部内資料

ニジェール・プロジェクト形成調査
（地下水開発）
報　告　書

平成元年11月

国際協力事業団
無償資金協力業務部

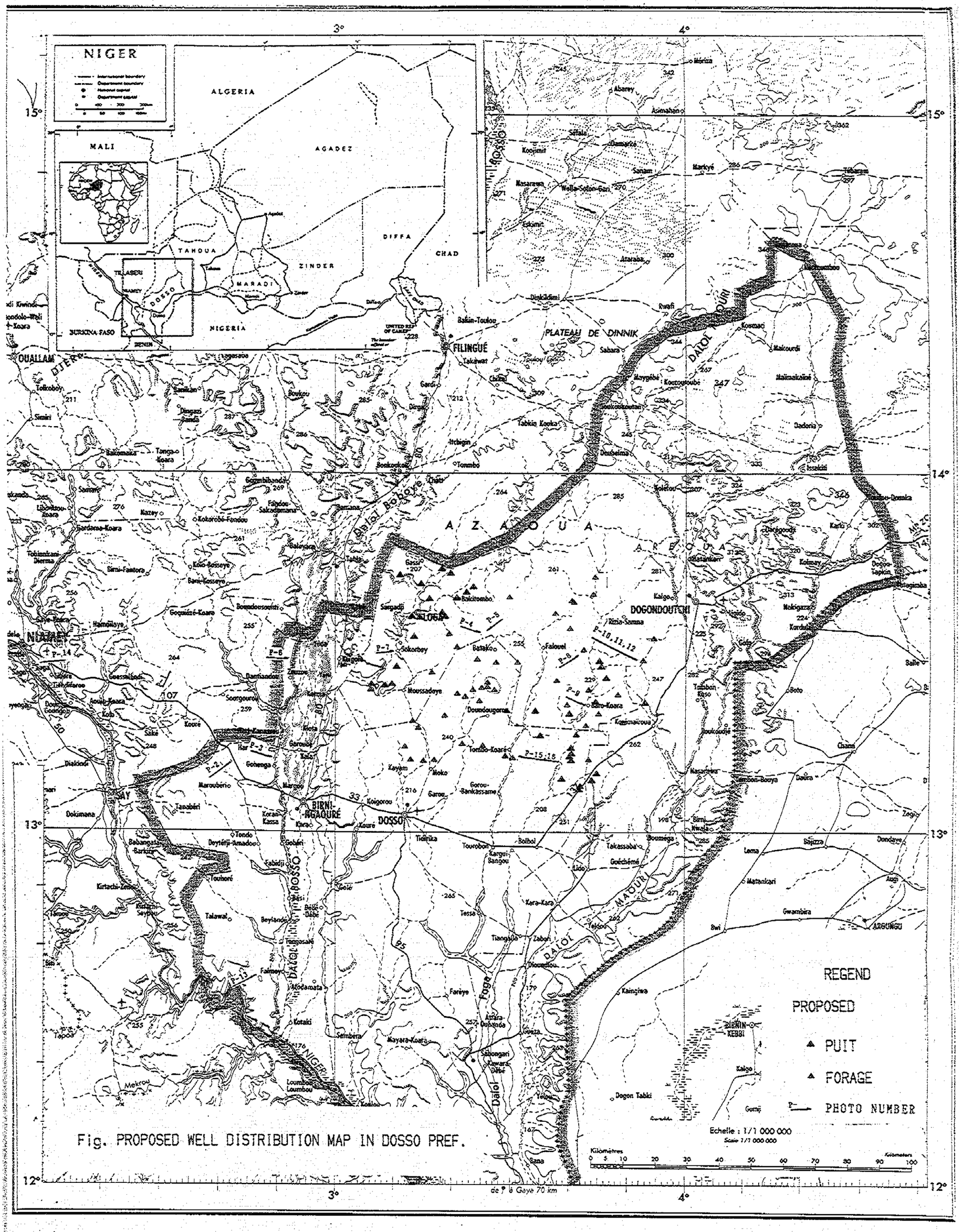
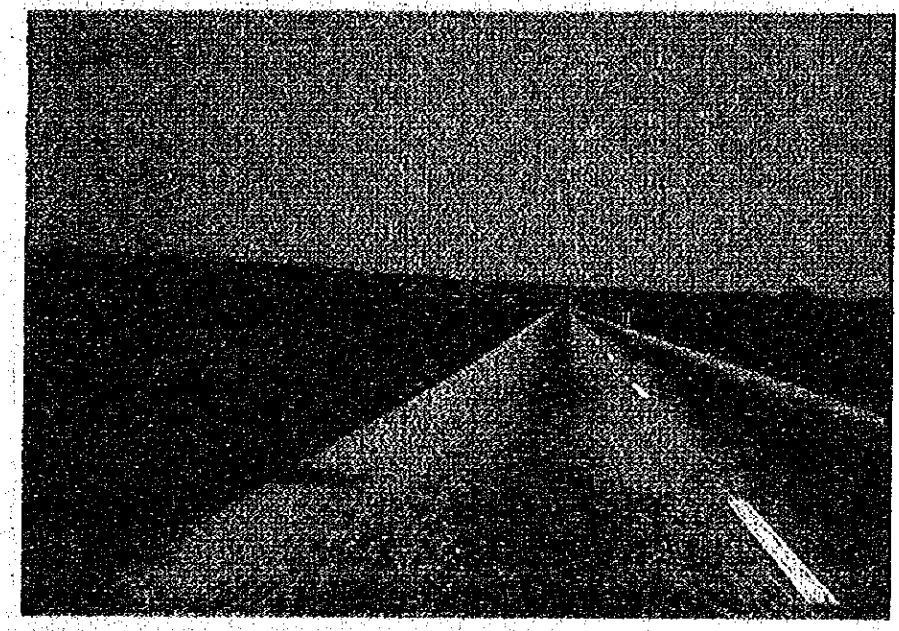


Fig. PROPOSED WELL DISTRIBUTION MAP IN DOSSO PREF.

調査位置図

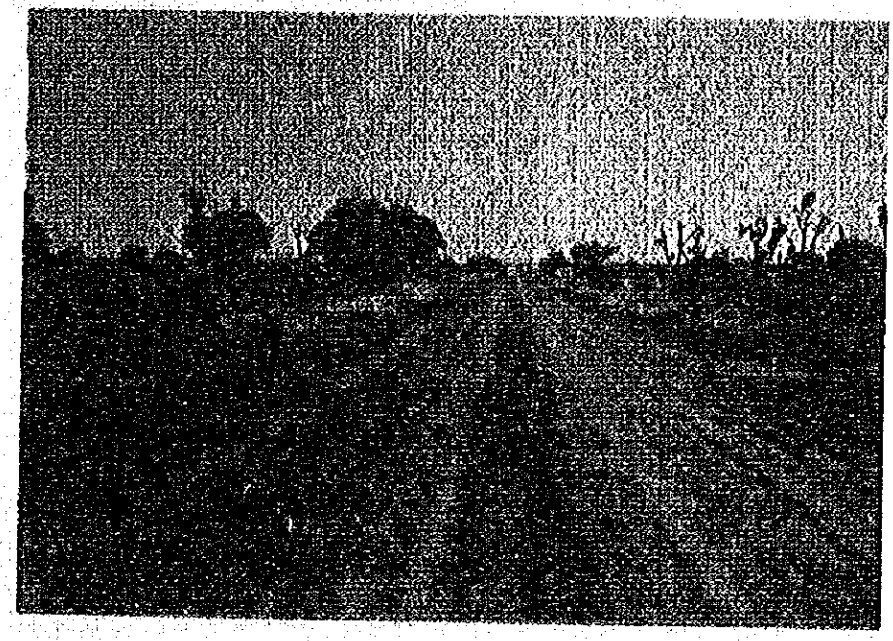
P-1

ドッソ県の調査地域付近



P-2

ニアメからドッソ以東へ
通ずる幹線道路



P-3

未舗装の準幹線道路

P-4

村落入口付近の道路

P-5

未収穫の時期にあたって
いたトウジンビエの畑

P-6

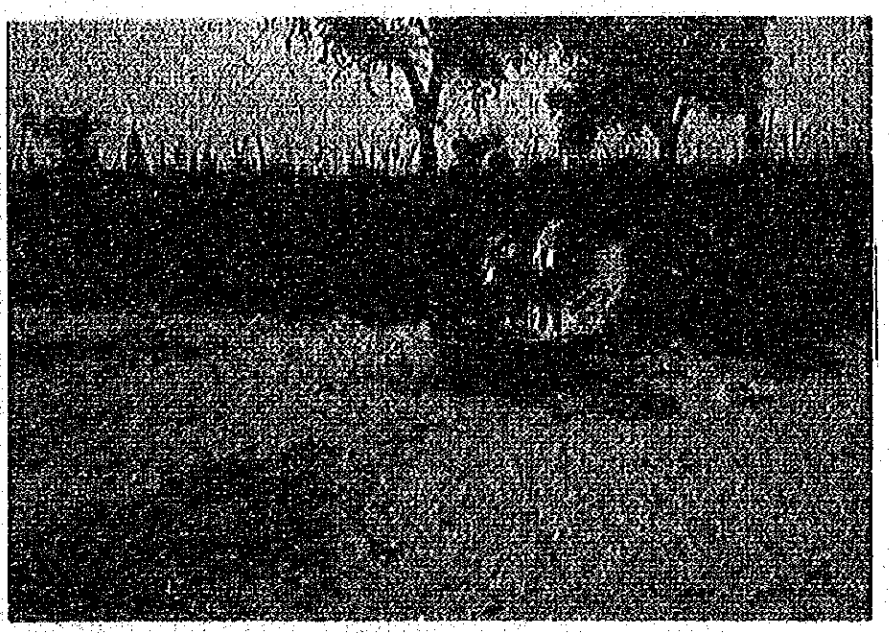
OFEDES型井戸の周辺

P-7

OFEDES型井戸に於ける水汲み

P-8

伝統型井戸における水汲み
（木製滑車を使った珍しい例）



P-9

近代井戸周辺に配置された家畜用給水施設

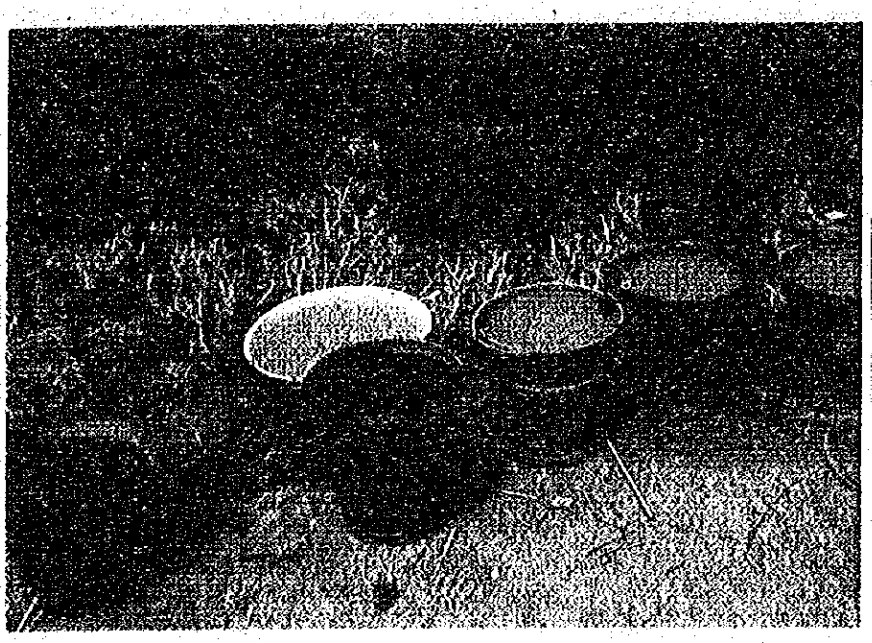
P-10

伝統井戸の外観

P-11

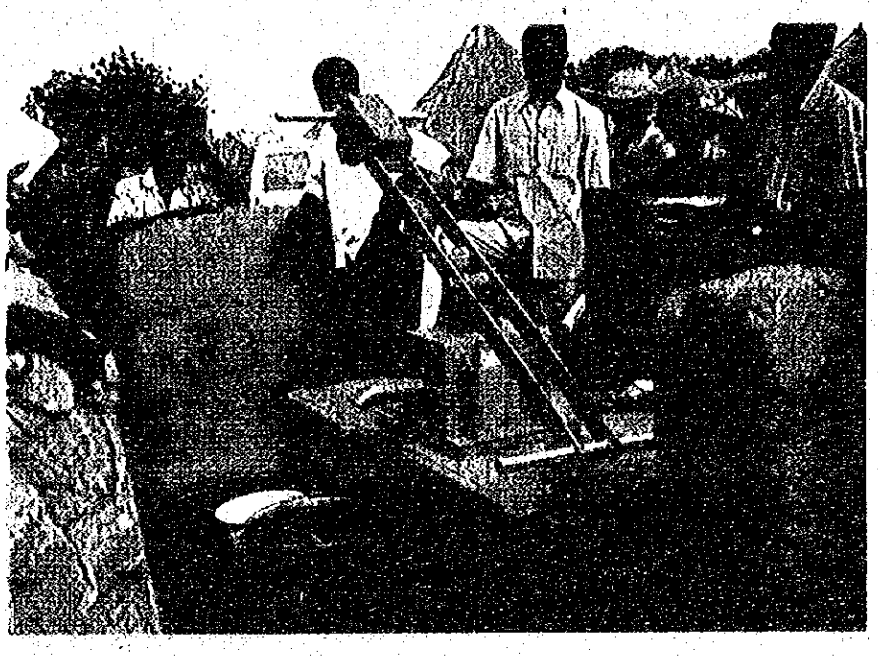
伝統井戸の地表部付近

（木枠で保護された地表部状況）



P-12

伝統井戸から汲み上げられた水は著しく濁っている



P-13

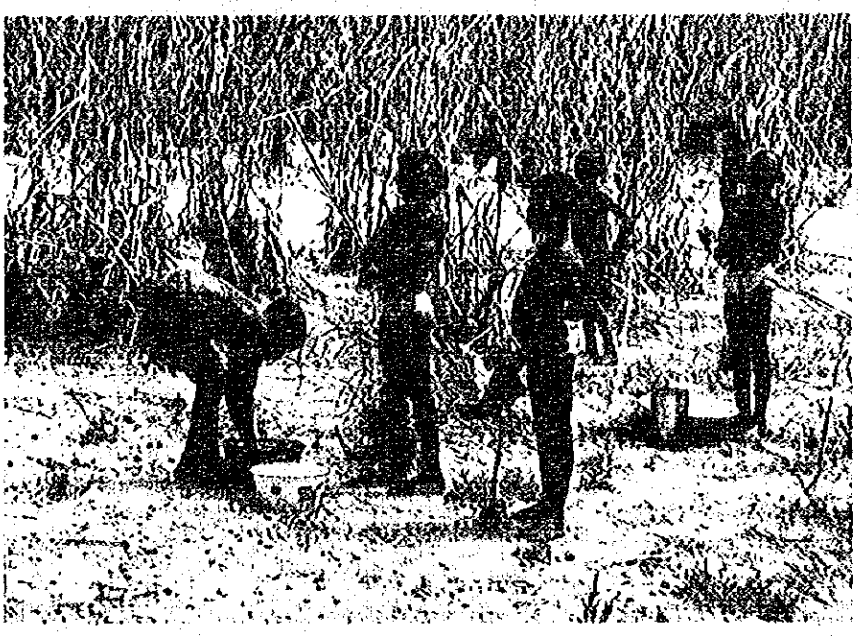
BOURGA型手押しポンプ
深度55mに揚水ポンプセット

P-14

水の運搬

P-15

村落部の生活
（ 炊飯等の水使用状況が
伺われる）



P-16

村落生活の一部
（子供達の水浴）

ニジェール・プロジェクト形成調査（地下水開発）報告書

目　　次

Ⅰ　調査概要

1　調査の目的

わが国はこれまでニジェール共和国に対し，昭和57年度（10億円）、昭和59年度(6.5億円）、昭和62年度（6.91億円）および昭和63年度（2.24億円）と累次にわたり地下水開発への無償資金協力を実施してきており、また、専門家による技術協力実績もあり、ニジェールのわが国に対する地下水開発への信頼と期待は大きい。

このような状況の下で今回同国政府はドッソ県における地下水開発計画の無償資金協力を要請した。今回の調査はこの要請に対し、T／Rの検討・作成等を通じて案件を形成し、同時に当分野にかかる援助ニーズについての調査を行い、今後の両国の協力実施の検討に資することを目的とした。

2　調査団構成

総　　括	鈴木治夫	国際協力事業団　無償資金協力業務部次長
地下水開発	丸尾祐治	国際協力事業団　国際協力専門員
水理地質	永嶋興治	住鉱コンサルタント株式会社
業務調整	吉沢　啓	国際協力事業団　無償資金協力業務部業務第２課
通　　訳	和田市郎	(財)国際協力サービスセンター

3　調査日程

10月９日（月）　東京－パリ　移動

10日（火）　パリー（エンジントラブルのため）リヨン泊

11日（水）　リヨン－アビジャン　移動

12日（木）　在象牙海岸日本大使館打合せ

（ＡｆＤＢ中村吉昭、今井千郎専門家訪問）

アビジャン－ニアメ　移動

13日（金）　ＪＯＣＶ事務所打合せ

水資源省水資源局長、水利インフラ局長他と協議

14日（土）　現地踏査、ドッソ県内の３村落訪問、井戸見学

ドッソ県知事表敬訪問

15日（日）　ウワラム視察

16日（月）　午前：外務協力省担当局長表敬訪問

水資源大臣表敬、意見交換

午後：地下水開発公社（ＯＦＥＤＥＳ）総裁表敬訪問

水資源省にて資料収集

17日（火）　（吉沢を除く４名）ニアメードッソ　移動

現地踏査　ドッソ県水資源局訪問

Ｌｏｇａ、Ｆａｌｏｕｅｌ地域視察

（吉沢：ベルギー大使館における援助動向調査他）

18日（水）　現地踏査　ドッソ県東部Ｔｏｍｂｏｋｏｕａｒｅ地域

Ｂｉｒｌｎ'ｎ　Ｇａｏｕｒｅ郡、Ｆａｋａｒａ地区視察

ドッソーニアメ　移動

（吉沢：ニアメーバマコ　移動）

19日（木）　午前：調査結果整理、分析

午後：水資源省打合せ

20日（金）　午前：水資源省打合せ、ミニッツ案作成

午後：水資源省最終打合せ、ミニッツ署名

ニアメ ――

21日（土）　―― ブリュッセル経由ロンドン　移動

22日（日）　ロンドン ――

―― 東京　移動

II　調査結果の要約

調査団はニジェールを離れる直前に、在象牙海岸日本大使館の加藤（正明）書記官にあてて調査結果の報告を送信した。以下にその内容を引用し、若干の補足的説明を加えることとする。

1　調査団は19日の水利インフラ局における打ち合せ会議において、さきに要請のあった「ドッソ県 100本井戸掘削計画」にかかるドラフトＴＯＲの作成を行い、20日水資源省次官と議事録に署名した。

プロジェクト形成調査において議事録を作成することは、どちらかといえば例外的と見なされてきている。相手国政府が協力要請内容をまとめきれないといった場合を想定して予算化された調査であり、調査団はいわば黒衣として機能するわけなので、一般的に基本設計におけるが如き何かを約束する、コミットするという主旨の議事録と異なり、作りづらいという事情もそこにはある。今回の議事録には、調査団が助言しつつ策定したＴＯＲ案をニジェール側が正式要請書にあらためて添付して日本政府に提出することを約したこと、その要請に沿って今後、より詳細な調査が行われるべきだと双方ともが考えていること等を盛り込んだ。

2　計画にかかる要請の内容についてはドッソ県のうちドッソ、ロガおよびボボイ(県南西端)において 100本の井戸を掘削するものであることを確認し、対象となる村落のリストも入手した。各村落に関する既存のデータ（地下水位、地形・地質）に基づいて井戸の種類も特定されている。種類別本数は40m級手掘井戸41本、それ以深の機械掘井戸（ポンプつき）54本と、組合せ井戸５本である。またカラジ大臣の意向もあり機材に関するリストが提示される見通しである。

調査団が出る前に見ていた要請書にはドッソ県における浅井戸50本、深井戸25本、組合せ井戸25本の計 100本の井戸掘削ということしか書かれておらず、３万余㎢という広大な県の何処に、３つのタイプの井戸を掘る計画なのかがはっきりしていなかった。過去４件の地下水案件のレビュー、今後のこの分野での協力についての検討といった課題もあったが、今次調査の最大の眼目は、基本設計に先だって、この点を明らかにすることにあった。ドッソ郡とロガ郡に属する村々における掘削予定地点は後掲する。ボボイ郡についても計画村落名は上がっており、その経緯度の詳細についてはなお検討が行われつつあるが、組合せ井戸はこの郡においてのみ掘られることになっている。３つのタイプが分けられている背景に既存井戸から得られた地下水位地図等があったことも明らかになった。要請の時

点からの数字の変化がそれを物語っている。深井戸の数が25から54へと倍増したが、浅井戸数の減少とあわせて、工期的には楽になったというコメントが地下水開発公社（ＯＦＥＤＥＳ）から得られている。

「機材」については、作業監視用の車両、測量機材といった例示はあったが、詳細は基本設計の時点で検討されるべきであろう。62－63年度援助では掘削そのものは地下水開発公社が日本企業の下請けで行っており、保有機材・力量等からみても問題はなかった由である。地下水開発公社のキャパシティー拡充のための機材は、今回要請においては、必要でない趣であった。

3　調査団が約３日にわたって踏査した上記対象地区はほぼプラトー（高台）に位置し、ダロルと称される潤れ谷地形の中の村落より標高が高い。伝統井戸はその数が少ないうえ滞水層への掘り込みが浅く、水量がじゅうぶん得られず、また井戸壁の崩落によって水が濁っているところが多い。過般のわが国援助によるドゴンドゥッチ郡も含め、ダロル地形の条件のよいところはＯＦＥＤＥＳ型など近代的改良井戸にかわりつつある一方で、プラトーにはまだ手がつけられていないところも多く、援助の対象として妥当と判断し得る。

このプロジェクトの妥当性について述べている。特定された掘削予定地点を地形図上にプロットし、他方入手した地下水位地図、既存井戸のインベントリーを参照し、実際に現地を走りまわってみて得られた結論でもある。ドッソ県の中でも恵まれない地区が要請対象地区であることが判明した。

4　援助動向調査、終了時評価等もほぼ予定どおり実施した。

ドッソ県で井戸掘削協力を行っていたベルギー、既存井戸のインベントリーづくりを行っているオランダ専門家チーム、ＵＮＤＰ、ＵＳＡＩＤをそれぞれ訪問した。62－63年度の「村落給水計画」のアンケートによる終了時評価を行った。

Ⅲ　調査の背景事情

1　ニジェール共和国の概観

(1)　自然条件

①　気　　象

ニジェールでは大局的に三つの季節が認められる。すなわち、6～7月から9月までの雨期、1月から2月までの乾燥した寒期、3月から6月までの夏期である。

これらは地域により差異を生ずるが、同国の気候は北部の砂漠型気候と南部の雨期を伴う熱帯性気候に大別され、次の4種に細区分されている。

・年間降雨量が記録されない砂漠型気候（ビルマ地域等）

・年間降雨量が350㎜以下の北サヘル性気候（北部のアガデス地域）

・年間降雨量が350～750㎜程度の南サヘル性気候（ニアメ他）

・ニジェール極南西部の北スーダン性気候（ガヤ地方）

当国の主要な降雨システムは、太陽が北回帰線付近に位置すると、その直下の砂漠が過熱地帯となり低気圧下に入る。この低気圧に赤道地帯から南貿易風として湿った気団が入り込むことにより降雨（モンスーン）を生ずるが、ニジェールに達するまでには西アフリカ諸国へ多量の雨を降らせ、当国へ達した時の気団の湿度により降雨量は著しく変化する（図－1下図）。

従って、ニジェールの雨期は南部より順次始まり、年間降雨量も南部で多く北進するにつれ減少している。モンスーンは通常、南北に走り東から西へ移動する突風（トルネード）を伴うが、時には湿気を持たない乾燥ドルネードだけの現象がみられ、暴風雨をもたらす等変化に富む。

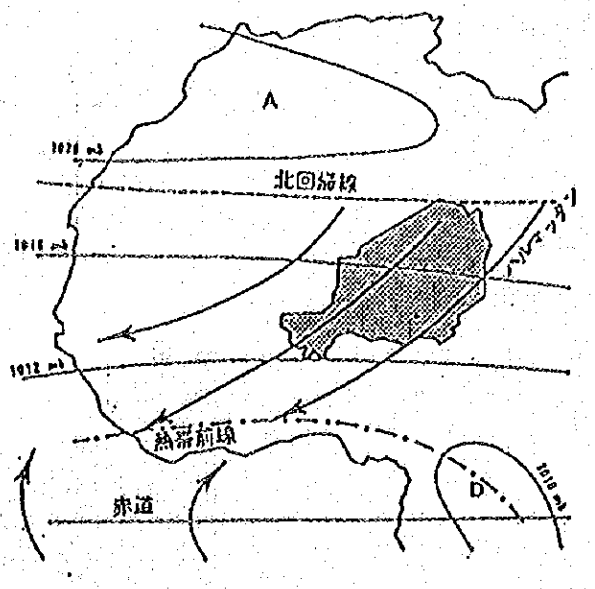
ニジェールの気温も地域により異なるが、太陽の位置、湿度および雲量等により年変化を生ずる。すなわち、12～1月は太陽が低いため、気温も年間で最低で、乾燥している。2月から3月の初めに気温の上昇が始まり、雨期前後の6月と10月に最高気温を示す。

その他、ニジェールの気象で特徴的なことは、ハルマッタンと呼ばれる10月から5月にかけて吹く微風で、東風のため大気の乾燥をもたらし、細粒土を空中に巻き上げいわゆる煙霧と呼ばれる現象を生ずる（図－1上図）。

以上の現象からニジェールの年間降雨量分布は図－2に示すように、年間300㎜以上の降雨量を示す地域は南部国境沿いに限られており、首都ニアメの1987、1988気象記録(表－1)では年平均気温が23.8℃（1988年5月）から36.1℃（1988年5月）で、最高気温は42.9℃（1987年5月）、最低気温は16.0℃（1987年1月）を示し、年間降雨量は1987年に382㎜、1988年に500㎜で、3月と5～10月に記録されている。

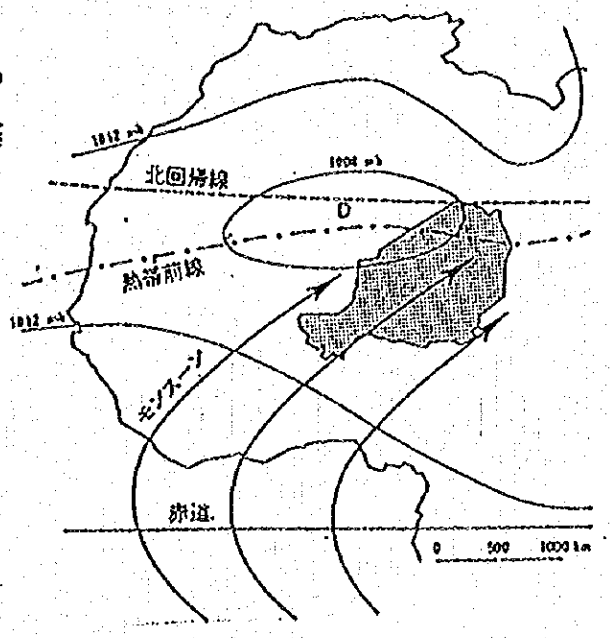
1月～2月の気団（乾期）

赤道とその南方の影響下にある夏：東風が明らかに支配的である。

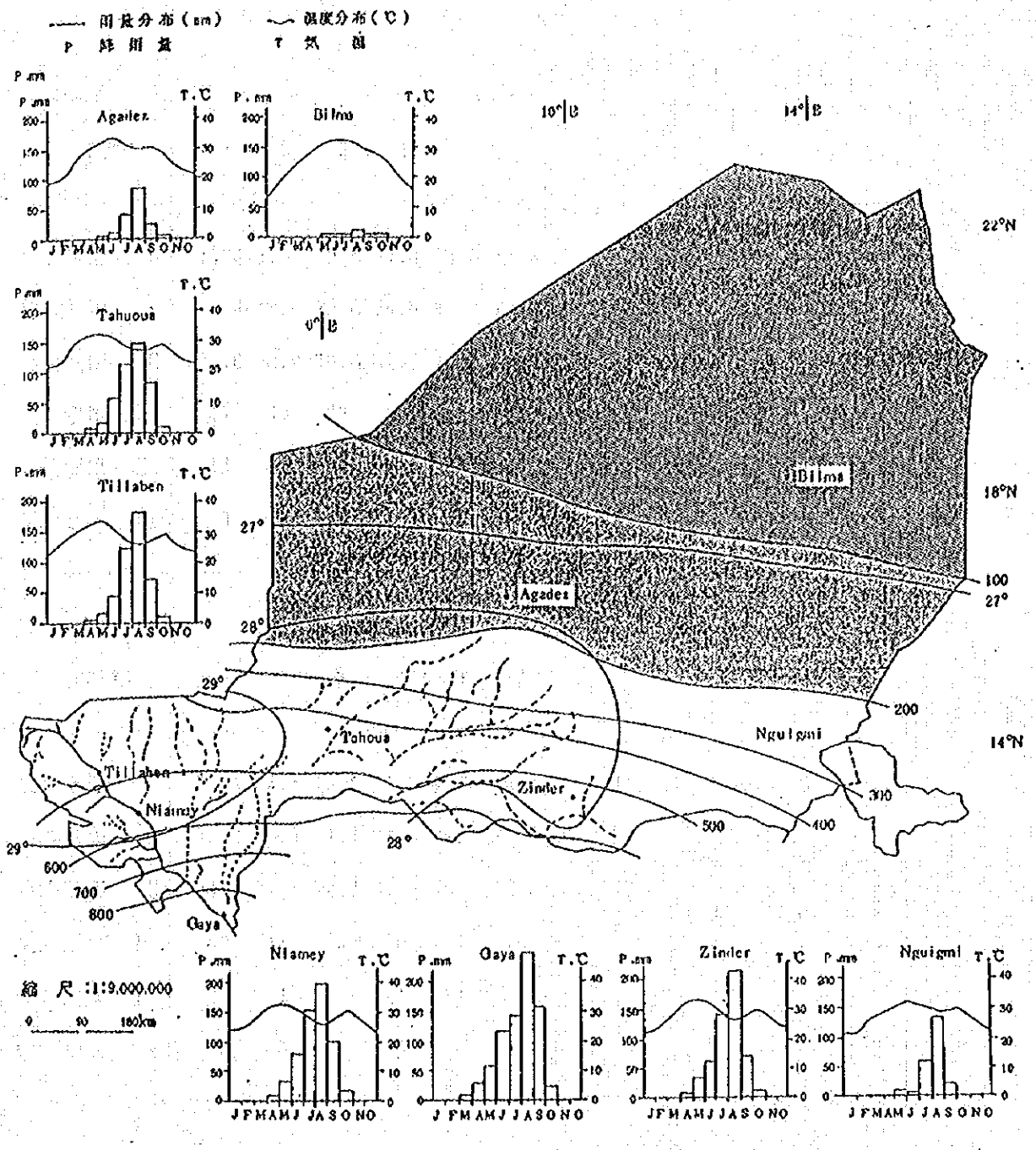


7月～8月の気団（雨季）

亜熱帯の影響下に置かれる冬：ジェット気流の西風が最も頻繁である。



図－1　西アフリカにおける気団の季節的変化
（出典：Atlas Jeune Afrique-Atlas du Niger）



図－2　年間の月平均降雨と温度

(出典：Atlas Jeune Afrique-Atlas du Nidger)

表－1　気象一覧表（ニアメ）

1987年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
最高気温　C	33.9	37.3	38.8	41.3	42.9	39.5	37.1	34.2	36.6	38.3	37.6	33.3	
最低気温　C	16.0	18.6	22.8	24.0	27.9	27.6	25.4	24.5	25.4	24.2	19.3	16.8	
平均気温　C	25.0	28.0	30.8	32.7	35.4	33.6	31.2	29.4	31.0	31.2	28.5	25.0	
最高湿度　%	47	49	52	36	51	70	88	92	75	76	59	49	
最低湿度　%	15	14	16	11	17	31	40	48	42	29	15	15	
降雨量　mm	0	0	43	0	22	4	120	124	59	10	0	0	382

1988年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
最高気温　C	31.4	35.8	40.4	41.3	43.0	36.8	33.5	31.7	33.9	38.4	36.4	31.5	
最低気温　C	16.9	18.5	24.1	27.8	29.1	25.6	24.0	23.4	23.8	21.5	18.7	16.1	
平均気温　C	24.1	27.1	32.2	34.5	36.1	31.2	28.7	27.6	28.9	30.0	27.5	23.8	
最高湿度　%	48	41	40	50	54	78	86	96	91	78	69	63	
最低湿度　%	20	11	10	21	17	38	50	61	51	22	20	17	
降雨量　mm	0	0	0	5	0	73	154	167	98	3	0	0	500

② 地　形（図－3）

ニジェール国は、南西のニジェール河から北東に向かって標高が徐々に高くなっているが、その地形は三つの大きな部分に区別される。すなわち、アイールと北東部のジャド高原、ついで中央部の東西方向に帯状に展開するサハラ低地帯（タメナス盆地、タラク平原、イガセル平原、東ニジェール盆地）、そして南部のウリマンデン(Ouliminden) 盆地とその周辺を合わせた台地である。

ニジェールの高地帯を形成するアイールは長さ400km以上、幅約250km、総面積80,000km²に及ぶ一大地塊をなす。アイールは地質構造上、南北に軸を持つ古い背斜地帯で、繰り返された断層により一種の地塁が形成されており、標高1800m以上の山々が連なっている。

北東部の高原は 120,000km²以上の面積を占める古生代の広い向斜盆地である。この高原は渓谷状の谷に刻まれた四つの台地に分かれる。すなわち、北端に位置するマングエニ、リビアーチャド国境部のアファフィおよびその南方に連なるチガイ、マングニエの南のジャドの地方である。これらは海抜800～1000mの広大な砂漠準平原で、いずれも約300mを越す断崖に囲まれている。

ニジェール・サハラのほぼ全域は、様々な砂層でおおわれ、性質の異なる二つの地域、すなわち、テネレとタラクに区分されている。

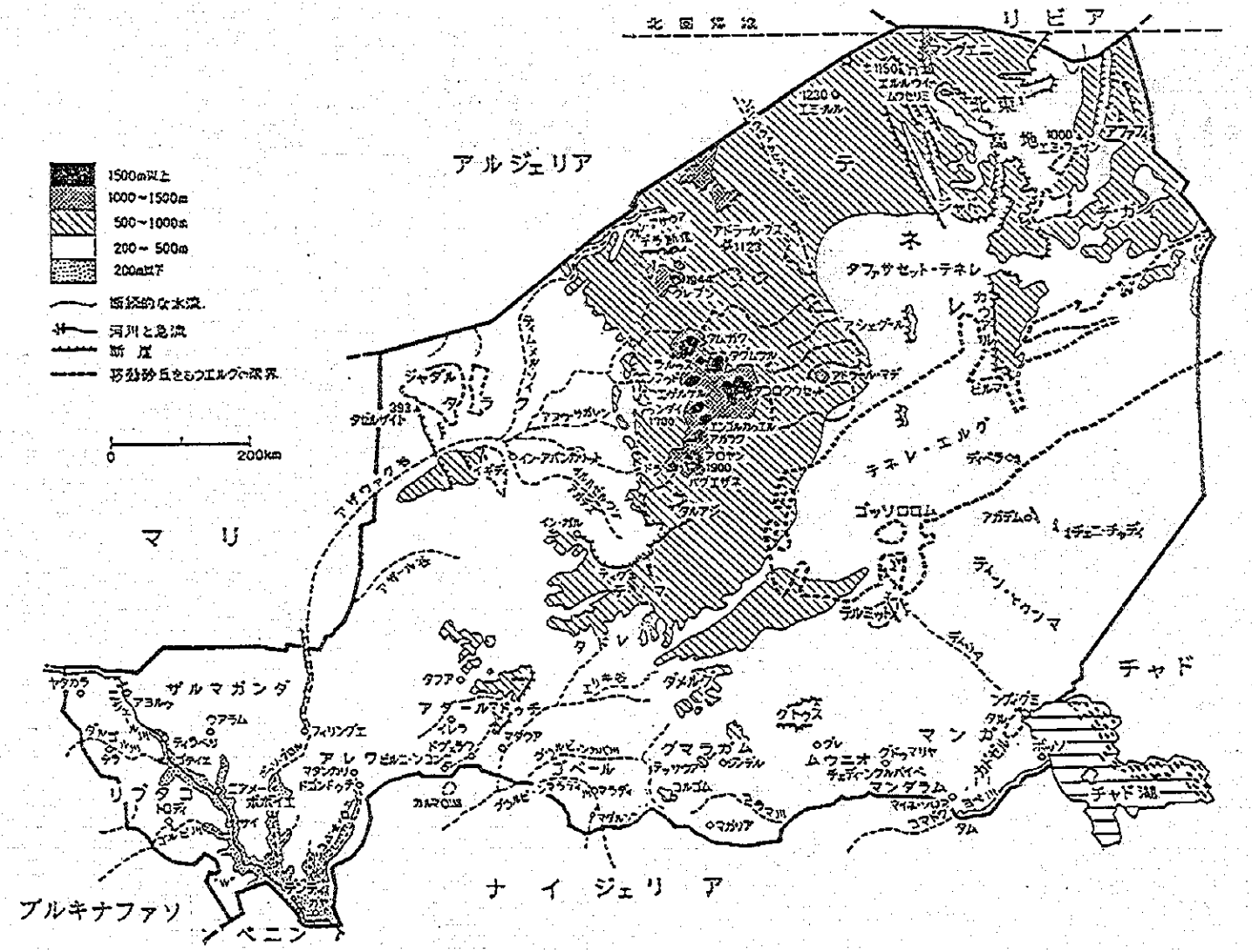
面積 400,000km²に及ぶテネレ地方は北部のタファセット・テネレが平原地帯を残したアイールに向かう移動砂丘帯を呈し、中央部は、長さ15～25km、東北東－西南西に走る新しい砂丘帯を持つテネレ移動砂丘地帯で、南部はサハラとサヘルの間に当たり、マンガ砂丘地帯をなす。

タラクはアイール山塊の西に広がる砂漠地帯をいうが、南部はステップ状である。その地形上の特徴はタゼルザイト山（標高393m)が北から南に伸びウリマンデン盆地に消滅することと、アイール山塊とダゼルザイトとの間に広がるアザウァクの潤れ谷化した河床網である。

南部の台地は粘土性およびラテライト性の砂、硬化した砂岩、様々な砂粒におおわれた砂岩および固定砂丘よりなる。南部台地地域内の東部はダマガラム、ムニオ、ダメルグ、クトゥスおよびマンガの各地方を含み、至るところにある砂州で特徴づけられている単調な景観を示し、ガマガラム地方の花崗岩丘、クトゥスの円形砂岩台地、マンガ地方の固定砂丘、マンドラム地帯の塩田、標高300mの平原等を示すに過ぎない。

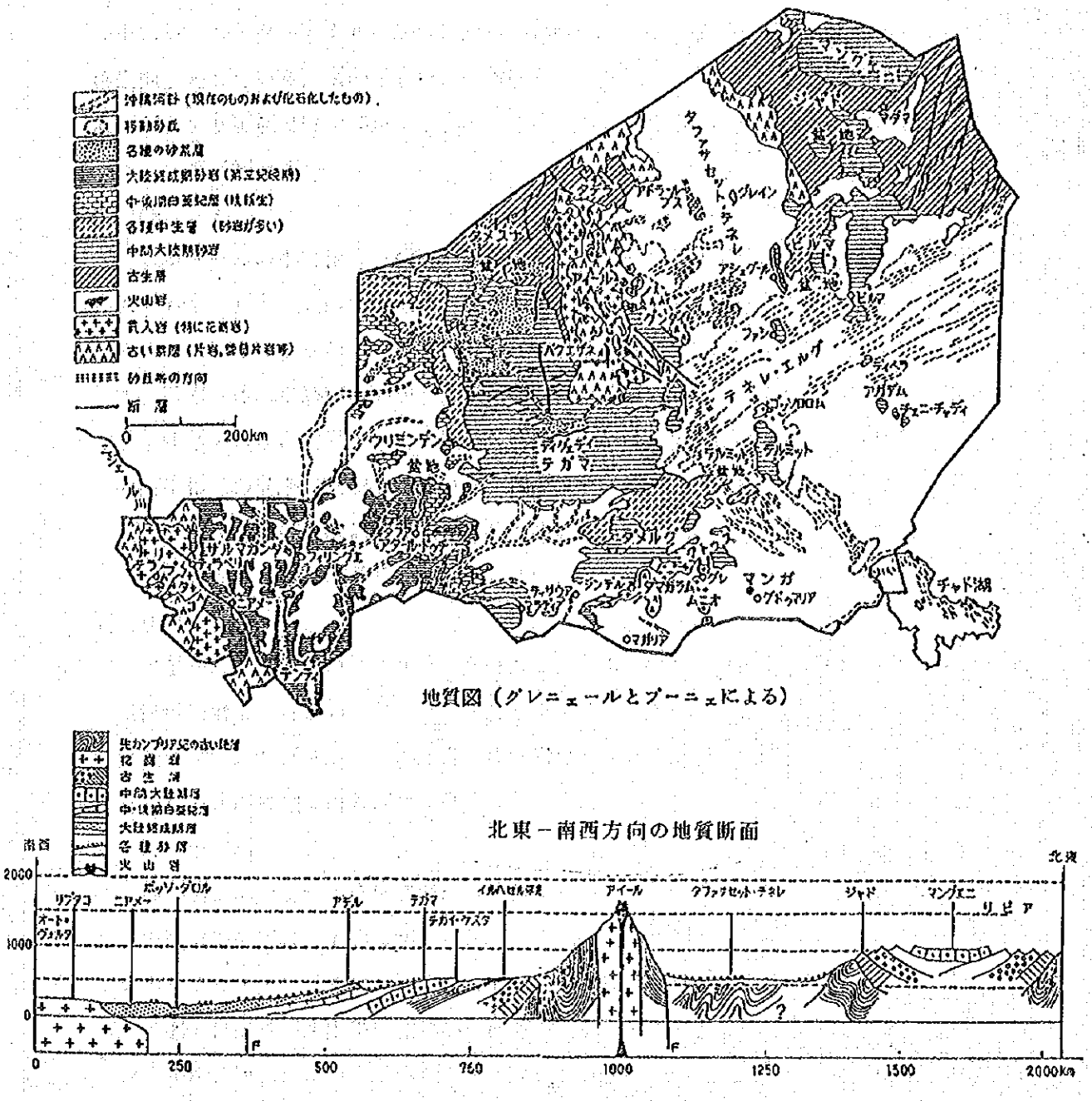
台地地域の中央部はアデル、グウルビ、テガマおよびタドレスの各地方を含むが、アダール・ドゥッチは鉄分を含む砂岩からなる水平に近い台地で、その南東に広がるグウルビ地方は花崗岩、砂岩等の海抜500m以上の砂岩台地で、その南部は古い砂丘よりなるニジェール・サヘルの典型的な景観を呈している。

ニジェール共和国の西端部は、ザルマガンダとリプタコを分けているニジェール河の他にダロル地方を含む。ニジェール河西部のリプタコは、海抜平均 250mの結晶片岩よりなる台



図－3　地形・水文図

（出典：クセジュ「ニジェール」）



地質図（グレニェールとブーニェによる）

図－4　地質平面及び断面図

（出典：Boureima Ousmane ; REPUBLIQUE DU NIGER
CARTE GEOLOGIQUE, Atlas du Niger, 1965）

地で、北部では化石化した砂丘が至るところに見られる。左岸のザルマガンダはほとんどコンチネンタル・ターミナル（Continental terminal，小堀巌訳の「ニジェール」では「大陸終生期」としている）層の柔らかい泥質砂岩からなり、標高はリプタコ同様平均250m程であるが、マリ国境では 350mに達するところもあり、北部には固定化した砂丘帯が存在する。

③ 地　質（図－4）

(a) 概　要

ニジェールの地質は、三箇所の主な基盤（アイール、リプタコ・グルマおよびダマガラム＝ムニオ）と二箇所の大堆積盆地（西部のウリマンデン盆地と東部ニジェール盆地）から成っている。すなわち、単斜構造をなすウリマンデン盆地ではアイールからリプタコまで、砂岩主体の地層が古い順番に北東部から南西部に分布し、南北ないし北西－南東方向を示す基盤の構造活動は、古生代から第四紀にかけて次第に小さくなる。涸れ谷をなす主要河川はこの構造に支配されている。東部ニジェール堆積盆地はチャド国に中心を持ち、ニジェール東部はこの盆地の北西部を占めるに過ぎない。

各地域の詳細は次の通りである。

(b) 基盤岩

アイール、リプタコ・グルマ、ダマガラム＝ムニオ等に分布する基盤岩類はジャドの古生代堆積盆下にも認められ、タファセット・テネレの東縁にも見られるが、これらの岩石は主にプレカンブリアン紀の片岩、片麻岩等で、同じくプレカンブリアン紀とジュラ紀と言われる花崗岩類に貫入されている。

(c) 古・中生層

堆積層はニジェール全体にわたって分布し、古生代の二畳紀から第四紀までほぼ連続する堆積盆地を形成しているが、ニジェール北西部のジャド盆地では古生層、中生代のコンチネンタル・アンテルカレール（Continental Intercalaire）層が堆積し、ニジェール中・西部ではアイール山塊の裾部から西方へ向かって古生層、コンチネンタル・アンテルカレール層、第三紀のコンチネンタル・ターミナル層の順で分布している。中・古生代の堆積盆地はアイールの西部と北部およびジャド地域に見られ、アイール西側のタメナス盆地には古生代から中生代初期の砂岩が整然と重なり、アイール北端を通り、タファセット・テネレに連なっている。古生層の厚さは石油ボーリングの結果から1500mに達している。

ジャド盆地は砂岩と泥岩からなる古生層の広大な堆積盆地で、その厚さは2000mに近い。

コンチネンタル・アンテルカレール層は二畳紀から第三紀始新世に連なる砂、粘土質砂岩および陸生動・植物相を示す堆積物からなり、アイール西部の二畳・ジュラ紀の堆積盆地の西方からディグェディ・テガマとマンガェン地域に広大な分布を示す。

中・後期白亜紀層はテチス海（古地中海）の南進により形成された地層で、北々西－南々東に延びたウリマンデン堆積盆地を形成している。

(d) 第三紀層

コンチネンタル・ターミナル層は、海成堆積の中新世～鮮新世あたりと推定される地層で、ドゴンドゥッチ付近では岩種は泥岩、粘土質粗粒砂岩、鉄分を含む魚卵状石灰岩よりなる、層厚 450m以上を示し、ザルマガンダ地域では主に柔らかい粘土質砂岩からなっている。これらは大規模な向斜構造を形成しているが、上部に向けその構造は緩くなり、地表部付近ではほぼ水平な地層をなし、表層部では第四紀の砂層や化石砂丘が分布している。

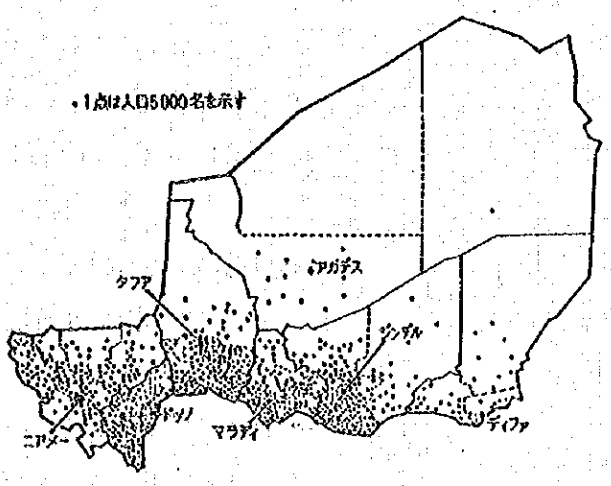
(e) 第四紀層

砂丘列、チャド痕跡湖および化石化しつつある水系等の研究から第四紀には過去三回の湿潤期が知られており、最初の降雨期の侵食はチャド湖堆積物、アザヴァク・ワジ（ダロル・ボッソ）周辺に認められており、その後の乾期で北西－南東の方向性を示す移動性砂丘が形成された。第二降雨期にはチャド湖が拡大し、この北縁はビルマ盆地にも達したが、乾期にはこれら湖沼の跡に塩の堆積層と東西方向の移動砂丘を残した。第三降雨期には再び西部でテネレ、ジンデルに広がる湖水を形成し、北部のマリ領内でニジェール河に合流していたと推定され、これに続く乾期に次第に現在の状態が造られ、東北東－西南西方向のテネレの移動砂丘の形成や、河川の化石化および流水量や期間の減少等が急速に進んでいる。

④ 水文・水理

(a) 水　文

人口の集中は水の得られる地域に限定され、それは図－5に示されるように降雨量分布とほぼ一致しているが、当国の主な水文的要素は、ニジェール河、ニジェール河左岸の堆積盆地、チャド湖とその周辺、および地下水等である。



図－5　人口分布図

（出典：クセジュ「ニジェール」）

ニジェール河は延長 4,200kmの世界第8位の大河であるが、そのうち、ニジェール国内を 550kmにわたって流れ、上流部の結晶片岩地帯から中流部でコンチネンタル・ターミナル層内を通り、下流部のプレカンブリア紀の珪岩地帯を抜け、ダロル・ボッソと合流し、河床幅5kmに及ぶ洪水地帯を形成してナイジェリア国に入る。ニジェール河の流量は上流部の流域分布からマリ領内の降雨状況により左右される。

ニジェール河左岸には、ダロル、マッギア、グウルビといった支流またはかつて支流であった河谷が存在し、豊富な水量をもった時期のあったことが知られているが、現在では雨期に一時的な氾濫流を示すにすぎない。

ダロルとは涸れ谷のことで、その主なものはダロル・ボッソとダロル・マウリで、とくに前者はかつて大河をなしていたが、その形跡はイファラのアドラール、ホッガール、アイールに連なっている。ダロル・マウリの支流のダロル・フォガは非常に短い流路形跡を示しているが、地下水水質が一部で塩分を含むことが知られている。

アダール・ドッチを流れる四つの広い肥沃な谷を総称してマッギアと呼ぶが、7月から9月にかけて突風が来襲するとマッギアには数時間の急流が生ずる。しかし、これらはナイジェリア領内でニジェール河に到達する前に消滅する。

グウルビは、ナイジェリアのカスチナ地方からニジェールへ流れ込み再びナイジェリアへ戻るリマ川が幅2～5kmの洪水性の大河床を持つ長い沖積平原で、6～10月にかけて流水を生ずる肥沃な地帯である。

チャド湖に注ぐコマドゥグ・ヨベ川は延長1000kmを有するが、長さ 150kmにわたりナイジェリアとの国境をなし、ニジェール内でデルタ地帯を形成している。チャド湖はニジェール、ナイジェリア、チャドおよびカメルーンにまたがり、その標高は 280m、水深1～4m、年間水位変動1～3mで7月に最低水位を示す。

(b) 水　理

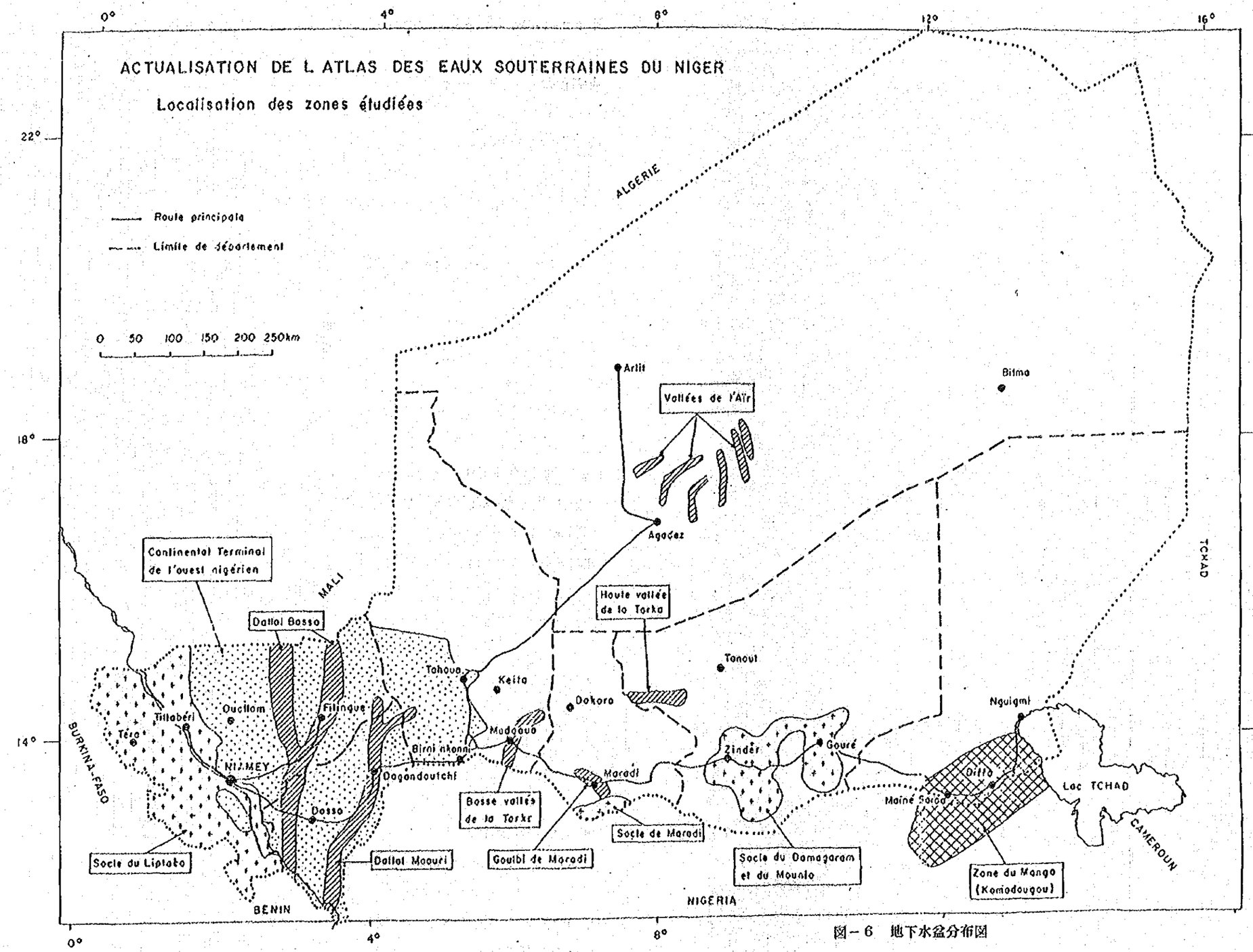
利用可能な地下水盆としては図－6に示すように、次の4地域が存在する。

・ニジェール西部のコンチネンタル・ターミナル堆積盆：粘土・砂の厚い互層で、滞水層である砂層は上、中、下部の3層から認められている。ダロル・ボッソ、ダロル・マウリを含む。

・タルカの下流谷：上部白亜紀の厚い砂質・石灰質粘土層上の沖堆積が滞水盆を形成しているが、上流側と下流側との二箇所の滞水盆が知られており、後者は開発が進んでいる。

・マラディのゴウルビ地域：花崗岩、片麻岩および結晶片岩よりなる基盤岩の上に、コンチネンタル・ハマディアン (Continental Hamadien) 層と呼ばれる砂およびカオリンで充填された砂礫よりなる堆積盆があり、同層が地下水盆を形成している。

・コマドゥグのマンガ系：コマドゥグ川からチャド湖に至る間の湖成堆積盆に二つの地下水層が存在する。一つはチャド層と呼ばれる粘土層の上に広がる沖積世の砂利を伴った



図－6　地下水盆分布図

（出典：C.ARMAND "ACTUAKISATION DE L'ATLAS DES EAUX SOUTERRAINES DU NIGER",BRGM 1987年5月）

粘土と砂の互層で厚さ50m前後を持ち、砂利、砂の部分が滞水している。他は、チャド層下の群新層で粘土質砂岩中の深い滞水層である。

以上の他、小規模ではあるが滞水層の存在が知られている次の地域については最近調査が行われている。

・アイール谷：花崗岩や火山岩類に貫入された結晶片岩より成る基盤状の沖積谷の中にいくつかの地下水堆積盆を形成している。

・タルカの上流谷：タルカ谷の上流側沖積谷で、下流地下水盆同様に滞水盆の存在が知られている。

・リプタコ、マラディ南方、ジンデル・ゴウレ等の基盤岩分布地域：種々の構造運動により形成された沖積谷の地下水について調査が進められている。

(2) 社会・経済状況

① 政治・経済状況

ニジェールは60年にフランスから独立したサハラ砂漠の南縁に位置する半砂漠の内陸国である。

サイブ現政権は、74年以来続いていた前クンチェ議長の死去に伴い、87年11月に成立した。同政権は前クンチェ路線を基本的に継承し、地道な食糧自給政策、減免税政策等民生重視の政策を採っている。軍事政権ではあるが、民主化の方向をたどっており、89年９月の憲法改正国民投票、同12月大統領および国民議会選挙と一連の立憲民主政治に移行するための計画が予定されている。

地方行政府は図－７に示すように７県に分けられ、各県は郡に細分化され、それぞれに県知事、郡長を置いている。

ＬＬＤＣであり、経済の基盤は、87年ＧＤＰ構成比で34％を占める農業に加え、70年代中から急成長したウラン産業に拠っている。

ウラン産業は70年代後半に発展を遂げ、輸出収入の約75％を占めるが、ウラン市況の低迷により近年は生産量、輸出収入とも停滞している（鉱業部門の87年ＧＤＰ構成比は９％であるが、80年のそれは13％にまで達している）。

農業は、粟、ソルガム等の生産を中心とする伝統的形態であり、70年代前半のサヘル旱魃により大打撃を被り、さらに近年の旱魃もあって例年食糧不足の状況にある。また、牧畜は遊牧形態であり、やはり気象条件に左右されやすい状況にある（図－８）。

70年代～80年の平均一人当たりＧＮＰ実質成長率は 0.8％であり、80年代に入ってもＧＤＰ実質成長率は、81年に1.1％を記録した後は82年 0.8％、83年－2.6％と大きく落ち込んでいる等経済の低迷状態が続いている。農業生産が回復した85年には 7.1％の成長を達成したものの、経済の回復は十分ではない。

(参考) 主要経済指標等

		85 年	86 年	87 年	増加率 (80～87年平均)
人口 (千人)		6,391	6,592	6,798	3.0%
GNP	総額 (百万ドル)	1,490	1,699	1,898	−2.5%
	一人当り (ドル)	230	260	280	−5.3%
経常収支 (百万ドル)		−64.0	−31.5	−81.2	−
財政収支 (十億CFAフラン) ファイナンス		n.a.	n.a.	n.a.	−
	海外	n.a.	n.a.	n.a.	−
	国内	n.a.	n.a.	n.a.	−
消費者物価上昇率 (%)		17.1	−2.7	−4.1	−
DSR (%)		24.9	25.3	33.5	−
対外債務残高 (百万ドル)		1,036	1,237	1,513	−
為替レート (年平均) 1CFAフランシ＝USドル		0.0022	0.0029	0.0033	−
分類 (DAC/国連)		低所得国/LLDC MSAC			
面積		1,267 千㎢			

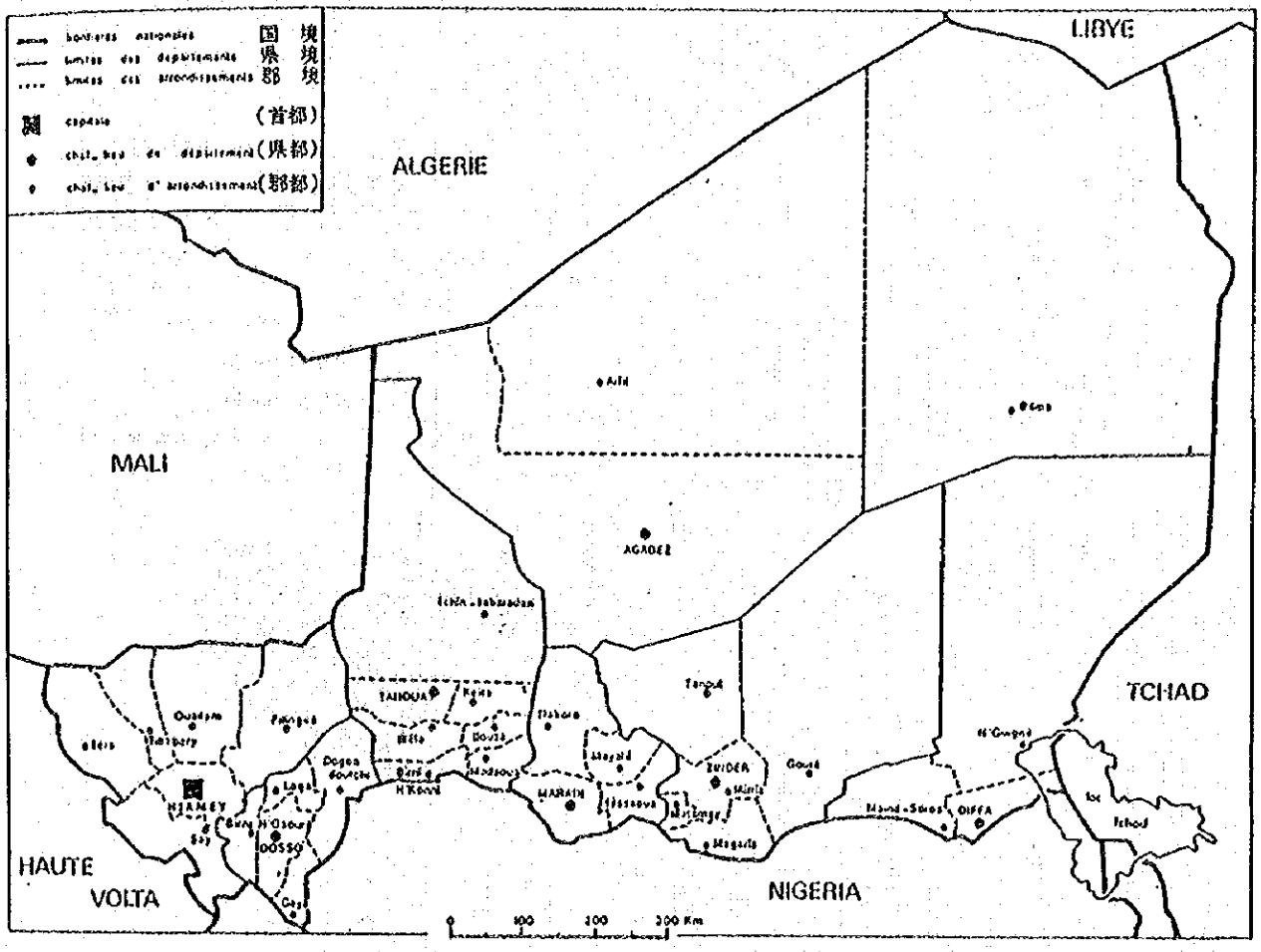
ニジェールのわが国経済協力等に対する期待は一層大きなものとなっている。86年9月には前クンチュ議長が国賓として来日しており、わが国は、同国からウラン等を輸入し(88年輸入額8万ドル)、同国に自動車、医療用機器、綿織物等を輸出している(同輸出額2,200万ドル)。

② 人口

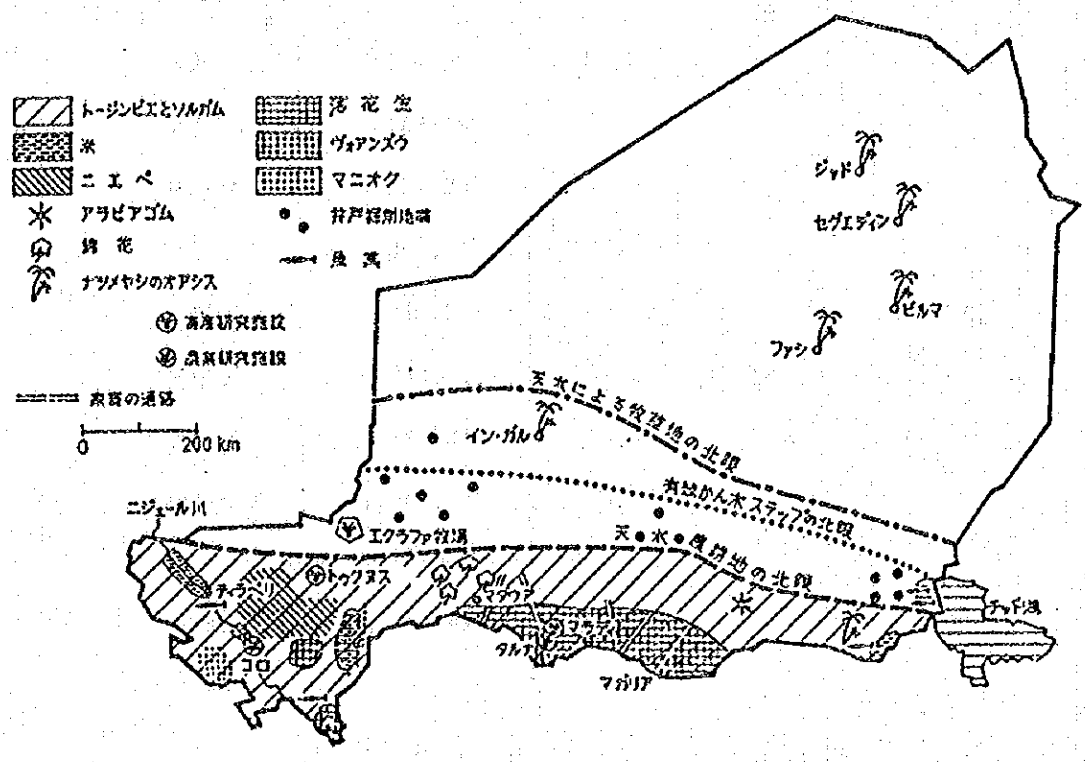
ニジェールの総人口は1988年現在、7,250,383 人で表－2に示す通り7県に分布している。表中の、アガデス県に於ける人口増加率が高いのはウランその他の鉱山開発に起因し、その他では首都ニアメへの人口集中が見られる。

各県の主要都市で100,000 人を上回っているものはマラディ(112,965人)、ジンデル(120,000人)、の二箇所で、タウア(51,607人)、アガデス(50,164人)、アルリット(アガデス県、31,993人)、ビルニ・ンコーニ(28,948人)、ドッソ(27,092人)等が続いている。

人口2,000人以上の都市の数は39箇所で、総人口1,113,582人となっている。



図－7　ニジェール行政区分図



図－8　ニジェールにおける農畜水産活動分布図

（出典；クセジュ「ニジェール」）

表－2　ニジェール国各県人口分布（1988年）

県名	1977年	1988年		
	計	男性	女性	計
アガデス	124,985	102,209	101,750	203,595
ティファ	167,389	95,503	93,813	189,316
ドッソ	693,207	507,563	512,434	1,019,997
マラディ	949,747	678,599	710,400	1,388,999
ニアメ市	242,973	203,985	194,280	398,265
タウア	993,615	642,277	664,375	1,306,652
チラベリ	928,849	661,183	671,215	1,332,398
ザンデル	1,002,225	701,295	709,502	1,410,797
合計	5,102,990	3,592,614	3,657,769	7,250,383

（資料：1988年広域人口調査－予稿－、中央人口調査局）

③　人種・言語

(1)　人　　種

ニジェール国の住民は、定住民と遊牧民に分けられる。一般的に言って定住民が農耕民であるのに対し、遊牧民は牧畜民である。

定住民は3つの主なグループに分けられる。すなわちニジェール西部に居住しているソンガイ族とザルマ族、中央部に住むハウサ族、西部を占めるカヌウリ族である。その他ブルキナファソに近い西部にグウルマンチェ族が住んでいる村がいくつかある。

遊牧民は基本的に言って、国の北部を移動している。マリ国境からグレにかけてはザルマ語でベラ、ハウサ語でブウズウという昔からの召使いを引きつれたトゥアレグ族がいる。ウブウ族は、大部分はチャドに住んでいるがグレからグィグミ・ビルマにかけて遊牧している。アラブ系の小部族はアガデスとディファに住んでいる。さらに、プール族は構成員は少ないが多数のグループに分かれて、国内に散在している。

1975年時点で全人口に占める各種民族の割合は次のようになっている。

ハウサ族	45.0%
ソンガイ＝ザルマ族	21.2%
プール族	13.8%
トゥアレグ＝ブウズウ族	11.2%
カヌウリ＝ブウルドウマ族	7.5%
その他	1.3%

(2) 言語

公用語……フランス語

ソンガイ語・ザルマ語……マリのモプティからガヤにかけてのニジェール河流域

ハウサ語（口語）……ニジェールの全域

ハウサ語（文語）……プール族、トゥアレグ族、西アフリカ行商人

カヌウリ語……東部

その他、いくつかの言語がある。

④ 教　育

1986年10月現在の小学校在学者数は272,622 名であるが、これは就学率20.8%であり、当初目標の25%を大巾に下回った。なお都市・農村部と遊牧地帯では2：1の比率である。暫定2ヵ年計画（1984～85）では、25%の就学率達成とともに、2,600 教室の新設を計画している。また、中学校（一般課程）の生徒定員数は45,255（1980：28,620名）に増加した。中等技術学校は2校あり929名を数えている。

高等教育については、ニアメ大学が毎年300～400名の卒業生を送り出している。また、海外の大学留学の1982年卒業生としては、フランス（63名）、象牙海岸（29名）、セネガル（24名）、トーゴ（17名）を数えている。

⑤ 宗　教

ニジェール総人口の95%はスンニー派イスラム教徒で毎年少しづつこの比率は上昇傾向にある。

⑥ 土地利用

ニジェールの耕地面積は1981年時点では全土地面積の2.7%にすぎない345万haであるが、1974～76年平均では約250万haであったので、それ以降95万ha(38%) 増加していることになる。しかし、森林面積をみると同期間に320万haから284万haへと36万ha（11%）が、また永年牧草地については、1,028万haから967万haになり合計して97万ha減少している（表－3）。すなわち、耕地の増加した面積と同じ分、森林と永年牧草地が減少しているわけであり（その差約2万2,000haは市街地）、もともと全土地面積の2.5%にすぎない乏しい森林地域と砂丘地帯の牧草地にまで耕作の限界地が侵入していることを示すものである。また耕地面積の拡大は、これまでの休閑地の休閑期間を少なくしていることの現われでもあり、こうした形

の土地利用の拡大が、ニジェールにおいて大きな問題となっている砂漠化の進展につながる危惧がある。

表－3　ニジェールの土地利用面積

（単位：1,000ha、%）

	1974－76	1977	1979	1981	1974－76平均と1981年との差
全体土地面積	126,670(100.0)	126,670(100.0)	126,670(100.0)	126,670(100.0)	－
(1) 農用地	15,980(12.6)	15,860(12.5)	15,918(12.6)	15,958(12.6)	-22
耕地	2,497(2.0)	3,150(2.5)	3,290(2.6)	3,450(2.7)	953
うち灌漑地	25(1.0)	31(1.0)	36(1.0)	36(1.0)	11
永年牧草地	10,283(8.1)	9,630(7.6)	9,668(7.7)	9,668(7.7)	-615
森林地	3,200(2.5)	3,080(2.4)	2,960(2.3)	2,840(2.2)	-360
(2) その他	110,691(87.4)	110,810(87.5)	110,752(87.4)	110,712(87.4)	21

2　対ニジェール協力の概要

(1)　わが国および他国・機関の政府開発援助

①　わが国は、従来から無償資金協力および技術協力を実施している。無償資金協力については、81年度以降給与額を拡大してきた結果、88年度までの累計で域内第5位の、さらに在外公館（実館）のない国としては第1位の供与額となっている（交換公文ベース）。対象分野は、食糧・農業分野を中心に保健・医療、運輸・交通、水供給、電力エネルギー等の基礎生活分野、基礎フンフラが中心となっている。

また、技術協力については、研修員受入、専門家派遣、青年海外協力隊派遣、開発調査等の形態により協力を行っている。

なお、わが国はＳＪＦとして、87年8月「運輸セクター計画」に対し、交換公文ベースで32億円の円借款を初めて供与した他、88年3月にはノン・プロジェクト無償資金協力（15億円）も供与した。

②　ＤＡＣ諸国は、87年支出純額で2億1,469万ドルの二国間のＯＤＡを供与している。主要援助国はフランス（シェア30.5%）、米国（同19.1%）、カナダ（同13.2%）等であり、わが国は2,367万ドルを供与し、シェア11.0%で第4位の援助国である。

また、国際機関は、87年支出純額で1億3,031万ドルのＯＤＡを供与しており、主要援助機関は、ＩＤＡ、ＥＤＦ、ＡｆＤＦ、ＵＮＤＰ等である。

(2) 政府開発援助実績

① ＯＤＡ実績

（支出純額、単位：百万ドル、（　）は%）

暦年	贈与			政府貸付	合計
	無償資金協力	技術協力	計		
84	4.79（0.9）	0.33（0.0）	15.12（0.5）	－1.61（－）	3.51（0.1）
85	10.53（1.7）	0.64（0.1）	11.17（0.9）	－1.88（－）	9.29（0.4）
86	6.66（0.8）	1.66（0.2）	8.31（0.5）	－2.66（－）	5.66（0.1）
87	24.66（2.1）	2.12（0.2）	26.77（1.2）	－3.10（－）	23.67（0.5）
88	33.78（2.2）	4.94（0.4）	38.72（1.3）	3.10（0.1）	41.82（0.7）

（注）（　）内は、わが国二国間のＯＤＡ各形態別総計に占める割合。

② 年度別・形態別実績

（単位：億円）

年度	無償資金協力	技術協力
83年度までの累計	80.55億円 輸送力拡充緊急計画 （76年度：3.80） （77年度：5.00） 道路整備計画㊷（78年度：6.00） 輸送力増強計画 （80年度：5.00） ニアメ第二発電所拡張計画㊷ （81年度：16.00） 医療施設拡充計画 （81年度：5.00） 食糧援助　（81年度：4.50） 地下水開発計画㊷ （82年度：10.00） 災害援助（ナイジェリアから追放されたニジェール国民救済） （82年度：0.07） 栄養改善計画㊷（82年度：2.00） 食糧増産援助（82年度：2.00） 食糧援助　（82年度：4.38） 道路整備計画㊷（83年度：4.50） アイール鉱山学校機能強化計画 （83年度：2.50） 栄養改善計画㊷（83年度：1.50） 食糧援助　（83年度：6.30） 食糧増産援助（83年度：2.00）	6.29億円 研修員受入　12人 専門家派遣　10人 調査団派遣　72人 協力隊派遣　1人 機材供与　55.6百万円 開発調査　3件
84年度	22.20億円 医療施設整備計画　（5.00） 栄養改善計画㊷　（2.00） 食糧援助　（3.20） 地下水開発計画㊷　（6.50） 食糧公社輸送力増強計画 （2.50） 食糧増産援助　（2.00） 緊急食糧援助　（1.00）	1.66億円 研修員受入　2人 専門家派遣　1人 調査団派遣　4人 協力隊派遣　11人 機材供与　13.3百万円 開発調査　1件

（単位：億円）

85年度	27.66億円 災害援助（UNICEF経由）（0.16） 食糧援助（5.00） 農業水利機材整備計画（8.00） 栄養改善計画（2.00） 食糧増産援助（3.00） 食糧公社輸送力増強計画（4.00） ニアメ市道路整備・衛生改善計画（5.50）	1.40億円 研修員受入 1人 専門家派遣 1人 調査団派遣 4人 協力隊派遣 4人 機材供与 13.7百万円 開発調査 1件
86年度	29.49億円 地方農村穀物倉庫建設計画（8.40） 食糧援助（4.00） 食糧増産援助（6.00）	2.26億円 研修員受入 5人 調査団派遣 13人 協力隊派遣 12人 機材供与 13.6百万円
年度	無償資金協力	技術協力
86年度	栄養改善計画（3.00） 首都圏輸送力増強計画（6.60） 緊急食糧援助（UNICEF経由）（1.00） 緊急援助（0.10） 青年の家に対する視聴覚機材（0.39）	開発調査 1件
87年度	34.41億円 村落給水計画（6.91） ノンプロジェクト援助（15.00） 栄養改善計画（3.00） 食糧援助（3.50） 食糧増産援助（6.00）	3.51億円 研修員受入 11人 専門家派遣 1人 調査団派遣 24人 協力隊派遣 15人 機材供与 70.1百万円 開発調査 2件
88年度	20.52億円 村落給水計画（2期）（2.24） 道路整備計画（5.28） 食糧援助（2.50） 食糧増産援助（7.50） 母子栄養改善計画（3.00）	8.00億円 研修員受入 17人 専門家派遣 4人 調査団派遣 58人 協力隊派遣 12人 機材供与 40.2百万円 開発調査 2件
88年度までの累計	214.83億円	23.12億円 研修員受入 48人 専門家派遣 17人 調査団派遣 175人 協力隊派遣 55人 機材供与 206.5百万円 開発調査 6件

（参考）「5ヵ年開発計画」の概要（87年～91年）

目標：持続性のある財政バランスの確保、経済復興（人口増加を上回る経済成長）の基盤となる経済・社会条件の整備

重点施策

(イ) 農畜産物の生産増強および多様化

(ロ) 流通機能および農業融資の整備

(ハ) 木材消費の低減を目標とした代替エネルギーの開発

(ニ) 公共企業の合理化および民営化

(ホ) 道路等経済インフラの整備

(ヘ) 教育、保健および都市水利の整備

3．プロジェクト形成調査

「開発途上国が我が国に協力を要請する個々の開発プロジェクトは、本来当該国の国家レベルの経済社会開発計画或は地域別・分野別開発計画に基づき策定されるべきものである。しかしながらこれらの国々においてはプロジェクト策定能力が充分でなく、当該プロジェクトがかかる基本計画のなかで如何に位置付けられ、計画全体の推進にとって如何なる意義があるのかという点について不明確なものが少なく、また必要な技術的検討も不足し、さらに我が国の協力の仕組み、要件について十分な配慮がなされていないというのが実情である。このような状況において我が国の協力を当該国の開発にとって真に効果的なものとするためには、いわゆる要請主義を補完するとの意味から我が国が能動的かつ積極的に協力していく必要がある。」

プロジェクトを発掘するといういっそう積極的なアプローチにまでは言及していないが、上に引用したのが「プロジェクト形成調査」の予算要求主旨である。

さきにみたとおり、ドッソ県の地下水開発計画の協力要請書には不明確な部分がいくつかあり、そのためにただちに本格的調査に取組み得ない状況があった。当該セクターがニジェールの社会・経済開発の要であり、わが国の対ニジェール援助の最重点セクターとみなされているにもかかわらず、である。要請主義を補完して、相手国と一緒になってわが国の援助の仕組みに配慮しつつ、要請内容をＴＯＲの形で整理することが必要とされたわけである。

一方で、たとえばウワラム農村復興計画という、砂漠化の脅威にさらされている地域の再開発プロジェクトはさまざまなコンポーネントをもつが、その第一歩は水の確保＝地下水開発とならざるを得ず、今次プロジェクト形成とほぼ時を同じくして基本設計調査が行われつつあった。ニジェールでは当面井戸掘削が妥当とされつつも、あちらで 100本こちらで数十本というパターンはある時期で見直されねばならないし、ある種の評価も行われねばならないであろう（今年３月には他の経済協力要件とあわせ、当時なお建設中であった「村落給水計画」（62－63年度プロジェクト）に関する評価調査が行われている。「ニジェール共和国に対する経済協力事業の現状についての所見」新幹線鉄道保有機構・小川一哉監事作成資料）。事前調査より広いスコープをもち、当該プロジェクトの「選定」（案件採択の決定）に必要な情報・資料を最大限持ち帰ることが、わが国援助の仕組みの説明とあわせて、プロジェクト形成には要請されている。

Ⅳ　地下水開発計画

1　今次要請とその背景

(1) 要請内容

① 案　件

当案件は、ドッソ県において井戸 100本を掘削することを目的とするものである。井戸の形式は以下の通り。

－大口径のセメント製井戸（ＯＦＥＤＥＳタイプ）：50本

－浅井戸と深井戸の組合せ井戸：25本

－人力ポンプ付村落型深井戸：25本

② 状　況

ドッソ県人口は、82万人と推定できる。既存の井戸の数は1536本とみられ、これは人口に対し43％の普及率ということになる。1990年に 100％の普及率を達成するためには、あと約2060本の井戸を掘らなければならないことになる。

水利インフラ局は、次の技術的および社会・経済基準に従った村落リストを作成している。

井戸１箇所設置の基準は次のとおりである。

・人口 250人に対して１箇所

・５km圏内に井戸の存在しない地域

・住居が散在している集落

・水深の僅かな井戸のみの村落

井戸タイプの決定は水深を基準とするが、40m以浅に水位のある場合は大口径浅井戸、それより深い場合は深井戸とし、この組合せ型は自由地下水位が深いか水量の乏しい地域で、かつ被圧地下水が存在する地区で計画している。

当県の水の便を改善するためのプロジェクトとして以下のものがある。

－人力ポンプ型深井戸200本計画（ベルギー）

－浅井戸30本（日本）

－浅井戸80本（アルジェリア／イスラム開発銀行）

－浅井戸300本（Consell de l'Entente）

－浅井戸200本と浅井戸200本（オランダ）

(2) 背　景

ニジェールに於ける水源は、表流水を利用できるニジェール河とチャド湖を除いてほとんど地下水に依存しており、地下水開発が国家的に重要な課題となっている。

同国政府は、①１人１日当り最低必要量の確保および、②社会開発のための水資源の管理を

目標に、国内各地に於て地下水開発を進めているが、目標達成は必ずしも容易ではなく、本件対象地区のドッソ県では近代的井戸による給水普及率は43%にとどまっている。かかる背景としては、経済的・資金的制約（資金源の不足、住民の乏しい収入、水利プロジェクト実施用機材の輸入への依存）が地下水開発のネックになっている状況があり、目標達成のためには外国援助に多くを依存せざるを得ないのが現状である。水供給は社会生活を営む上での基本的問題であり、給水普及率の向上は依然として国家の急務の課題となっている。

当要請案件はドッソ県に置いて近代的井戸を創設することにあるが、これは国家政策としての「全ての住民が水供給を受ける権利を有する」という原則に基づいており、"国際飲料水供給および衛生の10年"に従ったものである。

全体としてドッソ県は、ニジェール河の河谷に向かって、北東の方向から軽く傾斜する準平原よりなる。高度は北の290mから南の210mまで変化する。この準平原は涸れ谷により、北から南に向かって切断されている。すなわち、

－東では、ダロル・マウリとその支流

－ダロル・フォガ

－西では、ダロル・ボッソ

準平原と涸れ谷の間は、面々と続く段丘により区分される。谷底は広大な砂の平原であり、その幅は20kmをこえない。これらの間の高低の差は小さく約40mである。

コンチネンタルターミナルは３つの層からなるシステムを構成しているが、そこでは３つの大きな地下水層を区分し得る。

－自由地下水システム

－中位砂層システム

－下位砂層システム

その他ではダロルの沖積層が浅い地下水層をもたらしている。

要請対象地域における伝統型井戸の数はわずかで、その底の掘り込みが浅く、十分な地下水層の捕捉はしていないため揚水量は十分でなく、底の内壁が崩壊する例が頻繁にある。
このため近代的井戸設備が住民により切望されている。

ニジェール共和国に対しては、既に累次にわたり、地下水開発に対し無償資金協力を実施しており、先方政府から非常に高い評価を得ているところである。

昭和57年度	10.00億円（機材案件）
昭和59年度	6.50億円（機材案件）
昭和62年度	6.91億円（機材を含む施設案件）
昭和63年度	2.24億円（機材を含む施設案件）

今回の要請はこのような実績を踏まえて行われたものである。

2　対処方針等

ニジェール共和国に対しては、57年度、59年度、62年度、63年度の累次にわたり、地下水開発に対し無償資金協力を実施しており、先方政府から非常に高い評価を得ているところである。

今回要請はこのような実績を踏まえて行われたものであるが、今後とも当該分野においては継続的な協力実施の要請が予想されるところである。

以上の経緯を踏まえ、今回調査においては以下３つのスコープにより調査を行う。

(1)　先方との協議、現地調査を通じ、平成２年度施設案件としての実施を想定し、案件形成を行う。具体的には、

①　要請内容の確認

昭和63年11月時点の要請書では次の井戸形式および本数を要請していた。

浅井戸	50本
浅井戸と深井戸の組合せ井戸	25本
人力ポンプ付き深井戸	25本

これらの根拠および地域または位置等について協議し、ドッソおよびロガの両郡にまたがる地域と過去供与済みの機材の活用の可能性につき確認し、適切な供与規模につき検討する。

②　井戸掘削対象地域の絞り込み

先方のプライオリティ、他の先進国や国際機関の協力内容との関連確認および現地調査により、対象地域のある程度の絞り込みを行う。なお、最終的な対象地域の確定はＢ／Ｄにて行われるものとする。

③　供与機材の内容、井戸の形式および本数の検討

①、②を通じ、適切な協力可能内容、規模につき検討を行う。

④　裨益効果のアセスメントを質問形式にて実施する。

(2)　今後のニジェールにおける地下水開発関連分野における無償資金協力の中長期的方向を模索する。具体的には、

①　ニジェールにおける地下水関連施策・事業の現状把握・分析

②　他援助国の地下水開発および関連分野における協力の現状把握・分析

③　地域・村落開発計画における地下水開発の位置付け、制約条件の把握・分析

(3)　過去供与案件の評価

現在、無償計画課で検討中の終了時評価アンケート表に基づき、昭和62、63年度に供与した村落給水計画（１、２期）に関し、先方政府関係者に対する面接調査を行う。

また、昭和57、59年度に供与した地下水開発計画（機材案件）の機材利用状況に関し、調査を行う。

対処方針会議ではあわせてインセプションレポートならびに質問書の内容について検討を行った。さいわい外務省無償資金協力課の飯沢事務官（地域担当官）のニジェール出張が調査団の日程と一部重なることから、関係省庁との対応等について適宜現地でも相談しつつ行うこととした。

終了時評価を行うべく、担当したコンサルタントの日本技術開発㈱およびコントラクター（日商岩井）の補強に当った㈱日さくの関係者から62－63案件（村落給水計画）についてヒアリングを行った。

また折柄無償資金協力業務セミナーの研修員として来日中の外務協力省マイカルフィー女史（アジア・オセアニア課長）に対し、調査の目的等について説明する機会があった。

在象牙海岸大使館では担当の加藤正明書記官に対処方針を説明した。館としても当該セクターへの協力が当面の重点課題であると認識しておられる趣であった。

3　調査結果

(1)　対象地域

対象地域については、ドッソ県の５郡のうち、ドッソ、ロガおよびボボイの３郡にまたがった地域であることが明らかとなった（巻頭調査位置図参照）。

この地域は、コンチネンタル・ターミナル層の分布域のほぼ中心部に位置している。厚さ数百mにも及ぶ同層中には、３層の砂岩卓越層準が認められ、それぞれに普遍的で豊富な地下水の賦存が確認されている。上部の滞水層は自由地下水であり、中・下部の地下水は被圧されている。地形はダロル・ボッソと、ダロル・マウリに挟まれた台地状の地形をなしており、別添の地下水位等高線図より判断すれば、上部滞水層である自由地下水面までの深さが30～70mと比較的深い。

ボボイ郡の５本を除く95本分の井戸については、掘削位置も選定され、地下水位に関する情報・資料にもとづくタイプ分けが行われた。いづれも上部の自由地下水層からの取水を意図している。

タイプ別本数はつぎのとうり。

－浅井戸（ＯＦＥＤＥＳ型）　41本

－浅井戸・深井戸の組合せ井戸（ボボイ郡で計画）５本

－人力ポンプつき深井戸　54本

今般要請のあった地域は、台地上に位置しているため、地下水位が比較的深く、地下水開発が遅れている。しかし、この台地上にも多くの村落が散在しており、村人は数少ない伝統井戸に頼った劣悪な環境での生活を余儀なくされている。これらの伝統井戸は、側壁の崩壊が著しく、人力での掘削のため水深が１m程度と浅いため、頻繁な井戸さらいを必要とし、取水時の撹はんによって飲料水には不適なほどが汚濁が著しい。これらの状況から、側壁を保護し、ス

トレーナーを備え、充分な湛水深を持った近代的井戸の設置が強く望まれている。

要請リストでは、地下水までの深さが40m以上の54箇所は人力ポンプを設置した管井戸となっている。しかし、今回の調査では、要請地域付近で維持・管理がなされず、放棄された管井戸が数カ所で認められた。管井戸の維持・管理には、年間平均5万CFAフラン（2万5000円程度）が必要と見積られており、井戸掘削に先立ち、水利インフラ局は村人に同額の出資を約束させているが、実際には現金収入の乏しい村人から集金することは難しく、故障した場合そのまま放棄される例も少なからずあるのであろう。また、深い管井戸は口径が小さいため揚水可能量が少なく、ストレーナーの目詰まり等の問題も指摘されている。一方では、OFEDES型の井戸の掘削は掘進深さ40m以上になると工期が非常に長くなる欠点もある。従って、実際の施行に当たっては、水利インフラ局および住民とこれらの点について充分な協議を行う必要があろう。

以下に対象地域をめぐる状況、地形・地質等を詳述する。

(2) 人口・社会・経済

ドッソ県は、ニジェール国の南西部に位置し、首都ニアメに近いことや比較的降雨に恵まれた地域であるため他県と比較すると地域開発の進んでいる県である。

ドッソ県各郡の面積と人口は表－4に示す通りである。この内、人口 2,000人以上の都市部住人の各郡別数は表－5のとおりである。両表からドッソ県では都市部住民の割合が7％程度で、村落人口の大きいことが明らかとなっている。

表－4　ドッソ県各郡の面積と人口

郡　名	面積（km²）	男　性	女　性	計	人口密度（人／km²）
ボボイ	4,200	102,635	103,001	205,636	49.0
ドゴン・ドゥッチ	11,050	157,056	159,979	317,035	28.7
ドッソ	8,730	123,067	122,751	245,818	28.2
ガヤ	4,040	81,778	82,244	164,022	40.6
ロガ	2,760	43,027	44,459	87,486	31.7
計	30,780	507,563	512,434	1,019,997	33.1

表－5　都市部人口一覧表

郡　名	人　口
ボボイ	6,329
ドゴン・ドゥッチ	19,914
ドッソ	27,092
ガヤ	14,611
ロガ	3,901
計	71,847

（出典：RECENSEMENT GENERAL DE LA POPULATION 1988年）

ドッソ県の住民は、ニジェールの国内総生産の50％を占める農業・牧畜業で生活しているが、地形、水利条件から粗放的段階にとどまっている。ただし、水利条件の比較的良好な南部地域では近代農業が営まれている。

当県の主要農作物は粟、トウジンビエ、ニエベ（豆）、落花生および綿花である。また、南部のニジェール河流域では野菜栽培が行われている。

牧畜業は遊牧と定住牧畜に区分されるが、ドッソ県ではほとんどが前者で、牛および羊が主要飼育動物である。移動は北から南に向かって、湿潤な季節には準平原を通って、ニアメ県方向へ、乾期にはニジェール河方向へ行われる。

当県が平原地帯に位置し、牧草があることで多くの群れを飼育することは可能と見られるが、これらの牧畜業は利水施設の不足により現状ではその発展には限界があり、ダロル沿いの牧草地も乾期には渇水し、牧畜可能地域が井戸周辺に限定されてしまうことが住民の定住化を困難にしている。

(3)　気象・水文

①　気　　象

ニジェールの気象観測網は図－9に示すとうりであるが、ドッソ県内では15年以上の降水量の観測を行っている所は5箇所となっている。

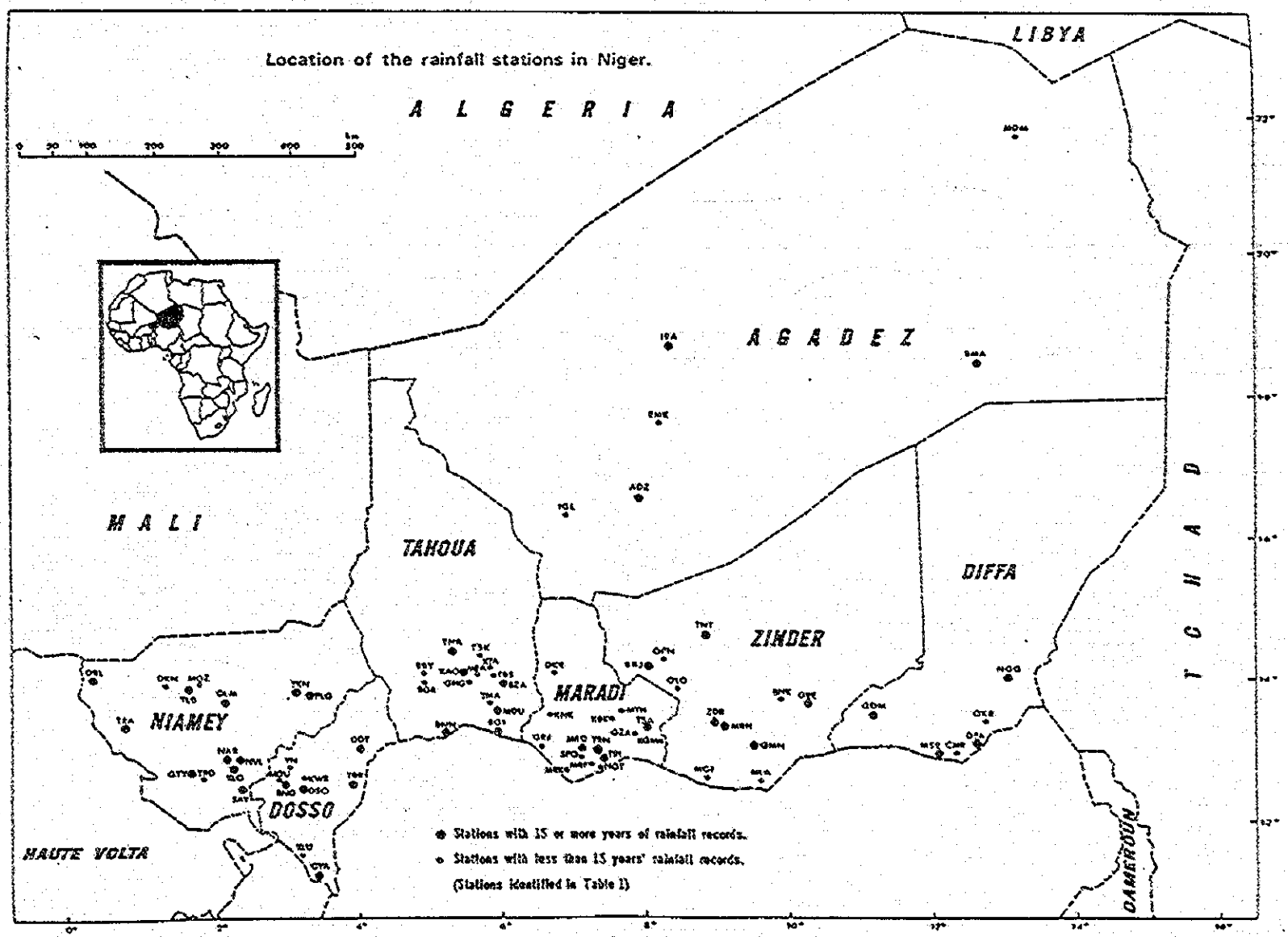
ドッソ県の気象は以下のように特徴づけられる。

・11月から2月迄の寒期

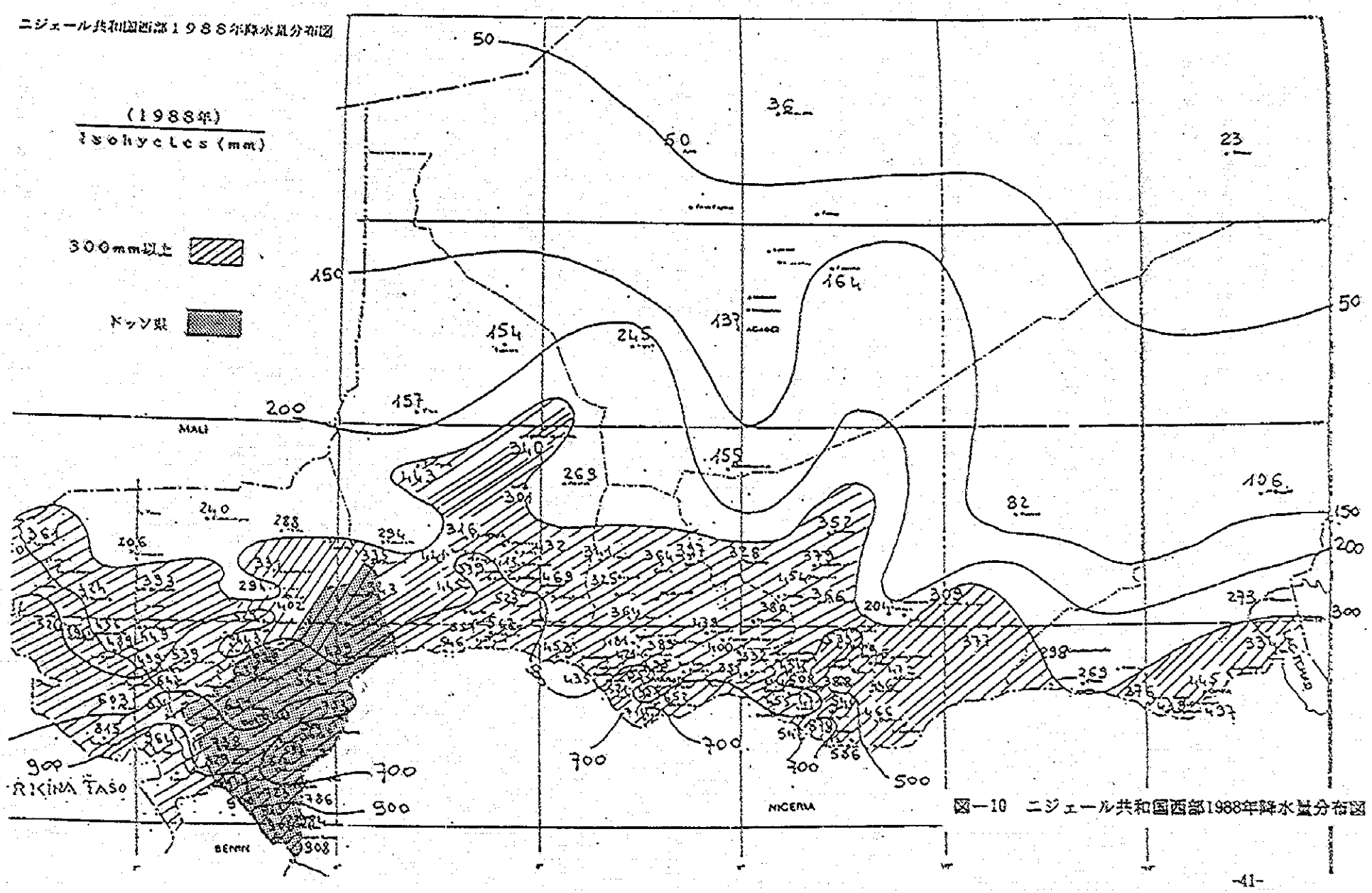
・5月から6月迄の夏期

・5月から10月迄の雨期

当県は、北部の500mmの等雨量線と南部の900mmの等雨量線の間に位置する。年毎の降雨量の差は大きく、また北部の降雨量は不規則である（図－10）。



図－9　ニジェール気象観測所分布図



図—10　ニジェール共和国西部1988年降水量分布図

② 水　文

要請地域はほとんどラテライトで覆われていることで特徴づけられる。それは局部的に渓谷によって切り込まれているが、連続する残丘を形成し、その周辺部は砂に覆われている。当地域は、また明瞭に南北軸を持つ盆地状の形を成すコンチネンタル・ターミナル層のドゴン・ドゥッチ向斜部に位置している。

要請地域では主要な河川は存在しないが、一時的な流水をもち、ダロルに流入する小規模な沢は至るところに存在し、これらは地下水の一部の涵養源となっている。

(4) 地形・地質

① 地　形

ドッソ県は北緯11°50′～14°40′、東経2°30′～4°40′に位置し、3万余㎢の面積を有する。当県は以下の5郡に分かれる。

ボボイ	面積 4,200㎢
ドゴン・ドゥッチ	11,050
ドッソ	8,730
ガヤ	4,040
ロガ	2,760

西と北はニアメ県に接し、東はタウア県、南西および南東はニジェール河によりベナンおよびナイジェリアとの国境をなしている。県庁所在地ドッソはニアメから 140㎞の距離にあり、海岸からは 800㎞離れた内陸部で、地表形状がニジェール河に向かって北東から南西に緩く傾斜する準平原をなし、標高290mから南部の210mまで変化している。この準平原は、次に述べる3本の主要な谷地形により南北に切断されている。すなわち、東部のダロル・マウリ、中央部のダロル・フォガおよび西部のダロル・ボッソである。

今回要請のあった対象地域は、ドッソ北東部のドッソ郡およびロガ郡にまたがり、ダロル・マウリおよびダロル・ボッソに挟まれた比較的高標高の準平原地帯と、ドッソ県南西部ニジェール河左岸部のビルニ・ンゴウレ郡の一部（ファカラと呼ばれている）である。

② 地　質

要請地域は、ラテライトで覆われていることが特徴で、これらは局部的に渓谷により切り込まれているが、連続する残丘の形をなし、それらの周辺は古い河川に洗い出された砂質土に覆われている。表層下には大陸性の第三紀層であるコンチネンタル・ターミナル層が厚く分布し、これらは南北性の軸を持つドゴン・ドゥッチ向斜をなす堆積盆地に位置している。

コンチネンタル・ターミナル層の岩相は粘土と砂の互層よりなり、これらは垂直および水平方向に変化が激しいが、その代表的な層序は下部から上部にかけて次のように分布している。

鉄分に富んだアダール・ドゥッチ下位層

砂質粘土ないし亜炭からなる中位層

モワイヤン・ニジェールの砂岩からなる上位層

(5) 水　源

対象地域の地下水位の等標高線図を図－11に、またその地質断面を図－12に示す。対象地域ではコンチネンタル・ターミナル層の中に3層の地下水層が確認されており、すなわち、上位より

自由地下水系

中位砂層系

下位砂層系

である。

コンチネンタル・ターミナル層中の自由地下水系は、モワイヤン・ニジェール粘土質砂岩中の地下水で、不圧または被圧され、間隙水圧計では深度20～40mに水頭を示し、地形的に緩い動水勾配を持ち、これら滞水層の岩層変化が激しく、湧水量も中位ないし小である。

中位砂層系は当堆積盆地の中で最も開発の進んでいる滞水層で、被圧地下水頭は75ないし100 mに位置しており、湧水能力は比較的大きい。

下位砂層系は十分開発されていないが、これまでの調査結果からコンチネンタル・ターミナル層の下底部には含有成分上問題の無い、良質な被圧地下水の存在が知られ、対象地域付近の最新資料による地下水深度は図－13に示すとおりである。

ダロル内の地下水は、雨期の河川氾濫による地下水涵養の他、自由地下水層あるいはその下の被圧地下水層からも涵養されていると推定される。滞水した沖積層は砂・礫層を伴った砂質粘土で、層厚10～20mにわたって滞水し、間隙水圧計による地下水頭は5～10mに位置し、数メートルの季節変化を伴う。湧水量は中位層より劣るが、ドッソ県の既存水源のほとんどは村落井戸として当滞水層を利用している。

(6) 地下水取水施設

ニジェール共和国では、採水施設の設置基準を次のように設定している。

・人口250人に対して井戸1本

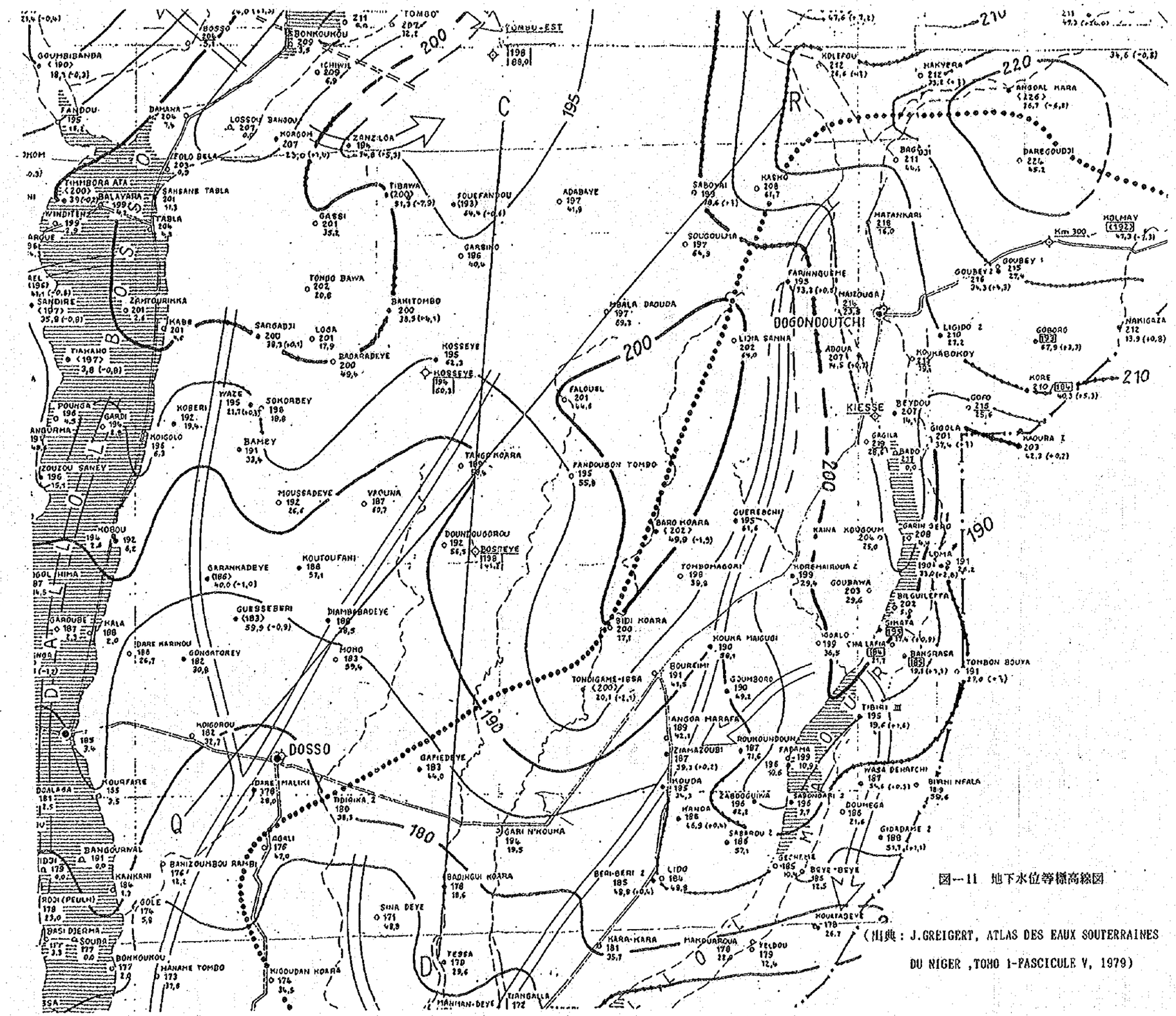
・5㎞圏内に井戸の存在し内場合

・離散した集落よりなる村落

・湛水深が僅かしかない井戸に頼っている村落

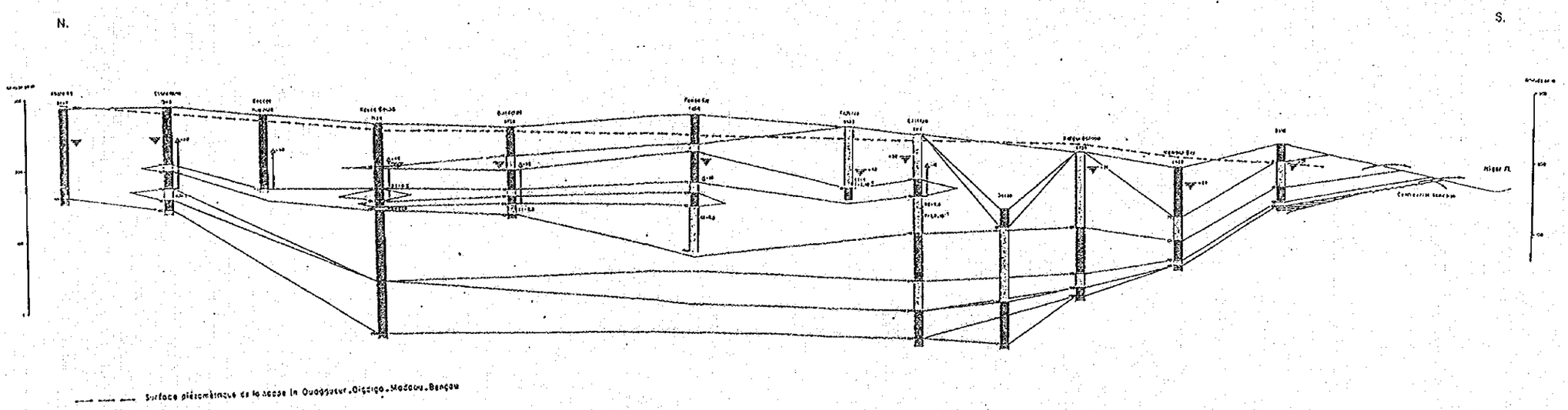
これらの検証には水資源省水利インフラ局があたり、井戸設置計画地の給水施設状況や優先順位、井戸タイプ（表－6）および設置後の管理等について地域の関係部署との協議を行い決定している。

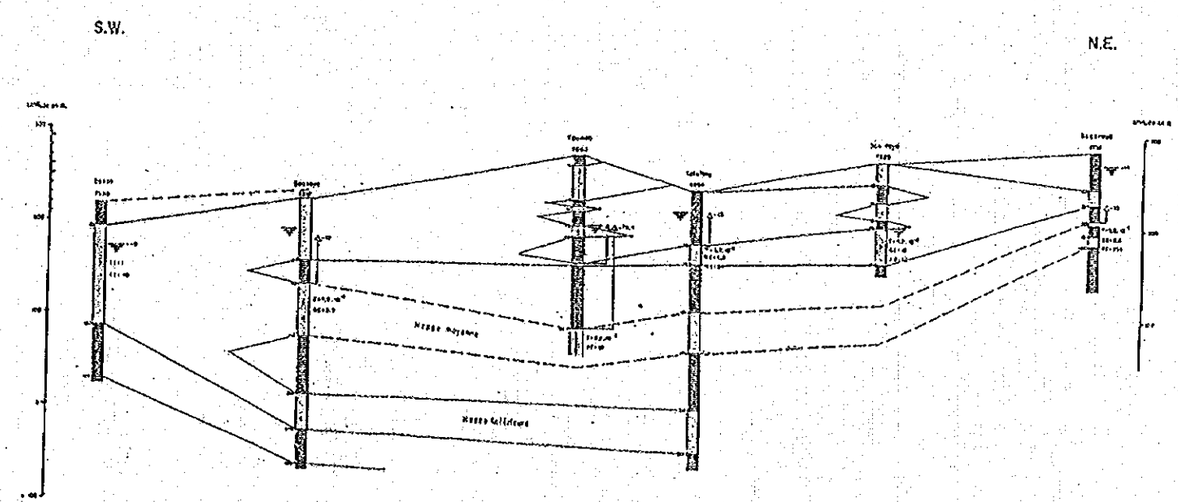
オランダ／ECの援助プロジェクトの発行している「ドッソ県飲料水供給の現況（1989年8月）」によれば、ドッソ県の1987年現在の全人口は392,481人で2,397村がある。このうち人口



図—11 地下水位等標高線図

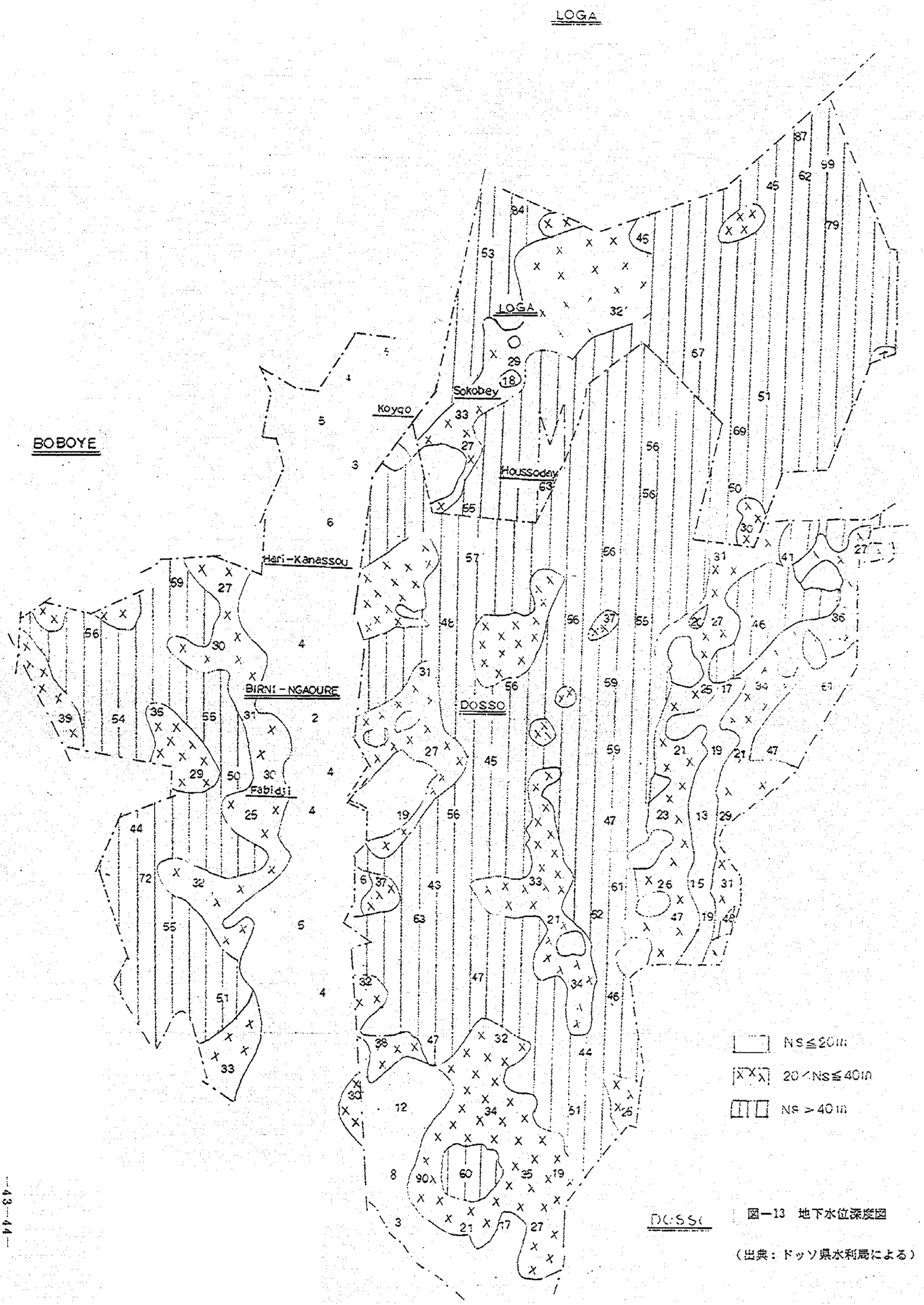
(出典：J.GREIGERT, ATLAS DES EAUX SOUTERRAINES DU NIGER ,TOMO 1-FASCICULE V, 1979)





図—12　地質断面図

（出典：J.GREIGERT, ATLAS DES EAUX SOUTERRAINES DU NIGER, TOME-1-FASCICULE V, 1979）



図－13　地下水位深度図

（出典：ドッソ県水利局による）

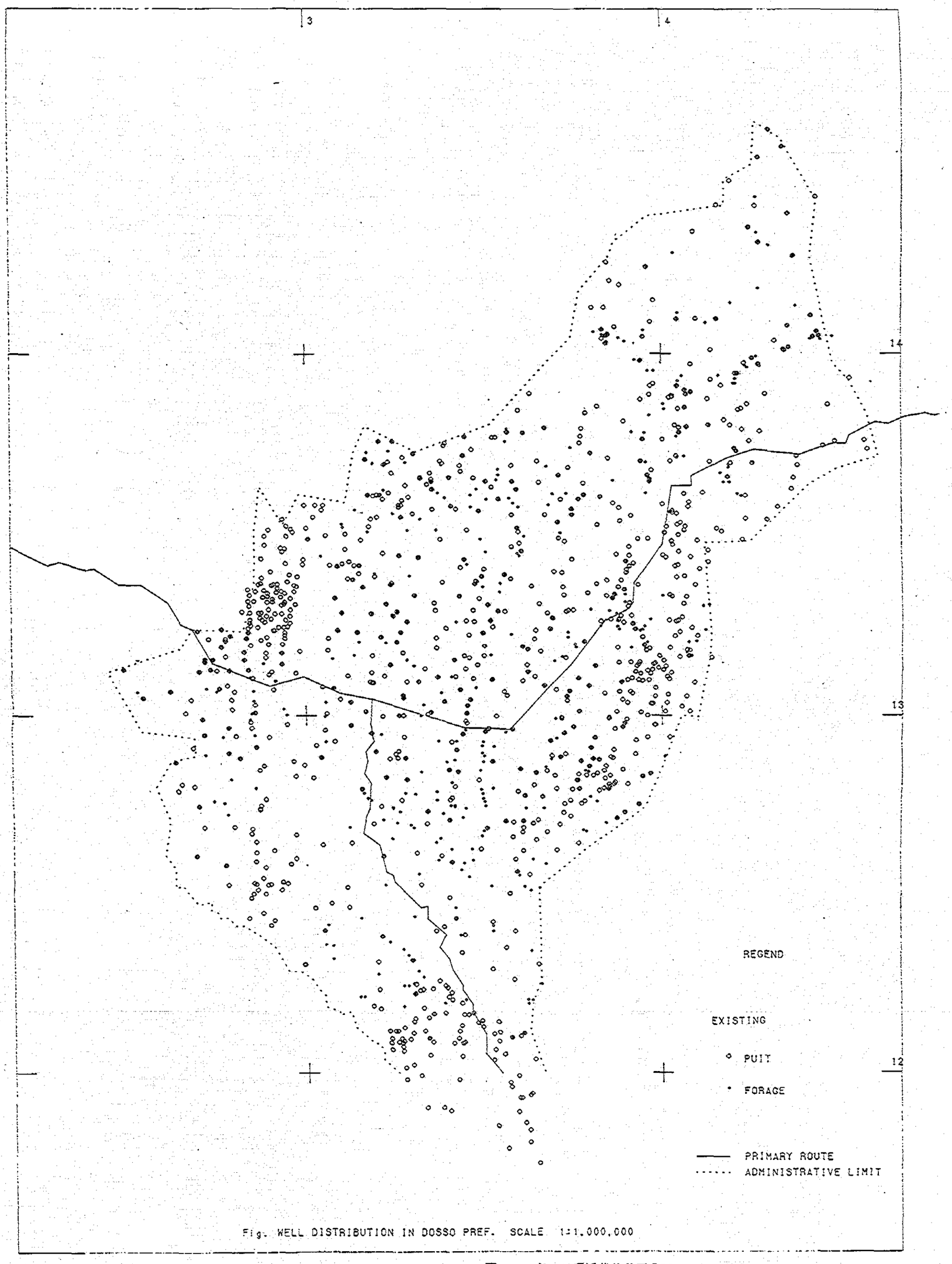
2,000人以下の村落部の人口は768,036人で、2,342箇村を数える。さらに人口100人以下の低密度の村落は434箇所あり、その人口は21,288人である。人口2,000人以上の大村落は、現行の村落給水計画とは別に考慮し、村落給水に於けるプライオリティーは、人口200～2,000人、100～200人、100人以下の村落の順においている。なお人口100人以下の村落を除外すれば、現状で必要な井戸数は3,014と見積もられている。

現在までの外国援助を主体とした近代的井戸の分布状況は、図－14に示す通りで、かなりの普及状況となっていることが伺われる。

地下水の取水は現状では表－6に示すように6種類の方法で行われているが、今回の要請では次の3方法が考えられている。すなわち、浅井戸（ＯＦＥＤＥＳタイプ）、深井戸（削井）と浅井戸の組合せ、および人力ポンプ付きの深井戸である。

表－6　井戸分類一覧表

区分	小区分		採水層	分布地	備考
浅井戸 (Puits) 人力掘削	伝統井戸		自由水主体	全国各地	径φ0.8～2.0m，掘削深度4～57m 素掘りのため、上部砂層が崩壊するので補修管理を必要とする。 掘削深度不足のため、水枯れがある。
	OFEDES型の井戸		〃	〃	径φ1.8m，最大掘削深度102.4m、 鉄筋コンクリート枠製であるので、耐久性は高く、井戸の主流となっている。 硬岩の場合はピック掘りを併用している。
深井戸 (Forage) ボーリング機械掘削	自噴井戸		被圧水	ドゴンドゥッチからガヤにかけてのダロル・マウリ	水理地質上から局部的に分布しており水量は豊富であり、余剰水は農業用水として利用している。 掘削深度200m以内
	汲み出し井戸	手動または足踏みポンプ	自由水	全国各地	水頭位の高い井戸で、水量的には期待できない。 労力低減、衛生的な井戸である。 故障した場合は修理が大変である。
		Puits ＋ Forage	被圧水	アガデス県 ディファ県	湧水のない浅井戸で、下層の被圧地下水を深井戸により導水する井戸。 実験例は少ない
		ポンプアップ	被圧水	ウリマンデン 盆地全体	径φ9⅝″、深度50～730m 北部、東部地域に深いものが多い。 ポンプステーション 水量は多く、都市および遊牧民用が主体となっている。



図－14 ドッソ県近代的井戸分布図

（出典：Eric de Boer SITUATION DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE 1989年8月 ）

① ＯＦＥＤＥＳタイプ浅井戸（図－15）：一般に地下水位40m未満の場合に採用される。井戸の仕様は次のとうりである。

・掘削に伴い鉄筋コンクリート製保護壁のアンカー

・型枠を使って鉄筋コンクリート打ち（内径1.8m）

・刃型付きリングによる滞水層の掘削、およびコンクリート製ストレーナーの沈埋

・ストレーナーと掘削面間へのフィルター材の充填（厚さ最低0.10m）

・井戸口への鉄筋コンクリート製縁石および敷石

・家畜水飲み施設４～６個（鉄筋コンクリート製、内径0.8m）

② 深井戸（削井）と浅井戸の組合せ（図－16）：被圧地下水頭が浅い場所で採用されるもので、この場合削井部の深さは一般に 150～200mで、この削井の周りに上昇した地下水を揚水するためのＯＦＥＤＥＳタイプの井戸を設けるものである。

削井は口径９　５／８のロータリー式掘削を行い、この井戸に一部ストレーナー加工された口径179/200㎜のＰＶＣパイプを設置する。

ドッソ県内の実績は１箇所で施工されたが、未だに成功例がなく、要請地域南西部のファカラで５本が計画されているが、採用にあたっては慎重な検討を要する。

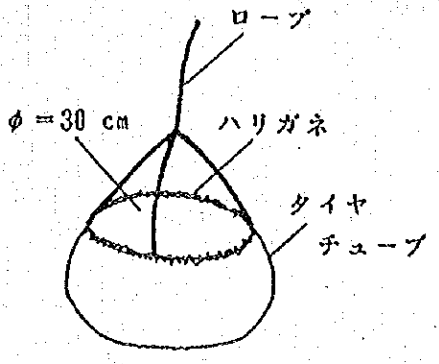
③ ポンプ付きの深井戸：被圧地下水頭が不十分で浅井戸では採水不能な場合に採用されるが、一般的にその水頭深度が60m以上の場合である。ポンプの設置は、削井完成後適切なタイプを選定して設置される。これらの管理には原則として10村落に１人の専門修理人を置くこととしている。

人力ポンプのタイプは、各プロジェクト毎にことなっている（後述）。

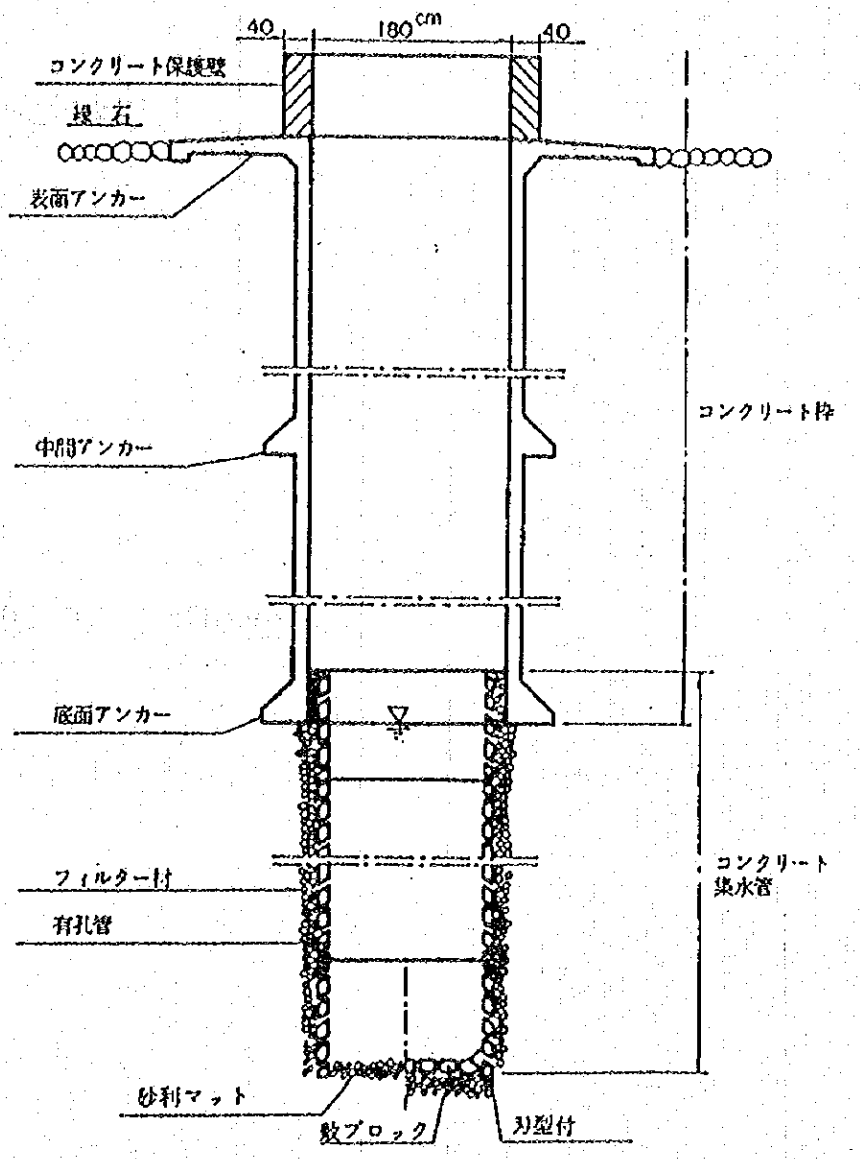
①および②の人力汲み上げの場合古いタイヤチューブを利用して、針金を輪にしたものにこれを結び付けて、バケット状にして使用している。

バケツまたは手桶を使っている所は見られなかった。汲み上げ量は１回に５～10ℓ程度で女性一人または二人が組になって水汲みを行っている。水汲みの仕事は慣習的には女性の仕事となっている。

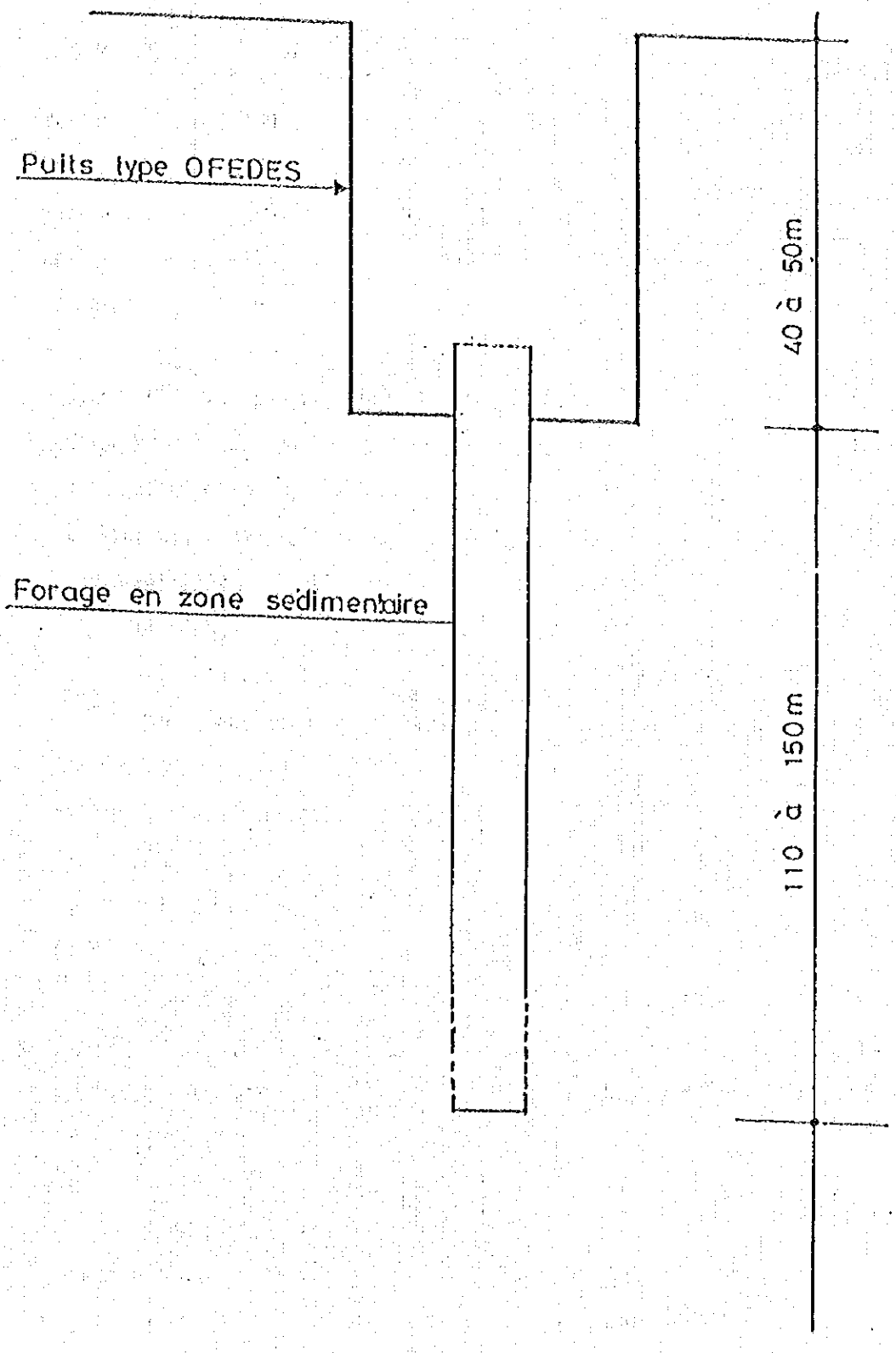
井戸が極端に深い場合にはロバ等に引かせる方法をとっている場合もあるし、井戸中央に滑車を取り付ける工夫をしている所もある。



ドッソ県で採用されている人力ポンプは、現在次の５種類が設置されている。



図—15　OPEDES型の浅井戸



図－16　組合せ井戸概念図

表－7　ドッソ県内で採用されているポンプ一覧表

ポンプ型式	台　数	設置場所	プロジェクト
Vergnet	130	全　国	EC/FAC
Duba	198	全　国	ベルギー
Kardia	5	ガ　ヤ	BOAD（西アフリカ開銀）
Bourga	176	全　国	EC/FAC　II
Volanta	90	ドゴンドゥッチ	EC/オランダ

人力ポンプ能力については、世銀／ＵＮＤＰ共同レポートの "COMMUNITY WATER SUPPLY, THE HANDPUMP OPTION, 1987" で検討結果が報告されている。

これによれば深井戸の場合表－８に示すように、現在ＥＣ／オランダプロジェクトで採用しているVolanta が最も優れていることとなる。

表中の各項目に対する評価は次の三区分によっている。

。。　良（Good）

　。　普通（Adequate）

　－　不可（Does not meet minimum requirements）

ポンプ名はアルファベット順に並べられている。

資料の出所（Data Source)は次の三分類である。

L　試験室内テスト

F　２年以上の実施テスト

（F）　短期間の実施テスト

吐出量（Discharge Rate）はポンプのシリンダーサイズにより異なる。ここでは７リッター／分を標準として判定している。

維持の容易さ（Base of Maintenance)は次の三区分した技術レベルに分けている。

A　村落の修理工

B　地域機械工

C　巡回維持管理チーム

信頼性（Reliability)はポンプが正しく作動する時間で判定している。

表から" 良（Good）" はみられず、いずれも故障しやすいことがわかる。

耐蝕性（Corrosion Resistance）はポンプ本体機能についてチェックしている。

すり減り耐力（Abrasion Resistance)はパッキンとかバルブ等のすり減りのチェックである。

製作難易度(Manufacturing Needs）は三ランクに分けて評価している。

表－8　深井戸用手押しポンプ性能比較表

Maximum pumping lift — 45 meters
"Adequate" discharge rate — 7 liters/minute

Pump name	Data source	Discharge rate	Ease of maintenance A	B	C	Reliability for (m³/d) 4	Corr. res.	Abr. res.	Manufacturing needs 1	2	3	Short list	Price (US$)	Remarks
HIGH LIFT PUMPS (0-45 meters)														
1 Abi-ASM	L (F)	o	—	oo	oo	—	oo	o	—	o	o			See Note 1
2 Aridev	(F)	oo	oo	oo	oo	o	o	o	o	oo	oo			See Note 2
3 AIO Deriv. Deepwell	L F	o	—	o	oo	—	—	—	—	oo	oo			
4 Bestobell	L	o	—	o	oo	—	o	o	o	oo	oo			
5 Climax	L	oo*	—	—	oo	o	—	—	—	—	oo			
6 Dragon 2	L	o	—	o	oo	—	—	—	—	o	oo			
7 Duba Tropic 7	F	oo*	—	o	oo	—	—	—	—	—	oo			See Note 7
8 GSW	L (F)	oo*	—	o	oo	—	—	—	—	o	oo			
9 India Mark II (standard)	L F	oo	—	o	oo	—	—	—	—	o	oo			
10 India Mark II (modified)	(F)	oo	—	oo	oo	o	—	o	—	o	oo			
11 Jetmatic Deepwell	L	oo	—	o	oo	—	—	—	—	o	oo			
12 Kardia	L (F)	oo	—	o	oo	—	oo	o	—	o	oo			See Note 12
13 Koral	L F	oo*	—	o	oo	—	—	—	—	oo	oo			
14 Maldev	L F	oo*	—	o	oo	—	—	—	o	oo	oo			See Note 14
15 Monarch P3	L F	oo*	—	o	oo	—	—	—	—	o	oo			
16 Monolift	L (F)	o	—	—	oo	o	—	oo	—	—	oo			See Note 16
17 Moyno	L F	o	—	—	oo	o	—	oo	—	—	o			
18 Nira AF84	L	o	—	o	oo	o	oo	o	—	o	oo			
19 Philpoines Deepset	(F)	oo	—	o	oo	—	—	—	o	oo	oo			
20 SWN 80 & 81	F	oo*	—	o	oo	—	oo	oo	—	oo	oo			
21 Vergnet	L F	o	o	oo	oo	o	oo	o	—	o	o			See Note 21
22 VEW A18	L	o	—	—	oo	—	oo	—	—	—	o			
23 Volanta	L F	oo	o	oo	oo	o	oo	oo	o	o	oo			See Note 23
ADDITIONAL PUMPS														
A1														
A2														
A3														
A4														

*Indicates that discharge ratings are based on choice of the correct cylinder size from a range offered by the manufacturer.

1　低工業化ベースで限られた品質管理で作製可能

2　中工業化で特別な工程を踏まずに作製可能

3　近代的な工業力と十分な品質管理を要する

(7) 水　質

地下水開発公社（OFEDES）では鉱山エネルギー省（Ministère des Mines et de l'Energie; MME)傘下の鉱物資源公社（Office National des Ressources Minières ；ONAREM）所属の分析処で水質チェックを行っている。

対象地区付近の近代的井戸水の分析結果の一例を表－9に示すが、電気伝導度の高い箇所が多く無機質の溶解分が多いと推定される以外、水素イオン濃度（Ph）が6.0～8.5と中性である等飲料水としてとくに問題はないようである。

濁度・細菌類に関しても同様に分析しているが、伝統井戸等で異常が認められるとのことであり、濁度については伝統井戸の構造上避け得ない現象であり、また細菌類については人為的（二次的）要因にあると思われるので、水資源省が衛生面から「井戸の周囲を清潔にすること」、「家畜を井戸に近づけないこと」等を指導している。これを徹底すれば許容値範囲には抑えることが可能であると思われる。

(8) 水質疾患

ニジェール国の最新の病気資料は、1982年の厚生省の報告書に公表されている。同報告書による水系疾患は、マラリヤ、結膜炎とトラコーマ、ねむり病（Trypanosomiasis)、泌尿器系住血吸虫、メジナ虫病（Guinea Worm)、回旋糸状虫症（Onchocerciasis)である。

マラリヤ……1982年の患者数は407,105人あり、うち死者は163人であった。

結膜炎とトラコーマ……対象人口の8％に当る27万人の診察が行われている。

むねり病……9,931人が報告されている。

ドッソ郡を除く全国で報告されている。多い順ではArlit 2,094人、Agadez 1,996人、Tchintabaraden 1,795人、Filingue746人が報告されている。

泌尿器系住血吸虫……1982年の診察例は12,950人であるが、半数はニアメ県が占める。

各県別の発生数を以下に示す。

Agadez	860人
Diffa	703人
Dosso	1,226人
Maradi	1,610人
Niamey	6,057人
Tahoua	1,510人
Zinder	984人

表－9　水質分析結果一覧表

（ONAREMによる）

ABORATOIRE DE L'ONAREM

RAPPORT D'ANALYSE

PROJET: OFEDES /Analyse Eau Puits:Bon N°15602/1 du 15-06-89.

DATE: 06-07-1989.

NOTES: * = conductivité en µmhos/cm.
REF/FICHIER: OFED48
limites inférieures des détermiations en ppm: Na = 0.1, K = 0.1, Ca = 0.1, Mg = 0.1, Fe = 0.1, HCO3 = 1, SO4 = 1, Cl = 1,
NO2 = 0.01, SiO2 = 1, Mn = 0.01, Al = 0.1, NO3 = 1, PO4 = 1.
0=non détecté, -1= non déterminé

ELEMENTS　　RESULTATS DES ECHANTILLONS ANALYSES

	SAYANNA	MONBOYE	BALLE	BARINGAN	ALLEBIEN	ROUNTOMA	BANIZOUN	BARINGAL	A.LABOUM	L.MATOKE	A.DIARYL	SABOULAI	LESSO.BA	DEKOUGA2	SABOULA2	FIROFI
Na.ppm	19.0	13.0	17.0	20.0	17.0	52.0	33.0	2.5	16.0	49.0	18.0	7.0	6.0	3.0	6.0	7.0
K.ppm	6.0	3.0	12.0	7.0	13.0	115.0	41.0	5.0	3.0	14.0	5.0	3.0	3.0	4.0	5.0	3.0
Ca.ppm	20.0	20.0	32.0	16.0	29.0	20.0	15.0	50.0	8.0	50.0	21.0	13.0	26.0	15.0	14.0	42.0
Mg.ppm	1.8	2.6	9.3	7.0	4.0	16.0	3.7	1.4	0	6.8	6.6	2.8	0	2.2	2.6	5.0
Fe.ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mn.ppm	0	0	6	0	0	12	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
HCO3.ppm	43	85	171	40	61	390	43	143	46	107	31	46	107	43	43	92
SO4.ppm	7	5	18	0	11	4	11	0	0	17	0	0	0	0	0	0
Cl.ppm	20	1	5	14	12	3	17	0	2	50	16	3	6	2	2	11
NO3.ppm	46	0	24	63	54	56	54	5	45	150	87	45	20	35	40	68
NO2.ppm	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0.45	0.20	0.20	0	0	0	0.20	0
pH	6.8	7.7	8.1	6.3	7.1	8.5	6.2	7.6	6.4	7.0	6.0	6.8	7.3	6.6	6.3	6.5
*	245.0	120.0	380.0	220.0	240.0	650.0	265.0	200.0	125.0	700.0	290.0	125.0	160.0	125.0	125.0	300.0

計　　12,950人

メジナ虫病……全国で 1,530人の報告例がある。主要な発生地と発生数を以下に示す。

Bouza	307人
Myrriah	226人
Goure	172人
Tera	169人
Tillabery	104人
計	1,530人

回旋糸状虫症……年度別のデータは、1979年79人、1980年54人、1981年58人、1982年31人である。対象地域については1982年にニアメ郡30人、ドッソ郡1人の報告がある。

(9) ニジェール共和国所有機材

ニジェール国の給水行政は、軍事政権下にあるため、各省庁の上部組織として国家開発委員会が設置されている。当委員会が国家計画としての水政策を決定し、この基本方針に従って水資源省が地下水開発計画の具体化と実施方針を立案し、その計画に基づきＯＦＥＤＥＳが井戸建設工事を実施する専門分担制の行政組織となっている。

水資源省とＯＦＥＤＥＳについての概要は次のとうりである。

水資源省 (MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE)

1980年10月に鉱山水利省より分離独立した。本計画の担当は、水利インフラ局と水資源局で、水利インフラ局は、開発国家委員会によって決定された地下水開発計画の基本方針に従って、都市部および地方部の給水施設計画の具体化、実施方針の企画と指導を実施している組織である。水資源局は、水資源の開発・利用を目的とした調査・試験を担当し、これらのデータにより水利地質学上から地下水開発計画の技術的アドバイスを提供している組織である。

ＯＦＥＤＥＳ (OFFICE DES EAUX DE SOUS-SOL)

給水行政組織を語ることは、ＯＦＥＤＥＳの歴史を語ることと同じである。ＯＦＥＤＥＳの歴史について簡単に要約すると次のようになる。

ニジェール国は1960年に独立している。ＯＦＥＤＥＳの設立（1963）以前は、浅井戸建設と維持管理は公共事業省の水利課、牧畜用深井戸は農業経済省が行っていた。1963年に、地方における給水関係を一本化した組織として農業経済省にＯＦＥＤＥＳが作られた。当時の仕事としては2,757 本の井戸の維持管理、農業用深井戸の開発と維持管理、セメント巻井戸建設および井戸台帳作成があった。

1974年に鉱山水利省の管轄になり、これと同時にその役割もはっきりと政令で定められた。その内容は

① 浅井戸および深井戸建設体制の確立

② 浅井戸および深井戸の維持管理

③ 都市給水施設の施工

また，井戸台帳の作成、維持管理計画書の作成と実行および地下水開発計画に参与すること等である。

しかし、その後資金不足等から本来業務が正常に機能できず、次第に外国援助機関等によって、これらの仕事が肩代りされるようになってきた。ＯＦＥＤＥＳの経済状況は資金不足から1980年代初めには最悪となり、1982～1983年には大量に人員の合理化をせざるを得なくなった。

現在では、水資源省が水資源開発と都市および村落給水のすべての業務を担当しているが、ＯＦＥＤＥＳは水資源省の下部組織として管轄されている。

昭和62・63年度ニジェール共和国村落給水計画工事終了時のＯＦＥＤＥＳ所有の主な浅井戸用掘削機材を表－10に示す。

表－10　地下水開発公社の浅井戸用機材一覧表

1989年２月現在

機種	県別	Niamey	Dosso	Tahoua	Maradi	Zinder	Diffa	合計	
人力ウインチ（台）	稼働中	46	19	4	45	39	16	169	283
	未稼働	30	10	0	40	24	10	114	
デリック（台）	所有	12	7	3	31			53	
トラック（台）	所有	16	6	7	49			78	
ピックアップ型４×４車（台）	所有							49	
ｽﾃｰｼｮﾝﾜｺﾞﾝ４×４車（台）	所有							9	

今回の調査によりＯＦＥＤＥＳより得た資料（別添資料「ＯＦＥＤＥＳ」）によれば、表－11のとおりとなるが、浅井戸機材は過去のわが国供与機材に限定した数量である。

デリックについてはエンジン（ヤンマーTS 190R)は良好であるが、デリック本体が重く、稼働・作動に手間どるとコメントされている。

表－11　地下水開発公社所有機材一覧表

機材名	型　　式	台　数	合　計
デリック	ナンセイ2B	9	
	ナンセイKC－2C	10	19
ステーションワゴン	トヨタ		3
ピックアップ	NJ 75	7	
	HJ 47	2	9
給水車	日野WA 211		7
トラック	日野WA 211		10
掘削機	TDR 1000（能力1,00m）		1
	TH 60 Ingersoll-Road		8
	Bomag 500　（能力 500m）		1
	Bomag 400　（能力 400m）		1
	Geologer 3400 model 3140 OYO		1
	Geologer 3000 model 3964A OYO		1

4　協議内容

4－1　　対処方針（Ⅳ－2）で述べた調査のスコープのうち、要請内容の確認とりわけ対象地域のしぼりこみと井戸タイプの特定については前節で述べたとおりである。なお地域の特性等ならびにプロジェクトのジャスティフイケイションに関連し、ドッソ県水利局から以下のような追加情報が提出された。最終的にはＴＯＲ案に組込むこととしたがここに紹介しておく。

(1)　対象地区

対象地区は３つの部分から成る。

①ドッソ郡

－Mokko

－Tombo Koire I

－Tombo Koire II

②ロガ郡

－Sokonbe

－Loga

－Falowel

③ボボイ郡（Birni N'Gaoure）・（Fakara FabidjiとFalmeyの西）

(2) 地質と水利地質

ドッソ県は、地質的に西部盆地に位置し、第四紀層（二つのダロルと砂質と礫質の堆積物よりなる）と第三紀に属するコンチネンタル・ターミナルで特徴付けられている。層序区分は上位より、粘土質砂岩層、次に亜炭層上の粘土～砂質土系、そして最後に、鉄分に富み水平で粘土質な砂岩よりなる基盤層となっている。

(3) 井戸の配置計画

深井戸と浅井戸は、ドッソ郡とロガ郡に配置する。井戸のタイプを決めるにあたっては、とくに深度が基準となった。20mから40mの間に静水位がある場所は浅井戸を、そしてそれ以上の深度の時は深井戸を提案する。組み合せ井戸５本は有畜農業ゾーンであるファカラに割当てられる。そこは動物の通過地点であり、県と動物資源局が詳細位置を決定することになろう。かなりの深度があることを考え、滞水層を上昇させ、浅井戸の中に十分な量の水がたまるように、浅井戸と深井戸の組み合せを提案する。

(4) 対象村落の選択

県内で行われている種々のプロジェクトは下記の通りである（図－17）。

－183本の深井戸の実現をめざす EC/CCCE/FACプロジェクト

－130本の深井戸の実現をめざす EC/CCCE/FACフェーズⅡダッシュプロジェクト

－200本の深井戸と200本浅井戸の実現をめざすEC/オランダプロジェクト

－120本の深井戸のイタリアプロジェクト

－100本の深井戸のベルギー第２フェーズプロジェクト

－30本の浅井戸の“日本地下水開発”プロジェクト

－80本の浅井戸のアルジェリア・イスラム開発銀行プロジェクト

一方では各々の郡の水の普及率と、もう一方では同じ地質帯においては深井戸に据えられるポンプはなるべく同じタイプのものを選ぶという配慮をしている。

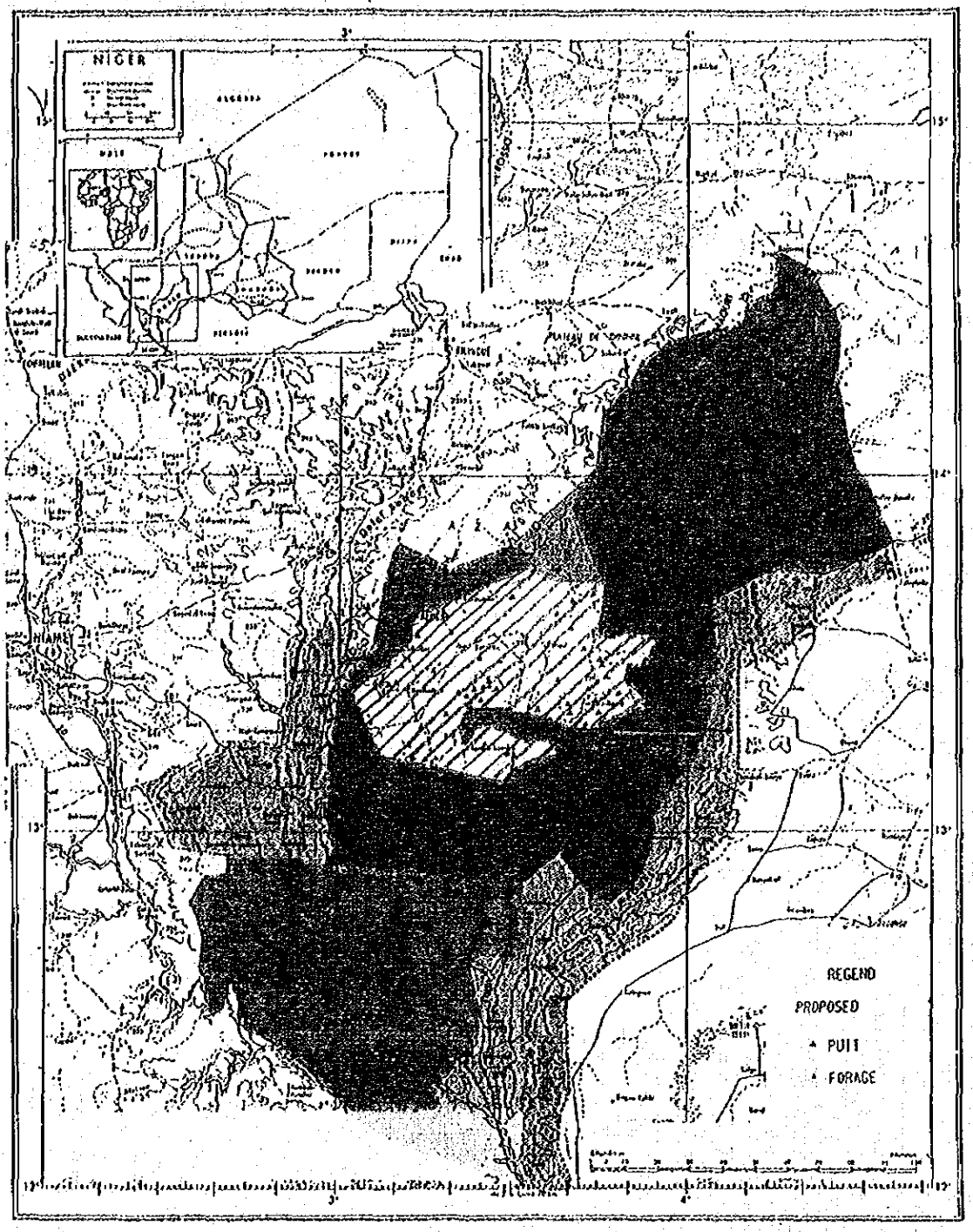
県は浅井戸のゾーン、深井戸のゾーン、そして中間的なゾーンの３つに分割され得ると考えている。浅井戸のゾーンに属し、静水位が20m以下の地区は、ダロル・ボッソ、ダロル・マウリの場合がそうであり、40m以上の地区には深井戸が据えられる。ファカラとシギの準平原の場合がそうである。静水位が20mと40mの中間的ゾーンでは、浅井戸かあるいは深井戸が作られることになる。

以上の全ての要素を踏まえて、以下のような配置計画を作ったのである。

EC/CCCE/FAC フェーズⅡプロジェクトは、ボボイ郡のファカラ、ドッソ郡の南とガヤ郡の基盤岩とプラトー（高台）のゾーンに位置している。

EC/CCCE/FAC フェーズⅡダッシュプロジェクトは、ガヤ郡の北とロガ郡にある。

EC/ オランダプロジェクトは、ボボイ郡の北と、ガヤ郡のダロル・マウリに沿う浅井戸計画である。



REGEND

- EC/CCCE/FRC phaseⅡ
- EC/CCCE/FRC phaseⅡ'
- ECオランダ
- イタリア
- ベルギー
- 日本
- アルジェリア、イスラム開発銀行
- 主としてベルギーにより一部実施された地域

図－17 地下水開発プロジェクト分布図

ドゥッチ郡ドゥッチとティビリには深井戸が掘られている。

イタリアのプロジェクトはドゥッチ郡のタカサバ、同郡ドゥッチ北部に関係する。

ベルギーのプロジェクトは、県の中央部分に位置している。

日本のプロジェクトは、ダロル・マウリに沿い、ドゥッチ郡のタカサバにある。

アルジェリア・イスラム開銀プロジェクトは、ボボイの南、ガヤの南と中央、ドッソ郡とロガ郡の低地に展開している。

以上から見てとれるように、ドッソ郡北部をカバーする今次の対象村落はこれらのプロジェクトのいずれにも関係していない。つまりこの地方は、水の普及率の点からいうと、最低の状況におかれている。

(5) 水の問題

提案されたロケーションの大部分の静水位を見てみると、60mの深さの伝統的井戸* では住民に十分な量の水を供給できないことが明らかとなる。これらの伝統的井戸では、乾期の水枯れの時期には揚水が非常に悪くなる。雨期には流水が土砂崩れを起こすか、あるいは水と接触する浅井戸の部分が崩れる。これらの住民に望ましい量と質の水の供給を確保することが肝要である。（これが要請書を日本政府に提示する背景である）

（＊訳注：60mは手掘りでは最も深いものである）

(6) 水利インフラ局は、施設、その状況、そして対象地区における優先順位に沿った村落の分類を点検した。この点検を通じて、地方当局の協力のもとに、どんなタイプの井戸設備を掘るかということと、セメント製の浅井戸、浅井戸と深井戸の組み合せ、あるいは人力ポンプ付深井戸の割合をどうするかを決定した。

ドッソ県はタウア県と同様に、水の普及率が最も低い（43%）県に属する。既述した各援助プロジェクトの完成の暁には普及率は6割になり、今次プロジェクトによってその率は一層改善されることが見込まれるのである。

日本側には、井戸掘削計画にかかわるより詳細な調査と、それに続く施設の建設のための支援が期待される。

4－2　最後まで結論が出にくかったのは機材の供与にかかる部分であった。繰返しになるが、過去4件の無償資金協力のうち3件について機材調達が行われている（62－63年度分は3県におけるＯＦＥＤＥＳ型井戸100本掘削計画の「期分け」であり、これを1案件とみれば、過去の地下水案件にはつねに機材があったといえよう）。今回はそれがない。それは、すでにじゅうぶんな資機材と力量をもつ地下水開発公社＝ＯＦＥＤＥＳが、要請のあった3種類の井戸掘削を期限内に仕上げることを日本企業から請負える状況にあるからである。深井戸の数が（組合せ井戸と合わせて）当初の50本から59本に増えたことも工期的には有利である由であった。

結局は次官のアドバイスもあって、ＴＯＲ案の中では「水資源省が工事監視等を行うための、車輌を含む機材等」があり得る（調達対象となり得る）といった一文が挿入された。

技術協力についての特段の要請はなかった。

5　合意議事録

ニジェール国・「ドッソ県における井戸100本掘削プロジェクト」についての会議議事録

国際協力事業団より派遣されたプロジェクト形成調査団は、ニジェール側とともにドッソ県における井戸100本掘削計画の形成を行うことを目的として、1989年10月20日までニジェールに滞在した。

1989年10月19日に水資源省において行われたとりまとめ会議を終えて、両者は以下の事項に合意した。なお参加者のリストは別添のとおり。

1)　両者は当案件の要請内容を確認し、これに関連するT／R（案）が作成された。別添の通りである。

2)　ニジェール側は、近代的設備による水を住民に供給することにかかわる当プロジェクトの緊急性を十分に説明した。地方行政機関の協力のもとに、水資源省により、プロジェクトの受益村落の選定ならびに概要調査がすでに行われている。

3)　ＪＩＣＡ調査団は、日本の無償資金協力の仕組みを十分説明した。ニジェール側は、この手続きにつき十分留意した。

4)　上記の2)と3)に関し、上記の受益村落のそれぞれにおける事業計画を作成するためには、さらに一連の詳細な調査が必要である。

5)　ニジェール側は、当案件についてあらためて正式要請をできるだけ近日中に、日本政府当局に送付することを約する。ＪＩＣＡ調査団は、日本政府当局に対し、その求めに応じ、村落の現状、既存の井戸設備、そして詳細調査チームの派遣にかかる必要性を説明することを約する。

ニアメにて、1989年10月20日

ニジェール側	日本側
水資源省次官	ＪＩＣＡ調査団団長
GAGARA MAYAOU	鈴木　治夫

V　地下水開発分野におけるニーズ

1　援助動向

浅井戸および深井戸を含めた地下水開発についての外国援助は、フランス、デンマーク、イタリア、ベルギー、スイス、カナダ、クウェート、サウディアラビア、イラクそれに日本と韓国と数多い。日本政府は前項でも述べたように1982年以後総額25.65 億円の無償資金協力を実施し現在に至っている。

ドッソ県における地下水開発分野の外国援助プロジェクト状況は次の通りであるが、日本やベルギーのように最近終了したものもある（表－12）。

表－12　ドッソ県地下水開発関係外国援助プロジェクト

プロジェクト名	援助期間	実施期間	期　間	総額(US$)	1987支出
FORAGES DE PUITS A DOSSO, PHASE II	ベルギー		86-89	2,666,300	1,649,258
HYDRAULIQUE VILLAGOISE ET FORAGES	イタリー	INC	87-90	27,000,000	10,000,000
EXPLORATION DES EAUX SOUTERRAINES	日本	JICA	88-89		1,792,000
NE/00/032 HYDRAULIQUE VILLAGEOISE	オランダ	CON. EN	81-91	10,066,326	2,989,286
PROJET CREUSEMENT PUITS VILLAGEOIS	EERN		87-91	1,304,585	0
REHABILITATION PUITS, MARES, BAS-FONDS	LWR		88-89	13,071	2,842

（出典；COOPERATION AU DEVELOPPEMENT NIGER, RAPPORT 1988、UNDP）

このような中で、今回調査中にオランダプロジェクトチームの作業状況を、ドッソ県水利局で聴取したが、その主要点は次のとうりで、今後のわが国援助計画に参考となろう。

(1)　削井における直接工事（掘削、検層、取水機材設置等）は、現在ＯＦＥＤＥＳがかなりの実績・経験を持ってきており、信頼性が高い。

ただし、プロジェクトの進行については優れたコーディネーターが必要で、削井位置の選定、

プロジェクト計画、施工管理等に関しては、オランダ人技術者が直接指導・指揮している。

(2) 現在ドッソ県全体の近代的井戸のデータベース化を進めているが、ほぼ完了したため今回そのドラフト（当調査団コピー一部を入手）をニジェール側に提出した。

これらは今後他の分野（人口分布、地域社会・経済状況、農業等）を組み合わせた解析のための資料となるが、現状での外部与件資料は現場状況と異なる場合が多く、今後のより詳細な検討の障害となると共に、現状プロジェクトの進捗の障害要素ともなっている。

(3) 深井戸については常にポンプのメインテナンスが問題となり、各村落による集金が思うに任せない場合もあるが、技術的に対応不十分なこともあげられる。

この問題の解消のため、オランダチーム内にメインテナンス技術指導専従者を置き、指導を継続している。

2 協力のニーズ

ニジェールでは1991年を目標に、国民全てに近代的井戸による飲料水供給計画を進めている。ここで言う近代的井戸とは、コンクリートで側壁を保護し、ストレーナーを持った大口径井戸（ＯＦＥＤＥＳタイプ）、人力ポンプ付き管井戸、浅井戸と深井戸との組合せ井戸あるいは動力ポンプ付きの深井戸である。前三者は村落部を対象に、それぞれの水利条件に合わせて設置し、後者は比較的人口密度の大きな村落あるいは都市部を対象としている。また、基準とする供給最低量は、ＯＦＥＤＥＳタイプの場合一人25リットル／日、揚水施設を持った井戸で30リットル、そして都市部では70リットルとしている。多くの援助国・機関によって各地で開発が進められており、現在の近代的井戸の普及率は概ね40～70％となっている。

一方ニジェールでの人口増加率は少なく見積っても年率2.7 ％であり、農村部での余剰人口は都市部に流れ、都市部での人口増加率は年率７～10％と推定されている。このように高い人口増加率に見合うペースで、村落・都市部での開発が推進されなければならない。都市部では、将来の都市化を見込んだ水源確保・各戸配水・公共水栓の設置等の計画が必要であり、村落部では飲料水供給のみならず、砂漠化防止のための植林、あるいは食糧増産を図るため近代的農畜産業を導入しなければならず、そのためにさらに大量の水資源の開発が必要となろう。

表流水の利用がニジェール河とチャド湖に限られる同国では、地下水の開発が今後とも水資源利用の主体である。限られた地下水資源を有効に利用するために、地下水の人口涵養、蒸発を防ぎ集中的な取水を行うための地下ダム、あるいは地下ダムと地表ダムの組合せ等の各種の方策を講じる必要があろう。また比較的降雨量の多い西南部地域では、小規模な集約的農業のためのかんがいや家畜飼育のためには、溜池による雨水の貯留も有効であろう。この場合、水の地下浸透を防ぐため、止水シートを溜池の底面に張る工法や集水施設、あるいは蒸発を防ぐための方策等地域の自然条件を充分に考慮しなければならない。

ニジェールでは各種の地下水開発の援助プログラムが実施あるいは計画されているが、水理・

水文調査や探査は充分ではない。今後は流域・滞水盆毎の水収支計算を行い、開発可能量を算出して、その有効な利用方法を検討する、地域毎の水利用マスタープランの作成が必要となろう。そのマスタープランを基本として地域総合開発の作成が可能となる。

Ⅳ 資　　料

1　インセプション・レポート（仏文）

2　合意議事録／ＴＯＲ案

3　面会者リスト

4　参考文献／収集資料

5　計画井戸一覧表

6　国家５ヵ年計画（1987～1991）

7　ハンドポンプ選定ガイド（世銀／ＵＮＤＰ協同レポート，抜粋）

1　インセプション・レポート（仏文）

INCEPTION REPORT

ETUDE POUR LA FORMULATION DE PROJET AU NIGER
(EXPLOITATION DES EAUX SOUTERAINES)

OCTOBRE 1989

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE (JICA)

SOMMAIRE

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION

La mission envoyée par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) procède à une étude au Niger pour la formulation de projet dans le domaine de l'exploitation des eaux souterraines dont le gouvernement du Japon avait reçu une requête nigerrienne pour le financement sous le programme japonais de la Coopération Financière Non-Remboursable.

La Mission est dirigée par Mr. SUZUKI Haruo, le directeur adjoint du Département de management de projets de la coopération financière non remboursable, et séjourne au Niger du 12 au 20 Octobre 1989.

Ce rapport a pour but d'assurer la bonne marche de l'étude et pour approfondir la comphréhension du gouvernement du Niger sur sa coopération nécessaire à l'égard de cette étude.

Voir l'ANNEXE 1, la liste du membre de la mission.

2. CADRE DE L'ETUDE

L'exploitation des eaux souterraines au Niger étant le secteur prioritaire dans le Plan Quinquenal, le gouvernement du Japon a déjà accordé 4 projets de coopération financière non-remboursable dans ce secteur, à savoir; l'achat des matériels de 1 milliard de yens en 1982 (année fiscale), et aussi de 650 millions de yens en 1984, et 691 millions de yens en 1987 et de 224 millions de yens en 1988 pour la construction des puits dans les 3 départements.

Les travaux realisés par le financement du gouvernement du Japon étant très bien appreciés par les autorités concernées du Niger, la coopération dans ce secteur sera encore poursuivie dans les anneés à venir.

3. OBJECTIVES DE L'ETUDE

Les objectives de l'étude sont les suivants;

(1) Formulation de projet à travers de discussions avec les autorités compétantes du Niger et de visites de sites, à savoir;

- Confirmation du contenu de la requête

  La création de 100 nouveaux points d'eau est demandée par la requête. La Mission aimerais savoir d'abord pourquoi la répartition de trois types de puits et de forages ont été faite dans la requête. La Mission suivera également l'état actuel de la coopération belge relative à la création de 200 pointsd'eau dans le département de Dosso.

- Localisation des zones faisant partie de la création des points d'eau

  La requête nigerienne ne mentionne pas de zones faisant partie de la création des points d'eau. Il est nécessaire donc de faire la localisation approximative des zones par l'ordre de priorté. Des informations relatives aux coopératons des autres pays donateurs/organisations internationales seront recueillis par la Mission.

- Disponibilité des matériels de l'ODEFES
- Séléction éventuelle de materiels à fournir, suivant le type de forage et le nombre des points d'eau
- Justification des bénéfices économiques et sociaux

(2) Prévision à moyen et à long terme de la coopération niger-japonaise dans le domaine de l'exploitation des eaux souterraines, en tenant compte des données suivants;

- Etat actuel dans de domaine
- Coopérations des autres pays donateurs
- Position de l'exploitation des eaux souterraines dans le Plan national et des contraintes

(3) Enquêtes sur l'état actuel des matériels fournis en 1982 et en 1984 Voir la Questionnaire l'ANNEXE 2.

4. Coopération demandée du gouvernement du Niger

Pour la bonne marche de l'étude, la Mission sollicitera au gouvernement du Niger les services suivants;

- Mise au courant des informations nécessaires
- Affectation des personnes counter-parts

ANNEXE 1

LISTS DE MEMBRE DE LA MISSION

SUZUKI Haruo	Chef de la Mission	Directeur adjoint du département de management de projets de la coopération financière non-remboursale, JICA
MARUO Yuji	Exploitation des eau souterraines	Spécialiste de la JICA
NAGASHIMA Koji	Géomorphologie et Hydrogéologie	Sumiko Consultant
YOSHIZAWA Kei	Coordinateur	Département de management de projets de la coopération financière non-remboursale, JICA
WADA Ichiro	Interprétation	Centre de Service de la Coopération Internationale

Programme de la Mission

9 Octobre 1989	Départ du Japon
11 Octobre 1989	Arrivée à Abidijan Discussion avec l'ambassade du Japon
12 Octobre 1989	Arrivée à Niamey
13-20 Octobre 1989	Etude au Niger Discussion avec le Ministère de l'hydraulique Discussion avec le Ministère des affaires étrangers Visites des sites, etc.
20 Octobre 1989	Départ du Niger

2　合意議事録／ＴＯＲ案

PROCES-VERBAL DE LA REUNION DE SYNTHESE
SUR LE PROJET DE LA CREATION
DE 100 POINTS D'EAU DANS LE DEPARTEMENT
DE DOSSO, NIGER.

La mission d'étude de formulation de projets, envoyée par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) a séjournée au Niger du 12 au 20 Octobre 1989 aux fins d'élaboration avec la partie Nigérienne le projet de la création de 100 points d'eau dans le département de Dosso.

A l'issue d'une réunion de synthèse le 19 Octobre 1989 au Ministère de l'Hydraulique, et dont la liste des participants est jointe en annexe, les deux parties ont convenu de ce qui suit :

1) - Les 2 parties ont confirmé le contenu de la requête de ce projet et les termes de référence correspondants ont été établi et joints en annexe.

2) - La partie Nigérienne a bien expliqué l'urgence du projet relatif à la fourniture aux populations de l'eau des ouvrages hydrauliques modernes.

Les villages bénéficiaires des projets ont été sélectionnés par le Ministère de l'Hydraulique avec la collaboration des autorités locales et l'étude générale a été déjà entreprise par le Ministère de l'Hydraulique.

3) - La mission JICA a bien expliqué la procédure de la Coopération financière non-remboursable du Japon.

La partie Nigérienne a pris bonne note de cette procédure.

4) - Des points 2 et 3 ci-dessus, une série d'études plus détaillées sera nécessaire pour établir le programme d'action de chaque village en question.

5) - La partie Nigérienne s'engage à envoyer une seconde requête officielle de ce projet auprés des autorités Japonaises dans les meilleurs délais. La mission JICA s'engage à expliquer auprès des autorités Japonaises, sur leur demande, l'état actuel des villages, les ouvrages existants et la nécessité de l'envoi d'une équipe d'étude en profondeur.

Fait à NIAMEY, le 20 OCTOBRE 1989

POUR LA PARTIE NIGERIENNNE

GAGARA MAYAOU

SECRETAIRE GENERAL MH

REPUBLIQUE DU NIGER
LE SECRETAIRE GENERAL
MINISTERE DE L HYDRAULIQUE

POUR LA PARTIE JAPONAISE

SUZUKI HARUO

CHEF DE LA MISSION JICA

LISTE DES PARTICIPANTS

PARTIE JAPONAISE

SUZUKI Haruo	Chef de la Mission	Directeur adjoint du département de management de projets de la coopération financière non-remboursable.
MARUO Yuji	Exploitation des eau souterraines	Spécialiste de la JICA
NAGASHIMA Koji	Géomorphologie et Hydrogéologie	Sumiko Consultant
x YOSHIZAWA Kei	Coordinateur	Département de management de projets de la coopération financière non-remboursable.
WADA Ichiro	Interprétation	Centre de Service de la Coopération Internationale.

PARTIE NIGERIENNE

GAGARA MAYAOU	Secrétaire Général P.I. du Ministère de l'Hydraulique
BOUBE IBRAHIMA	Directeur des Infrastructures Hydrauliques au MH
YACOUBA ISSOUFOU	Directeur Technique de l'OFEDES.
BAYARD ABDOULKADER	Directeur Départemental de l'Hydraulique de Dosso.

CREATION DE 100 POINTS D'EAU DANS
LE DEPARTEMENT DE DOSSO

TERME DE REFERENCE
(PROJET)

1. PROJET

Le projet a pour but de réaliser 100 points d'eau dans les arrondissements de Loga, Dosso et Boboye, répartis en :

- puits cimentés à grand diamètre : type OFEDES 41 puits
- puits forages 5
- forages villageois équipés de pompes à motricité humaine 54

2. SITUATION

La population du département de Dosso peut être évaluée à 820.000 habitants. Le nombre de points d'eau modernes existants est estimé à 1536 ce qui correspond à un taux de couverture de 43 %. Pour atteindre 100 % de recouvrement en 1990, il reste à réaliser 2060 points d'eau (environ).

Les projets pour l'amélioration de la desserte hydraulique du département comprennent :

. 200 forages belges équipés de pompes à motricité humaine ;
. 30 puits Japon ;
. 80 puits ALG/BID ;
. 300 forages du Conseil de l'Entente ;
. 200 forages et 200 puits Pays-Bas.

Le département de DOSSO est constitué par un plateau légèrement incliné du nord-ouest vers la vallée du Niger. L'altitude varie de 290 m au nord vers 210 m au sud.
Ce plateau est découpé du nord au sud par des vallées sèches fossiles ;

- à l'Est, le Dallol Maouri et ses affluents ;
- le Dallol Foga
- à l'Ouest, le Dallol Bosso

La liaison entre les plateaux et les vallées sèches est matérialisée par une succession de terrasses. Le fond des vallées, dont la largeur n'excède pas 20 km est une vaste plaine sableuse. La dénivellation entre ces unités est faible, environ 40 m.

.../...

Le Continental Terminal constitue un système multicouche dans lequel on peut individualiser trois grandes unités aquifères pouvant localement être en charge :

. un système phréatique
. un système des sables moyens
. un système des sables inférieurs.

En outre, les alluvions des dallols donnent une nappe peu profonde constituée par les sous écoulements.

Les puits traditionnels dans la zone de requête sont peu nombreux et leur font touche difficilement aux nappes aquifères.

Le débit à puiser n'est pas satisfaisant et il est bien fréquent que la paroi du fond s'est effondrée. Les ouvrages modernes seront demandés incessamment par les populations villageoises.

3. CADRE INSTITUTIONNEL

L'Agence de contrepartie du Gouvernement sera la Direction des Infrastructures Hydrauliques qui assure contrôle et du suivi du projet en relation avec la Direction Départementale de l'Hydraulique de Dosso qui la représente sur place.

Quant à la gestion au niveau de chaque village, un comité de gestion de point d'eau sera composé de :

- un président pour la supervision de la gestion ;
- un secrétaire pour la tenue des réunions ;
- un trésorier pour la collecte et le gardiennage des cotisations ou de la vente de l'eau ;
- une femme agent d'hygiène pour la propriété autour du point d'eau ;
- un réparateur villageois pour l'entretien courant du moyen d'exhaure ;

Au niveau d'une dizaine de villageois, il sera formé un artisan réparateur ou un artisan plongeur équipé de moyens matériels pour intervenir à la demande du village au moment d'une panne.

4. JUSTIFICATION DU PROJET

Les ouvrages seront constitués de puits, forages-puits et de forages équipés de pompes à motricité humaine selon le cas.

Les puits seront exécutés dans les zones où l'eau à moins de 50 mètres de profondeur.

Les forages puits seront foncés partout où la nappe phréatique est à plus de 75 mètres.

.../..

L'ouvrage définitif sera constitué d'un forage d'une profondeur comprise entre 150 et 200 mètres autour duquel sera construit un puits type OFEDES d'une cinquantaine (50) de mètres dans l'hypothèse où la nappe est sous-pression.

Dans le cas contraire, le forage sera équipé d'une pompe à motricité humaine.

La Direction des Infrastructures Hydrauliques a établi une liste des villages à équiper correspondant aux critères techniques et socio-économiques suivants :

- un point d'eau pour 250 habitants ;
- un point d'eau s'il n'en existe pas dans un rayon de 5 km ;
- un point d'eau pour les villages constitués de hameaux dispersés ;
- un point d'eau pour les villages ayant un puits avec une faible hauteur d'eau.

DESCRIPTION DE LA ZONE DU PROJET (voir annexe carte)

voir présentation de la zone du projet (jointe en annexe)

La Direction a fait un inventaire des équipements hydrauliques, de leur état et un classement des villages par ordre de priorité dans la région du projet.

Au cours de cet inventaire la Direction, avec la collaboration des autorités locales, a déterminé les types d'ouvrages à réaliser et leur répartition en puits cimentés, en forages puits et en forages équipés de pompes à motricité humaine.

Le département de Dosso fait partie (avec celui de Tahoua) des départements dont le taux de satisfaction en eau est le plus faible (43 %).

.../...

A la fin de tous les projets sus-mentionnés (2. SITUATION) le taux s'établirait à 60 % environ.

Ainsi la réalisation de 100 nouveaux points pourra relever le taux d'une façon significative.

Par conséquent ce projet est, à ne point douter une priorité pour la nécessité socio-économique dans ce département;

L'appui attendu du Japon est une étude plus détaillée suivie par une assistance pour réaliser les ouvrages dans les villages déjà programmés.

DESCRIPTION DU MATERIEL

Les besoins en matériel complémentaire pour l'exécution des travaux par l'OFEDES et les besoins en matériel pour le suivi et le contrôle des travaux seront précisés ultérieurement.

5. APPORT

APPORTS DU NIGER

Le Gouvernement du Niger fournira à la partie Japonaise toutes les informations techniques nécessaires à l'exécutiion du projet, notamment les données pertinentes sur les villages choisis et les ouvrages.

APPORT DU JAPON

Le Japon prendra à sa charge le coût des diverses consultations et études qui seront menées dans le cadre du projet et mettra à sa disposition le moyen financier nécessaire à son exécution.

PRESENTATION DE LA ZONE DU PROJET

La zone du projet se divise en trois parties .

* L'arrondissement de Dosso
  composé des secteurs de
  - Mokko
  - Tombo Koiré I
  - Tombo Koiré II

* L'arrondissement de Loga
  composé des cantons
  - Sokorbé
  - Loga
  - Falowel

* L'arrondissement de Boboyé (Birni N'Gaouré)
  composé du Fakara (ouest des secteurs de Fabidji et Falmey).

DESCRIPTION GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

D'une manière générale le département de Dosso est situé géologiquement dans le bassin occidental du niger et est caractérisé par des formations quaternaires (les deux dallols un faciès sableux et graveleux) et le continental terminal (Greigert le dernier terme de remplissage sédimentaire du bassin de Ivllemened). Appartenant au tertiaire. Les distinctions rencontrées sont successivement : une série de grès argileux ; puis une serie argilo-sableux à lignites ; et enfin à la base des grès ferrigineux et de niveaux argileux.

* En annexe vous trouverez la coupe de quelque forages exécutés dans le cadre de certains forages.

* Repartitions des points d'eau programmé
  Les forages et les puits sont repartis entre l'arrondissement de Dosso et Loga. Pour l'attribution du type de point d'eau c'est surtout la profondeur qui nous a guidé .
  Les localités ayant un niveau statique compris entre 20 et 40 m se voient attribuer un puits au dela nous proposons un forage.
  Les 5 puits forages sont attribués dans le Fakara zone agro pastorale. L'emplacement de ces points d'eau sont des passages d'animaux, ils seront déterminés avec la Préfecture et les ressources animales : compte tenu des profondeurs assez importante c'est pourquoi nous proposons les puit forages afin de faire remonter la nappe et qu'il y est beaucoup d'eau dans le puits.

* Choix de la zone proposée

Dans le cadre de l'exécution des differents programmes intervenants dans le département à savoir :

- Le projet CE/CCCE/FAC pour la réalisation de 183 forages
- Le projet CE/CCCE/FAC Phase II bis pour la réalisation de 130 forages
- Le projet CE/Pays-Bas pour la réalisation de 200 forages et 200 puits
- Le projet Italien pour 120 forages
- Le projet Belge IIe phase pour 100 forages
- Le projet Japonais "Exploitation des Ressources en Eau" pour 30 puits
- Le projet ALG/BID pour 80 puits.

La répartition a été faite en tenant compte d'une part du taux de couverture des differents arrondissements (Boboye, Dosso, Doutchi, Gaya, Loga) et d'autre part avec le soucis de concentrer dans une même zone géographique le même type de pompe devant équiper les forages réalisés.

Nous l'avons dit tantôt que le département a été divisé en zone de puits zone de forages et les zones intermédiaires.

Appartiennent à la zone des puits les régions ayant un niveau statique inférieur à 20 m c'est le cas du Dallol Bosso, Dallol Maouri.

Les forages sont implantés dans les régions ou le niveau statique est supérieur à 40 m c'est le cas des plateaux du Fakara et Sighi.

Pour la zone intermédiaire entre 20 et 40 m du niveau statique il peut être réalisé des puits ou des forages.

C'est tenant compte de tous ces facteurs que nous avons fait la répartition suivante :

Projet CE/CCCE/FAC phase II touche le Fakara dans l'arrondissement du Boboye, le sud de l'arrondissement de Dosso, et les zones de socle et d'altitude de l'arrondissement de Gaya.

Le projet CE/CCCE/FAC phase II bis touche quant à lui le nord de l'arrondissement de Gaya et l'arrondissement de Loga.

Le projet CE/Pays-Bas

Pour les puits le nord de l'arrondissement du Boboye et le long du Dallol Maouri dans l'arrondissement de Gaya.

Pour les forages le canton de Doutchi et de Tibiri dans l'arrondissement de Doutchi.

.../...

Le projet Italien le canton de Takassaba dans l'arrondissement de Doutchi et le nord du canton de Doutchi toujours dans le même arrondissement.

Le projet Belge a touché le centre de l'arrondissement de Dosso.

- Le projet Japonais concerne le canton de Takassaba dans l'arrondissment de Doutchi le long du Dallol Maouri.

- Le projet ALG/BID touche lui le sud du Boboye, le sud et le centre de Gaya et les parties basses des arrondissements de Dosso et Loga.

Comme on peut le constater le nord de l'arrondissement de Dosso n'est pas concerné par tous ces projets ce qui le place actuellement au dernier rang du point de vue satisfaction des besoins en Eau.

* Problème d'eau

Au vue de certains niveaux statiques de la plupart des localités proposées, il apparaît que l'alimentation en eau de ces populations ne pourra pas se faire d'une manière satisfaisante avec des puits traditionnels de 60 m de profondeur dont le captage est très mauvais avec des périodes de tarissement en saison sèche. En hivernage l'eau de ruissellement provoque des éboulements ou alors c'est la partie du puits qui est en contact avec l'eau qui cède. C'est pour assurer, l'alimentation en eau de ces populations en quantité et qualité acceptable que cette requête a été emise au Gouvernement Japonais.

3　面会者リスト

1

ニジェール水資源省 (MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE)

M. KARADJI AYARGA	MINISTRE DE L'HYDRAULIQUE 水利大臣
M. GAGARA MAYAOU	SERCRETAIRE GENERAL P.I. 次官
M. BOUBE IBRAHIMA	DIRECTEUR DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES 水利インフラ局長
M. KANTA IBRAHIM	DIRECTEUR EDS RESSOURCES EN EAU 水資源局長
M. BAYARD KADER	DIRECTEUR DEPARTEMENTAL HYDRAULIQUE DOSSO ドッソ県水利局長
M. ZABEIROU YACOUBA	CHEF DU SERVICE HYDRAULIQUE RURALE 地方水利課長
M. JAN STOFKOPER	COORDONNATEUR/CHEF DU PROGRAMME, PROGRAMME HYDRALILIQUE VILLAGEDISE AU NIGER PHASE II, DEPARTMENT DE DOSSO, CONSEIL DE L'ENTENTE/PAYS-BAS オランダプロジェクト ドッソ県担当コンサルタント

ニジェール外務協力省(MINISTERE DES AFFAIRES ETRANGERES)

Mme SUZANNE MAIKARFI	アジア・オセアニア課長

ニジェール地下水開発公社 (OFEDES, OFFICE DES EAUX DU SOUS-SOL)

M. ISSOUFOU IBRAHIM	DIRECTEUR GENERAL 総裁
M. YACOUBA ISSOUFOU	DIRECTEUR TECHNIQUE 技術部長

ドッソ県 (DEPARTEMENT DE DOSSO)

M. MAI MANGA OUWARA	PREFET 知事

在ニジェール・ベルギー大使館

M. RENIER W. NIJSKENS	AMBASSADEUR DE BELGIQUE 大使
M. DEBOS	CHEF DE SECTION DE COOPERATION 協力課長

在象牙海岸日本大使館　加藤　基　書記官
斉藤　直樹　書記官
加藤　正明　書記官

1

ニジェール水資源省 (MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE)

M. KARADJI AYARGA	MINISTRE DE L'HYDRAULIQUE 水利大臣
M. GAGARA MAYAOU	SERCRETAIRE GENERAL P.I. 次官
M. BOUBE IBRAHIMA	DIRECTEUR DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES 水利インフラ局長
M. KANTA IBRAHIM	DIRECTEUR EDS RESSOURCES EN EAU 水資源局長
M. BAYARD KADER	DIRECTEUR DEPARTEMENTAL HYDRAULIQUE DOSSO ドッソ県水利局長
M. ZABEIROU YACOUBA	CHFF DU SERVICE HYDRAULIQUE RURALE 地方水利課長
M. JAN STOFKOPER	COORDONNATEUR/CHEF DU PROGRAMME, PROGRAMME HYDRALILIQUE VILLAGEDISE AU NIGER PHASE II, DEPARTMENT DE DOSSO, CONSEIL DE L'ENTENTE/PAYS-BAS オランダプロジェクト　ドッソ県担当コンサルタント

ニジェール外務協力省(MINISTERE DES AFFAIRES ETRANGERES)

Mme SUZANNE MAIKARFI	アジア・オセアニア課長

ニジェール地下水開発公社 (OFEDES, OFFICE DES EAUX DU SOUS-SOL)

M. ISSOUFOU IBRAHIM	DIRECTEUR GENERAL　総裁
M. YACOUBA ISSOUFOU	DIRECTEUR TECHNIQUE　技術部長

ドッソ県 (DEPARTEMENT DE DOSSO)

M. MAI MANGA OUWARA	PREFET　知事

在ニジェール・ベルギー大使館

M. RENIER W. NIJSKENS	AMBASSADEUR DE BELGIQUE　大使
M. DEBOS	CHEF DE SECTION DE COOPERATION　協力課長

在象牙海岸日本大使館	加藤　基　書記官
	斉藤　直樹　書記官
	加藤　正明　書記官

在象牙海岸ＪＩＣＡ派遣専門家　　中村　吉昭　（工業技術）

今井　千郎　（社会環境）

ＪＩＣＡ／ＪＯＣＶニジェール調整員事務所

岡部　憲子　調整員

上田　成一　調整員（ＣＣ）

在ニジェール派遣専門家　　鈴木　郁穂　（農業アドバイザー）

吉岡　康宣　（鉱山アドバイザー）

4　参考文献／収集資料

ピエール・ドナン／フランソワ・ランクルノン，小堀巌 訳　クセジュ文庫「ニジェール」
…白水社

Actualsation de l'Atlas des Eaux Souterraines du Niger, Mai 1987
（ニジェール南部の水分布考察）

Rapport Final de la lere Phase de 100 Forages D'eau A Dosso -Projet Belge
（ドッソ100本水井戸計画最終報告書－ベルギープロジェクト）

Annuaire Meteorologique Du Niger 1988……Direction de la Nationale,
（ニジェール気象年報　1988年）

Programme D'hydraulique Villageoise Situation de l'Approvisionnement en Eau Potable
（村落飲料水供給状況に於ける水理上の計画）　……Eric de Boer（1989,8月），
Conseil de l'Entente Fonds
d'Entraide et Degarantie des
Emprunts

Atlas des Eaux Souterraines du Niger Etat des Connaissances ,Mai 1978, Tomo 1 Fascicule V
（ニジェール南部水資源分布図）　……J.Greigert,BRGM（Sept.1979）

2dme Recensement General de la Population 1988 (Resultats Provisoires)
（1988年　人口統計－予校－）　……Bureau Central du Recensment

ＯＦＥＤＥＳ　……地下水開発公社

5　計画井戸一覧表

ARRONDISSEMENT DE DOSSO

1) SECTEUR MOKKO

NOMS VILLAGES	NIVEAUX STATIQUES (m)	NOMBRE HABITANTS	X	Y	TYPE D'OUVRA A REALISER
GONGA KARIMOU	54	337	03°13' 30"	13° 12' 10"	1 Forage
BANIZOUMBOU HAMA	44	200	03°11' 15"	13° 12' 20"	1 Forage
BOUDE FONDOU	19, 70	220	03°04' 40"	13° 25' 00"	1 Puits
BOULOUKOUTOU	58, 10	500	03°11' 40"	13° 18' 50"	1 Forage
DENBINDI	52, 60	560	03°12' 40"	13° 17' 40"	2 Forage
DAREY BANGOU	57, 70	200	03° 25'40"	13° 24' 00"	1 Forage
DJIDA	61, 98	200	03° 24'30"	13° 25' 20"	1 Forage
DOUNDOU GONGA	56, 80	560	03° 22'45"	13° 29' 15"	1 Forage
KOTIFAFA	56	450	03° 20'10"	13° 15' 00"	1 Forage
TIOLAM	55	440	03° 23'05"	13° 22' 10"	1 Forage
TOKOYE KOMIRIO	60, 30	300	03° 22'00"	13° 24' 00"	1 Forage
BARMA	57, 10	400	03° 10'20"	13° 14' 30"	1 Forage
BADIADEYE	41, 50	800	03° 15'20"	13° 12' 20"	1 Forage
DAMBINEYE	52	500	03° 12'40"	13° 17' 40"	2 Forages
YAOUNA	59, 24	200	03° 19'20"	13° 23' 20"	1 Forage
GOROU BERI BAGNA	55, 44	500	03° 23'30"	13° 24' 20"	2 Forages
SABOU DEYE	42	900	03° 23'40"	13° 14' 40"	2 Forages
DEY TEGUI NOMA	56	200	03° 20'40"	13° 22' 50"	1 Forage
TOMBO BERI II	58	750	03° 15'00"	13° 27' 00"	1 Forage
TOMBO	60, 30	400	03° 04'30"	13° 24' 00"	1 FOrage
SINIGUINDI	58, 5	440	03° 24'30"	13° 24' 30"	1 Forage
SOUDIEDEYE	53, 50	260	03° 17'10"	13° 19' 45"	1 Forage

ARRONDISSEMENT DE DOSSO

2) SECTEUR DE TOMBO KOIREYE I

NOMS VILLAGES	NIVEAUX STATIQUES (m)	NOMBRE HABITANTS	X	Y	TYPE D'OUVRA A REALISER
ALFA KOARA	53,20	800	03° 27' 30"	13° 13' 00"	1 farage
ALMOU KOARA	38,60	227	03° 33' 30"	13° 16' 20"	1 puits
ELBADJ DEYE (Merizau)	64	300	03° 38' 40"	13° 34' 20"	1 farage
FONDOUBOU TOMBO	53	500	03° 36' 20"	13° 25' 35"	1 forage
FARA DEYE	23, 10	200	03° 38' 30"	13° 20' 00"	1 puits
HALIDOU KOARA	44	300	03° 39' 00"	13° 39' 00"	1 Forage
MERIZAU	55,65	500	03° 38' 05"	13° 21' 30"	1 Forage
WANZAM DEYE	46, 50	200	03° 28' 45"	13° 12' 40"	1 Forage
SAJO DEYE I	58, 80	200	03° 26' 00"	13° 28' 40"	1 Forage
SOJA DEYE II	57, 40	220	03° 27' 50"	13° 20' 30"	1 Forage

ARRONDISSEMENT DE DOSSO

2) SECTEUR DE TOMBO KOIREYE II

NOMS VILLAGES	NIVEAUX STATIQUES (m)	NOMBRE HABITANTS	X	Y	TYPE D'OUVRAGE A REALISER
GOULMA KOURGERI	32,15	460	03° 42' 20"	13° 08' 45"	1 Puits
GOULMA YACOUBA	26,13	400	03° 40' 20"	13° 07' 40"	1 Puits
HAIDARA KOARA	16,87	600	03° 38' 30"	13° 12' 50"	1 Puits
HAMANI TABAT	33,10	280	03° 44' 00"	13° 28' 00"	1 Puits
KOURE KOARA	26, 30	300	03° 43' 00"	13° 22' 00"	1 Puits
MONDOLEYZE KOARA	35, 95	460	03° 43' 10"	13° 09' 55"	1 Puits
MOSSI KOARA	37, 50	270	03° 37' 10"	13° 09' 00"	1 Puits
MOTCHIREY KOARA	42, 10	300	03° 39' 40"	13° 16' 30"	1 Forage
NASSIRI KOARA	58, 60	240	03° 47' 40'	13° 18' 30"	1 Forage
NAZAMNE	52, 00	250	03° 41' 45"	13° 12' 15"	1 Forage
SIDI KOARA	24, 02	730	03° 38' 50"	13° 13' 20"	2 Puits
BANA KOARA	37, 72	650	03° 44' 50"	13° 26' 00"	1 Puits
BAGNA GOURI KOARA	37, 40	900	03° 43' 40"	13° 28' 55"	2 Puits
BAGNA TABANI	27, 15	300	03° 40' 10"	13° 07' 10"	1 Puits
BAKINE TOMBO	43, 50	600	03° 43' 30"	13° 20' 00"	1 Forage
DIANDIAN KOARA	48, 15	800	03° 41' 50"	13° 24' 00"	2 Forages
TALLE KOARA	65	300	03° 53' 00"	13° 32' 40"	1 Forage
TANDIGAME ALFAGA	17, 10	419	03° 38' 45"	13° 12' 10"	1 Puits
FANTOUYAU	72	350	03° 51' 10"	13° 29' 00"	1 Forage
BOROGO	25	555	03° 38' 45"	13° 14' 15"	1 Puits
GARBEYE GOROU BESSA	32,70	400	03° 51' 30"	13° 21' 50"	1 Puits
BAKIRIKOU	47	350	03° 41' 20"	13° 18' 00"	1 Forage
DINGUIRDI	51,80	300	03° 46' 50"	13° 23' 10"	1 Forage
DOKO TOMBO	56	200	03° 39' 40"	13° 16' 30"	1 Forage

ARRONDISSEMENT DE LOGA :

NOMS VILLAGES	NIVEAUX STATIQUES (m)	NOMBRE HABITANTS	X	Y	TYPE D'OUVRA A REALISER
SOKORBE PEULH	23	375	03° 07' 00"	13° 24' 42"	1 Puits
BIKI	19	400	03° 08' 10"	13° 25' 00"	2 Puits
SOUGAYE KOARA	14, 44	250	03° 13' 00"	13° 36' 10"	1 Puits
ALFAGA KOARA	30, 65	820	03° 19' 20"	13° 39' 30"	2 Puits
BOUKI	34	1 000	03° 13' 15"	13° 41' 50"	1 Puits
DEYTEGUI BERI	24, 98	1 000	03° 19' 20"	23° 36' 40"	1 Puits
TOULOU	53, 05	580	03° 42' 40"	13° 40' 05"	1 Forage
DEYTEGUI MALAM KAINA	68, 20	600	03° 28' 20"	13° 39' 35"	1 Forage
GABIKANE PEULH	58, 30	700	03° 18' 00"	13° 33' 30"	2 Forages
GANDOU NAZAMNE	30,45	200	03° 16' 50"	13° 44' 20"	1 Puits
GARBEY GOROU KAINA	63, 60	250	03° 19' 19"	13° 31' 20"	1 Forage
GONGO KOARA	35	500	03° 22' 10"	13° 41' 20"	1 Puits
KOTO KOARA	21	480	03° 11' 40"	13° 36' 20"	1 Puits
KOARA TEGUI	20	850	03° 21' 00"	13° 40' 25"	1 Puits
KOUTO KOARA	31, 90	520	03° 17' 20"	13° 36' 20"	1 Puits
LOGA PEULH	25, 40	250	03° 18' 20"	13° 43' 35"	1 Puits
NOUNOU KOARA	17, 26	200	03° 16' 50"	13° 37' 00"	1 Puits
SABAROU KOARA	29	200	03° 09' 40"	13° 43' 20"	1 Puits
SOUGAYE KOARA	26	250	03° 13' 00"	13° 36' 10"	1 Puits
WANZAN KOARA	25	450	03° 14' 40	13° 39' 20"	1 Puits
BAMEY	33	1 500	03° 09' 00"	13° 28' 00"	1 Puits
BAZIGA	28, 30	1 560	03° 12' 00"	13° 33' 00"	2 Puits
DEYTEGUI SAMBO	34, 50	300	03° 32' 40"	13° 20' 30"	1 Puits
KOKOAREYE MODI	62, 80	200	03° 41' 00"	13° 30' 50"	1 Forage

ARRONDISSEMENT LOGA

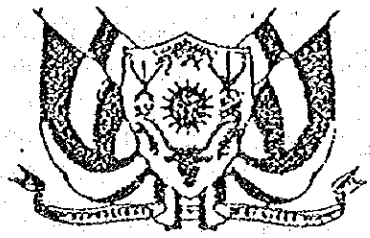
NOMS VILLAGES	NIVEAUX STATIQUES (m)	NOMBRE HABITANTS	X	Y	TYPE D'OUVRA A REALISER
KOKOUKOU	65, 80	276	03° 29' 40"	13° 28' 40	1 Forage
KOSSEYE GOROU	74	250	03° 43' 00"	13° 43' 00"	1 Forage
M'BALA DAOUDA	69, 95	220	03° 39' 20"	13° 38' 45"	1 Forage
YAROU DEYE	69, 50	250	03° 36' 10"	13° 36' 50"	1 Forage

ARRONDISSMENT BOBOYE

NOMS VILLAGES	NIVEAUX STATIQUES (m)	NOMBRE HABITANTS	X	Y	TYPE D'OUVRAGE A REALISER
DOULOUWOL-BELE					Forage & Pult
TIHORE					〃
KARGUI BANGOU					〃
MEJI					〃
TIENDE					〃

6　国家5ヵ年計画（1987～1991）

REPUBLIQUE DU NIGER



FRATERNITE - TRAVAIL - PROGRES

PLAN DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE ET SOCIAL DU NIGER 1987 - 1991

TEXTE INTEGRAL

ORDONNANCE N° 87-015 du 30/04/87

30 AVRIL 1987

CHAPITRE V

L'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE ET PASTORALE

5.1. LE BILAN DIAGNOSTIC

Le sous-secteur a pour tâche l'équipement du monde rural en ouvrages hydrauliques pour assurer l'alimentation en eau potable et domestique des populations et en eau d'abreuvement pour le cheptel.

La plupart des ouvrages ont des utilisations mixtes. On distingue toutefois hydraulique villageoise et hydraulique pastorale.

L'hydraulique villageoise concerne tous les points d'eau situés en dehors de la zone pastorale à l'exception de ceux qui alimentent des adductions urbaines, c'est-à-dire les points d'eau situés dans les villages de moins de 2.000 habitants.

Les points d'eau villageois servent principalement aux besoins humains des populations sédentaires et ont dès lors un caractère d'utilisation permanente. Ils sont cependant également utilisés pour l'abreuvement des animaux villageois et de certains troupeaux nomades, lors de leur passage saisonnier, surtout sur les axes de transhumance, mais les eaux superficielles (fleuve, mares...) fournissent pour les animaux un apport important.

Sont considérés comme ouvrages à vocation pastorale, tous les points d'eau situés dans les limites de la zone pastorale.

Les points d'eaux pastoraux se caractérisent :

— par une utilisation prépondérante par le cheptel.

— par une utilisation non permanente : les équipements ne fonctionnent (sauf dans les centres sédentaires) que pendant une période limitée de l'année en fonction des déplacements des éleveurs et de leurs troupeaux.

5.1.1. Les ressources

Les ressources en eaux superficielles sont relativement bien connues. Elles sont toutefois mal réparties sur le territoire national (le fleuve Niger et ses affluents représentent 96 % des potentialités) et surtout utilisées en hydraulique agricole et urbaine.

L'essentiel des ressources utilisées en hydraulique villageoise et pastorale provient des eaux souterraines.

Ces dernières sont beaucoup mieux réparties sur le territoire national que les eaux de surface.

La plupart des nappes ont été identifiées mais leurs potentialités réelles restent insuffisamment connues, peu d'entre elles ayant fait l'objet de mesures. En particulier, les réserves renouvelables ne sont en fait appréhendées que dans les nappes alluviales..

Toutefois, sauf localement (les espaces où le potentiel des aquifères s'avère limité sont le Liptako-Gourma, le Sud de Maradi, le Damagaram Monio et le massif de l'Air), les potentialités paraissent largement supérieures aux besoins de l'hydraulique villageoise et pastorale.

5.1.2. Les besoins actuels

En hydraulique villageoise, les besoins ont été estimé à 25 litres/habitant/jour.

La couverture de ces besoins peut être assurée par un point d'eau moderne pour 250 habitants.

En hydraulique pastorale, les besoins sont estimés à 40 litres/UBT (unité bétail tropical), ce qui englobe les besoins des populations nomades qui ne représentent que 15 % des besoins totaux de la zone pastorale.

Les besoins actuels s'élèvent à 114 mm3 (en 1985) dont 86 mm3 pour la zone sédentaire et 28 mm3 pour la zone pastorale.

5.1.3. Les infrastructures hydrauliques

La mobilisation des ressources est assurée par des ouvrages traditionnels (essentiellement des puits non cimentés) et modernes (puis cimentés et forages). Les inventaires font état d'environ 20.000 points d'eau répartis sur l'ensemble du territoire national mais nombre d'entre eux ne sont plus fonctionnels ou ont de très faibles débits.

Seuls quelques puits artisanaux (nombre négligeable) de bonne qualité fournissent de l'eau en permanence aux populations. On peut donc s'en tenir pour l'hydraulique villageoise aux données qui concernent les points d'eau modernes.

A la date du 30-09-1986, on dénombre 11.055 points d'eau modernes (puits et forages) et 39 stations de pompage couvrant ainsi près de 47 % des besoins exprimés dans le cadre de la Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement.

Par département, la situation des points d'eau modernes était la suivante au 31-12-1985.

Départements	Population rurale (sédentaire et nomade)	Nombre de points d'eau modernes	Taux de recouvrement en %
Agadez	105.000	168	41
Diffa	178.000	509	72
Dosso	780.000	1.328	43
Maradi	1.026.000	1.652	41
Niamey	1.101.000	2.470	57
Tahoua	1.097.000	1.255	29
Zinder	1.087.000	2.594	60
Ensemble du pays	5.374.000	9.976	47

(1) Calculé sur la base d'un point d'eau moderne pour 250 habitants.

4.856 points d'eau ont été réalisés de 1979 à 1985, préférentiellement dans les régions les plus dépourvues, de manière à gommer les disparités régionales.

L'inventaire des points d'eau moderne dont il est fait état aux paragraphes précédents se réfère à l'ensemble du pays et ne différencie pas les ouvrages d'hydraulique villageoise des réalisations de l'hydraulique pastorale.

Le dernier recensement spécifique à la zone pastorale remonte à 1981 (étude du plan de développement de l'utilisation des ressources en eau du Niger).

Il indiquait l'existence dans la zone pastorale de :

— 1.514 puits traditionnels,

— 294 puits cimentés,

— 50 stations de pompages (ces ouvrages, entretenus par l'OFEDES ont été prévus pour assurer un débit d'exploitation de 40 m3/heure permettant d'abreuver 7.000 bovins par jour exploitant autour du forage, les pâturages dans un rayon de 15 km),

— 25 forages artésiens,

— 10 puits forages.

Leur répartition par département était la suivante :

DEPARTEMENTS	TOTAL OUVRAGES PASTORAUX
Agadez	387
Diffa	600
Dosso	4
Maradi	187
Niamey	71
Tahoua	57
Zinder	587
Ensemble du pays	1.893

Depuis le plan quinquennal 1979-1983, la politique nationale privilégie le point d'eau type puits par rapport aux forages-puits et celui-ci à la station de pompage.

Mais en fait, peu de réalisations ont concerné la zone pastorale ces dernières années : les efforts se font concentrés sur les équipements des villages de la zone sédentaire.

5.1.4. La gestion des infrastructures

Dans ce domaine, la stratégie s'oriente vers la responsabilisation des bénéficaires et la prise en charge par ces derniers des charges récurrentes. C'est ainsi que pour les puits cimentés, on vise à la formation et à la sensibilisation des populations pour assurer l'entretien courant, l'OFEDES n'intervenant plus que pour les travaux importants et sur demande, au prix coûtant. Pour les forages villageois, les premiers programmes avaient bénéficié d'un fonds d'entretien assuré par l'Etat directement avec le concours des fournisseurs de pompes. Actuellement, au niveau des villages, ont été mis en place des comités villageois et un fonds de roulement dont le rôle est d'assurer la maintenance et le renouvellement des moyens d'exhaure.

Les charges récurrentes sont actuellement évaluées à 60.000 FCFA/an/ouvrage.

En ce qui concerne les stations de pompage en milieu pastoral, leur gestion qui était auparavant entièrement confiée à l'OFEDES par une subvention annuelle de l'Etat, est maintenant assurée conjointement par l'OFEDES, les administrations locales et les services de l'Elevage.

5.1.5. Le diagnostic

L'analyse de la situation actuelle et des réalisations récentes de l'hydraulique villageoise et pastorale conduit à un constat globalement positif, mitigé toutefois sur divers points.

— Le nombre de points d'eau modernes est passé de 5.120 au 1/1/1980 à 11.055 au 30/09/1986.

En un peu moins de 7 années, il a donc été multiplié par un coefficient de 2,15 avec un rythme moyen de réalisation de 850 ouvrages/an.

D'une manière générale, les réalisations récentes ont privilégié les forages par rapport aux puits.

Les objectifs du Plan Quinquennal 1979-1983 et du PIC ont été atteint à 75 %

Les objectifs de la DIEPA (1) (1980-1990) ne sont encore atteint qu'à 60 % en valeur absolue (11.055 ouvrages sur 22.000) et à 35 % en valeur relative (5.935 ouvrages à implanter durant la décennie).

Au rythme actuel des réalisations, les objectifs de la DIEPA ne pourront être atteints.

— L'objectif de réduction des disparités régionales a été atteint en partie. Le maximum d'efforts a été concentré dans les départements les plus défavorisés en 1980, principalement sur Niamey et Zinder et dans une moindre mesure Maradi et Agadez.

Le département ayant accompli le moins de progrès est Tahoua qui se trouve être actuellement le département présentant le plus mauvais taux de couverture (29 %).

Le tableau ci-après montre les progrès accomplis :

(1) DIEPA : Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement.

TAUX DE COUVERTURE EN POINTS D'EAU MODERNES
(EN POURCENTAGE)

DEPARTEMENTS	1/1/1980	31/12/1985	ECARTS (EN %)
Agadez	28	41	+ 13
Diffa	63	72	+ 9
Dosso	37	43	+ 6
Maradi	26	41	+ 15
Niamey	23	57	+ 34
Tahoua	25	29	+ 4
Zinder	23	60	+ 37
Ensemble du pays	27	47	+ 20

— L'hydraulique villageoise totalise 99 % des points d'eau réalisés depuis 1980 et même 100 % depuis 1983. L'hydraulique pastorale n'a incontestablement pas la part qui devrait lui revenir.

Les contraintes pesant sur le secteur de l'hydraulique villageoise et pastorale sont relatives :

— au coût élevé de réalisation et d'entretien des infrastructures.

— aux problèmes d'entretien et de maintenance des équipements, surtout des pompes manuelles (50 % actuellement hors d'usage).

— à l'absence d'une prise en charge par les éleveurs des ouvrages d'hydraulique pastorale.

— à l'insuffisante connaissance des potentialités hydrogéologiques.

5.2. LES ORIENTATIONS A LONG TERME

Les trois orientations suivantes ont été retenues.

1. L'acquisition d'une parfaite connaissance des ressources en eau : elle constitue un préalable indispensable à toute stratégie de développement en matière d'hydraulique villageoise et pastorale.

2. La couverture complète des besoins du monde rural en points d'eau modernes pour l'alimentation en eau potable des populations et en eau d'abreuvement pour le cheptel.

3. L'établissement d'un système de gestion, de maintenance en charge des ouvrages hydrauliques et des moyens d'exhaure par les populations bénéficiaires.

5.3. LES OBJECTIFS

Dans le domaine de l'hydraulique villageoise et pastorale, à terme, l'objectif est de fournir de l'eau en quantité suffisante et en qualité acceptable à l'ensemble de la population rurale et à son cheptel selon le concept *«du droit à l'eau pour tous»*.

Le Plan Quinquennal 1987-1991 poursuivra les objectifs suivants déjà fixés dans le cadre de la décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement (DIEPA) et dans le cadre des plans nationaux de développement (notamment plan 1979-1983) :

— tout village administratif doit être pourvu d'un point d'eau moderne, puits cimenté ou forage avec hydro-pompe à motricité humaine.

— tout habitant devrait disposer de 25 litres d'eau par jour, ce qui correspond à un point d'eau pour 250 habitants.

— tout village ou hameau de plus de 250 habitants, même non administratif, doit être pourvu d'un point d'eau moderne s'il se trouve à plus de 4 km d'un autre point d'eau moderne.

L'objectif, défini dans le cadre de la DIEPA était de porter en 1990 à 22.000 le nombre des points d'eau modernes au Niger.

Toutefois compte tenu des contraintes financières et techniques, et des difficultés de suivi des différents programmes, cet objectif ne pourra pas être atteint dans le cadre du plan.

Compte tenu des capacités annuelles probables de réalisation des ouvrages (500 puits et 800 forages), les ouvrages qu'on pourrait réaliser dans le cadre du Plan Quinquennal s'élèveraient à 6.500 points d'eau modernes.

La situation prévisionnelle des points d'eau en 1991 est la suivante (en fonction des programmes en cours et projetés) :

Départements	Besoins estimés	Nombre de points d'eau en 1991	Taux de couverture en 1991
Agadez	584	740	127 %
Diffa	674	627	93 %
Dosso	3.593	2.699	75 %
Maradi	3.486	3.186	91 %
Niamey	5.213	3.889	75 %
Tahoua	4.310	2.862	66 %
Zinder	4.217	3.281	78 %
Total	22.077	17.284	78 %

Parallèlement, se déroulera un programme de réhabilitation de tous les ouvrages détériorés.

5.4. LE PROGRAMME D'ACTION

Il sera essentiellement localisé dans les domaines suivants :

5.4.1. Les inventaires et études

Dans notre pays, l'eau est une ressource vitale qui est et sera de plus en plus sollicitée pour la satisfaction des besoins des populations, du cheptel, de l'agriculture, de l'industrie, de la lutte contre la désertification.

Il importe de l'exploiter et de la gérer rationnellement et judicieusement et pour ce faire la première condition est la parfaite connaissance quantitative et qualitative de toutes les ressources en eau, superficielles et souterraines.

Il importe par conséquent d'accélérer les opérations en cours et d'en entreprendre des nouvelles.

Les efforts porteront sur :

— l'inventaire quantitatif et qualitatif de toutes les ressources en eau sur le territoire national avec l'élaboration d'un atlas hydro-géologique par arrondissement, l'étude des aquifères par prospection géophysique, la mise en place d'un réseau national de piezomètres devant permettre de suivre l'évolution des nappes en réponse aux sollicitations subies.

Le recensement des aquifères devra ouvrir la voie aux études nécessaires à la détermination des caractéristiques et plus particulièrement à une approximation des volumes disponibles.

— la mise à jour des inventaires régionaux et national des infrastructures hydrauliques,

— la constitution d'une banque informatisée de données hydrauliques,

— la création d'un laboratoire d'analyse des eaux et d'un réseau de points de contrôle de la qualité des eaux de surface et souterraine. Il importe d'accorder dès maintenant un intérêt tout particulier à la qualité de l'eau ainsi qu'à sa protection face à la pollution,

— le renforcement du réseau pluviométrique et hydrométrique dans l'optique de couvrir les petits bassins versants dans le but de maitriser les eaux de surface dans les cours d'eau à régime temporaire ainsi que l'érosion pluviale, de protéger l'environnement, augmenter la production agricole et améliorer la recharge des nappes. Des essais d'implantation d'impluvium géants seront opérés,

— la finalisation et la mise en application du code de l'eau.

5.4.2. La réalisation et la réhabilitation des infrastructures hydrauliques

Elle sera opérée dans le souci de répondre aux besoins exprimés par les populations rurales. Celles-ci s'engageront sous forme contractuelle à assurer la gestion physique et financière des points d'eau à travers un comité villageois de l'eau qui aura été désigné à cet effet.

Le choix du type d'ouvrage (forage ou puits) devra se faire en fonction des exigences techniques imposées par le site et en fonction des demandes formulées par les villages.

Une attention particulière sera portée aux moyens d'exhaure et surtout aux pompes dont les types standards seront limités à 4 ou 5, appréhendables par les populations et fabricables localement de manière à simplifier la maintenance et l'organisation des stocks et de la distribution des pièces détachées.

L'Etat s'efforcera de favoriser la création d'entreprises privées nigériennes tant pour la réalisation des puits et forages, que pour la fabrication de matériel d'exhaure.

Le nombre d'ouvrage à réaliser a été défini dans les objectifs en ce qui concerne l'hydraulique villageoise.

En ce qui concerne l'hydraulique pastorale, toute réalisation nouvelle sera subordonnée à l'attribution de terroirs à des groupements d'éleveurs constitués et à une étroite collaboration du Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement et du Ministère des Ressources Animales.

L'objectif est d'assurer une couverture suffisante de la zone pastorale par un réseau de points d'eau permettant l'exploitation optimale de la totalité de l'espace pastoral.

Parallèlement aux réalisations nouvelles, seront conduits des programmes de réhabilitation des ouvrages existants sur la base d'un inventaire à réaliser.

5.4.3. La mise sur pied d'un système de maintenance des ouvrages et moyens d'exhaure

Des enquêtes récentes ont mis en évidence de très graves lacunes au niveau de l'entretien des infrastructures modernes d'hydraulique villageoise.

Pour résoudre ce problème, des brigades de maintenance seront organisées au niveau des départements et si possible des arrondissements.

Elles interviendront à la demande des villages pour les grosses réparations, les renouvellements d'équipement, la réhabilitation des puits ou forages mis hors d'usage.

L'entretien courant et les petites réparations seront assurées directement par des artisans villageois.,

L'organisation de réseaux d'approvisonnement en pièces détachées s'appuiera sur les services techniques décentralisés et sur les coopératives.

5.4.4. La prise en charge des points d'eau par les bénéficiaires

Depuis 1982, le principe a été admis que l'entretien et les réparations courantes devaient être faits par les bénéficiaires eux-mêmes, les grosses réparations étant faites par l'OFEDES ou des artisans spécialisés qui facturent aux villages leurs prestations.

Le principe est en application depuis 1984 et depuis lors, il a été procédé :

— à la formation d'artisans : forgerons et plongeurs villageois,

— à la création de comités de gestion au niveau des villages.

— à l'institution de fonds de roulement villageois et à la prise en charge par les bénéficiaires des charges récurrentes liées aux infrastructures hydrauliques.

L'application de ces principes devra se systématiser au cours du Plan et s'étendre à la zone pastorale.

Des responsables seront nominalement désignés pour la gestion de chacun des points d'eau.

5.5. DETAILS DES PROGRAMMES

Outre les projets en cours recensés dans le programme des investissements de l'Etat 1987-1989, les nouvelles actions à entreprendre, tout en assurant la continuité concernent les éléments suivants :

5.5.1. Programmes d'études et d'équipements

— programmes d'études complémentaires de connaissance et d'évaluation du comportement des nappes d'eaux souterraines devant déboucher sur la mise en place d'un réseau piézométrique et une localisation plus judicieuse des ouvrages.

— développement d'un volet de recherche sur les caractéristiques des eaux à des fins sociales et économiques.

— réalisation de schéma-directeurs d'équipements.

— poursuite de l'effort d'équipement à travers les investissements publics, les donations mais aussi la mobilisation du potentiel et de la disponibilité des villageois.

5.5.2. Mesures institutionnelles

— élaboration du code de l'eau en rapport avec le code foncier et selon le principe de la responsabilisation des bénéficiaires.

— création de la Société Nationale des Eaux en vue de rendre plus performante la politique d'adduction d'eau dans les centres secondaires.

— amélioration de l'équipement des services et formation du personnel.

5.6. L'ENVELOPPE FINANCIERE

Les enveloppes financières retenues pour les programmes d'investissements dans le sous-secteur de l'hydraulique villageoise et pastorale s'élèvent à 52,4 milliards de FCFA pour la période 1987-1991, soit 9,1 % de l'enveloppe globale.

7　ハンドポンプ選定ガイド（世銀／UNDPレポート，抜粋）

出典：世銀／UNDP共同レポート "COMMUNITY WATER SUPPLY"
THE HNNS PUMP OPTION" 1987

Chapter 5

Pump Selection Guide

In the course of the Project, some 70 handpump models have been evaluated (see Annex 2 for a full list). Some are no longer in production; others proved inadequate and were eliminated from further consideration; and some are included as derivatives of the "parent" pump type (e.g. only one entry is included for the Blair pump, though four variations of the original pump have been tested in different countries). The result is detailed analysis of a total of 42 pump types in this Selection Guide. The Pump Selection Tables include all the pumps for which the Project has collected sufficient data to enable judgments to be made on their suitability for the specified operating conditions, and which are still in production. Extra space is allowed at the bottom of each table for the assessment of unlisted pumps which the Analyst[1] may wish to consider. The Handpump Compendium, which follows Chapter 6, illustrates the way that ratings have been assigned to the tested pumps, and may help the Analyst to rate the extra pumps on the basis of local experience or information published by reliable sources. Some information is provided in Annex 1 on a further 17 pumps which have come to the attention of the Project during the course of the trials, but which have not been subjected to the full test procedures.

Testing under the Project has involved a combination of field trials and laboratory tests (the test procedures are described in Boxes 1.1 and 1.2 in Chapter 1), and has yielded extensive data on which to base assessments of the capabilities of each type of pump under a variety of operating conditions. The aim of this Selection Guide is to assist water supply planners and designers in developing countries to select appropriate handpumps for their own specific circumstances. These circumstances will not always match precisely conditions under which particular pumps have been tested in the field - it would clearly be quite impractical to test all pumps under all possible operating conditions.

In assessing likely pump performance over a range of conditions, therefore, Project staff have frequently had to make "best-judgment" decisions on the basis of their own experience and the available field and laboratory evidence. Those judgments have been made in the confidence that they will be of value to many decision makers in developing countries who do not have access to the same amount of evidence. The data source for each pump has been given in the ratings tables, as an indication of the degree of confidence which can be attached to the individual ratings.

How to Use the Pump Selection Tables

In the four Pump Selection Tables at the end of this Chapter, pumps are rated according to the Project's assessment of their capability to perform satisfactorily in a range of conditions. The combinations of pumping lift and daily output have been chosen to cover most circumstances likely to arise in community water supplies in developing countries.

Possible applications of the Pump Selection Tables include:

- Selection of a single pump to meet the specified duties and operating conditions of a particular project or program.
- Preparation of a national or regional list of approved pumps, based on more generalized operating conditions, as a guide to pump standardization.
- Compilation of a list of acceptable pumps as part of the procedure for identifying potential suppliers for limited competitive bidding.
- Assistance with preparation of bidding documents and with bid evaluation.

Worked examples in Chapter 6 demonstrate typical applications.

1. Throughout Chapters 5 and 6, the term "Analyst" is used to indicate the individual applying the selection procedures.

Final selection combines the attributes of the handpump itself and the specific conditions of the project or program in which it will be used. Conditions may vary appreciably from one location to another, and handpumps can only be evaluated for a particular set of conditions.

Form 5.1 is a convenient way of listing the conditions and should be completed by the Analyst before using the selection tables. Note that some conditions are fixed by the planned pump location (e.g. pumping lift, corrosivity of groundwater), while others may be determined by project or country policies (e.g. maintenance system), or by international competitive bidding procedures. Guidelines for completion of Form 5.1 follow; a more detailed discussion can be found under the same sub-headings in Chapter 4.

Operating Conditions

The appropriate table for pump selection is determined by the anticipated maximum pumping lift. Figure 5.1 illustrates how evaluation of "pumping lift" should allow for any drawdown which may occur as pumping proceeds. In assessing maximum pumping lift, the Analyst must also take account of possible seasonal or longer term fluctuations in the water table (note that the pumping lift is the distance from the surface to the pumping water level; it is not necessarily related to the cylinder setting or the depth of the well).

Though static water levels may be known, pumping water levels will probably have to be estimated. Drawdown can be calculated with reasonable accuracy if aquifer permeabilities are known, or determined by pumping tests. In most geological formations, the drawdown caused by handpump discharge rates will commonly be less than 5 meters and will rarely exceed 10 meters. However, in very low permeability rocks such as granites or gneisses drawdown can be very high (see Figure 4.2A in Chapter 4), and pumping test data will be important.

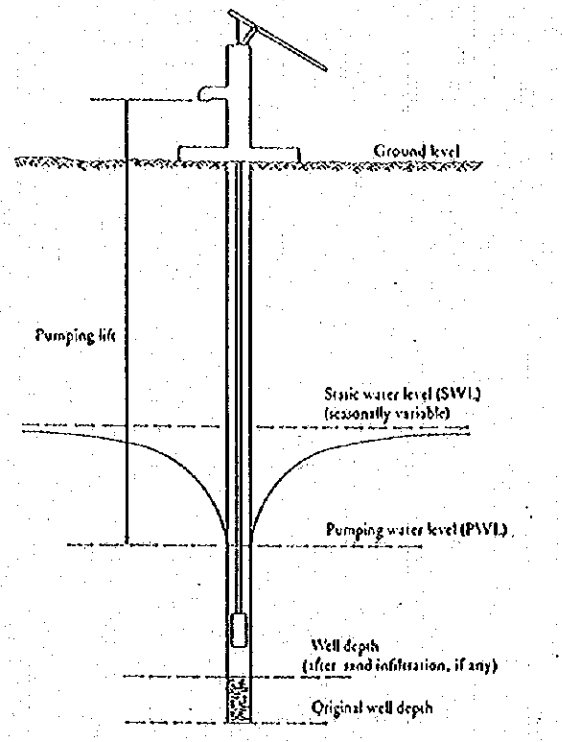
The pump groupings in the tables - i.e. 7 meters, 12 meters, 25 meters and 45 meters - give an approximate guide to the maximum lifts for which manufacturers have indicated that their pumps may be applicable.

As pumping lift increases, so does the effort needed to lift water to the surface. For some pumps, the operating force required soon reaches practical limits and such pumps cannot be considered for high lift applications. There are also pumps which will only provide a reliable service when pumping relatively small amounts of water each day.

The Analyst must consider the number of people to be served from each handpump and the level of consumption likely to result (including any potential for small-plot irrigation, animal watering, etc, and taking account of any seasonal variations in demand).

Though the increased costs associated with greater depth encourage designers to plan for larger user groups when deep wells are needed, physical laws limit the amount of water which can be lifted with acceptable effort. Per capita consumption is also a critical factor affecting the population to be served. By relating the

Figure 5.1 Drawdown and Pumping Lift



Note: In an unconfined aquifer, the static water level in the well (without pumping) is the water level of the aquifer. After the pump has been used for some time, the water level in the well will sink to the pumping (or dynamic) water level. The difference between the two levels depends mainly on the rate of pumping, the length of time the pump has been used, and the permeability of the aquifer (the rate at which the porous medium transmits water). For precision, the pumping lift should be the distance below the discharge level of the pump, but, for convenience, it is usually approximated as the distance below the ground surface.

"Reliability" ratings (Column 5 of the selection tables) to "maximum daily output", the tables allow scope for other demands in addition to domestic drinking water supply to be taken into account. If a per capita consumption of 20 liters/day is assumed, the three output categories correspond to the following number of users:

1.5m³/d: equivalent to 75 users per pump
4.0m³/d: equivalent to 200 users per pump
8.0m³/d: equivalent to 400 users per pump.

(allowances for uses such as irrigation pumping or cattle watering will influence the actual number of users). It must be emphasized that the Project does not recommend a daily output of 8m³/d as a design criterion, because the pump would be operating for many hours each day, resulting in a low level of service because of long queue times and frequent breakdowns. Ratings have been included for the higher output, because the demand for such installations is high, and because analysis using these ratings can help to identify the most durable pumps.

Box 5.1 The Relationship between Handpump Discharge and Pumping Lift

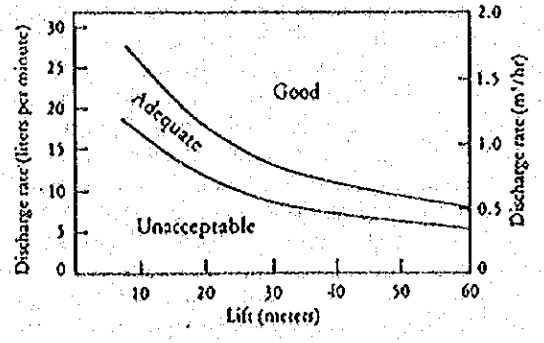
The amount of water which can be obtained from a given handpump depends, theoretically, on three factors: the pumping lift; the mechanical efficiency of the pump at that lift; and the power input or degree of effort applied by the pump user. In mathematical terms, the relationship is:

$$\text{Discharge} = \frac{\text{Power (watts)} \times \text{Efficiency} \times 60}{\text{Lift (meters)} \times 9.81}$$

If power and efficiency remained constant, discharge would decrease in proportion to increasing lift. This does not happen in practice, as, for most pumps, mechanical efficiency improves with increasing depth, and users typically apply more effort at higher lifts.

Figure 5.1A shows the range of discharge rates which can be expected from a typical range of pumps, as the pumping lift varies from 7 meters to 60 meters. "Adequate" discharge rates are based on normal power inputs ranging from about 50 watts at a lift of 7 meters and increasing to 75 watts at a lift of 45 meters or more. Adults will usually apply over 100 watts (and sometimes over 150 watts) at high lifts in order to increase the discharge rate. A representative range of mechanical efficiencies has been used — from 45% at 7 meters to 70% at 45 meters. "Good" (oo rating in the selection tables) discharge rates are 50% greater than those defined as "adequate" (o rating in the selection tables). The better discharge can be achieved by higher mechanical efficiency and/or better ergonomics encouraging application of more power.

Box Figure 5.1A Variations in Pump Discharge Rate with Pumping Lift



The lower discharge rates for higher lifts are an important consideration in the rating of pumps for different operating conditions. Field trial experiences show that pump users put a high premium on the speed with which they can fill their containers, and, given the choice, will favor a pump giving the highest discharge, even though it may require more effort than alternatives. The Project's assessment of a pump's delivery rate at the specified head is therefore a ruling factor in the ratings given for discharge adequacy in the Pump Selection Tables S.1 to S.4.

The right hand axis of the graph in Box Figure 5.1A shows the discharge rates in cubic meters per hour associated with the typical pump range, as pumping lift varies. From this scale, it is simple to calculate the number of pumping hours per day needed to achieve the daily output figure for each operating condition. The curves are the basis of ratings assigned to the pumps under the *discharge rate* heading.

For a 7 meter lift (Table S.1), pumps which cannot achieve a pumping rate of 19 liters per minute are deemed unacceptable, even though that implies that the pumps could deliver the lowest rated daily output of 1.5m³/d in only 1.3 hours. This is a true reflection of user choice. Given that most suction pumps and direct action pumps can readily accomplish the required output, pumps with lower discharge rates will be rejected by the users. For greater lifts, the number of hours for which the pump may be expected to work to deliver the specified daily output grows significantly. Thus a pump achieving the "adequate" discharge of 7 liters per minute at 45 meters head, would require a total of 9.5 pumping hours to deliver 4m³.

Under the heading of *discharge rate*, the Project has rated only capacity to achieve the specified delivery rate. This alone is not a judgment of the pump's suitability for use under these conditions. Subsequent evaluation of *reliability* may show that high daily output would result in an unacceptably high frequency of essential repairs.

Clearly, the amount of water that a pump can deliver in one day relates to the number of hours of pumping and the effort used. This issue is discussed in Box 5.1 and in the later section on *Discharge Rate*, and Analysts who are in doubt about the daily demand criteria for their particular application should read these discussions before selecting the appropriate table.

Having selected the maximum pumping lift, the Analyst consults the table which most closely corresponds to those operating conditions.

Each table contains a list of the pumps tested by the Project which, according to the manufacturer, should be capable of achieving the specified pumping lift. For convenience, the pumps are listed alphabetically in groups which give an indication of the maximum pumping lift recommended by the manufacturer. The same sequ-

ence is used in presenting individual pump information in the Handpump Compendium.

Entries in each column of the Pump Selection Tables indicate the Project's assessment of the pump's suitability under the specific heading. Three ratings are used and the interpretation varies according to the parameter concerned, but, as a general guide:

oo indicates that the pump is considered well suited to this application;

o means that it has been judged adequate; and

— shows that it does not meet the minimum requirements.

A more detailed description of each individual pump, including a summary of its performance in laboratory and field tests, can be found in the Handpump Compendium, where each pump entry also contains an explanation of the assessments made by the Project staff.

Data Source

Column 2 of the Selection Tables — Data Source — contains 'L' if the pump has been tested through the Project in the Laboratory (pumps tested under a previous program funded by the British Overseas Development Administration are also included) and 'F' if it has been subjected to Project field trials. All possible operating conditions could not be replicated for every pump and so the amount of data available varies from pump to pump. In those cases where no data was collected on a particular pump under the specified operating conditions, Project experiences have been extrapolated to reach the rating indicated. In cases where the 'F' is in parentheses, ratings are based partly on limited field information (only a few pumps or extrapolated from different operating conditions) and partly on "best judgment". Inevitably, there is some subjectivity in the assignment of some pump ratings, but the Project has concluded that presentation of its findings as "best-judgment" ratings is more helpful than providing no advice at all. Details of the scope of the tests carried out on individual pumps can be found in the Handpump Compendium.

Analysts with experience of specific pumps may wish to modify the ratings, after comparing their data with the data in the Compendium. As with any other instances of individual experiences leading to different conclusions from those set out in this Report, the Project would welcome details of the changes suggested and the data on which they are based.

Discharge Rate

Under this heading, ratings are based on the delivery rate that can be achieved at the given head by typical users, who will commonly include young children.

Box 5.1 shows graphically how the discharge rate of typical pumps falls off as pumping lift increases. For this reason, the basis of the discharge adequacy ratings is different for each lift and is noted at the head of each Pump Selection Table. The comparatively high discharge rates deemed adequate for lifts of 7 and 12 meters reflect the clear evidence from Project field trials that users will always favor high-discharge pumps and that there are many pumps capable of achieving the specified output at these heads.

Though many pumps designed for single person operation are often operated by two or more, especially when the lift is greater than 25 meters, the *discharge rate* ratings are based on one person operation, unless the pump has been specifically designed for use by more than one person.

Ratings in this column are confined to the adequacy of the pump design to achieve the specified discharge rate. They should not be interpreted alone as an indication that use of the pump under these operating conditions is advisable. That judgment can only be made after considering the "*Reliability*" of the pump and its ratings under the other headings in the table.

The discharge adequacy ratings should be interpreted as:

oo The stated discharge rate can be readily achieved by typical users, and the pump's discharge is "good" as shown in Box Figure 5.1A.

o The stated discharge rate is achievable by typical users, and the pump's discharge is "adequate" as shown in Box Figure 5.1A.

— The pump cannot produce the stated delivery rate, or could only do so with very high power input.

Ease of Maintenance

Chapter 3 explains why village-level management of handpump maintenance is more effective and less costly than systems which depend on external interventions. However, many of the handpumps from which selection must presently be made need tools, equipment or skills which are not readily available in rural areas. If no VLOM pump is found to be suitable for the proposed application, it may be necessary to involve the public water authority in pump maintenance, using district or regional mobile teams.

The three columns under this heading are an indication of the serviceability of the pumps — i.e. the ease with which they can be repaired or serviced by:

A. Village-level maintenance

All routine inspection and adjustment, and replacement of wearing parts, is carried out by a village repairer having minimal training and simple tools. Common spare parts are available to the village. This system has low costs and can operate with minimal support from outside. With control in the hands of the community, System A maintenance operates under village management (System 1A in Chapter 3). Assistance may however be required for catastrophic failure (e.g. dropped rising main/rods/cylinder, clogged screen or infilled well).

B. Area-mechanic maintenance
A locally-based trained mechanic equipped with special tools and a bicycle, moped, or other simple transportation, carries out the repair and maintenance of handpumps with the assistance of villagers. The mechanic has access to special spare parts and typically services several pumps in the area. Like System A, this type of maintenance can operate with a minimum of support from outside the village, except for training of the mechanics and setting up of the system. It may be implemented in the context of village-level management in which the village has responsibility for ensuring that maintenance is funded and carried out, though the mechanic may live locally outside the village (System 1B in Chapter 3). In some cases, possibly as part of a transition from centralized maintenance to village-level maintenance, area mechanics may be under the responsibility of a water authority or other agency outside the village (System 2A in Chapter 3).

C. Centralized maintenance
A team of trained technicians equipped, as a minimum, with a four-wheel motorized vehicle, special tools and workshop facilities attends breakdowns and sometimes undertakes scheduled maintenance. Administration and operating costs are significantly higher than for System A or System B, and a well-organized institutional structure is needed. The community has no involvement; all control is in the hands of the central agency (System 2B in Chapter 3).

It is important to recognize that, while any pump which can be satisfactorily maintained under System A or B can clearly also be maintained under System C, the high costs of transporting a centralized team to carry out simple repairs is unlikely to be the best solution. The Project recommends strongly that all promoters of handpump projects consider the possibility of establishing System A or B maintenance and selecting handpumps accordingly. It is however vital, as Chapter 3 makes clear, that the maintenance system is backed by the right management structure. Pumps rated as suitable for maintenance under System B can be very economically sustained in operation under the management of a Village Water Committee, which would contract external mechanics for major repairs.

The Analyst should select from the three categories, the maintenance system which best suits the combination of cost and institutional commitments thought to be desirable for the project or program concerned.

The ratings in columns 4A, B and C indicate the Project's assessment of the ease of carrying out repair or scheduled maintenance with the corresponding maintenance system. Interpretation of the ratings is:

oo The pump can be readily maintained using this maintenance system. In addition, under maintenance system A, this rating indicates that all parts which are expected to wear (e.g. seals and bearings) are replaceable in less than two hours by the village repairer(s), no individual replacement part costs more than 5% of the total cost of the pump, and the annual cost of spare parts should not exceed 10% of the cost of the pump under the specified operating conditions.

o The pump can be maintained using this maintenance system, though difficulties may arise and there is a risk of some failures. For maintenance levels A and B, this rating indicates that some repairs will require assistance at the next level (i.e. B and C respectively).

— It is unlikely that the pump can be maintained satisfactorily under this maintenance system.

Reliability

In assessing the reliability of a handpump, the critical consideration is the amount of time that it can be expected to be functioning satisfactorily. As Box 5.2 overleaf demonstrates, it is not just the length of time before failure which is important. The time taken by the maintenance organization to respond to breakdowns and carry out repairs (downtime) is at least as significant.

To combine time before failure and downtime into a single rating, the Project has established criteria linked to the type of maintenance system judged most suitable for the pump concerned. Reliability ratings have been based on the simplest maintenance system for which the pump scores a oo ("good") rating in Column 4 of the table concerned. So, in Table S.1, for example, the Column 4 ratings would mean that Pump 1 (Abi-ASM) is judged on the basis of Maintenance System B, Pump 2 (Afridev) on the basis of Maintenance System A, and Pump 5 (Climax) on the basis of Maintenance System C.

Most pump breakdowns result from wear, and the frequency of breakdown is therefore related to the intensity of pump use. In the tables, Reliability ratings are given for different daily outputs which may be applicable for each of the pumping lifts. So, in Table S.1, ratings are given for daily outputs of 1.5, 4.0, and 8.0m³/d.

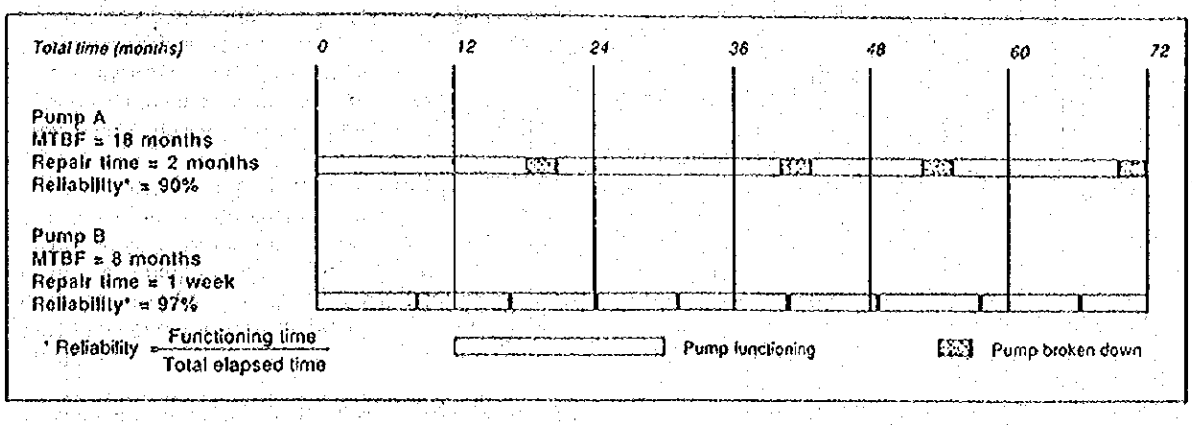
Interpretation of the ratings is:

oo Output should be sustained for at least 6 months between necessary repair or maintenance interventions where Maintenance System A is most appropriate; for at least 12 months under Maintenance System B; or for at least 24 months if Maintenance System C is necessary.

o Output should be sustained for at least 3 months between necessary repair or maintenance interventions where Maintenance System A is most appropriate; for at least 6 months under Maintenance System B; or for at least 12 months if Maintenance System C is necessary.

— Not recommended. The frequency of necessary repair or maintenance interventions is excessive (greater than for the o rating above).

Box 5.2 Definitions of Reliability



The "*reliability*" of mechanical equipment is commonly measured in terms of the "mean time before failure" (MTBF). Thus, Pump A which has a MTBF of 18 months would be judged to be more "reliable" than Pump B for which the MTBF is 8 months.

In community water supplies however, MTBF is rarely the most important indicator of reliability. The *mean down time* — i.e. the average period for which the pump is out of service when it does break down is at least as significant as the MTBF. So, in the example above, if Pump "A" needs a mobile team to carry out repairs, and stands idle for an average of two months each time it breaks down, pump users will not regard it as more reliable than Pump "B" which can be put right in one week, by an area mechanic.

A better indicator, adopted as a definition of *Reliability* for the Project, is what the mechanical engineering profession terms "*Availability*" — i.e. the probability that equipment will be in operating condition on any one day, calculated as the operating time as a percentage of total time. On this basis, Pump "B" has a higher reliability (97%) than Pump "A" (90%).

In rating handpumps under the heading of Reliability, the Project has estimated MTBF from the frequency of repairs recorded in the field trials for each pump (shown in the bar graphs in the Handpump Compendium), or from the laboratory results if no field data is available. However, in the field trials and laboratory tests, pump downtime was kept to a minimum, as the repairs were carried out promptly, under the guidance of the Project, and by a skilled team.

To give a more realistic appraisal of likely downtime under unsupervised conditions, the ratings have been calculated according to the pump's suitability for village-level, area-mechanic, or central maintenance. For pumps which can be satisfactorily maintained by a village caretaker, for example, two or less breakdowns per year (MTBF at least 6 months) earn a "good" (oo) rating, whereas a pump requiring the services of a mobile team should break down only once in two years (MTBF at least 24 months) to achieve the same rating. If area-mechanic maintenance is the most appropriate, one breakdown per year (MTBF at least 12 months) is the maximum allowed for the pump to earn a oo rating.

In giving comparable reliability assessments for each maintenance system, the ratings imply that downtime is twice as long if an area mechanic must be called, and twice as long again if a central team is needed. It is worth noting that this underestimates the delays commonly noted with mobile maintenance teams.

Analysts should note that the repair frequencies specified in these ratings apply specifically to the first 1-2 years of operation (older pumps may have a different repair frequency). Also, the reliability ratings do not take account of possible breakdowns due to corrosion or abrasion, which are covered by the following ratings.

Corrosion Resistance

Ratings in this column will be relevant in situations where the groundwater is aggressive. For a full discussion of corrosion of handpump components, see Box 4.3 in Chapter 4. If expert interpretation of water quality data leads the Analyst to conclude that corrosion is not a threat, then the pump ratings for corrosion resistance will not need to be considered. However, it should be noted that the Project has encountered aggressive groundwater and associated corrosion problems far more frequently than was anticipated.

In assessing pumps under this heading, attention has focussed mainly on downhole components, but some pumps have been downgraded where experience has shown that the pumphead is susceptible to corrosion damage. Note that several pump manufacturers offer the option of alternative downhole components with higher corrosion resistance, so that low-rated pumps

may function satisfactorily under aggressive groundwater conditions if alternative materials are chosen. Interpretation of the ratings is:

oo All downhole components are manufactured from non-corroding materials (e.g. stainless steel rods; plastic rising mains; rubber, brass, stainless steel or plastic cylinder) and no material combinations will generally induce galvanic action. The pumphead has proved resistant to corrosion damage.

o Most downhole components are corrosion resistant, but some small, inexpensive and easily replaced components may corrode. This rating may also be given to pumps which have suffered corrosion damage only of the pumphead. Such pumps are not *recommended for use in highly corrosive groundwater.*

— Downhole components and/or pumphead are susceptible to corrosion (e.g. mild steel or galvanized rods, rising mains or fasteners).

Note that corrosion resistance ratings are not related to pumping lift and therefore remain the same on each of the selection tables.

Abrasion Resistance

The best protection against abrasion is provided by a well design which ensures that sand cannot enter the pumping elements. However, many handpumps operating at moderate or high daily outputs suffer frequent breakdowns because of sand ingress. In these circumstances, unless the Analyst can be confident that adequate well design and construction will be achieved, he should select a handpump which has resistance to abrasion.

Interpretation of the ratings is:

oo The pump design minimizes the damage from abrasion (e.g. rubber seals and valves, stainless steel cylinder, seal-less plungers, or designs without plungers).

o Abrasion resistance is adequate, but some key components such as valves and seals will need *regular replacement. The pump may be suitable for* trace sand pumping.

— Regular failure of key components is likely at moderate or high daily outputs (> 4m³/d). The pump cannot be recommended for use under such operating conditions where sand ingress is probable.

Note that only one rating is given, regardless of the intended daily output of the pump. While a — rating may be acceptable when pumps are only lightly used and only trace sand pumping is anticipated, Analysts may prefer to select pumps with at least a o rating for moderate outputs (1.5 to 4m³/d), and look for a oo rating if heavy use is anticipated and replacement of worn components may therefore be more frequent.

The abrasion resistance ratings are not related to pumping lift and therefore remain the same in each selection table.

Manufacturing Needs

There can be substantial cost savings and maintenance benefits where pumps and spares can be manufactured in the country in which they will be used, and Analysts are urged to consider the advantages of in-country manufacture when evaluating their handpump programs. Under this heading, the ratings indicate the pump's potential for local manufacture for three different levels of national industrial development.

If local manufacture is considered desirable, the Analyst selects the category of industrial base which most closely matches that in the country or region concerned. Only pumps with acceptable ratings in the appropriate column 1, 2 or 3 should then be considered suitable.

The categories 1, 2 and 3 represent:

1. *Low industrial base.* Manufacturing industry is operating on a small scale, with only basic manufacturing processes available. Skill levels are generally low. Material availability is restricted and depends almost entirely on imports. Mass production is limited. No formal quality control procedures are in use. Many lower income African countries are examples of this type of industrial base.

2. *Moderately developed industrial base.* Manufacturing industry uses a wide range of materials and processes. Skill levels are comparatively high and skilled management is available. Most engineering materials are imported. Some processing of raw materials is available, such as rolling mills, foundries, etc. Limited quality control is employed. Some better off African countries and many Asian and Latin American countries are examples of a moderately developed industrial base.

3. *Well developed industrial base.* All commonly used manufacturing processes are available within the country, except for highly specialized ones. A wide range of good quality materials is available. Attention to quality control is the norm in major manufacturing establishments. Only special finished items or those with proprietary restrictions would need to be imported.

The ratings indicate how easy it would be to undertake manufacture of the particular pump in a country with the degree of industrial development denoted by the column 1, 2 or 3.

Analysts should note that the presence of foundry and processing skills in the country is not in itself enough to ensure that handpumps can be satisfactorily manufactured locally. Local industry must be willing to undertake the work and to impose the necessary degree of quality control.

Interpretation of the ratings is:

oo The pump can be manufactured to a consistently high quality in a country with the specified level of industrial development (1, 2 or 3).

o It should be possible to manufacture the pump in the country, with some external technical assistance to ensure satisfactory quality control, and with importation of some special materials or components.

— Local manufacture of acceptable quality is likely to be impossible to sustain.

Fuller details of the manufacturing needs for individual pumps can be found in the Handpump Compendium.

Short List

This column is provided for the Analyst to develop a primary selection of pumps which meet the minimum requirements of the project or program under analysis. The selection procedure is to trace each listed pump from left to right across the appropriate Table, checking the rating in each column that the Analyst has judged to be relevant. If an unsatisfactory rating appears, the pump is rejected and the next pump examined. Only those which match the Analyst's chosen minimum criteria in every column receive a check mark in the Short List column.

Further analysis of the shortlisted pumps depends upon the purpose of the selection procedure, and is described in Chapter 6.

Prices

Indicative ex-factory prices were requested from manufacturers in February 1985. The prices quoted in the Handpump Compendium should be taken only as a rough guide to relative capital costs; they cannot be used for estimating purposes. When selecting pumps, up-to-date quotations must be obtained from the manufacturers or distributors, including packing, freight and insurance for the complete pump assembly, with rods and rising mains to the required depth, and with spare parts if desired.

PUMP SELECTION TABLES

The ratings in the following tables represent the "best judgment" of the Project staff. They are based in large part on laboratory and/or field data, which are summarized for each pump in the Handpump Compendium which follows Chapter 6.

GUIDE TO PUMP SELECTION TABLES

THE RATINGS

Ratings in the Pump Selection Tables are based on evaluation of pump performance in the laboratory and field trials. Three ratings are used:

- oo = Good
- o = Adequate
- — = Does not meet minimum requirements

A more detailed interpretation of the ratings for specific headings can be found in the earlier part of this Chapter.

Column 1 — Pump Name

The pumps are listed alphabetically in four sections, according to the maximum pumping lift recommended by the manufacturer. The reference number which precedes each pump name indicates the order of the pumps in the Handpump Compendium.

Column 2 — Data Source

- L = The pump has been tested in the laboratory
- F = The pump has had a minimum of 2 years' field trials
- (F) = The pump has had limited field trials

Column 3 — Discharge Rate

The discharge rate deemed "adequate" for each pumping lift is noted at the top of the appropriate table. The rate reduces as depth increases, for the reasons explained in Box 5.1. Some deepwell pumps thus achieve lower ratings for low-lift applications, where users will opt for pumps giving greater discharges. A special note is made where a pump is available with a range of cylinder sizes or adjustable stroke length, to suit different depths.

Column 4 — Ease of Maintenance

Ratings indicate the ease with which maintenance can be carried out by:

- A — A village caretaker
- B — An area mechanic
- C — A mobile maintenance team

Column 5 — Reliability

Reliability ratings are an indication of the proportion of the time that the pump is likely to be functioning properly. Separate ratings are given for different daily outputs. The ratings combine judgments of the "mean time before failure" (MTBF) and the probable "downtime" when the pump is waiting to be repaired. They thus take account of the fact that pumps which are suitable for village maintenance and can be repaired quickly may be more "reliable" than those which require more complex maintenance, even if the latter break down less frequently.

Column 6 — Corrosion Resistance

Ratings are based primarily on the materials of the downhole components. Galvanized steel pumprods and rising mains are not corrosion resistant in aggressive water and earn a — rating.

Column 7 — Abrasion Resistance

Ratings indicate the pump's capability to pump sand-laden water. Performance in laboratory and field trials is combined with assessment of the seal and valve types. For non-suction pumps, leather cupseals are rated — , though the extent of abrasion damage will be related to the daily output of the pump. Analysts may therefore accept lower rated pumps for light duty applications.

Column 8 — Manufacturing Needs

Ratings indicate the ease with which a pump could be manufactured in a developing country with the specified level of industrial development.

- 1 — Low industrial base, limited quality control
- 2 — Medium-level industry, no special processes
- 3 — Advanced industry, good quality control

Column 9 — Short List

The Analyst develops a short list by entering a check mark against those pumps meeting his selection criteria.

Column 10 — Capital Cost

Analysts should obtain current prices for short-listed pumps.

Column 11 — Remarks

Special features of individual pumps are noted in this column. Amplification of the notes is given below.

Amplification of the ratings to the individual pumps can be found in the Handpump Compendium

NOTES ON TABLES

The notes relate to pumps with the same reference number — i.e. Note 14 refers to Pump 14, the Maldev. In the tables, ratings to which the note refers are highlighted [o]

Note 1. The oo corrosion rating for the Abi-ASM is based on current models. Earlier models did suffer from corrosion.

Note 2. The o corrosion rating for the Afridev is based on the use of stainless steel pumprods, offered as an option.

Note 7. The Duba Tropic 7 is a high-discharge pump designed for two-person operation.

Notes 9 and 10. The India Mark II uses a gravity return on the plunger, and requires a minimum cylinder setting of 24 meters (one manufacturer offers a fixed-link system for shallower settings).

Note 14. The Maldev is a pumphead only. All ratings are based on the use of conventional downhole components.

Note 16. Reliability ratings for the Monolift are based on pumps with metal gears. Plastic gears were less reliable.

Note 21. The oo corrosion rating for the Vergnet is based on current models. Earlier models did suffer from corrosion.

Note 23. The oo discharge rating for the Volanta takes account of the pump's adjustable stroke length. Present designs require a minimum well diameter of 110mm.

Note 30. Downhole components of the Kangaroo are corrosion resistant. The o rating relates to the pedal return spring.

Note 40. The Rower is designed as an irrigation pump, and has a high discharge. It is widely used for domestic water supply in Bangladesh.

THE RATINGS

Ratings in the Pump Selection Tables are based on evaluation of pump performance in the laboratory and field trials. Three ratings are used:

- oo = Good
- o = Adequate
- — = Does not meet minimum requirements

A more detailed interpretation of the ratings for specific headings can be found in the earlier part of this Chapter.

Column 1 — Pump Name

The pumps are listed alphabetically in four sections, according to the maximum pumping lift recommended by the manufacturer. The reference number which precedes each pump name indicates the order of the pumps in the Handpump Compendium.

Column 2 — Data Source

- L = The pump has been tested in the laboratory
- F = The pump has had a minimum of 2 years' field trials
- (F) = The pump has had limited field trials

Column 3 — Discharge Rate

The discharge rate deemed "adequate" for each pumping lift is noted at the top of the appropriate table. The rate reduces as depth increases, for the reasons explained in Box 5.1. Some deepwell pumps thus achieve lower ratings for low-lift applications, where users will opt for pumps giving greater discharges. A special note is made where a pump is available with a range of cylinder sizes or adjustable stroke length, to suit different depths.

Column 4 — Ease of Maintenance

Ratings indicate the ease with which maintenance can be carried out by:

- A — A village caretaker
- B — An area mechanic
- C — A mobile maintenance team

Column 5 — Reliability

Reliability ratings are an indication of the proportion of the time that the pump is likely to be functioning properly. Separate ratings are given for different daily outputs. The ratings combine judgments of the "mean time before failure" (MTBF) and the probable "downtime" when the pump is waiting to be repaired. They thus take account of the fact that pumps which are suitable for village maintenance and can be repaired quickly may be more "reliable" than those which require more complex maintenance, even if the latter break down less frequently.

Column 6 — Corrosion Resistance

Ratings are based primarily on the materials of the downhole components. Galvanized steel pumprods and rising mains are not corrosion resistant in aggressive water and earn a — rating.

Column 7 — Abrasion Resistance

Ratings indicate the pump's capability to pump sand-laden water. Performance in laboratory and field trials is combined with assessment of the seal and valve types. For non-suction pumps, leather cups are rated — , though the extent of abrasion damage will be related to the daily output of the pump. Analysts may therefore accept lower rated pumps for light duty applications.

Column 8 — Manufacturing Needs

Ratings indicate the ease with which a pump could be manufactured in a developing country with the specified level of industrial development.

- 1 — Low industrial base, limited quality control
- 2 — Medium-level industry, no special processes
- 3 — Advanced industry, good quality control

Column 9 — Short List

The Analyst develops a short list by entering a check mark against those pumps meeting his selection criteria.

Column 10 — Capital Cost

Analysts should obtain current prices for short-listed pumps.

Column 11 — Remarks

Special features of individual pumps are noted in this column. Amplification of the notes is given below.

Amplification of the ratings for individual pumps can be found in the Handpump Compendium

NOTES ON TABLES

The notes relate to pumps with the same reference number — i.e. Note 14 refers to Pump 14, the Maldev. In the tables, ratings to which the note refers are highlighted [o]

Note 1. The oo corrosion rating for the Abi-ASM is based on current models. Earlier models did suffer from corrosion.

Note 2. The o corrosion rating for the Afridev is based on the use of stainless steel pumprods, offered as an option.

Note 7. The Duba Tropic 7 is a high-discharge pump designed for two-person operation.

Notes 9 and 10. The India Mark II uses a gravity return on the plunger, and requires a minimum cylinder setting of 24 meters (one manufacturer offers a fixed-link system for shallower settings).

Note 14. The Maldev is a pumphead only. All ratings are based on the use of conventional downhole components.

Note 16. Reliability ratings for the Monolift are based on pumps with metal gears. Plastic gears were less reliable.

Note 21. The oo corrosion rating for the Vergnet is based on current models. Earlier models did suffer from corrosion.

Note 23. The oo discharge rating for the Volanta takes account of the pump's adjustable stroke length. Present designs require a minimum cylinder diameter of 110mm.

Note 30. Downhole components of the Kangaroo are corrosion resistant. The o rating relates to the pedal return spring.

Note 40. The Rower is designed as an irrigation pump, and has a high discharge. It is widely used for domestic water supply in Bangladesh.

Maximum pumping lift — 7 meters

"Adequate" discharge rate — 19 liters/minute

1	2	3	4			5			6	7	8			9	10	11
Pump name	Data source	Discharge rate	Ease of maintenance A	B	C	Reliability for (m^3/d) 1.5	4	8	Corr. res.	Abr. res.	Manufacturing needs 1	2	3	Short list	Price (US$)	Remarks
H LIFT PUMPS (0-45 meters)																
ASM	L (F)	—	—	oo	oo	oo	o	—	oo	o	—	o	o			See Note 1
Midev	(F)	o	oo	oo	oo	oo	oo	o	o	o	o	oo	oo			See Note 2
0 Deriv. Deepwell	L F	oo	—	oo	oo	oo	o	—	—	—	—	oo	oo			
Estobell	L	o	—	oo	oo	oo	o	—	o	o	o	oo	oo			
max	L	oo*	—	—	oo	oo	oo	o	—	—	—	—	oo			
agon 2	L	o	—	oo	oo	oo	o	—	—	—	—	o	oo			
ba Tropic 7	F	oo*	—	o	oo	oo	o	—	—	—	—	—	oo			See Note 7
SW	L (F)	o*	—	oo	oo	oo	oo	o	—	—	—	o	oo			
ca Mark II (standard)	L F	o	—	oo	oo	oo	oo	oo	—	—	—	o	oo			See Note 9
ca Mark II (modified)	(F)	o	—	oo	oo	oo	oo	oo	—	o	—	o	oo			See Note 10
tmatic Deepwell	L	o	—	oo	oo	oo	oo	o	—	—	—	o	oo			
ardia	L (F)	o	—	oo	oo	oo	oo	o	oo	o	—	o	oo			
rat	L F	oo*	—	oo	oo	oo	oo	o	—	—	—	oo	oo			
Maldev	L F	oo*	—	oo	oo	oo	oo	o	—	—	o	oo	oo			See Note 14
Monarch P3	L F	oo*	—	oo	oo	oo	oo	o	—	—	—	o	oo			
Monolift	L (F)	—	—	—	oo	oo	oo	o	—	oo	—	—	oo			See Note 16
Moyno	L F	—	—	—	oo	oo	oo	o	—	oo	—	—	o			
ra AF84	L	o	—	oo	oo	oo	oo	o	oo	o	—	o	oo			
Philippines Deepset	(F)	o	—	oo	oo	oo	o	—	—	—	o	oo	oo			
SWN 80 & 81	F	oo*	—	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	—	oo	oo			
Vergnet	L F	—	o	oo	oo	oo	oo	o	oo	o	—	o	o			See Note 21
EW A18	L	o	—	o	oo	oo	o	—	oo	—	—	—	o			
Volanta	L F	oo	o	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	o	o	oo			See Note 23
ERMEDIATE LIFT PUMPS (0-25 meters)																
Consallen LD6	L F	oo*	—	oo	oo	oo	oo	o	oo	o	—	o	oo			
MR (Demoster deriv.)	F	oo*	—	oo	oo	oo	o	—	—	—	—	oo	oo			
ra AF76	L F	oo*	—	oo	oo	oo	o	—	—	o	—	oo	oo			
W LIFT PUMPS (0-12 meters)																
Blair	F	o	oo	oo	oo	oo	o	—	oo	o	o	oo	oo			
Ethiopia BP50	L	oo	o	oo	oo	oo	o	o	o	—	o	oo	oo			7m max. lift
DRC-UM	L	oo	o	oo	oo	oo	o	—	oo	—	o	oo	oo			
Kangaroo	L F	oo	—	oo	oo	oo	o	—	o	oo	—	o	oo			See Note 30
Malawi Mark V	F	oo	o	oo	oo	o	—	—	oo	o	o	oo	oo			7m max. lift
ra AF85	L F	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	o	o	oo	oo			
Tara	L F	oo	oo	oo	oo	oo	o	—	o	—	o	oo	oo			
CTION PUMPS (0-7 meters)																
AID Suction	F	oo	o	oo	oo	oo	o	—	—	o	—	oo	oo			
Bandung	L	oo	oo	oo	oo	oo	oo	o	o	o	—	oo	oo			
alsa Suction	F	oo	o	oo	oo	oo	o	—	—	—	—	oo	oo			
tmatic Suction	(F)	oo	o	oo	oo	oo	o	—	o	o	—	oo	oo			
Lucky	F	oo	o	oo	oo	o	—	—	—	o	—	oo	oo			
New No. 6	L (F)	oo	oo	oo	oo	oo	o	—	—	oo	—	oo	oo			See Note 40
Power	L (F)	oo	oo	oo	oo	oo	oo	o	o	o	oo	oo	oo			
SYB-100	F	oo	o	oo	oo	oo	oo	o	o	oo	—	oo	oo			
Wasp	F	oo	o	oo	oo	oo	o	—	—	o	—	oo	oo			
ITIONAL PUMPS																

tes that discharge ratings are based on choice of the correct cylinder size from a range offered by the manufacturer.

THE RATINGS

Ratings in the Pump Selection Tables are based on evaluation of pump performance in the laboratory and field trials. Three ratings are used:

- oo = Good
- o = Adequate
- — = Does not meet minimum requirements

A more detailed interpretation of the ratings for specific headings can be found in the earlier part of this Chapter.

Column 1 — Pump Name

The pumps are listed alphabetically in four sections, according to the maximum pumping lift recommended by the manufacturer. The reference number which precedes each pump name indicates the order of the pumps in the Handpump Compendium.

Column 2 — Data Source

- L = The pump has been tested in the laboratory
- F = The pump has had a minimum of 2 years' field trials
- (F) = The pump has had limited field trials

Column 3 — Discharge Rate

The discharge rate deemed "adequate" for each pumping lift is noted at the top of the appropriate table. The rate reduces as depth increases, for the reasons explained in Box 5.1. Some deepwell pumps thus achieve lower ratings for low-lift applications, where users will opt for pumps giving greater discharges. A special note is made where a pump is available with a range of cylinder sizes or adjustable stroke length, to suit different depths.

Column 4 — Ease of Maintenance

Ratings indicate the ease with which maintenance can be carried out by:

- A — A village caretaker
- B — An area mechanic
- C — A mobile maintenance team

Column 5 — Reliability

Reliability ratings are an indication of the proportion of the time that the pump is likely to be functioning properly. Separate ratings are given for different daily outputs. The ratings combine judgments of the "mean time before failure" (MTBF) and the probable "downtime" when the pump is waiting to be repaired. They thus take account of the fact that pumps which are suitable for village maintenance and can be repaired quickly may be more "reliable" than those which require more complex maintenance, even if the latter break down less frequently.

Column 6 — Corrosion Resistance

Ratings are based primarily on the materials of the downhole components. Galvanized steel pumprods and rising mains are not corrosion resistant in aggressive water and earn a — rating.

Column 7 — Abrasion Resistance

Ratings indicate the pump's capability to pump sand-laden water. Performance in laboratory and field trials is combined with assessment of the seal and valve types. Leather cupseals are rated — , though the extent of abrasion damage will be related to the daily output of the pump. Analysts may therefore accept lower rated pumps for light duty applications.

Column 8 — Manufacturing Needs

Ratings indicate the ease with which a pump could be manufactured in a developing country with the specified level of industrial development.

- 1 — Low industrial base, limited quality control
- 2 — Medium-level industry, no special processes
- 3 — Advanced industry, good quality control

Column 9 — Short List

The Analyst develops a short list by entering a check mark against those pumps meeting his selection criteria.

Column 10 — Capital Cost

Analysts should obtain current prices for short-listed pumps.

Column 11 — Remarks

Special features of individual pumps are noted in this column. Amplification of the notes is given below.

Amplification of the ratings for individual pumps can be found in the Handpump Compendium

NOTES ON TABLES

The notes relate to pumps with the same reference number — i.e. Note 14 refers to Pump 14, the Maldev. In the tables, ratings to which the note refers are highlighted [o]

Note 1. The oo corrosion rating for the Abi-ASM is based on current models. Earlier models did suffer from corrosion.

Note 2. The o corrosion rating for the Afridev is based on the use of stainless steel pumprods, offered as an option.

Note 7. The Duba Tropic 7 is a high-discharge pump designed for two-person operation.

Notes 9 and 10. The India Mark II uses a gravity return on the plunger, and requires a minimum cylinder setting of 24 meters (one manufacturer offers a fixed-link system for shallower settings).

Note 14. The Maldev is a pumphead only. All ratings are based on the use of conventional downhole components.

Note 16. Reliability ratings for the Monolift are based on pumps with metal gears. Plastic gears were less reliable.

Note 21. The oo corrosion rating for the Vergnet is based on current models. Earlier models did suffer from corrosion.

Note 23. The oo discharge rating for the Volanta takes account of the pump's adjustable stroke length. Present designs require a minimum well diameter of 110mm.

Note 30. Downhole components of the Kangaroo are corrosion resistant. The o rating relates to the pedal return spring.

Table S.2

Maximum pumping lift — 12 meters

"Adequate" discharge rate — 16 liters/minute

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Pump name	Data source	Discharge rate	Ease of maintenance A	B	C	Reliability for (m³/d) 1.5	4	8	Corr. res.	Abr. res.	Manufacturing needs 1	2	3	Short list	Price (US$)	Remarks
HIGH LIFT PUMPS (0-45 meters)																
1 Abi-ASM	L (F)	o	—	oo	oo	oo	o	—	oo	o	—	o	o			See Note 1
2 Afridev	(F)	oo	oo	oo	oo	oo	oo	o	o	o	o	oo	oo			See Note 2
3 AID Deriv. Deepwell	L F	oo	—	oo	oo	oo	o	—	—	—	—	oo	oo			
4 Bestobell	L	o	—	oo	oo	oo	o	—	o	o	o	oo	oo			
5 Climax	L	oo*	—	—	oo	oo	oo	o	—	—	—	—	oo			
6 Dragon 2	L	o	—	oo	oo	oo	o	—	—	—	—	o	oo			
7 Duba Tropic 7	F	oo*	—	o	oo	oo	o	—	—	—	—	—	oo			See Note 7
8 GSW	L (F)	o*	—	oo	oo	oo	oo	o	—	—	—	o	oo			
9 India Mark II (standard)	L F	o	—	oo	oo	oo	oo	oo	—	—	—	o	oo			See Note 9
10 India Mark II (modified)	(F)	o	—	oo	oo	oo	oo	oo	—	o	—	o	oo			See Note 10
11 Jetmatic Deepwell	L	o	—	oo	oo	oo	oo	o	—	—	—	o	oo			
12 Kardia	L (F)	o	—	oo	oo	oo	oo	o	oo	o	—	o	oo			
13 Koral	L F	oo*	—	oo	oo	oo	oo	o	—	—	—	oo	oo			
14 Maldev	L F	oo*	—	oo	oo	oo	oo	o	—	—	o	oo	oo			See Note 14
15 Monarch P3	L F	oo*	—	oo	oo	oo	oo	o	—	—	—	o	oo			
16 Monolift	L (F)	o	—	—	oo	oo	oo	o	—	oo	—	—	oo			See Note 16
17 Moyno	L F	—	—	—	oo	oo	oo	o	—	oo	—	—	o			
18 Nira AF84	L	o	—	oo	oo	oo	oo	o	oo	o	—	o	oo			
19 Philippines Deepset	(F)	o	—	oo	oo	oo	o	—	—	—	o	oo	oo			
20 SWN 80 & 81	F	oo*	—	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	—	oo	oo			
21 Vergnet	L F	—	o	oo	oo	oo	oo	o	oo	o	—	o	o			See Note 21
22 VEW A18	L	o	—	o	oo	oo	o	—	oo	—	—	—	o			
23 Volanta	L F	oo	o*	oo*	oo*	oo	oo	oo	oo	oo	oo	o	oo			See Note 23
INTERMEDIATE LIFT PUMPS (0-25 meters)																
24 Consallen LO6	L F	oo*	—	oo	oo	oo	o	—	oo	o	—	o	oo			
25 DMR (Dempster deriv.)	F	oo*	—	oo	oo	oo	o	—	—	—	—	oo	oo			
26 Nira AF76	L F	oo*	—	oo	oo	oo	o	—	—	o	—	oo	oo			
LOW LIFT PUMPS (0-12 meters)																
27 Blair	F	o	oo	oo	oo	oo	o	—	oo	o	o	oo	oo			
28 Ethiopia BP50	L															7m max. lift
29 IDRC-UM	L	oo	o	oo	oo	oo	o	—	oo	—	o	oo	oo			
30 Kangaroo	L F	oo	—	oo	oo	oo	o	—	o	oo	—	o	oo			See Note 30
31 Malawi Mark V	F															7m max. lift
32 Nira AF85	L F	oo*	oo*	oo	oo	oo	oo	o	oo	o	o	oo	oo			
33 Tara	L F	oo	oo	oo	oo	o	—	—	o	—	o	oo	oo			
ADDITIONAL PUMPS																
A1																
A2																
A3																
A4																

* Indicates that discharge ratings are based on choice of the correct cylinder size from a range offered by the manufacturer.

THE RATINGS

Ratings in the Pump Selection Tables are based on evaluation of pump performance in the laboratory and field trials. Three ratings are used:

- oo = Good
- o = Adequate
- — = Does not meet minimum requirements

A more detailed interpretation of the ratings for specific headings can be found in the earlier part of this Chapter.

Column 1: — Pump Name

The pumps are listed alphabetically in four sections, according to the maximum pumping lift recommended by the manufacturer. The reference number which precedes each pump name indicates the order of the pumps in the Handpump Compendium.

Column 2: — Data Source

- L = The pump has been tested in the laboratory
- F = The pump has had a minimum of 2 years' field trials
- (F) = The pump has had limited field trials

Column 3: — Discharge Rate

The discharge rate deemed "adequate" for each pumping lift is noted at the top of the appropriate table. The rate reduces as depth increases, for the reasons explained in Box 5.1. Some deepwell pumps thus achieve lower ratings for low-lift applications, where users will opt for pumps giving greater discharges. A special note is made where a pump is available with a range of cylinder sizes or adjustable stroke length, to suit different depths.

Column 4: — Ease of Maintenance

Ratings indicate the ease with which maintenance can be carried out by:

- A — A village caretaker
- B — An area mechanic
- C — A mobile maintenance team

Column 5: — Reliability

Reliability ratings are an indication of the proportion of the time that the pump is likely to be functioning properly. Separate ratings are given for different daily outputs. The ratings combine judgments of the "mean time before failure" (MTBF) and the probable "downtime" when the pump is waiting to be repaired. They thus take account of the fact that pu which are suitable for village maintenance and can be repaired qu may be more "reliable" than those which require more com maintenance, even if the latter break down less frequently.

Column 6: — Corrosion Resistance

Ratings are based primarily on the materials of the downhole com nents. Galvanized steel pumprods and rising mains are not corro resistant in aggressive water and earn a — rating.

Column 7: — Abrasion Resistance

Ratings indicate the pump's capability to pump sand-laden wa Performance in laboratory and field trials is combined with assessm of the seal and valve types. Leather cupseals are rated — , though extent of abrasion damage will be related to the daily output of the pu Analysts may therefore accept lower rated pumps for light d applications.

Column 8: — Manufacturing Needs

Ratings indicate the ease with which a pump could be manufactured i developing country with the specified level of industrial development.

- 1 — Low industrial base, limited quality control
- 2 — Medium-level industry, no special processes
- 3 — Advanced industry, good quality control

Column 9: — Short List

The Analyst develops a short list by entering a check mark aga those pumps meeting his selection criteria.

Column 10: — Capital Cost

Analysts should obtain current prices for short-listed pumps.

Column 11: — Remarks

Special features of individual pumps are noted in this colu Amplification of the notes is given below.

Amplification of the ratings for individual pumps can be found in the Handpump Compendium

NOTES ON TABLES

The notes relate to pumps with the same reference number — i.e. Note 14 refers to Pump 14, the Maldev. In the tables, ratings to which the note refers are highlighted [o]

Note 1. The oo corrosion rating for the Abi-ASM is based on current models. Earlier models did suffer from corrosion.

Note 2. The o corrosion rating for the Afridev is based on the use of stainless steel pumprods, offered as an option.

Note 7. The Duba Tropic 7 is a high-discharge pump designed for two-person operation.

Note 14. The Maldev is a pumphead only. All ratings are based on t use of conventional downhole components.

Note 16. Reliability ratings for the Monolift are based on pumps w metal gears. Plastic gears were less reliable.

Note 21. The oo corrosion rating for the Vergnet is based on curr models. Earlier models did suffer from corrosion.

Note 23. The oo discharge rating for the Volanta takes account of t pump's adjustable stroke length. Present designs require a minimum w diameter of 110mm.

Table S.3

Maximum pumping lift — 25 meters
"Adequate" discharge rate — 10 liters/minute

Pump name	Data source	Discharge rate	Ease of maintenance A	Ease of maintenance B	Ease of maintenance C	Reliability for (m³/d) 4	Reliability for (m³/d) 8	Corr. res.	Abr. res.	Manufacturing needs 1	Manufacturing needs 2	Manufacturing needs 3	Short list	Price (US$)	Remarks
HIGH LIFT PUMPS (0-45 meters)															
1 Abi-ASM	L (F)	o	—	oo	oo	o	—	oo	o	—	o	o			See Note 1
2 Afridev	(F)	oo	oo*	oo	oo	oo	o	o*	o	o	oo	oo			See Note 2
3 AID Deriv. Deepwell	L F	o	—	o	oo	—	—	—	—	—	oo	oo			
4 Bestobell	L	o	—	o	oo	o	—	o	o	o	oo	oo			
5 Climax	L	oo*	—	—	oo	oo	o	—	—	—	—	oo			
6 Dragon 2	L	o	—	o	oo	—	—	—	—	—	o	oo			
7 Duba Tropic 7	F	oo*	—	o	oo	o	—	—	—	—	—	oo			See Note 7
8 GSW	L (F)	oo*	—	o	oo	o	—	—	—	—	o	oo			
9 India Mark II (standard)	L F	oo	—	o	oo	o	—	—	—	—	o	oo			
10 India Mark II (modified)	(F)	oo	—	oo	oo	oo	o	—	o	—	o	oo			
11 Jetmatic Deepwell	L	o	—	o	oo	—	—	—	—	—	o	oo			
12 Kardia	L (F)	oo	—	oo	oo	o	—	oo	o	—	o	oo			
13 Korat	L F	oo*	—	o	oo	o	—	—	—	—	oo	oo			
14 Maldev	L F	oo*	—	o	oo	o	—	—	—	o	oo	oo			See Note 14
15 Monarch P3*	L F	oo	—	o	oo	o	—	—	—	—	o	oo			
16 Monolift	L (F)	o	—	—	oo	oo	o	—	oo	—	—	oo			See Note 16
17 Moyno	L F	o	—	—	oo	oo	o	—	oo	—	—	o			
18 Nira AF84	L	o	—	o	oo	oo	o	oo	o	—	o	oo			
19 Philippines Deepset	(F)	oo	—	o	oo	o	—	—	—	o	oo	oo			
20 SWN 80 & 81	F	oo*	—	o	oo	o	—	oo	oo	—	oo	oo			
21 Vergnet	L F	o	o	oo	oo	oo	o	oo	o	—	o	o			See Note 21
22 VEW A18	L	o	—	—	oo	o	—	oo	—	—	—	o			
23 Volanta	L F	oo	o	oo*	oo	oo	oo	oo	oo	o	o	oo			See Note 23
INTERMEDIATE LIFT PUMPS (0-25 meters)															
24 Consallen LO6	L F	oo*	—	oo	oo	—	—	oo	o	—	o	oo			
25 DMR (Dempster deriv.)	F	oo*	—	o	oo	—	—	—	—	—	oo	oo			
26 Nira AF76	L F	oo*	—	o	oo	—	—	—	o	—	oo	oo			
ADDITIONAL PUMPS															
A1															
A2															
A3															
A4															

* Indicates that discharge ratings are based on choice of the correct cylinder size from a range offered by the manufacturer.

THE RATINGS

Ratings in the Pump Selection Tables are based on evaluation of pump performance in the laboratory and field trials. Three ratings are used:

- oo = Good
- o = Adequate
- — = Does not meet minimum requirements

A more detailed interpretation of the ratings for specific headings can be found in the earlier part of this Chapter.

Column 1 — Pump Name

The pumps are listed alphabetically in four sections, according to the maximum pumping lift recommended by the manufacturer. The reference number which precedes each pump name indicates the order of the pumps in the Handpump Compendium.

Column 2 — Data Source

- L = The pump has been tested in the laboratory
- F = The pump has had a minimum of 2 years' field trials
- (F) = The pump has had limited field trials

Column 3 — Discharge Rate

The discharge rate deemed "adequate" for each pumping lift is noted at the top of the appropriate table. The rate reduces as depth increases, for the reasons explained in Box 5.1. Some deepwell pumps thus achieve lower ratings for low-lift applications, where users will opt for pumps giving greater discharges. A special note is made where a pump is available with a range of cylinder sizes or adjustable stroke length, to suit different depths.

Column 4 — Ease of Maintenance

Ratings indicate the ease with which maintenance can be carried out by:

- A — A village caretaker
- B — An area mechanic
- C — A mobile maintenance team

Column 5 — Reliability

Reliability ratings are an indication of the proportion of the time that the pump is likely to be functioning properly. Separate ratings are given for different daily outputs. The ratings combine judgments of the "mean time before failure" (MTBF) and the probable "downtime" when the pump is waiting to be repaired. They thus take account of the fact that pu which are suitable for village maintenance and can be repaired qu may be more "reliable" than those which require more com maintenance, even if the latter break down less frequently.

Column 6 — Corrosion Resistance

Ratings are based primarily on the materials of the downhole co nents. Galvanized steel pumprods and rising mains are not corro resistant in aggressive water and earn a — rating.

Column 7 — Abrasion Resistance

Ratings indicate the pump's capability to pump sand-laden wa Performance in laboratory and field trials is combined with assessm of the seal and valve types. Leather cupseals are rated — , though extent of abrasion damage will be related to the daily output of the pu Analysts may therefore accept lower rated pumps for light c applications.

Column 8 — Manufacturing Needs

Ratings indicate the ease with which a pump could be manufactured developing country with the specified level of industrial development.

- 1 — Low industrial base, limited quality control
- 2 — Medium-level industry, no special processes
- 3 — Advanced industry, good quality control

Column 9 — Short List

The Analyst develops a short list by entering a check mark aga those pumps meeting his selection criteria.

Column 10 — Capital Cost

Analysts should obtain current prices for short-listed pumps.

Column 11 — Remarks

Special features of individual pumps are noted in this colu Amplification of the notes is given below.

Amplification of the ratings for individual pumps can be found in the Handpump Compendium

NOTES ON TABLES

The notes relate to pumps with the same reference number — i.e. Note 14 refers to Pump 14, the Maldev. In the tables, ratings to which the note refers are highlighted [o]

Note 1. The oo corrosion rating for the Abi-ASM is based on current models. Earlier models did suffer from corrosion.

Note 2. The o corrosion rating for the Afridev is based on the use of stainless steel pumprods, offered as an option.

Note 7. The Duba Tropic 7 is a high-discharge pump designed for two-person operation.

Note 12. The manufacturer recommends a maximum depth of meters for the Kardia

Note 14. The Maldev is a pumphead only. All ratings are based on use of conventional downhole components.

Note 16. Reliability ratings for the Monolift are based on pumps metal gears. Plastic gears were less reliable. A 2:1 gear ratio is supp for deepwell applications.

Note 21. The oo corrosion rating for the Vergnet is based on curr models. Earlier models did suffer from corrosion.

Note 23. The oo discharge rating for the Volanta takes account of pump's adjustable stroke length. Present designs require a minimum diameter of 110mm.

Table S.4

Maximum pumping lift — 45 meters

"Adequate" discharge rate — 7 liters/minute

Pump name	Data source	Discharge rate	Ease of maintenance A	B	C	Reliability for (m³/d) 4	Corr. res.	Abr. res.	Manufacturing needs 1	2	3	Short list	Price (US$)	Remarks
HIGH LIFT PUMPS (0-45 meters)														
1 Abi-ASM	L (F)	o	—	oo	oo	—	oo	o	—	o	o			See Note 1
2 Afridev	(F)	oo	oo	oo	oo	o	o	o	o	oo	oo			See Note 2
3 AID Deriv. Deepwell	L F	o	—	o	oo	—	—	—	—	oo	oo			
4 Beslobell	L	o	—	o	oo	—	o	o	o	oo	oo			
5 Climax	L	oo*	—	—	oo	o	—	—	—	—	oo			
6 Dragon 2	L	o	—	o	oo	—	—	—	—	o	oo			
7 Duba Tropic 7	F	oo*	—	o	oo	—	—	—	—	—	oo			See Note 7
8 GSW	L (F)	oo*	—	o	oo	—	—	—	—	o	oo			
9 India Mark II (standard)	L F	oo	—	o	oo	—	—	—	—	o	oo			
10 India Mark II (modified)	(F)	oo	—	oo	oo	o	—	o	—	o	oo			
11 Jetmatic Deepwell	L	oo	—	o	oo	—	—	—	—	o	oo			
12 Kardia	L (F)	oo	—	o	oo	—	oo	o	—	o	oo			See Note 12
13 Korat	L F	oo*	—	o	oo	—	—	—	—	oo	oo			
14 Maldev	L F	oo*	—	o	oo	—	—	—	o	oo	oo			See Note 14
15 Monarch P3	L F	oo*	—	o	oo	—	—	—	—	o	oo			
16 Monolift	L (F)	o	—	—	oo	o	—	oo	—	—	oo			See Note 16
17 Moyno	L F	o	—	—	oo	o	—	oo	—	—	o			
18 Nira AF84	L	o	—	o	oo	o	oo	o	—	o	oo			
19 Philippines Deepset	(F)	oo	—	o	oo	—	—	—	o	oo	oo			
20 SWN 80 & 81	F	oo*	—	o	oo	—	oo	oo	—	oo	oo			
21 Vergnet	L F	o	o	oo	oo	o	oo	o	—	o	o			See Note 21
22 VEW A18	L	o	—	—	oo	—	oo	—	—	—	o			
23 Volanta	L F	oo	o	oo	oo	o	oo	oo	o	o	oo			See Note 23
ADDITIONAL PUMPS														
A1														
A2														
A3														
A4														

* Indicates that discharge ratings are based on choice of the correct cylinder size from a range offered by the manufacturer.

Chapter 6

Pump Selection: Worked Examples

The Pump Selection Tables in Chapter 5 can be used to make a short list of pumps which meet minimum requirements. Together with the Handpump Compendium, they provide a means of selecting a pump for one particular application.

The tables can also be used as an aid to preparation of bidding documents or to evaluation of bids for the procurement of handpumps. *Draft Sample Bidding Documents for the Procurement of Handpumps*[1], designed for international competitive bidding, may also be used and are available from the World Bank. They include methods for weighting key pump attributes, so that the benefits of exceeding minimum requirements (better reliability, easier maintenance, etc.) can be taken into account alongside price.

Final selection of one or more pumps will depend on the operating conditions under which the pumps will be used, the relative importance placed on different selection criteria, and up-to-date prices. In selecting handpumps for a particular application, the important first step is a clear definition of the operating conditions (i.e. the range of pumping lifts, the amount of water to be pumped each day, the corrosivity of the water and the potential for sand pumping), the maintenance system that will be employed, and the importance placed on local manufacture.

Form 5.1 at the beginning of Chapter 5 is a convenient way of establishing these pump selection criteria. These minimum requirements then permit the Analyst to identify the appropriate Pump Selection Table, and then to eliminate from further consideration those pumps which would be unsuitable. The resulting Short List of pumps may then be evaluated in more detail.

The Handpump Compendium is provided as a reference for more detailed analysis of shortlisted pumps. Information in the Compendium should be supplemented by up-to-date information on pump prices, including freight and insurance, and, where appropriate by inspection of working pumps and manufacturing facilities, or by review of working drawings of non-proprietary pumps with potential local manufacturers.

The examples which follow demonstrate how the Pump Selection Tables can be used to develop a short list of pumps. They are followed by a brief description of the merit point method of pump evaluation used in the sample bidding documents.

Worked Example No 1: Low Lift

This example is typical of an alluvial plain in Asia, with a permeable aquifer and a high groundwater level. A maximum user group of 75 people per handpump is desired, with a demand of 20 liters per person per day (i.e. each pump must supply 1.5 cubic meters of water a day). Very little drawdown is expected during pumping, but nearby motorized pumps may lower the water table locally in some areas to 10 meters below the surface. The groundwater is not corrosive, and only trace amounts of sand may enter the wells during pumping. Village-level maintenance is to be introduced, as is in-country manufacture of handpumps, in a country with a medium level industrial base. Two pumps are already widely used in the country - The India Mark II (imported) and the New No 6 (locally made).

The first step in selecting a short list of pumps for this application is to complete Form 5.1 with the specific Selection Criteria. Figure 6.1 includes a copy of the form completed according to the criteria identified by the Analyst. Note that there is no Pump Selection Table precisely matching the operating condition of 10 meters maximum pumping lift, so the Analyst opts for Table S.2 (12 meters), ensuring that the most severe conditions are met.

From the criteria listed on Form 5.1, the Analyst determines that for a pump to meet his minimum

1. Applied Research and Technology — Note No. 1, *Draft Sample Bidding Documents for the Procurement of Handpumps*, World Bank, 1986.

Figure 6.1 Handpump Selection Criteria for Worked Example No. 1

HANDPUMP SELECTION CRITERIA

NAME OF PROJECT _____ Worked Example No.1

MAXIMUM PUMPING LIFT — 10 meters
Selection Table for this lift[1] — S.2

DAILY OUTPUT PER PUMP — 1.5 m³/d

MAINTENANCE SYSTEM TO BE USED (A, B, or C) — A
Where A = Village-level maintenance
B = Area-mechanic maintenance
C = Centralized maintenance

MINIMUM RATING NEEDED FOR CORROSION RESISTANCE — —
Where — = Corrosion resistance is not required
o = Resistance to mildly corrosive water is required
oo = Resistance to aggressive water is required

MINIMUM RATING NEEDED FOR ABRASION RESISTANCE — —
Where — = Either there is no sand pumping anticipated, or there is a possibility of trace sand pumping and the daily output will not be greater than 1.5m³
o = There is a possibility of trace sand pumping and the daily output will be greater than 1.5m³
oo = There is a possibility of significant sand pumping

MANUFACTURING ENVIRONMENT (1, 2, or 3) — 2
Where 1 = The pump is to be made in the country, and there is a low-level industrial base
2 = The pump is to be made in the country, and there is a medium-level industrial base
3 = The pump may be imported or made in a country where there is a high level industrial base

PUMPS ALREADY PERFORMING SATISFACTORILY IN THE COUNTRY (* IF ALSO MANUFACTURED IN THE COUNTRY) — New No.6* India Mark II

requirements it must achieve ratings in Table S.2 as follows:

Column No. in Table S.2	*Criterion*	*Minimum Rating*
3	Discharge rate	o
4 (A)	Ease of maintenance at village level	o
5 (1.5)	Reliability for output of 1.5m³/day	o
6	Corrosion resistance	---
7	Abrasion resistance	---
8 (2)	Manufacturing needs in medium-level industrial base	o

Each of the pumps in Table S.2 is evaluated, to check whether it achieves these minimum ratings. Figure 6.2 shows the completed Table S.2, revealing that just six pumps met the minimum requirements (the desire for village-level maintenance and local manufacture eliminates many on the list). Neither of the pumps currently in use in the country make the Short List - the New No. 6 is a suction pump and so cannot be considered for lifts of more than 7 meters, and the India Mark II is not appropriate for village-level maintenance. The six short-listed pumps therefore are: the Afridev, Blair, IDRC-UM, Nira AF85, Tara and Volanta.

This narrowing of the choice is a very important step in the selection process, as it produces a manageable list for detailed analysis in the final selection stage. In this particular example, further reduction of the short list will depend on the priority given to individual attributes, and on prices. For example, the Blair has a lower rating (o) than the others (oo) for discharge, the IDRC-UM and Volanta lower ratings for ease of maintenance, and the Tara a lower rating for reliability. Five of the pumps rank equally (oo) for local manufacture, which in this case is an important criterion. Consequently, potential manufacturers in the country should be contacted to obtain assessments of their capacities for manufacturing the six pumps under consideration, and the prices for doing so with adequate quality control.

Worked Examples Nos. 2 & 3: Intermediate and High Lift

A handpump program is being prepared for a region where maximum pumping lift, including drawdown during the pumping day, is expected to be 25 meters for the majority of the wells (Example No. 2), though lifts in areas near to the project may be as much as 40 meters (Example No. 3). Each pump is to supply 200 people with 20 liters a day — giving a total daily output of 4m³. The pump must be suitable for maintenance by area mechanics, perhaps travelling on mopeds or bicycles. Good quality control of drilling and well construction can be assured, to prevent sand pumping, and the groundwater is not corrosive. In-country manufacture is not an immediate objective.*

In completing the Selection Criteria Form for this application (Figure 6.3 Examples 2 and 3), it is prudent to consider two separate cases - one for the 25 meter lift specified for the project itself, and the other covering anticipated conditions in the nearby area, where pumps may be needed in the future, and standardization would be of benefit. The Analyst will perform his evaluation using Table S.3 for the project area and Table S.4 for the proximate area. Figure 6.3 (Examples 2 and 3) shows the completed Forms, resulting in two Short Lists.

Sixteen pumps make the short list in Example 2 (25m pumping lift) while only 5 make it in Example 3 (40m lift). The large list for Example 2 reflects the fact that trained area mechanics can successfully remove the pumping element of most conventional handpumps at pumping lifts down to 25 meters with no external assistance. However, at higher pumping lifts, this is not the case, and reliability becomes unacceptable for most pumps. The short list for Example 3 is therefore more limited.

When selecting a pump for this region, special consideration should be given to those pumps which are on both lists, so as to choose a single high-lift pump model for the region.

Worked Example No. 4: VLOM Pumps for Intermediate and High Lifts

Example No. 4 identifies those intermediate (12-25m) and high (25-45) lift pumps (Afridev and Volanta) that are most likely to be able to be maintained by village-based repairers, and that can be manufactured in countries with a low industrial base. Both the short list pumps have limitations: the Afridev has only limited field performance data (as indicated by (F) under Data Source in the rating tables), and is still undergoing development, as the Compendium entry (Pump 02) makes clear; the Volanta requires a 110mm I.D. well casing, ruling out its use in 100mm wells. A small diameter version of the Volanta is now being tested (See Note 23 in the rating tables). The requirements of village-based maintenance and local manufacture used in this example lead to a very limited short list, an indication of the importance of present and future development of VLOM pumps for medium and high lift applications.

Merit Point Evaluation

Whether or not full competitive bidding procedures and

* In this example, the only water use will be domestic, but the Analyst is cautioned that in some other cases allowance must also be made for animal watering or irrigation.

Figure 6.2 Compilation of Short List for Worked Example No.1

Table S.2

Maximum pumping lift — 12 meters
"Adequate" discharge rate — 16 liters/minute

Pump name	Data source	Discharge rate	Ease of maintenance A	B	C	Reliability for (m³/d) 1.5	4	8	Corr. res.	Abr. res.	Manufacturing needs 1	2	3	Short list	Price (US$)	Remarks
HIGH LIFT PUMPS (0-45 meters)																
1 Abi-ASM	L (F)	o	—	oo	oo	oo	o	—	oo	o	—	o	o			See Note 1
2 Afridev	(F)	oo	oo	oo	oo	oo	oo	o	o	o	o	oo	oo	√		See Note 2
3 AID Deriv. Deepwell	L F	oo	—	oo	oo	oo	o	—	—	—	—	oo	oo			
4 Bestobell	L	o	—	oo	oo	oo	o	—	o	o	o	oo	oo			
5 Climax	L	oo*	—	—	oo	oo	oo	o	—	—	—	—	oo			
6 Dragon 2	L	o	—	oo	oo	oo	o	—	—	—	—	o	oo			
7 Duba Tropic 7	F	oo*	—	o	oo	oo	o	—	—	—	—	—	oo			See Note 7
8 GSW	L (F)	o*	—	oo	oo	oo	oo	o	—	—	—	o	oo			
9 India Mark II (standard)	L F	o	—	oo	oo	oo	oo	oo	—	—	—	o	oo			See Note 9
10 India Mark II (modified)	(F)	o	—	oo	oo	oo	oo	oo	—	o	—	o	oo			See Note 10
11 Jetmatic Deepwell	L	o	—	oo	oo	oo	oo	o	—	—	—	o	oo			
12 Kardia	L (F)	o	—	oo	oo	oo	oo	o	oo	o	—	o	oo			
13 Korat	L F	oo*	—	oo	oo	oo	oo	o	—	—	—	oo	oo			
14 Maldev	L F	oo*	—	oo	oo	oo	oo	o	—	—	o	oo	oo			See Note 14
15 Monarch P3	L F	oo*	—	oo	oo	oo	oo	o	—	—	—	o	oo			
16 Monolift	L (F)	o	—	—	oo	oo	oo	o	—	oo	—	—	oo			See Note 16
17 Moyno	L F	—	—	—	oo	oo	oo	o	—	oo	—	—	o			
18 Nira AF84	L	o	—	oo	oo	oo	oo	o	oo	o	—	o	oo			
19 Philippines Deepset	(F)	o	—	oo	oo	oo	o	—	—	—	o	oo	oo			
20 SWN 80 & 81	F	oo*	—	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	—	oo	oo			
21 Vergnet	L F	—	o	oo	oo	oo	oo	o	oo	o	—	o	o			See Note 21
22 VEW A18	L	o	—	o	oo	oo	o	—	oo	—	—	—	o			
23 Volanta	L F	oo	o	oo	oo	oo	oo	oo	oo	oo	o	o	oo	√		See Note 23
INTERMEDIATE LIFT PUMPS (0-25 meters)																
24 Cónsallen LD6	L F	oo*	—	oo	oo	oo	o	—	oo	o	—	o	oo			
25 DMR (Dempster deriv.)	F	oo*	—	oo	oo	oo	o	—	—	—	—	oo	oo			
26 Nira AF76	L F	oo*	—	oo	oo	oo	o	—	—	o	—	oo	oo			
LOW LIFT PUMPS (0-12 meters)																
27 Blair	F	o	oo	oo	oo	oo	o	—	oo	o	o	oo	oo	√		
28 Ethiopia BP50	L															7m max. lift
29 IDRC-UM	L	oo	o	oo	oo	oo	o	—	oo	—	o	oo	oo	√		
30 Kangaroo	L F	oo	—	oo	oo	oo	o	—	o	oo	—	o	oo			See Note 30
31 Malawi Mark V	F															7m max. lift
32 Nira AF85	L F	oo	oo	oo	oo	oo	oo	o	oo	o	o	oo	oo	√		
33 Tara	L F	oo	oo	oo	oo	o	—	—	o	—	o	oo	oo	√		
ADDITIONAL PUMPS																
A1																
A2																
A3																
A4																

* Indicates that discharge ratings are based on choice of the correct cylinder size from a range offered by the manufacturer.

Figure 6.3 Selection Criteria and Shortlisted Pumps for Worked Examples Nos. 1-4

HANDPUMP SELECTION CRITERIA

NAME OF PROJECT	Worked Example No. 1	Worked Example No. 2	Worked Example No. 3	Worked Example No. 4
MAXIMUM PUMPING LIFT	10 meters	25 meters	40 meters	25 or 45 meters
Selection Table for this lift	S.2	S.3	S.4	S.3 or S.4
DAILY OUTPUT PER PUMP	1.5 m³/d	4 m³/d	4 m³/d	4 m³/d
MAINTENANCE SYSTEM TO BE USED (A, B, or C)	A	B	B	A
MINIMUM RATING NEEDED FOR CORROSION RESISTANCE	—	—	—	—
MINIMUM RATING NEEDED FOR ABRASION RESISTANCE	—	—	—	—
MANUFACTURING ENVIRONMENT (1, 2, or 3)	2	3	3	1
PUMPS ALREADY PERFORMING SATISFACTORILY IN THE COUNTRY (* IF ALSO MANUFACTURED IN THE COUNTRY)	New No.6* India Mark II	N.A.	N.A.	N.A.

Where MAINTENANCE SYSTEM:
- A = Village-level maintenance
- B = Area-mechanic maintenance
- C = Centralized maintenance

Where MINIMUM RATING (CORROSION / ABRASION):
- — = Corrosion resistance is not required / Either there is no sand pumping anticipated, or there is a possibility of trace sand pumping and the daily output will not be greater than 1.5m³
- o = Resistance to mildly corrosive water is required / There is a possibility of trace sand pumping and the daily output will be greater than 1.5m³
- oo = Resistance to aggressive water is required / There is a possibility of significant sand pumping

Where MANUFACTURING ENVIRONMENT:
- 1 = The pump is to be made in the country, and there is a low-level industrial base
- 2 = The pump is to be made in the country, and there is a medium-level industrial base
- 3 = The pump may be imported or made in a country where there is a high level industrial base

CRITERIA FOR WORKED EXAMPLES	*Pumping lift:*	*≤12 meters*	*≤25 meters*	*≤45 meters*	*≤25m or ≤45m*
	Maintenance system:	*VLOM*	*Area Mechanic*	*Area Mechanic*	*VLOM*
	Industrial base:	*Medium*	*Advanced*	*Advanced*	*Low*
PUMPS WHICH MEET THE ILLUSTRATED SELECTION CRITERIA		Afridev, Blair, IDRC-UM, Nira AF85, Tara, Volanta	Abi-ASM, Afridev, Bestobell, Duba Tropic 7, GSW, India Mark II (std. & mod.), Kardia, Korat, Maldev, Monarch P3, Nira AF84, Philippines Deepset, SWN 80&81, Vergnet, Volanta	Afridev, India Mark II (mod.), Nira AF84, Vergnet, Volanta	Afridev Volanta

merit point evaluation are to be used for final pump selection, up-to-date prices are essential. The prices quoted in this document cannot be used for final stage comparisons; they are indicative of ex-factory prices only and they were obtained in 1985 and 1986. For pump selection, the Analyst must have current prices, including shipping and insurance costs for the quantities needed, and must take account of the anticipated cost of spare parts over a reasonable period of operation (say three years). The Handpump Compendium offers guidance on likely frequency of repairs, and experiences from other projects may also provide data for assessing pump performance and spares requirements.

Some Analysts may have decided to select the least expensive pump which meets the minimum requirements. Others may be using a procedure similar to that outlined in the World Bank's sample bidding documents, where minimum requirements are specified and merit points are then awarded to those pumps which exceed the minimum requirements (ease of maintenance and availability of spare parts are examples of attributes which may be awarded additional merit points).

The full procedures of Merit Point Evaluation require lengthy explanation, and Analysts wishing to apply this method are advised to obtain a copy of the World Bank's *Sample Bidding Documents for the Procurement of Handpumps.* Table 6.1 shows the outcome of such an evaluation comparing four pumps which met all minimum requirements. From this evaluation, Pump "B" would be selected, because it has the highest total merit point score among the short-listed pumps, though it was not the lowest priced pump (that was Pump "C").

Table 6.1 *Merit Point Evaluation of Four Short-Listed Pumps*

Criterion	*Maximum score*	*Pump reference*			
		A	*B*	*C*	*D*
Price of pump	50	32	42	50	34
Price of spare parts	10	6	8	9	10
Discharge rate*	5	0	5	3	0
Reliability*	10	5	7	5	5
Ease of maintenance and repair*	10	8	8	4	4
Service and spare parts availability*	5	0	3	0	0
Abrasion resistance*	5	0	3	0	3
Standardization	5	0	5	0	0
Total Scores	100	51	81	71	56

* Denotes categories for which merit points may be awarded if a pump exceeds the minimum requirement. A zero entry means that a pump just meets the minimum requirement.