

ニジェール共和国

地下水モニタリング・ネットワークシステム建設計画  
及 び  
ギダン・マガジダリハビリ計画

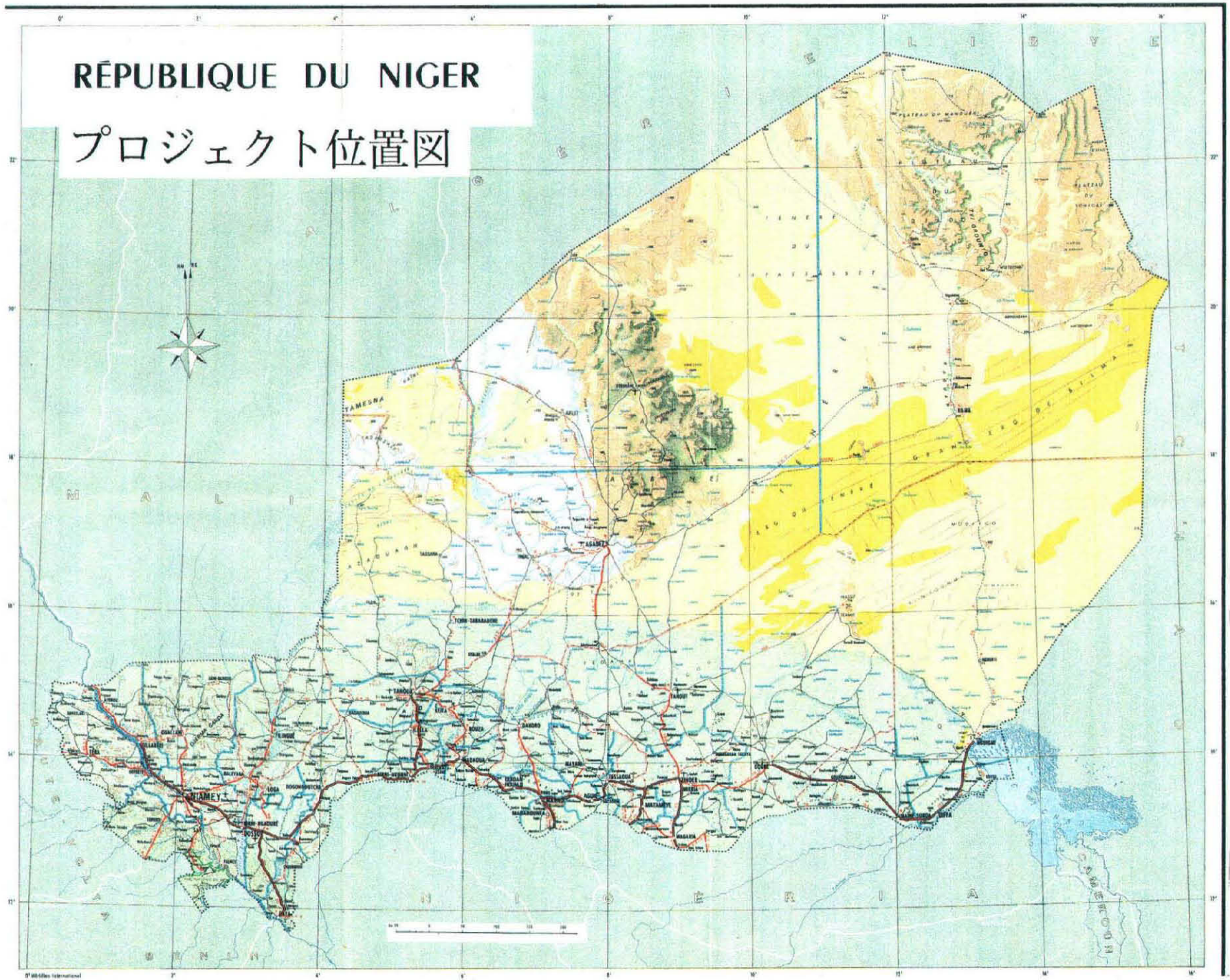
プロジェクト ファインディング調査  
報 告 書

1992年7月

社団法人 海外農業開発コンサルタント協会

# RÉPUBLIQUE DU NIGER

## プロジェクト位置図



## ま え が き

海外農業開発コンサルタント協会（ADCA）は樋口政男・深澤友雄（㈱建設企画コンサルタント及び山下奉則（同和工営㈱）の3名からなる調査団を現地に派遣し、地下水モニタリング・ネットワーク・システム建設計画及びギダン・マガジダリハビリ計画に係わる事前調査を実施した。

調査団は平成4年6月7日より7月6日までの日程で、ニジェール国内においてニジェール国政府関係者との協議予備関連資料の収集等を実施すると共に、フランス国の地質鉱物研究所（BRGM）及び熱帯地理研究所（CEGET）においてニジェール関連の報告書並びに地図等の収集を実施した。

ニジェール国滞在中に、水利環境省、農業畜産省、財務計画省、外務対外協力省及びニアメイ大学等関連研究機関との協議を重ね、地下水モニタリング・ネットワーク・システムの建設、つまり地下水観測井の建設、自記水位計の設置、水質分析機器（器具）の供給・補充、観測値のデータベース化とそのためのコンピューターの供給並びにこれらの分析、解析を行なうための水資源監視センターの新設についての計画を推進するという基本的認識を確認した。

また、ギダン・マガジダリハビリ計画についても協議を重ねたが、独国のGTZがリハビリ計画を推進中であり、将来独国に援助を要請するという意向を確認した。

最後に、調査団は今回の現地調査に際し、積極的に支援頂いたニジェール政府関係省庁担当諸氏に心から謝意を表すものである。

平成4年7月 ADCA事前調査団

樋口 政男

深澤 友雄

山下 奉則

# 目 次

## プロジェクト位置図

## まえがき

	頁
第 1 章 計画の背景 .....	1
1-1 ニジェール国の社会・経済環境 .....	1
1-2 地 形 .....	3
1-3 地 質 .....	4
1-4 気 候 .....	8
1-5 水資源 .....	9
1-6 地下水 .....	1 3
1-7 水に関する国家政策 .....	1 6
第 2 章 地下水監視計画 .....	1 9
2-1 監視計画の内容 .....	1 9
2-2 ニジェール国における監視計画案 .....	2 3
添付資料	
I 調査員の略歴 .....	2 6
II 調査日程 .....	2 7
III 資料収集リスト .....	2 8
IV 面談者リスト .....	2 9
V 現地写真 .....	3 1
VI フランス地質鉱物研究所 .....	3 8
VII ボルドー大学熱帯地理研究所 .....	4 2
VIII Hapex Sahel の組織・計画・実施プログラム案 .....	4 5

# 第 1 章 計 画 の 背 景

## 1-1 ニジェール国の社会・経済環境

ニジェール国の国土面積は 1,267,000km<sup>2</sup>（日本の約 3.4倍）であり、国土の大半は砂漠に占められている。耕作可能面積は、等降雨量線の400~900mm/年の地域（ナイジェリア国境沿い）に限られ、僅かに国土面積の11.8%に相当する 150,000km<sup>2</sup>（1,500万ha）に過ぎない。しかも、降雨は1年間のうちほぼ2ヶ月間に集中している上に、降雨量も不安定である。この現象により、雨期には集中豪雨によって内陸地でも大水による農作物への被害、表土の流出があり、ニジェール河沿では浸水により被害を受けている。また、乾期には特に、内陸地で水不足に悩まされている。

このようにニジェール国は、他のサヘル圏諸国と同様に、度重なる旱魃と国土の砂漠化という二重の大自然の攻撃に苦しめられている。最近では、15年に3回の旱魃があり、その周期は以前に比べて短くなった、と言われている。

大自然の攻撃と併せて問題となっているのが人口の増加である。ニジェール国の人口の約3分の1がナイジェリア国境沿いの耕作可能地域に住んでいる。1986年度の調査によると、ニアメ市やザンデル市などの都市部人口は総人口の約20%であり、現在も都市部への人口流入が続いている。これは主として現金収入を得るために青年男子が出稼ぎ労働者として都市部に集まることによっている。この現象によって、農業人口が流出することとなり、ニジェール国における農業生産は女性と子供が担うという深刻な社会問題を招いている。

また統計年報（1991年版）によると、ニジェール国の総人口は 7,728,000人と推定され、1977年の 5,058,000人と比較すると年間人口増加率は 3.3%であり、急速な増加を示している。

次表はニジェール国の一般指標をまとめたものである。

ニジェール国の一般指標

国名の正式名称	ニジェール共和国 Republic of Niger
国土面積	126.7万km <sup>2</sup>
首都	ニアメ (55万人, 1987年)
人口	772.8万人 (1991年)
住民	ハウサ族, ジェルマ・ソンガイ族, トゥアレグ族他
宗教	イスラム教85%, キリシト教0.5%, その他
言語	フランス語 (公用語), ハウサ語他
通貨	CFA (アフリカ金融共同体) フラン
GDP	21.8億ドル (1988年)
1人当りGDP	310ドル (1988年)
農林, 漁業就業者比率	87.7% (1989年)
独立年, 旧宗主国	1960年, フランス
政体大統領	共和制, アリ・セブ
歳出・歳入	21,530億CFAフラン
輸出・輸入	1,104億CFAフラン, 1,313億CFAフラン (1988年)

## 1-2 地 形

ニジェールは概して単調な平原で、西部でのサハラ砂漠の低地から南東部のチャド盆地までは、標高 200～300m と緩慢に変化するが、北東部のチャドおよびリビアとの国境付近では標高約 1,000m に達する。

北東部に多く見られる砂岩の崖がわずかにこの単調な風景に変化を与えている。しかしながら、アデガスの北のアイール山塊では標高 1,944m (グレブン山) に達し、景観は変化する。この山塊は長さ 400km 以上、幅約 250km、総面積 8 万 km<sup>2</sup> に及ぶ南北に軸を持つ非常に古い背斜地帯である。

アイール山系の南部はほぼサバンナ地帯で、南東部のチャド湖からニアメにかけての地域は、降雨が不安定ながらもこの国の穀倉地帯といわれ、住民の多くはこの地域に住んでいる。

また、河川としてはニジェール川 (長さ 4,170km、世界第 8 位) が国の西端部を西北部のマリから南のベナン国境沿いに、ナイジェリアに向かって約 550km 南東流している。

このニジェール川は恒久的に流れる唯一の水系で (但し、渇水のため所々で流れが分断されることがある)、水量は 5～7 月で 100 m<sup>3</sup>/s 弱、12 月～1 月で 1,600～1,750 m<sup>3</sup>/s と大きく変化する。

ニジェール北部の水系は雨期とそれに続くある期間にしか流れないが、7 月から 10 月にかけての雨季にはかなりの水かさとなって流れる。従って、水は沖積土の広い原野に流出して数多くの沼地を残し、南部では多少とも恒久的なものができ、農業用として利用される。さらに北方では、サハラ特有のワジやアイールの涸川などで毎年わずか数時間しか流れず、水は砂地や広い平原に浸透してしまう。堆積岩中の地下水は、この国の南部でしか量的には充分の補給が行われぬが、実際に最も豊富な地下水を貯えているのは、サハラ地区の帯水層である。

南東部のチャド湖はかつて水量も豊富で漁獲をもたらしたが、降雨減少によってニジェール領内から湖面が失われつつある。

### 1-3 地 質

ニジェール国は、3ヶ所の基盤岩地帯（アイール-ダマガラム構造帯、リプタコ地方及びダドゥ地方）と、2大盆地（ウリミンデン盆地とチャド盆地）とから形成されている（図1-1と図1-2）。

#### (1) 基盤岩

基盤岩地帯は、①ニジェール川右岸のリプタコゲルマ地方、②アイール山地、③ダドゥ高地西部に露出し、しゅう曲作用を受けた花崗岩や変成岩類で構成されている。また、アフリカ安定陸塊の南東端に当り、先カンブリア紀に属する。

#### (2) 古生代と中生代

アイール地方とダドゥ (Djado) 地方に露出する。

#### (3) Continental Hamadien層

基盤岩と下記のContinental Terminal層に挟まれた白亜紀から第三紀始新世の地層であり、地層は頁岩、泥岩、粘土質石灰岩から構成される。ウリミンデン盆地では、白亜紀の地層が南西に窪んだ形で笠状に並んでおり、アイール地方からリプタコ地方に傾斜している。Continental Hamadien層とContinental Terminal層に挟まれた第三紀漸新世のContinental Intercalaire層が分布する。

#### (4) Continental Terminal層（第三紀大陸終成期層）

第三紀初頭、ニジェール国で認められる最大の海浸が発生しており、ニジェール川と東経6°の線に挟まれた狭い湾を形成している。熱帯性の森林におおわれ、強い風化を受けたため、基盤を60m以上も粘土化しており、その後、新たな隆起が起こり、湾は古地中海から分離し、塩湖と化した。この塩湖にContinental Terminal層と呼ばれる海成堆積層が形成された。この地層は、中新世から鮮新世に属し、泥岩・シルト・鉄分の多い砂岩から構成されている。地層の厚さは、ダンゴンドゥチ (Dangondoutchi) 盆地で450m以上にもなる。ダロールボソ谷のフィリングとタオアとの間の地帯では、通常部分までが盆地の中心部となっている基底に魚卵状石灰岩から成る鉄鋼石、次に泥質砂岩、表面には一連の褐色粘土から構成されている。



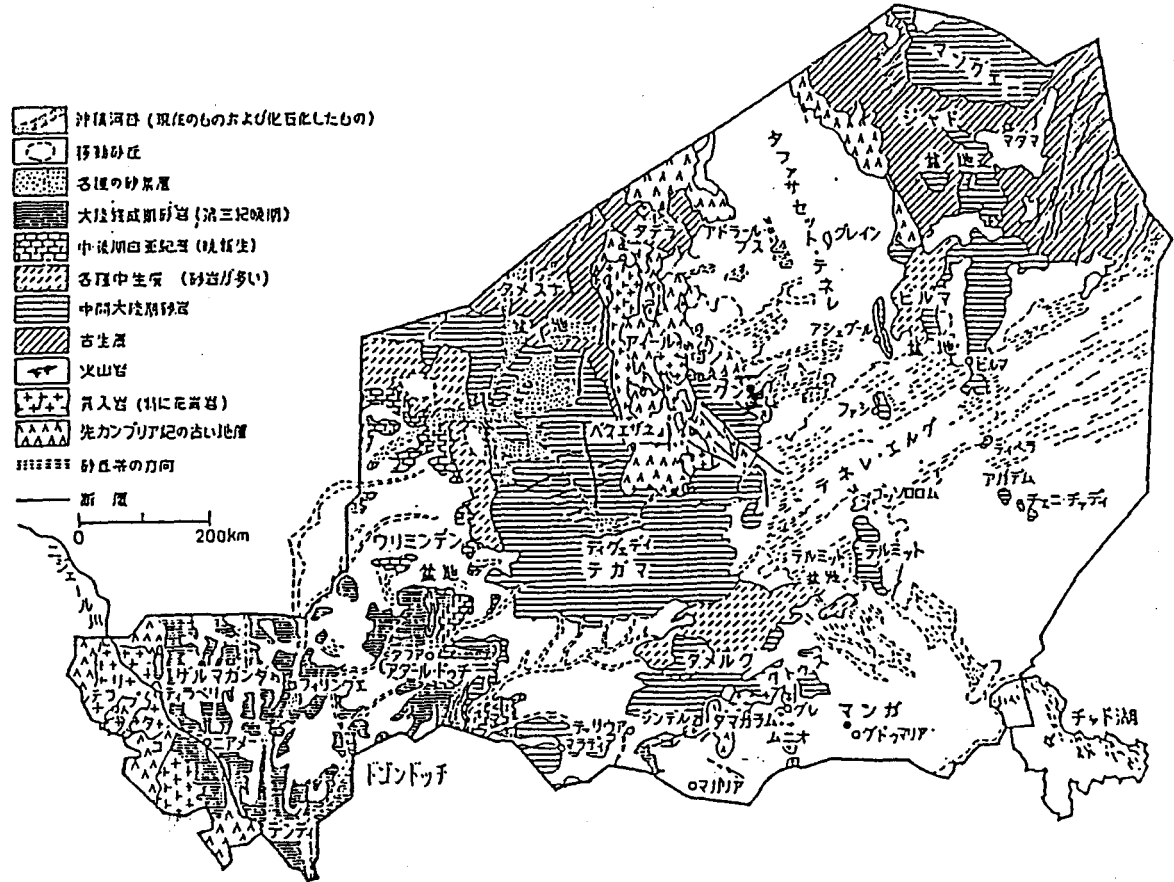


図 1-1 ニジェール国の地質図

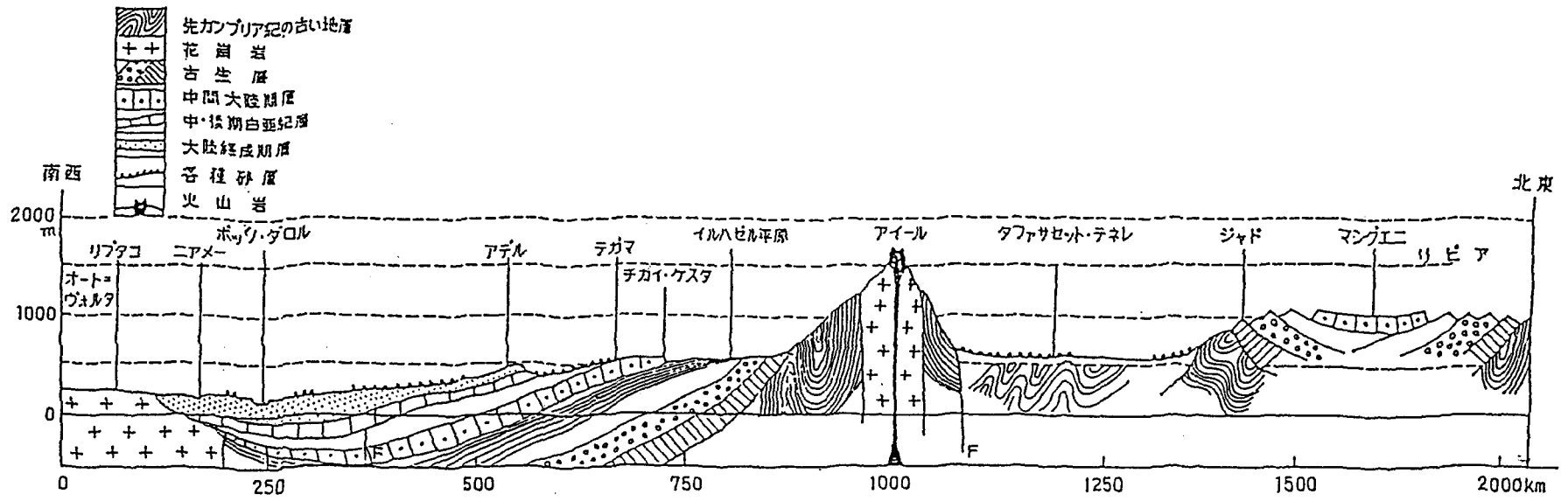


図1-2 ニジェール国の地質断面図

Continental Terminal層の層序は、3大区分される。

① Continental Terminal層下部 (C t<sup>1</sup>)

鉄分の多い泥質砂岩から成る魚卵状岩石で構成され、ダンゴンドゥチ付近で80m程度の層厚となる。ニジェール国付近では、鉄分の多いシルト質となり、また亜磷酸鉄を含み数mの層をなしている。

一般的に、魚卵状の岩石の層準は、下半分に分布し、鉄質の甲皮状岩石が上半分に規則的に分布する。ニジェール川の左岸からティラベリの東側を通り、マリ国南部までの狭い地帯に露出する。

② Continental Terminal層中部 (C t<sup>2</sup>)

ウリミンデ盆地の北西部に露出する。この地層は、暗褐色泥岩・細粒砂岩・鉄分の多い泥質砂岩から構成され、炭化木を含んでいる。特に、鉄分の多い魚卵状岩石が基底に存在する場合C t<sup>2-1</sup>として区分化している。

③ Continental Terminal層上部 (C t<sup>3</sup>)

砂岩、赤色の泥質シルトから成り、数十mの層厚を呈している。層の上部は固結しており、泥質シルト中には、同心円状の酸化鉄の穴の細管が網目のように存在している他層に比して魚卵石はまれにしか含まれない。下部とは不整合の関係にある。

これらの地層は、大規模な向斜構造を成している。ウアラムとティラベリの中間地点における調査ボーリング資料によれば、約50mで基盤に達し、上部はContinental Terminal層は厚くなり、ダンゴンドゥチで最大450mにもなる。Continental Terminal層の最深部は、ダンゴンドゥチとダロールボソのマリ国通過までの部分であり、ニジェール川の流路から垂直(北東)方向に進むにつれ、深くなる。

地表付近には、第四紀の砂層・砂丘や古い化石砂丘が分布している。基盤の地下水を採水している井戸は予想以上に開発されているが、一般的に3 m<sup>3</sup>/日以下と揚水量は少ない。しかし、将来基盤内の水理地質状況が解明されれば、亀裂地下水を対象にした地下水開発の可能性は大きいと考えられる。

Continental Terminal層の地下水は、浅井戸が最も多く採掘されている3つの自由地下水帯水層と2つの被圧地下水帯水層、あるいは半被圧地下水帯水層が知られている。

#### 1-4 気 候

ニジェールは、北回帰線のちょうど南に位置し、地球上で最も暑い地域のひとつである。気候的には雨の降り方によって次のような2つの極端なタイプに大別される。

- 最南西部 : モンスーンを伴うスーダン型熱帯性気候
- 北 部 : サハラ型砂漠性気候

この典型的な気候ゾーンの間にはサヘル型気候という斬移部がある。ベナンの国境付近のガヤ地方では、乾季は12月から3月の間で、12月と1月は最低気温が15℃附近となり、3月には最高気温40℃位になる。雨期は4月から11月で平年降雨量は800~900mmに達し、8月に最も雨量が多い。これに対してアガデスでは6月から9月の間の約20日間で100~200mmの雨しか降らず、最低気温は12月と1月で10℃付近、最高気温は4月から6月の間で40℃を超える。

アガデスの北の気候は山塊・高原を除いて明らかにサハラ型気候になり、降雨は一層稀で毎年降るとは限らない。

年降雨量からみた国土の割合はつぎのようである。

	面 積	面積比	年降水量
砂漠地帯	65 万km <sup>2</sup>	48 %	0 ~ 100 mm
サヘル砂漠地帯	30 万km <sup>2</sup>	28 %	100 ~ 350 mm
サヘル地帯	20 万km <sup>2</sup>	16 %	350 ~ 500 mm
サヘル・スーダン地帯	11.7 万km <sup>2</sup>	8 %	500 ~ 850 mm

このうち天水耕作可能地は350mm/年間以上の地域で、全国土の24%にすぎない。

急増する人口に対し、大半が天水耕作による食糧自給を目標とするニジェールにとって毎年の降雨が不安定で干ばつが稀ではないことは、まさに死活問題である。1968~1973年のいわゆる「大干ばつ」で飢饉が生じ、人命、家畜が失われたことは記憶に新しいが、1984年再びこれを上回る干ばつが周辺およびニジェールの一部に発生している。

植物および棲息動物は気候区分に左右される。最南西部にはスーダン気候の動植物が棲息しているが、国土の30%を占めるサヘル気候ゾーンでは、まばらな樹木が見られる程度である。このゾーンの南部では、川の流域や良好な土壌地帯に比較的顕著な耕作地帯があるが、北部では樹木は次第に稀になり、牧畜だけが遊牧民によって営まれている。サハラ気候ゾーンは国土の60%を占め、ほとんど純然たる無機質の世界である。

## 1-5 水資源

ニジェール国の水資源としては、大きく3つあり、ニジェール川およびその支川等の河川水、チャド湖、そして地下水である。

### (1) ニジェール川

#### 1) 流域概要

ニジェール川は、ギニアのシェラレオネとの国境近く、大西洋から250 km離れた山岳地帯の標高約900 mに源を発し、その山岳傾斜面を北東に内陸部に向かって流下し、サハラ砂漠の南縁に位置する広大な内陸デルタ（面積7.8万km<sup>2</sup>）を抜け出て、流れの方向をゆるやかに南東にかえる。ニジェール川は中流部において、右岸側から、ダルゴル、シルバ、ゴルビ等の涸川が数多く流れ込む。ナイジェリアでは巨大なカインジダム湖を流下、代表的な支川ヌベエ川を合流、流れをほぼ真南に変え、大西洋に注ぐ。河口では、巨大なデルタ（面積3.63万km<sup>2</sup>）を形成し、14本の派川と多数の水路に分岐し、海岸でのデルタの幅は320 kmにもおよんでいる。

ニジェール川は、流路延長4,170 kmで世界で第8位、アフリカで第3位の大河で、流域面積は、209万km<sup>2</sup>、年間総流出量は8,990億m<sup>3</sup>で、ギニア、マリ、ニジェールおよびナイジェリアの4ヵ国を貫流する国際河川である。

#### 2) ニジェール川中流部（ニジェール国内）

ニジェール国内を流れるニジェール川は、全延長4,170 kmのうち、中流部の550 kmである。又、流域面積は、全体209万km<sup>2</sup>のうち約16%の34万km<sup>2</sup>である。

本川での水利用は、河川の高水敷を締切ってつくられた水田等へのかんがい用水が主であるが、ニアメ地点では市の上水のほとんどをニジェール川に頼っており、水源として非常に重要なものとなっている。

支川も含めたニジェール川水系の流量・水位観測所は本川で21ヵ所、支川で9ヵ所ある。

ニアメ地点の観測所の位置は標高176 m、流域面積70万km<sup>2</sup>であって、1928年より観測がおこなわれている。

ニアメ観測所での流量は年平均で約1,000 m<sup>3</sup>/sであるが、1, 2月に最大となり、1,800 m<sup>3</sup>/s前後、6, 7月には最小で150 m<sup>3</sup>/s程度まで落ち込む。雨季と乾季における水位差をみると3.5～4.0 mである。

しかしながら、渇水期における流量の減少は近年ますます著しくなっており、1985年6月には最悪の流量零近くに低下し、ニアメ市上水確保のため、ニジェール川は完全に堰止められた。堰下流への放流量は零で、ニジェール川は分断された形となった。

支川は右岸から流入するものが主で、上流から、ゴロウル川、ダルゴル川、シルバ川、ゴルビ川、ディアマング川、タボア川およびメクル川がある。源はメクル川を除いていずれもブルキナファッソ国内に発している。これらの支流では6～11月の間のみ流量がみられる。

ニジェール左岸では雨季のみ水の流れるワジ、涸川のダロル・ボッソ、ダロル・マウリがある。

又、ニジェールのほぼ中央の南部にナイジェリアから流れ込み、マラディ付近を通過して、再びナイジェリアに流入するグルビン・マラディがある。

チャド湖に流入するコマドッグ川は7月～2月に流量がみられ、最大50 m<sup>3</sup>/s程度である。

代表地点の月別平均流量を図1-3に示す。

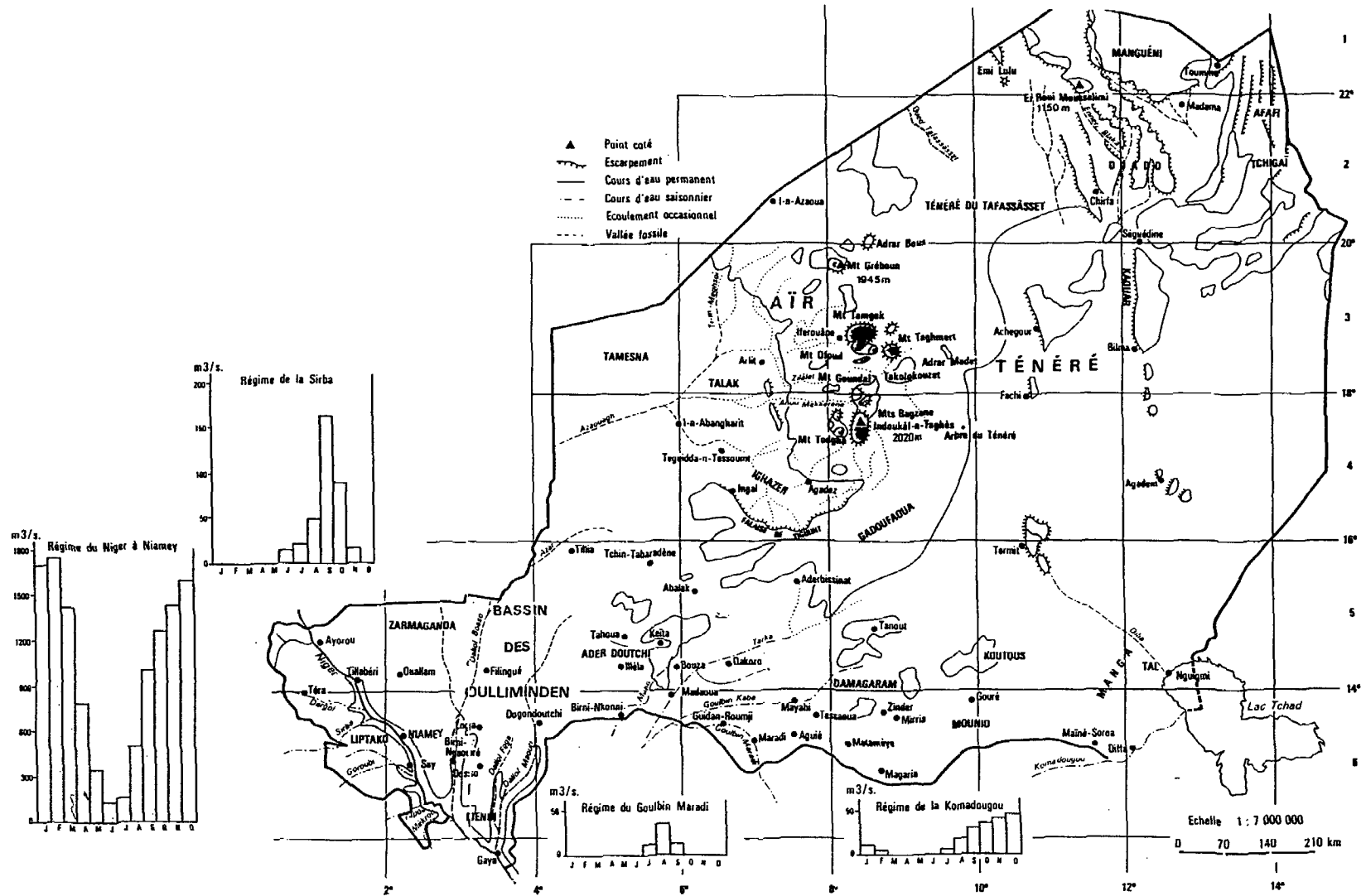


图 1-3 月别河川流量

(2) チャド湖

アフリカのほぼ中央に位置するチャド湖は、ニジェール、ナイジェリア、カメルーンおよびチャドの4カ国にまたがっている。

湖の面積は、昔はカスピ海に匹敵する30万km<sup>2</sup>を有していたといわれるが、現在は、年、季節によって変化し、1万~2.5万km<sup>2</sup>である。

湖の集水面積は全体で427,300km<sup>2</sup>で、国別の面積割合はつぎのようである。

国名	集水面積 (湖面を含む) (km <sup>2</sup> )	割合 (%)
チャド	178,300	41.5
ニジェール	121,500	29
ナイジェリア	90,000	21
カメルーン	37,500	8.5
合計	427,300	100

チャド湖自体は砂漠気候帯とステップ気候帯に属しており、降雨量も年200~400mmと少ないが、集水域はサバンナ気候帯にまで広がっている。

湖に流入する水流の約90%はこのサバンナ気候帯の降雨を集めたシャリ川（流域面積88万km<sup>2</sup>、河道延長1,400km）によるものである。

チャド湖の水深は深い所で4~7mであるが、大部分が1m程度である。

水面は標高281mで、最高水位は標高284m、面積は7月に最小となり、12月に最大となる。1981年の旱魃時には、湖の面積は4,000km<sup>2</sup>まで減少し、1985年4月には3,500km<sup>2</sup>まで減少している。

このため、チャド湖は“死にかけた湖”或いは、“湖の死がい”とよばれている。

チャド湖の周辺はもともと牧畜業や、漁業が行われているにすぎなかったが、近年、チャド湖又は、流入河川を取水源とする、かんがい農業や、湖周辺の地下水開発（農業用）が行われている。これまでの開発はコマドゥグ・ヨベ川を中心とするナイジェリアでの開発計画や、チャドでの開発が主となっている。



## 1-6 地下水

ニジェールにおける地下水帯水層として有望な地層はつぎのとおりである。(表1-1と図1-4)参照。

### a. 基盤の帯水層

当層より取水している井戸は少なからずあるが、水量が $5\text{ m}^3/\text{時}$ 程度と少ない。掘削深度は50m程度、水質も比較的良質である。

### b. 堆積盆地の帯水層

この帯水層の地下水は古くから住民によって利用されてきたもので、ニジェールにとって非常に重要なものであり、利用度も高い。つぎのような帯水層に区分される。

#### i) 古生代の帯水層

アイール地方の西部およびジャド地方の古生層の中に5層の帯水層が確認されている。これらの地下水は砂漠地帯の開発に役立つものと思われ、水量は $100\text{ m}^3/\text{時}$ 程度で、水質も比較的良い。掘削深度は100~1000mと深い。

#### ii) Continental Intercalaire (中間期陸成層)の帯水層

アガデス砂岩層およびデガマ砂岩層があり、非常に重要である。

アガデス砂岩層は、アイール地方との境では自由水に等しく、イガゼールの粘土層の下に帯水し、所によっては自噴する。水量は $20\sim 100\text{ m}^3/\text{時}$ であり、水質も良い。

テガマ砂岩層の帯水層は、ウリマンデン盆地およびビルマ盆地全域に広がっており、ウリマンデンでは、北部で自由水に等しく、盆地の中心部で自噴し、ドゴンドッチの南域が分布限界となっている。

#### iii) Continental Terminal (終期陸成層)の帯水層

当層中には3つの自由地下水層と、2つの被圧地下水層、或いは半被圧地下水層が知られており、信頼性が高い地層で、最も多く開発の対象となっている。水量は $10\sim 80\text{ m}^3/\text{時}$ であり、水質も良い。

#### iv) 第4紀層の帯水層

河道の沖積層やチャド盆地に不連続に存在するが、掘削も取水も容易なことから、生活用水・家畜用水として利用されている。水量は $5\sim 50\text{ m}^3/\text{時}$ であり、水質も比較的良い。

表 1 - 1 地下水帯水層の一般特性

帯水層	基盤岩 (1)	古生層 (2, 3, 4, 5, 6)	アガデス砂岩 (7)	コンチネンタル インターカレル (8)	海生層 (9)	コンチネンタル ターミナル (10)	チャド鮮 新生層 (11)	第四紀層 (12)
掘削深度 (m)	50程度	1 — 2 100~1000	100~300	100~1000	40~150	3 10~80 2 70~170 1 100~300	300~350	1 50程度 2 30程度
自然水位 (m)	30程度	1 — 2 0~200	0~60	0~50	20~80	3 10~70 2 20~50 1 0~40	自噴	1 30程度 2 20程度
可能取水量 (m <sup>3</sup> /h)	5程度	1 — 2 100	20~100	100程度	0~20	3 10~60 2 20~70 1 10~80	50程度	1 10~50 2 5~50
水質	良	1 可 2 良	良	良	可~平均	3 平均/良 2 良 1 最良	可	1 良~平均 2 良~可
比貯留量 (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	0.05	0.00225	0.00064	0.015	0.0001	3 0.005 2 0.000052 1 0.000006	0.00001	1 0.015 2 0.015~0.3
年涵養量	0.002 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	1 ほぼ零 2 零	ほぼ零	36	10?	3 700 2 小 1 ほぼ零	零	1 50 2 0.015~ 0.3m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
流動度	?	1 化石水 2 化石水	ギ化石水	ギ化石水	<0.1%	3 0.5% 2 微小 1 化石水	化石水	1 0.01% 2 5~50%
汚染危険度	大	1 非常に小 2 ほぼ無	中	非常に小 ほぼ無	中	3 大 2 非常に小 1 非常に小	非常に小	1 大 2 非常に大
備考	不連続的な 賦存	1 — 2 多量	西部分は 自噴帯	TohoaとDosso で自噴帯	掘削難しく、 高い失敗率	3 — 2 — 1 Dossoで自噴	—	—

注) 最上段の帯水層の番号は水理地質図の番号と符合する。

# REPUBLIQUE DU NIGER CARTE DES SYSTEMES AQUIFERES

MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE & DE L'ENVIRONNEMENT  
 PROJET PNUD/DCTD NER/86/001  
 Conception : A. BONNIER et J. MARGAT  
 Réalisation : A. BONNIER, K. JACKOU & A. KARBO

表1-1を参照の事。

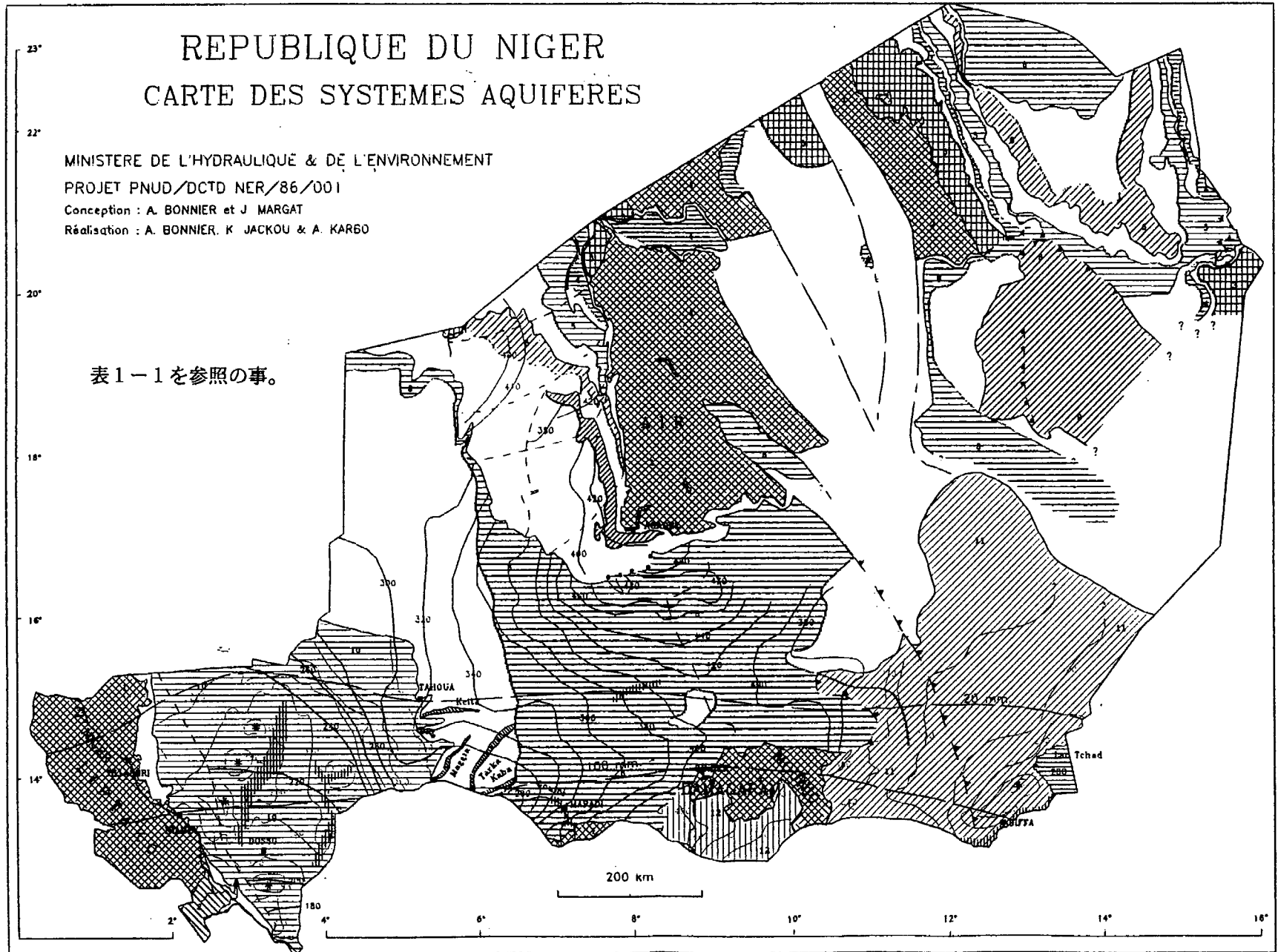


図1-4 水理地質図

## 1-7 水に関する国家政策

### (1) 水に関する国家政策

水に関する国家政策は、「全ての国民が常に水に対する権利を有する」という大原則に基づいている。サヘル地域という立地条件下において、量・質共に満足し、将来障害とならないように水資源を開発し、国民に給水することは、常に社会生活の基本的要求の充足という重要な政策目標である。

給水行政を担当している水利環境省は、かねてからの懸案であった“水に関する法律”を案という形ではあるが、定めている。この法律は、ニジェール国のすべての地域について水管理制度を規則化し、水源の利用状況を決定する事を目的としている。つまり、水源の配分は、国民の社会・経済的需要を考慮に入れ、住民への飲料水の供給を最優先し、次のような配分順を付している。①家庭生活用、②国家用、③農業牧畜用、④養魚用、⑤水運用、⑥電力生産用、⑦レクリエーション用、⑧ゴミ・污水处理用の順である。水利環境大臣は、国家利益の観点から、法令により優先順位を変更する事ができる。また、旱魃時には、水を大量に消費する活動や、直接人間の消費に関係のない活動を地方当局は禁止することができる。農村・牧畜地域では、公共の水保全のため、水管理委員会を設置し、村民の共通の利益の確保と促進を図る。

給水行政を担当している水利環境省の方針では、農村部での住民1人1日当りの計画給水量は25ℓとしている。ところで、国連によるアフリカ諸国の目標生活必用量は、農村部で1人1日35ℓとしているが、水資源の少ないサヘル地域及び給水施設の不備等を考慮すると、計画給水量としてこの25ℓ/人・日という値は現実的な数値である。

ニジェール国では、生活用水の水源を、表流水を利用できるニジェール川沿いとチャド湖周辺を除いて、全て地下水に依存している。すなわち、都市部では表流水と動力ポンプ付深井戸による給水施設により、また農村部ではOFEDBS型井戸とハンドポンプ付深井戸により生活用水を供給している。給水資源（既存井戸）の井戸建設必要本数に対する給水達成率は、下表のように約65%と言われている。現実には、ニジェール国乾燥地帯においては、1人1日当りの水消費量は5ℓ以下と考えられる。

県別の給水達成率

県	近代的井戸数			達成率 (%)		
	1980年	1990年		1980年	1990年	
	合計	Puits	Forages			合計
Agadez	104	286	94	380	21	73
Diffa	396	615	46	661	51	70
Dosso	994	1,379	1,004	2,383	28	61
Maradi	922	1,773	384	2,157	20	62
Taroum	942	1,283	428	1,711	19	43
Tillabery	886	1,664	1,678	3,342	18	59
Zinser	876	1,192	2,359	3,551	18	75
TOTAL	5,120	8,192	5,992	14,185	21	55

(注) 水利環境省のデータに基づく

(2) 水行政組織

各省庁の上部組織として国家開発評議会が設置されており、国家計画としての基本政策を決定し、この政策に従って、各省庁が基本政策の実施計画を立案する。水行政は水利環境省が管轄し、水利環境省の給水計画に基づき、OFEDES（地下水開発公社）が井戸建設プロジェクトを実施する。

水利環境省の組織は図1-5に示す通りである。水利環境省の役割は、人間と家畜への給水政策の立案と推進、水利に関する法律の発令と実施等である。水利環境省の水利インフラ局と水資源局とが、特に水行政を担当する。水利インフラ局の役割は給水計画の立案と実施であり、水資源局は水資源の調査・試験と開発可能性についての技術的アドバイスを行うことである。

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

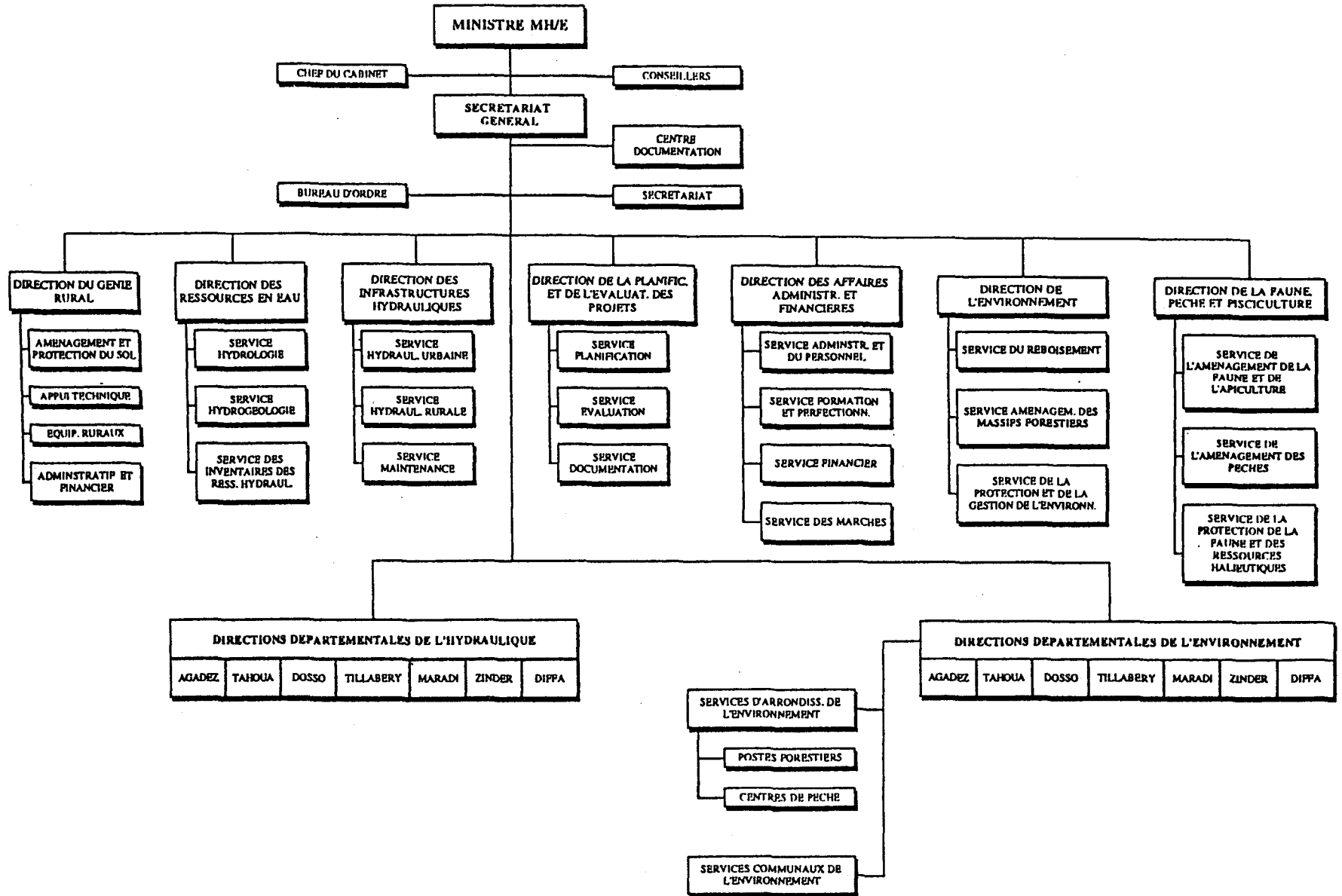


图 1-5 水利环境省组织图

## 第 2 章 地下水監視計画

地下水の水資源量と水質の問題を、認識・解明・解析・対策という問題解決サイクルの中で、明確に把握するためには、地下水に関係する監視・調査を適切に実施する必要がある。

人に気付かれにくく、一旦生じると回復することが難しい地下水問題（水位低下、地盤沈下、水汚染等）に対しては、監視体制（モニタリング体制）を充実し、水準測量や観測井による観測を含む地下水位低下の状況、地下水揚水の実態、及び気象・地質・土質・地下水水利等の把握を行ない、さらに、この現況調査に基づいて、地下水問題の解明と予測を行い、適切な対策を行う必要がある。

他方、地下水の採取の規制に関連した事務手続き、地下水採取者への助言・指導等を適切に行う必要がある。

これらの監視計画を進めるために必要な調査とその調査内容は以下の通りである。

### 2-1 監視計画の内容

#### (1) 水準測量

井戸の標高や地下水位を正確に求めるために実施する。水準点は全国主要道路沿いに設置されているが、道路工事等により紛失したり壊されている場合も多い。また、水準点の密度も粗な地域などでは、人工衛星によるGPS（地球測位システム）を使うことも考える。

#### (2) 地下水位の観測

地下水位は、不圧地下水と被圧地下水とを別々に観測する。また、被圧地下水帯水層が複数存在する場合も別々に観測する。地下水位は、降雨・河川（湖）水位・潮汐の変動によって著しく変動する。また、人為的な揚水によっても大きく変動する。

地下水位の観測井は、揚水の直接の影響を避けるため、既設の揚水井から出来る限り離れた位置に設置しなければならない。一般的には、揚水井から1 km以上離れた場所に、観測井を設置する。

地下水位の観測井の密度は、不圧地下水の場合、95%の精度で捕捉しようとするれば

1 km<sup>2</sup>あたり約4点の観測井が必要であり、一方、被圧地下水の場合は、不圧地下水の場合に比べて少なくてもよく、数10km<sup>2</sup>に1点を規準とし、単純な地下水流の場合は数100 km<sup>2</sup>に、また複雑な場合は数km<sup>2</sup>に1点の観測井を設置すれば充分と考えられる。

観測井の構造は、通常の揚水井と基本的に同じ構造である。ただし、観測井は、1つの帯水層に1つのストレーナーを設置し、他の帯水層との出入りをシャ断するようストレーナーの上下に止水セメンチングを行う必要がある(図2-1)。

水位計には、フロート式、触針式、水圧式等の種類があるが、フロート式の自記水位計が最も普及している。

### (3) 地質調査

文献・既往資料・ボーリング資料等により、地質構造・地質の性状・帯水層の分布及び性状等について明らかにすると共に、地質平面図及び断面図を作成し、地質と帯水層の分布と性状等をさらに明らかにする。

### (4) 原位置試験(ボーリング孔内)

ボーリング孔内における種々の原位置試験資料を基礎として、地質・地下水の状況を明らかにする。

- a. 標準貫入試験(N値)
- b. サンプル試料土質試験
- c. 電気検層
- d. 現場透水試験(揚水試験)

### (5) 一般水質調査

地下水の水質調査は、水質の長期変化を監視するという目的の他に、地下水の流動状況、地下水の水質汚染状況を把握するという目的で実施される。

調査項目は、現場での測定と採水試料による分析とに分けられる。位置と日時の記入の他、次の通りである。

- a. 現場測定——  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , 水温, PH, 電気伝導度, 気温
- b. 採水試料分析——  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ , 全Fe, Mn,  $\text{KMnO}_4$ ,  
 $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$



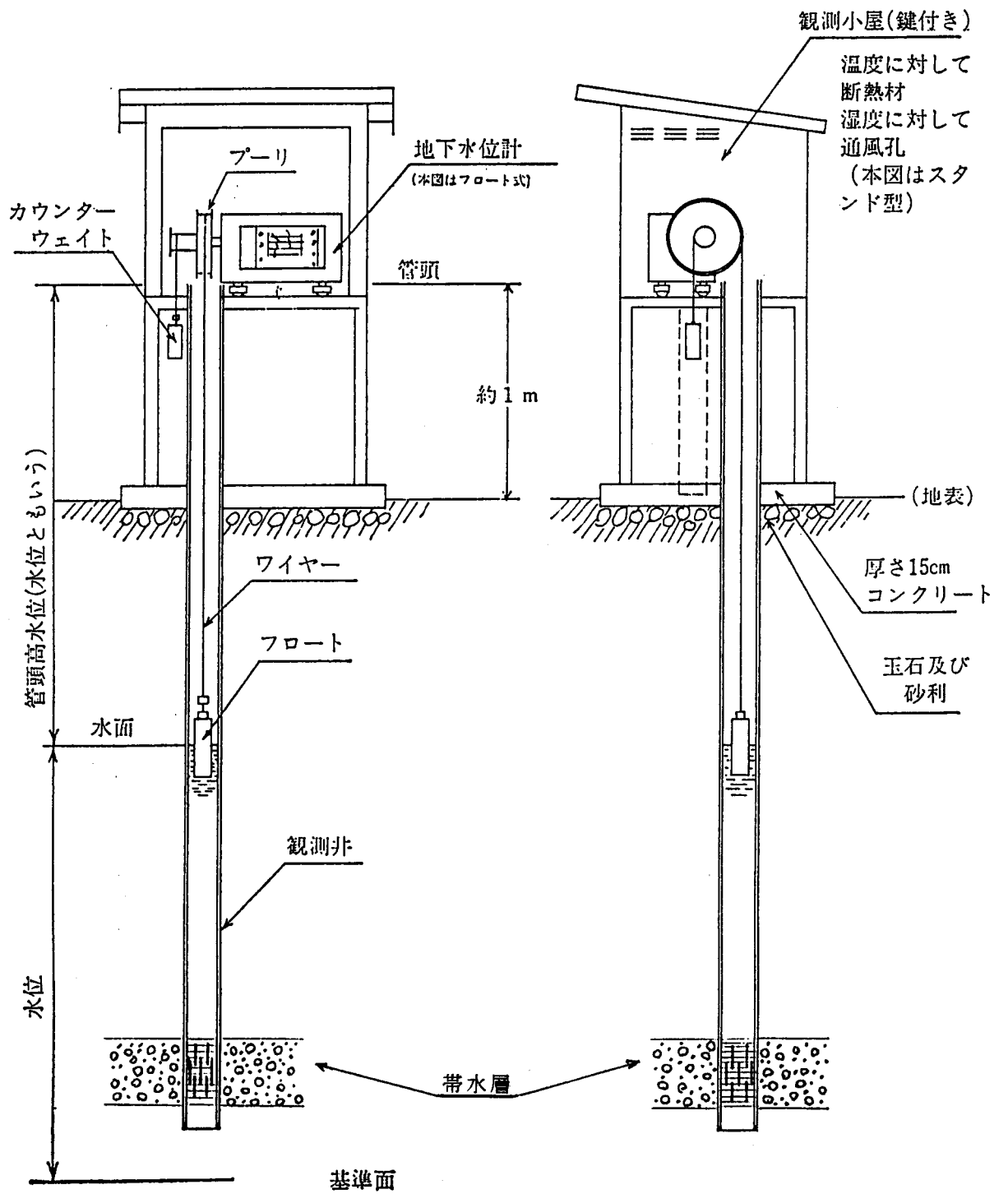


図 2.1 観測小屋, 計器, 観測井の概観図

(6) 同位元素分析

地下水調査における同位元素分析の目的は、地下水の年令と流動状況を把握するために実施される。トリチウム( $^3\text{H}$ )や炭素( $^{14}\text{C}$ )等が使われる。

(7) 地下水揚水量実態調査

地下水揚水量実態調査は、最も基本的な調査であり、地下水の揚水がどんな方法で、どの程度おこなわれているかという目的で実施される。調査に当たっては、アンケート調査だけでは十分な成果が期待されず、実際に井戸所有者を訪問して聞き取りと実況調査を実施する必要がある。

- a. 井戸一覧表
- b. 地下水利用度の地域特性
- c. 地下水位と地下水揚水との関係

(8) 予測手法

地下水位低下（結果的に地盤沈下に結び付く）を防止するためには、地下水揚水の具体的な規制を検討する必要がある。また、さらに将来の地下水低下（地盤沈下）の予測を行う必要が生じる。そのためには、定性的な地下水低下の解明を行い、さらに定量的な検討を行なう。

- a. 時系列解析
- b. 統計解析
- c. 数値モデルによるシミュレーション解析

2-2 ニジェール国における監視計画案

(1) 地下水監視体制の現況

ニジェール国においても、管理責任機関である水利環境省水資源局を中心として、地下水の監視体制の創設が提唱されてきたが、未だ確立されていない。その原因としては、技術者と研究者の不足、分析・解析器械の不足、分析施設欠如等が挙げられる。

ニジェール国全体における地下水観測網は次の表に示す通りである。総計は1300井であるが、そのうち自記水位記録計の設置は7ヵ所のみであり、携帯式の水位計により、週一回の観測が実施されている。これらの他に、243ヵ所の揚水井で水位観測

県別観測井の数

県	観測井 (1992年)	井戸 (1990年)
Agadez	8	344
Diffa	29	646
Dosso	49	2,496
Maradi	13	2,269
Tahoa	0	1,697
Tillaberi	15	3,529
Zinder	16	3,890
Total	130	14,871

が実施されているが、揚水井における水位データであるため信頼性がない。基本的に観測井の個数は不足であり、少なくとも総井戸数の1割は必要である。それでも、観測井の密度は単純計算で約1000km<sup>2</sup>に1本となる。また、分析値のデータベース化についても、実施されていない。

水質調査にしても、現場での調査が主であり、採水資料の分析については井戸完成時の分析のみであり、その後の監視分析は実施されていない。また、分析値のデータベース化についても、実施されていない。

水利環境省における技術者数は次の通りである。

専門	人数
水理地質	5
物理探査	2
水理	1
水質	1 (7人のテクニシャン)

Niamey大学同位体研究所 (IRI) においては、炭素14 (<sup>14</sup>C) の分析装置があり、同位体研究が行われている。

HAPEX-SAHEL (Hydrologic-Atmospheric Pilot Experiment au Sahel)は現在集中的にニアメイ市西南部において、国際研究機関(添付資料Ⅷ)、並びにニジェール国関係諸官庁・研究機関が中心になり、陸と大気との相互作用の研究実験が実施されており、究極的には気候変化の解明研究へと進むことが目論まれている。

この実験の中で、地下水関係の課題としては、地下水位の観測を通して地下水への降水の涵養機構及び涵養量を把握することが挙げられている。また、この実験を推進・実行するためには、観測井の建設、自記水位計の設置、水質分析機器(器具)の供給・補充、観測値のデータベース化とそのためのコンピューターの供給、並びにこれらの分析・解析を行なうためのセンターの建設等が必要であり、この点に関する不備と必要性について水利環境省の役人等の意見があったことを注目すべきと判断される。

## (2) ニジェール国における監視計画

### a. 観測井の建設

図2-1に示すような、観測井の設計図に基づいて、100の観測井を下記のような内訳で建設する。

帯水層	観測井
第四紀層	20
コンチネンタル・ターミナル層	30
コンチネンタル・インターカレール層	30
古生層	10
基盤岩	10

### b. 自記水位計の設置

新設の100の観測井についてフロート式の自記水位計を設置する。

### c. 水質分析器械・器具

一般水質試験と細菌検査のための標準的分析器械と器具の供給、補充を行う。

### d. 井戸データと水質データのデータベース化

データベース化に必要なコンピューターとソフトウェアの供給、補充を行う。

### e. 水資源監視センターの新設

水資源監視センターを建設し、水理地質学データを総合的に解析・分析し、将来予測をも可能たらしめるため、計算センター(ワークステーション・コンピューター程度)を新設すると共に、水質分析実験室を新設する。

〔添付資料〕

## 添付資料 I

### 調査員の略歴

氏 名	略 歴
樋 口 政 男	昭和23年10月14日生 昭和47年 3月 東京教育大学理学部地理学科卒業 昭和53年 3月 筑波大学理学研究科博士課程卒業 S. 53. 4 ~ S. 55. 3 水温調査会(社団法人) S. 54. 4 ~ S. 60. 3 立正大学地理学科助手 S. 60. 4 ~ S. 61. 10 中央開発(株) 海外事業部 S. 62. 9 ~ 現 在 (株)建設企画コンサルタント 海外本部 次長
深 澤 友 雄	昭和29年 8月 1日生 昭和50年 3月 宮城県農業短期大学農業土木科卒業 S. 50. 4 ~ S. 53. 9 (株)新東洋技術コンサルタント S. 53. 4 ~ S. 53. 9 青年海外協力隊(モロッコ) S. 56. 9 ~ 現 在 (株)建設企画コンサルタント 海外本部 主任技師
山 下 奉 則	昭和27年 7月15日生 昭和51年 3月 大東文化大学経済学部卒業 昭和53年10月 ボルドー大学経済学部修士課程受講 昭和54年 4月~ (株)テクノ・スタッフ 平成 4年 4月~ 同和工営(株)嘱託

## 添付資料Ⅱ

### 調査日程

6 / 7 (日)	成田発、パリ着
8 (月)	Orléans BRGM (Mr. Yean Michel Royer)
9 (火)	Orléans BRGM (Mr.
10 (水)	パリ着、ニアメイ着
11 (木)	水利環境省、農業畜産省表敬訪問
12 (金)	財務・計画省、外務・対外協力省表敬訪問
13 (土)	資料整理
14 (日)	”
15 (月)	水利環境省にて協議・資料収集
16 (火)	”
17 (水)	ウアラム郡現地調査
18 (木)	フィレンゲ郡現地調査
19 (金)	ニアメイ市周辺現地調査
20 (土)	資料整理
21 (日)	”
22 (月)	農業畜産省にて協議・資料収集
23 (火)	ドゥソ県現地調査
24 (水)	農業畜産省にて協議・資料収集
25 (木)	ニアメイ市周辺現地調査
26 (金)	財務・計画省、外務・対外協力省報告
27 (土)	資料整理
28 (日)	”
29 (月)	水利環境省、農業畜産省報告
30 (火)	ニアメイ発アビジャン着
1 (水)	アビジャン発パリ着
2 (木)	ボルドー大学熱帯地理研究所
3 (金)	”
4 (土)	”
5 (日)	パリ発
6 (月)	成田着

### 添付資料 III

#### 収集資料

- 1) Ministère du plan (1991): Annuaire Statistique.
- 2) Ministère du plan (1991): Recensement General de la Population 1988.
- 3) Ministère du l'Economie et des Finances (1991): Bulletin Statistique.
- 4) " (1991): Les Comptes Economiques de la Nation.
- 5) " (1992): Commerce Extérieur.
- 6) B.M. Say (1989): Le Niger et ses Merveilles.
- 7) G. Bernert et al (1985): Le Renforcement de l'Alimentation en ear potable des quartiers de la périphérie de Niamey, Niger, Hydrogéologie (BRGM).
- 8) C.Arnaud et al (1987): Création d'un réseau piézométrique national au Niger, Hydrogéologie (BRGM).
- 9) Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement (1987): Actualisation de l'Atlas des Eaux Souterraines du Niger.
- 10) " (1991): Le Secteur de l'Hydraulique.
- 11) " (1988): Lode de l'Eau(plan)
- 12) UNDP(1991): Schéma Directeur de Mise en Valeur et Gestion des Ressources en Eau du Niger.
- 13) A. T. Groue (1985): The Niger and its Neighbours.
- 14) ORSTOM (1986): Contribution de l'ORSTOM à la Connaissance des Précipitations en Afrique de l'Ouest et Centrale.
- 15) R. Black & J. Fabre (1980): A Brief Outline of the Geology of West Africa.
- 16) BRGM: Tectonique de l'Afrique
- 17) BRGM: Carte Geologie de l'Afrique occidentale
- 18) BRGM: Carte mondiale des sols
- 19) BRGM: Bulletin Hydrogéologie
- 20) Agrotechnik (1991): Reconstruction du Barrage de Guidam-Magadi



## 添付資料 IV

### 面会者

#### 1. 日本大使館（アビジャン）

- ・山下 忠義 領事
- ・國枝 正 一等書記官
- ・後藤 章 一等書記官

#### 2. J I C A（パリ）

- ・塚田 所長
- ・黒川 所員

#### 3. J I C A（ニアメイ）

- ・天野真由美 海外青年協力隊調整員

#### 4. ニジェール政府及び諸研究機関

##### a. 水利環境省（Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement）

- |                       |                                            |
|-----------------------|--------------------------------------------|
| M. Abdou Hassane      | Ministère                                  |
| M. Boube Ibrahima     | Directeur des Infrastructures Hydrauliques |
| M. Kanta Ibrahim      | Directeur des Ressources en Eau            |
| M. Attahirou I. Karbo | Chef Service Hydrogéologie                 |

##### b. 農業畜産省（Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage）

- |                       |                                   |
|-----------------------|-----------------------------------|
| M. Boukar Abbo Mallam | Ministère                         |
| M. Seyni Moussa       | Directeur du Génie Rural          |
| M. Hamidou Souley     | Directeur Adjointe du Génie Rural |

##### c. 財務計画省（Ministère des Finances et du Plan）

- |                       |                                              |
|-----------------------|----------------------------------------------|
| M. Laoual Chaffani    | Ministère                                    |
| M. Yayé Saidou        | Directeur des Programmes et du Plan          |
| M. Moustarha Aichatou | Directeur Adjointe des Programmes et du Plan |

d. 外務協力省 (Ministère des Affaires Etrangères et de la Coopération)

M. Hamidou Hassane            Ministère

Mme Moustapha Sahade        Directeur, Division Asie

e. ニアメイ大学 (Université de Niamey)

Dr. Abdoulaye Tinga           Professeur, Département Physique

M. Marini Paul                Institut des Radio-Isotopes de l'Université de  
Niamey

f. 地下水開発公社 (OFÉDES)

M. Bagnan Beidou             Directeur Général

5. 国際機関

M. Joseph A. W. M. van Loon   Hydrogéologue-Informaticien, Conseiller

Technique Principal P. I., UNDP

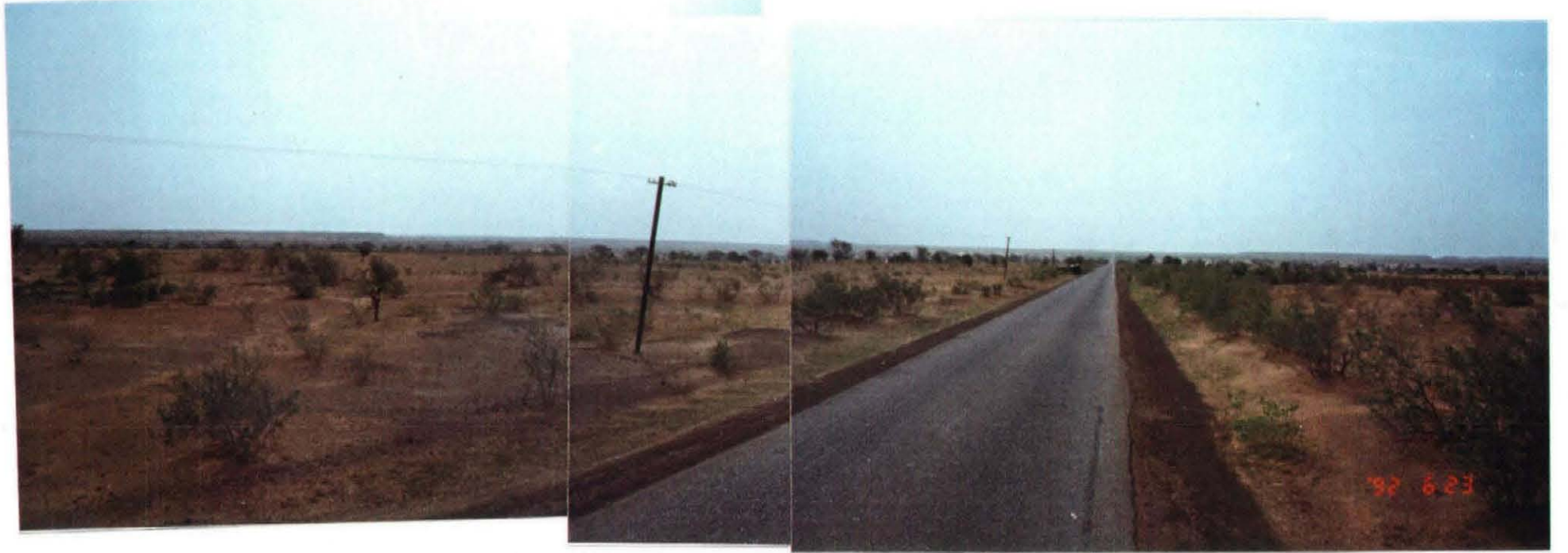
M. Thiény Lebel

Coordinateur HAPEX NIGER, ORSTOM

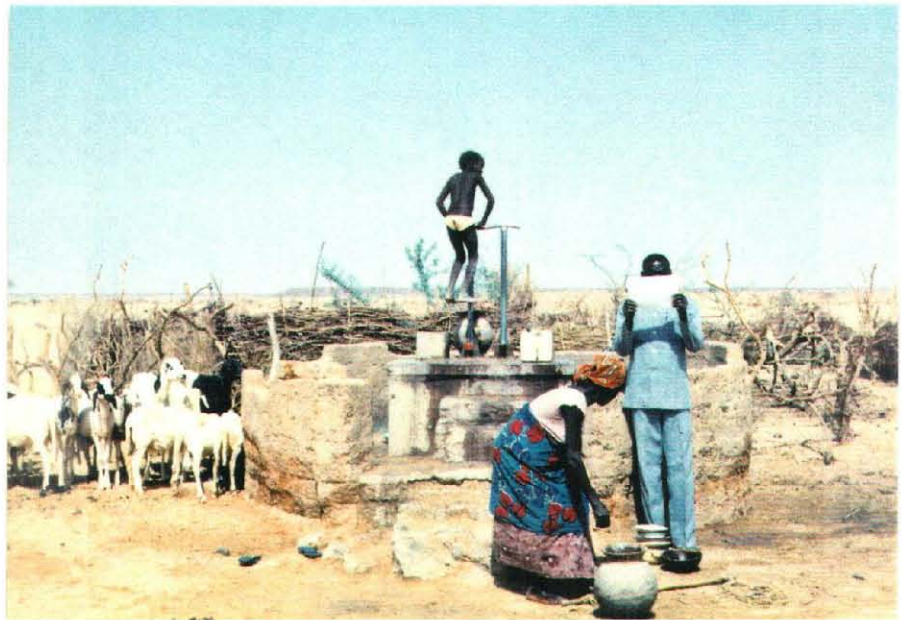
## 添付資料 V

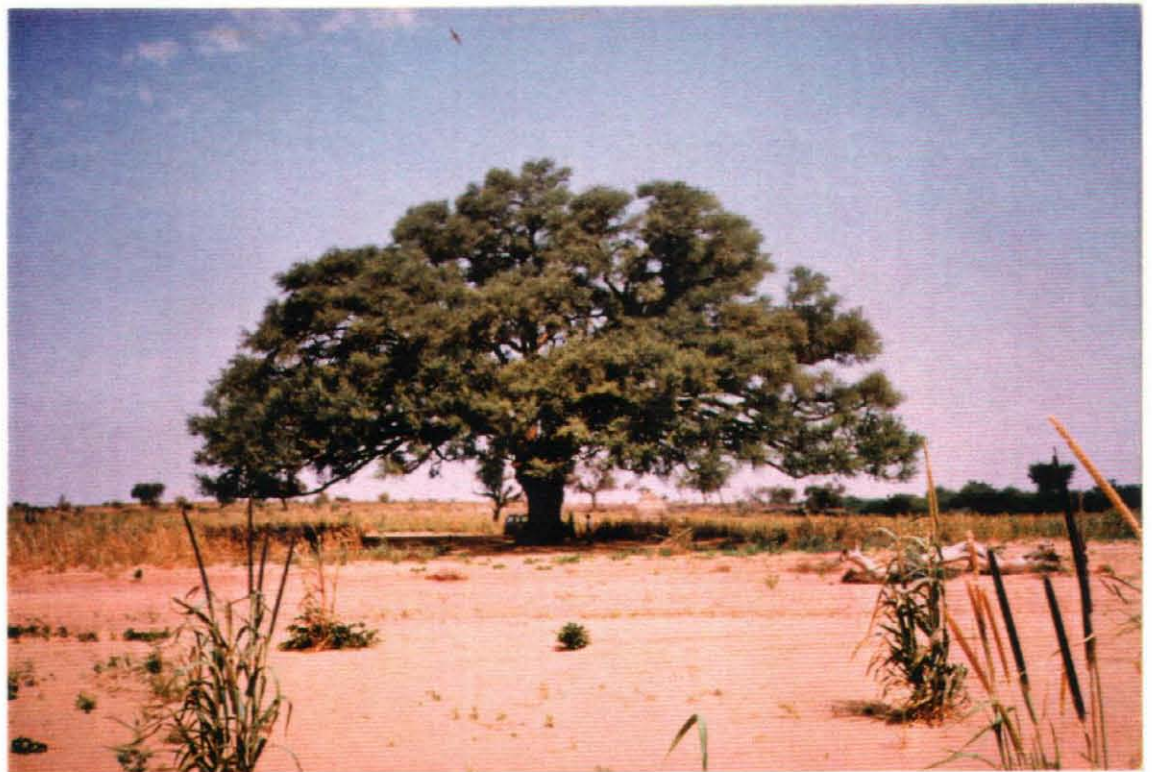
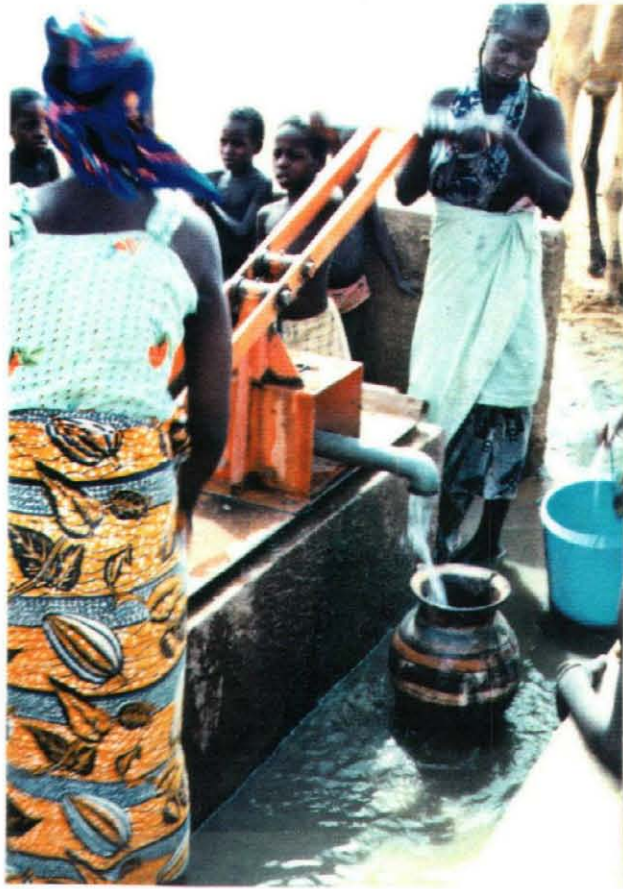
現地写真







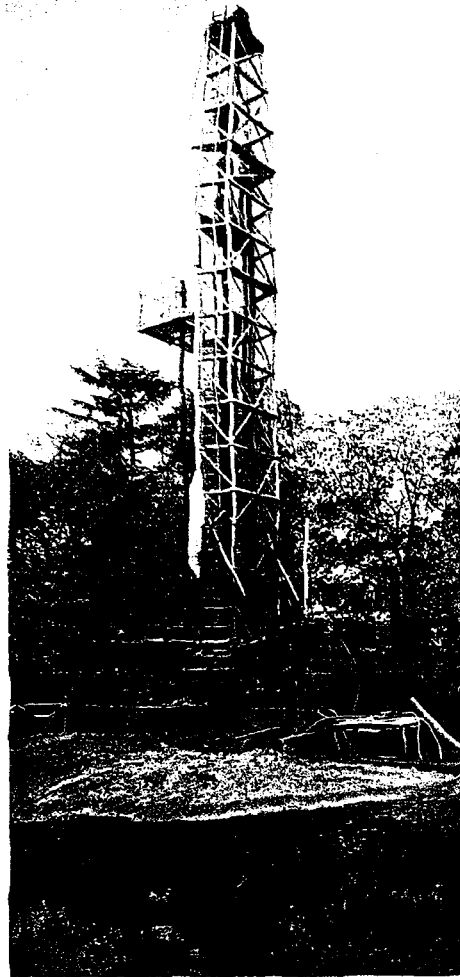
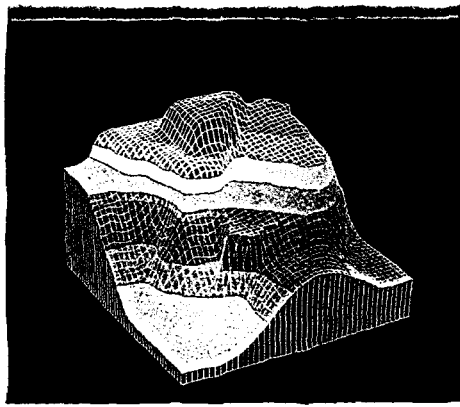






## 添付資料 VI

フランス地質鉱物研究所



Connaître, évaluer, exploiter,  
gérer, protéger.

Le BRGM et l'Eau



**T** indispensable à la vie et au bien-être, à l'industrie et à l'agriculture, l'eau constitue de plus en plus un patrimoine à respecter et à gérer. Le BRGM, depuis plus de 30 ans, propose une large gamme de prestations couvrant tous les aspects de la recherche, de la prospection, de l'évaluation, de l'exploitation et de la gestion de l'eau. Le BRGM assure tout ou partie d'un projet, de son identification jusqu'au transfert de savoir-faire, en assurant, si nécessaire, les fonctions de chef de file.

## Entre le BRGM et votre projet : les 9 sources de la réussite.

### 1 Professionnels de l'eau depuis plus de 30 ans.

250 professionnels de l'eau soutenus par plus de 900 spécialistes des différentes sciences de la Terre travaillant au Centre Scientifique et Technique d'Orléans : créé il y a plus de 30 ans, le Département Eau du BRGM se trouve aujourd'hui au premier rang européen dans son domaine.

### 2 1300 études : sur tous les continents, le savoir-faire du BRGM.

Le BRGM a effectué plus de 1300 études importantes concernant l'eau, dont environ 400 en France. Chaque année, il confirme ainsi sa place parmi les grands bureaux d'études internationaux.

### 3 Présent dans le monde entier.

Dans toutes les régions du monde, la connaissance du terrain. Avec 25 agences en France et une présence ou un partenariat dans 60 pays et sur les 5 continents, le BRGM possède une connaissance approfondie des situations auxquelles ses clients sont confrontés.

### 4 11% du C.A. consacré à la Recherche et Développement : des moyens de pointe.

Le BRGM consacre 11% de son C.A. à la Recherche et Développement. Il dispose d'un centre de calcul et d'un département de développement des logiciels, d'un centre de documentation connecté à des banques de données documentaires et techniques du

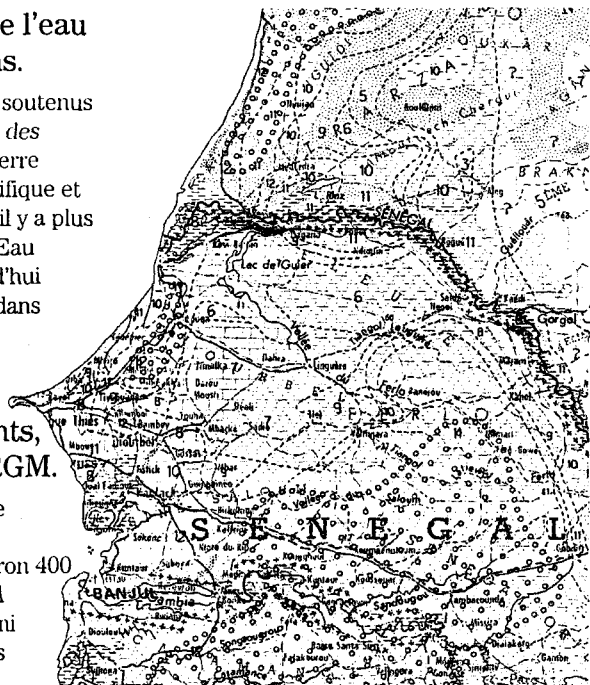
monde entier, de laboratoires d'analyses, de centres de télédétection et de cartographie.

Au besoin, il peut aussi s'associer avec des consultants et experts complémentaires spécialisés.

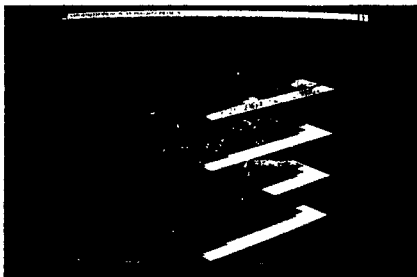
### 5 Plus de 10.000 forages productifs en Afrique sahélienne : une expérience unique.

Associés quelquefois à l'aménagement de périmètres irrigués ou à des mini adductions d'eau, plus de 10.000 forages déjà réalisés par le BRGM équipent des villages de l'Afrique sahélienne.

D'une profondeur de 30 jusqu'à plus de 100 mètres, munis de pompes à motricité humaine, solaire ou diesel, ils constituent des réponses bien adaptées aux besoins des hommes.



**6** 50 banques de données sur l'eau, 400 modèles mathématiques de gestion des aquifères : l'expérience et la mémoire.



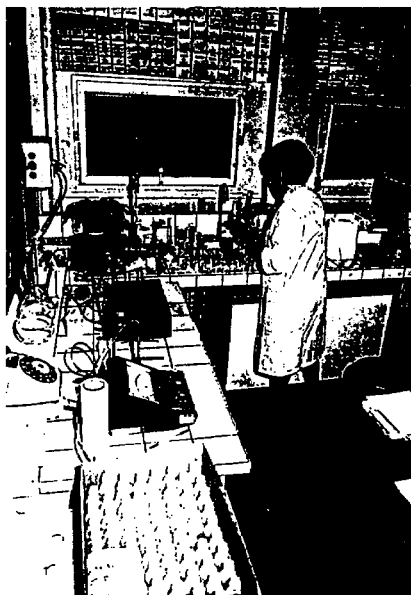
Le BRGM fait partie des trois premiers groupes mondiaux pour la conception de modèles mathématiques de prévision de l'évolution des systèmes aquifères : plus de 400 modèles sont déjà opérationnels.

50 banques de données créées par le BRGM — dont une vingtaine hors de France — regroupent les informations sur les ressources en eau de très nombreux pays et régions. Le BRGM peut rapidement et efficacement, concevoir et mettre en œuvre des solutions à la mesure de chaque nouveau besoin dans n'importe quelle zone géographique.

**7** Cartes et synthèses : des outils d'aide à la décision.

L'effort de R&D se concrétise en particulier par une capacité exceptionnelle dans le domaine de l'évaluation et de la planification des besoins et des ressources :

- plus de 25 schémas directeurs ont été réalisés pour aider les décideurs à faire le choix d'aménagement à long terme,
- plus de 75 cartes nationales ou régionales recensent les ressources en eau dans différents pays.



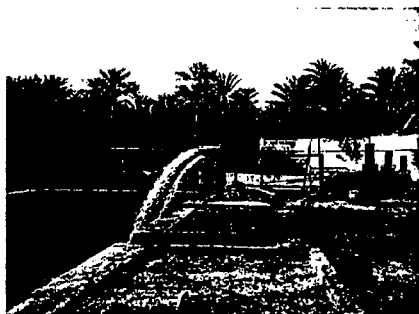
**8** 600 semaines de stage par an : l'ouverture technologique.

Ouvert au transfert des technologies et des compétences, le BRGM assure plus de 600 semaines de stage par an dans le cadre de ses projets internationaux.

**9** De l'identification des besoins à la formation des hommes : la chaîne complète des services pour une ingénierie de projet.

En tant que bureau d'études conseil et/ou maître d'œuvre, en France comme dans le monde entier, le BRGM assure une véritable ingénierie de projet : de l'exploitation à la réalisation, il couvre la chaîne complète des services :

- identification et conception de projets,
- études préliminaires,
- études de faisabilité,
- études techniques et financières,
- préparation de dossiers d'appels d'offre et de contrats,
- direction et supervision de projets,
- réception d'ouvrages,
- assistance technique,
- formation et transfert de technologie.



## Les champs d'activité.

### ■ Prospection et exploitation de l'eau souterraine.

Etudes hydrogéologiques, forages et champs de captage, périmètres de protection, réseaux d'observation, maintenance.

### ■ Evaluation des ressources en eau souterraine.

Investigations, description détaillée des aquifères, évaluation du potentiel des aquifères.

### ■ Gestion des ressources en eau.

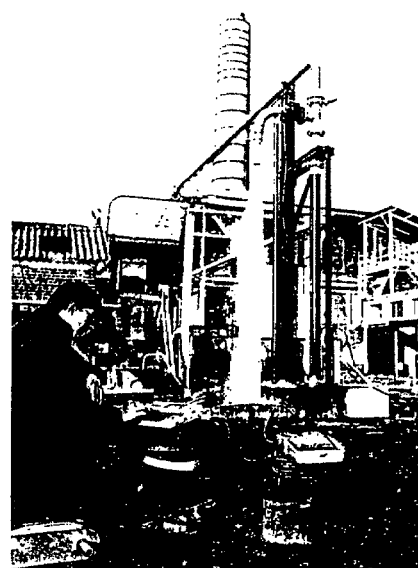
Réseaux de surveillance, banques de données, outils de gestion, plans directeurs et schémas d'aménagement des eaux, cartographie multicritères et d'aide à la décision.

### ■ Protection des ressources en eau souterraine.

Vulnérabilité, surveillance de la qualité, comportement des polluants, modèles couplés chimie-transport, décontamination et réhabilitation, géoassainissement.

### ■ Risques.

Dénoiement des travaux souterrains, remontée des niveaux de nappes.



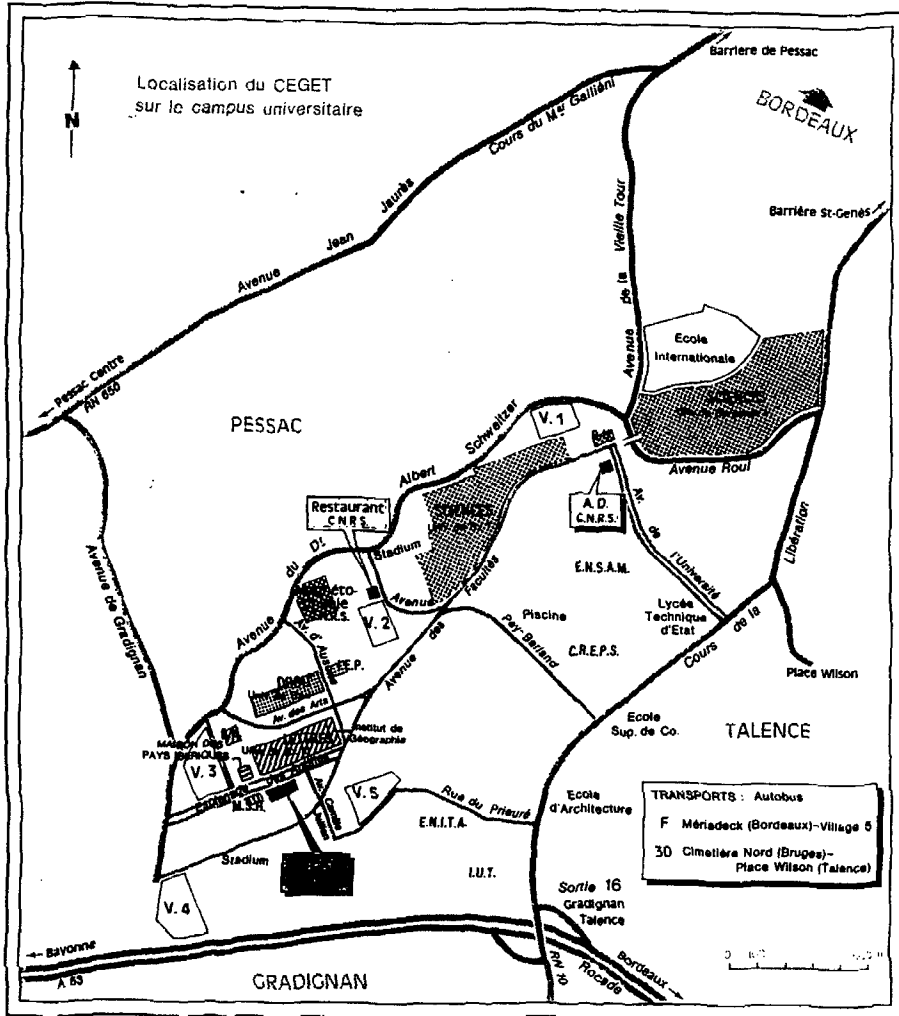
BRGM Avenue de Concyt BP 6009  
45060 Orléans Cedex 2.- France



Tel. (33) 38.64.31.82 / 38.64.34.34  
FAX (33) 38.64.30.30 / 38.64.35.18

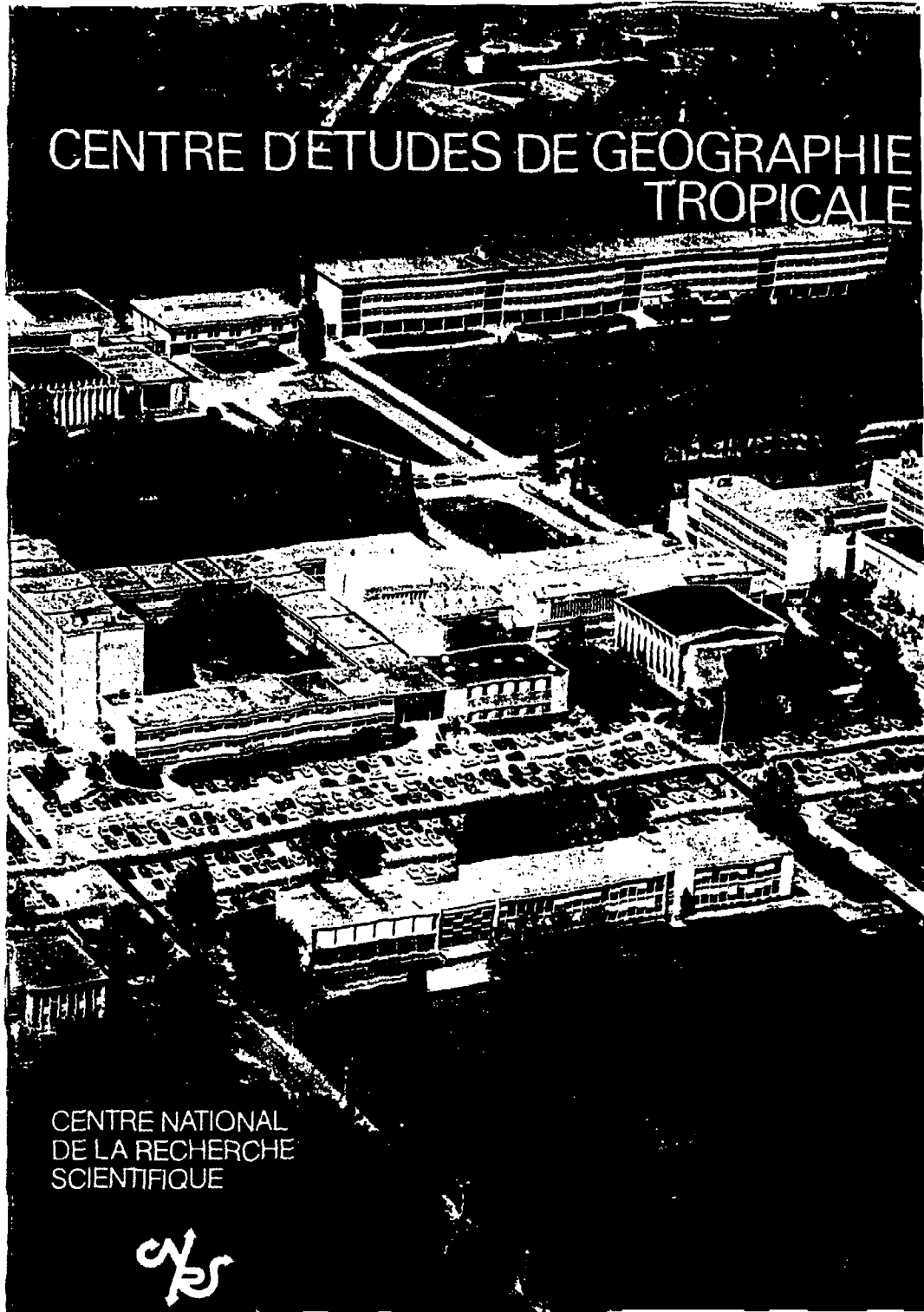
## 添付資料 VII

ボルドー大学熱帯地理研究所



**Centre d'Etudes de Géographie Tropicale**

**CEGET** Domaine universitaire de Bordeaux - 33 405 Talence Cedex  
 Tél: 56 84 68 30 - TELEFAX 56 84 68 55 - France



Le Centre d'Etudes de Géographie Tropicale, Laboratoire Propre du CNRS, a été créé en 1968, par le Professeur Guy LASSERRE. Il occupe en permanence 41 personnes dont 10 chercheurs, 14 ingénieurs, 2 assistants ingénieurs, 12 techniciens et 3 agents d'administration.

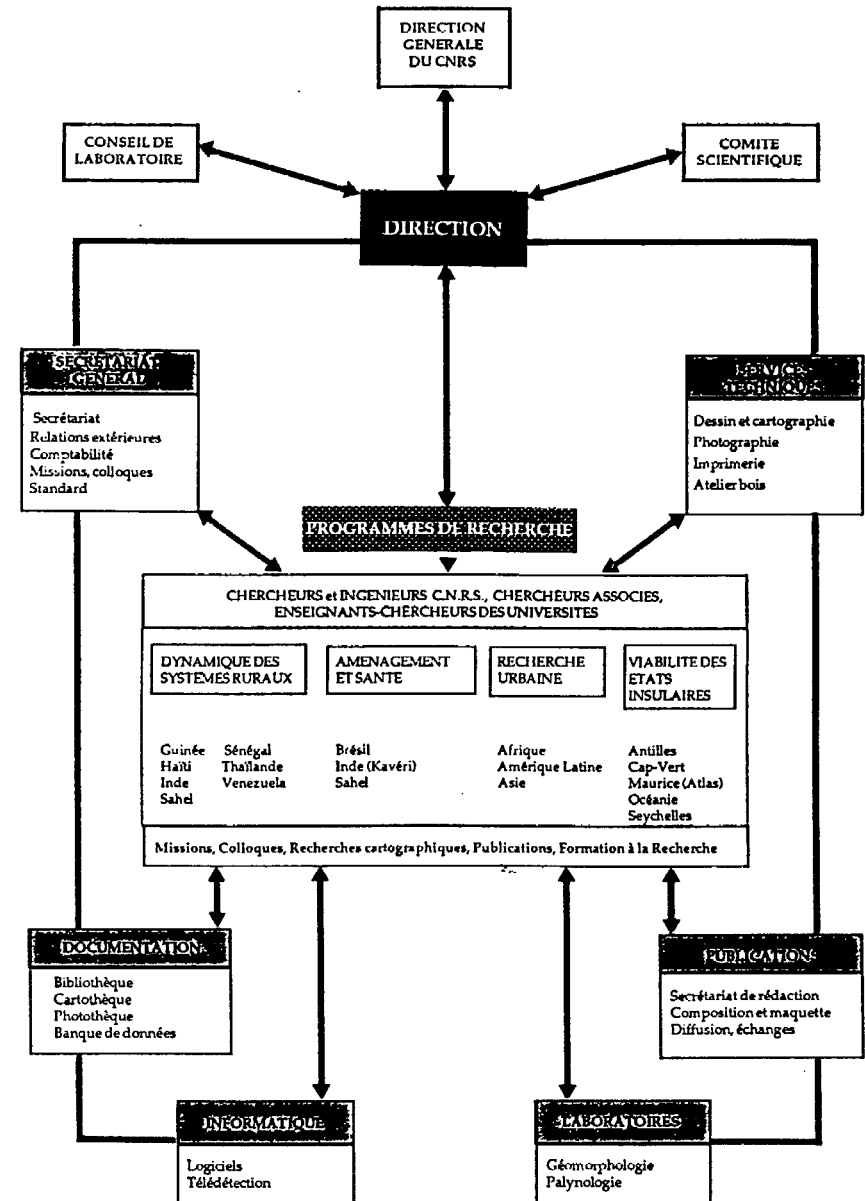
Principal centre de recherche géographique du CNRS, spécialisé dans l'étude du monde tropical, le CEGET est doté d'un important Service de Documentation. Il a publié, depuis sa création, 92 volumes issus des travaux de chercheurs français ou étrangers. Les programmes de recherche portent sur l'ensemble de la zone intertropicale, les régions étudiées variant selon les thèmes.

Plus de vingt années se sont écoulées depuis la fondation du CEGET. Le Monde et les Tiers Mondes changent. Les techniques d'investigation évoluent et se modernisent. Les idéologies se brisent contre les réalités. Les frontières entre les différentes sciences sociales et humaines ne sont plus rigides.

La Géographie doit affirmer son identité et sa spécificité comme discipline-carrefour, en s'ouvrant aux sciences voisines traitant de l'environnement biophysique ainsi que des milieux humains et sociaux.

Le CEGET veut assurer, au cours de la dernière décennie du XX<sup>e</sup> siècle, cette entreprise de modernisation des techniques et d'ouverture disciplinaire. Il veut se situer au coeur des débats sur l'aménagement et le développement des pays dont la trame commune dominante est la pauvreté.

SINGARAVELOU, Directeur du CEGET,  
Professeur de Géographie des pays tropicaux,  
Université de Bordeaux III.



Organigramme du CEGET



## 添付資料 VIII

Hapex Saheの組織・計画・実施計画プログラム案

## Hapex Sahel

Hydrologic - Atmospheric Pilot **EX**periment au **Sahel**.

### Organisation

#### Ce programme

◆ est l'oeuvre de scientifiques africains, européens et américains qui mettent en commun leurs compétences. Un comité d'organisation, au niveau scientifique et au niveau opérationnel a été créé pour coordonner la conception et l'exécution de l'expérience (voir le tableau en page 4).

◆ prend en compte les phénomènes liés à la végétation (au Sahel : le développement de la végétation et le bilan en eau disponible sont très étroitement couplés.)

◆ implique d'importantes opérations de télédétection aéroportée et spatiale : "vérité-sol", interpolation à l'intérieure de la zone et extrapolation des résultats à d'autres zones géographiques et climatiques.

#### Les différents partenaires

◆ L'ORSTOM, "Institut Français de recherche scientifique pour le développement en coopération" est l'organisateur de ce projet et ses chercheurs travaillent conjointement avec ceux des organismes nigériens et étrangers sur les différents programmes composants Hapex-Sahel.

◆ Les équipes nigériennes : DMN (Direction de la Météorologie Nationale), DRE (Direction des Ressources en Eaux), INRAN (Intitut National de Recherche Agronomique du Niger), Université de Niamey (Institut des Radios Isotopes -IRI-, Faculté des sciences, Faculté d'Agronomie, Faculté de Lettres), ONERSOL (Organisme National pour l'Energie Solaire).

◆ Des institutions régionales de recherches : AGRHYMET, ACMAD, ICRISAT.

◆ Des organismes étrangers :

Les équipes anglaises : Institut Hydrologique de Wallingford (IH),  
Université de Reading  
Université de Edinburgh  
Les équipes américaines : Université du Maryland  
NASA  
Université de l'Etat d'Oregon  
Les équipes danoises : Université de Copenhague  
Les équipes Néerlandaises : Université de Wageningen  
Les équipes françaises : CNRS, INRA  
Météo-France  
LERTS,  
Nombreux laboratoires d'universités françaises

### La collaboration France-Niger

L'ORSTOM, institut français, est l'organisme pivot entre les équipes nigériennes et les instituts ou équipes non nigériennes.

Par son intermédiaire, la collaboration France-Niger revêt plusieurs formes : accueil de chercheurs nigériens dans une équipe française, actions conjointes sur le terrain, au service du programme défini, chacun gardant la maîtrise de son expérimentation; appui méthodologique et logistique de l'équipe française à l'équipe nigérienne, correspondant à un besoin immédiat pour Hapex-Sahel et pour les équipes concernées.

**Le but recherché au niveau des équipes nigériennes est la valorisation des résultats de l'expérience au profit des actions de développement et de recherche au Niger, et la formation. Sur ce plan, les retombées de HAPEX-SAHÉL doivent aller au delà de 1992. La compréhension des phénomènes atmosphériques au Sahel sera un atout précieux pour une meilleur gestion de ses ressources.**

### **Rôle des Instituts Nigériens**

#### DMN

#### **La Direction de la Météorologie Nationale**

Des données météorologiques historiques sont disponibles dans la zone du projet. Malheureusement la densité insuffisante du réseau actuel et surtout les objectifs initiaux sur lesquels est basée leur collecte font qu'elles ne répondent pas totalement aux préoccupations du Projet.

Le programme conjoint entre la DMN et Météo-France a trait à l'amélioration de la représentativité des données collectées. Cette amélioration est spatiale (elle concerne la densification du réseau), et temporelle (pour ce qui est de l'augmentation des fréquences de certaines observations).

Dans le cadre du projet, la DMN propose de :

- ◆ Transformer la station agro-météorologique de Chikal en station agro-synoptique.

- ◆ Créer une station climatologique spécialisée sur le site central du degré carré. (Banizoumbou).

- ◆ Renforcer les équipements, notamment de sondage vent (PILOT) au niveau des stations de Tahoua et Birni N'konni.

Et en collaboration avec les autres instituts impliqués, la saisie, le traitement, l'analyse et la publication des données météorologiques.

Les crédits alloués par le Ministère de la Coopération Française s'élèvent à 32 000 000 Francs CFA.

## **L'INRAN**

### **Institut National de Recherche Agronomique du Niger**

Trois programmes :

- ☞ "L'étude de l'état hydrique du sol le long des toposéquences de vallées sèches", ce programme s'insère dans le volet Humidité des sols de l'expérience Hapex-sahel; il s'attache à l'étude du rôle de la topographie dans le bilan hydrique, c'est à dire la redistribution de l'eau sur le versant.

Connaissance fondamentale pour une meilleure compréhension des processus hydriques au Sahel et pour l'extension spatiale des mesures ponctuelles de l'humidité du sol.

Les crédits alloués par le Ministère de la Coopération Française s'élèvent à 10 500 000 Francs CFA.

- ☞ "La dynamique de la production primaire des formations végétales du degré carré de Niamey". Ce programme s'insère dans le groupe "Ecologie et Végétation" et correspond à l'étude du rôle de la végétation dans le bilan de l'eau au Sahel.

Les crédits alloués par le Ministère de la Coopération Française s'élèvent à 2 250 000 Francs CFA.

- ☞ "Bilan énergétique des surfaces cultivées en mil". Les objectifs de ce programme sont de caractériser l'évolution des états de surface (cultures de mil et jachères) en vue de leur modélisation en relation avec leurs bilans radiatif et énergétique et de présenter un modèle de simulation de fonctionnement du système cultivé en mil.

Les crédits alloués par le Ministère de la Coopération Française s'élèvent à 10 000 000 Francs CFA.

## **L'IRI**

### **Institut des Radio-Isotopes de l'Université de Niamey**

- ☞ "Echantillonnage et équipement tensiométrique des WAB mil et jachère du site central" Ce programme s'inscrit dans le groupe "Humidité des sols". Il propose : une aide technique à l'échantillonnage et à l'équipement tensionneutronique des sites de suivi de l'eau du sol dans deux unités biophysiques du supersite central. Et l'étude des éléments du cycle de l'eau et du bilan hydrique dans le WAB de mil et de

jachère de ce super site.

Les crédits alloués par le Ministère de la Coopération Française s'élèvent à 5 500 000 Francs CFA.

## **DRE**

### **La Direction des Ressources en Eau du Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement**

Afin de permettre à la D.R.E. (Direction des Ressources en Eau) de mieux exploiter toutes les potentialités concernant les ressources en eau, le projet HAPEX-SAHÉL a apporté son concours financier dans trois activités principales à savoir :

☞ Le "Suivi des mares de plateau et de bas-fond", programme conjoint entre la DRE et l'ORSTOM. Ce groupe de travail a pour but d'acquérir des données nécessaires à la compréhension des mécanismes de stockage et déstockage de l'eau dans les mares et d'estimer l'importance de celles-ci dans le bilan hydrologique à l'échelle régionale.

Les crédits alloués par le Ministère de la Coopération Française s'élèvent à 17 000 000 Francs CFA.

☞ Le "Suivi piézométrique et géochimique de la nappe phréatique", programme conjoint entre la DRE et l'ORSTOM. C'est l'étude de la nappe phréatique par le suivi régulier de la surface piézométrique et de la composition chimique. Dans le cadre de HAPEX-SAHÉL, les eaux souterraines du secteur central seront observées dans les puits, forages et piézomètres existants et ceci en vue de comprendre la dynamique des eaux souterraines et fournir une estimation des volumes hydriques qui échappent au domaine superficiel et participent à la recharge des eaux souterraines.

Les crédits alloués par le Ministère de la Coopération Française s'élèvent à 10 000 000 Francs CFA.

☞ Le "Repérage altimétrique des sites piézométriques", programme conjoint entre la DRE, la Direction de la Topographie et l'ORSTOM dont l'objectif principal est l'étude du bilan d'énergie et du bilan hydrique dans l'optique d'une paramétrisation des flux à l'échelle régionale.

Les crédits alloués par le Ministère de la Coopération Française s'élèvent à 3 000 000 Francs CFA.

Je suis convaincu que cette modeste et opportune contribution permettra à nos institutions nationales de mener à bien leur politique de planification, de gestion, de mise en valeur et de surveillance des ressources naturelles du Niger

## **Structuration au Niger**

Par arrêté n°007/MESRT/EN du 15 février 1991, il a été créé une Composante Nationale du projet. Les activités de cette composante sont définies par un comité technique (CT) qui réunit les directeurs de tous les organismes nigériens (cités plus haut) impliqués dans Hapex-Sahel.

Le comité technique est présidé par le directeur de la Recherche et de la Technologie : M. Sidikou Harouna Oumarou et a désigné un coordinateur national (CONAT) : M. Abdoulaye Tinga chargé d'exécuter ou de faire exécuter les actions définies par le CT et de travailler en étroite collaboration avec les différents partenaires.

Les attributions de cette Composante Nationale sont :

- ◆ d'organiser tant sur le plan scientifique que logistique, et en collaboration avec les structures exécutives du projet HAPEX-SAHÉL International, le programme d'observation de l'expérience.

- ◆ de favoriser la valorisation des résultats de l'expérience tant au profit du Niger qu'à celui des autres pays du Sahel.

### **Coordination du projet**

Il a été créé pour Hapex-Sahel, un comité d'opérations chargé de la coordination scientifique et opérationnelle de l'expérience dont la structure est décrite dans le tableau ci-dessous.

La mise en oeuvre des décisions de ce comité est assurée par un comité exécutif chargé principalement :

- ◆ d'établir des relations entre les partenaires nigériens et les partenaires non nigériens.

- ◆ de définir les besoins logistiques et administratifs des équipes et rechercher les moyens de les satisfaire.

- ◆ de coordonner l'exécution lors de la phase opérationnelle du projet entre les différents partenaires.

Il est composé du Coordinateur National et d'un représentant des équipes non nigériennes participant au projet et désigné par l'ORSTOM.

Le Comité Exécutif est hébergé dans les locaux construits à cet usage sur le financement du ministère de la coopération française et du développement dans l'enceinte de l'AGRHYMET jusqu'en décembre 1993.

<b>COMITE DE COORDINATION HAPEX-SAHEL</b>	
<b>Activités scientifiques</b> J.P. Goutorbe	<b>Activités opérationnelles</b> T. Lebel, A. Tinga
<p><b>Météorologie, couche limite :</b> J.P. Goutorbe, C.N.R.M.</p> <p><b>Flux, végétation :</b> J. Gash - IH + Capitaines de site</p> <p><b>Hydrologie, Humidité des sols :</b> T. Lebel - ORSTOM, T. Engman - NASA</p> <p><b>Téledétection :</b> Y. Kerr - LERTS</p>	<p><b>Capitaines de sites</b> B. Monteny - ORSTOM J. Wallace - Institute of Hydrologie (Sud) P.Kabat (Nord)</p> <p><b>Moyens Aériens</b> T. Engman - NASA</p> <p><b>Equipe U.S.</b> S. Prince - Maryland University</p>
<p><b>Base de Données</b> C. Mazaudier - CRPE; T Valero - ORSTOM</p>	

## **Financement des opérations**

Les équipes étrangères participent financièrement au projet HAPEX-SAHEL de la manière suivante :

- ◆ France : ORSTOM, Météo-France (CNRM), CNES, CNRS, Ministère de la Recherche et de la Technologie, Ministère de la Coopération (pour le soutien aux équipes nigériennes).

- ◆ Etats Unis : NASA

- ◆ Royaume-Uni : Institut d'Hydrologie de Wallingford, O.D.A. (Overseas Development Agency).

- ◆ Autres équipes européennes : C.E.E.

Le soutien demandé auprès du ministère français de la coopération et du développement, vise :

- ◆ à financer les équipements complémentaires qui rendront opérationnelles les équipes nigériennes pour Hapex-Sahel et pour d'autres opérations futures.

- ◆ à permettre des mesures qui intéressent les deux parties (par exemples des radiosondages, des analyses chimiques et isotopiques, des relevés biologiques).

- ◆ à mettre à disposition des moyens communs : véhicules et ateliers de terrain. Des équipements de laboratoires sont également nécessaires pour stocker et assurer un pré-traitement des données recueillies en cours de campagne, et pour assurer la maintenance du matériel de mesure.

## **Déroulement des opérations**

### **Stratégie expérimentale**

Dans la mesure où l'objectif central de l'expérience est d'améliorer la paramétrisation des échanges continent-atmosphère à la méso-échelle, dans des modèles climatiques ou hydrologiques, le protocole expérimental (détaillé dans un plan d'expérience complet) doit répondre aux impératifs suivants :

- ☞ caractériser le milieu et sa représentativité dans le contexte sahélien
- ☞ permettre une compréhension fine des processus élémentaires;
- ☞ assurer le passage à la méso-échelle;
- ☞ garantir la continuité temporelle.



Comme les instrumentations requises sont exigeantes en hommes et en matériels, la période durant laquelle le dispositif complet de mesure aux différentes échelles fonctionnera, est nécessairement limitée à quelques semaines : c'est ce qu'il est convenu d'appeler la Période d'Observation Intensive (**POI**). Cette POI de 8 semaines est encadrée par une période de suivi à long terme menée sur trois ans, dont l'essentiel est assuré par les équipes de l'ORSTOM.

La zone couverte est le degré carré limité par les latitudes 13 et 14° N, et par les longitudes 2 et 3° E, soit 11 000 km<sup>2</sup> environ. L'échantillonnage spatial consiste en :

- ☞ sur l'ensemble du degré carré, un dispositif de suivi de la pluviométrie et des aquifères, ainsi qu'une caractérisation du milieu naturel,
- ☞ deux super-sites de respectivement 30x30 km<sup>2</sup> (région centrale, Banizoumbou) et 20x20 km<sup>2</sup> (région Sud, en rive droite du Niger), sur lesquels on réalise une instrumentation exhaustive des processus d'échange sol-atmosphère et de redistribution de l'eau en surface et en profondeur,
- ☞ sur chaque super-site, quelques 'WAB' (trois sur le super-site sud et 6 ou 7 sur le super-site central) ellipses de quelques hectares sur lesquelles sont mesurés les échanges radiatifs, énergétiques et hydriques, à l'aide de mâts sur lesquels sont disposés des capteurs à différentes hauteurs, et d'une instrumentation de la zone non saturée du sol.
- ☞ une couverture aérienne pour l'intégration des mesures de flux sur le degré carré,
- ☞ une couverture satellitaire pour l'extrapolation sur une zone plus vaste que le degré carré, voire d'autres régions sahéliennes.

La couverture aérienne et l'instrumentation complète des super-sites ne sont assurées que durant la POI. Un protocole allégé de mesures sur les super-sites est mis en place pendant la période d'encadrement : processus hydrologiques de surface et de la zone non saturée, mesures de flux en un nombre de points plus réduits, études phyto-écologiques. Les mesures faites sur l'ensemble du degré carré sont assurées pendant toute la période de suivi à long terme, ainsi que la couverture satellitaire.

## Calendrier

**1989-1990** : Organisation et définition de l'expérience HAPEX-SAHÉL.

**Première Phase** de préparation, de choix des super-sites et d'études préalables : **1991**

**Seconde phase** : action/recueil de données :

le **15 avril 1992** : début de la campagne hydrologique

le **1 juin 1992** : début de la période d'encadrement

du **17 août au 9 octobre 1992** : **POI**

Le **31 octobre 1992** : fin de la campagne hydrologique.

En **décembre 1992** : fin de la période d'encadrement.

**Troisième phase** de mesures complémentaires, prévue jusqu'en **décembre 1993**.

La période d'analyses et de publications devrait durer au moins jusqu'à **fin 1996**.

**MESSIEURS,**

En vous remerciant de votre aimable attention, j'ose espérer que ces quelques éléments sur HAPEX-SAHEL, vous ont permis de percevoir toute l'importance d'un tel projet pour le Niger et le Sahel.

Pour ma part, je suis convaincu que les chercheurs des Institutions Nationales impliquées dans le projet feront preuve de ténacité et de savoir faire pour atteindre les objectifs de cette grande entreprise scientifique.

Ø **FIN** Ø