
- 12 subdivisions arrondissement,
- et 4 secteurs.

Chaque division est dirigée par un ingénieur ou un adjoint technique, avec sous ses ordres un chef de division puits (puits neufs et entretien puits) et un chef de stations de pompage, responsable également de l'entretien des véhicules.

Les subdivisions ont à leur tête un adjoint technique.

On voit sur la figure 4 l'homogénéité de la répartition des bases sur le territoire national (hors zone désertique).

O.F.E.D.E.S ORGANIGRAMME



S.P* Station de Pompage
C.S* Centre Secondaire

Fig. 3

LES BASES DE L'OFEDES

- +---+---+ frontieres nationales
- routes des départements
- limites des arrondissements
- capitale
- chef-lieu de département
- chef-lieu d'arrondissement

- DIVISIONS DEPARTEMENTALES
- SUBDIVISIONS ARRONDISSEMENTS
- SECTEURS

x1,15 COEFFICIENT GEOGRAPHIQUE MAJORATAUR POUR LES PRIX DE CONSTRUCTION DE PUITS

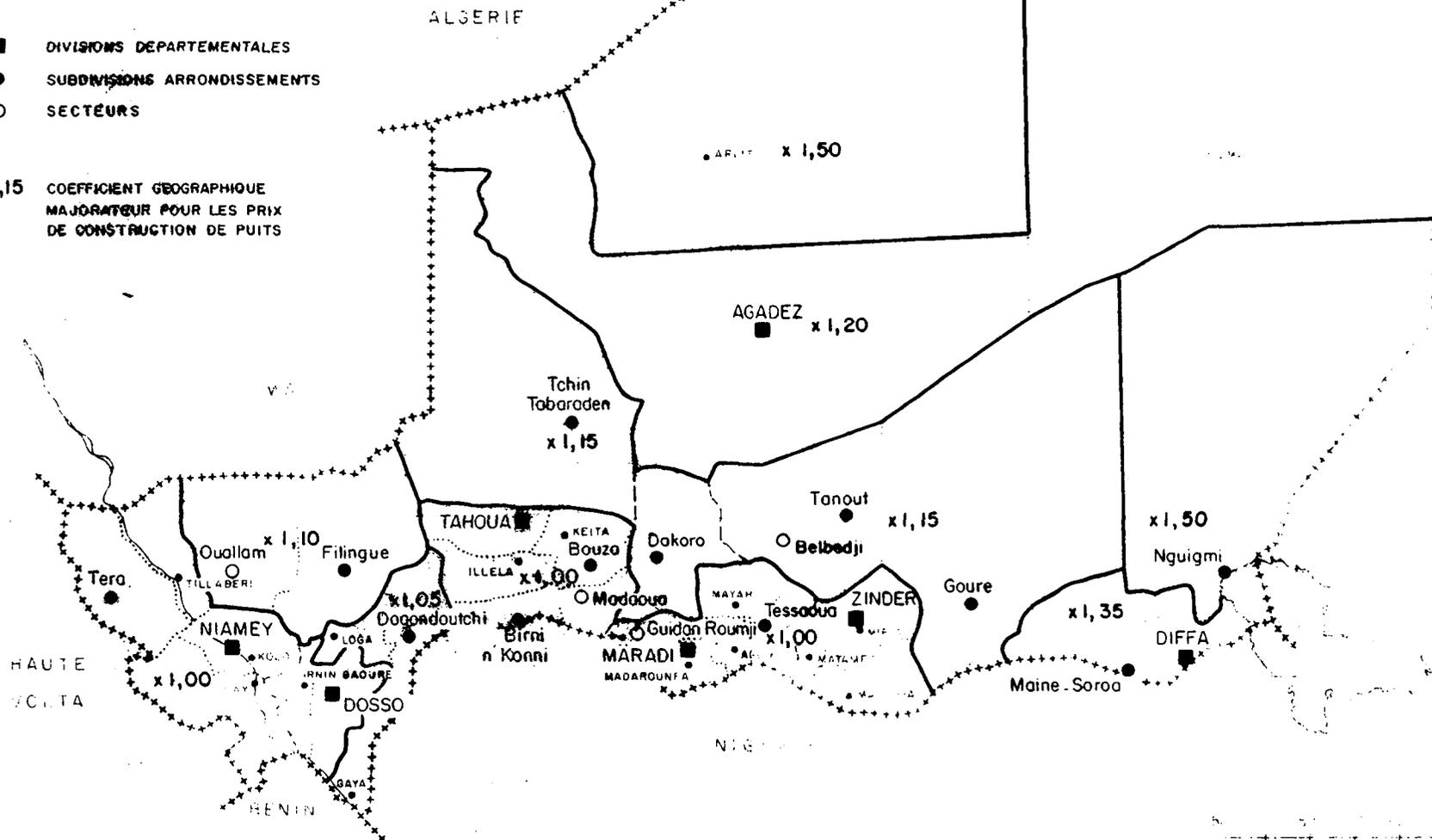


Fig. 4

L'ensemble du personnel de l'OFEDES s'élève à 2050 personnes avec en effectifs décroissants :

- 1425 pour la section Puits neufs (soit 70 % du total) ;
- 283 pour la section Entretien puits ;
- 179 pour la section Stations de pompage.

La Direction générale représente un effectif de 67 agents.

L'OFEDES possède 44 cadres (ingénieurs et adjoints techniques) détachés de la Fonction publique.

1.3.1.2 - Réalisations

a - EXECUTION DES PUITES

- Moyens

Une subvention du Gouvernement français (Crédits FAC) a permis à l'OFEDES de s'équiper en gros matériel lors de sa création en 1963.

Quelques années plus tard, une seconde subvention a été octroyée pour le renouvellement de certains équipements.

D'autres aides sont par la suite intervenues.

Les matériels, des camions essentiellement, sont actuellement achetés sur des marchés ou des projets.

Les moyens de la section se résument comme ci-dessous par département :

	Equipes cuvelage	Equipes mise en eau (avec derricks)	Equipes buses	Véhicules lourds	Véhicules légers
Agadez	5	2	1	2	2
Diffa	12	6	3	3	3
Dosso	18	4	2	2	2
Maradi	16	5	4	3	3
Niamey	60	10	7	9	5
Tahouz	37	5	5	8	5
Zinder	29	8	4	8	4
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
TOTAL	177	40	26	35	24

Les équipes comprennent :

- pour le cuvelage : 1 puisatier, 1 aide-puisatier, 3 ou 4 manoeuvres.
- pour la mise en eau : 1 puisatier, 1 treuilliste, 3 manoeuvres.
- pour les buses : 1 puisatier, 3 manoeuvres.

La répartition par département est théorique car des transferts peuvent se produire selon les zones de projets à exécuter.

- Réalisations

Depuis sa création jusqu'à fin 1981, l'OFEDES a construit 2848 puits.

On voit sur le tableau 4 que les tranches annuelles ont dépassé 100 ouvrages à partir de 1971, 200 à partir de 1974. Le maximum a été atteint en 1980-81 avec 409 puits.

Les travaux ont été réalisés en investissement humain jusqu'en 1975 ; ils ont alors été menés uniquement avec du personnel OFEDES.

Les caractéristiques des puits sont les suivantes :

- cuvelage en \emptyset intérieur 1,80 m, avec bétonnage par tranche de 1 m (parfois de 0,5 m en cas de faible tenue des terrains,
- colonne en \emptyset intérieur 1,40 m ; les buses sont perforées de trous de 8 mm ; dans le cas de sable fin ou si l'ouvrage doit être équipé d'une pompe (pour dispensaires par exemple) les buses mises en place comportent des fenêtres (12 par anneau) inox à nervures repoussées.

Du gravier est placé entre la colonne et le terrain.

Dans le Manga, où les terrains sont constitués de sable éolien, une seconde colonne de \emptyset intérieur 1,0 m est télescopée à l'intérieur de la première et un filtre de fin gravier (2-5 mm) est mise en place entre les deux.

La profondeur des ouvrages est variable. Le maximum atteint est de 115 m. Les cuvelages sont actuellement arrêtés à 80-85 m si aucun aquifère n'a été rencontré.

Les colonnes sont descendues de sorte que la hauteur d'eau dans le puits soit de 4 à 6 m ou que le débit d'exploitation assuré soit de 5 m³/h (les estimations sont faites au cuffat). L'expérience prouve que ces caractéristiques sont théoriques.

Une dalle de fond est mise en place à la base de la colonne.

Les aménagements de surface comprennent margelle et abreuvoirs. On compte pour la phase de creusement un avancement de 6 à 10 m par mois, soit pour 10 mois par an entre 60 et 100 m ; un puits de 30 m demande donc entre 3 et 5 mois en saison sèche, un ouvrage de 60 m entre 6 mois (en saison sèche) et plus d'un an.

La mise en place de la colonne peut intervenir entre une semaine et 4 mois après l'achèvement du cuvelage.

- Prix de revient

Pour des ouvrages éloignés de moins de 60 Km d'un centre, l'OFEDS (1981) estime comme suit les dépenses :

	<u>Puits de 30 m</u>	<u>Puits de 60 m</u>
Installation	154 000	154 000
Repli	102 000	102 000
Cuvelage	26 m : 2 345 000	30 m : 2 706 000 20 m : 1 985 000 6 m : 685 000
Fourniture et pose de buses perforées Ø140	5 m : 238 000	238 000
Fourniture et pose de la trousse coupante	34 000	34 000
Fonçage dans la nappe	4 m : 370 000	4 m : 370 000
Fourniture et pose d'une dalle	36 000	36 000
Ancrage de surface et margelle	212 000	212 000
Fourniture et pose d'abreuvoirs	3 m : 98 000	98 000
	<hr/>	<hr/>
TOTAL	3 589 000 FCFA	6 620 000 FCFA
	soit 3 600 000 FCFA	soit 6 600 000 FCFA
et au mètre linéaire :	119 600 FCFA	110 300 FCFA
montants qui affectés de 17 % de frais généraux deviennent :	<u>4 200 000 FCFA</u>	<u>7 750 000 FCFA</u>
et	<u>140 000 FCFA</u>	<u>129 000 FCFA</u>

Pour une distance de 100 Km d'un centre au lieu de 60, les prix seraient à augmenter d'environ 2 %.

Les montants indiqués correspondent aux régions de Niamey, Dosso, Tahoua, Maradi et Zinder.

Au-delà, il doivent être majorés d'un coefficient multiplicateur indiqué sur la figure 3.

Ainsi pour une même distance d'un centre de 60 Km,

	Les prix 140 000 et 129 000 FCFA
deviennent par exemple dans le secteur de	
Tanout (x 1,15) :	161 000 et 148 000 FCFA
et dans celui de Nguigmi (x1,50) :	210 000 et 194 000 FCFA

On note dans le rapport IWACO (1982) que le coût des 25 puits Conseil de l'Entente (1ère tranche) construits dans le département de Dosso (arrondissements de Birni N'Gaore, soit x1,00 ; de Loga et de Dogondoutchi, soit x1,05) en 1981-début 1982 s'élèvera à 125 MFCFA pour 925 mètres linéaires, c'est-à-dire à 135 100 FCFA le mètre linéaire, pour des ouvrages d'une profondeur totale moyenne de 37 m, avec des extrêmes de 5 et 75 m.

Le coût moyen est en concordance avec les estimations données ci-dessus.

- Qualité technique des ouvrages

En 18 ans de travaux de puits, l'OFEDES a mis progressivement au point des techniques lui permettant d'exécuter des ouvrages de bonne qualité.

Un point cependant serait à vérifier. Il s'agit des conditions de captage des nappes.

La hauteur d'eau doit être de 4 à 6 m ou le débit ne doit pas être inférieur à 5 m³/h.

Lors de la visite des puits Conseil de l'Entente mentionnée par IWACO (1982), il s'est avéré que sur les 14 ouvrages achevés, 50 % avaient entre 1,30 et 1,70 m d'eau et 43 % entre 3,00 et 3,25 m.

Quel était l'état d'ensablement des puits ? Quel était le rabattement créé par l'exhaure des villageois ? Le débit de pompage de 5 m³/h était-il atteint ?

Rien n'est précisé dans le compte-rendu.

On doit noter par ailleurs que des mises en eau ont été effectuées en saison des pluies, donc de hautes eaux. On peut craindre que surtout pour les puits situés dans des zones topographiquement basses des problèmes de hauteur d'eau et de productivité se posent à l'étiage.

Un autre document (Ch. SINTAS, 1980) fournit des renseignements sur les captages exécutés 2 ou 3 ans auparavant dans la région de Mayahi.

Les hauteurs d'eau initiales indiquées pour 27 puits varient de 2,40 à 7,10 m, avec une moyenne de 4,15 m.

Les pourcentages par classes de hauteur d'eau se présentent comme suit :

2,40 à 4 m d'eau	: 59 % des ouvrages
4 à 6 m	: 30 %
6 à 7,10 m	: 11 %

On constate par ailleurs, qu'aucune coupe géologique -même sommaire- des puits n'est fournie à la Direction des Ressources en Eau. Les données introduites dans le fichier IRH sont donc très modestes.

Les difficultés proviennent en grande partie du fait que jusqu'à présent l'OFEDES contrôle l'OFEDES et que de plus la supervision des chantiers n'est assurée qu'épisodiquement.

Il paraît indispensable que des moyens suffisamment importants soient fournis à la Direction des Infrastructures Hydrauliques pour assurer au moins la surveillance de la mise en place des captages et en vérifier la productivité.

- Problèmes d'emploi et de trésorerie

Avec ses 1425 agents, la section Puits neufs est une entreprise importante qui pour une gestion saine et efficace doit être en mesure de programmer ses interventions régionales suffisamment à l'avance.

Cette programmation est actuellement quasi-inexistante en raison des décisions tardives des sources de financement.

Il s'en suit des transferts difficiles et coûteux du personnel et d'équipement entre les bases.

Par ailleurs, les retards dans le règlement des factures ne semblent pas être exceptionnels. Il s'en suit pour l'OFEDES des situations très délicates ayant pour résultat en particulier des approvisionnements de chantiers aléatoires, pouvant même provoquer des arrêts de travaux. Les conséquences sont néfastes au niveau des populations locales en raison des prolongations de délais d'exécution et les conditions de travail ne sont guère agréables pour les équipes de puits. De plus les retards occasionnent des augmentations de coûts.

- Puits mécanisés

Le creusement des puits a été réalisé jusqu'à présent avec des méthodes et des moyens traditionnels, excepté pour le captage de l'aquifère.

Il en résulte des délais excessifs, pouvant dépasser 1 an pour un ouvrage de 60 m.

La mise au point d'ateliers mécanisés, utilisés effectivement en Europe mais également en Guinée Bissau, permet d'envisager des cadences d'exécution très rapides puisque l'ouvrage précité serait réalisé en une quinzaine de jours.

Un atelier TEKNIFOR, programmé sur le 5e FED, doit être opérationnel au Niger en mai 1982.

On devra déterminer dans quelles formations géologiques son utilisation sera la plus efficace.

Il est par ailleurs évident que de tels équipements ne peuvent être confiés qu'à un personnel spécialisé. Un sondeur de l'OFEDS est en cours de formation.

Les caractéristiques des ouvrages prévus sont les suivantes :

Ø foration : 1,70 m
 Ø intérieur cuvelage : 1,40 m
 Ø intérieur colonne : 1,10 m

b - ENTRETIEN DES PUIITS

L'entretien des puits est une des deux tâches fixées originellement à l'OFEDS en 1963, la seconde étant le fonctionnement des stations de pompage pastorales.

Les principales opérations comprennent le curage de la colonne, son approfondissement éventuel, la réparation des joints du cuvelage, la remise en état des superstructures.

De vieux puits cimentés -pouvant dater de 1930- peuvent être réhabilités par la mise en place d'une colonne si leur état est satisfaisant.

- Moyens

La section Entretien puits dispose au niveau des Départements de :

	Equipes (avec derricks)	Véhicules lourds
Agadez	2	1
Diffa	3	1
Dosso	4	2
Maradi	6	2
Niamey	6	2
Tahoua	6	2
Zinder	6	2
	<hr/>	<hr/>
TOTAL	33	12

Une équipe se compose en général :

- d'un puisatier, chef d'équipe.
- d'un aide-puisatier.
- d'un treuilliste.
- de deux manoeuvres.

Une brigade comprend trois équipes et dispose d'un camion ; une équipe buses est affectée à mi-temps.

Les travaux sont supervisés par un surveillant, responsable de 2 brigades. Il dépend, pour ses déplacements, des camions des brigades.

Les véhicules, dont 6 datent de 1974 et 1976, ont été obtenus sur des marchés de travaux neufs et rétrocedés par la suite à la section.

Les derricks sont semblables à ceux des équipes de mise en eau.

17 d'entre eux ont été acquis antérieurement à 1965 ; les autres, dans leur majorité, sont récents et ont été achetés sur des marchés de travaux neufs.

- Activités

A la fin de l'année 1980-1981, les interventions de l'OFEDS représentaient depuis 1963 un total de 16 158.

Le tableau 4 donne la répartition annuelle de ces interventions.

On note que depuis 1977, elles dépassent 1400 et approchent 1600 en 1980-1981.

Le faible nombre observé pour 1974-1975 provient du fait que les travaux ont été arrêtés en cours d'année, des problèmes s'étant posés pour le versement de la contribution des Arrondissements.

Chaque puits est visité théoriquement une fois tous les trois ans.

- Prix de revient

Les dépenses correspondant à l'entretien des 1575 puits visités en 1980-1981 sont estimées à un total de 204 MFCFA.

Soit en moyenne par puits 129 500 FCFA d'où un coût annuel de 43 200 FCFA.

Ce montant relativement élevé est dû en grande partie aux interventions au niveau du captage de la nappe, soit réfection, soit surtout mise en place d'une colonne.

On a vu plus haut que le coût dans ce dernier cas s'élevait à 678 00 FCFA + 17 % de frais généraux soit 793 000 FCFA.

En fait les prix de revient réels sont plus élevés que ceux indiqués car ceux-ci ne font pas intervenir l'amortissement des matériels (camions, derricks) rétrocedés par les travaux neufs.

- Problèmes financiers

Un forfait de 75 000 FCFA par période de 3 ans avait été institué en 1963 à charge des arrondissements pour chacun des 2757 puits cimentés qui étaient alors inventoriés. Les montants correspondants étaient réservés à l'OFEDS pour continuer à assurer l'entretien des ouvrages.

Or, depuis 1963 d'une part le forfait n'a pas été augmenté, d'autre part le nombre de puits en charge à l'OFEDS est passé de 2757 à 5752.

Il en résulte un déséquilibre financier important puisque pour le dernier exercice -1980-1981- les recettes ne couvraient que 63 % des dépenses.

TABLEAU 4 - ACTIVITES - PUIITS DE L'OFEDES

EXERCICES	CONSTRUCTIONS		ENTRETIEN	
	Annuelles	Cumulées	Annuels	Cumulés
1963	Création de l'Office			
1964 - 1965	14	14	144	144
1965 - 1966	20	34	311	455
1966 - 1967	15	49	330	785
1967 - 1968	59	108	605	1 390
1968 - 1969	53	161	835	2 225
1969 - 1970	79	240	923	3 148
1970 - 1971	98	338	1 033	4 181
1971 - 1972	135	473	1 193	5 374
1972 - 1973	150	623	967	6 341
1973 - 1974	153	776	960	7 301
1974 - 1975	225	1 001	554	7 855
1975 - 1976	300	1 301	1 135	8 990
1976 - 1977	261	1 562	1 170	10 160
1977 - 1978	221	1 783	1 452	11 612
1978 - 1979	291	2 074	1 460	13 076
1979 - 1980	365	2 439	1 507	14 583
1980 - 1981	409	2 848	1 575	16 158

- Besoins

Le nombre de puits visités annuellement est en accroissement proche de 3 % par an depuis 1977.

Cette augmentation ne pourrait être maintenue si des moyens complémentaires en personnel n'étaient fournis.

De même de nouveaux véhicules tous terrains (7 lourds et 7 légers) et des équipements (10 derricks, 20 bennes, pièces diverses) sont demandés par la section.

- Périodicité des visites

Les puits en charge à l'OFEDS doivent être visités environ 1 fois tous les trois ans.

Cette périodicité ne semble pas toujours respectée puisque sur le secteur de Mayahi la dernière visite de certains puits remontait à 4 ou 5 ans (C. SINTAS, 1980).

- Propositions

Dans les conditions financières actuelles, il est évident que la Section Entretien Puits ne peut être que déficitaire.

Les plus grosses dépenses sont relatives aux opérations au niveau du captage des nappes :

- approfondissement (mais cette opération devrait être exceptionnelle si des garanties suffisantes de hauteur d'eau étaient prises lors de la construction des puits) ;
- mise en place de colonne sur des puits anciens.

La seule solution pour rééquilibrer sans recettes nouvelles les finances de la Section serait de faire inscrire ces types d'opérations sur les prochains programmes de construction de puits, pour une exécution par la Section Puits neufs.

Les tâches de la Section Entretien ne porteraient que sur le curage des puits et les réparations courantes (superstructures, joints du cuvelage).

C - STATIONS DE POMPAGE ET CENTRES SECONDAIRES

- Stations de pompage

Les stations en charge à la section se répartissent comme suit :

	Stations	Centres de multiplication bovine	Forages artésiens
Agadez	-	-	-
Diffa	1	2	23
Dosso	3	-	1
Maradi	2	-	-
Niamey	12	-	-
Tahoua	18	2	-
Zinder	7	2	-
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
TOTAL	43	6	24

Soit 49 forages motorisés et 24 forages artésiens.

Les forages ont été réalisés par l'OFEDES ou diverses sociétés.

Les installations comprennent un groupe diesel alimentant une pompe électrique immergée (6" en général), une cuve enterrée de 3000 l de fuel, un réservoir d'eau de 300 m³ à même le sol, des abreuvoirs.

Chaque station possède un chauffeur-gardien et un manoeuvre.

Les débits d'exploitation sont de l'ordre de 20 m³/h pendant une durée journalière variable selon le lieu et la saison, de 5h à 23 h.

Une standardisation est effective pour certains équipements :

- groupes généralement Deutz, pompes KSB ou Pleuger.

Le fonctionnement des stations se heurte à divers problèmes :

- approvisionnement en carburant ;
- absence de véhicules de liaison ;
- groupes parfois vétustes (certains datent de 1968) avec des difficultés d'approvisionnement en pièces de rechange ;
- chambres de pompage prévues trop justes sur certains forages pour des pompes 6" ;
- manque de personnel qualifié.

Le montant des charges récurrentes est estimé par l'OFEDES pour 1980-1981 à 4,94 MFCFA par ouvrage. Ce montant ne comprend pas l'amortissement du matériel.

Les difficultés de fonctionnement, le coût de l'exploitation et la destruction des pâturages jusqu'à une grande distance des forages ont amené le Gouvernement à ne plus programmer de nouvelles stations et à privilégier l'option puits cimentés.

- Centres secondaires

L'OFEDES est chargé de la gérance des adductions d'eau dans les centres administratifs non encore alimentés en électricité.

Les différents travaux (forages, équipement de pompage, réseau, réservoir, etc.) sont exécutés soit à l'Entreprise soit par l'OFEDES.

S'ils sont réalisés à l'Entreprise, l'adduction est livrée clef en main à l'OFEDES.

Le montant des charges récurrentes est estimé par l'OFEDES en moyenne à 3 MFCFA par centre (pouvant s'élever jusqu'à 5 MFCFA dans certains cas).

Le personnel comprend par centre un agent, chargé des relevés, facturations, petites réparations, et un manoeuvre.

En cas de besoin, un mécanicien est envoyé par la Direction.

L'eau est distribuée à des bornes-fontaines ou à des branchements particuliers pour lesquels le m³ est facturé 50 FCFA.

Etant donné le faible nombre d'abonnés et le prix de revient du m³ (évalué à 100 FCFA), la gestion de tels réseaux ne peut être que déficitaire. L'Etat verse donc une subvention pour compenser les pertes financières.

On note que l'eau fournie par Nigelec est vendue entre 75 et 99 FCFA le m³.

Le nombre d'adductions gérées par l'OFEDES s'élevait en 1981 à une quinzaine, réparties sur l'ensemble du territoire.

Chaque année sont réalisées 3 ou 4 adductions supplémentaires.

Après l'électrification des centres, la gestion est généralement transférée à la NIGELEC.

Mais l'OFEDES a en charge de plus en plus d'adductions car la NIGELEC ne peut assurer la même cadence de réalisation pour l'électrification.

Dans le cadre d'un projet envisagé depuis quelque temps de restructuration dans le domaine de l'eau, les adductions gérées actuellement par l'OFEDES et la NIGELEC seraient confiées à une Société nationale des Eaux ("Eau" Niger 1981).

SAUR Afrique est chargée d'une étude de tarification de l'eau.

d - FORAGES

La section "Forages" a été effectivement créée en 1974 avec le Projet PNUD NER 72/006.

Elle possédait alors 3 sondeuses :

- une DAVEY M7W, provenant du Projet FAO de mise en valeur du Dallol Maouri ; elle a été remise en état en Octobre 1974 pour le Projet NER 72/006 ; ses possibilités sont de 800 m en 8"1/2.
- une BOMAG 400, don de la RFA, capable de descendre à 400 m en 8"1/2.
- une MOBILE DRILL, don de l'UNICEF, équipée en tarière pour reconnaissance à faible profondeur (jusqu'à 100 m).

De 1975 à 1978, ont été remises à l'OFEDS :

- une sondeuse à percussion BUCYRUS, don de l'Association Church World Service, utilisable pour des trous de faible profondeur.
- une AQUADRILL 461, provenant d'un Projet danois, équipée en marteau fond-de-trou.
- une SEISMIC, fournie à l'issue du Projet routier canadien (route de l'Unité), capable de descendre à 600 m en 8"1/2.
- une TONE (de fabrication japonaise) dont la capacité est de 300 m en 8"1/2.

L'utilisation de ces machines a toujours été sporadique et certaines ne semblent n'avoir été mises en oeuvre qu'exceptionnellement.

On note qu'une quarantaine de forages pastoraux ont été réalisés entre 1976 et fin 1979, que 2 forages de 180 m ont été exécutés pour l'AEP Maradi à la mi-1981 (avec la Bomag), un autre de 350 m à Diffa fin 1981 (avec la Davey).

Aucun ouvrage n'est programmé pour 1982.

De toutes façons, il semble qu'aucune foreuse, à part peut-être la TONE, ne soit actuellement en état de travailler :

- la DAVEY est particulièrement vétuste ;
- la BOMAG manque de pièces de rechange ;
- la SEISMIC a son mât cassé ;
- l'AQUADRILL devait être utilisée sur le Projet PNUD-UNICEF mais n'a pu être remise en état.

L'achat d'une machine FAILING 2500 à hautes performances (1000 m en 8"1/2) pour la reconnaissance et l'exploitation des aquifères profonds est en attente car les travaux actuellement programmés semblent insuffisants pour assurer son amortissement.

On doit noter que les ateliers AQUADRILL 661 du Projet PNUD-UNICEF et FAILING 1250 du Projet BOAD seront remis à l'OFEDS à l'issue des travaux en cours.

Les projets permettent par ailleurs le perfectionnement de formation de sondeurs de l'OFEDS pour l'exécution de forages villageois.

1.3.2 - OPERATION LIPTAKO

La région du Liptako est restée jusqu'à présent très sous-équipée en ouvrages hydrauliques en raison de la nature défavorable du sous-sol composé de roches granitiques et schisteuses.

Par suite des difficultés de fonçage des puits dans ces formations, les points d'eau étaient localisés aux petites nappes des alluvions des vallées dont la pérennité n'était pas toujours assurée.

Il s'ensuivait de très sérieuses difficultés d'approvisionnement des villages en raison de la distance des puits et des mares, de leurs faibles ressources surtout en saison sèche, des problèmes de contamination.

La seule possibilité d'améliorer cette situation était de rechercher l'eau soit plus profondément soit en des points privilégiés (axes tectoniques).

Cette recherche a pu être effective grâce à la mise au point de la méthode de foration au marteau fond-de-trou.

La seconde condition de l'exploitation de ces nappes a été la fiabilité de pompes à motricité humaine pouvant être installées dans des tubages de petit diamètre (100 à 120 mm).

Ce type d'équipement a été mis en oeuvre au Niger pour la première fois dans le cadre du Projet 130 forages Liptako. Il s'agissait donc d'un projet-pilote. Les enseignements qui en ont été tirés permettent d'améliorer les conditions d'implantation et d'exécution de nombreux projets actuellement en cours ou plus ou moins engagés.

Les 3 secteurs d'intervention du Projet sont montrés sur la carte 6. Les travaux de foration ont été réalisés en 1980.

1.3.2.1 - Choix des villages à équiper

En 1973, le BRGM avait été chargé d'une enquête villageoise dans le Liptako afin de déterminer les besoins en eau des agglomérations et les priorités d'équipement.

L'étude avait abouti à l'établissement de 270 dossiers villageois.

Compte tenu des ouvrages réalisés depuis cette époque, une mission sur le terrain en 1979 a retenu pour le Projet les villages disposant :

- uniquement de puisards ;
- d'un puits cimenté mais s'asséchant partiellement ou totalement ;
- ou de plusieurs puits cimentés mais insuffisants pour répondre aux besoins de la population.

Les villages ont de plus été choisis de sorte que les principales unités géologiques soient reconnues par les travaux afin de permettre de différencier les formations au niveau des critères d'implantation et sur le plan des résultats (profondeur à atteindre, productivité des ouvrages).

1.3.2.2 - Implantation des forages

Une étude photogéologique préliminaire a été réalisée afin d'implanter les ouvrages dans les meilleures conditions, à savoir sur des axes tectoniques (failles, filons, linéaments).

Deux sites par village choisis ont été matérialisés sur le terrain en novembre et décembre 1979 en des points tels qu'ils se situent à une distance moindre des villages par rapport aux puits traditionnels.

Sur la base de 25 litres/jour par habitant, il a été prévu un forage pour 300 à 400 personnes.

1.3.2.3 - Travaux de forage

Les entreprises Foraco et Intrafor Cofor, désignées pour les travaux, ont mis en oeuvre chacune un atelier de forage mixte rotary-marteau fond-de-trou.

De plus 2 ateliers de servicing pour les développements et les pompages ont été utilisés.

Les travaux se sont déroulés de la mi-mars à fin octobre 1980 pour un atelier (soit 7,5 mois, avec 63 jours d'arrêt pour pannes et saison des pluies) et de mars à décembre 1980 pour l'autre (soit 9 mois, avec 70 jours d'arrêt).

Au total 136 forages ont été réalisés, représentant près de 6750 m, soit une moyenne de 50 m par ouvrage.

Les opérations ont généralement été les suivantes :

- dans les formations superficielles et les altérites :

foration rotary en 9"5/8 et équipement avec tube PVC 179-200 mm (retiré par la suite dans la mesure du possible)

- dans le socle sain :

foration au marteau fond-de-trou 6"1/4, équipement en PVC plein et crépiné 124-140 mm, gravillonnage, cimentation, pompage d'essai de 3 heures (pour les forages où l'air-lift avait donné plus de 0,5 m³/h).

Les cadences d'exécution ont été en moyenne de 7,5 et 9 forages/mois.

1.3.2.4 - Résultats des forages

Sur les 136 ouvrages réalisés, 110 ont été positifs (c'est-à-dire débit égal ou supérieur à 0,5 m³/h) soit un taux de réussite de 81 %.

Les profondeurs atteintes ont été de 28 à 105 m dans les granites, avec une prédominance de la classe 40-50 m qui contient 45 % des ouvrages (42 sur 93) comme le montre la figure 5. Les débits obtenus par air-lift se situent dans leur majorité entre 1 et 2 m³/h avec 31 % des forages (22 sur 70) ; 4 ouvrages ont fourni entre 10 et 13 m³/h et une cinquième a donné un débit exceptionnel de 18,5 m³/h.

Dans les schistes, 54 % des forages (22 sur 41) ont atteint entre 40 et 60 m de profondeur (cf. figure 6). La fréquence la plus importante des débits se situe également entre 1 et 2 m³/h, mais cette classe ne représente ici que 24 % des ouvrages (10 sur 41).

Les couches d'altération ont une puissance moyenne de 13 m sur les granites et de 25 m sur les schistes.

Les nappes sont en charge ; les plans d'eau se situent entre 5 et 20 m sous le sol.

1.3.2.5 - Equipements de pompage et actions de sensibilisation

Les forages ont été équipés des 110 pompes Mengin (hydropompes Vergnet) prévues dans le Projet.

Sur certains ouvrages (équipés avec tubage 179-200 mm), 2 pompes ont été mises en place dans le cas de gros villages.

Des pompes supplémentaires ont donc été nécessaires.

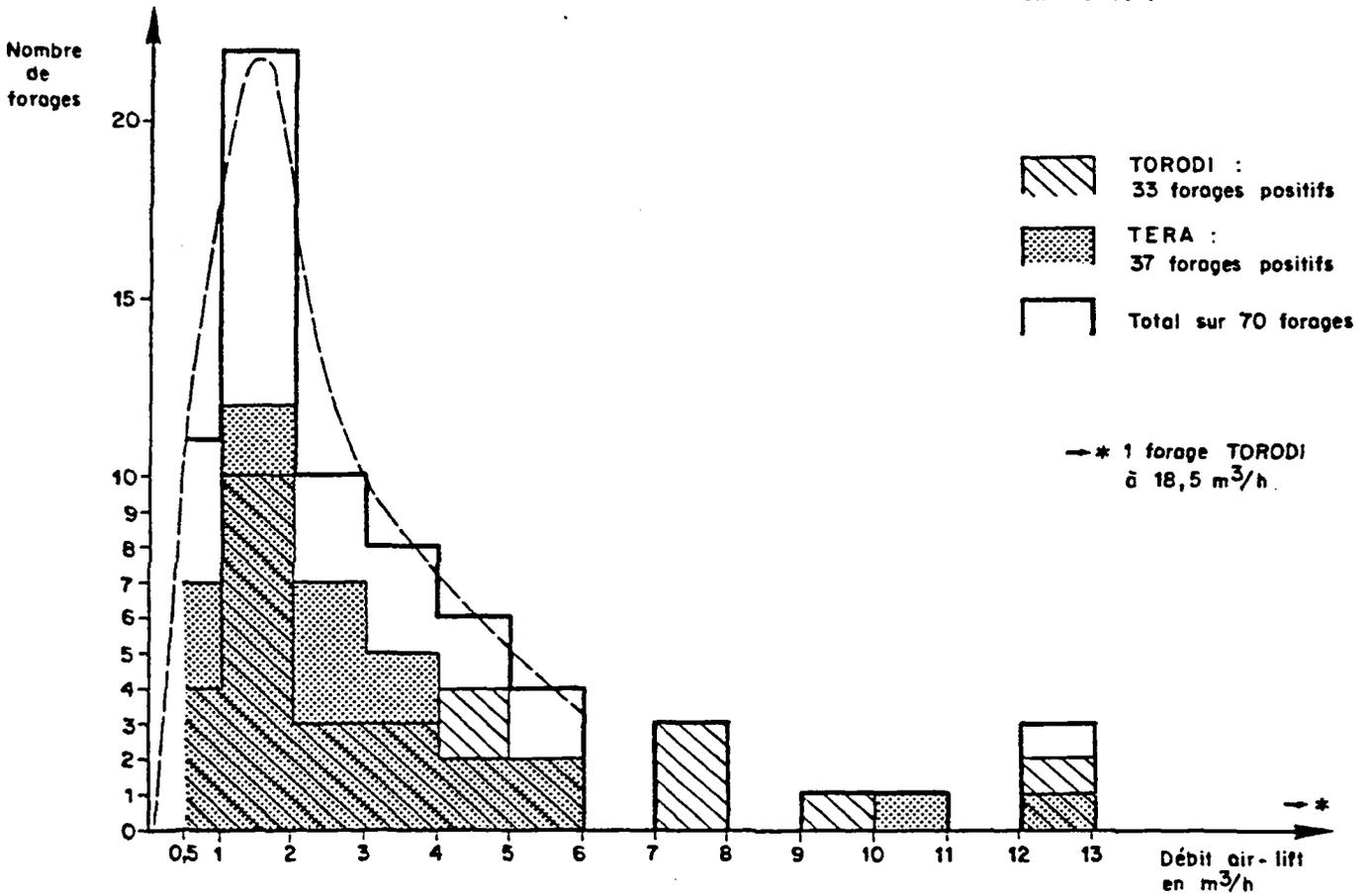
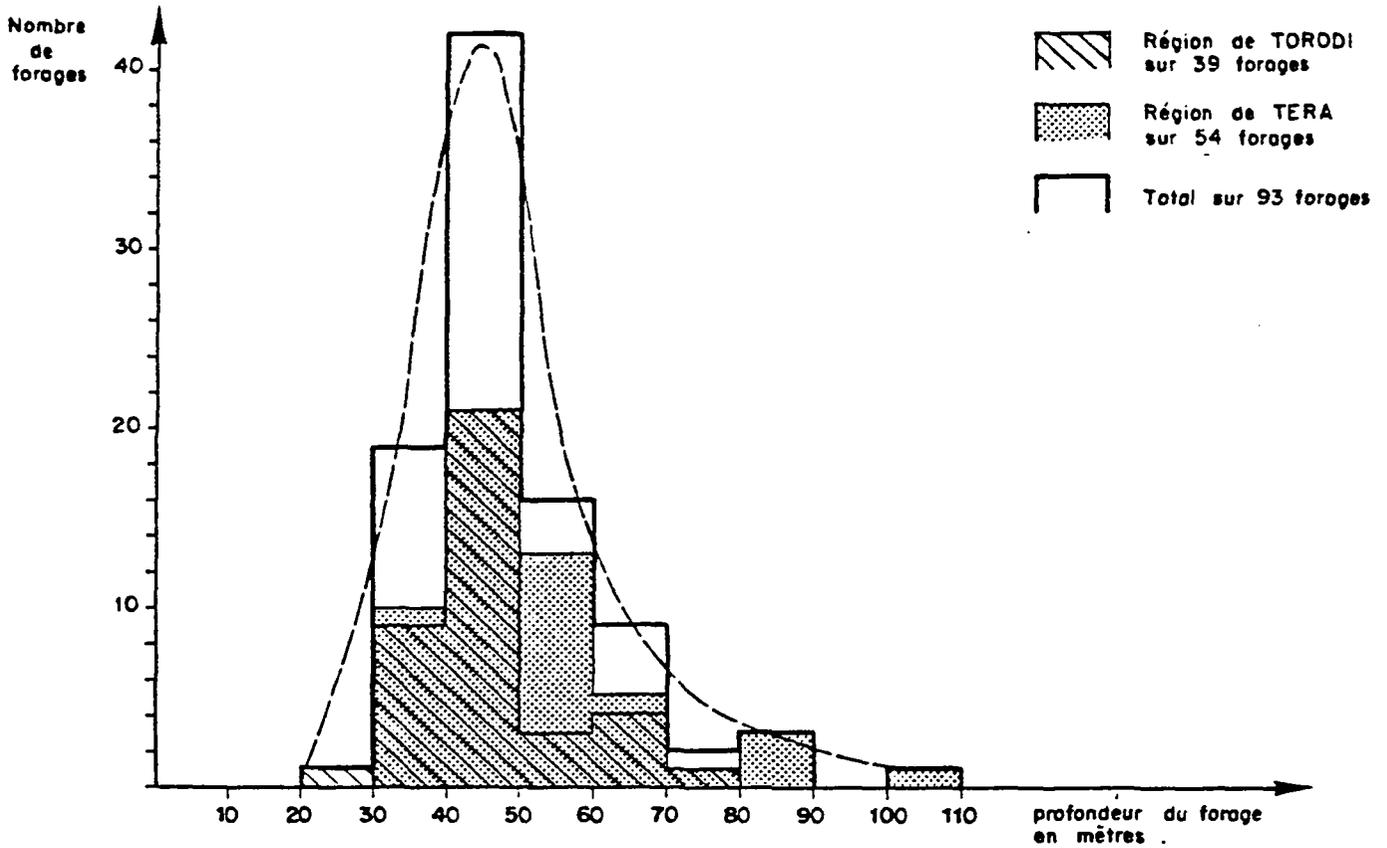
Les pompages d'essai ont permis de préciser la profondeur de mise en place du corps des pompes.

Le constructeur de pompes était chargé :

- d'une action de sensibilisation et d'animation dans les villages équipés (bonne utilisation du captage, hygiène et protection du point d'eau) ; les habitants construisaient les antibourbiers et les clôtures de protection ; c'est après ces aménagements que les pompes étaient installées ;

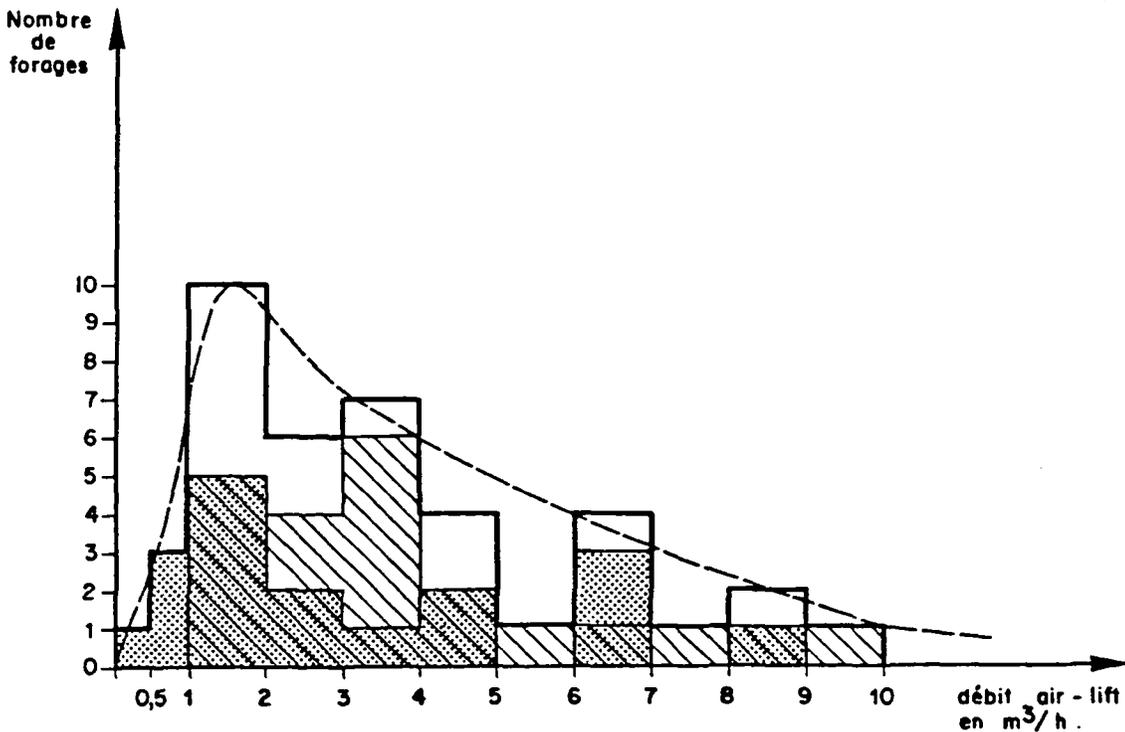
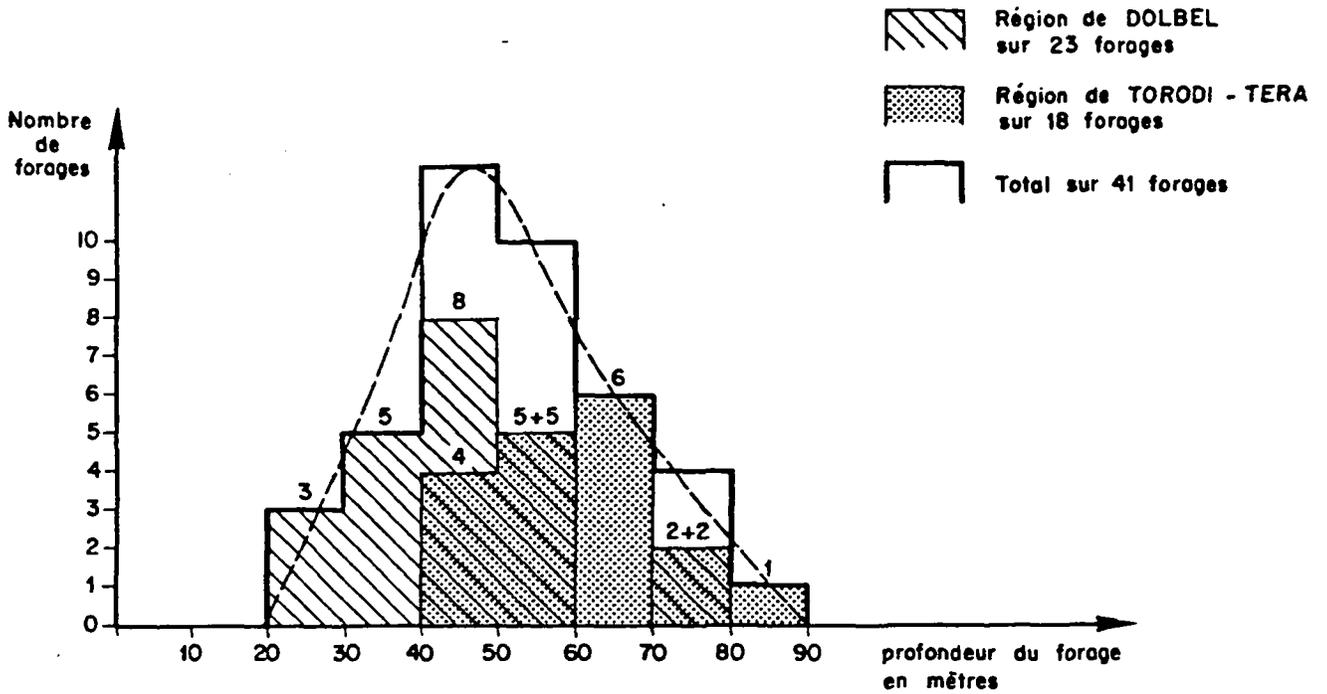
REPARTITION DES FORAGES EN FONCTION
DES PROFONDEURS ET DES DEBITS
GRANITES
PROJET 130 LIPTAKO

Fig. 5



REPARTITION DES FORAGES EN FONCTION
 DES PROFONDEURS ET DES DEBITS
 SCHISTES
 PROJET 130 LIPTAKO

Fig. 6



- de la fourniture et de l'installation des pompes (exécution de la margelle cimentée, scellement de 4 goujons et fixation de la pompe) ;
- de la formation d'un villageois comme responsable de la pompe (chargé de l'utilisation correcte de la pompe, de son nettoyage, du remplacement des segments usés) ;
- de la formation d'une équipe d'entretien -composée de 2 techniciens et d'un chauffeur du Ministère de l'Hydraulique- responsable des visites de contrôle et des opérations nécessitant le démontage des pompes ;
- du remplacement des pièces défectueuses durant les 12 mois de garantie après la dernière installation (en cas de panne, le responsable villageois transmet par la poste au constructeur à Niamey un carton caractéristique du type de panne) ;
- de la mise en place de 2 points de vente de pièces de rechange (pièces d'usure) dans la région du projet ; les points choisis dans le Liptako par Structor, qui représente Mengin, sont Tera et Torodi (cf. figure 7) mais les stocks de pièces n'ont été mis en place qu'en juin 1982.

1.3.2.6 - Supervision technique et formation de personnel national

Les enquêtes villageoises, les implantations et le contrôle des travaux ont été assurés par 2 hydrogéologues expatriés -dont 1 chef de projet- du BRGM.

Chacun était attaché à un atelier de forage.

Des stagiaires nationaux ont participé à la supervision des opérations, avec un technicien du Ministère de l'Hydraulique et 2 élèves de 3e année de l'EMAIR (option forage).

Par ailleurs les 2 techniciens de l'équipe d'entretien ont reçu une formation dans les ateliers-MENGIN en France, puis sur le terrain au Togo.

Un rapport de fin de mission a été édité (BRGM n° 81 AGE 001, mars 1981). Il se compose d'un volume de présentation et de synthèse technique et financière et de 4 volumes annexes (fiches de forages, caractéristiques des forages et des hydropompes, résultats des pompages, interprétations photogéologiques).

1.3.2.7 - Données financières

Le financement du projet, dont le montant s'élève à 369,9 MFCFA, a été assuré pour 350 MFCFA par la Convention de financement n° 280/C/DDE/79/NGR (avec 80 % de la CCCE et 20 % du FAC) et pour 19,9 MFCFA par un avenant du FAC.

RESEAU DE PIÈCES DÉTACHÉES STRUCTOR

(Pompes Vergnet)

(Situation au 1/07/82)

- +++++ frontières nationales
- - - limites des départements
- limites des arrondissements
- capitale
- ⊙ chef-lieu de département
- chef-lieu d'arrondissement

- ⊙ STOCK DE PIÈCES D'USURE
- STOCK DE PIÈCES D'USURE EN VOIE DE CONSTITUTION

NIAMEY SIEGE DE STRUCTOR

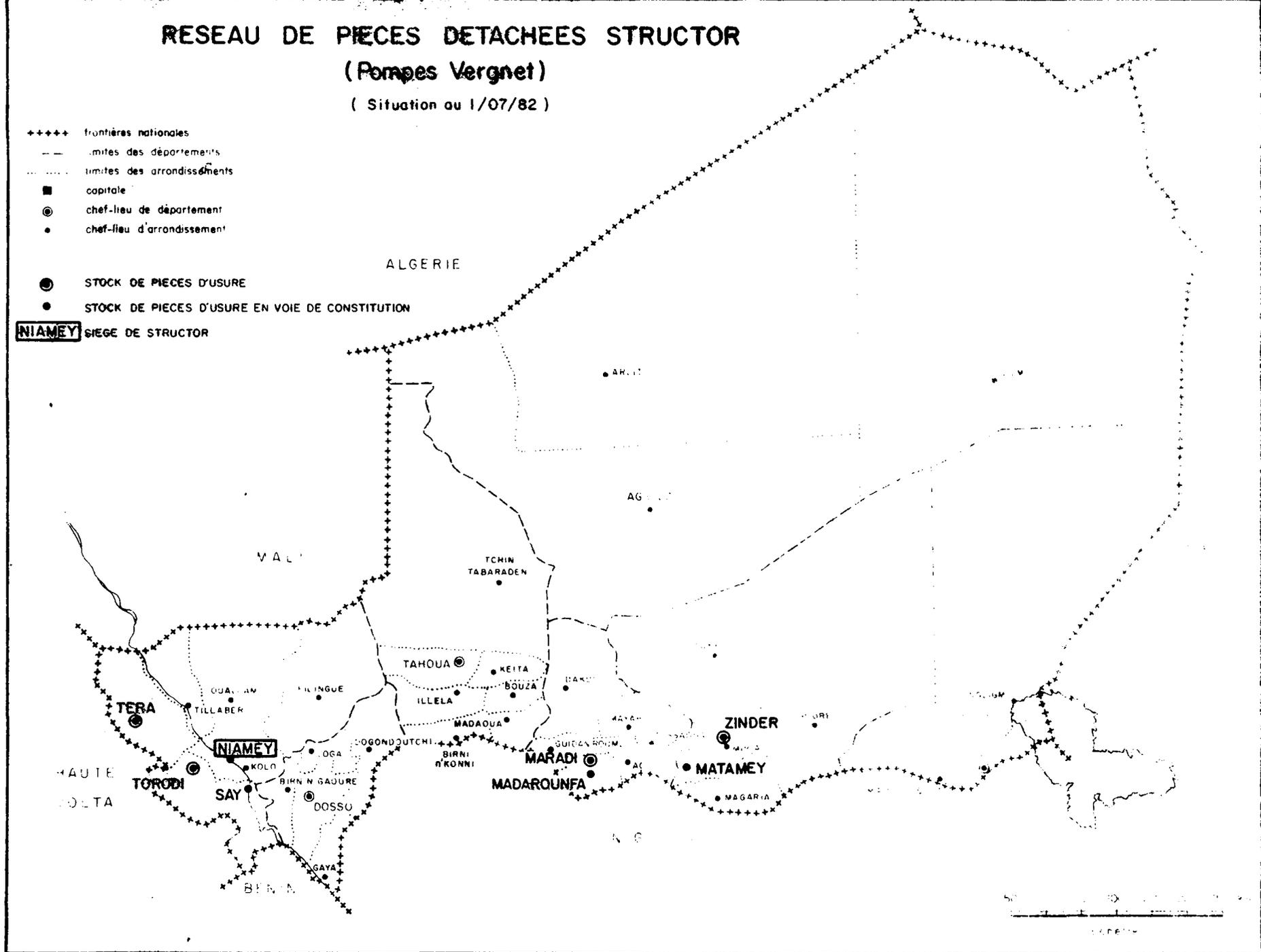


Fig. 7

Les dépenses ont atteint un total de 359 MFCFA se répartissant comme suit :

- forage : 248,7 MFCFA
- fourniture pompes : 39,5 MFCFA
- marché de bureau d'études : 67,3 MFCFA
- pompes supplémentaires : 3,5 MFCFA.

Le prix de revient moyen d'un forage d'exploitation équipé d'une hydropompe a donc été de 3 115 000 FCFA, pour une exécution en 1980, se décomposant ainsi :

- travaux de foration : 2 261 000 FCFA
- fourniture, installation et maintenance pendant 1 an de l'hydropompe : 350 000 FCFA
- bureau d'études (préparation et analyse des appels d'offres, implantation, contrôle, réception et rapport) : 495 000 FCFA

Ces prix intègrent les dépenses correspondant aux forages négatifs.

1.3.2.8 - Conclusions sur le Projet

Le Projet Liptako a constitué une opération pilote au Niger puisqu'il a permis de résoudre le problème de l'eau dans 61 villages situés dans une région très défavorisée (cf. photographies 1, 2, 7, 9).

Au total 136 forages ont été réalisés, avec 2 ateliers, en 8 mois ; cette rapidité d'exécution est un autre avantage par rapport aux puits cimentés.

Les pompes choisies se sont montrées d'une bonne fiabilité. Lors des tournées sur le terrain, fin mars 1982, donc après la période de garantie et avant la mise en place du réseau de pièces d'usure, les équipements en panne étaient exceptionnels.

Toutefois, diverses insuffisances sont apparues durant le projet :

- un manque de sensibilisation des populations pour l'entretien du point d'eau : antibourbier, clôtures de protection (cf. photographies 11, 12) ; les constructeurs de pompes peuvent en effet difficilement être chargés d'actions d'animation ;
- un seul villageois par village était responsable de l'entretien de la pompe ;
- le système d'expédition par la Poste des cartons en vue des dépannages s'est montré d'utilisation difficile ;

- l'équipe d'entretien du Ministère a été affectée par la démission de deux de ses membres.

Ce projet pilote aura donc montré l'existence de ressources en eau souterraine dans les formations du socle mais aussi la nécessité que les villageois se sentent responsables de leur point d'eau, en particulier des équipements de pompage, et que le problème de la maintenance soit repensé non pas seulement au niveau du Liptako, mais à l'échelle nationale en raison du nombre de projets de forages villageois engagés ou programmés à court et moyen termes.

1.4 - ETAT DES CONNAISSANCES HYDROGEOLOGIQUES

Des synthèses régionales à l'échelle du Sahel, donc incluant le Niger, ont été réalisées sur les eaux souterraines (BRGM, 1975, 1976, 1977).

Un important travail à caractère de synthèse portant sur les ressources en eau souterraine du Niger a alors été entrepris (BRGM, 1979). L'ouvrage était conçu dans un esprit pratique et comportait :

- une synthèse des études et travaux débouchant logiquement sur la définition d'actions à entreprendre aussi bien sur le plan de la connaissance scientifique que dans des projets de développement ;
- un état des connaissances acquises présenté sous forme d'une bibliographie exhaustive commentée et d'un répertoire des principaux forages.

L'ouvrage montre que la moitié méridionale du pays a été couverte par diverses études hydrogéologiques. On donne à titre indicatif la situation des études générales avec inventaire des points d'eau (figure 8) et des études de reconnaissance (figure 9).

Les études effectuées ont toujours eu un caractère appliqué, étant destinées à l'approvisionnement de la zone pastorale (à population nomade ou semi-nomade) et du secteur agricole (à habitat sédentaire). La figure 10 montre la concordance géographique études-activités économiques.

Les lacunes dans la connaissance régionale des aquifères sont peu importantes et concernent essentiellement :

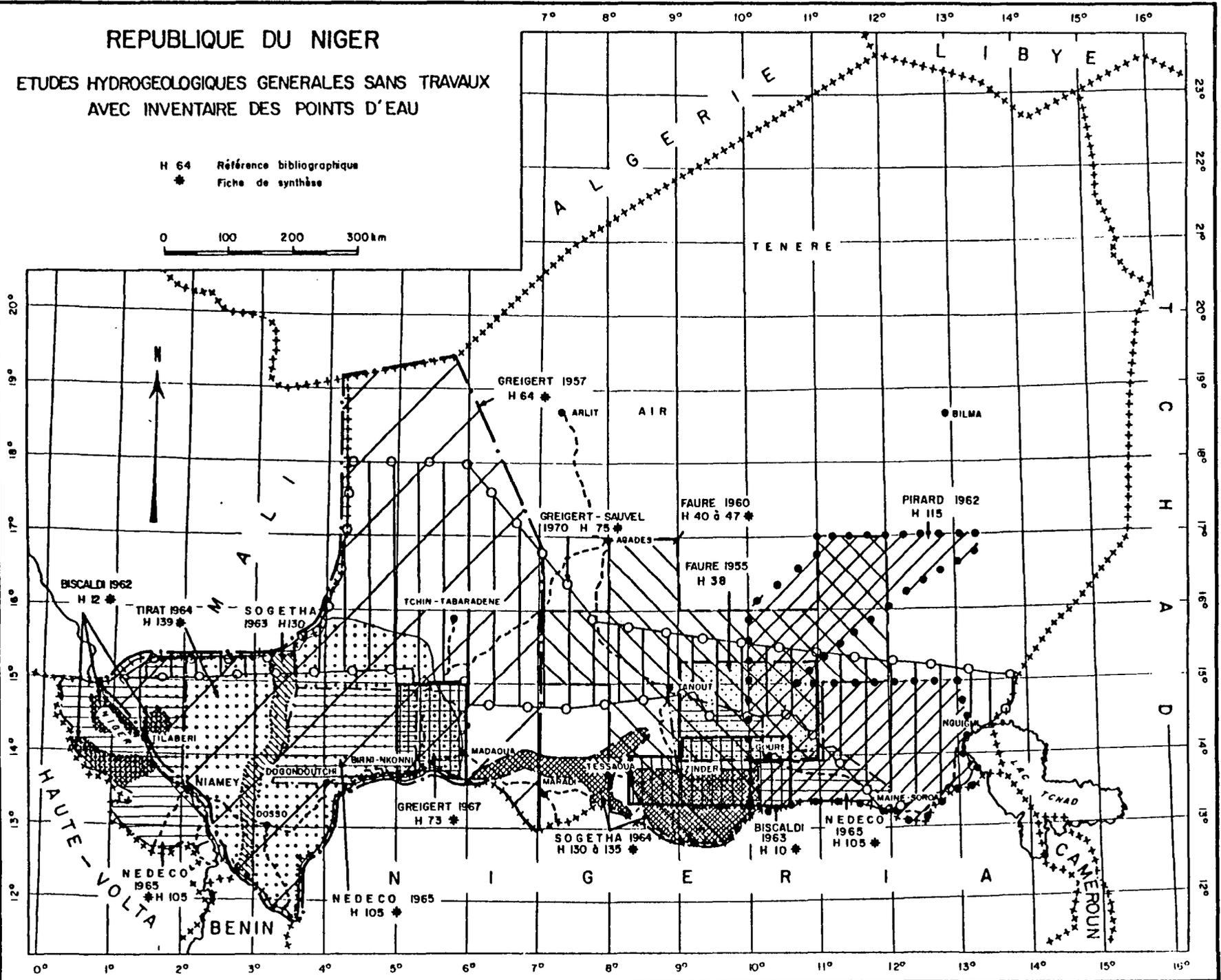
- l'extension vers l'ouest de la nappe du Continental terminal, au Nord de la latitude de Niamey ;
- la région à l'Ouest de Termit sud (Crétacé supérieur/Continental intercalaire) ;
- la zone de contact entre eaux douces du Continental intercalaire et eaux salées du Primaire à l'Ouest-Nord Ouest d'Agadez ;
- la nappe profonde des Grès du Tégama sous la couverture de Continental terminal.

REPUBLIQUE DU NIGER

ETUDES HYDROGEOLOGIQUES GENERALES SANS TRAVAUX
AVEC INVENTAIRE DES POINTS D'EAU

H 64 Référence bibliographique
* Fiche de synthèse

0 100 200 300 km



d'après rapport 79 AGE 001

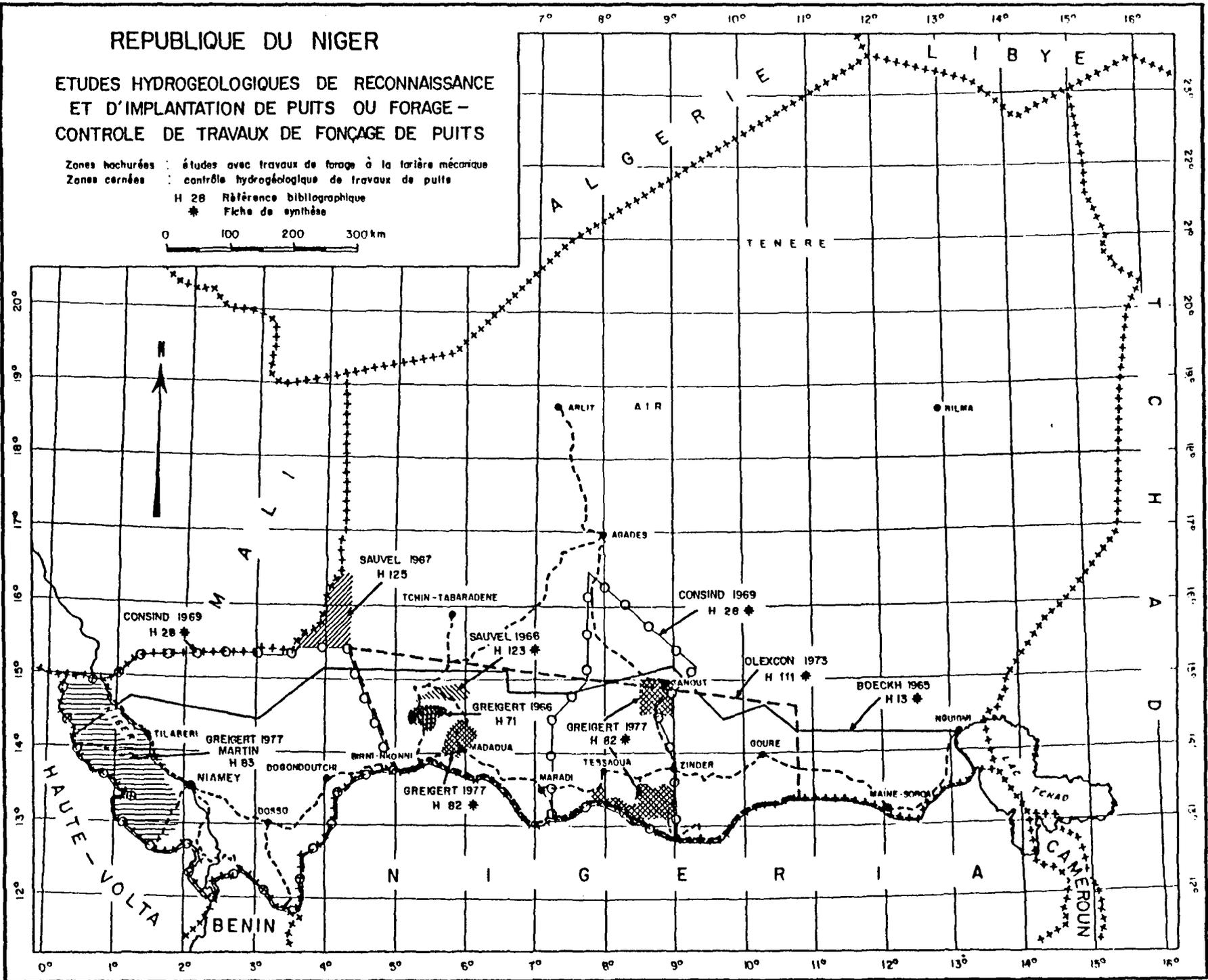
Fig. 8

REPUBLIQUE DU NIGER

ETUDES HYDROGEOLOGIQUES DE RECONNAISSANCE ET D'IMPLANTATION DE PUIXS OU FORAGE - CONTROLE DE TRAVAUX DE FONÇAGE DE PUIXS

Zones hachurées : études avec travaux de forage à la tarière mécanique
Zones cernées : contrôle hydrogéologique de travaux de puits
H 28 Référence bibliographique
* Fiche de synthèse

0 100 200 300 km



d'après rapport 79 AGE 001

Fig. 9

ZONES D'ACTIVITES DU MONDE RURAL

- +++++ frontieres nationales
- - - limites des départements
- limites des arrondissements
- capitale
- chef-lieu de département
- chef-lieu d'arrondissement

LIMITES SEPTENTRIONALES

ELEVAGE BOVIN



CULTURES



VIVRIERES



INDUSTRIELLES



(COTON ET/OU ARACHIDE)

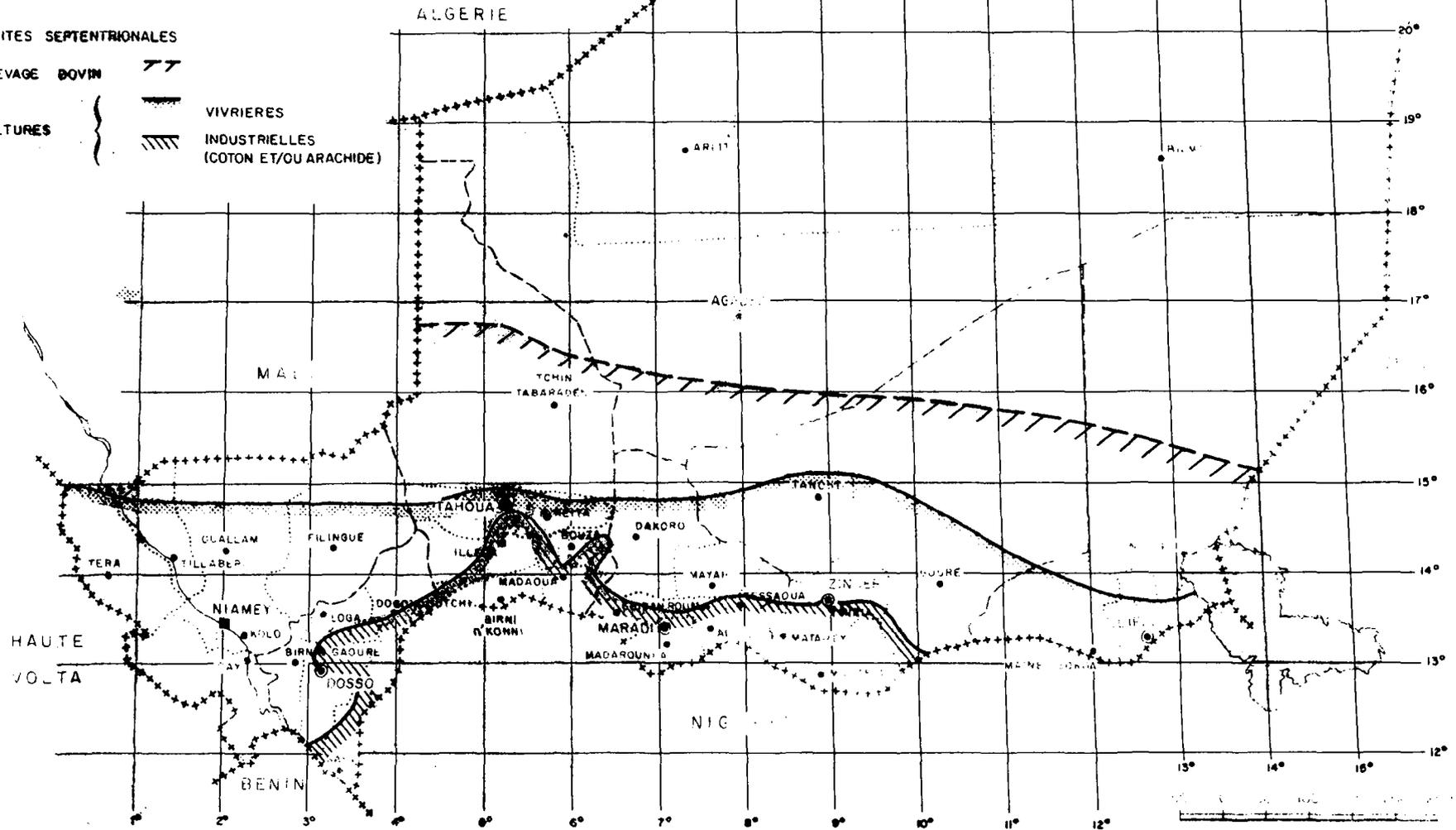


Fig. 10

Par contre les déterminations quantitatives de ressources sont très peu nombreuses. Elles concernent la nappe des formations alluviales du Goulbi de Maradi (BRGM, 1978), le périmètre d'Imouraren (SCET, 1978) et plus particulièrement la nappe des Grès d'Agadèz vers Anou Araren (BRGM, 1980) et la nappe de Gogo (BRGM 1976) où des simulations sur modèles mathématiques ont été effectuées.

Par ailleurs, à part dans le secteur d'Anou Araren (nappe des Grès d'Agadèz), aucune surveillance piézométrique des nappes n'est assurée ; or il paraît du plus grand intérêt de déterminer dans de telles régions où les reprises par évapotranspiration sont très importantes le régime hydraulique des nappes que celles-ci soient contenues dans des ensembles sédimentaires (des surfaces déprimées peuvent s'observer dans les milieux poreux peu perméables) ou dans des formations granito-gneissiques.

Un contrôle est indispensable dans le cas de stations de pompage, en particulier pour l'approvisionnement de villes.

1.5 - CADRE ADMINISTRATIF

Le Ministère de l'Hydraulique a été créé par décret n° 80-69/PCMS du 16/06/80.

Ses attributions ont été précisées par le décret n° 80-174/PCMS du 23/10/80 :

- application de la politique d'approvisionnement en eau des collectivités urbaines et rurales ;
- étude, inventaire et exploitation des ressources en eau, en liaison avec les Ministères concernés.

Son organisation a été définie par décret n° 80-175/PCMS du 23/10/80 ; ont été institués :

- le Cabinet du Ministre ;
- le Secrétariat général ;
- la Direction des Infrastructures Hydrauliques : DIH ;
- la Direction des Ressources en Eau : DRE ;
- la Direction des Affaires administratives et financières.

Il était décidé que la représentation du Ministère à l'intérieur du pays serait assurée sous forme de divisions au niveau des Départements et de subdivisions au niveau des arrondissements.

Le Ministère a un rôle de coordinateur.

Il établit son propre programme à partir de la programmation et des financements décidés par le Ministère du plan. Il contacte ensuite le Ministère de l'Intérieur, en ce qui concerne l'Hydraulique villageoise, et le Ministère du Développement rural, pour l'Hydraulique pastorale, afin d'établir les listes de villages à équiper en priorité.

A la suite d'une décision du Gouvernement, en date du 13/06/82, le Ministère a été chargé des questions relatives à l'Environnement.

L'organigramme du "Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement" est donné en figure 11.

La DIH, sous l'autorité d'un Directeur, comprend :

- le Service de l'Hydraulique Urbaine : SHU avec un ingénieur nigérien et un assistant technique expatrié ;
- le Service de l'Hydraulique Rurale : SHR avec un assistant technique expatrié et un assistant VSNA ; des techniciens nigériens sont détachés : 3 sur le Projet 1000 forages, 1 sur le Projet BOAD ; une équipe composée de 2 techniciens est chargée de l'entretien des pompes à motricité manuelle installées sur les forages villageois.

La DRE est composée de 3 services, sous la responsabilité d'un Directeur :

- le Service Hydrologie, dirigé par un ingénieur nigérien ; le service comprend 5 brigades opérationnelles (avec un technicien pour chacune d'elles) ; l'ORSTOM a un contrat de mise à disposition de personnel ;
- le Service IRH, avec 2 techniciens et 3 agents de points d'eau et fin 1982 un assistant technique expatrié et 2 autres techniciens ; il est chargé du fichier informatisé de points d'eau ;
- le Service Hydrogéologique, avec 1 technicien et 3 agents de points d'eau ; la Suisse fournit une assistance technique (1 ingénieur et un autre ingénieur à temps partiel).

Le Ministère possède actuellement une seule représentation départementale, à Zinder, avec un technicien.

Des recrutements d'ingénieurs nigériens sont prévus pour des affectations à la DRE, au SHU et à la Division de Zinder.

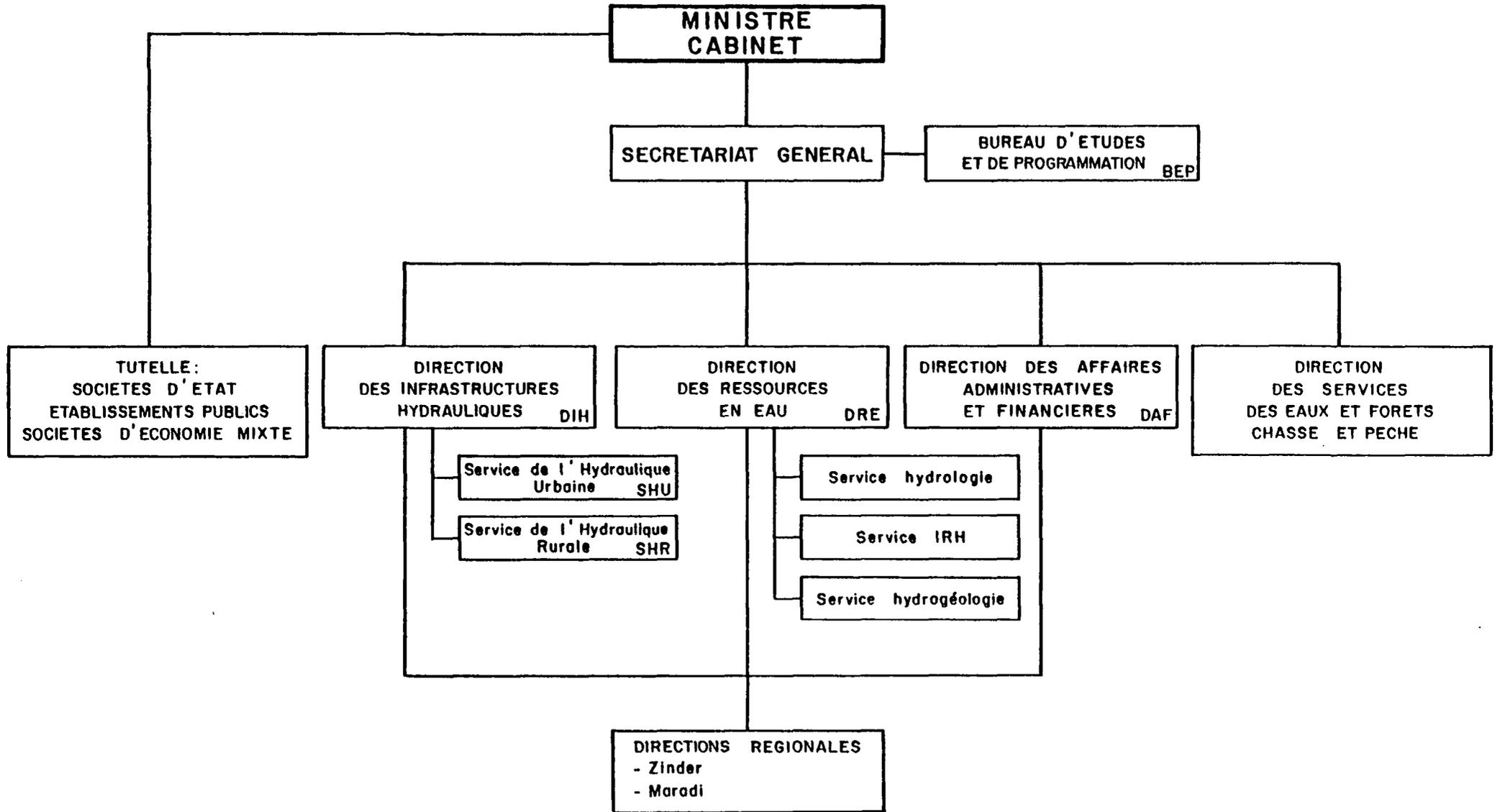
Par ailleurs, le Gouvernement a demandé au PNUD -la BIRD étant l'agent d'exécution- de contribuer financièrement à un projet de renforcement des Directions du Ministère dans les activités de planification et de supervision de l'exécution d'ouvrages d'Hydraulique villageoise.

Le Projet prévoit la mise à disposition de 3 experts (pour une durée totale de 96 mois) : l'un sera affecté au BEP "nouvelle cellule créée près du Secrétariat Général : Bureau d'études et de programmation, chargé de la planification et de la coordination des programmes d'Hydraulique villageoise et les deux autres seront chargés dans le cadre de la décentralisation du Ministère de la création de Directions départementales à Maradi et à Zinder.

Le Projet, qui doit démarrer début 1983, permettra la formation d'homologues nigériens.

Par ailleurs, une cellule nationale sera constituée au sein de la DIH dans le cadre du Programme Conseil de l'Entente en vue de la maîtrise d'oeuvre pour la partie nigérienne du projet.

ORGANIGRAMME DU MINISTRE DE L'HYDRAULIQUE ET DE L'ENVIRONNEMENT



Les Services du Ministère se trouvent à Niamey en 2 endroits différents.

Un regroupement semble particulièrement souhaitable étant donné les liens constants qui seront indispensables entre le BEP et le Centre de documentation - Fichier IRH dépendant de la DRE et dont les bureaux sont situés hors de l'immeuble abritant les autres Directions.

1.6 - CONCEPTION DES PROGRAMMES, EXECUTION DES TRAVAUX, MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS

Les objectifs du Gouvernement nigérien ont été rappelés lors de la Conférence "Eau" Niger 1981 à Niamey :

- réaliser les infrastructures hydrauliques nécessaires pour atténuer, voire enrayer les effets de la sécheresse ;
- instaurer une politique de l'eau basée sur le droit de l'eau pour tous par une utilisation rationnelle et économique des ressources ;
- fournir l'eau en quantité suffisante et de qualité acceptable pour les villes, les villages, les hameaux, les sites pastoraux, les industries.

On examinera dans ce chapitre les conditions actuelles de réalisation des Programmes d'Hydraulique villageoise : conception des projets, types d'ouvrages choisis et réalisation des travaux, contrôle technique, maintenance des équipements, sensibilisation des villageois, actions de formation.

On présentera plus loin, au chapitre 3, quelques propositions relatives à chacun des aspects de l'exécution des Projets.

1.6.1 - CONCEPTION ET PROGRAMMATION

1.6.1.1 - Cadre institutionnel

Les Chefs désireux de voir leur village équipé d'un point d'eau moderne adressent une demande au Chef de canton, au Sous-Préfet, voire au Préfet dont dépendent les localités. Des courriers peuvent parvenir directement au Ministère.

Les zones à équiper sont définies par le Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement en liaison avec les autres Ministères concernés et avec l'accord des bailleurs de fonds quand les sources de financement sont extérieures.

1.6.1.2 - Situation géographique des projets

- Répartition des puits

La répartition des 5752 puits cimentés dénombrés en Novembre 1981 a été présentée en 1.2.1.2, sur la base du tableau 3.

La carte 5 montre une certaine disparité dans l'équipement des arrondissements de la zone non désertique, puisque dans les secteurs à formations sédimentaires on rencontre un ouvrage pour un nombre de villages variant entre 2 et 7, la moyenne nationale étant d'un puits cimenté pour 3 villages.

La décentralisation de l'OFEDS (cf. figure 3), voulue par le Gouvernement, pourrait permettre d'uniformiser la densité des ouvrages grâce aux prochains programmes de travaux.

Mais on a vu en 1.3.1.2.a que jusqu'à présent la programmation était quasi inexistante, entraînant d'ailleurs des difficultés pour l'OFEDS avec des transferts de personnel et de matériel entre bases.

- Projets de forages villageois

Les projets réalisés ou en cours sont localisés aux secteurs sous-équipés en puits en raison de difficultés techniques liées à la dureté des formations géologiques (roches éruptives ou métamorphiques précambriennes).

Le premier projet (130 Liptako) a été localisé au Liptako. Il en a été de même du projet BOAD.

Par contre, le projet 1000 forages concerne le Liptako et les secteurs de Maradi et de Zinder dans le but de créer un équilibre entre ces régions défavorisées.

Le projet Conseil de l'Entente portera également sur les 3 régions.

Les projets suivants devraient être plus régionalisés (cf. carte 6).

1.6.1.3 - Choix des types d'ouvrages et des équipements de pompage

Les types d'ouvrages sont choisis d'une part en fonction des formations géologiques à traverser et à capter, d'autre part selon l'utilisation qui sera faite des points d'eau.

Les puits cimentés, en grand diamètre, sont jusqu'à présent programmés dans les zones à formations sédimentaires, qui constituent la majeure partie du territoire sahélien. Ils sont seuls, avec les stations de pompage pastorales, à pouvoir répondre aux besoins pour l'abreuvement du gros cheptel. On a vu en 1.3.1.2.c que pour des questions de coût d'exploitation et de désertification le Gouvernement avait décidé de ne plus créer de nouvelles stations (actuellement 49 forages motorisés) mais de privilégier l'option puits.

Les forages villageois ont été réalisés dans les zones de socle, avec des ateliers mixtes permettant la foration rotary dans les couches altérées puis la traversée de la roche saine au marteau fond-de-trou.

Ces forages, équipés en PVC 125-140 mm, nécessitent la mise en place d'une pompe pour leur exploitation. Le tubage permet l'installation d'une pompe 4" à moteur. Pour le moment l'équipement est réalisé avec des pompes à motricité humaine et l'on constate que dans un souci de standardisation du matériel un seul modèle (Hydropompe Vergnet) a été demandé par le Ministère que les Projets réalisés ou en cours d'exécution.

Si d'autres types devaient être mis en place sur des projets ultérieurs à la demande des sources de financement (cf. tableau 7) ou pour des questions techniques (grande profondeur du plan d'eau), leur acceptation dépendra d'un certain nombre de facteurs (fiabilité, concentration géographique, pièces de rechange, formation) tels qu'ils sont définis en 3.2.4.1.

En cas de gros villages et si le forage présente une productivité suffisante, 2 pompes devraient pouvoir être installées dans le même ouvrage.

Pour des raisons de coût de rapidité d'exécution et de sécurité sanitaire (on sait que l'eau des puits est très souvent contaminée par les apports par les cordes), un projet-pilote d'équipement de zone sédimentaire au moyen du même type de forage muni de pompe à motricité humaine est à l'étude.

Le projet -dit Nord Niamey- concerne les arrondissements de Ouallam et de Filingue (cf. Carte 6) et prévoit l'exécution de 126 forages, avec équipement de 200 hydroscopes (malgré la profondeur des plans d'eau qui avoisinera assez souvent 50 m).

Les forages seront exécutés au rotary (à l'air ou à la boue dégradable) en un diamètre tel qu'il permette la mise en place autour de la crépine d'un massif de gravier suffisamment épais et donc efficace.

En fait les forages villageois réalisés ne seront pas les premiers dans les formations de couverture puisqu'un certain nombre d'ouvrages du Projet 1000 forages, implantés en bordure du socle précambrien, captent des niveaux sédimentaires, mais la profondeur des plans d'eau pourra être ici nettement plus grande.

De plus le Programme Conseil de l'Entente va démarrer avant le Projet Nord Niamey et on prévoit dans ce Programme l'exécution de 194 forages, dans le sédimentaire en particulier dans les régions Bosso-Dogondouvtchi et Birni-N'Konni-Madaoua (cf. carte 6).

1.6.1.4 - Choix des villages à équiper

Dans le cas du Projet 130 forages Liptako, une mission a été effectuée sur le terrain en 1979 dans le but d'actualiser les données d'inventaire de 1973 et d'établir des priorités. Comme il s'agissait d'un type particulier de recherche (Projet-pilote dans les formations du socle), on a également pris en compte la nature lithologique de l'aquifère afin de pouvoir extrapoler les résultats pour les projets à venir.

En fait, dans le cas général les projets sont élaborés sans enquête villageoise préalable, sur la base de listes de villages établies par le Ministère.

Il s'en suit que lors de l'exécution des 1000 forages, une certaine discordance avec la situation réelle a été observée et que des modifications ont été apportées dans le projet.

Des difficultés analogues risquent de se remontrer pour les mêmes raisons lors de l'exécution du Programme Conseil de l'Entente car les études d'implantation et les actions d'animation vont concerner des villages déjà choisis.

Une enquête socio-économique est par contre prévue dans le Projet Nord Niamey.

1.6.1.5 - Implantation des ouvrages

L'implantation des puits dont l'exécution est confiée à l'OFEDDES -donc la quasi-totalité des ouvrages- est réalisée par les responsables de l'OFEDDES même, en raison des possibilités insuffisantes de la DIH en personnel.

L'implantation des forages des Projets villageois (terminé : 130 Liptako, en cours : 1000, 200 BOAD... ou prévus à court terme : 412 Conseil de l'Entente, 120 Nord Niamey...) est confiée à des Bureaux d'études.

Dans les zones de socle, on recherche par interprétation des photographies aériennes les sites les plus favorables à proximité des villages ; les implantations sont précisées sur le terrain.

Dans les cas difficiles (absence de linéaments, recouvrement important), une prospection géophysique (sondages et traînés électriques) est mise en oeuvre.

Dans les régions à formations sédimentaires, les caractéristiques hydrogéologiques sont déduites d'une enquête documentaire et d'une étude de terrain (affleurements, ouvrages).

1.6.2 - EXECUTION DES TRAVAUX

1.6.2.1 - Types d'ouvrages

On a vu en 1.2.1.1 que les ouvrages réalisés actuellement dans le monde rural étaient essentiellement les puits cimentés, les forages pour adduction d'eau et les forages villageois.

Les puits cimentés sont exécutés dans leur très grande majorité par l'OFEDDES qui en a construit plus de 2800 de 1964 à 1981, dont 409 (maximum annuel) en 1980-1981 (cf. tableau 4).

On doit noter que la phase de creusement d'un ouvrage de 30 m demande entre 3 et 5 mois en saison sèche et que la mise en place de la colonne de captage peut intervenir entre une semaine et 4 mois à l'issue de l'achèvement du cuvelage.

Les programmes de forages sont réalisés par l'OFEDDES quand les sources de financement (extérieures) ont prévu l'acquisition d'un atelier ou par des Entreprises privées (cf. tableau 8).

Un atelier de puits mécanisé fourni par le 5e FED va être mis prochainement à disposition de l'OFEDDES.

1.6.2.2 - Coût des ouvrages

Selon les indications de l'OFEDDES (cf. 1.3.1.2a), le prix de revient des puits cimentés exécutés jusqu'à 60 Km des bases s'établit entre 140 000 et 210 000 FCFA le mètre en prix 1981 -selon que les chantiers intéressent la zone Niamey-Zinder ou des secteurs éloignés comme Nguigmi- pour des ouvrages de 30 m de profondeur, soit entre 4,2 et 6,3 MFCFA par puits (entre 7,7 et 11,6 MFCFA, par ouvrage de 60 m).

Le coût de 140 000 FCFA est confirmé par le Programme de 25 puits Conseil de l'Entente dans le Département de Dosso (Iwaco, 1982).

Le coût des travaux de forage (sans équipement de pompage) du Programme 130 Liptako s'élève à 248,7 MFCFA en prix 1980 :

- soit à 37 000 FCFA le mètre ;
- i.e. à 2,26 MFCFA l'ouvrage positif -en incluant les dépenses correspondant aux forages négatifs qui représentait 19 % du total des ouvrages- pour une profondeur moyenne de 50 m (BRGM, 1981).

En ce qui concerne le Programme des 1000 forages, où les travaux ont commencé en mars 1981, la situation générale, fin février 1982 montrait un coût de 3,4 MFCFA par forage.

Ce coût intègre les dépenses dues aux forages négatifs, dont le nombre s'élevait à 30 % des 350 ouvrages forés et les frais d'amenée-repli, de révision et d'actualisation des prix.

Il s'agit d'une valeur moyenne étant donné que les taux d'échecs étaient de 35 % sur Zinder, 31 % sur Maradi et seulement 16 % sur le Liptako pour des nombres totaux de forages respectivement de 123, 164 et 63.

Le coût moyen par forage a diminué le mois suivant puisque le pourcentage global d'ouvrages négatifs est passé de 30 à 24 %.

Il était alors pour chacune des 3 régions de 29, 26 et 12 %.

Le nombre total d'ouvrages était de 436, se répartissant selon les secteurs indiqués en 147, 194 et 95 forages.

Même en actualisant les coûts des 130 Liptako et en supposant un taux de réussite analogue, on note que les forages en Programme 1000 ont un prix de revient plus élevé que ceux du Projet Liptako.

Pour le programme des 412 forages du Conseil de l'Entente, dont les travaux devraient être réalisés entre avril 1983 et juin 1984, on prévoit une dépense globale de 1204 MFCFA, incluant les frais d'actualisation et de révision, pour l'exécution de 368 ouvrages positifs (le faible taux d'échecs, -10,7 %- provient du fait que les 194 forages prévus dans le sédimentaire sont estimés positifs), soit 3,3 MFCFA par forage positif.

En prix octobre 1982, les travaux de forage sont évalués à 1 020 MFCFA, soit 2,8 MFCFA par ouvrage positif.

Les ouvrages sont supposés profonds de 60 m dans le socle et 70 m dans le sédimentaire.

1.6.3 - CONTROLE TECHNIQUE

L'examen des réalisations de l'OFEDS, en 1.3.1.2a, a montré la quasi-absence de contrôle des chantiers.

Sur le plan technique, l'OFEDS ne semble pouvoir assurer qu'une surveillance épisodique, faute de moyens en personnel et en véhicules de liaison.

De l'avis général, le cuvelage des puits est de bonne qualité. Par contre, on ignore si les colonnes de captage -qui constituent la partie fondamentale des puits- répondent toujours aux critères de hauteur d'eau et de débit contractuels.

On doit regretter de plus la perte d'informations hydrogéologiques puisque les documents remis à la DRE ne comportent pas de coupe géologique, même succincte, et que les données sur la productivité des ouvrages sont particulièrement sommaires (estimations au cuffat).

Il est très souhaitable que les moyens nécessaires soient fournis à la DIH pour assurer un contrôle indispensable, au moins lors de la mise en place des captages.

On voit en effet sur le tableau 7 que la supervision technique et scientifique des chantiers de puits est très rarement demandée par les sources de financement.

La situation est différente pour les Programmes de forages villageois (cf. tableau 8) pour lesquels des Bureaux d'études spécialisés sont chargés des études d'implantation et du contrôle des travaux et parfois également de la maîtrise d'oeuvre déléguée (130 Liptako, 1000 forages).

1.6.4 - ENTRETIEN, FONCTIONNEMENT, MAINTENANCE

1.6.4.1 - Entretien des puits

L'OFEDES, par sa section Entretien (cf. 1.3.1.2.b), est chargé d'une part de la remise en état des ouvrages (curage, réparation du cuvelage et des superstructures), d'autre part d'opérations du niveau des captages (approfondissement, réfection, mise en place de colonne sur des puits anciens).

La section a effectué plus de 16 000 interventions depuis 1964, dont près de 1600 pour l'année 1980-1981.

Chaque puits est visité une fois tous les trois ans.

Le coût annuel moyen d'intervention est estimé à 43 000 FCFA par ouvrage. Ce montant serait supérieur si l'on tenait compte de l'amortissement des matériels.

Or le forfait institué en 1963 à charge des arrondissements, équivalent à 25 000 FCFA par an par ouvrage alors inventorié, n'a pas été augmenté.

Les moyens financiers, en personnel et en matériel de la Section sont très insuffisants. Il serait sans doute souhaitable qu'elle ne soit responsable que de l'entretien courant des ouvrages.

Les opérations plus lourdes avec réparation ou mise en place de colonne, pourraient être inscrites sur de prochains projets de construction de puits et réalisées par la Section Puits neufs.

On doit noter que la périodicité des interventions sur les ouvrages, une fois tous les trois ans, est théorique puisque certains puits du secteur de Mayahi n'étaient pas visités depuis 4 ou 5 ans.

L'AFVP, qui a fait cette observation, a lancé en 1978-1979 un Programme d'aménagement hydraulique dans cet arrondissement (C. SINTAS, 1980).

Le programme a porté sur la construction de 35 puits cimentés, la reprise de puits cimentés en mauvais état et l'exécution de superstructures (dalle cimentée, bacs et abreuvoirs, bâti d'exhaure), le tout étant réalisé avec la participation des villageois.

Le problème du curage des puits, qui est de première importance, a été examiné par les Volontaires du Progrès et une solution a été mise au point dans le but de ne plus dépendre des interventions -parfois tardives- de l'OFEDES.

Il s'agit de la formation de villageois à la plongée dans la colonne des puits avec utilisation pour le désensablement des moyens traditionnels : cordes et puisettes en palmes de doum.

Les opérations, qui font intervenir un chef-plongeur et 2 plongeurs villageois dans chaque village, ont été un succès. Il est intéressant de constater que des villageois de contrées où l'eau est un élément rare en surface arrivent après une semaine d'entraînement à descendre à 4 m sous l'eau en curant la colonne jusqu'à la dalle de fond.

Il y a là une très intéressante faculté d'adaptation dont on doit tenir compte pour une éventuelle structure à l'échelle nationale qui permettrait de décharger l'OFEDDES des opérations de curage pour ne lui laisser que les réparations (aménagement de surface, cuvelage).

Entre mars et novembre 1980, les puits de 32 villages ont été nettoyés. Il n'a pas été possible de savoir comment les actions se sont poursuivies après le départ des Volontaires du Progrès.

1.6.4.2 - Fonctionnement des forages pastoraux

Comme on l'a noté en 1.3.1.2.c, la Section "Stations de pompage et Centres secondaires" de l'OFEDDES a entre autres la responsabilité du fonctionnement de 49 forages motorisés.

Les charges récurrentes pour l'année 1980-1981 sont estimées par l'OFEDDES à quelque 5 MFCFA par ouvrage ; ce montant ne comprend pas l'amortissement du matériel.

Depuis la période de sécheresse, l'eau est fournie gratuitement aux éleveurs.

Le fonctionnement des stations de pompage se heurte à de graves problèmes : approvisionnement en carburant et pièces de rechange, personnel peu qualifié, coût d'exploitation, etc.

De plus, l'exploitation intensive des pâturages, le piétinement du sol par les troupeaux sont des facteurs d'aggravation des risques de désertification.

Ces difficultés ont amené le Gouvernement à ne pas programmer de nouvelles stations.

1.6.4.3 - Entretien des pompes des forages villageois

Un article du Sahel (numéro du 24/11/82) résume les problèmes posés par l'entretien des pompes à motricité humaine et les options et les mesures prises par le Gouvernement pour assurer une maintenance efficace.

"Actuellement à travers le pays, il existe 901 forages positifs et 600 forages fonctionnels (équipés de pompes à pied). C'est la direction des infrastructures hydrauliques qui assure pour le moment le contrôle, le suivi et la maintenance des ouvrages hydrauliques. Cependant, elle dispose seulement d'un technicien pour réparer les 600 pompes installées.

A l'heure actuelle, quatre techniciens sont en formation et sur chaque projet en cours deux techniciens seront formés. Ainsi, chaque fois qu'une pompe est en panne, il faut déplacer une équipe de Niamey jusqu'au village en question. Aussi compte tenu de l'insuffisance de techniciens, des frais importants que nécessitent des longs et incessants déplacements (véhicule, carburant, etc.)

et compte tenu également du nombre d'ouvrages à venir, il s'est avéré nécessaire et indispensable, suite aux travaux de la réunion du conseil d'administration extraordinaire de l'OFEDS tenue à Niamey du 8 au 10 novembre 1982, de confier l'entretien des ouvrages hydrauliques aux villageois, ouvrages qui, en fait, leur appartiennent.

Pour donc associer les villageois à l'entretien des points d'eau, les amener à comprendre que ces points d'eau leur appartiennent, on leur demande, chaque fois qu'un ouvrage est réalisé, de faire la dalle et la clôture de protection. Le village, pour ce faire, s'organise et fait la margelle et la clôture.

Pour ce qui est des petites réparations dans chaque village, un ou deux villageois sont formés pour dépanner la pompe. Ce n'est qu'en cas de panne qui dépasse leur compétence, qu'une équipe de la direction des infrastructures hydrauliques intervient. A l'avenir, il est prévu la formation des artisans ruraux qui doivent dorénavant réparer les pompes (un artisan pour dix villages). De cette façon, s'il y a une panne que les villageois n'arrivent pas à réparer, ils s'adresseront directement à l'artisan rural formé pour cela.

Ceci a l'avantage d'éviter de déplacer une équipe de Niamey pour sillonner le pays et réparer les pompes. Ce qui revient cher. Il appartient alors aux villageois concernés de payer la pièce défectueuse auprès de l'artisan (la direction des infrastructures hydrauliques mettra à la disposition des artisans ruraux des pièces de rechange) et la main-d'oeuvre.

Pour ce faire, une bonne organisation du village s'impose pour que les villageois collaborent et entretiennent correctement les ouvrages hydrauliques. Surtout qu'on sait que, compte tenu du nombre des ouvrages à venir, la Direction des infrastructures hydrauliques ne peut pas prendre la responsabilité de réparer toutes les pompes. C'est pourquoi des dispositions vont être prises pour que les villageois prennent eux-mêmes en charge l'entretien de ces ouvrages. On estime l'entretien par an d'une pompe à 50 000 francs, soit une cotisation annuelle de 200 francs par personne pour un village de 250 habitants alors que sans forage à pompe, chaque villageois paie en moyenne par an 2 000 francs de cordes et puisettes.

D'autre part, une équipe de maintenance du ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement fera au moins une tournée trimestrielle sur l'ensemble des forages d'une région donnée.

Afin donc que les importants investissements consentis par l'Etat en direction du monde rural, servent les villageois, il appartient d'une part aux villageois de prendre conscience que ces ouvrages leur appartiennent, ouvrages dont ils connaissent d'ailleurs mieux que quiconque l'utilité et d'autre part, aux autorités locales de sensibiliser les villageois pour qu'ils entretiennent eux-mêmes les ouvrages hydrauliques (un forage équipé revient à trois millions de F.CFA)".

Lors de la préparation du Projet 130 forages Liptako, les questions de sensibilisation et de formation de personnel d'entretien des pompes avaient été évoquées et des actions avaient été prévues ; elles étaient à la charge du Constructeur de pompes (cf. 1.3.2.5).

L'exécution du Projet a montré le bien-fondé de certaines dispositions mais aussi diverses insuffisances.

Parmi ces dernières, on notera principalement :

- qu'il n'est pas souhaitable de charger un constructeur de pompes d'actions d'animation villageoise, les opérations techniques et les contacts de sensibilisation étant peu compatibles.
- que la formation d'un seul villageois par centre comme responsable de pompe était insuffisante.
- que la prise en compte par le Ministère depuis Niamey, de l'entretien des pompes paraissait difficilement réalisable à moyen terme, en raison du nombre d'ouvrages programmés et de l'extension géographique des projets.

Il était donc nécessaire de confier à des bureaux spécialisés les actions d'animation villageoise et de repenser à l'échelle nationale la structure d'un système de maintenance, avec la formation d'artisans ruraux et la création d'un réseau de distribution de pièces de rechange pour les pompes, ces 2 dernières opérations étant à la charge du fournisseur-installateur des pompes.

Dans ces conditions, il devenait indispensable que les villageois règlent par eux-mêmes le coût des interventions des artisans ruraux et des pièces de rechange.

Lors de la préparation des programmes, il y a donc lieu d'obtenir l'accord des villageois sur cette participation financière pour établir les listes de villages à équiper.

Dans le programme 1000 forages, les actions de sensibilisation étaient à la charge de l'Entreprise de forage. Pour les mêmes raisons que pour l'opération Liptako, les résultats furent très insuffisants. Aucune structure de maintenance n'avait été prévue.

La réalisation du programme a confirmé les grandes lignes des conclusions du Projet Liptako sur les questions d'animation et d'entretien des équipements.

Le Projet 200 forages BOAD, actuellement en cours, ne semble avoir prévu ni sensibilisation villageoise, ni formation de réparateurs. De plus, les pompes seront mises en place avec un délai notable par rapport à l'exécution des forages ce qui psychologiquement pour les villageois n'est pas souhaitable.

Dans le programme Conseil de l'Entente, la partie animation villageoise sera attribuée à un organisme sélectionné sur la base d'une consultation restreinte.

Les tâches seront les suivantes :

- lors de l'implantation du forage : solliciter l'accord des autorités villageoises sur le site (choisi selon des critères hydrogéologiques).
- un ou deux mois avant la réalisation de l'ouvrage : insister sur l'intérêt du futur point d'eau (pérennité, qualité chimique et bactériologique), préparer les villageois à la réalisation des superstructures, sélectionner les responsables du forage et les réparateurs

villageois, donner tous renseignements sur les dépenses à prévoir ultérieurement pour les réparations de la pompe, demander la désignation des responsables financiers et proposer des procédures de collecte et de gestion des fonds.

- au moment de l'installation des pompes : s'assurer de la bonne formation des réparateurs villageois et des responsables financiers.
- après les travaux, et pendant deux mois : contrôler périodiquement la bonne utilisation du point d'eau (entretien sur les plans mécanique et sanitaire).

Une structure de maintenance a été proposée et retenue par les Autorités nigériennes.

Elle est présentée en figure 12.

Le système est décentralisé selon une hiérarchie des interventions.

- Au niveau national, une structure sera mise en place au sein de la DIH, chargée des grosses réparations, du contrôle pendant et après l'exécution du programme et des contacts avec le fournisseur de pompes.
- Au niveau régional, les Services régionaux départementaux (Maradi et Zinder) seront les correspondants de la DIH et rendront compte du fonctionnement du système (état des pompes et des superstructures, efficacité des réparateurs, leur rémunération par les villageois, stock de pièces chez les commerçants) ; la figure 6 a donné la situation du réseau de pièces de rechange au 01/07/82.
- Au niveau de l'arrondissement ou d'un ensemble d'une vingtaine de forages : les artisans réparateurs seront chargés des réparations d'importance moyenne.
- Au niveau du village : les 2 réparateurs villageois assureront l'entretien courant des équipements et changeront les pièces d'usure.

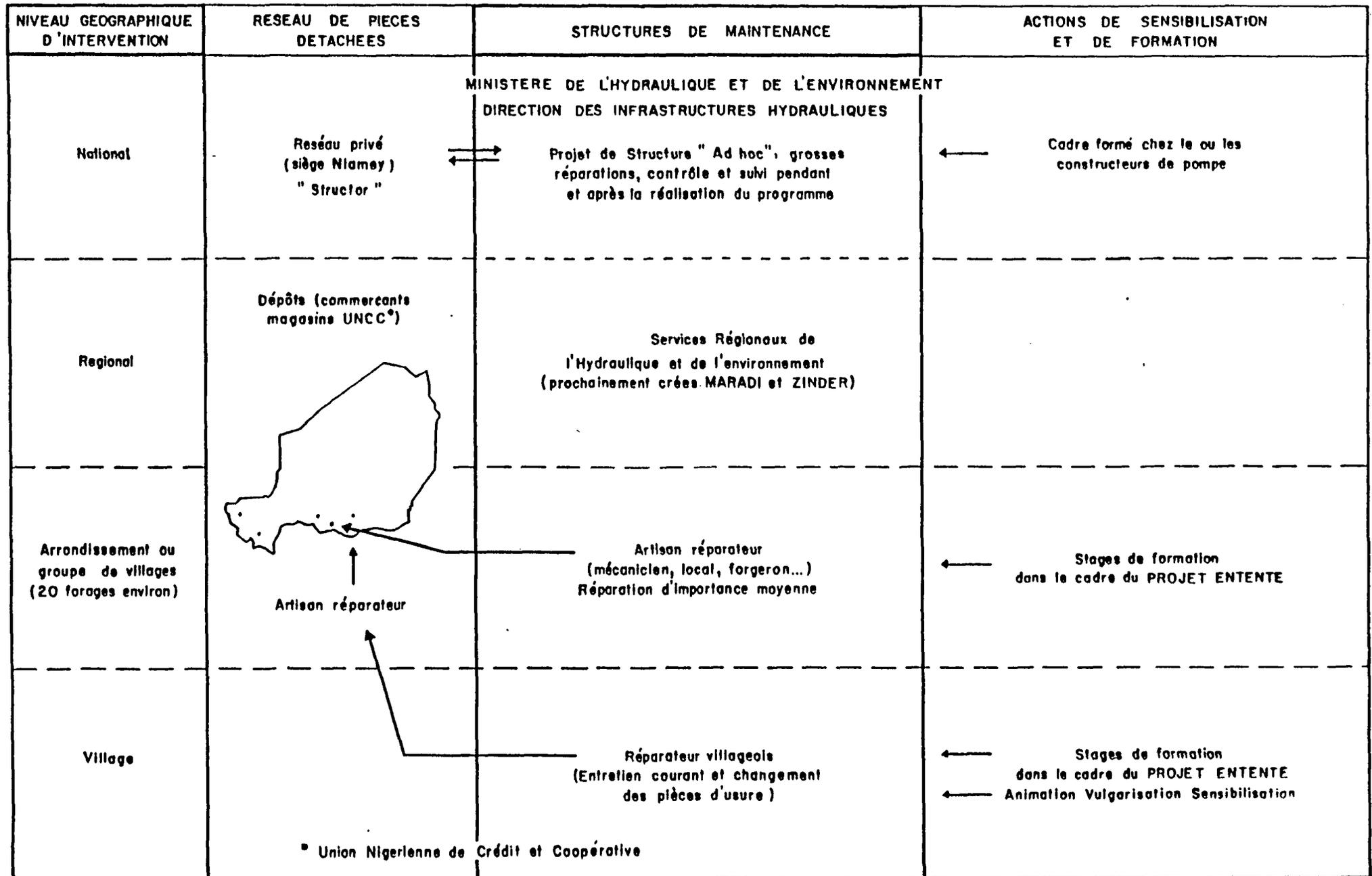
Le programme Conseil de l'Entente tient compte des insuffisances observées par les opérations 130 et 1000 forages en ce qui concerne les questions de sensibilisation des villageois et de maintenance des équipements de pompage.

On note toutefois que la question délicate de prise en compte par les villageois des dépenses de réparation des pompes est exposée au niveau du village alors que les études d'implantation (en particulier par géophysique) seront en cours.

Un refus des villageois de payer les réparations entraînera sans doute l'annulation du forage prévu et donc une modification de programme, puisque les listes de villages à équiper sont déjà définies.

On peut se demander s'il ne serait pas préférable d'évoquer à un stade antérieur ce problème financier difficile.

Fig. 12 SYSTEME DE MAINTENANCE



D'après Programme d'hydraulique villageoise
CONSEIL DE L'ENTENTE Fascicule 2D (Oct. 82)

Dans le cas du Programme Nord Niamey la question pourrait constituer un aspect primordial à prendre en compte lors de l'enquête préliminaire socio-économique de manière à préparer un projet ayant les plus grandes chances de réussite, le volet maintenance étant fondamental.

1.6.5 - ACTIONS DE FORMATION

Les projets récents prévoient la formation de personnel nigérien dans différents domaines.

- Dans le Projet des 130 forages Liptako, ont été associés :
 - 1 technicien du Ministère de l'Hydraulique et 2 stagiaires de 3ème année (option forage) de l'Ecole de l'Emaïr dans le cadre du contrôle des forages.
 - 2 techniciens du Ministère de l'Hydraulique pour l'animation villageoise et la maintenance des pompes, après un séjour chez MENGIN puis un stage au Togo.
- Dans le Projet des 1000 forages :
 - 3 techniciens (EMAIR) du Ministère participent à la supervision des opérations de forage et de pompage.
- Dans le Projet BOAD de 200 forages dans le Liptako :
 - 2 sondeurs de l'OFEDDES sont formés aux techniques de foration marteau fond-de-trou.
 - 1 technicien du Ministère contrôle les travaux.
- Dans le Projet FED d'atelier de puits mécanisé :
 - 1 foreur de l'OFEDDES a été formé au maniement de la machine et est maintenant responsable de son fonctionnement.
- Le Projet PNUD-UNICEF fait participer aux travaux :
 - des sondeurs de l'OFEDDES.
 - un technicien hydrogéologue du Ministère.
- Le Projet Conseil de l'Entente prévoit la formation :
 - d'un hydrogéologue qui sera intégré dans les équipes de contrôle des travaux de sorte qu'il soit capable de remplacer un hydrogéologue expatrié six mois après le démarrage des chantiers.
 - d'un sondeur, d'un mécanicien et d'un spécialiste pour les pompes avec prise en charge progressive de la conduite des opérations.
 - de réparateurs de pompes pour différents niveaux de réparations.

2 - ANALYSE DES BESOINS, RESSOURCES

2.1 - HYDROGEOLOGIE

2.1.1 - LES DIFFERENTS AQUIFERES - RESSOURCES EN EAU

La carte 7 montre une esquisse des principaux aquifères de la moitié méridionale du Niger.

Le tableau 9 donne pour chacun de ces aquifères une estimation de la ressource renouvelable et/ou de la réserve exploitable selon des hypothèses de rabattements admissibles (cf. BRGM, 1976).

On distingue les formations à nappe générale et les aquifères discontinus.

2.1.1.1 - Formations à nappe générale

- Continental terminal (Oligocène-Miocène)

Il est constitué par un ensemble argileux à argilogréseux dans lequel s'individualisent des niveaux sableux perméables.

On considère que la série possède une nappe phréatique générale mais du fait de l'hétérogénéité lithologique la productivité des ouvrages dépendra des couches captées. Certains secteurs peuvent être totalement argileux et par suite stériles.

La recharge de la nappe est due aux pluies et la lame d'eau infiltrée en année moyenne est estimée à 13 mm.

Il s'agit d'une valeur moyenne, les hauteurs réelles montrant une différenciation selon la latitude.

- Continental intercalaire

Il s'agit d'une importante série continentale, d'âge Crétacé inférieur, épaisse de 500 à 700 m, composée de grès, grès argileux, sables et argiles.

Elle possède une nappe libre dans sa partie orientale.

La nappe se met en charge vers l'ouest sous des séries argileuses (Crétacées ou tertiaires) dont la puissance peut atteindre 600 m.

La pression de la nappe est alors telle qu'elle donne lieu à des phénomènes d'artésianisme dans les vallées suffisamment profondes (cf. carte 8).

La recharge annuelle moyenne de la nappe libre est particulièrement faible (3 mm par an) du fait de précipitations inférieures à 400 mm, mais les réserves sont considérables en raison de la très grande étendue des affleurements.

De plus, la série possède d'intéressants niveaux gréseux (Grès du Tégama), mais leur grande profondeur (500-600 m dans la région de Tahoua) constitue un facteur très défavorable à leur captage.

- Grès d'Agadèz ou de Tchirezrine (Trias, Jurassique)

Sous les argiles du Crétacé inférieur de l'Irhazer, les grès du Groupe d'Agadèz constituent un important aquifère. La nappe, captive, peut être jaillissante dans les dépressions topographiques (cf. carte 8).

Le faciès argileux devient prédominant vers l'Est, tandis qu'à l'Ouest la série repose en discordance sur des grès primaires contenant des eaux salées.

En raison de la zone d'affleurement limitée des grès, leur recharge est constituée essentiellement par les ruissellements en provenance de l'Aïr.

Mais le volume d'apport est très négligeable par rapport aux réserves.

- Séries du Crétacé supérieur-Continental terminal de l'Est nigérien

La région correspond aux bassins sédimentaires de Termit-Agadem et de Bilma.

Leur structure est mal connue du fait d'un puissant recouvrement dunaire.

Les séries sont essentiellement argileuses mais des formations gréseuses ont été reconnues ; elles devraient contenir des nappes à caractère généralisé.

- Bassin des Koramas

La région située au Sud de Zinder possède une nappe libre recélée dans des formations quaternaires silteuses à sablo-argileuses, exploitée seulement dans les vallées et les dépressions topographiques. La recharge annuelle est importante (estimée à plus de 100 mm) ; par contre la perméabilité est peu élevée et la nappe est relativement peu puissante d'où une réserve faible.

Le Continental terminal sous-jacent possède également une nappe située dans des niveaux sabloargileux mais les réserves exploitables paraissent difficilement mobilisables du fait d'une perméabilité moyenne faible.

- Plioquaternaire de la région du Lac Tchad

La série fluviolacustre du Quaternaire ancien et la série éolienne du Quaternaire moyen possèdent une nappe générale mais sa recharge est minime et la carte piézométrique montre même une structure déprimée au Sud-Ouest du lac Tchad dénotant la prédominance des phénomènes d'évapotranspiration.

L'aquifère repose sur une puissante série argileuse pliocène. laquelle recèle à quelque 275-300 m sous le sol une nappe liée à la présence d'une couche sableuse. Les eaux sont artésiennes sur le pourtour du lac Tchad.

2.1.1.2 - Aquifères discontinus

Les aquifères discontinus se rencontrent dans les formations précambriennes, constituées de roches cristallines et cristallophylliennes : (granitogneiss du Précambrien inférieur, schistes et quartzites du Précambrien moyen), que l'on trouve dans le Liptako, l'Aïr et les secteurs de Maradi et de Zinder (Damagarim et Mounio).

La recharge est très faible, liée en fait en très grande partie aux possibilités de concentration des eaux de ruissellement dans les vallées.

Exepté dans les formations alluviales de l'Aïr, les circulations d'eau souterraine sont liées à l'existence d'axes tectoniques : failles, filons.

On citera également dans ce type d'aquifères les séries imperméables mais pouvant contenir des niveaux perméables isolés :

- karsts dans les marnes paléocènes ;
- sables dans les formations argileuses maestrichtiennes ;
- calcaires à silex dans la série turonienne.

2.1.2 - RESSOURCES ET BESOINS

La plus forte densité de population au niveau des arrondissements est observée sur Matamey avec 57 habitants au km².

Sur la base d'une consommation journalière d'eau de 25 litres par habitant, les besoins correspondent à une lame de 0,5 mm par an.

En doublant la demande en raison de l'élévation des conditions de vie de la population et en tenant compte de l'accroissement démographique (taux annuel supposé de 3,1 %), la lame d'eau annuelle devient 1,9 mm au bout de 20 ans.

En raison du facteur limitant constitué par la raréfaction des pâturages en saison sèche, les besoins pour le cheptel ne sauraient dépasser 2 mm par an.

En tenant compte des ressources des mares en saison des pluies, la consommation actuelle la plus élevée correspond à 0,6 mm* ; elle concerne le même arrondissement de Matamey.

* Sur la base des besoins journaliers maximaux suivants généralement admis :

Camelins et équins	: 50 l
bovins adultes	: 40 l
asins	: 20 l
caprins et porcins	: 5 l

Dans le domaine agricole, on peut penser, qu'on assistera à long terme à la création de petits périmètres villageois irrigués, indépendamment des grands projets tels Tarka ou Goulbi de Maradi.

Dans l'hypothèse de 6ha cultivés pour une surface globale de 100 km², soit pour une population de l'ordre de 10 000 habitants, les besoins avoisineraient 2 mm par an.

C'est-à-dire que la demande totale annuelle dans 20 ans pourrait être de l'ordre de 6 mm dans les secteurs les plus habités.

Ces secteurs se trouvent en zone méridionale, donc la plus arrosée, et les prélèvements restent bien inférieurs à la recharge calculée.

Toutefois il est probable que les formules utilisées jusqu'à présent dans l'estimation de l'évapotranspiration fournissent des valeurs sous-évaluées en zone aride, en particulier dans les formations poreuses peu perméables, surtout quand la surface de la nappe libre qu'elles recèlent est relativement profonde.

Par ailleurs, les besoins estimés ci-dessus, que ce soit pour les villages, le cheptel ou les cultures maraîchères, correspondent à une répartition homogène donc à des prélèvements assez uniformes dans les réservoirs.

Il n'en est plus de même des exploitations ponctuelles importantes destinées à des industries, des villes, des grands périmètres irrigués. Selon les débits demandés et les conditions de recharge, les prélèvements peuvent concerner les ressources renouvelables ou les réserves.

Dans le dernier cas se trouvent les captages pour la centrale thermique d'Anou Araren et pour les mines de l'Aïr.

Les conditions les plus favorables correspondent aux vallées à remplissage détritique et à nappe subaffleurante.

C'est le cas des zones de Projets d'irrigation (Goulbi de Maradi où 1500 ha sont envisagés, en 3 tranches de 500 ha demandant chacune 6 Mm³/an, cf. BRGM-SCET, 1978 ; Tarka).

Les quantités d'eau demandées par ces projets sont toujours très importantes et l'influence de l'exploitation -au niveau des ressources renouvelables et des prélèvements dans les réserves- ne peut être étudiée quantitativement que par modèle mathématique.

Les besoins pour les villes de l'intérieur sont en comparaison beaucoup plus faibles, puisque les consommations journalières maximales par habitant se situent entre 50 et 80 litres.

2.1.3 - SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE

Quelques nappes ont fait ou font l'objet d'une surveillance piézométrique :

- la nappe de Gogo, située à 20 Km de Zinder, est utilisée pour l'approvisionnement de la ville. Les mesures piézométriques juillet 1970-octobre 1973 ont permis de caler un modèle mathématique et d'estimer l'infiltration à 20 % des précipitations annuelles, soit à 90 mm (BRGM, 1976). Les conditions de recharge sont favorables, la nappe étant subaffleurante dans une vallée à remplissage détritique.
- la nappe des grès d'Agadéz est actuellement exploitée à un débit de 300 m³/h pour l'alimentation de la cité d'Anou Araren et surtout pour le refroidissement de la centrale thermique. Le contrôle des prélèvements et des pressions est assuré par SONICHAR ; il permettra de caler le modèle mathématique de simulation (BRGM, 1980).
- les nappes utilisées pour les mines d'Arlit (240 m³/h) et d'Akoka (115 m³/h) sont sous la surveillance des sociétés d'exploitation.
- la nappe du Goulbi de Maradi a fait l'objet de mesures périodiques de juin à décembre 1977- sur 30 puits témoins- dans le cadre du Projet agricole (BRGM-SCET, 1978).

Par contre excepté pour la ville de Zinder, on ne signale aucun contrôle piézométrique au niveau des forages assurant l'approvisionnement des centres de l'intérieur, qu'il s'agisse d'aquifères phréatiques (Dosso, Maradi, Agadés...) ou captifs (Tahour, Diffa...), que les adductions soient à charge de Nigelec ou de l'OFEDES.

A fortiori, il n'existe aucun réseau général dont l'intérêt serait de mettre en évidence les fluctuations naturelles des principales nappes et leur évolution dans le temps, en particulier d'étudier les réactions des nappes aux variations climatiques à long terme.

Outre l'intérêt indéniable d'établir un classement des différentes nappes selon les caractéristiques des réactions aux précipitations, les données auraient une application directe pour la mise en place des colonnes des puits de manière à s'assurer la pérennité des ouvrages.

2.1.4 - LES CONTRAINTES D'EXPLOITATION DE LA NAPPE PHREATIQUE

La nappe phréatique correspond aux aquifères supérieurs continus même si pour des raisons stratigraphiques ou lithologiques il n'y a pas de continuité hydraulique rigoureuse entre eux.

Les contraintes relatives à cet ensemble phréatique sont de trois ordres :

- perméabilité très faible de certaines couches entraînant des productivités négligeables. Dans de telles situations, l'OFEDES arrête ses puits à 80-85 m de profondeur.

- profondeur de la surface de la nappe dépassant 40 m dans une grande partie du centre du pays et sous les plateaux dans la région à l'Est et au Nord Est de Niamey (cf. carte 8) ; la limite 40 m est importante puisqu'au delà le rendement de la majeure partie des pompes à motricité humaine diminue notablement et que les équipements subissent des efforts qui risquent de provoquer des problèmes de fonctionnement ; le programme Nord Niamey fournira de très utiles enseignements à ce sujet.
- minéralisation excessive (résidu sec supérieur à 1 g/l (cf. carte 9) dans certains niveaux quaternaires de l'Est du pays, dans un secteur limité du Continental intercalaire au Sud de Tanout, en bordure occidentale des Grès d'Agadès (jusqu'à 3,5 g/l) et a fortiori plus vers l'Ouest dans les séries du Primaire (jusqu'à 32 g/l). L'exploitation intense de la nappe des grès d'Agadès risquerait donc de créer un déplacement des eaux salées vers les champs de captage.

2.1.5 - LES CONTRAINTES D'EXPLOITATION DES NAPPES PROFONDES

La nappe des grès du Tégama, du fait de son extension, de sa perméabilité, de sa charge hydraulique (eaux artésiennes dans les secteurs topographiquement bas du Sud Ouest du pays), de la bonne qualité de ses eaux présente un intérêt particulier.

On doit noter toutefois l'approfondissement vers l'Ouest de la série gréseuse jusqu'à 500-600 m sous le sol. Son exploitation ne peut donc être envisagée que si les formations supérieures sont stériles.

On remarque par ailleurs sur la carte 9 l'existence d'un axe à eaux minéralisées au Nord de Dosso (résidu sec de 1,8 g/l à Dosso).

La nappe du Pliocène de la bordure du lac Tchad est atteinte à des profondeurs de 275-300 m. Ce défaut est compensé par le caractère artésien avec une charge qui peut atteindre 20 m au-dessus du sol à proximité du lac.

2.1.6 - LES CONTRAINTES D'EXPLOITATION DES NAPPES DISCONTINUES

Les programmes d'aménagement des zones de socle cristallin et cristallophyllien nécessitent des études d'implantation rigoureuses de façon à localiser des ouvrages dans les conditions optimales.

La méthode indispensable est l'interprétation des photographies aériennes destinées à mettre en évidence des anomalies structurales, correspondant à des failles, des zones filoniennes qui correspondent souvent à des axes d'écoulement préférentiels.

Les anomalies sont ensuite vérifiées sur le terrain en vue d'un choix définitif des sites.

Dans le cas de recouvrement superficiel ou de linéaments mal définis, une courte prospection géophysique s'impose en utilisant la méthode électrique -qui est la moins coûteuse- avec sondages préliminaires pour déterminer la puissance des formations altérées et traînées en longueur de ligne suffisamment grande pour être sûr que l'investigation porte sur le socle sain.

Vu le coût d'un forage négatif, la mise en oeuvre de l'électrique dans les cas douteux paraît nécessaire.

Les sites choisis doivent se trouver le plus près possible des villages pour que l'utilisation des ouvrages soit assurée.

En raison de la dureté de la roche saine et de la profondeur à atteindre pour recouper des zones fissurées, la seule méthode de foration après la traversée des terrains superficiels est celle du marteau fond-de-trou.

Enfin, on doit noter que les conditions de recharge de ces aquifères à perméabilité de fissures sont très mal connues et que les nappes sont probablement très vulnérables au déficit de précipitations, surtout quand les fissures sont peu développées et sans connexions avec des axes d'écoulement superficiel.

Les ressources pourraient dans ce cas s'avérer à plus ou moins long terme insuffisantes.

2.1.7 - VOCATIONS DES EAUX SOUTERRAINES

La synthèse des données disponibles sur les différents aquifères tant sur la qualité chimique de l'eau que sur les caractéristiques hydrauliques des réservoirs (profondeur des couches et du plan d'eau, réserves utilisables, productivité des ouvrages) a permis d'établir les possibilités d'exploitation des nappes pour les besoins des populations (villes, villages), de l'élevage, de l'agriculture, de l'industrie (BRGM-SOGREAH 1981).

Les tableaux 5.1, 5.2 et 5.3 résument les vocations d'utilisation.

VOCATIONS DES EAUX SOUTERRAINES

AQUIFERES	SOCLE			CRETACE + PALEOCENE				RIFT	CT	MANGA Q	NAPPES PRIMAIRE ET GROUPE AGADES					
	N° repérage carte	1	2	3	4.1	4.2	4.3	5	6	7	8	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5
CARACTERISTIQUES																
- qualité de l'eau	B		B	B-M	P	B-P		B	B	B-P	B-M		B-M	B-M	B-M	B-P
- productivité	M		M	M	P-M	M		B	M	P	B		?	B-M	?	B
- réserves	M		M	M	M	P-M		B	P	P	B		B	B	B	B-P
- profondeur	P		P	P	P-M	P-M		M	P	P	B-M		B-M	B-T	M-T	?
- hauteur refoulement	P		P	M	P-M	P-M		M	P-M	P-M	B-M		B-M	B-?	B	?
VOCATIONS																
Hydraulique villageoise	+	-	+	+ ?	+	+	-	+	+	+	+ ?	-	+ ?	+ ?	+ ?	+
Hydraulique urbaine	+	-	+ ?	-	-	-	-	+	+	+	+ ?		+ ?	+ ?	+ ?	
Hydraulique pastorale	+	-	+	+ ?	+ ?	+	-	+	+	+	+ ?	-	+ ?	+ ?	+ ?	+
Hydraulique industrielle	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+ ?	-	+ ?	+ ?	+ ?	+
Hydraulique agricole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	-	A	A	A	-

SIGNIFICATION DES ABREVIATIONS

Qualité : B bonne Productivité : B bonne Réserves : B importantes
P passable P passable P moyennes
M médiocre M médiocre M faibles

Profondeur : B faible Hauteur Refoulement : B faible
P moyenne P moyenne
M importante M importante
T très importante

+ possibilité - impossibilité (+) développement en cours d'étude
- ? absence de données A utilisation agricole possible en zones d'artésianisme
X ? incertitude sur X B - P bonne à passable

VOCATIONS DES EAUX SOUTERRAINES (suite n°1)

AQUIFERES	CONTINENTAL INTERCALAIRE			CONTINENTAL TERMINAL			MANGA		IRH.	BASSINS			AGAD.	
	N° repérage carte	10	11	12	13.1	13.2	13.3	Q 14.1	PLIO 14.2	15	DJADO 16.1	BILMA 16.2	AGAD. 16.3	PRIM. salé 17
CARACTERISTIQUES														
- qualité de l'eau	B	B-P	B-P	B	B	B	B	B	B		B	B-M	?	M
- productivité	B-M	B	B-M	B-P	B	B	B-P	P-M		?	?	?		
- réserves	B	B	B	B	B	B	B	B		B	B	B		
- profondeur	B-M	B-M	B-M	B-P	B-M	B-P	B-M	M-T		P ?	?	?		
- hauteur refoulement	B-M	B-M	B-M	B-M	B-M	B-M	B-M	B-P		B-M	B ?	?		
VOCATIONS														
Hydraulique villageoise	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+ ?	+ ?	+ ?	-	
Hydraulique urbaine	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+ ?	+ ?	+ ?	-	
Hydraulique pastorale	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+ ?	+ ?	+ ?	-	
Hydraulique industrielle	+ ?	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+ ?	+ ?	- ?	
Hydraulique agricole	-	A	A	± A	± A	A	-	A	-	A	A	A ?	-	
SIGNIFICATION DES ABBREVIATIONS														
Qualité : B bonne P passable M médiocre				Productivité : B bonne P passable M médiocre				Réserves : B importantes P moyennes M faibles						
Profondeur : B faible P moyenne M importante T très importante				Hauteur Refoulement : B faible P moyenne M importante										
+ possibilité - impossibilité (+) développement en cours d'étude														
? absence de données A utilisation agricole possible en zones d'artésianisme														
X ? incertitude sur X B - P bonne à passable														

VOCATIONS DES EAUX SOUTERRAINES (suite n°2)

AQUIFERES	NAPPES QUATERNAIRES															Centre Niger		
	Vallées du Sud Niger							Vallées de l'ATR								KEITA	BADE.	MAGGIA
N° repérage carte	D.BOSSO 18.1	D.MAOU 18.2	G.MAR. 18.3	G.MAY 18.4	G.KABA 18.5	G.GOGO 18.6	TARKA 19	TELOUA 20.1	AGADES 20.2	TCHIRO 20.3	AMDIG. 20.4	TABEL. 20.5	ABARD. 20.6	TIMIA 20.7	IFER. 20.8	21.1	21.2	21.3
CARACTERISTIQUES																		
- qualité de l'eau	B	B	B	B ?	B ?	B	B	B	B	B	B	B	B-P	B	B	B	B	B
- productivité	B-P	B-P	B	?	?	B	B-P	B-P	B	B	B	P	?	P?M	B-P	B-P	M	?
- réserves	B ?	B ?	B	?	?	P	B-P	P-M	P-M	P-M	P-M	P-M	P-M	P-M ?	P-M	M	M	M
- profondeur	B	B	B	B	B-P	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
- hauteur refoulement	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B-P	B	B	B
VOCATIONS																		
Hydraulique villageoise	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hydraulique urbaine	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+ ?	+ ?	+ ?
Hydraulique pastorale	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hydraulique industrielle	+	+	+	-	+ ?	+ ?	+	+	+	- ?	- ?	- ?	- ?	- ?	- ?	-	-	-
Hydraulique agricole	+	+	(+)	-	-	-	(+)	+	+	+ ?	+ ?	+ ?	+ ?	+ ?	+ ?	-	-	-

SIGNIFICATION DES ABBREVIATIONS

Qualité : B bonne Productivité : B bonne Réserves : B importantes
 P passable P passable P moyennes
 N médiocre N médiocre N faibles

Profondeur : B faible Hauteur Refoulement : B faible
 P moyenne P moyenne
 N importante N importante
 T très importante M importante

+ possibilité - impossibilité (+) développement en cours d'étude

? absence de données A utilisation agricole possible en zones d'artésianisme

X ? incertitude sur X B - P bonne à passable

2.1.8 - RETENUES COLLINAIRES

Un certain nombre de barrages collinaires ont été réalisés au Niger depuis 1955. Le but principal de la plupart des retenues concerne l'irrigation. Elles sont situées, essentiellement dans la région des Tahoua.

. Région de Tahoua (Triangle Tahoua-Birni N'Kouni-Bouza)

Barrages réalisés

	Capacité	Mise en eau	But
GARADOUME	700 000 m ³	1968	Irrigation : 60 ha
GUIDAN MAGAGI	2 400 000 m ³	1971	" 120 ha
IBOHAMANE	6 500 000 m ³	1970	" 750 ha
KAOURA I	60 000 m ³	1964	" 5 ha
KAOURA II	650 000 m ³	1967	" 50 ha
KEITA	6 500 000 m ³	1955-1972	" 200 ha
MOULELA	1 000 000 m ³	1967	" 65 ha
MOZAGUE	30 000 000 m ³	1980	Peche et irrigation
TOUNFAFI	250 000 m ³	1968	Irrigation : 30 ha
ZONGO	15 000 000 m ³	1978	Pêche et irrigation

Il est à noter qu'une partie de la digue d'Ibohamane a été emportée en 1978 et qu'une brèche s'est produite à Keita en 1964, réduisant la surface irriguée, à 100 ha. La rupture de la digue d'Ibohamane a encore diminué cette surface.

Par ailleurs, les retenues de Kaouara, Moulela et Tounfafi sont affectées par un ensablement progressif important.

Les barrages de Mozagué et de Zongo permettront ensemble d'irriguer entre 2300 et 2600 ha.

Barrages en projet

GOUNFARA

GUIDAN BAGILBI 200 ha

GUIDAN KOKODI 280 ha

KAOURA ABDOU 650 ha

KATOSSARA 600 ha

MOUJIA 400 ha

TEGUE LEGUEL 450 ha

TOUNBASS 500 ha

. Région de TillabériTHEM 25 000 m³ 1958 pastoral. TERA 7 000 000 m³ 1980 AEP Téra. Région de SayTAPOA Parc W 25 000 m³ 1980. Région d'AgadezIRHAZER II 11 000 m³ 1968 agricole +
pastorale

Un autre barrage, EL MEKI, en cours d'étude en 1976 en vue de l'exploitation d'une mine de l'Aïr et de quelques cultures irriguées, n'est toujours pas réalisé.

. Région de Zinder

Barrage en projet : KIRCHYA

(étude de faisabilité effectuée en 1979. Buts : irrigation + élevage + alimentation de villages).

On précisera que depuis décembre 1978, la gestion des aménagements hydroagricoles est confiée à l'ONAHA (Office national des aménagements hydroagricoles, avec 2 tâches principales :

- la réalisation des aménagements (auparavant à la charge de la Direction du Génie Rural) ;
- leur fonctionnement, gestion et entretien (en collaboration avec l'UNCC, Union nationale des Coopératives céréalières).

Par ailleurs quelques aménagement de mares sont à noter : trois réalisations fonctionnent actuellement : 2 vers Tera, 1 vers Dogondoutchi.

Plusieurs ont été abandonnées (2 dans la région de Niamey) par suite de la destruction du revêtement ou du colmatage du puits d'exhaure.

De plus une mare artificielle a été créée vers Filingué mais a dû être abandonnée en raison de son ensablement.

2.2 - LES PERSPECTIVES A COURT ET MOYEN TERMES

Le dossier "Eau" Niger 1981 fournit les prévisions en ouvrages hydrauliques à l'horizon 1990. Elles font l'objet du tableau 6.

Pour la période 1981-83, il était prévu de réaliser près de 5750 points d'eau (2000 puits et 3750 forages), portant le nombre total d'ouvrages modernes à 12 150 (8020 puits et 4130 forages).

De 1983 à 1990, 10 000 ouvrages nouveaux sont souhaités, soit 1500 par an.

Les tableaux 7 et 8 donnent la situation des différents projets en avril 1982.

2.2.1 - REALISATIONS EN COURS

2.2.1.1 - Programmes de puits

Il s'agit de travaux effectués par l'OFEDS, ils représentent 1124 ouvrages.

Les projets les plus importants portent sur 200 puits et plus.

Tous les arrondissements sont concernés par les travaux.

2.2.1.2 - Programmes de forages

Ils concernent 1575 ouvrages, dont 1360 pourraient être positifs.

- Programme 1000 forages

Il intéresse les 3 régions de socle précambrien qui pour des raisons techniques se trouvaient largement sous-équipées : Liptako (où avait été engagé le Projet-pilote 130 forages), Maradi et Zinder ; les quantités respectives sont 300, 250 et 450 ouvrages.

Six ateliers (2 par région) ont été mis en oeuvre par FORACO.

Le contrôle technique est assuré par le BRGM. Fin mars 1982, 436 forages (dont 331 positifs, soit 76 %) étaient réalisés (cf. 1.6.2.1).

TABLEAU 6 - PUIITS ET FORAGES : SITUATION ACTUELLE ET PREVISIONS 1983-1990

	Situation Fin 1979	Situation en 1980		Prévisions 1981-1983		Prévisions 1983-1990
		Réalisations	En cours 1981	Financement acquis	Financement à rechercher	
Puits	5 047	591	391	1 061	930	10 000
Forages	241	133	5	2 132	1620	
Total	5 288	724	396	3 193	2550	
Coût		2 930 MFCFA	1 130 MFCFA	12 400 MFCFA	10 500 MFCFA	Soit 1500 points d'eau /an = 8000 MFCFA (prix 1980) par an
Satisfaction 1980		6 012 points d'eau				
Total prévisions 1983				5 743 points d'eau		
Coût				22 900 MFCFA		
Satisfaction 1983				12 151 points d'eau		
Coût total estimé 1980-1983				26 960 MFCFA		

Données extraites du dossier "Eau" - Niger 1981 - Ministère du Plan, Ministère de l'Hydraulique.

TABLEAU 7 - PROGRAMMES DE PUIITS (OFEDES)

	Situat.géogra.	Financement	Montant	Travaux	Bureau de contrôle
<u>Projets terminés</u> 25	DOSSO	Pays Bas/Conseil Entente		1ère phase de 25 puits (achèv.avril 82 ?)	néant
<u>Projets en cours</u> 25	= 1124 DOSSO	Pays Bas/Conseil Entente	Projet 50 puits : 318 MFCFA	2ème phase : 25 puits (commencés)	
204	NIAMEY 52 TAHOUA 55 DIFFA 97	FAD	553 MFCFA	204 puits (achèvem.Juin 82)	
80	DAMERGOU	4e FED	625 MFCFA	Quelques sondages par OFEDES + 80 puits (achèvem. prochain)	Assist.techn.FED
200	NIAMEY	RFA	620 MFCFA	200 + 30 puits supplém. (achèvem.Juillet 82)	
10	AGADEF	GTZ	26 MFCFA	10 puits (9 terminés)	
23	MARADI ZINDER	BADEA	96 MFCFA	23 puits (achèvem.Juin 82)	
42	NIAMEY MARADI TAHOUA DIFFA	FNI 80	200 MFCFA	Programme passé de 42 à 35 puits ; (en cours de finition)	
38	Diverses régions	FNI 81	200 MFCFA	Programme passé de 42 à 33 puits ; (20 terminés)	
74	Diverses régions	FNI 82 passé à OPEP		Travaux commencés	
414	DOSSO TAHOUA MARADI	IUED (Coop.Suisse)		82 puits DOSSO terminés 120 puits TAHOUA terminés programme actuel = MARADI	
9	ZINDER	DANEMARK	32 MFCFA	Programme en cours	
5	DOSSO NIAMEY MARADI	4e FED	18 MFCFA	5 puits pour dispensaires	
<u>Projets ± engagés</u>		5e FED		Atelier mécanisé (Galinet-Teknifor) Début des travaux = mai 82?	GITEC
300		ACDI			
400	DIFFA : 50 MARADI : 150 ZINDER : 200	CEAO		400 puits (+ 100 forages)	
200	DOSSO	BELGIQUE IRAK/CILSS	≠ 1 930 MFCFA	203 puits villageois 1 forage villageois 4 forages-puits pastoraux 27 puits pastoraux	
		Emirats Arabes Unis/CILSS	≠ 810 MFCFA	43 puits villageois 4 forages-puits pastoraux 2 puits pastoraux	
		Arabie Saoudite	2 960 MFCFA	204 puits villageois 2 forages villageois 71 puits pastoraux	

TABLEAU 8 - PROGRAMMES DE FORAGES

	Situat. géogr.	Financement	Montant	Travaux	Pompe	Travaux	Bureau de contrôle
<u>Projets terminés</u> 130	LIPTAKO	FAC/CCCE	359 MFCFA	136 forages (dont 110 positifs) Projet pilote/socle	Vergnet	Intrafor Cofor	BRGM
<u>Projets en cours</u> = 1575 (1350 positifs)							
1000	LIPATKO MARADI ZINDER	NIGER	2 891 MFCFA	1000 forages (900 positifs ?) Au 27/03/82 = 436 réalisés (331 positifs)	Vergnet	FORACO	BRGM
200	LIPTAKO	BOAD	520 MFCFA	200 forages (160 positifs ?)	Vergnet	OFEDES	Géomines
125	LIPTAKO	Pays Bas/Conseil Entente	308 MFCFA	125 forages (100 positifs ?)	Vergnet	INTERSITE	Iwaco
250	ZINDER	PNUD-UNICEF	840 MFCFA	250 forages (200 positifs ?)	India ?	OFEDES	PNUD
<u>Projets ± engagés</u> = 1466 (1250 positifs)							
120	NORD-NIAMEY	FAC	650 MFCFA	120 forages. Projet pilote/ sédiment	Vergnet		BRGM
200	ZINDER	DANEMARK	1 900 MFCFA	200 forages à partir Sept. 82	Vergnet		Krüger
94	DOSSO	BELGIQUE		94 forages	Du Pléchin		
100	LIPTAKO ZINDER	CEAO		100 forages (+ 400 puits)			
300	ZINDER	5e FED		300 forages (250 positifs ?)			
412	LIPTAKO MARADI ZINDER	France/Conseil Entente	1 520 MFCFA	412 forages 194 dans le sédimentaire 218 dans le socle (174 positifs ?)	Vergnet	Intrafor Cofor	BRGM
240	LIPTAKO	BID-KOWEIT-OPEP /Autorité Liptako-Gourma		240 forages (+ 120 puits)			
200	CANADA						

Les ouvrages sont équipés d'hydropompes Vergnet.

Le projet devrait s'achever vers mars 1983.

- Programme 200 Liptako

Il s'agit d'un projet BOAD de 200 forages dans le Liptako.

L'ensemble du matériel, dont un atelier Failing 1250, a été acheté par le projet.

Son fonctionnement est assuré par un sondeur expatrié et par du personnel de l'OFEDES.

Un bureau d'études, Géomines, a été chargé des études d'implantation (réalisées de Janvier à Août 1981) et du contrôle des travaux.

Ces derniers devaient commencer en Septembre 1981 et durer 20 mois. En fait le premier forage a été réalisé en mars 1982 et au moment de la mission CILSS, début avril 1982, 8 forages seulement étaient exécutés.

De plus, le chantier était affecté par une panne de camion d'une marque non représentée à Niamey.

On doit signaler par ailleurs que les forages devraient être équipés de pompes Vergnet mais que le marché ne semblait pas signé début avril 1982 ce qui signifie que les équipements seront mis en place avec retard.

- Programme 250 Zinder

Dans ce projet, l'UNICEF fournit l'ensemble du matériel (dont une sondeuse Aquadrill 661) et le PNUD le personnel expatrié. Le reste du personnel provient de l'OFEDES.

Les forages seront probablement équipés de pompes India, alors que d'une façon générale les autres projets avaient montré une grande homogénéité dans les équipements, avec les pompes Vergnet.

Pour des raisons de facilité de maintenance des pompes, le présent projet devrait intéresser une région bien délimitée géographiquement.

2.2.2 - PROGRAMMES ENGAGES

2.2.2.1 - Programmes de puits

Le tableau 7 montre un certain nombre de projets pour lesquels les négociations sont plus ou moins avancées.

Les travaux seront réalisés par l'OFEDS.

Le projet le plus avancé est celui, sur 5e FED, relatif à la mise en oeuvre d'un atelier mécanisé pour lequel du personnel de l'OFEDS est actuellement en cours de formation.

Le projet CEA0 est le plus important avec 400 ouvrages répartis sur 3 arrondissements : 50 sur Diffa et 150 et 200 sur les zones sédimentaires respectivement de Maradi et de Zinder.

2.2.2.2 - Programmes de forages

Le nombre de forages actuellement envisagés dépasse 1450, dont on prévoit que 1250 environ seront positifs.

Les projets les plus engagés sont :

- les 120 Nord Niamey, qui concerneront des formations sédimentaires (nappe du Continental terminal) dans les arrondissements de Ouallam et de Filingué. Malgré des plans d'eau pouvant se situer à plus de 50 m sous le sol, les forages seront équipés de pompes à motricité humaine, ce qui constitue un caractère nouveau dans la programmation de l'Hydraulique villageoise.
- les 412 Conseil de l'Entente, qui permettront de résoudre les problèmes d'eau de presque la totalité des villages des régions très longtemps sous-équipées : Liptako, Maradi, Zinder. Les forages seront implantés soit dans les secteurs de socle cristallin, soit dans les formations sédimentaires.

Les ouvrages seront équipés de pompes Vergnet. La maintenance sera donc facilitée par le réseau de pièces détachées mis en place par Structor (cf. figure 7).

- les 200 Zinder, projet Danois qui prévoit la fourniture d'équipements neufs, dont une sondeuse Atlas Copco Aquadrill B80.

Les pompes seront également du type Vergnet.

Par ailleurs, la Belgique prévoit la réalisation de 94 forages dans la région de Dosso, donc en zone sédimentaire. Le modèle de pompe sera sans doute du Pléchin. Pour les mêmes raisons que pour le projet PNUD-UNICEF sur Zinder relatives aux questions de maintenance, la zone de travaux devra être peu étendue.

On note de plus que le Projet CEA0 concerne en plus de 400 puits la réalisation de 100 forages dans le Liptako et sur Zinder.

2.3 - LES CAPACITES DE REALISATION DES POINTS D'EAU

2.3.1 - SERVICE PUBLIC

A part quelques réalisations par des ONG (dont l'AFVP), l'ensemble des puits exécutés au Niger sont l'oeuvre de l'OFEDS.

Comme on l'a vu en 1.3.1.2, la section Puits neufs a augmenté ses capacités de travaux ces dernières années puisqu'elle a réalisé plus de 400 ouvrages pendant l'année 1980-81.

Par contre la section Entretien puits se heurte à des problèmes de moyens matériels et de finances et risque de ne plus pouvoir assurer efficacement le maintenance des ouvrages.

En ce qui concerne les forages, on a vu en 1.3.1.2.d que les possibilités réelles de l'OFEDS sont actuellement très faibles vu la vétusté des équipements, le manque de pièces de rechange, le budget insuffisant prévu pour la remise en état du matériel.

De plus la formation de sondeurs et l'affectation de cadres à la section forages seraient indispensables pour une action pleinement efficace.

Cette formation existe actuellement pour les forages villageois grâce aux Projets PNUD-UNICEF et BOAD. Elle est de plus prévue dans le cadre du Programme Conseil de l'Entente.

2.3.2 - Aides extérieures

Dans le domaine des puits, on rappellera le Projet FED de mise en oeuvre d'un atelier mécanisé TEKNIFOR-GALINET qui, du moins pour les opérations de fonçage dans les formations non saturées et non éboulantes, doit permettre une rapidité d'exécution sans commune mesure avec les méthodes traditionnelles. Les opérations sont conduites par le personnel OFEDS.

L'expérience acquise au bout d'un an permettra de faire le point sur la méthode selon le type de formations géologiques et d'envisager en faveur de l'OFEDS l'acquisition d'autres ateliers si les conclusions sont favorables.

En ce qui concerne les forages villageois, on a vu que les Projets PNUD-UNICEF et BOAD -qui utilisent déjà du personnel de l'OFEDS- ont acquis des ateliers de forage complets qui seront remis à l'OFEDS en fin d'opération. Bien qu'usagés, les équipements devront être en parfait état de fonctionnement pour ne pas grossir le stock de matériels inutilisables de l'Office.

De plus on note que pour son Projet de réhabilitation de puits profonds secs par l'exécution de forages couplés IUED dispose d'une foreuse BOMAG 400.

2.3.3 - SOCIETES PRIVEES

Trois sociétés privées opèrent actuellement au Niger dans le cadre de la recherche et de l'exploitation des eaux souterraines par forages.

INTRAFOR-COFOR possède une Joy 275 W, d'une capacité de 800 m en 12"1/4, en opération sur un forage pour l'AEP de Tahoua début avril 1983.

L'entreprise avait mis en oeuvre une sondeuse Bonne Espérance TP125, puis une sondeuse FORACO SM 70, enfin une sondeuse Bonne Espérance FBE-2N sur le Projet 130 Liptako.

FORACO avait utilisé sur le même projet Liptako une sondeuse FORACO SM 70.

Sur le Projet 1000 forages, FORACO opère avec 7 ateliers (6 SM 70 et 1 VPRH) et 3 unités de Servicing.

La Société dispose d'un appareil de diagraphie FORACO, d'une capacité de 400 m, enregistrant Petite et Grande Normale, Laterolog et Gamma Ray.

SATOM possède les machines suivantes :

- 2 Mayhew 1500, l'une utilisée sur la route Agadez-Zinder, l'autre prévue sur le secteur de Filingué ;
- 1 Failing FW 40, en opération sur Agadez ;
- 1 Failing JED A, neuve, prévue sur Agadez.

SATOM a par ailleurs effectué des sondages de reconnaissance pour Sonichar.

L'Entreprise dispose d'un Log Master, de 300 m de capacité, mais qui ne pourra être utilisé qu'après révision.

2.4 - MISE EN EVIDENCE DE LACUNES DANS L'EQUIPEMENT DU TERRITOIRE

Les zones de socle cristallin et cristallophyllien (Liptako, Maradi, Zinder) sont restées très longtemps, dénuées de points d'eau pérennes.

Les Projets 130 Liptako et 1000 forages, qui ont mis en oeuvre la méthode de foration au marteau fond-de-trou avec équipement des forages avec des pompes à motricité humaine, ont commencé à mettre un terme à cette situation.

Les réalisations complémentaires en cours ou prévues prochainement permettront à la majeure partie des villages de ces régions de disposer d'eau potable.

Le reste du pays, dans sa partie non saharienne, connaît une densité de puits cimentés plus ou moins proportionnelle à l'importance de la population (1 puits cimenté pour un nombre de villages variant entre 2 et 5 villages selon les arrondissements), de sorte qu'il n'existe pas à proprement parler de lacunes graves dans l'équipement hydraulique des zones rurales.

2.5 - UTILISATION DES RESSOURCES EN EAU

L'étude du Plan de développement de l'utilisation des ressources en eau du Niger a été commencée en 1981.

Cette étude a été scindée en trois phases :

- Analyse de la situation actuelle.
- Analyse prévisionnelle, élaboration des scénarios possibles de développement des activités consommatrices d'eau, présentation des options d'aménagement.
- Sélection multicritère des options d'aménagement, analyse des solutions de programmation, plan d'utilisation des ressources en eau, choix et échéancier du programme d'actions prioritaires.

L'analyse prévue en première phase a été réalisée en 1981 (BRGM-SOGREAH).

Les dossiers comprennent un rapport de synthèse et des documents sur les ressources en eaux superficielles et en eaux souterraines et sur l'utilisation de l'eau en agriculture.

Les études ultérieures seront menées en 1983.

3 - BASES DE LA PROGRAMMATION

Les projets d'hydraulique s'articulent autour de 3 fonctions fondamentales : la programmation, l'exécution et la maintenance. La figure 13 résume les opérations nécessaires dans chaque fonction.

3.1 - CONCEPTION DE LA PROGRAMMATION

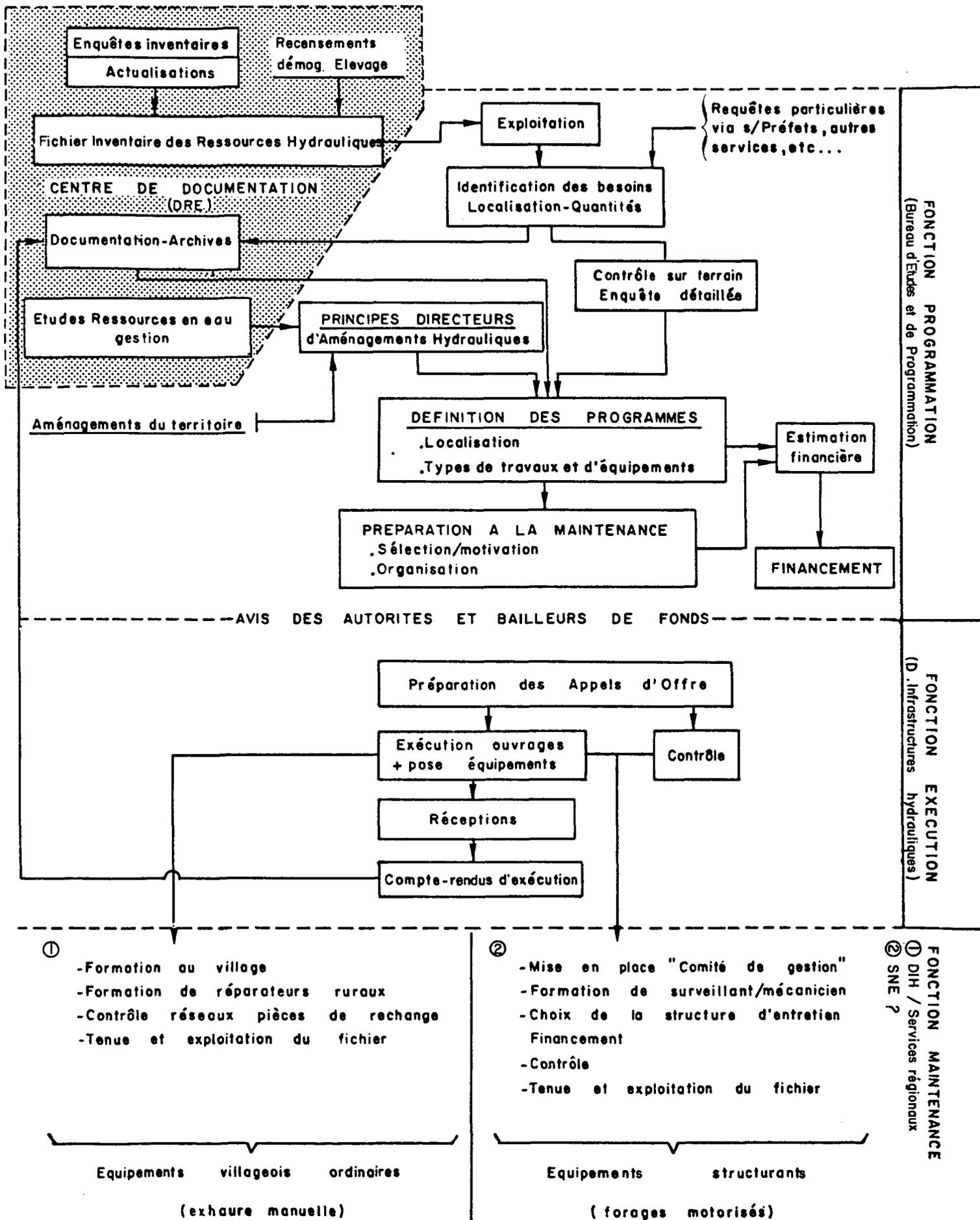
Programmer c'est définir les actions à entreprendre et leur ordre d'exécution en application d'une politique et d'une stratégie d'aménagement prédéfinies.

La programmation est donc un acte intermédiaire entre :

- la définition des orientations et options d'aménagement (plan directeur d'aménagement),
- l'exécution des études et travaux sectoriels.

Distincte de l'exécution, la programmation doit être confiée à une structure indépendante (ou cellule) à créer au sein du Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, et placée sous l'autorité directe du Secrétaire Général.

TACHES DEVANT ASSURER LA CONCEPTION, L'EXECUTION ET LA PERENNITE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES



Les actions à entreprendre sont complémentaires :

- établissement d'une documentation de base,
- coordination entre les projets des départements ministériels et des organismes non gouvernementaux,
- définition des programmes avec enquête socio-économique sur le terrain et évaluation technique et financière,
- organisation de la maintenance.

Les différentes opérations à réaliser dans le cadre d'un projet d'hydraulique villageoise à l'issue des enquêtes sur le terrain, et leur enchaînement, sont montrés en figure 14.

3.1.1 - ETABLISSEMENT D'UNE DOCUMENTATION DE BASE

3.1.1.1 - Enquêtes villageoises

On a donné en Annexe 2 un exemple des bordereaux d'Inventaire des Ressources Hydrauliques utilisés actuellement pour le report des données du fichier manuel (cf. 1.2.2.2).

Ces bordereaux concernent des points d'eau et se rangent dans un dossier village de sorte qu'il sera possible de procéder sur l'ordinateur à des sorties villages.

Cependant les renseignements seront seulement d'ordre administratif et hydraulique.

Il serait particulièrement utile que d'autres informations soient facilement accessibles notamment en ce qui concerne les activités économiques et les infrastructures du village (école, dispensaire, marché, industries...).

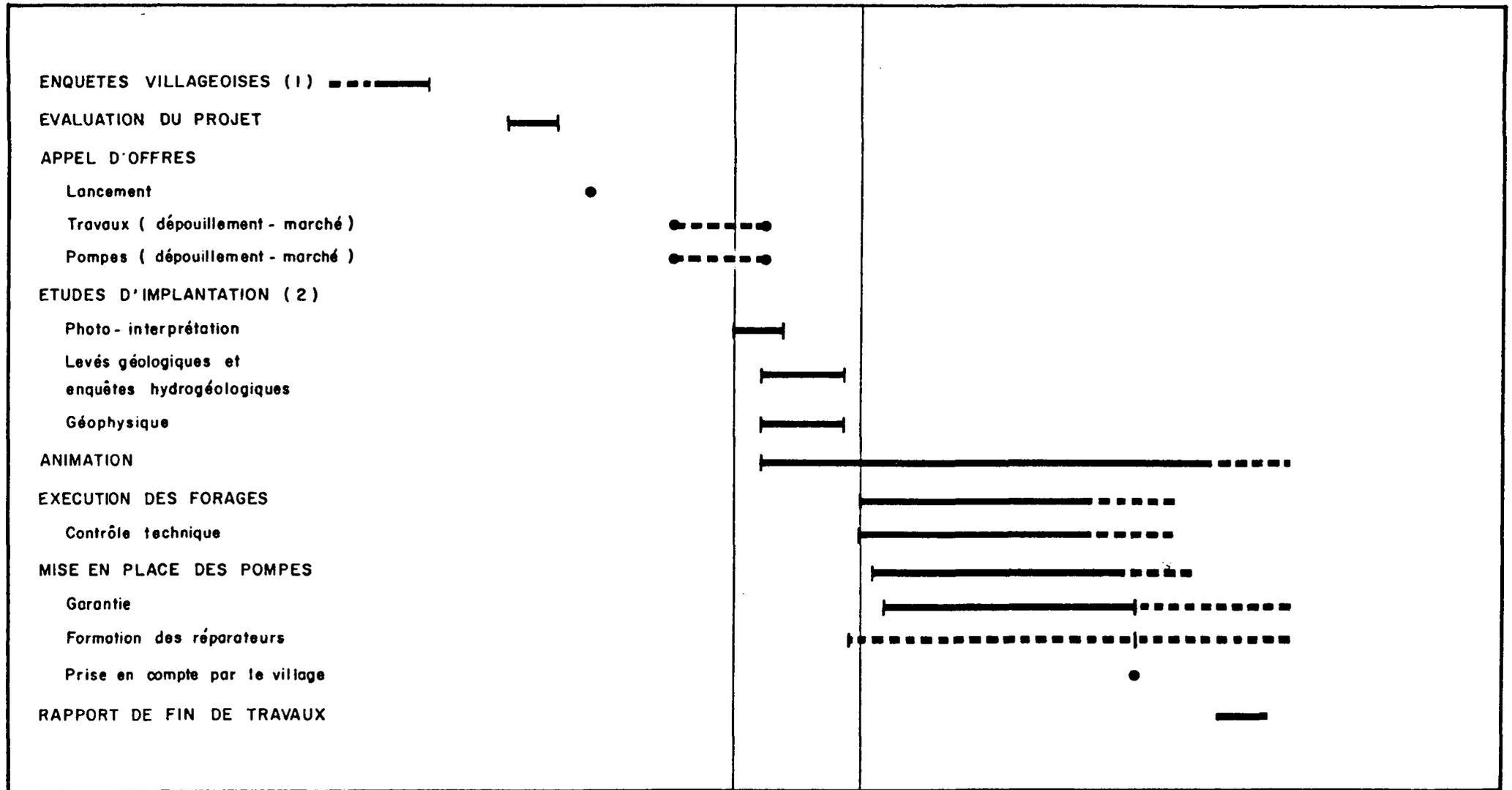
Dans les prochains programmes d'équipement hydraulique villageois, des données complémentaires pourraient être collectées et permettre l'établissement de dossiers de village facilement utilisables pour une planification rationnelle.

Les bordereaux relatifs à de nouveaux points d'eau alimentant un village seront à intercaler dans le dossier correspondant.

On montre à titre indicatif en Annexe 3 le dossier de village utilisé au Gabon.

La mise en oeuvre des dossiers d'enquête villageoise pourrait être décidée dans le cadre du Projet Nord Niamey.

PROGRAMMES D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE . REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES DIFFERENTES OPERATIONS



(1) On notera en particulier les réactions des populations à une participation financière pour la maintenance des équipements de pompage .

(2) Les études d'implantation peuvent être très réduites dans le cas de formations homogènes à nappe générale .

3.1.1.2 - Traitement des données

Le fichier manuel de points d'eau comptait plus de 14 000 fiches, mais son utilisation était peu facile et l'intérêt de certains points pouvait être très réduit.

Afin de faciliter la programmation de ses nombreux projets d'équipement hydraulique prévus à moyen terme, en particulier pour l'approvisionnement du monde rural, le Gouvernement décida la mise en oeuvre d'un fichier informatique (cf. 1.2.2.2).

Fin 1982, près de 3000 dossiers sont instruits. L'interrogation du fichier par ordinateur pourrait être effective durant le second semestre 1983.

Les données essentiellement hydrauliques de ce fichier pourraient être complétées par les informations socio-économiques des villages considérés dont il a été fait mention ci-dessus.

3.1.1.3 - Centre de documentation

De très nombreuses études géologiques, géophysiques et hydrogéologiques ont été réalisées au Niger depuis 1950. Une bibliographie en est donnée dans le Tome 2 de l'Atlas préparé par le BRGM (1979).

Il est indispensable que toutes les données disponibles soient regroupées dans un centre de documentation institué parallèlement à l'inventaire des points d'eau et à leur traitement informatique et aux futures enquêtes villageoises à l'intérieur de la Direction des Ressources en eau.

Les documents se trouvent à l'heure actuelle épars dans divers services administratifs ou bureaux d'études.

La DRE doit également centraliser toutes les archives relatives aux eaux de surface.

Il en est de même des résultats des travaux, plus particulièrement des puits et forages, qui ont pu être conservés dans les Sociétés privées.

3.1.2 - COORDINATION ENTRE LES PROJETS

La cellule de programmation devra :

- centraliser obligatoirement les demandes en équipements hydrauliques du territoire :
 - . projets des Directions du Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement et des Services extérieurs au Ministère,
 - . projets des autres départements ministériels,
 - . projets des Organismes non gouvernementaux,
 - . requêtes des particuliers,

- définir, en concertation avec les directions concernées du Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement,
 - . le niveau d'intervention de l'Hydraulique rurale (importance en population des agglomérations),
 - . une typologie des ouvrages de captage d'eau (puits et forages),
 - . une typologie des équipements d'exhaure avec recherche d'une standardisation du matériel,
 - . les conditions du choix des différents types (critères hydrogéologiques, volumes des besoins, aspects financiers, etc.),
 - . les conditions d'une maintenance réelle des ouvrages et équipements (sensibilisation des villageois, formation du personnel, structures de réseau de maintenance...).

3.1.3 - ETABLISSEMENT DES PROGRAMMES

L'établissement des programmes au sein du Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement est basé sur l'exploitation de la documentation, de l'examen des projets et requêtes provenant d'autres départements ministériels, de services extérieurs ou de particuliers.

Aucune suite ne pourra être donnée si la demande présentée est incompatible avec la ressource en eau.

Dans les autres cas on définira la position géographique et la nature des travaux à réaliser (puits, forages, puits-forages, équipements de pompage et de surface) en fonction des conditions hydrogéologiques (productivité probable des ouvrages, profondeur du plan d'eau, rabattement par pompage), du type d'habitat (sédentaire, nomade), des quantités d'eau à prélever, de leur utilisation prévue, du coût des travaux et de la maintenance.

3.1.3.1 - Enquête sur le terrain

Elle a pour but :

- de vérifier la cohérence des travaux envisagés avec la situation exacte au moment de ces propositions,
- d'authentifier les besoins et d'évaluer la motivation des bénéficiaires des propositions de travaux,
- de prendre les contacts pour préparer une organisation de la maintenance.

Cette enquête est primordiale pour la réussite des projets.

Elle doit être mise en oeuvre pour la première fois dans le cadre du Programme Nord Niamey.

L'information au niveau des villages à équiper doit être générale et complète quand ceux-ci sont situés en zone sédimentaire, c'est-à-dire quand les ouvrages ont toute chance d'être positifs.

Dans le cas où des équipements de pompage sont prévus dans le projet, on vérifiera en particulier l'existence d'artisans et leur accord pour la réparation des pompes, ainsi que la volonté de participation financière des villageois pour les dépenses d'entretien.

On devra par contre faire preuve de prudence dans le cas de villages établis sur des formations de socle afin d'éviter des effets psychologiques déplorable si les ouvrages ultérieurs devaient se révéler négatifs.

3.1.3.2 - Localisation des projets

Les propositions de travaux (l'exécution des ouvrages et l'installation des équipements de pompage et de surface doivent être programmées simultanément) sont groupées en projets

- en fonction des priorités d'une stratégie d'aménagement prédéfinie

Pourraient être distingués par exemple :

- . les travaux structurants destinés à affirmer l'importance des chefs-lieux administratifs ou de gros bourgs ; ces centres font l'objet de réalisations programmées par ailleurs et qui ont un caractère soit social (équipements sanitaires, etc.), soit économique (aménagement de zones agricoles ou pastorales). Le plus souvent, les travaux hydrauliques sont de nature assez sophistiquée avec motorisation, réservoirs, réseau de distribution.
- . les travaux ordinaires répondant seulement à la satisfaction des besoins en eau des villages, population et cheptel (sans caractère pastoral). En général ces travaux concerneront la construction de puits et petits forages équipés de moyens d'exhaure manuelle. Ces points d'eau peuvent être programmés dans le cadre d'actions de développement régional, en particulier agricole. On notera à ce sujet la possibilité, grâce aux nouvelles méthodes de foration, de créer des points d'eau sur de vastes secteurs du socle précambrien non mis en valeur jusqu'à présent, -faute de ressources en eau, tout au moins en saison sèche-, et par suite d'ouvrir de nouvelles terres à l'agriculture.

- en fonction de leur localisation

Le "saupoudrage" géographique des travaux inscrits à un même projet doit être proscrit ; les projets doivent intéresser un ou plusieurs secteurs d'extension limitée afin de :

- . faciliter l'organisation des chantiers,
- . réduire les coûts d'exécution des travaux,
- . rendre plus efficace le contrôle technique,

- . faciliter la mise en place d'une maintenance structurée (en particulier l'entretien des pompes à motricité humaine est très aléatoire - l'expérience l'a prouvé - si les ouvrages sont trop dispersés).

- en fonction de la nature des travaux,

afin de s'assurer une homogénéisation des matériels d'exécution (avec des projets concernant uniquement des petits forages ou des constructions de puits ou même des approfondissements de puits, etc.).

3.1.3.3 - Evaluation technique et financière

Sur la base des données hydrogéologiques et des quantités d'eau à fournir, seront déterminées les caractéristiques techniques des ouvrages à exécuter et des équipements (pompage, surface).

On en déduira le coût des investissements à prévoir :

- pour les travaux (ouvrages, équipements),
- pour le contrôle technique,
- pour l'organisation de la maintenance.

On déterminera également le montant des charges récurrentes pour le fonctionnement et la maintenance qui seront en totalité ou en partie, selon le type d'équipement, à la charge des bénéficiaires du projet.

3.1.3.4 - Organisation de la maintenance

Tout projet doit prévoir l'organisation de la maintenance des équipements qui seront mis en place.

L'organisation sera élaborée dès le stade de la reconnaissance de terrain.

- pour les équipements d'exhaure manuelle :
 - . sélection de villages motivés et ayant donné leur accord pour prendre à leur charge les frais de maintenance,
 - . sélection de réparateurs à différents niveaux d'intervention, définition des modalités de formation,
 - . localisation de stoks de pièces détachées.
- pour les équipements motorisés :
 - . sélection de l'organisme qui assurera le fonctionnement et la maintenance.

3.2 - REALISATION DES PROGRAMMES

Les différentes opérations à réaliser dans le cadre des programmes d'Hydraulique Villageoise à l'issue des enquêtes villageoises préliminaires et leur enchaînement sont montrés sur la figure 14.

3.2.1 - ETUDES D'IMPLANTATION

Les études d'implantation ont pour but de déterminer avec précision la localisation des ouvrages à exécuter.

Pour avoir toutes chances d'être utilisés par les villageois, les points d'eau modernes doivent se situer à proximité immédiate des villages, tout au moins à une distance faible par rapport aux mares ou aux puits traditionnels où les conditions d'hygiène sont défavorables.

Les études à entreprendre se présentent différemment selon la nature des formations géologiques.

Les conditions les plus délicates concernent les formations du socle granito-gneissique s.l..

Les études doivent comprendre :

- une interprétation des photographies aériennes, destinée à mettre en évidence tous les linéaments pouvant correspondre à des axes de fractures et à rechercher des critères morphologiques a priori favorables sur le plan hydrogéologique ; elle aboutira au report sur Kodatrace des traits morpho-structuraux permettant une sélection de sites pour les forages ; un ordre de priorité sera établi.
- puis une reconnaissance de terrain devant aboutir, sur la base des données photographiques, à l'implantation matérielle d'un ou de plusieurs points de forage ; les emplacements seront choisis de préférence sur des pentes topographiques suffisamment marquées pour permettre un écoulement des eaux de nettoyage de la pompe et de ses abords immédiats et éviter leur stagnation et la création d'un bourbier mal drainé.

Une prospection géophysique utilisant les méthodes électriques -et éventuellement électromagnétiques- doit être envisagée dans le cas d'une demande de débit important en vue de l'adduction d'un gros village, quand le recouvrement masque les formations en place ou si les premiers forages, implantés d'après photo-interprétation, se montrent négatifs.

La méthodologie de la recherche est identique dans le cas de roches cristallophylliennes précambriennes, où la présence d'eau souterraine est également liée à l'existence de fractures et de fissures.

Par contre dans les secteurs à nappe générale contenue dans des formations sédimentaires suffisamment homogènes, l'implantation des ouvrages dépend uniquement de facteurs socio-économiques (disposition géographique du village, développement prévu, situation des infrastructures villageoises etc.), de conditions hydrogéologiques (à l'amont hydraulique, surtout dans le cas de nappe peu profonde, pour éviter des risques de pollution) et topographiques (de préférence sur des monticules, pour s'assurer d'un drainage des eaux superficielles).

3.2.2 - EXECUTION DES TRAVAUX

Les travaux doivent être exécutés dans les règles de l'art, dans les délais prévus contractuellement (et plus rapidement si possible) et au moindre coût.

Le choix des adjudicataires, Services publics ou Sociétés privées, devrait être fait selon leur aptitude à satisfaire ces trois conditions. L'attribution des marchés ne sera donc pas faite systématiquement au moins disant.

Les ouvrages d'Hydraulique Villageoise à exhaure manuelle doivent fournir en toutes saisons un minimum de 5 m³/jour (quantité requise pour l'alimentation de 250 personnes) et pendant une durée de vie garantie supérieure à 10 ans.

Ces ouvrages sont essentiellement de 2 types : les forages et les puits.

3.2.2.1 - Forages

D'une profondeur maximale de 100 m, ils sont adaptés à toutes les situations hydrogéologiques.

Leur exécution est rapide (quelques jours) et leur coût relativement peu élevé (entre 2,8 et 3,5 MFCFA en 1982 - Cf. 1.6.2.2).

Les techniques de foration sont au point dans les différentes formations géologiques. Les taux de réussite dans les conditions les plus défavorables (socle précambrien) sont supérieurs à 70 %. Les entreprises spécialisées sont nombreuses. Certaines ont actuellement une bonne expérience des conditions de travail au Niger (Cf. 2.3.3).

La seule contrainte des forages est relative à l'équipement de pompage, et plus spécialement à la maintenance des pompes.

Cette maintenance est fondamentale et si elle ne devait pas être assurée de façon certaine sur des projets, il serait indispensable -en zone sédimentaire- d'envisager l'exécution de puits plutôt que des forages.

On voit donc le caractère primordial des enquêtes préliminaires (cf. 3.1.3.1).

3.2.2.2 - Puits

Le prix de revient d'un puits est supérieur à celui d'un forage de type villageois puisque les indications de l'OFEDS donnent pour des ouvrages de 30 m des montants entre 4,2 et 6,3 MFCFA en prix 1981.

Par ailleurs, les délais d'exécution, avec les méthodes utilisées actuellement, sont très longs et souvent excessifs, puisque les travaux durent entre plusieurs mois et un an, voire davantage.

De plus, le puits n'offre pas les mêmes garanties sur le plan sanitaire que le forage, en raison des contaminations de l'eau dans le puits par les moyens de puisage (cordes, délous). Il serait indispensable de fermer l'ouvrage au niveau de la margelle et d'installer une ou plusieurs pompes manuelles, mais on retrouve ici le problème de leur maintenance.

Les puits modernes sont réalisés pour l'essentiel par l'OFEDDES (Section Puits neufs, cf. 1.3.1.2.a). De l'avis général, les constructions sont de bonne qualité technique. On ne sait pas par contre si les caractéristiques des captages répondent toujours aux spécifications contractuelles.

Etant donné les coûts de fonçage et de cuvelage, l'OFEDDES est responsable dans ses programmes de la réhabilitation des puits cimentés anciens, à cuvelage de bonne qualité, mais dénués de colonne de captage. La réhabilitation comporte la mise en place d'une colonne. La section Entretien est chargée de cette opération. Etant donné les moyens techniques importants nécessaires et les difficultés que connaît cette section (cf. 1.3.1.2.b), on peut penser que de telles actions seraient plus du ressort de la Section Puits neufs.

Une des contraintes affectant l'exécution des puits est la durée des travaux.

Une solution pour accélérer les cadences de réalisation pourrait être la mise en oeuvre d'ateliers mécanisés mobiles. En effet, en terrain sédimentaire ne présentant pas de difficultés particulières, un puits de 30 m serait foré et équipé en une semaine ; cela implique que la tenue des terrains soit telle qu'elle permette la foration en trou nu jusqu'à la nappe.

La foration est généralement réalisée en diamètre 1,50 m (ou 1,70) en vue de la mise en place d'un cuvelage constitué de buses 1,20-1,40 m (ou 1,40-1,60) en béton.

La colonne est descendue par havage ; elle se compose de buses perforées ou filtrantes 0,80-1,00 m (ou 1,10-1,30) en béton.

Comme on l'a vu en 1.3.1.2.a, un atelier de ce type va être mis en oeuvre par l'OFEDDES durant le 2ème semestre 1982.

Après une période d'adaptation au matériel et de mise au point des techniques à utiliser selon les différents types de formations géologiques, il sera possible de faire le point sur les avantages et les inconvénients de la méthode et de tirer des conclusions sur les plans technique et financier après comparaison avec les conditions actuelles d'exécution.

Il sera particulièrement utile de confronter ces enseignements avec les résultats obtenus au Sénégal sur les 2 ateliers de même type.

On peut penser que le gain de temps lors du fonçage sera considérable si les terrains sont homogènes et ont une bonne tenue.

Mais une contrainte demeure. Elle est relative au cuvelage même puisqu'il est nécessaire de fabriquer, de transporter et de mettre en place des buses en béton, particulièrement lourdes et encombrantes.

Une très grande amélioration sera apportée quand des techniques utilisant des matériaux nouveaux (PVC, fibre de verre) à résistance élevée auront été mises au point pour la fabrication à des prix compétitifs de demi-buses.

3.2.3 - CONTROLE DES TRAVAUX

Faute de moyens en personnel et en matériel, l'Administration éprouve de grosses difficultés à assurer un contrôle véritable des travaux d'Hydraulique.

Afin de se prémunir contre tout risque de malfaçon et contre toute décision technique malheureuse de la part des Entreprises, la supervision de toutes les opérations doit être permanente. C'est là une nécessité pour s'assurer la meilleure qualité et la productivité optimale des ouvrages.

Or on constate que les chantiers de puits OFEDES sont réalisés sans guère d'interventions de la D.I.H. et qu'il en est de même des forages faisant partie de petits programmes routiers ou ruraux, souvent isolés, mais qui peuvent présenter un intérêt hydrogéologique de première importance.

La situation est différente en ce qui concerne les programmes de forages d'Hydraulique villageoise pour lesquels un contrôle technique est prévu et assuré par des Bureaux d'études spécialisés qui rendent compte à l'Administration, sous forme de documents techniques et financiers (cf. tableau 8).

Le coût du contrôle est intégré dans les demandes de financement.

Des ingénieurs et techniciens nationaux de la D.I.H. participent à la supervision mais le transfert total des tâches de terrain ne pourra être envisagé que lorsque les moyens en personnel et en support logistique du Ministère permettront de suppléer effectivement les Bureaux d'études.

On notera qu'étant donné le rendement élevé des ateliers de forage, qu'il s'agisse de méthode rotary ou marteau fond-de-trou et en raison de la multiplicité des tâches inhérentes à la supervision technique et scientifique (reconnaissance des implantations, contrôle de la foration et de l'équipement, prélèvements et coupe géologique, pompages d'essai et interprétation, mesures hydrochimiques, fiches de forage, réception) il est indispensable de prévoir un contrôleur par machine.

3.2.4 - MAINTENANCE

La maintenance des ouvrages projetés doit être prévue et arrêtée dès la préparation des programmes.

Les forages villageois (à exhaure manuelle) et les ouvrages motorisés exigent des types de maintenance différents. Mais dans les deux cas, ils devraient s'appuyer sur deux principes fondamentaux :

- la participation des usagers (d'autant plus aisée qu'ils seront motivés),
- la décentralisation maximum, techniquement admissible.

3.2.4.1 - Pompes à motricité humaine

La maintenance concernant l'Hydraulique Villageoise doit pouvoir n'occasionner aucune charge récurrente de maintenance à l'Etat, à condition de prévoir :

- une sensibilisation des populations par des animateurs et l'établissement d'un contrat avec l'Administration définissant le rôle et les devoirs du village concernant l'entretien de leur pompe, en contrepartie de son installation. Les premiers programmes pourront n'équiper que des villages sélectionnés sur cette base de façon à privilégier ceux réellement motivés et disposés à prendre en charge l'entretien de leur pompe,
- une concentration géographique des programmes d'équipement de façon qu'un réseau local efficace de maintenance puisse être établi,
- un choix du matériel en fonction de son coût, mais également de sa robustesse, de sa fiabilité et de sa facilité d'entretien,

- une formation de réparateurs :

pour l'entretien courant : 2 réparateurs dans chaque village (changement des pièces d'usure ; propreté de la pompe, des abords ; entretien des superstructures),

pour l'entretien spécialisé : sélection de 2 artisans ruraux par secteur géographique correspondant à une trentaine de pompes, parmi les réparateurs de cyclomoteurs etc. (remplacement des pièces délicates).

C'est la réussite de la maintenance participative décentralisée au niveau du village qui incitera les bailleurs de fonds à financer d'autres programmes.

3.2.4.2 - Forages motorisés

Des forages motorisés peuvent être prévus dans le monde rural à différents titres :

- stations de pompage pastorales ; il en existe actuellement 49, dont le fonctionnement est à la charge de l'OFEDS,
- adductions d'eau dans les centres administratifs, gérées par l'OFEDS (dans une première phase) ou par NIGELEC (quand l'alimentation des centres en électricité est assurée),
- équipement de villages importants,
- équipement de villages affectés par une grande profondeur du plan d'eau,
- périmètres irrigués.

On a vu en 1.3.1.2.c que le Gouvernement envisageait la création d'une Société Nationale des Eaux ("Eau" Niger, 1981).

Il paraîtrait logique que cette Société soit chargée, en liaison avec les Ministères techniques et financiers de tutelle, de la programmation, du fonctionnement et de la maintenance des forages pastoraux, et des stations d'approvisionnement des centres et des villages.

Il en résulterait au niveau de l'acquisition ou du renouvellement des matériels une homogénéisation et une standardisation qui ne pourraient être que profitables à la gestion des stations.

Des forages ne seraient programmés que dans les villages où les bénéficiaires auraient marqué leur accord pour prendre à leur charge les frais de fonctionnement et d'entretien courant (surveillance, carburants, vidanges...), charge à eux de se grouper pour la collecte des fonds nécessaires.

Il en serait de même pour les stations pastorales, où l'eau est actuellement fournie gratuitement -bien qu'il s'agisse d'eau "économique"- mais on doit rappeler que le Gouvernement a décidé de privilégier l'option puits en raison des charges financières inhérentes aux forages.

Par contre, il paraît indispensable que le budget de l'Etat subvienne aux dépenses d'entretien spécialisé (réparations importantes, renouvellement des équipements).

Dans le cas de réseaux d'adduction, l'eau sera tarifée au niveau des bornes-fontaines et des compteurs en accord avec les départements ministériels concernés en fonction des subventions gouvernementales.

Le fonctionnement des stations de pompage pour irrigation doit être assuré techniquement et financièrement dans le cadre des Projets hydroagricoles qui s'assureront de la formation de mécaniciens et de la représentation sérieuse à Niamey des fabricants des matériels choisis.

Des contacts permanents seront établis à ce sujet avec les Services techniques de la SNE dès sa création.

3.2.4.3 - Responsabilités

Des obligations diverses incombent aux organismes d'animation, aux fournisseurs, aux usagers et à l'Administration.

. Organismes d'animation

Les organisme d'animation interviendront au niveau des villages qui auront marqué un intérêt particulier pour un équipement hydraulique moderne lors des enquêtes villageoises régionales effectuées préalablement.

La tâche principale sera d'abord de préciser l'information fournie pendant les enquêtes, en particulier sur les avantages (pérennité du point d'eau nouveau, fourniture d'eau en quantité, distance moindre depuis le village, qualité bactériologique), sur les contraintes matérielles (entretien du point d'eau et nettoyage des abords), sur les engagements financiers (collecte préalable de fonds, dépenses à prévoir ultérieurement pour la maintenance de la pompe et -éventuellement- son remplacement).

Des responsables techniques et des responsables financiers seront désignés. Ces derniers recevront une formation de base pour la collecte et la gestion de la contribution financière des villageois.

Le choix des responsables sera fait sur proposition du chef de village.

La conclusion des contacts avec les villageois pourrait être la signature d'un contrat entre l'Administration et le village si les conditions sont favorables.

On donne à titre indicatif en Annexe 4 un projet de contrat, préparé dans le cadre d'un Projet au Nord Sénégal pour la maintenance de 33 pompes manuelles.

Les autorités locales (responsables administratifs, encadreurs ruraux, infirmiers, instituteurs) seront associées à cette phase du projet ; après l'action des animateurs, elles assureront le bon fonctionnement matériel et financier du système envisagé.

Il est évident que les interventions décrites ci-dessus ne peuvent être envisagées que si le point d'eau à exécuter a toute chance d'être positif. Dans le cas de situation hydrogéologique délicate (socle cristallin, séries peu perméables), les travaux seront entrepris seulement si la population montre de l'intérêt pour l'ouvrage prévu et fait part de son accord pour la prise en charge financière de l'entretien de la pompe en cas de résultat positif.

. Fournisseurs

Les entreprises adjudicataires des équipements de pompage seront responsables contractuellement des points suivants :

- existence d'une représentation effective permanente dans le pays,
- formation de personnel local pour la maintenance :
 - . pour l'entretien courant : au niveau du village (2 villageois ayant quelques notions de mécanique),
 - . pour l'entretien spécialisé
 - des équipements manuels : au niveau d'artisans ruraux (2 artisans pour 30 pompes ; la fourniture de l'outillage et d'un lot de pièces d'usure est indispensable).
 - des équipements motorisés : au niveau des mécaniciens des organismes chargés de la maintenance.

- installation et mise en fonctionnement des équipements le plus rapidement possible après la livraison du point d'eau (l'exécution d'un massif de béton au niveau de la tête du forage est à la charge de l'Entreprise de forage) ; les équipements doivent comprendre une chèvre de levage installée à demeure sur le forage dans une situation la moins gênante possible pour les usagers dans le cas de choix de pompes lourdes,
- garantie - une retenue de 15 % du contrat sera faite durant 12 mois après la réception provisoire.

Les prestations devront comporter le remplacement gratuit des pièces anormalement défectueuses (défauts d'usinage ou d'installation) et la tenue d'un fichier spécifiant les caractéristiques des équipements et les interventions,

- pièces de rechange - leur approvisionnement sera obligatoire, avec pour les pompes manuelles, la mise en place d'un réseau commercial décentralisé et la tarification homogène (en accord avec la Direction intéressée) des pièces de rechange sur l'ensemble du territoire,
- remise au Service régional et à la D.I.H. des fichiers d'entretien à l'issue de la période de garantie.

. Usagers

- remise, préalable à tous travaux, d'une somme de 60 000 FCFA par le Chef de village pour les forages implantés dans des formations sédimentaires où une productivité suffisante des ouvrages est assurée ; le versement constituera une bonne garantie pour une maintenance ultérieure effective des équipements, les villageois considérant dans ces conditions la pompe comme leur bien propre ; ce versement est donc très souhaitable, mais son obligation est évidemment lié à des facteurs psychologiques et financiers locaux,
- choix, sous l'autorité du Chef de village, d'un gestionnaire des fonds à recueillir dans le village pour les frais de maintenance,
- fourniture à l'Entrepreneur, si nécessaire, de la main d'oeuvre nécessaire à la pose des équipements,
- pour les pompes manuelles
 - . exécution d'une dalle de propreté en béton et d'une clôture de protection, sous forme d'un muret en parpaings cimentés ou, à défaut, en briques de banco ; les matériaux sont fournis par le village ; un maçon est mis à disposition par l'Entreprise de forage afin de montrer aux villageois les techniques à utiliser ; la clôture est destinée à empêcher le bétail de s'approcher des installations ; le muret permet de diminuer notablement des apports de sable par le vent au niveau de la pompe.
 - . drainage des eaux ; nettoyage des abords (le lavage du linge doit se faire hors de l'enclos).

Il est impératif que la mise en place de la pompe soit réalisée après l'exécution des aménagements de surface,

- pour les équipements motorisés : réalisation d'une dalle bétonnée et d'un abri fermé pour pompe et moteur, avec l'aide d'un maçon de l'Entreprise de forage,
- choix de 2 responsables (réparations courantes, entretien, nettoyage de la dalle de propreté),
- bonne utilisation des équipements,
- prise en charge financière de la maintenance des pompes manuelles (pièces de rechange, rémunération des réparateurs) à l'issue des 12 mois de garantie et du fonctionnement (consommables) des équipements motorisés dès leur réception et de leur maintenance (pièces, réparateurs,...) après la garantie, dans le cadre d'un Comité de gestion,
- tenue des fichiers d'entretien.
 - . Administration (Services régionaux, D.I.H.)
- réception provisoire et définitive des équipements,
- relations avec les fournisseurs (installation, mise en place des réseaux commerciaux pour pièces de rechange),
- contrôle du prix de vente des pièces de rechange,
- relations avec les Comités de gestion, les responsables villageois,
- distribution des subventions de fonctionnement -dont le montant devrait décroître progressivement- pour la gestion des équipements motorisés,
- vérification sur le terrain du bon fonctionnement des équipements de pompage, de l'efficacité des différents niveaux d'intervention pour l'entretien ; analyse comparative de la fiabilité des divers modèles de pompes installées et de la facilité des réparations ; améliorations dans la conception des aménagements de surface,
- interventions aux différentes phases du projet des responsables locaux : administratifs, encadreurs, samarias, infirmiers, instituteurs qui chacun dans leur domaine propre fourniront toutes informations aux villageois pour favoriser la prise en charge communautaire des équipements et leur bonne utilisation.

3.2.4.4 - Charges récurrentes

. Entretien des puits

Les opérations consistent d'une part en des travaux de routine (réparation de margelles, de cuvelage ; curage du fond), d'autre part en des actions particulières touchant le captage (réparation de la colonne filtrante, approfondissement et pose de colonne). Les premiers travaux font partie des tâches de la Section "Entretien Puits" de l'OFEDS. Les seconds sont nettement plus délicats et demandent des moyens matériels plus importants ; actuellement à la charge de la section susnommée, les opérations pourraient être confiées à la Section "Puits neufs" (Cf. 1.3.1.2.b).

De toutes façons, le forfait de 75 000 FCFA par ouvrage par période de 3 ans en entretien courant est à actualiser.

. Entretien des forages

Les problèmes proviennent souvent de la détérioration des crépines (corrosion) donnant lieu à des venues de sable. Les interventions (remplacement des crépines) doivent être incluses dans des projets régionaux d'exécution de forages.

Il en est de même du nettoyage par air-lift des forages sur lesquels une baisse de productivité a été constatée.

. Maintenance des pompes à motricité humaine

Des enquêtes ont montré que les dépenses en moyens d'exhaure traditionnelle (cordes, poulies, seaux) s'élevaient par an à quelque 4 000 FCFA par famille, soit à 100 000 FCFA pour un village de 250 habitants (25 familles).

Or les charges d'entretien d'une pompe manuelle (largement suffisante pour les besoins de 250 habitants) sont estimées en moyenne à 75 000 FCFA par an, entre 50 000 et 100 000 FCFA selon le type de pompe ; cette somme intègre en partie ou en totalité les dépenses d'amortissement du matériel.

Cela prouve que les frais de maintenance et de remplacement peuvent être normalement pris en charge par les villageois sans supplément de dépense excessif.

On ressent d'ailleurs chez les populations ayant le bénéfice d'une eau potable, en particulier chez les femmes, un sentiment favorable à une participation financière pour l'entretien de la pompe eu égard à la qualité de l'eau fournie aux quantités mises à disposition et à la proximité du village du nouveau point d'eau par rapport aux puits traditionnels.

. Maintenance des équipements motorisés

Les charges récurrentes pour le fonctionnement des stations de pompage sont évaluées par an comme suit par l'OFEDS :

- forages pastoraux : 4,9 MFCFA par ouvrage pour 1980-81 (hors coût d'amortissement) ; ce coût moyen paraît élevé mais s'explique étant donné la dispersion et l'éloignement de certaines stations ; on note d'ailleurs qu'au Sénégal le montant estimé par la SOMH pour le même type de forage est identique,
- stations des centres administratifs : 3 MFCFA en moyenne (pouvant s'élever jusqu'à 5 MFCFA pour les centres isolés) l'unité, avec fonctionnement et entretien du réseau.

4 - SCHEMA DIRECTEUR D'UTILISATION DES EAUX SOUTERRAINES

Les pays sahéliens ont été profondément marqués par la longue période de sécheresse qui a commencé en 1968 et qui a atteint son paroxysme en 1973. Les conséquences ont été dramatiques, en particulier dans le monde rural, avec d'énormes pertes chez les éleveurs et des chutes de revenu considérables chez les agriculteurs.

L'exode rural, déjà préoccupant, s'est accéléré, causant dans la capitale de nombreux problèmes sociaux, économiques et financiers.

Le déficit dans la recharge des nappes a montré la précarité de l'équipement hydraulique de l'intérieur du pays quand la hauteur de captage des puits était insuffisante ou quand ceux-ci exploitaient des nappes à réserves limitées.

Il s'avère que la stabilisation des populations rurales ne sera obtenue que par une amélioration des conditions de vie des populations grâce à des actions de développement régionales. Dans les infrastructures à mettre en place, l'approvisionnement en eau potable constitue un élément primordial.

Une programmation rationnelle des projets ne peut être établie que sur les orientations d'un schéma directeur d'utilisation des eaux, notamment des eaux souterraines qui constituent sur la majeure partie du pays la seule ressource.

4.1 - EXPLOITATION ACTUELLE DES EAUX ET EVOLUTION DE LA DEMANDE

Les prélèvements d'eau souterraine les plus importants concernent actuellement la centrale thermique d'Anou Araren (300 m³/h) et les mines d'Arlit et d'Akoka (240 et 115 m³/h).

Les projets d'irrigation demandent des quantités d'eau autrement plus fortes. Actuellement les exploitations artisanales à l'échelle villageoise pour la production maraîchère sont assez nombreuses, mais les quantités d'eau impliquées restent faibles puisqu'elles équivaldraient à une lame de 2 mm pour une surface cultivée hypothétique de 6 ha sur 100 km².

Il n'en sera pas de même des grands projets tels Goulbi de Maradi et Tarka. Le premier verra son aménagement en 3 tranches de 500 ha, demandant chacune 6 Mm³/an, soit 685 m³/h en fictif continu. De tels projets ne peuvent être envisagés que dans des zones alluviales où la plus grande partie de la recharge provient de l'infiltration des eaux de crues.

La consommation des centres ruraux peut être évaluée actuellement à un maximum journalier de 55 à 85 l par habitant selon les centres, soit pour une population de 5 000 habitants entre 275 et 425 m³/j. On ajoutera d'éventuels besoins industriels.

A titre de comparaison, on indiquera qu'à Niamey, la consommation journalière était estimée en mars 1980 à 129 l par habitant ; l'eau est prélevée dans le fleuve Niger.

En ce qui concerne la population rurale, évaluée à 4,50 M habitants en 1977, elle atteindrait 5,02 M habitants en 1982.

On a vu en 2.1.2 que dans l'arrondissement à densité la plus élevée (Matamey) la consommation serait équivalente à une lame d'eau annuelle minime, de 0,5 mm, sur la base de 25 litres par jour par habitant. En doublant cette norme et en tenant compte de l'accroissement démographique, la lame d'eau annuelle reste inférieure à 2 mm au bout de 20 ans.

Par ailleurs, on estime que les besoins pour le cheptel ne sauraient dépasser l'équivalent d'une lame d'eau de 2 mm par an en raison du facteur limitant constitué par la raréfaction des pâturages en saison sèche.

4.2 - RESSOURCES EN EAU

Le territoire nigérien, situé en totalité en zone aride, correspond à une zone où les phénomènes d'évapotranspiration jouent un rôle prédominant.

Les effets sont particulièrement évidents quand ils vont jusqu'à créer des dépressions piézométriques comme celle située au Sud Ouest du lac Tchad où le niveau de la nappe s'abaisse jusqu'à 35 m sous le plan d'eau du lac. Elles s'observent préférentiellement dans les formations argilo-sableuses (quaternaires dans le cas précité).

Les ressources renouvelables annuelles sont donc peu importantes, entre 3 et 127 mm (cf. tableau 9), mais les plus faibles valeurs correspondent à des moyennes pour des aquifères étendus en latitude, c'est-à-dire que la recharge en zone méridionale -où se situe l'essentiel des besoins- doit être supérieure à ces valeurs et apte à répondre à la demande même à long terme.

Le problème de surexploitation ne devrait se poser que dans le cas de prélèvements importants.

Encore les prélèvements dans les réserves seraient-ils modiques comparés aux volumes d'eau des nappes libres.

Le suivi piézométrique de ces nappes apparaît néanmoins comme une nécessité.

TABLEAU 9 - RESSOURCES UTILISABLES POTENTIELLES

	RESSOURCE RENOUELABLE				RESERVE EXPLOITABLE				
	Ressource renouvelable (10 ³ m ³ /Km ²) Val. extrêmes	Surface (Km ²)	Volume ressource renouvelable naturelle (Mm ³ /an)	Lame d'eau infiltrée moy. théor. équival. (mm)	Coefficients (10 ⁻²)	Rabattem. (m)	Réserve exploitable (Mm ³ /Km ²)	Surface (Km ²)	Volume réserve exploitable (Mm ³)
FORMATIONS A NAPPE GENERALE									
.Continental terminal	0 à 50	96 100	1 220	13	1 à 8	1/3 épaisseur saturée	(0,05 à 5) 0,4 à 0,95	96 100	39 800 à 91 500
.Continental intercalaire									
-nappe libre	0 à 50	222 700	650	3	5 à 10	10	0,5 à 1	222 700	111 350 à 222 700
-nappe captive					0,1 à 0,5	100 m sous le sol	(0,04 à 0,5)	164 600	28 200 à 60 700
.Grès d'Agadez ou de Tchirezrine					0,5 à 0,8	100 m sous le sol	0,5 à 1	27 300	13 650 à 27 300
.Bassin des Koramas	50 à 200	14 850	1890	127	1 à 2,5	10	0,1 à 0,25	14 850	1 500 à 3 700
.Plioquaternaire									
-nappe libre	0 à 50	104 300	330	3	1 à 10	1/3 épaisseur saturée	(0,05 à 5) 0,25 à 0,55	104 300	27 000 à 57 500
-nappe captive					0,2 à 0,8	100 m sous le sol	0,25 à 0,5	26 000	6 500 à 13 000
AQUIFERES DISCONTINUS									
.Socle cristallin et cristallophyllien	0 à 100	127 200	340	3					

On notera par ailleurs l'existence de nappes captives étendues, en particulier celle des Grès de Tégama, dont l'exploitation n'a pratiquement pas commencé.

C'est finalement dans les formations du socle précambrein que le problème de ressources se pose, non pas au niveau des prélèvements villageois -qui restent minimes-, mais dans l'hypothèse de pompages ponctuels notables qui ne doivent donc être programmés qu'avec réserves.

4.3 - EQUIPEMENT HYDRAULIQUE DES ZONES RURALES. EVALUATION FINANCIERE

Le Niger possède quelque 17 450 villages et hameaux, parmi lesquels la moitié environ correspond à des villages administratifs.

Les points d'eau modernes sont de l'ordre de 6 000, puits cimentés dans leur très grande majorité ; on note que plus de la moitié d'entre eux ne possèdent pas de colonne de captage.

Les projets en cours de réalisation vont permettre la mise à disposition de 2 650 ouvrages nouveaux (cf. tableaux 7 et 8) :

- 1150 puits cimentés (avec colonne) dont le coût global est évalué à environ 600 MFCFA, (sur la base de 4,0 MFCFA en moyenne par ouvrage),
- 1500 forages équipés de pompes manuelles, représentant un montant de 4 900 MFCFA (soit 3,3 MFCFA par forage positif).

D'autres programmes sont plus ou moins engagés ; ils concernent :

- quelque 1500 puits cimentés,
- environ 1250 forages villageois.

Ils relèvent des prévisions 1983-1990 selon lesquelles 10 000 ouvrages sont à créer, à la cadence de 1500 par an (cf. tableau 6), pour arriver à l'objectif d'un point d'eau moderne pour 300 habitants.

La dépense annuelle en prix 1982 se situerait entre 5000 et 6000 MFCFA, soit pour la période envisagée entre 33 000 et 40 000 MFCFA.

La distribution par département des points d'eau souhaités (en fait 10500) serait la suivante :

- | | | |
|----------------|-----------------|---------------|
| - Agadez = 300 | - Maradi = 1850 | Tahova = 2500 |
| - Diffa = 250 | - Niamey = 1900 | Zinder = 2100 |
| - Dosso = 1600 | | |

4.4 - ELABORATION DU SCHEMA DIRECTEUR

D'importants projets d'équipement hydraulique sont décidés, en particulier pour le développement du secteur rural.

Il est indispensable d'en prévoir dès maintenant l'organisation ainsi que le contrôle.

De nombreuses études hydrologiques et hydrogéologiques ont été réalisées au Niger ; elles constituent une abondante documentation qui, avec les résultats des enquêtes villageoises servira de base pour l'élaboration du schéma directeur.

Ce schéma directeur se conçoit comme l'expression de la politique gouvernementale de l'eau en termes de choix d'objectifs et de réalisations concrètes à entreprendre.

Il sera préparé sous l'autorité directe de M. Le Secrétaire Général du Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement.

Son étude comprendra :

- l'analyse globale de la situation de l'hydraulique en général (eaux de surface, eaux souterraines, hydraulique urbaine et hydraulique rurale, projets en cours,...) ;
- l'évaluation des ressources en eau prouvées, possibles ou probables ;
- l'exposé des objectifs généraux de développement du secteur ;
- la synthèse des propositions de tous les départements ministériels impliquant une action dans le domaine hydraulique, en particulier en milieu rural (Agriculture, Elevage, Equipement rural, Plan, Santé,...) en soulignant les convergences et contradictions éventuelles, les incertitudes nécessitant le développement des connaissances, les précisions nécessaires ;
- des propositions d'organisation générale du développement de l'hydraulique :
 - . arbitrages nécessaires,
 - . définition des priorités,
 - . fonctionnement des structures,
- un classement, selon les priorités arrêtées, des réalisations projetées par secteur d'activité et par zone géographique en précisant les études préalables nécessaires ;
- une évaluation financière de l'ensemble des travaux et études projetés ;
- un exposé des ressources financières envisageables ;
- un programme général d'exécution, études et travaux confondus.

Cette étude nécessite une concertation étroite avec tous les organes gouvernementaux intervenant dans le domaine de l'eau de manière à éviter les rebondances en études et travaux.

4.5 - APPLICATION DU SCHEMA DIRECTEUR

La cellule chargée de l'application du plan directeur sera constituée par le Bureau d'Etudes et de Programmation. Elle s'appuiera sur une unité, le Centre de documentation, plus spécialisée dans l'exploitation et la maintenance de la documentation, en particulier celle résultant des inventaires d'hydraulique villageoise.

L'application du plan directeur comprend différentes tâches, avant et après exécution.

. Avant exécution, la programmation concernera :

- l'examen des requêtes,
- la définition détaillée des priorités parmi les besoins à satisfaire,
- la définition du contenu des travaux à entreprendre (équipements, études,...),
- l'évaluation des coûts,
- l'élaboration de programmes sectoriels ou régionaux d'exécution qui préciseront les mesures à engager pour la maintenance et l'entretien des équipements programmés,
- la préparation des demandes de financement.

La préparation des programmes se fait en concertation avec les directions spécialisées du Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement :

- DIH, à qui il revient d'assurer l'exécution,
- DRE, qui a la gestion du Centre de documentation,
- DAF, pour la partie administrative et financière des dossiers.

. Après exécution, la cellule élabore une synthèse de l'exécution de chaque programme pour en préciser le taux de réalisation effective, les difficultés rencontrées, les suites éventuelles à prévoir.

Par ailleurs, des plans de formation de personnel seront proposés.

Le centre de documentation recueille et centralise toute l'information relative aux études et travaux d'hydraulique.

En particulier, il assure l'exploitation et la maintenance des informations recueillies par les inventaires de points d'eau et les enquêtes villageoises.

La prochaine informatisation du fichier manuel de points d'eau permettra une gestion rationnelle et efficace des données enregistrées.

Des données socio-économiques pourront être mémorisées en complément des renseignements hydrogéologiques propres aux villages considérés.

L'outil créé facilitera très largement la programmation des projets par la cellule rattachée au Secrétariat Général.

La figure 15, établie par le CILSS, montre l'organisation des tâches autour du Centre de documentation (Archives) et de la cellule d'application du plan directeur (Bureau de programmation et d'études).

4.6 - MOYENS NECESSAIRES A L'ELABORATION ET A L'APPLICATION DU SCHEMA DIRECTEUR

4.6.1 - ETUDE DU SCHEMA DIRECTEUR

L'étude du schéma directeur des ressources en eau du Niger a commencé en 1981 avec l'exécution d'une première phase comportant l'analyse de la situation actuelle : ressources en eaux superficielles et en eaux souterraines et leur utilisation (BRGM-SOGREAH, 1981).

L'étude va être reprise en 1983. Elle comportera :

- l'analyse prévisionnelle du développement des activités consommatrices d'eau, la recherche d'une adéquation ressources-besoins, la présentation des options d'aménagement,
- puis la programmation des aménagements, avec des recommandations en matière de gestion des ressources et un choix et un échéancier du programme d'actions prioritaires.

Les outils de synthèse qui auront conduit au choix du schéma directeur : - programme d'allocation
- modèle de simulation économique de la programmation des aménagements futurs (EVEC)
seront transférés à l'Administration en fin d'opération en vue de leur exploitation.

BUREAU DE L'EAU - SCHEMA SIMPLIFIE

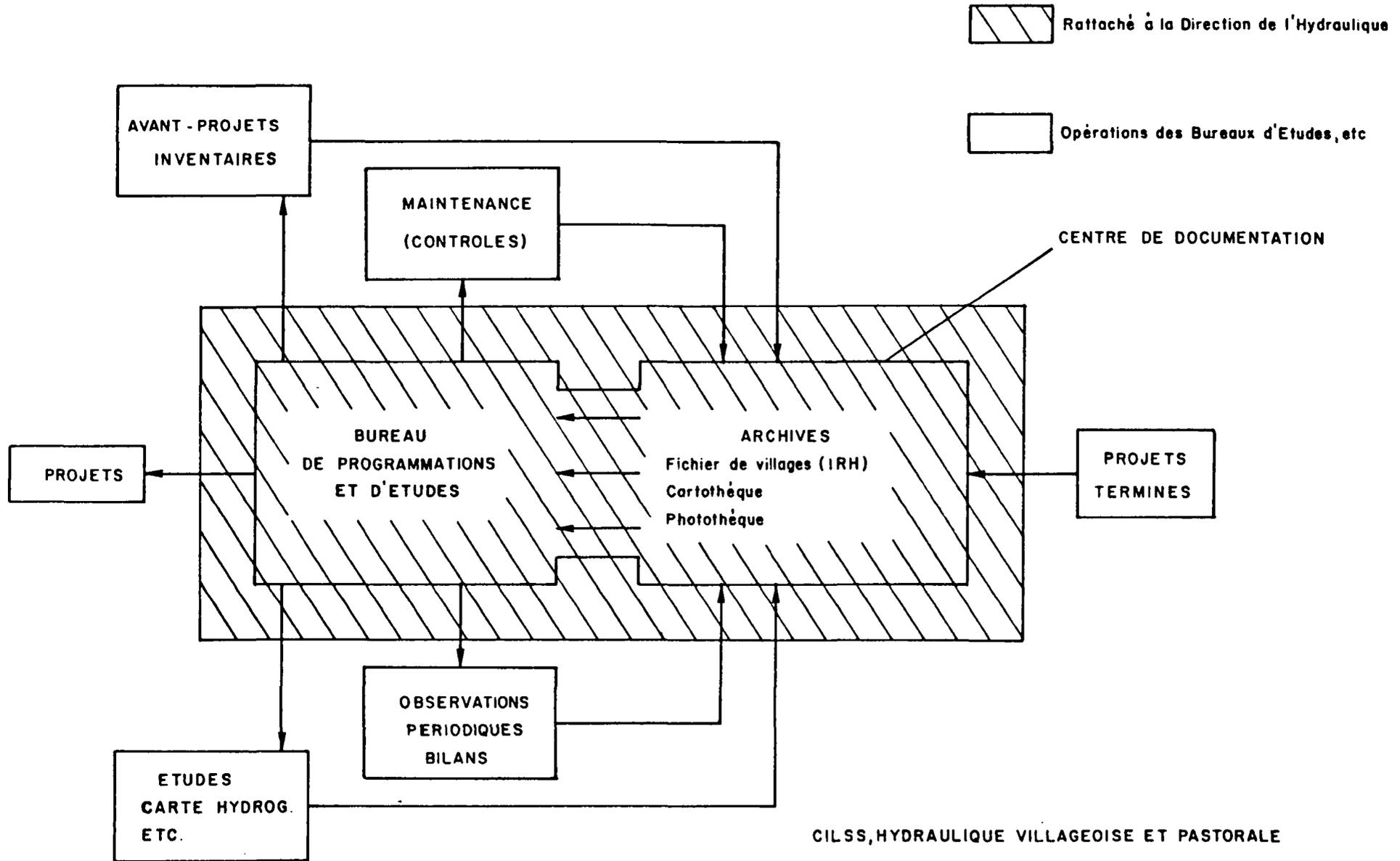


Fig. 15

4.6.2 - BUREAU D'ETUDES ET DE PROGRAMMATION (BEP)

Le Bureau d'études et de programmation commencera effectivement ses activités en 1983 avec le détachement d'un expert dans le cadre d'un Projet PNUD/BIRD de renforcement des Directions de l'Hydraulique.

L'expert sera l'animateur principal du BEP et assurera les tâches de planification et de coordination des opérations d'Hydraulique villageoise décidées par le Gouvernement sur la base des options présentées par le schéma directeur d'utilisation des eaux.

L'application du plan directeur portera sur les différents points indiqués en 4.5.

Une attention particulière sera portée à l'organisation de la maintenance des équipements de pompage.

De plus la cellule devra assurer la préparation du plan quinquennal 1986-1990.

Un ingénieur nigérien assistera l'expert durant le Projet, i.e. jusqu'à la mi 1985, période à laquelle sa formation permettra de remplacer l'expert et de prendre la responsabilité du BEP.

4.6.3 - CENTRE DE DOCUMENTATION

Le Centre de documentation constitue un des Services de la Direction des Ressources en eau qui assurera avec ses moyens propres la reconstitution d'archives complètes sur toutes les études et travaux concernant les eaux de surface et les eaux souterraines.

Une autre tâche concerne la préparation et le fonctionnement du fichier informatique de points d'eau.

La mise en oeuvre de ce fichier est en cours et la formation de 4 techniciens nationaux permettra d'assurer la continuité des opérations de collecte et de transcription à l'issue du Projet.

Au niveau de l'exploitation par contre, l'assistance technique extérieure devra être maintenue tant qu'un ingénieur expérimenté nigérien ne sera pas affecté.

4.7 - OPERATIONS ANNEXES

4.7.1 - ENQUETES VILLAGEOISES

Le but de ces enquêtes est d'estimer les besoins réels en eau des villages, actuels et à moyen terme, et de constater les conditions actuelles d'approvisionnement (quantités d'eau disponibles et qualité selon les saisons).

Les infrastructures sont inventoriées, en particulier en ce qui concerne les ouvrages de captage pour lesquels des bordereaux sont établis ; une actualisation des dossiers anciens est réalisée si nécessaire.

Des propositions d'études et de travaux prenant en compte les caractéristiques hydrogéologiques locales, sont faites en vue d'assurer aux villages une alimentation satisfaisante selon les normes adoptées par le Gouvernement.

Les enquêtes sont régionales, avec le but d'arriver à terme à une couverture complète du pays, et intéressent tous les villages au dessus d'une limite de population définie par l'Administration.

Les dossiers fournissent aux Autorités responsables des renseignements objectifs et permettent une programmation beaucoup plus rationnelle que les décisions basées sur des estimations de population qui peuvent s'avérer d'une précision relative.

4.7.2 - SUPERVISION TECHNIQUE DES TRAVAUX

La supervision technique, effectuée par des hydrogéologues expérimentés, est une garantie de bonne exécution des travaux, au moindre coût ; elle permet de s'assurer que les ouvrages présenteront une productivité optimale.

L'Administration ne dispose pour le moment ni du personnel, ni des moyens suffisants pour assurer un minimum de contrôle. On a vu que les chantiers de puits OFEDES se déroulaient pratiquement sans interventions de la DIH, même au niveau de la réception des ouvrages et que la DRE recevait rarement les données hydrogéologiques nécessaires au Centre de documentation.

Il est donc indispensable que le montant relatif aux tâches de contrôle soit inclus dans les demandes de financement.

Chaque ouvrage devra faire l'objet d'un dossier présentant toutes les données indispensables pour le fichier informatisé.

4.7.3 - SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE

Quelques nappes (Gogo, Anou Araren, mines de l'Aïr, cf. 2.1.3) font l'objet d'une surveillance piézométrique permanente.

Il n'existe pas par contre de réseau national.

Or, l'estimation des ressources exploitables des différentes nappes libres -qu'il s'agisse d'aquifères continus ou discontinus- ne sera possible que par des mesures périodiques qui permettront de mettre en évidence les mécanismes hydrauliques de recharge (infiltration efficace à partir des eaux de pluie et de ruissellement) et de perte (écoulement souterrain, reprise par évapotranspiration).

En ce qui concerne les nappes profondes (Continental intercalaire, Pliocène), la connaissance de l'évolution des pressions est une nécessité.

Le second type de données à recueillir est relatif aux effets des pompages. Il s'agit d'étudier l'influence des prélèvements importants pour déterminer s'ils sont compatibles avec la recharge, dans quelles conditions leur augmentation peut être envisagée et dans le cas de surexploitation évaluer l'évolution probable des pressions.

Les points de mesure seront constitués par des ouvrages de préférence inutilisés, sélectionnés d'après les archives IRH et vérifiés sur le terrain.

Une attention particulière sera portée au choix des points du réseau afin de s'assurer de la représentativité des mesures : nappes à contrôler, qualité technique des captages, absence de colmatage, situation hydrogéologique.

Quelques limnigraphes pourront être installés quand des conditions hydrogéologiques et logistiques favorables seront réunies : d'une part nappe libre, proximité d'un poste pluviométrique pour l'étude des relations pluies-niveau, d'autre part présence d'un centre agricole ou autre proche pour éviter tout risque de déprédation des équipements.

Dans le cadre de l'optimisation des points du réseau, il serait très souhaitable de pouvoir réaliser quelques ouvrages implantés dans des conditions optimales et destinés uniquement au suivi piézométrique.

L'exécution de ces piézomètres devrait être programmée dans les Projets de forages d'Hydraulique villageoise et il convient que les bailleurs de fonds soient sensibilisés au problème de la recharge des nappes en zone aride et de leur gestion. Les piézomètres représenteraient quelques % de l'ensemble des ouvrages de chaque projet.

4.7.4 - CONTROLE DES PRELEVEMENTS

Dans le cas de stations de pompage importantes, la surveillance piézométrique n'a de sens que si les quantités d'eau prélevées sont connues avec précision, au moyen de compteurs volumétriques, et non pas estimées à partir du nombre d'heures de pompage ou de l'approvisionnement en carburant.

Il est donc indispensable que les stations -que ce soit pour des adductions d'eau, l'alimentation du bétail ou l'irrigation- soient équipées de compteurs. Les organismes responsables assureront la mise en place des équipements et leur suivi.

La connaissance des prélèvements est de toutes façons une nécessité que l'utilisation soit humaine, pastorale ou agricole.

4.7.5 - MOYENS A METTRE EN OEUVRE POUR CES OPERATIONS

La mise en place prochaine de structures régionales permet de préciser les moyens complémentaires indispensables.

- Régions de Maradi et de Zinder

Le Projet PNUD/BIRD d'appui au Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement va permettre courant 1983, la création de 2 Directions départementales, l'une à Maradi, l'autre à Zinder.

Chacune sera placée sous la direction d'un ingénieur du Projet qui aura pour adjoint un ingénieur ou un technicien confirmé national. Des agents techniques sont également prévus.

Avec les moyens mis en oeuvre, les Directions régionales seront capables, durant la durée du Projet (approximativement 2 ans), de mener à bien ou tout au moins d'entamer largement les différentes tâches mentionnées ci-dessus :

- actualisation du fichier de points d'eau et établissement de dossiers de village pour les agglomérations visitées,
- contrôle technique des travaux réalisés sans la supervision d'un bureau d'études ; instruction de bordereaux IRH,
- choix d'ouvrages pour un réseau d'observations piézométriques ; mesures périodiques ; présentation des résultats selon le bordereau prévu à cet effet,
- vérifier le bon fonctionnement des opérations de maintenance au niveau des ouvrages (et particulier des puits) et des équipements de pompage.

Les opérations sont à mener en liaison pour les unes avec la DIH, pour les autres avec la DRE.

- Autres régions

Des moyens sont à obtenir des aides extérieures pour permettre au Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement de mener à bien des tâches indispensables.

- Enquêtes villageoises

Il existe au Niger 8300 villages administratifs et on estime à 17400 le nombre total de villages et hameaux.

Ces villages ont un nombre d'habitants très divers mais on devra attendre les résultats du recensement de 1977 pour pouvoir présenter un classement par tranches de population.

On peut penser que 15000 villages devraient faire l'objet d'un inventaire ce qui, à raison de 3 agglomérations par jour, demanderait 200 mois d'enquêteur pour assurer la couverture totale du pays.

Une opération globale paraît financièrement difficilement admissible.

Les actions devraient par contre être régionales selon les zones de projets d'équipement -à commencer par les 2 arrondissements du Projet Nord Niamey- ou les secteurs d'activité des Directions départementales (Maradi et Zinder).

Le coût des enquêtes doit être prévu dans les demandes de financement des projets.

- Supervision technique des travaux

Les cadences de travail des ateliers de forage sont maintenant telles qu'il y a lieu de prévoir le détachement d'un contrôleur par machine.

Ce contrôleur doit être un hydrogéologue confirmé. Si 2 ateliers sont mis en oeuvre, le second superviseur pourra être un technicien ayant une expérience dans les techniques de forage.

Un autre technicien sera chargé de la bonne exécution des pompages par l'unité de Servicing.

Les projets de forage doivent inclure les dépenses de contrôle.

En ce qui concerne les programmes de puits, leur exécution devraient pouvoir être suivie par les Services du Ministère.

- Surveillance piézométrique

Les opérations de surveillance piézométrique des nappes dans les départements de Maradi et de Zinder seront menées dans le cadre du Projet PNUD/BIRD.

Dans les autres régions, on devra faire appel à des financements extérieurs.

L'étude durerait 2 ans et couvrirait 2 saisons des pluies, soit d'avril 1984 à mars 1986. Elle serait confiée à un bureau d'études qui affecterait :

- un consultant qui, à la faveur de plusieurs missions et en liaison avec les responsables de la DRE, assurerait le choix des points du réseau après vérification sur le terrain, puis optimiserait le réseau selon les résultats d'un an de mesures et présenterait en fin d'opération des conclusions préliminaires sur les conditions de la recharge ; le réseau sera alors géré par la DRE,
- un technicien national, à temps plein, avec véhicule et matériel technique (dont plusieurs limnigraphes).

Pour une exécution en 1984-86, on évalue à 55 MFCFA le montant de l'opération.

- Contrôle des prélèvements

On estime que les organismes utilisateurs sont normalement responsables de la comptabilité de leurs prélèvements étant donné la nécessité pour eux-mêmes de connaître les quantités d'eau utilisées.

A titre indicatif on notera que le coût d'achat et de mise en place d'une centaine de compteurs (80 et 100 mm) en 1981 serait de l'ordre de 23 MFCFA.

Le technicien de la surveillance piézométrique pourrait assurer un contrôle des relevés des compteurs lors de ses tournées périodiques.

BIBLIOGRAPHIE

- BINET F. (1981) - Projections de la population du Niger jusqu'en 2000. Note manuscrite Nov. 1981.
- BODA (1981) - Handfoot operated water pumps for use in developping countries British Overseas Development Administration. Final report, 1981.
- BRGM (1975) - Notices explicatives des cartes de planification pour l'exploitation des eaux souterraines de l'Afrique sahélienne.
- BRGM (1976) - Alimentation en eau de la ville de Zinder. Simulation sur modèle mathématique de la nappe de Gogo, par P. UNGEMACH. Rapport 76-AGE-003-CIEH.
- BRGM (1976) - Notice explicative de la Carte de planification des Ressources en eau souterraine de l'Afrique soudano-sahélienne. Rapport 76 AGE 009. CIEH.
- BRGM (1977) - Les eaux souterraines du Sahel. Etude des ressources. Propositions d'études. Typologie des captages. Par J.R. DAUM. Juin 1977 - Club des Amis du Sahel.
- BRGM (1978) - Etudes comparatives du Projet du Goulbi de Maradi. Evaluation et gestion des ressources en eaux souterraines du système aquifère des alluvions, par G. BERNERT et NGUYEN QUANG TRAC. Rapport 78 AGE 017.
- BRGM (1978) - Liste informatique des villages officiels de la République du Niger. Classement alphabétique par arrondissement.
- BRGM (1979) - Atlas des eaux souterraines du Niger. Tome 1 (9 fascicules) : Etat des connaissances (Mai 1978), par J. GREIGERT. Tome 2 (1 fascicule) : bibliographique à la date du 30 avril 1978. Catalogue des forages sélectionnés par G. BERNERT. Référence 79 AGE 001.
- BRGM (1980) - Approvisionnement en eau de la future centrale thermique d'Anou Araren à partir de la nappe des Grès d'Agadez. Simulation de l'exploitation sur modèle mathématique, par P. BERARD et M. VANDENBEUSCH. Rapport 80 AGE 015-SONICHAR.
- BRGM (1981) - Hydraulique villageoise dans le Liptako (Niger). Exécution de 136 forages et mise en place de 110 pompes à motricité humaine par G. BERNERT. Rapport 81 AGE 001.
- BRGM-BURGEAP (1982) - Programme d'Hydraulique villageoise du Conseil de l'Entente (Première phase : 1650 forages) - Octobre 1982.
- BRGM-SCET (1978) - Etudes comparatives du Projet du Goulbi de Maradi. Evaluation et gestion des ressources en eaux souterraines du système aquifère des alluvions. Par G. BERNERT et NGUYEN QUANG TRAC. Rapport BRGM 78 AGE 017.

- BRGM - SOGREAH (1981) - Etude du schéma directeur de l'utilisation des eaux de la République du Niger. Avril 1981.
- BRGM-SOGREAH (1981) - Etude du plan de développement de l'utilisation des ressources en eau du Niger. Première phase = analyse de la situation actuelle. Tome 1 : Rapport de synthèse. Tome 2 : Ressources en eaux superficielles. Tome 3 : Ressources et utilisation des eaux souterraines. Tome 4 : Utilisation de l'eau en agriculture. Tome 5 : Annexes. Novembre 1981.
- BRGM (1983) - Les pompes à énergie humaine. Rapport à paraître en 1983.
- CIEH (1981) - Hydraulique villageoise et moyens d'exhaure par A. BENAMOUR. Juillet 1981.
- CIEH (1982) - Propositions pour l'entretien des moyens d'exhaure villageois au Niger, par le Service technique du CIEH. Février 1982.
- CIEH-CEFIGRE (1981) - L'entretien des moyens d'exhaure villageois. République du Niger. Niamey, Ouagadougou, Sophia Antipolis, septembre 1981.
- CIEPAC (1982) - Programmation des opérations d'Hydraulique villageoise. Actions d'accompagnement 1/Animation et Formation technique des villageois 2/Actions d'Education sanitaire, février 1982.
- CILSS-Club du Sahel (1979) - Etude sur le financement des charges récurrentes. Rapport de Consultant (provisoire). Le coût récurrent de projets d'Hydraulique rurale au Sénégal par M. GARRITY, 21/10/79.
- CILSS-Club du Sahel (1980) - Les dépenses récurrentes des programmes de développement des pays du Sahel. Analyse et recommandations. Groupe de travail sur les dépenses récurrentes. Août 1980.
- CILSS-Club du Sahel (1980) - Quatrième Conférence du Club du Sahel, Koweït, 16-17 novembre 1980. "Charges récurrentes au Sahel". Comment décoller (Point 3 de l'Ordre du jour). Doc. SAHEL D(80) 107.
- CILSS-OCDE Club du Sahel (1980) - Quatrième Conférence du Club du Sahel, Koweït, 16-17 novembre 1980. Hydraulique villageoise et Développement rural dans le Sahel. Réflexions et esquisse de programmation (Point 4 de l'ordre du jour). Doc.SAHEL D (80) 111. BOAD Lomé Oct. 1980.
- CILSS-OCDE Club du Sahel (1981) - Hydraulique villageoise et Développement rural dans le Sahel. Rapport de Synthèse. Document Sahel D(80)111. BOAD Lomé, novembre 1981.
- GEOHYDRAULIQUE (1978) - Programme d'Hydraulique villageoise dans les Etats du Conseil de l'Entente. Dossier Niger. Avril 1978.
- GEOHYDRAULIQUE (1979) - Programme d'Hydraulique villageoise et pastorale dans les états de la CEAO. Rapport de synthèse. Résumé du rapport de synthèse. Dossier Niger. Décembre 1979.
- IWACO B.V. (1982) - Projet d'Hydraulique villageoise. Volet puits. Mission d'évaluation 1ère tranche. Conseil de l'Entente (Abidjan). Ministère de l'Hydraulique (Niamey). Février 1982.

- LE SAHEL (1982) - Entretien des ouvrages hydrauliques. Une sensibilisation des villageois s'impose, par A. ABDOURAHMANE, 24/11/82.
- MINISTERE DES MINES ET DE L'HYDRAULIQUE - Liste informatique des agglomérations de la République du Niger. Classement alphabétique par arrondissement. Direction de l'Hydraulique. BRGM. Banque des données du sous-sol.
- MINISTERE DU PLAN - Plan quinquennal de développement économique et social 1979-1983. République du Niger.
- MINISTERE DU PLAN (1978) - Recensement général de la population 1977. Résultats provisoires. Bureau central du recensement.
- MINISTERE DU PLAN - Annuaire statistique 1978-1979. Direction de la Statistique et des Comptes nationaux.
- MINISTERE DU PLAN, MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE (1981) - "Eau" Niger 1981. Niamey 25-28 février 1981.
- NATIONS UNIES (1976) - Inventaire des points d'eau et des barrages. Projet CILSS/RAF 116-412 (mai-décembre 1976).
- SCET International (1978) - Travaux hydrogéologiques réalisés dans le périmètre d'Imouraren.
- SINTAS Ch. (1980) - Programme d'Aménagement et d'Assainissement des puits dans l'Arrondissement de Mayahi. Département de Maradi. Equipe VP Mayahi 78-80.
- WORLD BANK (1982) - Rural Water Supply Handpumps Project. Project UNDP/Global Interregional GLO 79/010 - Report n°1 March 1982.

LEGENDE DES PHOTOGRAPHIES

Quelques forages villageois dans le Liptako

- 1 - Nyalagari (130*) - 200 hab.
Implantation sur faille à proximité du village.
Profondeur totale : 31 m (aquifère à partir de 25 m ; NP = 15 m ; 15 m³/h par air lift).
Ancien puits (traditionnel) = à 800 m.

- 2 - Tambole (130) - 2 villages de 300 hab.
Implantation de 2 forages sur un filon de quartz dans une série schisteuse.
Profondeur totale : 45 m (aquifère à partir de 30 m ; NP = 17 m ; 1,3 m³/h par air-lift).

- Des campagnes de forage
utilisant des équipements adaptés aux formations à traverser, organisées, efficaces, intéressant des secteurs géographiques déterminés.

- 3 - Sondeuse SM 70 (1000*)
Dounga - Gros village de 2500 hab.
Foration 8 1/2" dans les schistes altérés, puis au marteau fond de trou 6 1/2". Equipement définitif PVC 4".
Deuxième forage en cours sur un total de 5 prévus pour le village.

- 4 - Sondeuse VPRH (1000)
Sirinierie Peulh - habitat assez dispersé
La VPRH est utilisée en rotary boue au stade de foration lors de la visite (schistes altérés).

- Des réussites indéniables
apportant une amélioration sensible des conditions de vie.

Quelques exemples :

- 5 - 6 - 7 - Tyourio (130) - 350 hab ; cheptel bovin assez important
Le village était alimenté, dans des conditions assez précaires (en quantité et qualité) par des puits traditionnels (photo 5) creusés à une certaine distance du village.

Un puits cimenté, dit puits de l'école, a été construit (photo 6) en zone alluviale (profondeur totale de 13 m) afin d'améliorer l'approvisionnement.

Un forage (photo 7) a été exécuté dans le cadre du programme 130.

Implantation sur une faille, au village même, à l'ombre d'un arbre volumineux.

Profondeur totale : 31 m ; NP = 10 m ; captage : alluvions et socle.
Les puits sont maintenant utilisés uniquement pour le bétail.

- 8 - Dyagoga (1000)
Murette en briques de banco avec une seule ouverture.
Le forage a provoqué un rapprochement des hameaux.
- 9 - Bosse Bangou (130) - 1400 hab.
Les habitants s'alimentaient au Kori Sirba, chapelet de mares pérennes, mais très polluées, situées à quelque 1500 m du village.

Ils disposent maintenant de 3 forages équipés d'hydropompes (Profondeur totale : 53 à 65 m ; NP = 19 m ; 1,7 à 6 m³/h).

L'un d'eux est utilisé pour l'irrigation d'un jardin (jardin de l'école).
- 10 - Baniguiti (1000)
Le forage est équipé de 2 hydropompes ; le remplissage des récipients se fait à l'extérieur de la clôture grâce à 2 tuyaux souples ; alimentation d'un abreuvoir en terre.

Captage au niveau de fissures du granite.

Les puits traditionnels, qui exploitent une nappe alluviale, sont utilisés pour l'abreuvement des animaux.
- Quelques imperfections dans l'entretien des équipements
- 11 - Tyahigel (130). Un village de 200 hab et des campements peulhs
Formations granodioritiques.

Profondeur totale : 70 m (aquifère à partir de 40 m ; NP = 10 m ; 0,6 m³/h).

Antibourbier seulement constitué de pierres.

Clôture en bois symbolique.

(La nature des équipements était laissée, au début de la campagne des 130 forages, au choix des villageois ; la dalle en béton et le muret en briques ont dû être imposés par la suite).
- 12 - Tambole (130)
Segments de la pompe usée, après 3 mois d'utilisation seulement ; nettoyage à l'eau du pourtour de la pompe insuffisant.

Mur de clôture détruit et non reconstruit.

13 -

Alambaré (1000)

Forage captant le granite fissuré.

Equipement avec 2 hydrompompes dans le même forage.

Superstructure élevée (anneau de puits OFEDES).

Clôture très légère : piquets en bois et fil de fer.

Un "abreuvoir", rempli de détritrus divers.

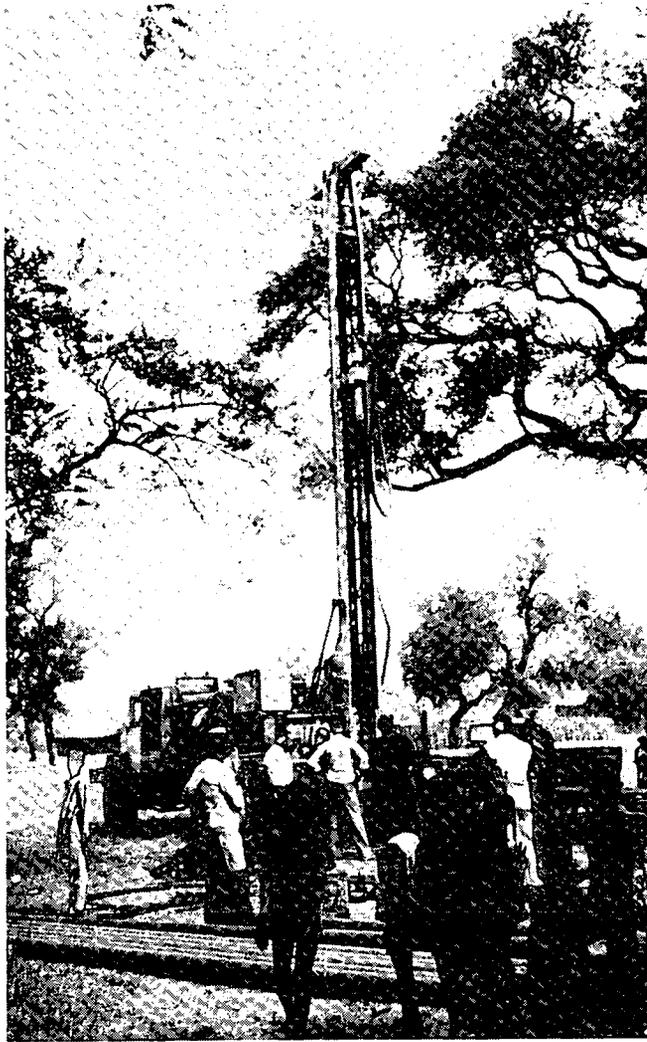
*Programmes	Régions	Travaux/ financement	Pompes	Contrôle technique/ financement
130 forages	Liptako	Intrafor Cofor FORACO/CCCE	terminé Mengin (Vergnet)	BRGM/FAC
1000 forages	Liptako Maradi Zinder	FORACO/ banques	en cours "	BRGM/CCCE



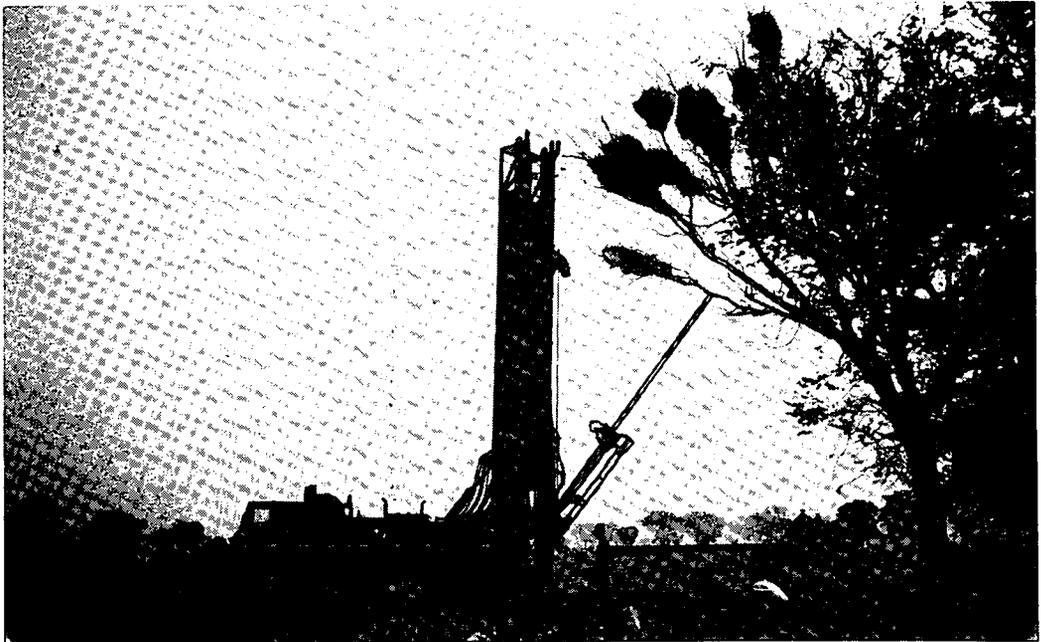
1



2



3



4



5



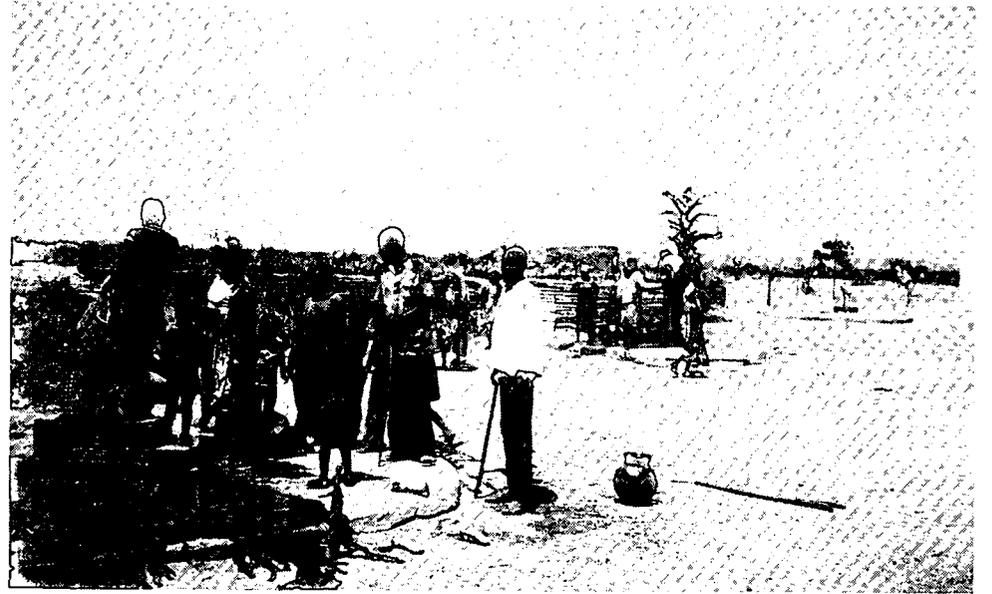
6



7



8



9



10



11



12



13

ANNEXE 1

TERMES DE REFERENCE. HYDRAULIQUE VILLAGEOISE

CILSS. CLUB DU SAHEL. AVRIL 1981

Hydraulique Villageoise et Pastorale

TERMES DE REFERENCE

POUR LE PROJET D'APPUI AUX DIRECTIONS NATIONALES
DE L'HYDRAULIQUE DANS LES PAYS MEMBRES DU CILSS
POUR LA MISE EN PLACE D'UNE GESTION RATIONNELLE
DE L'EAU

Première phase : Hydraulique Villageoise

Projet financé par la Commission des Communautés
Européennes (FED) et par le Ministère de la
Coopération Française (FAC).

. Ouagadougou, Avril 1981

APPUI AUX SERVICES NATIONAUX DE L'HYDRAULIQUE

TERMES DE REFERENCE

PREAMBULE

L'objectif de cette opération est de proposer aux responsables nationaux de l'hydraulique des pays membres du CILSS, un schéma directeur pour la programmation des ouvrages d'hydraulique villageoise.

Ce projet permettra :

- d'identifier les problèmes qui se posent dans chacun des pays,
- d'améliorer la capacité de programmation des services nationaux,
- de proposer différentes solutions pour le choix des équipements et l'organisation de leur entretien.

Les consultants devront travailler en étroite collaboration avec les services nationaux afin d'assurer la meilleure application possible des recommandations qui seront formulées à la suite du projet.

Les recommandations générales et celles spécifiques à chaque pays seront formulées sur la base de l'analyse détaillée de la situation actuelle.

Pour chacun des pays l'étude comportera quatre grandes parties :

1. - Analyse de la situation actuelle.
2. - Analyse des besoins - Ressources.
3. - Bases de la programmation.
4. - Schéma directeur d'utilisation des eaux souterraines, programmation.

1. Analyse de la situation actuelle

Cette analyse portera sur les points suivants :

- 1.1. Population : recensement, répartition des villages par classes en fonction du nombre d'habitants, taux de croissance, densité.
- 1.2. Situation de l'hydraulique villageoise : réalisations, nombre et types de points d'eau en service, état de l'inventaire.

Situation du projet IRH, CILSS/RAF/116.412 : il faudra procéder à une mise au point complémentaire des documents de ce projet en vue d'une meilleure sensibilisation des donateurs.

- 1.3. Evaluation des réalisations : l'analyse portera sur l'observation d'un nombre suffisant de points d'eau se rattachant à 2 ou 3 programmes distincts ou, dans une zone homogène sur l'ensemble des réalisations.

Pour ces projets on étudiera notamment :

- le cadre et la conception des projets réalisés.
- les objectifs des études et programmes mis en oeuvre.
- les conditions d'utilisation et de fonctionnement ainsi que l'état des installations (entretien). Des enquêtes spécifiques seront menées sur le terrain sur le plus grand nombre de réalisation qu'il sera possible de visiter dans les délais impartis à la mission.

- l'adaptation des projets aux besoins et aux capacités techniques et financières des populations concernées.
- les modalités de réalisation des ouvrages : critères d'implantation, méthodes et techniques de réalisation, contrôle technique, participation de la population, etc...
- les actions d'accompagnement : éducation sanitaire, formation à l'entretien, etc...
- les consommations réelles (besoins domestiques, petit bétail, utilisations diverses).
- les aspects économiques, coût des ouvrages, coût des études.

Tous ces éléments devront permettre de réajuster les critères de programmation.

1.4. Etat des connaissances hydrogéologiques.

Contraintes géologiques.

1.5. Cadre administratif.

Structures des services au niveau de :

- la conception et la programmation
- du contrôle technique
- des réalisations
- des attributions

Analyse des contraintes.

2. Analyse des besoins, ressources

2.1. Hydrogéologie

Aquifères, continus, discontinus

Capacités des ouvrages

Aquifères adaptés à l'hydraulique villageoise (cartographie)

Zones pauvres en eau souterraine : possibilités d'approvisionnement par petits barrages.

2.2. Les perspectives à court terme

- Réalisation en cours
- Programmes engagés
- Réaménagements possibles.

2.3. Perspectives à moyen terme

- Programmes envisagés
- Financements.

2.4. Les capacités de réalisations en points d'eau

- Services publics
- Sociétés privées
- Moyens humains et matériels.

2.5. Mise en évidence des lacunes dans l'équipement du territoire

3. Bases de la programmation

3.1. Définition des critères

- Différentes approches de la programmation
- Population (habitat, densité, etc...)
- Consommation.

3.2. Moyens nécessaires confrontés aux capacités nationales

- Besoins
- Personnel, examen de l'effectif disponible et nécessaire dans les services nationaux pour la gestion et l'exploitation des ressources en eau
- Matériel
- Financiers
- Formation.

3.3. Options politiques

- Participation et formation villageoise (conception, exécution, entretien)
- Réalisation des ouvrages (service public ou privé)
- Rôle de l'administration
- Entretien des installations
- Actions d'accompagnement.

4. Schéma directeur d'utilisation des eaux souterraines, programmation, gestion

Sur la base des éléments recueillis et en fonction des différentes options il sera proposé pour chaque pays :

- des objectifs à court, moyen et long terme comportant notamment une évaluation du coût de réalisation des ouvrages et des charges récurrentes. Un système de surveillance des eaux souterraines devra être élaboré pour qu'en particulier les nappes sollicitées fassent l'objet de mesures périodiques. Différents modèles d'organisation, adaptés aux conditions particulières de chacun des pays, pourraient être proposés.

ANNEXE 2

- BORDEREAUX IRH.
- BORDEREAU COMMUNE.
- BORDEREAUX IRH n° 1, 2, 3, 4.

COMMUNE
(ou Zone Pastorale)

TYPE CODE

Departement : _____

No Departement :

Arrondissement : _____

No Arrondissement :

Canton : _____

No Canton :

NOM : _____

Nom figurant sur : _____
la carte topoX(long) : Y (lat) : POPULATION : Observée le:/..../.... Source :

RÉPUBLIQUE DU NIGER

MINISTÈRE DES MINES ET DE L'HYDRAULIQUE

DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE

INVENTAIRE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

Bordereau COMMUNE

IDENTIFICATION

Annexe 2

INDICE DE
CLASSEMENT

21 10800 /

N° IRH

16096

SUJET DU DOSSIER

HYDROGÉOLOGIE

OBJET DU DOSSIER

FORAGE

Observation par

ZUNINØ

DATE

29/12/1980

Autre archivage :

origine

numéro

LOCALISATION

X (long)

13° 36' 40"

PRÉCISION

Y (lat)

13° 19' 00"

D

Désignation ouvrage

DIFFA VILLE

Z

(sol)

m

Département

DIFFA

N° DÉPARTEMENT

2

Arrondissement

DIFFA

N° ARRONDISSEMENT

21

Canton

KOMADOGOU

Ville ou village

DIFFA

POPULATION

Nom figurant sur
la carte topo.

DIFA

Adresse

Nom de la carte topo

MAINE - SOROA

N° 1/200.000

118

COUPURE 1/50.000

11

n° IGN

ND 33 VII

ENVIRONNEMENT

Bassin versant

CODE-BASSIN

MORPHOLOGIE

DOCUMENTATION

NON MÉMORISÉE

COUPE - TECHNIQUE, POMPAGE - ESSAI, PLAN - SITUATION,
DEVELOPPEMENT

Observations

Coupure IRH

n° IGN

ND 33 VII

code

B

Instruit par

ALKALI

LE : 13/01/1981

RÉPUBLIQUE DU NIGER

MINISTÈRE DES MINES ET DE L'HYDRAULIQUE

INVENTAIRE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE

Bordereau IRH n° 1

CARACTÉRISTIQUES ADMINISTRATIVES

INDICE DE CLASSEMENT 21 10800 / ...

OBJET DU DOSSIER : FORAGE

N° IRH 16096

RÉALISATION DU : 00/11/1980 AU : 15/12/1980

DATE DE RÉCEPTION : .../.../...
n° p.v. de réception :

FINALITÉ : AEP

FINANCEMENT : FNI

n° de marché : .../.../...

Maître d'œuvre : MINISTÈRE HYDRAULIQUE

Propriétaire ou exploitant : NIGELEC

Entrepreneur : ØFEDES

DESCRIPTION DU CAPTAGE

PROFONDEUR D'INVESTIGATION : 0355.00 m Pour les plans d'eau → SUPERFICIE : ha

MODE EXÉCUTION : FLUIDE :

ÉTAT DU CAPTAGE : BØN

TYPE DE CAPTAGE : COMPLET PARTIEL

LE CAPTAGE EST-IL PÉRENNE ? OUI NON

LE CAPTAGE EST-IL UTILISABLE ? OUI NON

LES BESOINS SONT-ILS SATISFAITS ? OUI NON

LE CAPTAGE EST-IL UTILISÉ ? OUI NON

DESCRIPTION AQUIFÈRE 1

DESCRIPTION AQUIFÈRE 2

NOM	TYPE	FACIES

Crépine TYPE DE CRÉPINE : JØHNSØN
POSITION : DE 0301.24 m A 0331.74 m
HAUTEUR UTILE : 030.5 m

Paroi TYPE DE PAROI : TUBE - METAL
Ø OUVERTURE : mm ou 06 / pouces
Ø CHAMBRE DE POMPAGE : mm ou .. / pouces

PROFONDEUR D'ÉQUIPEMENT : 0331.74
CIMENTATION : DE 0000.0 m A 0075.0 m

MASSIF FILTRANT : OUI NON

DÉBIT CONSEILLÉ : 030.00 m³/h

DÉBIT GARANTI : m³/h

GRANULOMÉTRIE : 01.0/03.0 mm

POMPAGE D'ESSAI

DÉBIT MAX DÉVELOPPEMENT : 028.30 m³/h

DATE DU POMPAGE D'ESSAI : 14/12/1980

DURÉE DESCENTE : 020 h 30 mn

DURÉE REMONTÉE : ... h ... mn

PROFONDEUR DE L'EAU AU REPOS PAR RAPPORT AU REPÈRE : -004.00 m

	DÉBIT Q (m³/h)	DURÉE t (h-mn)	RABATTEMENT s (en m)
paliers	1 <u>008.50</u>	<u>00</u> / <u>30</u>	<u>010.91</u>
	2 <u>018.80</u>	<u>01</u> / <u>00</u>	<u>030.57</u>
	3 <u>028.30</u>	<u>..</u> / <u>..</u>	<u>053.45</u>

Aspect de l'eau : CLAIR RÉSISTIVITÉ (Ω.cm)

CARACTÉRISTIQUES : T = ... 10⁻... S = ... 10⁻...

Q/s = m³/h/m après 3 heures

TEMPÉRATURES

AIR : .. °

EAU : .. °

Observations :

ANNEXE 3

REPUBLIQUE GABONAISE. DOSSIER DE VILLAGE

VILLAGE DE

Nom sur carte :

- Province :
- Département :
- District :
- Canton :

Chef-lieu :
Préfecture :
Sous-préfecture :

Coordonnées x =
y =
z =

Ethnie :
Chef de village :
H.

Situation
- carte 1/200 000 :
numéro :
édition :
code :
- photographie aérienne n°

Accès :

Caractéristiques principales du village :

	A	B	C
- catégorie :	< 250 hab	250 - 500 hab	> 500 hab
- type d'habitat :	concentré	étiré	dispersé
- infrastructure :	école	dispensaire	gendarmerie
- activités principales :			
- alimentation actuelle en eau de boisson :		eau de surface sources puits	eau de pluie trous d'eau forages

Travaux à prévoir :

1 - DONNEES ECONOMIQUES

situation actuelle

développements prévus

Habitants :
Bétail grand :
petit :
Marché couvert :
Ecole : cycle instituteur élèves
Centre médical : dispensaire infirmier
hôpital médecin
Gendarmerie :
Centre d'agriculture :
Artisanat, industrie :
Cultures irriguées :
Cultures traditionnelles :
Jardins :
Divers :

Renseignements fournis par H.

2 - RESSOURCES EN EAU ACTUELLES

Données hydrologiques et géologiques générales :

Bassin hydrologique :
sous bassins :
Géologie :

2.1 Eau de surface

Nature et nom :
Largeur du lit :
Hauteur d'eau :
Variations annuelles de hauteur d'eau :
Vitesse maximale en surface :
Qualité de l'eau :
- couleur, propreté
- température :
- résistivité (ohm.cm à 25°C) :
- conductivité (micromho/cm à 25°C) :
- analyse chimique :

Points de prélèvement et d'utilisation :
Utilisation :
Aménagement :
Chûte d'eau :

2.2 Sources *

Contexte hydrogéologique :

Type et nombre - dépression :
- déversement :
- jaillissant :
- trop plein :

Niveau par rapport au village :

Débit :

. variations annuelles :

Qualité de l'eau :

. couleur, aspect :
. température :
. résistivité (ohm.cm à 25°C) :
. conductivité (micromho/cm à 25°C) :
. analyse chimique :

Points de prélèvement et d'utilisation :

Utilisation :

Aménagement :

Chute d'eau :

2.3 Ouvrages exploitant des eaux souterraines *

Aquifère exploité :

Nature et nombre . trou d'eau :
. puits :
. forage :

Profondeur totale :

Profondeur du plan d'eau :

Qualité de l'eau :

. couleur, aspect :
. température :
. résistivité (ohm.cm à 25°C) :
. conductivité (micromho/cm à 25°C) :
. analyse chimique :

Type d'exhaure, équipement :

Débit d'exploitation :

Utilisation :

Réseau de distribution :

Observations complémentaires :

* pour les points d'eau numérotés voir les fiches correspondantes

3 - RECAPITULATION DES BESOINS ET DES RESSOURCES EN EAU

3.1 Besoins en eau potable

	Besoins actuels	Besoins futurs (moyen terme)
- habitants (25l/j/hab) :		
- école :		
- marché :		
- centre médical :		
- divers :		
TOTAL :	m ³ /j	m ³ /j
SOIT *	m ³ /h - l/s	SOIT * m ³ /h - l/s

* pour 10h d'exhaure par jour

3.2 Utilisation actuelle

	Nombre de points de prélèvement et d'utilisation	Prélèvements pour eau de boisson
- eau de pluie :		
- eau de surface :		
- sources :		
- eaux souterraines :		
TOTAL :		m ³ /j

3.3 Conclusions

4 - TRAVAUX A REALISER

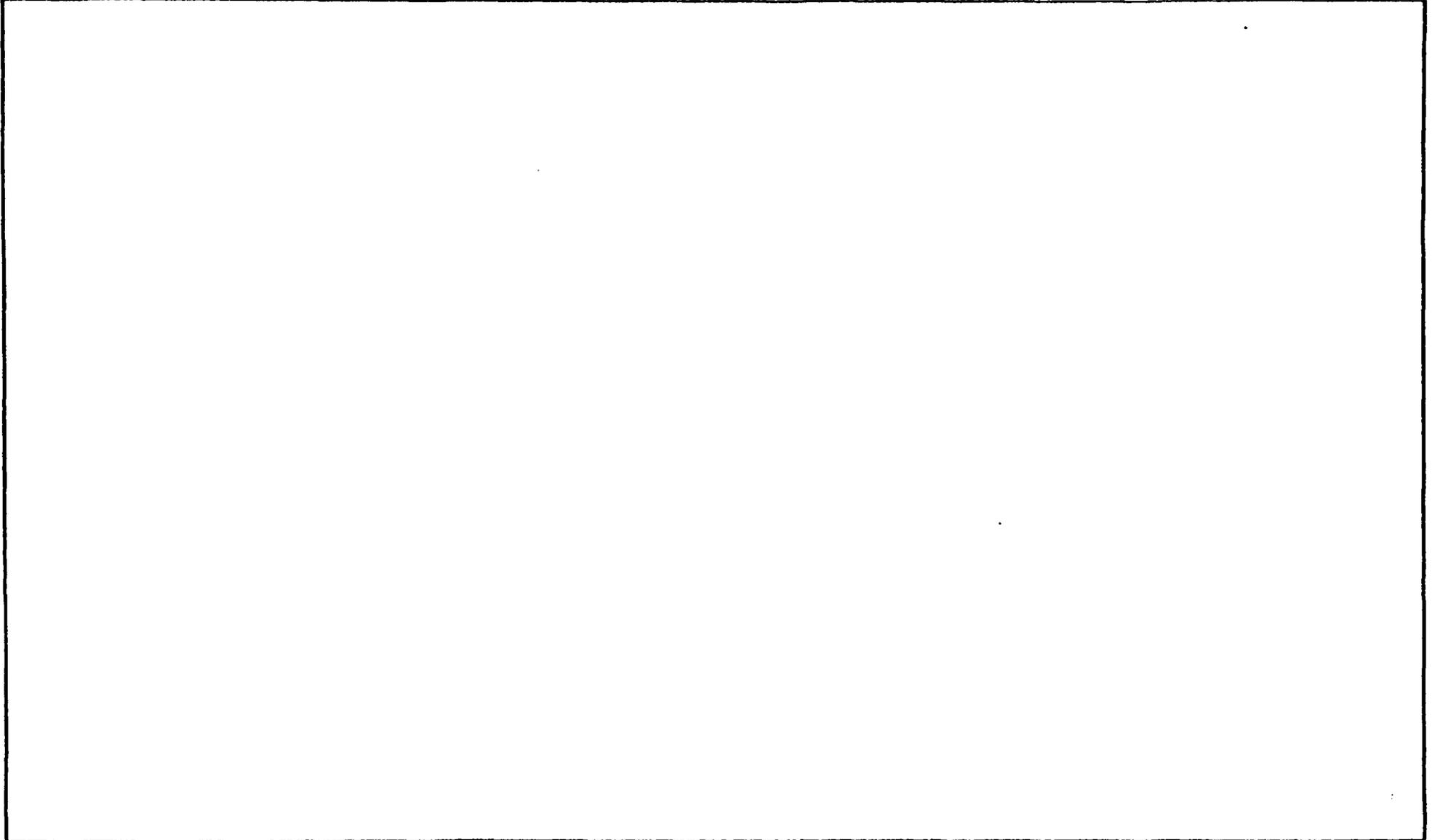
- aquifère à exploiter :
- travaux :
 - . géophysique (prospection électrique) :
 - . forage

VILLAGE de: _____

Province : _____
Département : _____
District : _____
Canton : _____

Situation : _____
Carte 1/200 000 : _____
Code : _____

PLAN DE SITUATION



Plan établi le : ___ / ___ / ___ par M^r : _____ (B.R.G.M.)

ANNEXE 4

PROJET DE CONTRAT

MAINTENANCE DES POMPES

C O N T R A T

ENTRE

le Gouvernement du Sénégal, représenté par le Ministre de l'Hydraulique, ci-dessous désigné par "l'Administration"

d'une part,

ET

le village de (Communauté Rurale de
, Département de)

représenté par M , Chef du Village, ci-dessous désigné
par "le Village"

d'autre part

ARTICLE 1 - OBJET DU CONTRAT

- la création de point (s) d'eau garantissant un débit correspondant aux capacités de pompe (s) à énergie humaine, installée (s) et remise (s) au Village, à charge pour celui-ci d'en assurer le fonctionnement, l'entretien courant, et de prendre en charge les frais de réparation.

ARTICLE 2 - CONDITIONS FINANCIERES

Le village s'engage à collecter une somme de SOIXANTE MILLE FRANCS CFA (60.000 F.CFA) et à la verser à un compte BNDS au nom du chef du village et du Sous-Préfet avec double signature. Dans un délai d'un mois au plus tard, il devra justifier du versement. Cette somme constituera une provision pour les coûts des réparations (pièces et maintenance) et l'amorce d'une caisse de renouvellement. Celle-ci devra être régulièrement alimentée chaque année, de sorte que le moment venu, le remplacement de la pompe puisse être programmé et ainsi financé.

Ce dépôt sera le préalable au démarrage de toute action telle que décrite à l'Article 3.

L'inobservation de cette clause dans les délais impartis entraînera de facto le doublement du plafond prévu à l'Article 4, paragraphe 5a. Au bout de 3 mois, le village pourra être supprimé du programme envisagé au profit d'un autre, si à défaut de compte ouvert, il ne peut prouver la collecte de cette somme.

./.

ARTICLE 3 - DEVOIRS DE L'ADMINISTRATION

- Si aucun point d'eau existant dans le village ne se prête à l'installation d'une pompe, l'Administration fera exécuter un tel ouvrage (puits ou forage) garantissant en toute saison au débit de 2 m³/h (environ 100 fûts par jour).
- l'Administration fera installer une pompe à énergie humaine, et fera former, à cette occasion, un responsable du village à la pose et l'entretien courant, en lui laissant un minimum d'outillage.
- l'Administration organisera la formation spécialisée de réparateurs agréés qui seront présentés au village et dont les adresses seront communiquées. Le village aura le choix de son réparateur.
- Avant un an, l'Administration indiquera au village où s'approvisionner en pièces de rechange.

ARTICLE 4 - DEVOIRS DU VILLAGE

- 1/ Au cours de la réalisation du point d'eau et de la pose de la pompe, le Village fournira à l'entrepreneur la main-d'oeuvre nécessaire.
- 2/ Après réalisation de l'ouvrage et avant la pose de la pompe, le Village réalisera un antibourbier et une barrière de protection selon les directives données (fourniture des matériaux et de la main-d'oeuvre).
- 3/ Le village désigne en la personne de Monsieur
(remplaçant : Monsieur) le responsable du bon fonctionnement et de l'entretien courant de la (des) pompe (s).
Il sera chargé :
 - de tenir les clés des cadenas si le village juge utile de régler les temps d'utilisation de la (des) pompe (s)
 - de surveiller la bonne utilisation de la pompe et prévenir les fausses manoeuvres
 - de procéder à l'entretien courant : serrages périodiques des boulons de fixations, graissages, changements des pièces d'usures accessibles, réfection de la clôture, etc ...
- 4/ Le village désignera en la personne de Madame
(remplaçant : Madame) la responsable de la propreté du (des) point (s) d'eau : elle sera chargée de nettoyer chaque jour le trottoir, de désherber l'antibourbier et de veiller à la bonne évacuation des eaux usées.

5) Dès la mise en place de ^{la} (des) pompes (s), le village prendra à sa charge les réparations nécessaires, selon les modalités suivantes :

a) pendant la première année de fonctionnement :

- les remplacements de pièces défectueuses par vices de fabrication ou d'installation seront gratuites
- pour toute autre intervention : remplacement des pièces d'usure normale, réparation et remplacement de pièces cassées par des fausses manoeuvres ou destructions, le village devra justifier d'un versement, pour chaque intervention, d'une somme plafonnée à

CFA :

- soit sur le compte BNDS du village (défini à l'article 2)
- soit directement au réparateur, dépositaire de ces pièces.

b) Pour les années ultérieures, le village s'acquittera directement auprès des détaillants de pièces et des réparateurs, des frais de réparations (pièces, main-d'oeuvre et déplacements).

ARTICLE 5 -

Pour toutes questions relatives à cette action, le village s'adressera au Service Régional de l'Hydraulique de _____, soit directement soit par l'intermédiaire de la Sous-Préfecture de _____, qui transmettra aux Autorités compétentes avec ampliations à la Direction de l'Entretien et de la Maintenance.

Le

Le Ministre de l'Hydraulique
et par délégation

Le Chef du Village

Visa du Représentant de
l'Administration

Copies : Sous-Préfecture de
Service Régional de l'Hydraulique de

REPARTITION DE LA POPULATION (Novembre 1977)

- +++++ frontieres nationales
- - - - - limites des départements
- limites des arrondissements
- capitale
- ⊙ chef-lieu de département
- chef-lieu d'arrondissement

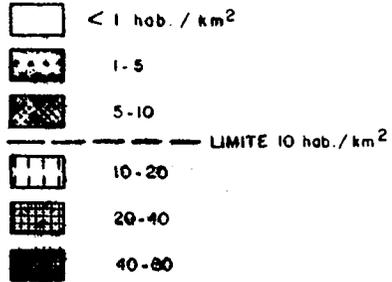
ENSEMBLE DU TERRITOIRE $\frac{5100\ 000\ \text{hab}}{1\ 166\ 000\ \text{km}^2}$

DENSITE $4,4\ \text{hab./km}^2$

CARACTERISTIQUES
PAR DEPARTEMENT

TAMBOUA

DENSITE PAR ARRONDISSEMENTS



NIAMEY
 $\frac{1\ 171\ 700\ \text{hab}}{90\ 070\ \text{km}^2} = 13,0$

TAMBOUA
 $\frac{994\ 600\ \text{hab}}{106\ 580\ \text{km}^2} = 9,3$

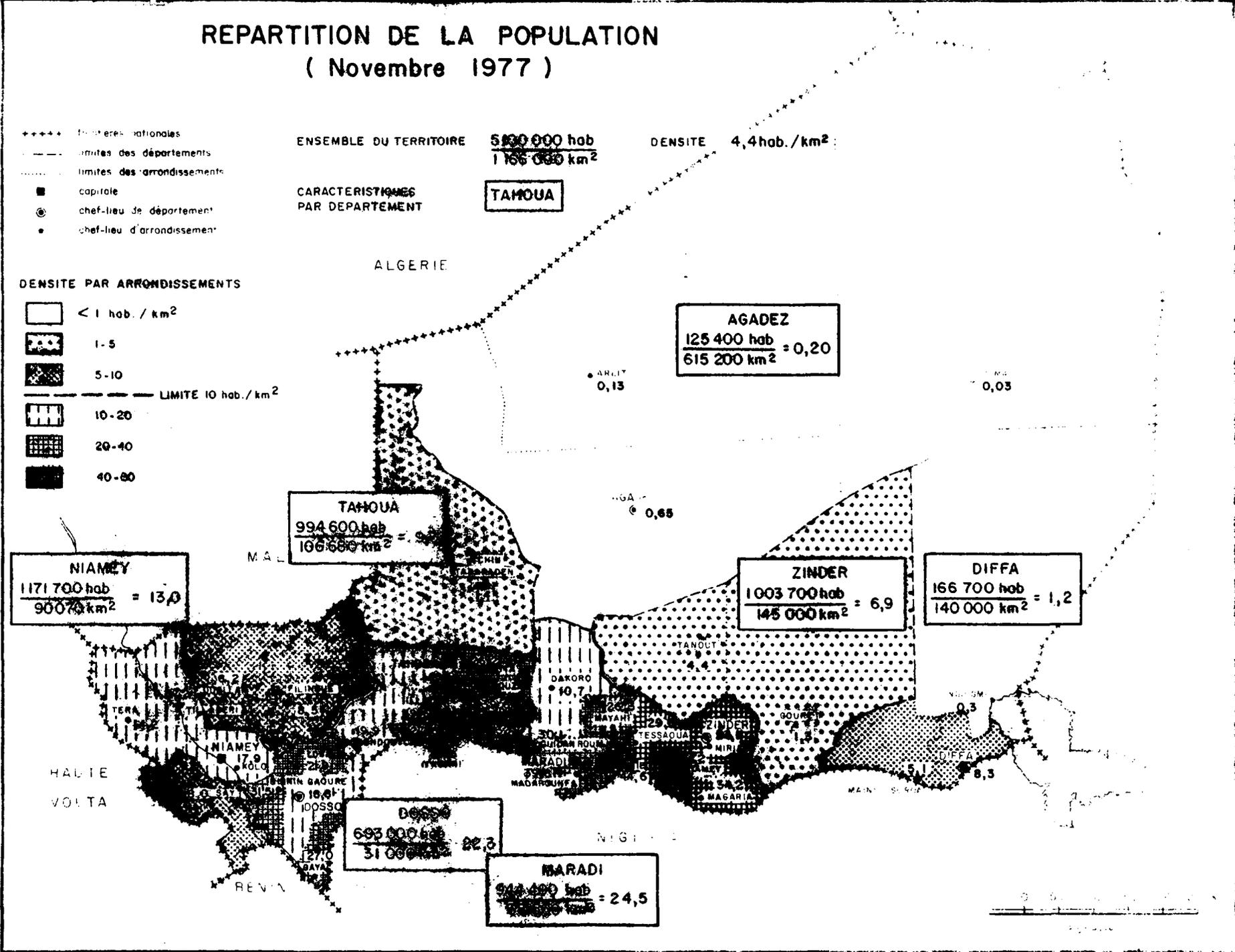
AGADEF
 $\frac{125\ 400\ \text{hab}}{615\ 200\ \text{km}^2} = 0,20$

ZINDER
 $\frac{1\ 003\ 700\ \text{hab}}{145\ 000\ \text{km}^2} = 6,9$

DIFFA
 $\frac{166\ 700\ \text{hab}}{140\ 000\ \text{km}^2} = 1,2$

BOSSO
 $\frac{693\ 000\ \text{hab}}{31\ 000\ \text{km}^2} = 22,3$

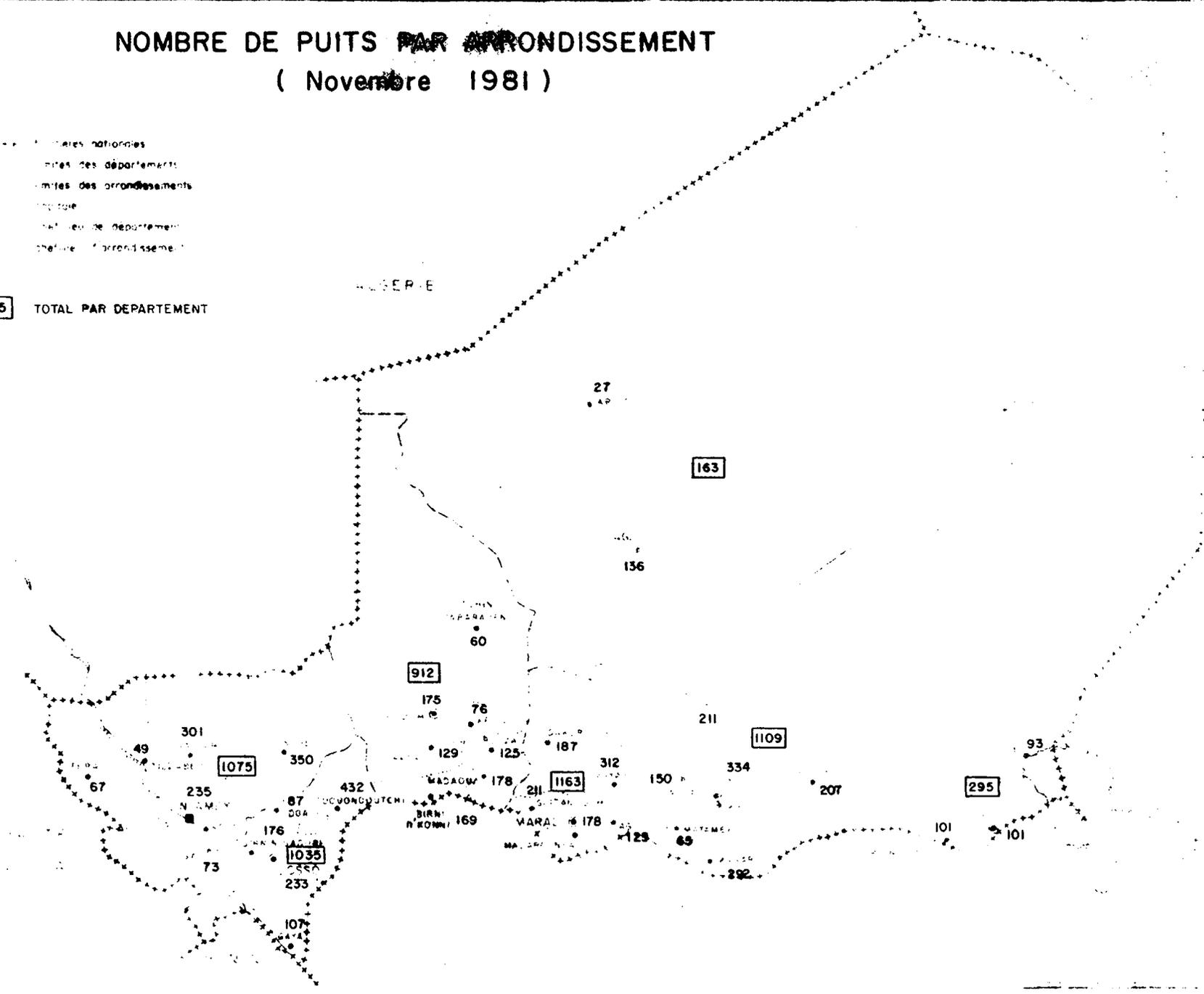
MARADI
 $\frac{944\ 400\ \text{hab}}{38\ 500\ \text{km}^2} = 24,5$



NOMBRE DE PUIITS PAR ARRONDISSEMENT (Novembre 1981)

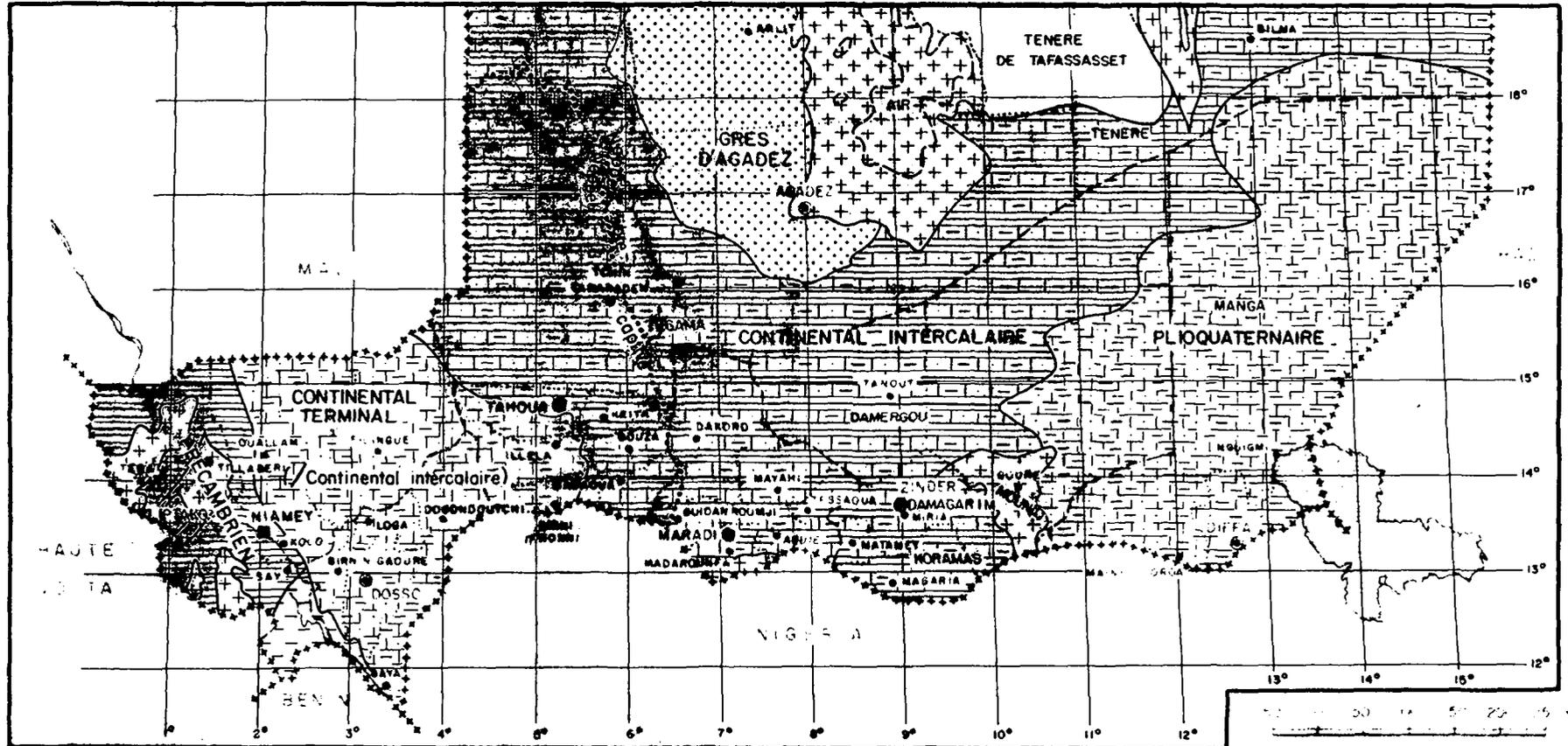
- Frontières nationales
- Limites des départements
- Limites des arrondissements
- Capitale
- Chef-lieu de département
- Chef-lieu d'arrondissement

1075 TOTAL PAR DEPARTEMENT



LES PRINCIPAUX AQUIFERES DE LA MOITIE MERIDIONALE DU NIGER

- +++++ frontieres nationales
- limites des départements
- limites des arrondissements
- capitale
- chef-lieu de département
- chef-lieu d'arrondissement



MINERALISATION EXCESSIVE DES EAUX

- frontières nationales
- - - limites des départements
- - - limites des arrondissements
- capitale
- chef-lieu de département
- chef lieu d'arrondissement

RESIDU SEC SUPERIEUR > 1g/l

DANS LA NAPPE PHREATIQUE
 DANS LA NAPPE DES GRES DU CONTINENTAL INTERCALAIRE

