

セネガル共和国

地方水道整備計画

基本設計調査報告書

昭和58年3月

国際協力事業団

無償

89-28

JICA LIBRARY



1064966[3]

セネガル共和国

地方水道整備計画

基本設計調査報告書

昭和58年 3月

国際協力事業団

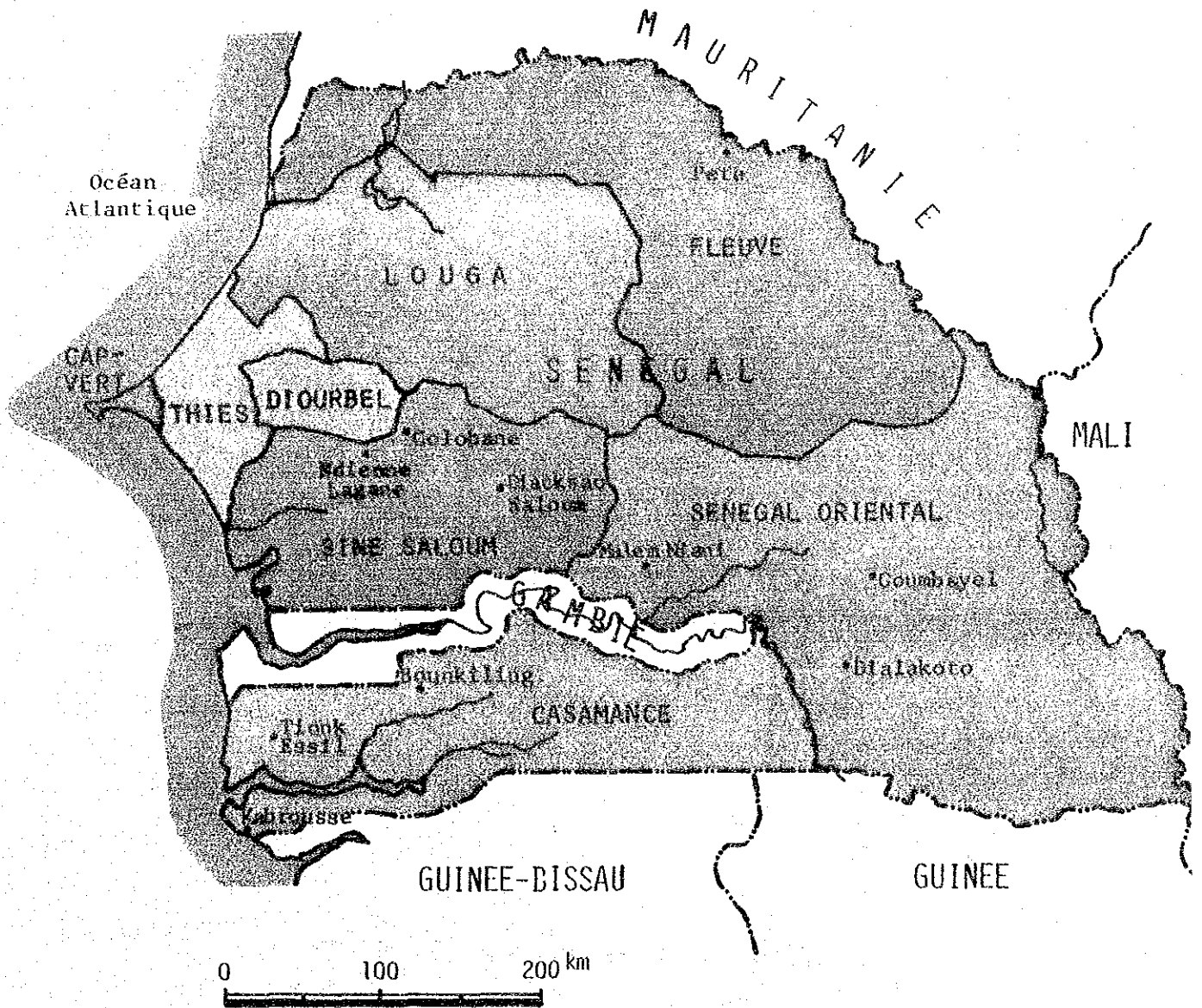
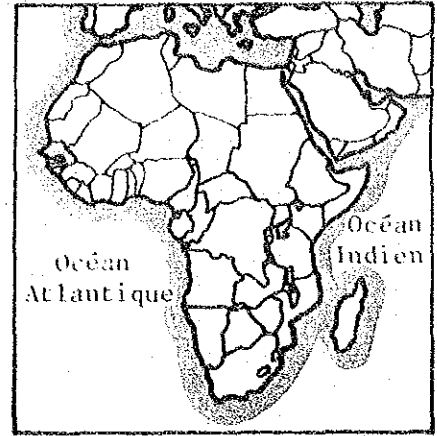
無償設

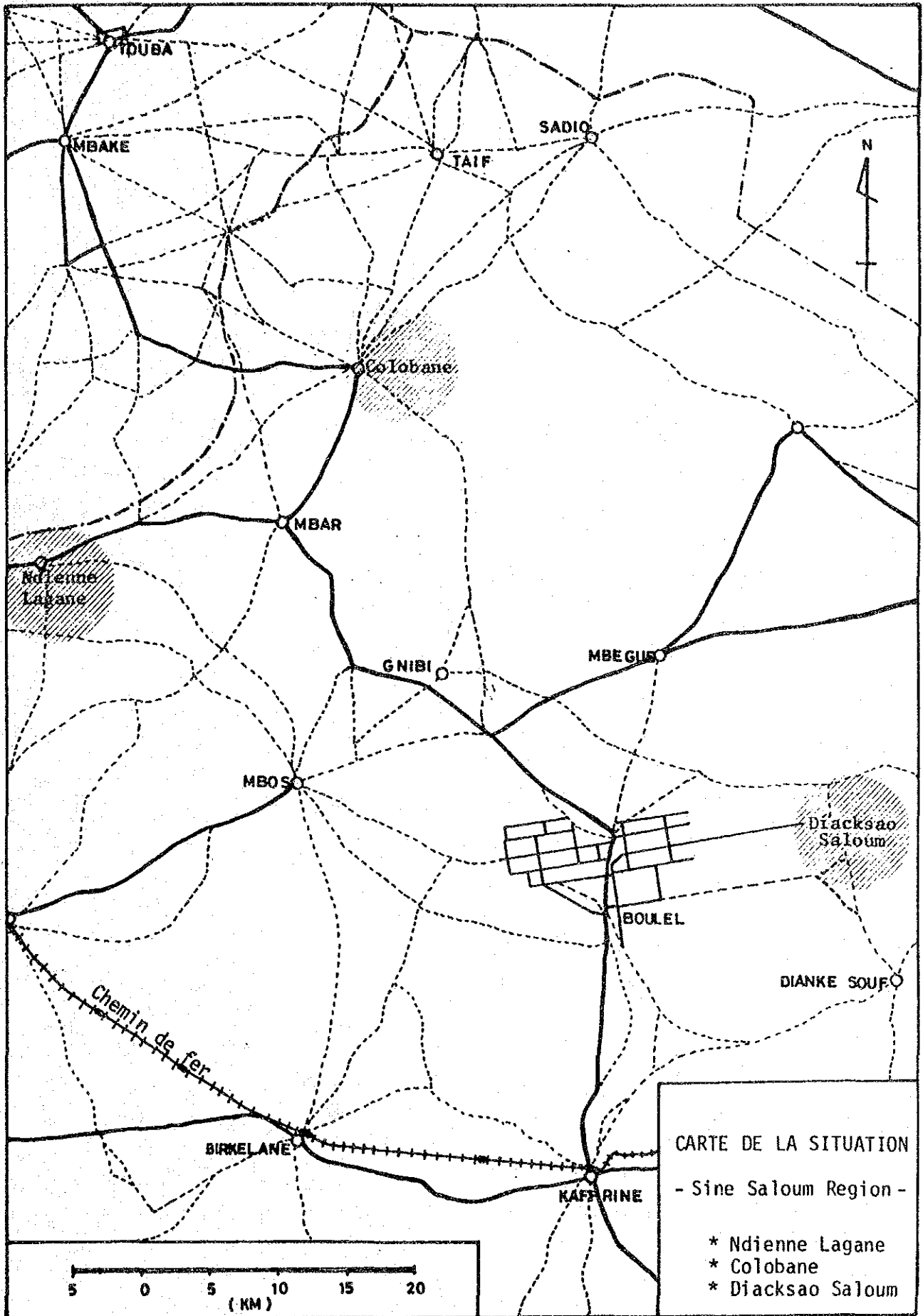
C R (2)

83 - 23

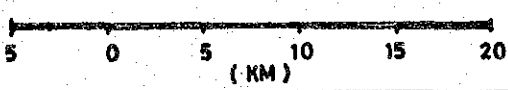
國際協力事業団	
国際協力事業団	
受入	'84.8.22
出金	526
入金	618
残高	13713
	GRB

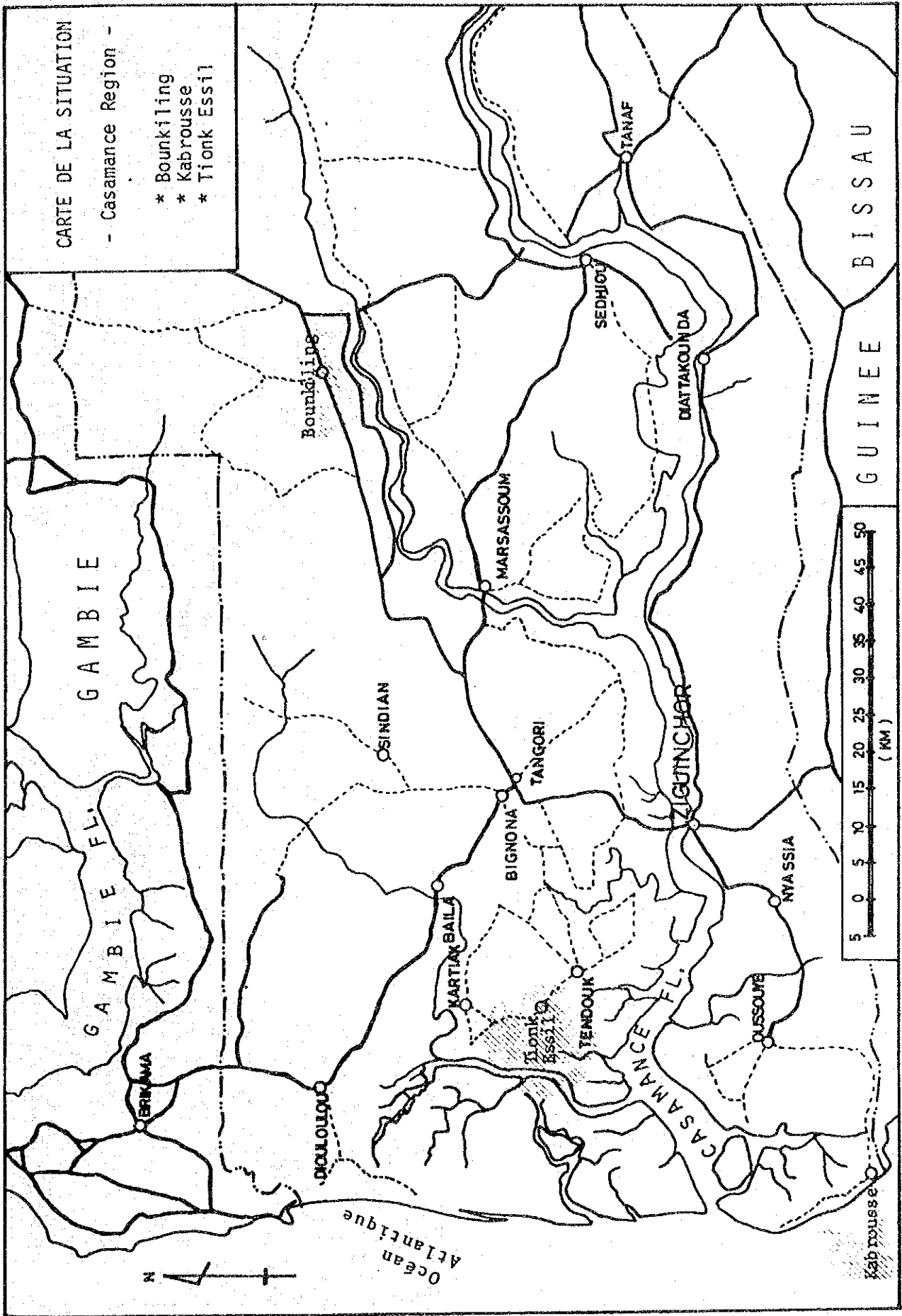
プロジェクト対象地域図

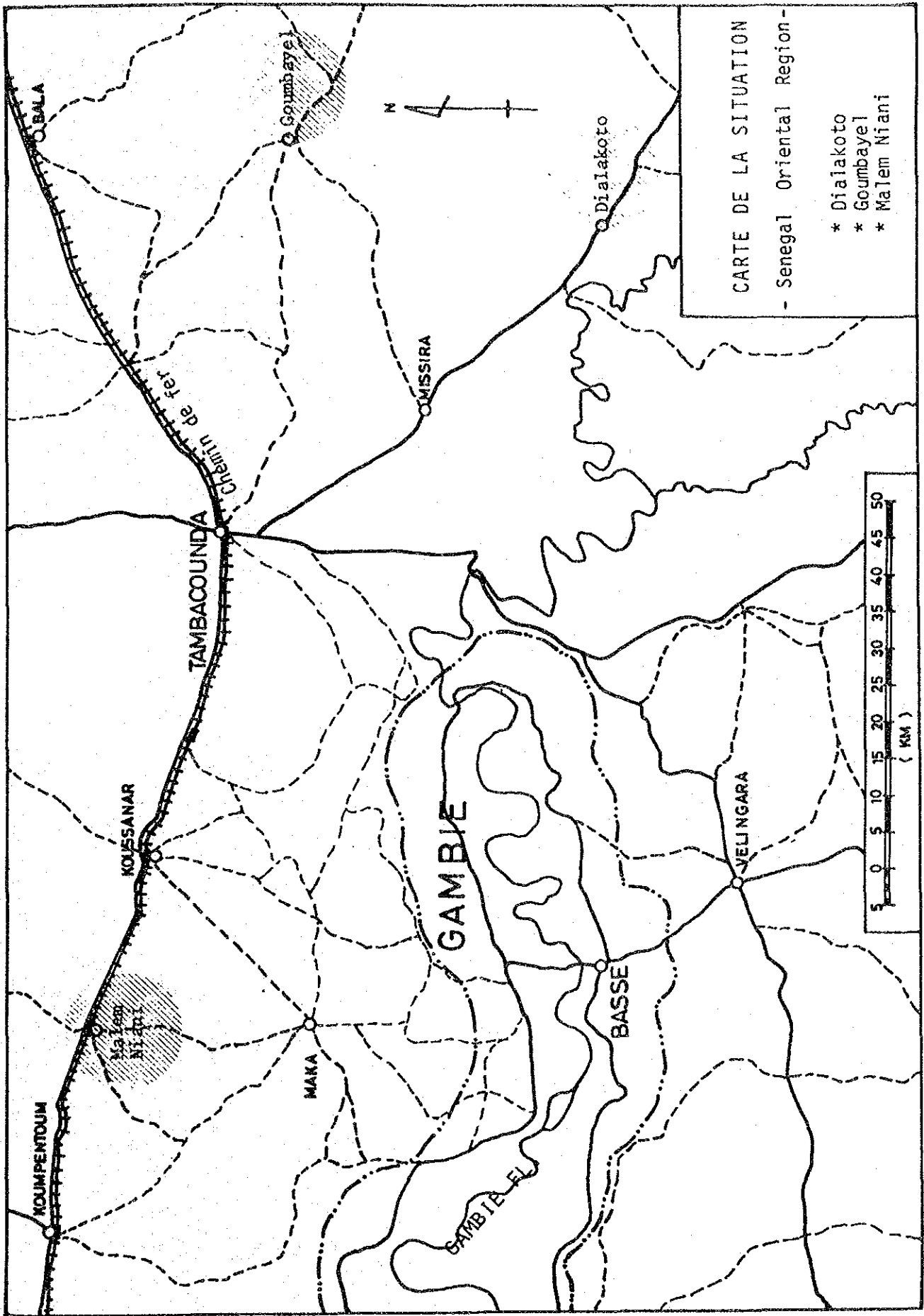




CARTE DE LA SITUATION
 - Sine Saloum Region -
 * Ndiene Lagane
 * Colobane
 * Diacksao Saloum







CARTE DE LA SITUATION

- Senegal Oriental Region -

- * Dialakoto
- * Goumbaye
- * MaIem Niani

序 文

日本国政府は、セネガル共和国政府の要請に基づき、同国の地方水道整備計画に協力するため基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

本計画は、同国4州10地区に点在する、すでに掘さくされている深井戸を動力をもって施設化し、附近住民へ生活用水を安定して供給することを目的としたものである。

当事業団は、昭和57年11月14日より12月13日まで、当事業団無償資金協力部付平井徳清を団長とする調査団を派遣し、本計画の基本設計に必要な調査と、セネガル共和国関係者との協議を行い、帰国後の国内作業を経てここに報告書完成の運びとなった。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、セネガル国とわが国との友好親善に資すれば幸いである。

最後に、本件調査にご協力とご援助をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

昭和58年3月

国際協力事業団

総裁 有田 圭 輔

目 次

要 約	1
第1章 緒 論	3
第2章 計画の背景	5
第3章 計画地区の概況	7
3-1 調査地区の状況	7
3-1-1 計 画 地 区	7
3-1-2 人 口 家 畜 数	7
3-1-3 水 利 用 状 況	7
3-1-4 水 資 源	16
3-1-5 水 質	18
3-2 Ndiennie Lagane	22
3-2-1 概 要	22
3-2-2 地 下 水	22
3-2-3 井 戸 構 造	25
3-2-4 水 質	25
3-3 Colobane	27
3-3-1 概 要	27
3-3-2 地 下 水	27
3-3-3 井 戸 構 造	30
3-3-4 水 質	30
3-4 Diacksao Saloum	32
3-4-1 概 要	32
3-4-2 地 下 水	32
3-4-3 井 戸 構 造	35
3-4-4 水 質	35
3-5 Bounkiling	37
3-5-1 概 要	37
3-5-2 地 下 水	37
3-5-3 井 戸 構 造	37
3-5-4 水 質	37
3-6 Kabrousse	41
3-6-1 概 要	41

3-6-2	地下水	41
3-6-3	井戸構造	41
3-6-4	水質	44
3-7	Tionk Essil	46
3-7-1	概要	46
3-7-2	地下水	46
3-7-3	井戸構造	46
3-7-4	水質	49
3-8	Dialakoto	51
3-8-1	概要	51
3-8-2	地下水	51
3-8-3	井戸構造	51
3-8-4	水質	53
3-9	Goumbayel	55
3-9-1	概要	55
3-9-2	地下水	55
3-9-3	井戸構造	55
3-9-4	水質	58
3-10	Malem Niani	60
3-10-1	概要	60
3-10-2	地下水	60
3-10-3	井戸構造	60
3-10-4	水質	60
3-11	計画地区評価	64
第4章	計画の内容	66
4-1	目的	66
4-2	構成要素	66
4-3	基本設計	67
4-3-1	計画概要	67
4-3-2	施設計画	67
4-3-3	維持管理機材	72
4-3-4	事業費用	72
4-3-5	基本設計図	74

第5章 事業実施体制	94
5-1 実施機関	94
5-2 実施計画	98
5-2-1 計画要素	98
5-2-2 法制及び技術基準	98
5-2-3 施工計画	98
5-2-4 監理計画	98
5-2-5 調達計画	99
5-2-6 セネガル側担当範囲	99
5-3 運営管理計画	101
5-4 工 程	102
第6章 事業評価	104
第7章 結論と提言	105
資料編	106
A1 歴 史	107
A2 社会概況	108
A3 経済産業概況	110
A4 自然概況	111
A5 調査日程表	123
A6 合意議事録	125
A7 調査団メンバーリスト	130
A8 面談者リスト	131
A9 収集資料リスト	132

略語一覽

BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières (地質調査所)
DGHER	Direction Générale de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural (地方設備水利総局)
DHUR	Direction de l'Hydraulique Urbaines et Rurale (都市地方水利局)
DEH	Direction des Etudes Hydrauliques (水利調査局)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)
ME	Ministère de l'Équipement (設備省)
MH	Ministère de l'Hydraulique (水利省)
PHU	Plan Hydraulique d'Urgence (水利緊急計画)
SOMH	Subdivision d'Outillage Mécaniques Hydraulique (水利施設整備事務所)
SONAFOR	Société Nationale des Forages (さく井公社)
SONEES	Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal (水道公社)
WHO	World Health Organization (世界保健機関)

要 約

要 約

セネガル共和国政府は、かねてよりその政策に於いて重点を置いている地方水道整備計画を推進するため、1979年日本国政府に対してその施設建設にける無償資金協力を要請した。この要請に応え、日本国政府は4州にわたる10地区における施設建設に対する無償資金協力を実施し、1981年春より操業に入っている同プロジェクトは地方住民に多大の便益を与えるところとなり、国家レベルでの高い評価を得ている。

この第1次プロジェクトに引続き、セネガル国政府は、このたび4州10地区を対象とする第2次プロジェクトに対する無償資金協力の要請を行い、日本国政府はこれに対して1982年11月、国際協力事業団を通じて、同事業団無償資金協力部平井徳清氏を団長とする本プロジェクトのための基本設計調査団を編成し、1ヶ月間現地に派遣した。現地においては本計画のセネガル側実施機関たる水利省(MH)、都市地方水利局(DHUR)と協議を重ねた。水源となる深井戸の水質及び揚水量に対する判定上の問題ある計画地区や要請後の時間の経過から、既にそれなりの施設完成をみている計画地区等を検討し、計画地区の規模の増大傾向や、本計画全体の構成上との関連を考慮して、セネガル側と協議の結果プロジェクト対象地区として3州7地区、すなわちシン・サロム州(Sine-Saloum)のコロバン(Colobane)及びディヤクサオ・サロム(Diacksao-Saloum)、カサマンス州(Casamance)のブンキリン(Bouankiling)及びティオンク・エシル(Tionk Essil)、セネガル・オリエンタル州(Senegal Oriental)のディアラコト(Dialakoto)、グンバイエル(Goumbaye)及びマレム・ニアニ(Malem Niani)が選定された。

今回対象となる7地区は、従来日本や中国などで実施されてきた他の地区に比較して、人口家畜頭数も多く、地域特性からみても、農業開発団地や、牧畜基地として機能しているものや、小規模ながら都市化の方向にあるもの等が多く、水供給にもたらされるものが、ベーシック・ニーズの充足と云うもの以上に期待される地区である。

現在これらの地区の人口と家畜の総数はそれぞれ19,200人と25,100頭である。老朽化した動力揚水機をそなえていても故障のため稼働率の低いコロバン地区を含め、いずれの地区も浅井戸を手汲みで利用しており、地区によっては乾季中それが涸れ上がり、遠距離の他村から水を手入れして運ばなければいけない所もある。使用水量の実状は住民用は13~30ℓ/人/日であり、家畜用は20~25ℓ/頭/日である。本計画ではこれを計画年次を1992年までの10年とし、住民は40ℓ/人/日、家畜は30ℓ/頭/日を目標とした。それによる受益対象人口は約20,000人とし、家畜頭数は32,000頭を目標とした。

本計画における水道施設の基本的なシステムは第1次同様セネガル側ですでに掘さく完成を見ている深井戸を水源として深井戸ポンプ、ディーゼル発電機、制御装置等によって構成され

る揚水機械を設置、これ等を収納、運転操業する機械室、貯水槽、共同水栓、家畜水飲場等の関連施設を建設し、それら相互の連絡管路を設けるものである。

これら施設のパターンは、水源施設に近い集落を対象にして集落の人達がそこに水を汲みに来たり、水を飲ませるため家畜を連れて来たりする。施設に広がりのない「ポイント・ソース型」、いくつかの小集落が点在しており、水源との距離のあるそれらの地区へ給水をする形の施設「クラスター型」、水源から距離のある都市型への発展過程にある比較的大きな集落を対象にし、給水対象に密度と広がりを持つ「セミ・アーバン型」の3種に大別される。

本計画によってカバーされるこれらの地区に関する受益人口は、第6次経済社会開発4ヶ年計画に於ける年次別対象人口の25%に相当するものである。本計画は各地区への地方水道施設の建設と維持管理機材の供給、そして、それ等に関する実施設計、工事監理等のコンサルタント・サービスにより構成される。

維持管理機材の供給の内容は、計画地区に設置される機械設備の予備本体及び予備部品をはじめ、それ等機械や水源深井戸の整備に必要な作業用車輛及び施設の補修や改造に必要な管材、大小工具類を供給するものである。

本計画の事業費総額は6億5,000万円である。実施計画と積算に当り、施設建設に関しては、比較的能力の高い地方建設業の実態と、規格化され入手容易な現地材料等、また機械については、セネガル側操業要員の日常取扱いに習熟しており、なおかつ部品補給や、保全の容易さを考慮して、1982年12月時点のセネガルに於ける実状を基にした。全体工期は実施設計業務開始より12.5ヶ月である。建設工期の問題点となるアクセス上の条件は一部を除き全般的に良い。

本計画の実施機関たるDHURの地方水道行政の実歴は長く、またこの種プロジェクトに関する経験も豊富である。維持管理体制も施設管理の下部機関をもって行い、運転経費を含む操業予算も計上している。その額は決して充分とは云えないが、セネガル政府の呼びかけている地元の自助努力と受益者負担の原則に応える地元自主管理組織の協力を得て補完され、恒常的な運営がなされている。そのためDHURによる本計画実施の総括には問題はなく、本計画各地区に対する維持管理のための予算も新事業年度にその計上が準備されている。施設完成後の操業については、セネガル側はあらかじめ要員候補を選抜し、運転維持管理を円滑に行える様、体制を整えており、日本政府その他諸外国よりの長期的な技術協力の必要はない。

本計画がもたらす効果については、地方住民の衛生環境の改善や生活条件の向上等、乾季に於ける深刻な水に係わる問題からの解放のみでなく、本プロジェクト計画地区の特性からみて、地方に於ける生産性向上への大きなモチベーションとなることが期待され、本計画の早期具現化が望まれるものである。

第1章 緒論

第1章 緒 論

セネガルに於て、日本政府は1977年以来既に各種の経済技術協力事業を実施しており、それ等は着実な成果を収めて来ている。

なかでも1979年より開始され既に完成をみている無償資金協力事業としての第1次地方水道整備計画は、清浄な水供給を充分に得る事が、極めて困難な状況にある地方住民に対して、多大の便益を与える事になり、セネガル官民よりの高い評価を得る結果となった。

セネガルの地方住民の置かれて来ている水供給に関する環境は極めてきびしいものである。セネガルの経済が大きく依存するモノカルチャー的農業が、気象特に、降雨による環境を大きく受けやすいのと同様に、地方住民の多くが利用する水源としての浅井戸も、降雨量の減少がもたらす水位の低下により涸れ上り、致命的な打撃を受ける事となる。

特に、1970年代に起きた約10年におよぶ異状な連続旱天による地方住民と家畜の受けた被害は大きなものであった。しかしながら、その様な環境下でも、深井戸を水源として動力化揚水機をそなえた水利省運営の地方水道施設は、十分な水供給を継続する事が出来た。この為セネガル政府は、恒久的操業の出来る地方水道施設の整備を精力的に推進して来ている。

特に、第5次、第6次両社会経済開発4ヶ年計画に於ては、水供給を他のプロジェクトを補完する重要なものとして、位置づけをしている。又、対外援助要請に関しても、水供給事業を最優先順位に上げて来ている。この様な状況のもと、このたびセネガル政府は、無償資金協力事業として、地方水道整備計画の実施を日本政府に要請した。

これは、第2次地方水道整備計画と題され、セネガル共和国の4州（フレーブ、シン・サロム、カサマンス、セネガル・オリエンタル）に所在する10ヶ所の地区に、既存深井戸を水源として、地方水道施設を建設し、関連維持管理機材の供給を行うものである。

日本政府は、無償資金協力事業としての検討と最適案の作成を目的として、国際協力事業団を通じ、基本設計調査団を編成し、1982年11月より1ヶ月間の現地派遣を含めたスタディ業務を実施した。その内容は対象地区の水源となる既存深井戸の特性とその背景を水理地質学的及び工学的に調査、検討し、質、量共に信頼性のある水源としての評価を行うことから始まり、周辺環境や地域特性等の人文的条件の関連のもとに、計画対象地区をセネガル側と協議して、3州（シン・サロム、カサマンス、セネガル・オリエンタル）7地区に選定した。

本計画の地区は、第1次計画や、水利局の他の計画の如く、水源井のある集落のみを中心とする地区型と比較して、かなり給水地域の拡がりのある農業開発団地や、牧畜基地型の地区が多いため、それ等への特性を充分考慮して検討、計画が進められた。

その結果、これらの地区について、水道計画上の諸元を定め、揚水機、機械室、貯水槽、共同水栓、家畜水飲場、管路等の地方水道施設の基本設計がなされた。又、その維持管理に関する

る調査が行われ、所要機材の検討と計画が行われた。特に、事業の実施体制については、工期、費用をはじめ、セネガル側、日本側のそれぞれ分担範囲が明確にされた。

調査の過程に於いて、セネガル政府の推進している地方水道計画全体をも解析し、本計画に対する評価を行った。今後の地方水道整備計画についての提言を含め、本基本設計報告書が作成された。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

セネガルに於ける水道事業は、制度化された歴史をすでに1957年以来有しているが、1981年春、従来これを担当していた設備省より分離、新たに水利省が設けられ、そのDHUR（都市地方水利局）のもとに、主都ダカールをはじめ都市及び地方の水道を統轄する体制を整えた。都市水道は、SONEES（上下水道公社）なる公営企業が全国で現在36都市の水道を運営、地方水道はDHURが直轄運営している点では従来同様であるが、水利省を新たに設けたセネガル政府の水供給政策への強い意欲が、うかがわれる。

セネガルに於ける水道事業は、第5次4ヶ年計画（1977～1981）以来、また昨年より開始された第6次4ヶ年計画（1981～1985）に於いても、それらの中に重要な位置づけを行って、その事業推進に努めて来ている。対外援助要請をはじめ、あらゆる場で水道事業は最優先順位に絶えず掲げられてきている現状である。特に地方水道計画に関しては、昨年アブドゥ・ディオフ（ABDOU DIOUF）大統領は地方開発大計画と題して、その重要三大政策の一つとして、地方水道整備を打ち出し、セネガルの地方村落12,000が抱えている320万人の人口に対して、恒久的水供給施設をそなえるべく企図している。

この地方水道に関する特別大計画は、地方水道施設の新規設置のみならず、既存施設の維持管理にも重点を置き、従来の単なる井戸掘り政策から地方水道施設整備をはじめ維持管理体制の確立等、総合的水利用の政策推進の段階に入っている。

これは1981年より開始された国連の計画「水道と衛生の10年」にも対応するもので、地方住民に対して、質、量共にすぐれた水供給を行い、都市住民との差を減少せしめ地方開発の大きな原動力としようとするものである。このためセネガル政府は、水利特別大計画（Plan Hydraulique d'Urgence=PHU）を立案し、第6次4ヶ年計画に掲げる他の公共プロジェクトを補完するものとして、重要視している。

この緊急計画は、全国地方住民人口の10%にあたる325,000人の人口と関連家畜に係わるものである。特にこれら事業推進のために、浅井戸利用の出来る水理地質的条件の適した地域用に、浅井戸工作隊を設けるなど、故障がちな既存水道施設の稼働率を高めるために保全監視体制を整える等、必要な予算措置を講じたり組織の強化を図っている。他方、この様な政府の水供給のための強力な政策の推進と共に、地方住民に対しても自助努力を求め、まだ法制度化されていないが、住民自体もそれに応じて、既に一部水価の決定やその集金等、地元集落単位で自主的管理を始めた所も出て来ている。また、水利省の実施する水道事業への住民による労務の提供が企図される等、住民の水道への関係も新たな形をとる段階に入っている。

海外よりの地方水道に関する協力援助については、わが国政府をはじめ、中国、韓国、西独、

スペイン、スイス、アルゼンチン等の各国政府及び国連、世銀、アラブ基金等の国際機関による多くの経済協力、技術協力が行われており、施設建設に関しては1978年以来既に具現化されたものは150ヶ所に達している。

なかでも、わが国政府は昭和54年度、対セネガル無償資金協力事業として、4州にわたって10地区に対する地方水道施設整備計画を実施、これ等は、昭和56年春に完成、操業に入っており、その受益対象及び範囲は、計画時を上廻り、高い評価を受けている。この様な実状の中で、セネガル政府はわが国政府よりの無償資金協力事業として、第2次地方水道施設整備計画を立案、これを基に要請を行い速やかな具現化を期待していると共に、自からも維持管理体制の整備に努めている。

第3章 計画地区の概況

第3章 計画地区の概況

3-1 調査地区状況

3-1-1 計画地区

先に提出されているセネガル側要請書の計画地区数は4州にわたる10地区であったが、各地区の事前検討を先方政府機関と充分行い、調査対象を既に施設完成をみているフレーブ(FLEUVE)州、ペテ(PETE)を除き、9地区とし、現地で人文、水源、水道の実態を調査した。対象9地区の行政レベルを表3-1に示す。

今回の調査結果に基づき、セネガル側の優先順位等を勘案して協議の結果、各種妥当性を考慮して評価を行い、調査対象地区一覧(表3-2)の通り、計画対象地区を3州7地区に決定した。

3-1-2 人口・家畜数

各地区にて、行政責任者及び首長よりの聴取及び視察により、人口、家畜数等関連情報を調査した。その結果に基づき各地区増加率を定め、将来の需要予測を行った。増加率及び現在・5年後及び10年後の人口を表3-3に示す。

調査地区別の男女比率を表3-4に示す。全9地区及び実施対象7地区の平均男性率はそれぞれ55%、53%であり、全国平均男性率の50%に比べ男性が多い傾向を示す。

地区により、人口が非常に少数な地区もあるが、家畜数は比較的多く、このような地区を家畜重点型地区と云い、一方、生活に家畜を頼りにしていない村を住民重点型という。この人文調査による区分けを表3-5に示す。

3-1-3 水利用状況

(1) 既存施設

調査時点では、各地区に浅井戸があり(表3-6参照)、住民は、それを利用している。深井戸施設がある地区でも、浅井戸をも利用しなければ需要が賄えない、又、乾期中、浅井戸が涸れ上がり、遠距離の他村から水を入手して運ぶ地区もある。

実地調査による既存施設の種類を表3-7に示す。

(2) 使用水量

現地調査の結果、使用水量の実状は住民用は、13~30ℓ/人/日で、家畜用は20~25ℓ/頭/日である。

地区別のそれを、表3-8に示す。

表 3 - 1 調査対象地区 (※) 及び行政レベル

Région	Departement	Arrondissement	Communauté Rurale	Village
Sine Saloum	Gossas	Ouadiour	Ndiene Lagane ※	Diacksao Saloum ※
	Gossas	Colobane	Colobane ※	
	Kaffrine	Maleme Hodar	Dianke Souf	
Casamance	Sedhiou	Boukiling	Boukiling ※	
	Oussouye	Kabrousse	Kabrousse ※	
	Bignona	Tendouk	Tionk Essil ※	
Senegal Oriental	Tambacounda	Missira	Dialakoto ※	Goumbayel ※
	Bakel	Bala	Kothiari	
	Tambacounda	Koumpentoum	Malem Niani ※	

表 3 - 2 調査対象地区

要請 10 地区

Region	地 区 名
Fleuve	Pete
Sine Saloum	Ndienne Lagane Colobane Diacksao Saloum
Casamance	Boukiling Kabrousse Tionk Essil
Senegal Oriental	Dialakoto Goumbayel Malem Niani

決定 7 地区

Region	地 区 名
Sine Saloum	Colobane Diacksao Saloum
Casamance	Boukiling Tionk Essil
Senegal Oriental	Dialakoto Goumbayel Malem Niani

表 3 - 3 計画人口・家畜数

地区名	1982		1987		1992		増加率 (%)
	人口	家畜	人口	家畜	人口	家畜	
Ndienné Lagane	2,300	2,000	2,700	2,300	3,100	2,700	3.0
Colobane ※	3,000	2,800	3,500	3,200	4,000	3,700	3.0
Diacksao Saloum ※	600	3,500	700	4,000	800	4,500	2.5
Boukiling ※	1,100	1,000	1,200	1,100	1,400	1,300	2.5
Kabrousse	1,900	1,800	2,100	2,000	2,400	2,300	2.5
Tionk Essil ※	7,700	1,800	8,900	2,000	10,000	2,300	3.0
Dialakoto ※	1,200	4,000	1,400	4,500	1,500	5,100	2.5
Goumbayel ※	600	5,000	700	5,700	800	6,400	2.5
Malem Niani ※	800	7,000	900	7,900	1,000	9,000	2.5
合計	19,200	28,900	22,100	32,700	25,000	37,300	
7. 実施地区 ※ 合計	15,000	25,100	17,300	28,400	19,500	32,300	

表 3 - 4 各地区の男女比率

(%)

地 区 名	男 性	女 性
Ndiene Lagane	69	31
Colobane ※	65	35
Diacksao Saloum ※	55	45
Boukiling ※	48	52
Kabrousse	52	48
Tionk Essil ※	45	55
Dialakoto ※	49	51
Goumbayel ※	60	40
Malem Niani ※	51	49
全地区の平均	55	45
7 実施地区の※ 平 均	53	47

表 3 - 5 各地区の人文型分類

地 区 名	住民重点型	家畜重点型
Ndiene Lagane	0	
Colobane	0	
Diacksao Saloum		0
Boukiling	0	
Kabrousse	0	
Tionk Essil	0	
Dialakoto		0
Goumbayel		0
Malem Niani		0

表 3 - 6 既存水利用施設実状

地 区 名	既存水利用施設
Ndiennie Lagane	浅井戸（手汲み）
Colobane	深井戸及び浅井戸（動力ポンプ及び手汲み）
Diacksao Saloum	Forage-puit ※及び浅井戸（手汲み）
Boukiling	浅井戸（手汲み）
Kabrousse	深井戸及び浅井戸（動力ポンプ及び手汲み）
Tionk Essil	浅井戸（手汲み）
Dialakoto	浅井戸（手汲み）
Goumbayel	浅井戸（手汲み）
Malem Niani	浅井戸（手汲み）

※ 浅井戸と深井戸を連結し、深井戸より浅井戸に流入する水を人手で汲み上げる。

（何れのサイトにも手動ポンプはない。）

表 3 - 7 既存施設一覧

地 区 名	既存深井戸施設	配水施設
Ndienne Lagane	なし	なし
Colobane	対象井戸から約 50 m の場所に、動力 化ポンプ付井戸を含む機械室及び高架 水槽有り	共同水栓 家畜用水飲場 各戸給水 73 箇所
Diacksao Saloum	Forage - puit ※	家畜水飲場有り
Boukiling	なし	"
Kabrousse	対象井戸に電動ポンプを含む機械室、 小容量の水槽有り	水槽わきに水栓有り
Tionk Essil	なし	なし
Dialakoto	なし	なし
Goumbayel	対象井戸に放棄ポンプ有り	家畜用水飲場有り
Malem Niani	なし	なし

※ 浅井戸と深井戸を連結し、深井戸より浅井戸に
流入する水を手で汲み上げる。

表 3 - 8 地区别使用水量

地 区 名	1982 年 实 情	
	住 民 ℓ/人/日	家 畜 ℓ/头/日
Ndiene Lagane	14	25
Colobane	30	25
Diacksao Saloum	20	20
Boukiling	15	20
Kabrousse	20	20
Tionk Essil	30	20
Dialakoto	25	20
Goumbaye	18	20
Malem Niani	13	20

3-1-4 水資源

セネガルは、他の西アフリカ諸国に比べ、河川、湖沼並びに地下水等の水資源を有して居る。

セネガルに存在する河川の在り方は1年の内、雨期後の豊水期とその他の渇水期とに分かれる。セネガル川及びガンビー川はフォータ・ジャロン (Fouta Djallon) 山岳地帯に降る年間 1,500 ~ 2,000 mm の雨量によって、流れのとだえることはないが、その流量は、非常に変化に富んでいる。その他の河川は雨期後、2ないし3ヶ月後に完全に涸れ、次の雨期まで乾いたままである。

国内には数個の湖沼が存在するが、最大の湖はギーヤ湖 (Lac de Guiers) でフレーブ州の北西に点在する。ギーヤ湖の水の一部は周辺の村落へ給水するが、大部分はカップ・ベール (Cap-Vert) 州内のダカール首都の重要な水道水源となっている。

セネガル中央部の地下水は白亜紀 (Maestrichtien) の砂岩地域及びその周辺の石灰岩地域に存在し、地下水は豊富で質的にも良いものが得られる。

しかし、海岸沿い及び大河川沿いの沖積地は海水侵入の恐れもあり、この地下水の揚水には注意が必要である。

本プロジェクトの水資源は既存深井戸より地下水を揚水するものであるが、各調査サイトの揚水対象深井戸の水理地質現状を表 3-9 に示す。

各サイトの存在する地域毎にその水理地質的背景を述べると、次の通りである。即ちシン・サロム州は、サロム川に沿った中・下流一帯と河口地帯が沖積低地であり、塩水の侵入により水質に問題が生じる。又、一部にその他の水質問題を生ずるところがあるが、内陸の大部分は白亜紀の砂岩に属するので、概して水量、水質共にすぐれている。

カサマンズ州のガンビー川及びカサマンズ川の両流域並びに両川の河口一帯は沖積低地で、両川にはさまれる地域はコンチネンタル・ターミナル地域である。

セネガル・オリエンタル州の南東部は古生代及び先カンブリアン等の古い年代の地層中の地下水で岩石の亀裂に存在する裂か水及び岩石の風化した地層の中だけに存在する。したがって、量的にあまり多くは期待出来ず、砂岩・石灰岩の如く地下水開発が容易な地域ではない。この地域以外の北東部・西部はこれらの堆積岩地域に属する。

表 3 - 9 調査地区別水源状況一覧表

No.	Region	地区名	井戸深度 (m)	口径 (mm)	静水位 (m)	動水位 (m)	揚水量 (m ³ /日)	採水対象層
1	Sine Saloum	Ndiene Lagane	325.0	215	32.765	45.065	1,000	白 亜 紀
2	//	Coicbane	290.0	215	25.58	27.98	644	//
※3	//	Diacksao Saloum	294.7	320	38.00	47.60	688	//
4	Casamance	Boukiling	120.4	200	12.33	21.53	1,000	中 新 統
5	//	Kabrousse	32.8	216	6.90	?	360	Continental terminal
6	//	Tionk Essil	173.0	250	10.22	48.22	576	中 新 統
7	Senegal Oriental	Dialakoto	163.0	250	20.28	67.15	633	白 亜 紀
8	//	Goumbaye1	52.15	152	14.45	19.80	560	Continental terminal
9	//	Malem Niani	134.0	168	54.00	57.80	1,440	Continental terminal

※ 本地区のみ Forage-puit 型, 即ち puit 併設型である。

3-1-5 水 質

住民の健康及び生計の最小必要条件を満足させるために多くの国で水質基準が定められているが、国情によって、また、成人と幼児とで許容摂取量にいくらか差があるといわれ、国によって、適用基準値に多少の差がある。セネガルは、固有の基準をつくって居ないが、WHO基準を採用して居る。

表3-10にWHO、日本、フランス並びにアメリカの基準を示す。

水質試験用サンプリングを各地区で本計画の水源となる深井戸について行い必要に応じて周辺井戸よりもサンプリングを行った。

WHO基準を基に、13項目にわたる分析試験を実施した。その分析結果を表3-11に示す。セネガルにおいて問題となる特定項目による評価を表3-12に示す。

表 3 - 10 各国の飲料水水質基準

項 目	WHO	日 本	フランス	アメリカ
NH ₃ -N (mg/l)	0.5	} 同時に検出せず	—	—
NO ₂ -N (mg/l)	—		—	—
NO ₃ -N (mg/l)	40		10	10
Chloride (mg/l)	200	200	250	250
KMnO ₄ 消費量 (mg/l)	10	10	—	—
一般細菌数	—	100/ml	—	—
大腸菌群	MPN <10	0/50ml	陰 性	陽性率 <10%
Cyanide (mg/l)	0.01	検出せず	0	0.01
Mercury, Hg (mg/l)	—	検出せず	—	0.05
有機リン (mg/l)	—	検出せず	—	—
Copper, Cu (mg/l)	0.1	1.0	0.05	1.0
Iron, Fe (mg/l)	0.3	0.3	0.1	0.3
Fluoride, F (mg/l)	1.0	0.8	1.0	1.0
Lead, Pb (mg/l)	0.1	0.1	0.05	0.05
Zinc, Zn (mg/l)	5.0	1.0	5.0	5.0
Chromium, Cr ⁺⁶ (mg/l)	0.05	0.05	—	0.05
Arsenic, As (mg/l)	0.2	0.05	0.05	0.01
Manganese, Mn (mg/l)	0.1	0.3	0.05	0.05
Phenol (mg/l)	0.001	0.005	0.001	0.001
Calcium, Ca (mg/l)	75	—	—	—
Magnesium, Mg (mg/l)	50	—	—	—
総硬度 CaCO ₃ として (mg/l)	100-500	300	—	—
pH	7.0-8.5	5.8-8.6	—	—
色度	—	5°	—	15°
濁度	—	2°	—	5°
蒸発残留物 (mg/l)	—	500	—	500
硫酸イオン (mg/l)	200	—	250	250
Selenium, Se (mg/l)	0.05	—	—	0.01
Cadmium, Cd (mg/l)	0.01	0.01	—	0.01
ABS (mg/l)	—	0.5	—	0.5
遊離残留塩素 (mg/l)	—	0.1	0.1	0.05-0.1

表 3 - 11 各調査地区の水質

	Cl ⁻ (mg/l)	T-Fe (mg/l)	Mn ⁺⁺ (mg/l)	Ca ⁺⁺ (mg/l)	T-Hardness (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	NH ₃ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	pH (-)	M-ALK (mg/l)	Coliba- cille (N/ml)	Cond 25°C (μ/cm)	Temp. de l'eau (°C)
Ndienne Lagane	600	0.2	P D	20	60	1.3	0.5	P D	P D	8.6	50	15	2,000	32
Colobane	315	P D	P D	35	110	1.0	0.6	0.006	P D	7.5	55	2	1,620	37
Diacksao Saloum	80	P D	P D	40	110	0.7	0.4	0.6	1.0	7.8	50	14	990	34
Boukilling	20	P D	0.1	70	110	0.15	P D	0.006	P D	7.6	15	1	160	32
Kabrousse	80	0.2	P D	70	110	0.1	0.5	P D	P D	7.7	10	1	170	27
Tionk Essil	230	0.2	0.1	155	790	0.5	0.4	0.006	P D	8.3	20	0	1,500	29
Dialakoto	25	0.25	P D	220	525	0.5	0.5	P D	P D	8.1	55	9	710	31
Goumbaye1	35	0.2	0.1	40	80	0.15	0.6	P D	P D	7.2	30	2	530	25
Malem Niani	25	P D	0.1	25	50	0.15	0.8	P D	P D	7.6	10	7	53	31

PD: Pas détecter, Limite de détection = T-Fe: 0.2 mg/l, Mn: 0.1 mg/l,

NH₄-N: 0.4 mg/l, NO₂-N: 0.006 mg/l, NO₃-N: 0.23 mg/l

表 3 - 12 水質評価

地 区 名	フ ッ 素	塩 化 物
Ndiene Lagane	×	×
Colobane	○	△
Diacksao Saloum	○	○
Boukiling	○	○
Kabrousse	○	○
Tionk Essil	○	△
Dialakoto	○	○
Goumbayel	○	○
Malem Niani	○	○

×：悪い

△：疑わしい

○：良い

3-2 Ndiene Lagane

3-2-1 概 要

(1) 位 置

ディエン・ラガン (Ndiene Lagane) は、シン・サロム州の北縁部すなわちジューベル (Diourbel) 州に近接する北緯 $14^{\circ} - 30'$ 、西経 $15^{\circ} - 50'$ に位置する。

首都ダーカルからタンバクンダ (Tambacounda) に至る舗装道路を約 160km 東進したゴサス (Gossas) から分岐したコロバン (Colobane) 道を約 20km 北東進したところにある。本地区のサイト図を図 3-1 に示す。

(2) 地 形

海拔 35 ~ 40 m の平坦地で畑地とサバンナが広がっているが、細かに観察すると 3 ~ 5 m の微起伏をもつ波浪状の地形を示し、中には石灰岩地帯特有の径 20 ~ 30 m の浅いドリーネ地形も見られる。

(3) 地 質

地表は黄灰 ~ 褐色のサラサラした細砂層が一面を覆っており、地下の構成地質を地表で観察することはできない。しかし集落の西方約 1 km の地点で掘さくされた水源井 (深さ 325 m) の柱状図のごとく、始新統に属する粘土、泥灰岩、石灰岩の累層からなり、275 m 以深井底迄の 50 m 間が灰色粘土質の薄層をはさむ細 ~ 中粒砂となっている。石灰岩は 36 m ~ 60 m と 198 m ~ 205 m に 2 層はさまれている。この柱状図を図 3-2 に示す。

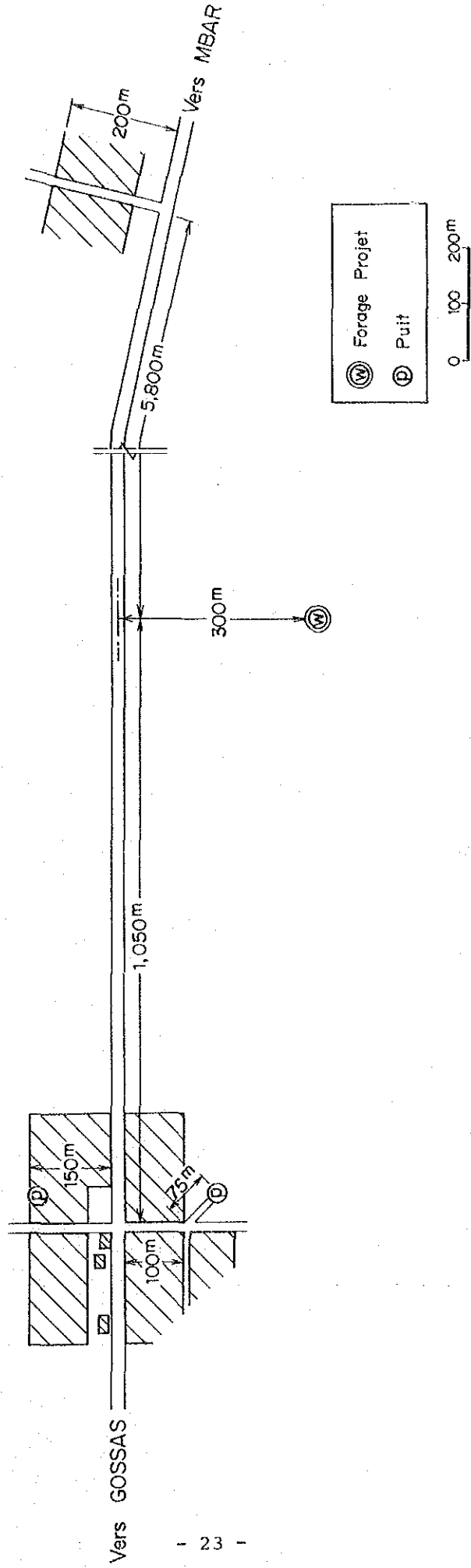
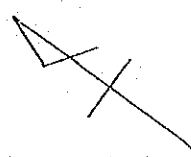
3-2-2 地 下 水

本地域に賦存する地下水は白亜紀中にはさまれている砂層を帯水層としていることは明らかであるが深さ 71 m ~ 152 m に分布する泥灰岩と砂岩粘土の互層は泥灰岩と粘土層が優勢で砂岩は薄層である上、固結が進んでおり、有力な地下水が胚胎されているとは考えられない。したがって有力な帯水層は 275 m ~ 井底 (325 m) 迄に見られる砂層と考えざるを得ない。水源井のストレーナーが 292 m ~ 316 m に設けられていることからこのことは肯定される。静水位は 32.765 m である。

さく井完成時の揚水試験結果によると、 $1,000 \text{ m}^3/\text{d}$ を適正揚水量として、水位降下量は 1.23 m であり、揚水水位は 45.065 m となる。

図 3-1 サイト図

NDIENNE LAGANE



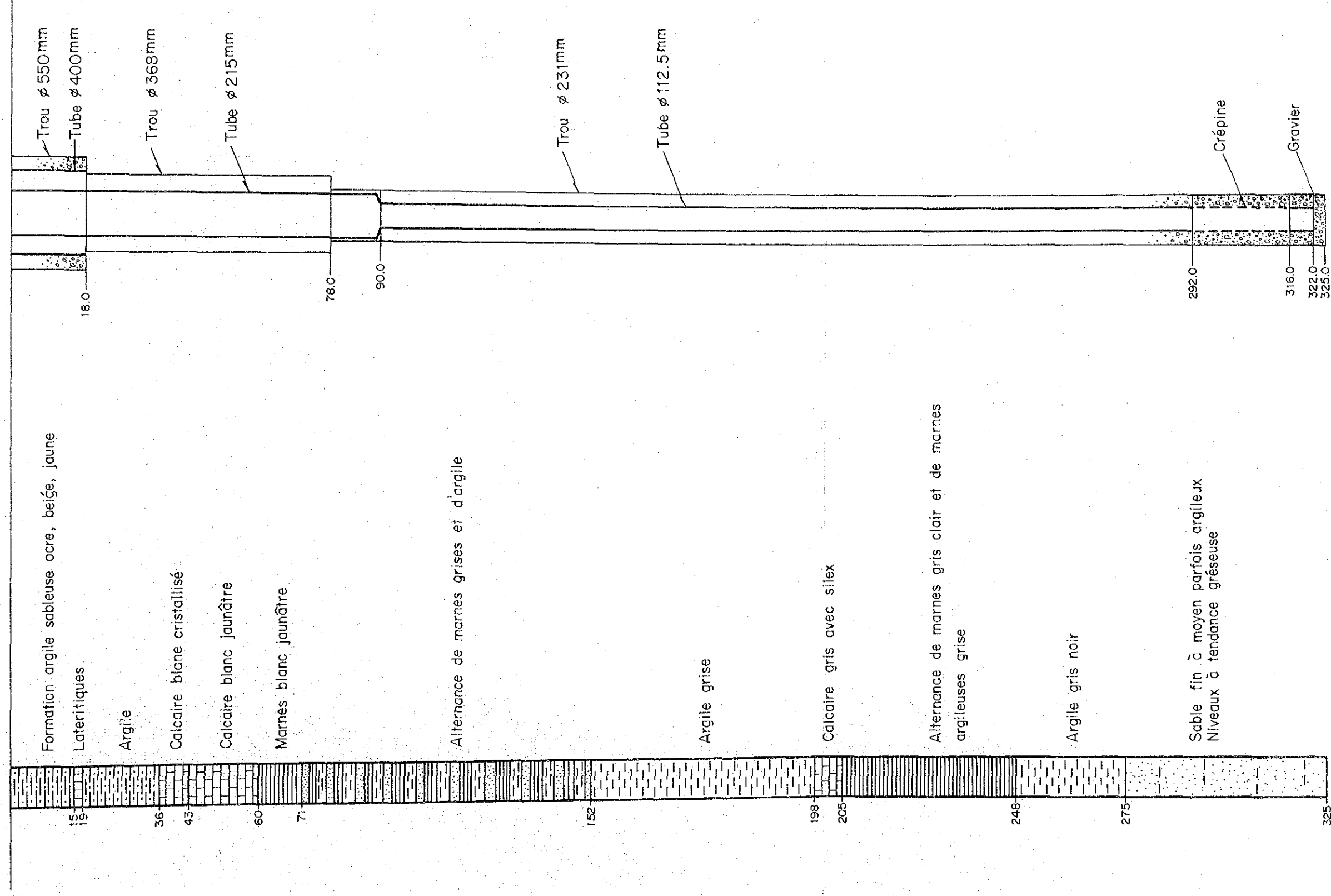
NDIENNE LAGANE

图 3 - 2

COUPE LITHOLOGIQUE

图 3 - 3

COUPE TECHNIQUE



3-2-3 井戸の構造

井戸標高は3.6 mである。図3-3(井戸構造図)により、掘さくは深さ10 m迄がφ550 mm、7.8 m迄がφ368 mm以下井底の3.25 m迄がφ231 mmで行なわれ、井戸仕上げは9.0 m迄φ215 mmケーシング、9.0 m～2.92 mがφ112.5 mmケーシング、2.92～3.16 mにφ112.5 mmストレーナー、以下φ112.5 mmの盲管となっている。立ち上り管は地表から0.235 mである。

3-2-4 水 質

ディエン・ラガンの対象井戸の水質結果を表3-13に示す。ここで塩化物及びフッ素の値が基準をはるかに上回り、この井戸水は飲用不可と評価する。

表 3 - 13 Ndiene Lagans の水質

項 目	分 析 値
塩 化 物 (mg/l)	600
全 鉄 (mg/l)	0.2
マンガン (mg/l)	< 0.1
カルシウム (mg/l)	20
総 硬 度 (mg/l)	60
フ ッ 素 (mg/l)	1.3
NH ₃ -N (mg/l)	0.5
NO ₂ -N (mg/l)	< 0.006
NO ₃ -N (mg/l)	< 0.23
pH (-)	8.6
M-アルカリ度 (mg/l)	50
大腸菌群 (N/ml)	15
電気伝導度 (25°C) (μS/cm)	2,000
水 温 (°C)	32

3-3 Colobane

3-3-1 概要

(1) 位置

コロバン(Colobane)はディエン・ラガンから更に北東方に約20kmの地点、北緯 $14^{\circ}-40'$ 、西経 $15^{\circ}-42'$ に位置し、行政上はシン・サロム州に属する。コロバンのサイト図を図3-4に示す。

(2) 地形

海拔25~30mの平坦地で2~3mの比高をもつ緩やかな波浪状地形を示している。集落は少々小高いところに密集し、その周辺は殆んど畑地となっている。

(3) 地質

地表は黄褐色のサラサラした細砂層が薄く覆っているが、比高差1~2mの開折急斜地には下位の暗褐色~褐色ラテライトが顔を出しているところもある。

ラテライトは小礫を含むがよく締っている。

水源井(深度290m)の柱状図のごとく、本井は白亜紀に属する粘土、泥灰岩、石灰岩及び砂の累層を掘さくしており、石灰岩は31~34m、39~43m、88~90m、110~153m、160~205mに5層、砂層は地表から25m、236~井底の290mに分布し、他は粘土、泥灰岩となっている。砂層は粘土質の部分と粘土の薄層をはさむ部分がある。227~229mに亜炭をはさむと記載されている。本地区の地質柱状図を図3-5に示す。

3-3-2 地下水

本地域の地下水は白亜紀中にはさまれた砂層を帯水層として賦存しており、中でも236m~290mの砂が最も有力な帯水層と考えられる。

水源井は260.9m~281.2m間にストレーナーを設けている。静水位は25.58mである。

さく井完成時の揚水試験結果によると、

適正揚水量 $644\text{ m}^3/\text{d}$ に於ける、水位降下量は2.40mであり、揚水水位は27.98mとなる。

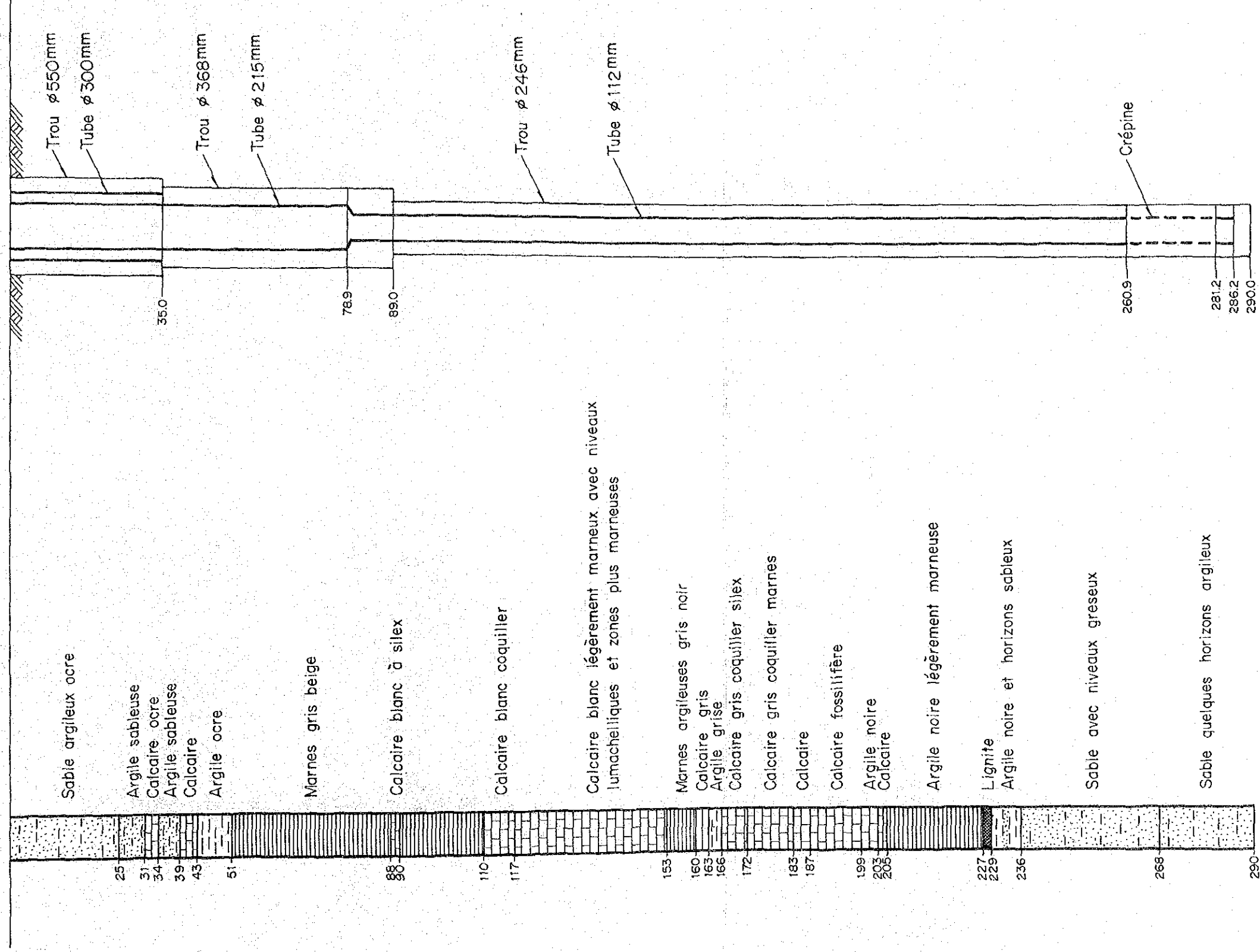
COLOBANE F 2

图 3 - 5

COUPE LITHOLOGIQUE

图 3 - 6

COUPE TECHNIQUE



3-3-3 井戸構造

井戸標高は28 mである。構造図3-6により、掘さくは深さ35 m迄 $\phi 550$ mm, 89 m迄 $\phi 368$ mm, 以下 $\phi 246$ mmで行なわれ、井戸仕上げは78.9 m迄215 mmケーシング, 以下 $\phi 112$ mmケーシングとなっており, 260.9 m~281.2 mに20.3 mのストレーナーを設けている。地表からの立ち上り管は0.22 mである。

3-3-4 水質

この地区の調査井戸の水質結果を表3-14に示す。
コロボンの井戸水は塩化物の値が疑わしいが、総合的に見れば、問題はないと思われる。

表 3 - 14 Colobane の水質

項 目	分 析 値
塩 化 物 (mg/l)	315
全 鉄 (mg/l)	< 0.2
マンガン (mg/l)	< 0.1
カルシウム (mg/l)	35
総 硬 度 (mg/l)	110
フ ッ 素 (mg/l)	1.0
NH ₃ -N (mg/l)	0.6
NO ₂ -N (mg/l)	0.006
NO ₃ -N (mg/l)	< 0.23
pH (-)	8.5
M-アルカリ度 (mg/l)	55
大腸菌群 (N/ml)	2
電気伝導度 (25°C) (μS/cm)	1620
水 温 (°C)	37

3-4 Diacksao Saloum

3-4-1 概 要

(1) 位 置

ディヤクサオ・サロム (Diacksao Saloum) はシン・サロム州の東部、即ち北緯 $14^{\circ}-25'$ 、西経 $15^{\circ}-23'$ に位置する。

ダカールからタンバクンダに至る舗装道路上にあるカフリン (Kaffrine) (ダカールから約 215 km の地点) から分岐した未舗装道を約 35 km 北東進したところにある。サイト図を図3-7に示す。

(2) 地 形

ディヤクサオ・サロムは海拔標高 30 m 内外の平坦地であるが集落北東端は水源井より約 1 m 位高い。集落の北隅には最高点より $1.5\text{ m}\sim 2\text{ m}$ 位低い凹地があり西流している。

(3) 地 質

水源井の付近は固結したラテライトからなるが、その周囲は砂質土壌が薄く覆って畑地となっている。

水源井は古第三紀末から新第三紀初めに生成されたと考えられているコンチネンタル・ターミナルと呼ばれる陸成層とこの下位にくる白亜紀を掘さくしている。恐らく 106 m が古第三紀層と白亜紀層の境界であろう。

本地域のコンチネンタル・ターミナルは中～細粒の砂岩及び砂層を主とし深さ $4.6\sim 5.84\text{ m}$ に粘土層をはさむ。 $8.8\sim 10.6\text{ m}$ の粗砂は古第三紀の基底砂層と考える。

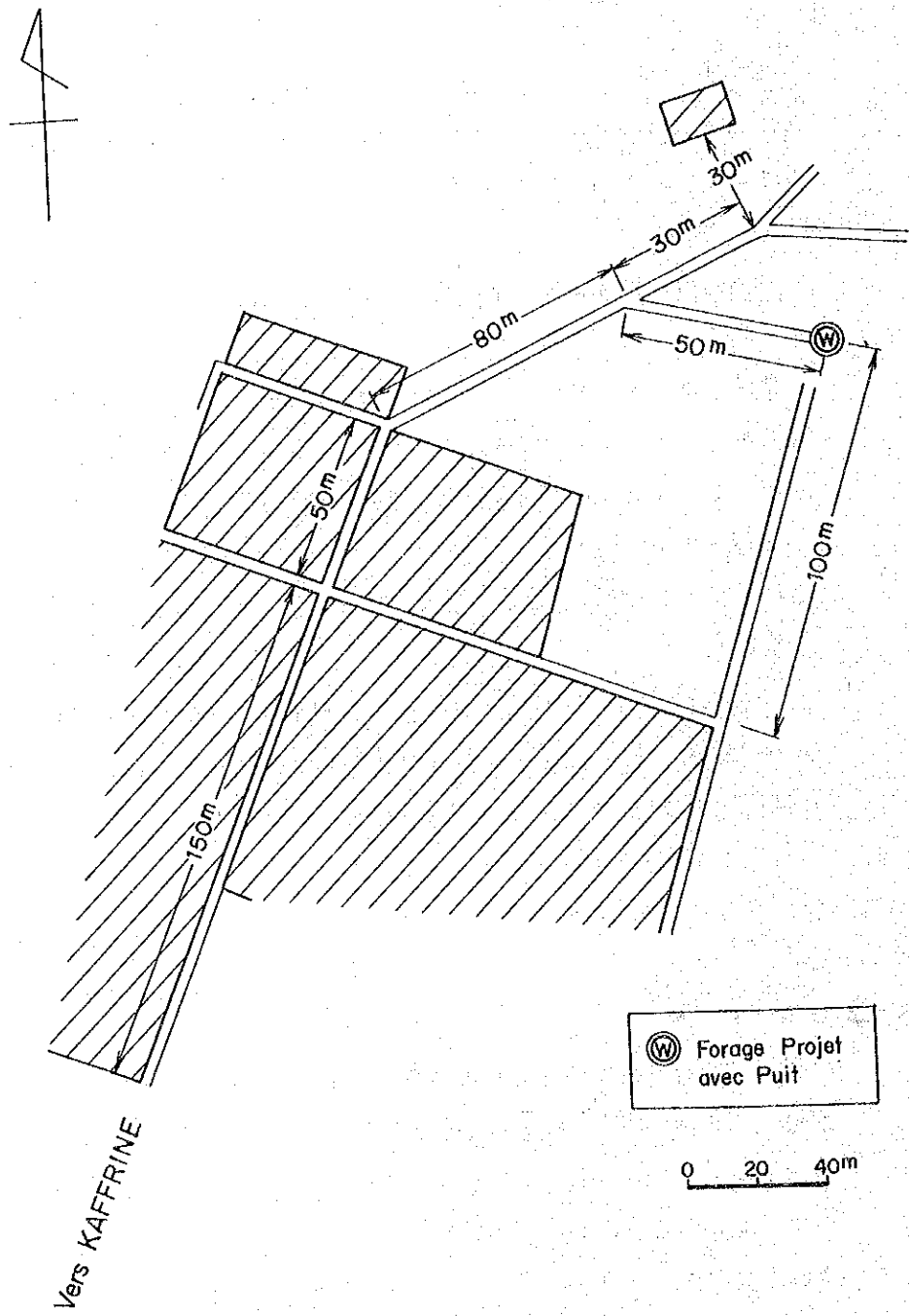
106 m 内外の古第三系は 14.2 m にもおよぶ厚い泥灰岩層とその下位にある砂層からなる。泥灰岩中には厚さ 1 m 内外の薄い砂層を若干はさみ、その上部帯には貝化石を含む。 24.85 m 以深の砂層は中粒で $25.973\text{ m}\sim 26.073\text{ m}$ および $28.6\text{ m}\sim 28.8\text{ m}$ に暗灰色の粘土をはさんでいる。この地区の井戸地質柱状図を図3-8に示す。

3-4-2 地 下 水

水源井の採水対象層は白亜紀に属する深さ 24.85 m 以深の砂層であるが、静水位が 3.8 m であることを考え合せると、 $5.84\text{ m}\sim 10.6\text{ m}$ に分布するコンチネンタル・ターミナルの砂層も帯水層を形成している可能性が強い。

さく井完成時の揚水試験結果によると、適正揚水量 $688\text{ m}^3/\text{d}$ に於ける、水位降下量は 9.6 m であり、揚水水位は 4.76 m となる。

図 3-7 サイト図
DIACKSAO SALOUM



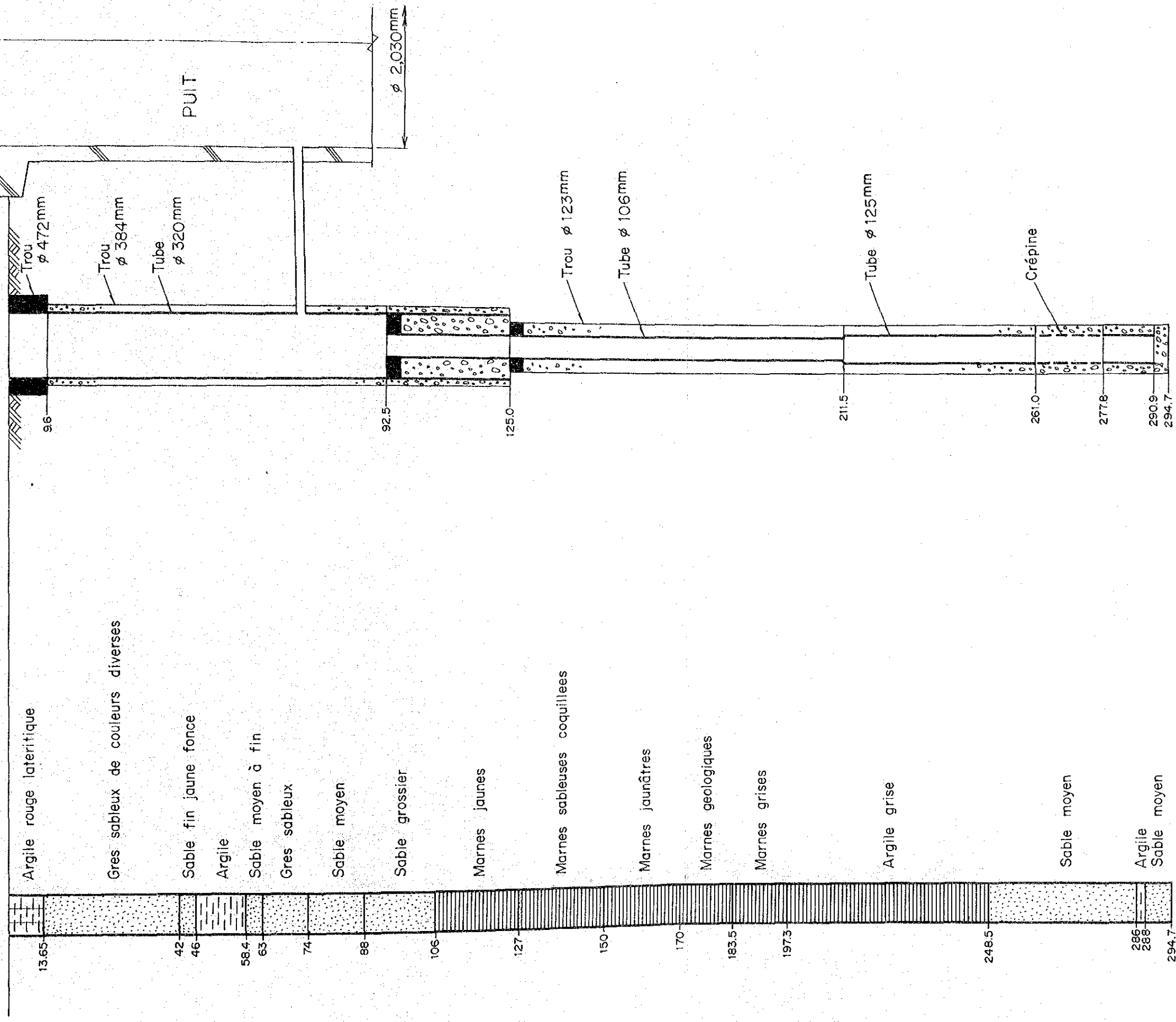
DIACKSAO SALOUM

3 - 8

COUPE LITHOLOGIQUE

3 - 9

COUPE TECHNIQUE



3-4-3 井戸構造

井戸標高は30 mである。本調査対象地区の中で唯一の深井戸、浅井戸併設型 (Forage-puit) である。図3-9 (井戸構造図) により、掘さくは9.6 m迄 $\phi 472\text{ mm}$ 、12.5 m迄 $\phi 384\text{ mm}$ 、以下井底の29.4.7 m迄 $\phi 123\text{ mm}$ で掘さくされ、仕上げは12.5 m迄 $\phi 320\text{ mm}$ ケーシング、9.5 m ~ 21.1.8 m迄 $\phi 106\text{ mm}$ ケーシング、21.1.8 m ~ 29.0.9 mが $\phi 125\text{ mm}$ ケーシングとなっており、26.1 m ~ 27.7.8 m間に16.8 mのストレーナーが設けてある。地表の立ち上り管は0.5 mである。

3-4-4 水質

この地区の対象井戸の水質結果は表3-15に示す如く良好である。

表 3 - 15 Diacksao Saloum の水質

項	目	分 析 値
塩 化 物	(mg/l)	80
全 鉄	(mg/l)	< 0.2
マンガン	(mg/l)	< 0.1
カルシウム	(mg/l)	40
総 硬 度	(mg/l)	110
フ ッ 素	(mg/l)	0.7
NH ₃ -N	(mg/l)	0.4
NO ₂ -N	(mg/l)	0.6
NO ₃ -N	(mg/l)	1.0
pH	(-)	7.8
M-アルカリ度	(mg/l)	50
大腸菌群	(N/ml)	14
電気伝導度	(25°C) (μS/cm)	990
水 温	(°C)	34

3-5 Bounkiling

3-5-1 概要

(1) 位置

ブンキリン (Bounkiling) はカサマンス州の北縁部、ガンビーとの国境近くにあり、北緯 $13^{\circ} - 05'$ 、西経 $15^{\circ} - 40'$ に位置する。

ダカール-タンバクンダ舗装道路上にあるシン・サロムの州都カオラック (Kaolack) (ダカールから約 190 km) から分岐するカオラックジゲンショ-道を約 150 km 南下したところにある。この地区のサイト図を図3-10に示す。

(2) 地形

この地区は海拔標高 $23 \sim 28\text{ m}$ の丘陵性緩斜地で水源井は集落の東端にあり、最も高地で標高 28 m 、集落西端部が最も低く標高 23 m である。本地区の南側をカサマンス川の支流が西南流している。

(3) 地質

地表はよく締った $\phi 1 \sim 3\text{ cm}$ の角礫入り赤色ラテライト質粘土からなり、以深の構成地質は地表では観察できない。しかし水源井の柱状図のごとく、地表から 25 m 迄がラテライト質粘土で $25\text{ m} \sim 74\text{ m}$ 迄が粘土層、以下井底の 120.4 m 迄粘土混り細砂層となっている。これ等の地層はコンチネンタル・ターミナルに属するもので黄、灰、暗灰色を呈する。ブンキリンの柱状図を図3-11に示す。

3-5-2 地下水

本地域の地下水はコンチネンタル・ターミナル中の砂層を帯水層とした賦存機構をもっており、水源井も 74 m 以深の黄色粘土混り細砂層を採水対象としている。静水位は 12.33 m である。さく井完成時の揚水試験結果によると、 $1,600\text{ m}^3/\text{d}$ を適正揚水量とし、水位降下量は 9.20 m であり、揚水水位は 21.53 m となる。

3-5-3 井戸構造

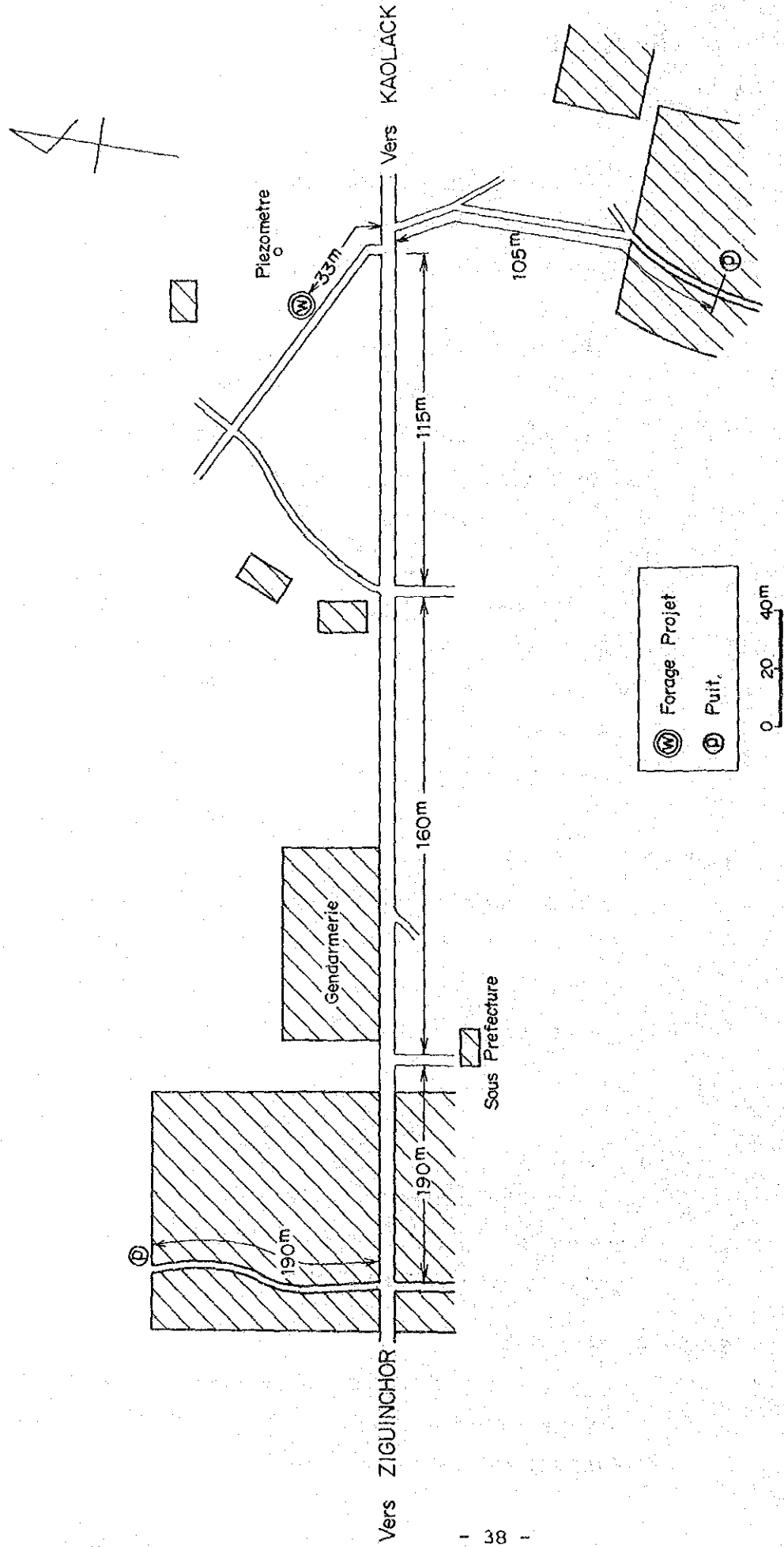
井戸標高は 28 m である。井戸構造図3-12により、深さ 103 m 迄が $\phi 200\text{ mm}$ ケーシング、 $103\text{ m} \sim 119\text{ m}$ の 16 m が $\phi 150\text{ mm}$ ストレーナー、 $119\text{ m} \sim 120.4\text{ m}$ が $\phi 112.5\text{ mm}$ の盲管となっている。

3-5-4 水質

この地区では対象深井戸及び付近の浅井戸から採水し、その水質結果を表3-16に示す。浅井戸の pH が 5.7 と低く、深井戸は 7.6 で異常はない。その他の値は問題にならないと思われる。

図 3-10 サイト図

BOUNKILING



BOUNKILING

图 3 - 11

COUPE LITHOLOGIQUE

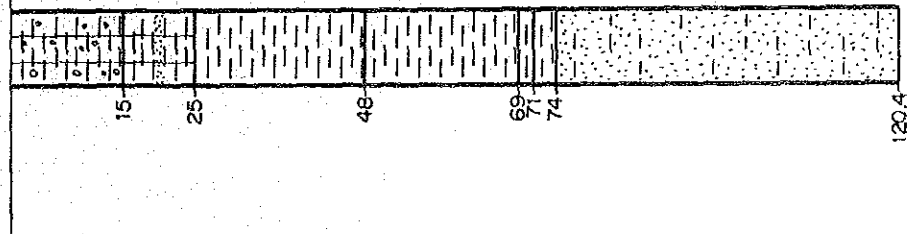


图 3 - 12

COUPE TECHNIQUE

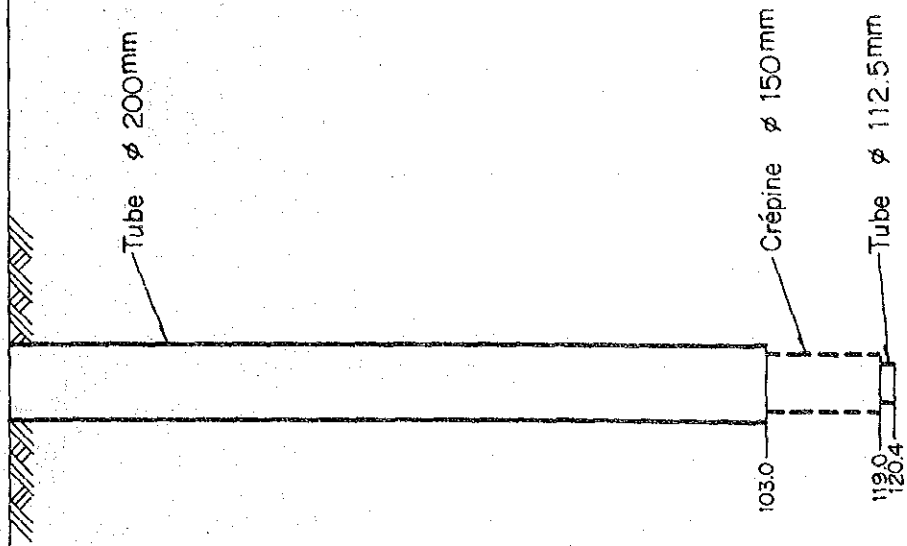


表 3 - 16 Bounkiling の水質

項 目	深井戸	浅井戸
塩化物 (mg/l)	20	25
全鉄 (mg/l)	<0.2	<0.2
マンガン (mg/l)	0.1	<0.1
カルシウム (mg/l)	70	5
総硬度 (mg/l)	110	30
フッ素 (mg/l)	0.15	0.05
NH ₃ -N (mg/l)	<0.4	<0.4
NO ₂ -N (mg/l)	0.006	0.1
NO ₃ -N (mg/l)	<0.23	1.05
pH (-)	7.6	5.7
M-アルカリ度 (mg/l)	15	5
大腸菌群 (N/ml)	1	8
電気伝導度 (25°C) (μS/cm)	160	60
水温 (°C)	32	30

3-6 Kabrousse

3-6-1 概要

(1) 位置

カブルース (Kabrousse) はセネガルの南西端に当る北緯 $12^{\circ}-20'$ 、西経 $16^{\circ}-45'$ に位置しギニ・ビサウ (Guinea - Bissau) との国境にある。行政上はカサマンス (Casamance) 州に属し、州都ジグンジョー (Ziguinchor) の西南方直距 5.5 km の海岸にある。カブルースのサイト図を図 3-13 に示す。

(2) 地形

海岸近くの平地で海拔標高は 1.0 ~ 1.2 m である。小河川が樹枝状に発達し、その流域は湿地となっており、熱帯多雨地の林相を示している。降雨量はセネガルで最も多く年間 1,800 mm を超す。

(3) 地質

地表は一面が灰褐色のサラサラした細砂層が覆っており、地下を構成する地層の露頭は全く見る事ができない。しかし地域内に既存する深度 3.26 m の水源井柱状図 (図 3-14) を見ると地表から 2 m 迄が地表面を構成するサラサラな細砂層で 2 ~ 7 m が粘土混り砂 7 ~ 1.2 m がラテライト又はラテライト混りの砂となっており、1.2 m 以深は井底迄細砂層となっている。0 ~ 7 m 迄が沖積層 (海浜砂層)、7 ~ 1.2 m がラテライト、以深はコンチネンタル・ターミナルと考えられる。

3-6-2 地下水

本地域に賦存する地下水はコンチネンタル・ターミナル中の砂層を帯水層としており、水源井はこの砂層中の 2.08 ~ 3.08 m に 1.0 m のストレーナーを設けている。静水位は 6.9 m である。本井についての詳細な揚水試験データはないが、井戸完成時に行なったエアーリフトによる揚水結果では、360 m³/d の揚水量で揚水水位は海水準下 5.5 m に低下することになり、海水侵入による塩水化のおそれがある。

3-6-3 井戸構造

井戸は $\phi 316$ mm の径で掘さくされ、2.08 m 迄が $\phi 216$ mm ケーシング、2.08 ~ 3.08 m に $\phi 150$ mm のストレーナーを設け、3.08 ~ 3.28 m に $\phi 100$ mm の盲管を入れている。構造図を図 3-15 に示す。

KABROUSSE

Fig 3 - 14

COUPE LITHOLOGIQUE

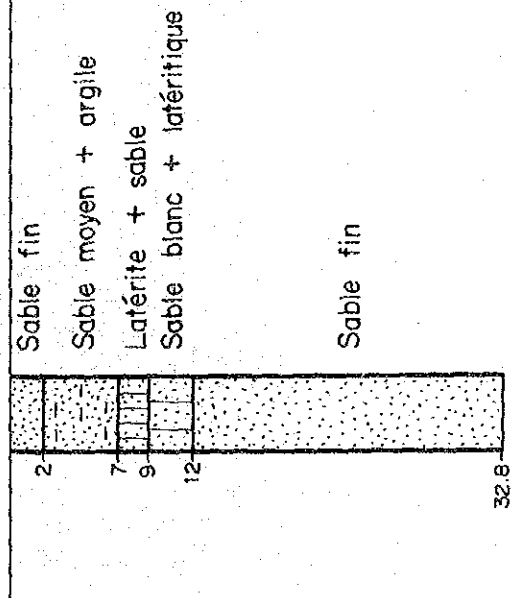
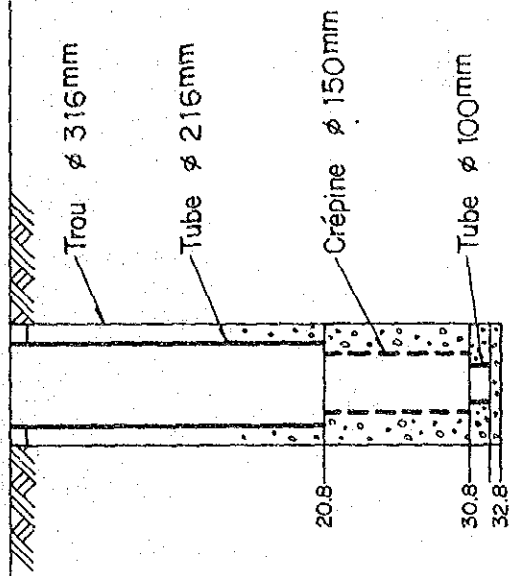


Fig 3 - 15

COUPE TECHNIQUE



3-6-4 水 質

カブルースの水質結果を表3-17に示す。

この井戸水の水質を総合的に評価すると、非常に良質の水である。

表 3 - 17 Kabrousse の水質

項 目	分 析 値
塩 化 物 (mg/l)	80
全 鉄 (mg/l)	0.2
マンガン (mg/l)	< 0.1
カルシウム (mg/l)	70
総 硬 度 (mg/l)	110
フ ッ 素 (mg/l)	0.1
NH ₃ -N (mg/l)	0.5
NO ₂ -N (mg/l)	< 0.006
NO ₃ -N (mg/l)	< 0.23
pH (-)	7.7
M-アルカリ度 (mg/l)	10
大腸菌群 (N/ml)	1
電気伝導度 (25°C) (μS/cm)	170
水 温 (°C)	29

3-7 Tionk Essil

3-7-1 概要

(1) 位置

ティオンク・エシル (Tionk Essil) は Casamance 州の北西部北緯 $12^{\circ} - 47'$, 西経 $16^{\circ} - 30'$ に位置する。州都ジゲンシヨールからジゲンシヨール・カオラック道を約 25 Km 北に進んだビグノナ (Bignona) から分岐した舗装道をベラ (Baila) 迄約 20 Km 北西進し、ここから未舗装を約 30 Km 南西進したところにある。ティオンク・エシルのサイト図を図 3-16 に示す。

(2) 地形

カサマンス河の支流ならびにその流域に発達した樹枝状の低湿地にはさまれた標高 1.0 ~ 1.3 m の平坦地で整然と区画整理が行なわれた営農地である。

集落の東側に幅 20 m , 比高差 1.5 m 位の開折、谷が北流しているが平時は全く流水を見ない。

(3) 地質

地表は薄い粘土混り細砂層と固結したラテライトからなるが集落東側に掘さくされた水源井 (深さ 17.3 m) の柱状図のごとく本地域の地下構成地質は次のようになる。

地表から 5 m 迄が風成の砂~粘土質砂からなる沖積層であるが、5 ~ 8 m 迄が固結したラテライトとなり、8 ~ 33 m に見られる砂混り粘土層がコンチネンタル・ターミナルに相当するらしい。なお 38 m 以深は石灰岩と砂、粘土、泥灰岩の累層となっている。この累層は明らかに海成層で始新統に属する。12.4 m から 15.5 m に石灰質の砂層があり、これが帯水層を形成している。本地区の柱状図を図 3-17 に示す。

3-7-2 地下水

本地域の地下水は深さ 12.4 m ~ 15.5 m に分布する中新統の石灰質砂層を帯水層として賦存している。静水位は 10.22 m である。

さく井完成時の揚水試験結果によると、適正揚水量を $576 \text{ m}^3 / \text{d}$ に於ける、水位降下量は 38.0 m であり、揚水水位は 48.22 m となる。

3-7-3 井戸構造

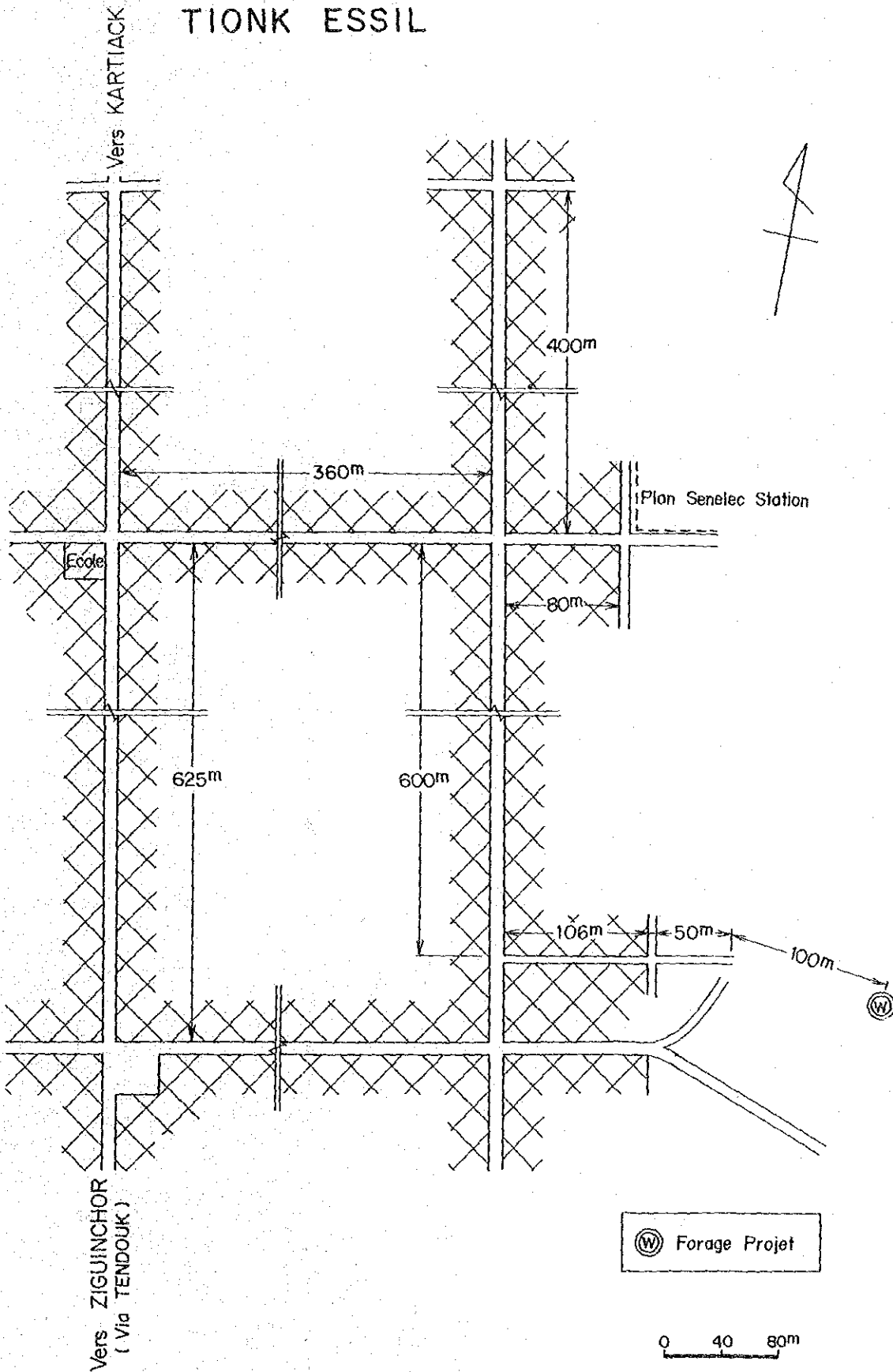
井戸標高は 13 m である。図 3-18 に井戸構造図を示す。

地表から深さ 10.3 m 迄が $\phi 250 \text{ mm}$ ケーシング、10.3 m ~ 12.8 m が $\phi 100 \text{ mm}$ ケーシング、12.8 ~ 15.2 m が $\phi 100 \text{ mm}$ ストレーナーとなっている。

また地表からの立ち上り管は 0.95 m である。

図 3 - 16 サイト図

TIONK ESSIL



TIONK ESSIL

图 3 - 17

COUPE LITHOLOGIQUE

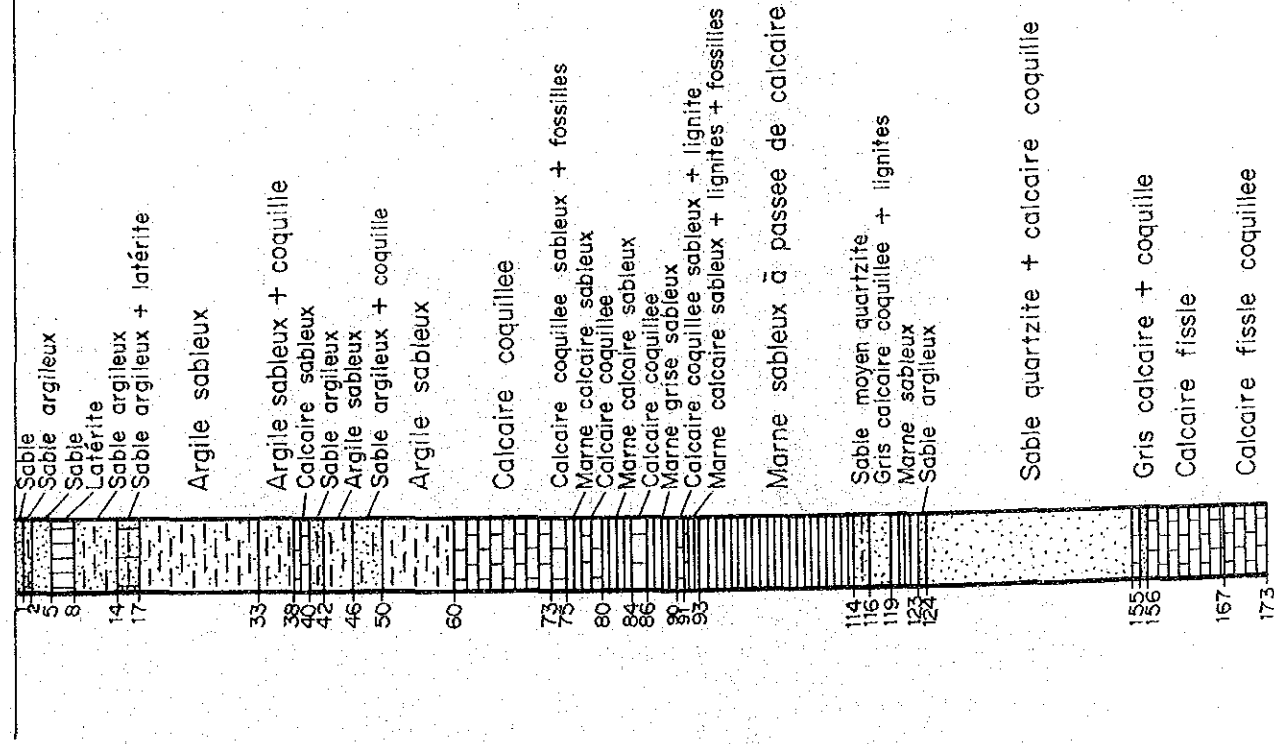
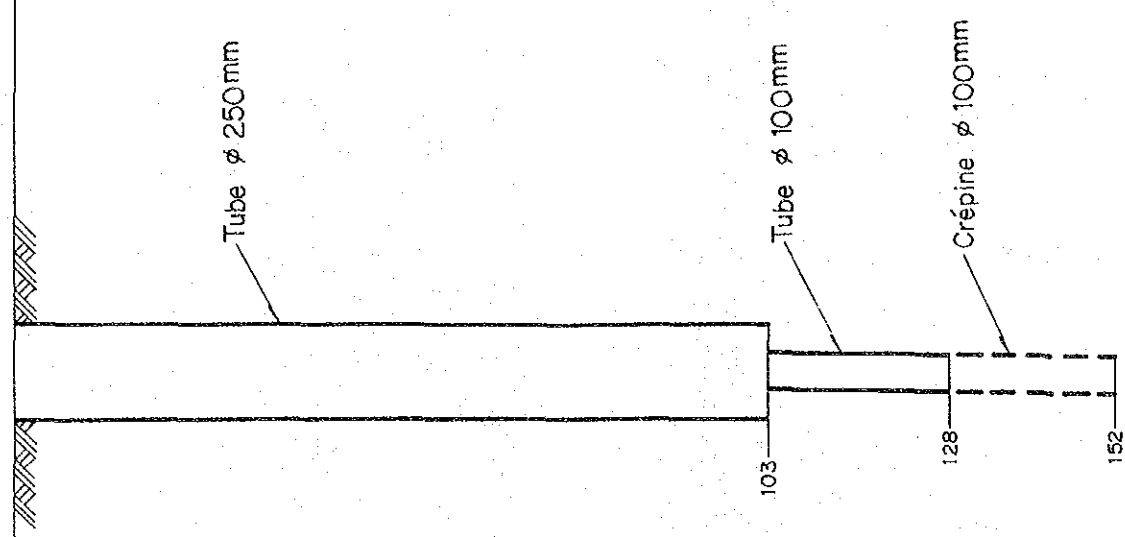


图 3 - 18

COUPE TECHNIQUE



3-7-4 水 質

本地区では採水はプロジェクト対象井戸及び村内の浅井戸で行った。それらの水質結果を表3-18に示す。この深井戸は石灰層を対象帯水層としているので硬度が高いと推定され、分析の結果、基準を上回る790 $\mu\text{g}/\text{l}$ (CaCO_3 として)を示した。又、塩化物の値はWHO及び日本の基準を多少上回るが、フランス及びアメリカの基準を満たす。総合的な評価は問題ない水質であると思料される。

表 3 - 18 Tlonk Essil の水質

項 目	深井戸	浅井戸
塩化物 (mg/l)	230	20
全鉄 (mg/l)	0.2	<0.2
マンガン (mg/l)	0.1	<0.1
カルシウム (mg/l)	155	10
総硬度 (mg/l)	790	35
フッ素 (mg/l)	0.5	0.15
NH ₃ -N (mg/l)	0.4	<0.4
NO ₂ -N (mg/l)	0.006	0.006
NO ₃ -N (mg/l)	<0.23	1.15
pH (-)	8.3	5.7
M-アルカリ度 (mg/l)	20	5
大腸菌群 (N/ml)	0	30
電気伝導度 (25°C) (μS/cm)	1,500	62
水温 (°C)	29	22

3-8 Dialakoto

3-8-1 概 要

(1) 位 置

ディアラコト (Dialakoto) はセネガル・オリエンタル州の北緯 $13^{\circ}-48'$ 西経 $13^{\circ}-45'$ に位置し、州都タンバクンダからギニーとの国境の町、フォンゴランビ (Fongolembi) に至る舗装道を約 70 km 南東進したところにある。なお首都ダカールとタンバクンダの距離は舗装道路沿いに約 450 km である。

図 3-19 にディアラコトのサイト図を示す。

(2) 地 形

この地域は海拔標高 40 ~ 45 m の丘陵性緩斜地で西側を Gambie 河が北西流し、北側にはその支流であるニエリ・コ (Nieri Ko) が南西流し、地域内にも深さ 1.5 ~ 2 m の支谷が枝樹状に入り込んでいるが、これ等支谷は平時は流水をもたない。Gambie 河及びニエリ・コは 10 ~ 20 m の浸食崖をもっている。

(3) 地 質

地域の地表はよく固結された角礫入りのラテライトが一面を覆っているが、ガンビア河及びニエリ・コの浸食崖にはコンチネンタル・ターミナルに属する白灰色～黄粘土質砂～砂岩層がよく露頭している。この地層は NE 40° ~ 50° の走向で北西に 3° ~ 5° の緩傾斜を示す。

集落の北東隅に深さ 163 m の水源井が既存するが地質の状況は明らかでない。しかし前述したようにガンビア河又はニエリ・コの浸食崖露頭の状況から本水源井が白亜紀層に掘さくしているものと思料される。

3-8-2 地 下 水

水源井の地質柱状図がないので帯水層の位置は明らかでないが、コンチネンタル・ターミナル中の砂層を採水対象としていることは略々明らかである。

なお、この国の深井戸は全て井底近くに分布する砂層から採水しているので本井も 120 ~ 130 m 以深に有力な帯水層を形成する砂層が分布しているものと考えられる。静水位は 20.28 m である。

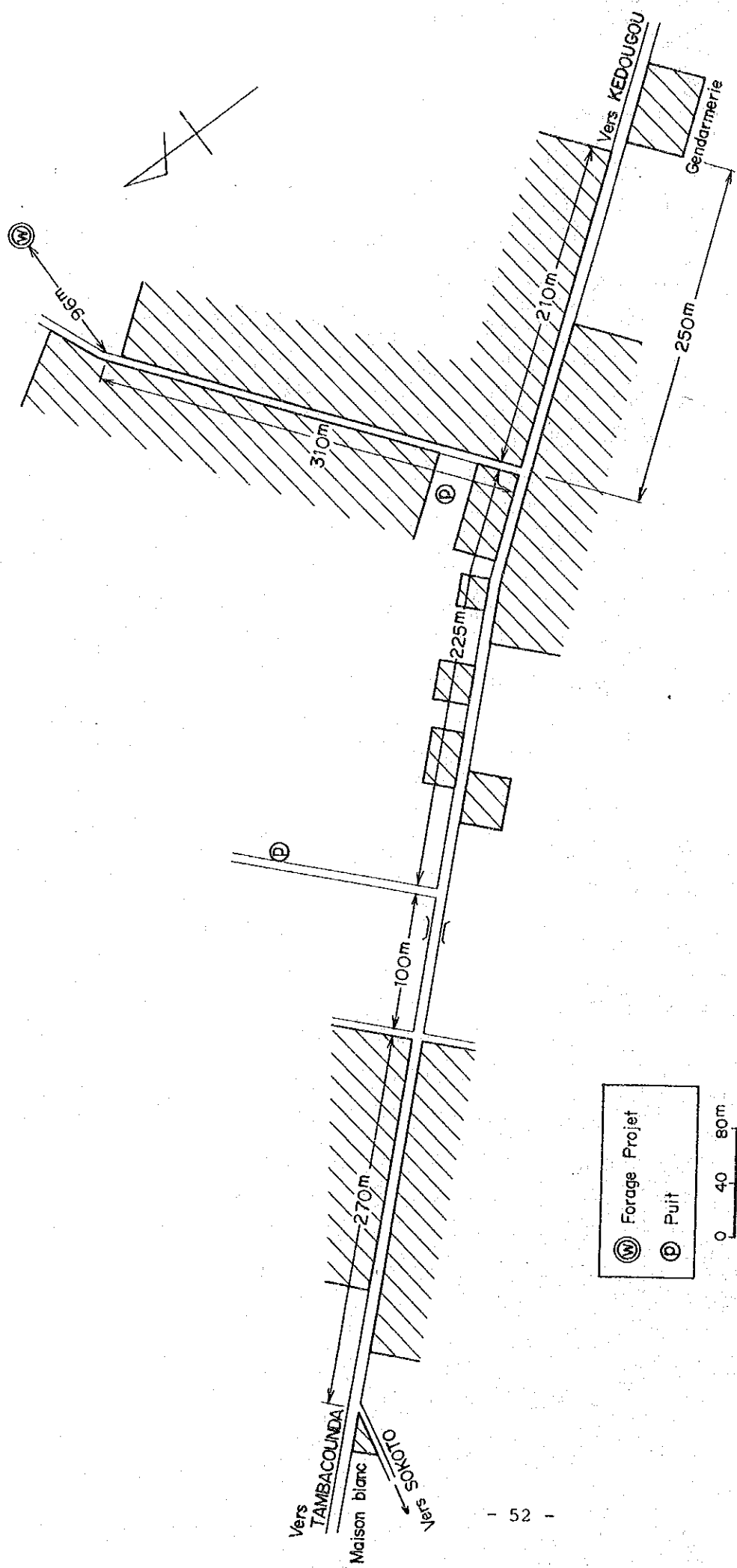
さく井完成時の揚水試験結果によると、 $633 \text{ m}^3/\text{d}$ を適正揚水量として、水位降下量は 46.87 m であり、揚水水位は 67.15 m となる。

3-8-3 井 戸 構 造

井戸標高は 45 m である。

図 3 - 19 サイト図

DIALAKOTO



本井は $\phi 250$ mm ケーシング管を挿入している以外、内部の井戸構造は明らかでない。ケーシングパイプの立ち上りは 0.69 m である。

3-8-4 水 質

ディアラゴトの深井戸の水質結果を表 3-19 に示す。
総合的な水質評価によれば問題はない。

表 3 - 19 Dialakoto の水質

項 目	分 析 値
塩化物 (mg/l)	25
全鉄 (mg/l)	0.25
マンガン (mg/l)	< 0.1
カルシウム (mg/l)	220
総硬度 (mg/l)	525
フッ素 (mg/l)	0.5
NH ₃ -N (mg/l)	0.5
NO ₂ -N (mg/l)	< 0.006
NO ₃ -N (mg/l)	< 0.23
pH (-)	8.1
M-アルカリ度 (mg/l)	55
大腸菌群 (N/ml)	9
電気伝導度 (25°C) (μS/cm)	710
水温 (°C)	31

3-9 Goumbayel

3-9-1 概 要

(1) 位 置

グンバイエル (Goumbayel) はセネガル・オリエンタル州の北緯 $13^{\circ}-40'$ 西経 $13^{\circ}-10'$ に位置する。

州都タンバクンダから未舗装道を約 60 km 東進したところにある。

グンバイエルのサイト図を図 3-20 に示す。

(2) 地 形

この地域は海拔標高 32 ~ 34 m 位の平坦地であるが、水源井のある西側が最も高く、集落中心部は水源井より 1.5 m 位低くなっている。

集落の西方約 4 km のところにニエリ・コの支流が南西流している。道路が横断する地点のこの溪谷は幅約 30 m、比高差約 5 ~ 6 m と小規模に見えるが、その流路延長は 100 km にもおよび、雨期にはかなりの洪水が懸念される。流水のない谷底に小舟が繋がっていることから雨期の洪水の激しさが想像できる。

(3) 地 質

地表はラテライトとこれを覆う薄い粘土質細砂層からなるが、前述したニエリ・コの浸食崖にはコンチネンタル・ターミナルに属する灰~黄灰色粘土質細砂層の露頭が見られる。水源井 (深さ 52.15 m) の柱状図のごとく、深度 9 m 迄がラテライト 9 ~ 22 m が雑色の砂混り粘土層、22 m ~ 井底の 52.15 m 迄は粘土混り細砂となっている。深度 9 m 以深はコンチネンタル・ターミナルと考える。地質柱状図を図 3-21 に示す。

3-9-2 地 下 水

本地域に賦存する地下水はコンチネンタル・ターミナル中の砂層を帯水層とした賦存機構をもっている。水源井は 41.1 m ~ 51.15 m にストレーナーを設けていることから 42 m 以深の粘土をはさむ細砂層が有力な帯水層となっていることがわかる。静水位は 14.45 m である。

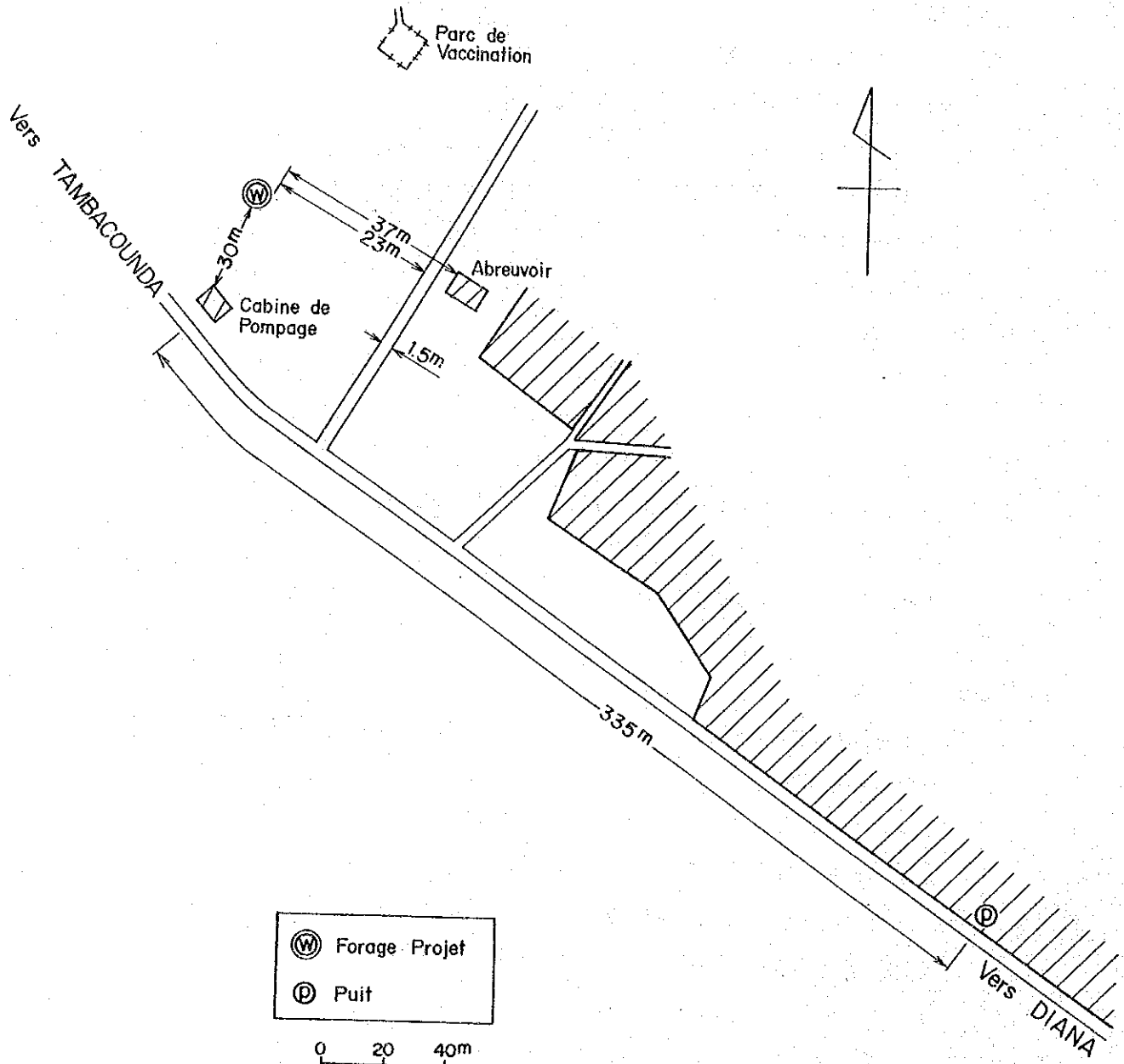
さく井完成時の揚水試験結果によると、適正揚水量 $56.0 \text{ m}^3/\text{d}$ に於ける、水位降下量は 5.1 m であり、揚水水位は 19.55 m となる。

3-9-3 井 戸 構 造

井戸標高は 33 m である。井戸構造図 3-22 により、掘さくは深さ 17 m 迄 $\phi 400 \text{ mm}$ 、17 m ~ 29 m が $\phi 312 \text{ mm}$ 、29 m ~ 井底の 52.15 m 迄が $\phi 300 \text{ mm}$ で行なわれた。

図 3 - 20 サイト図

GOUMBAYEL



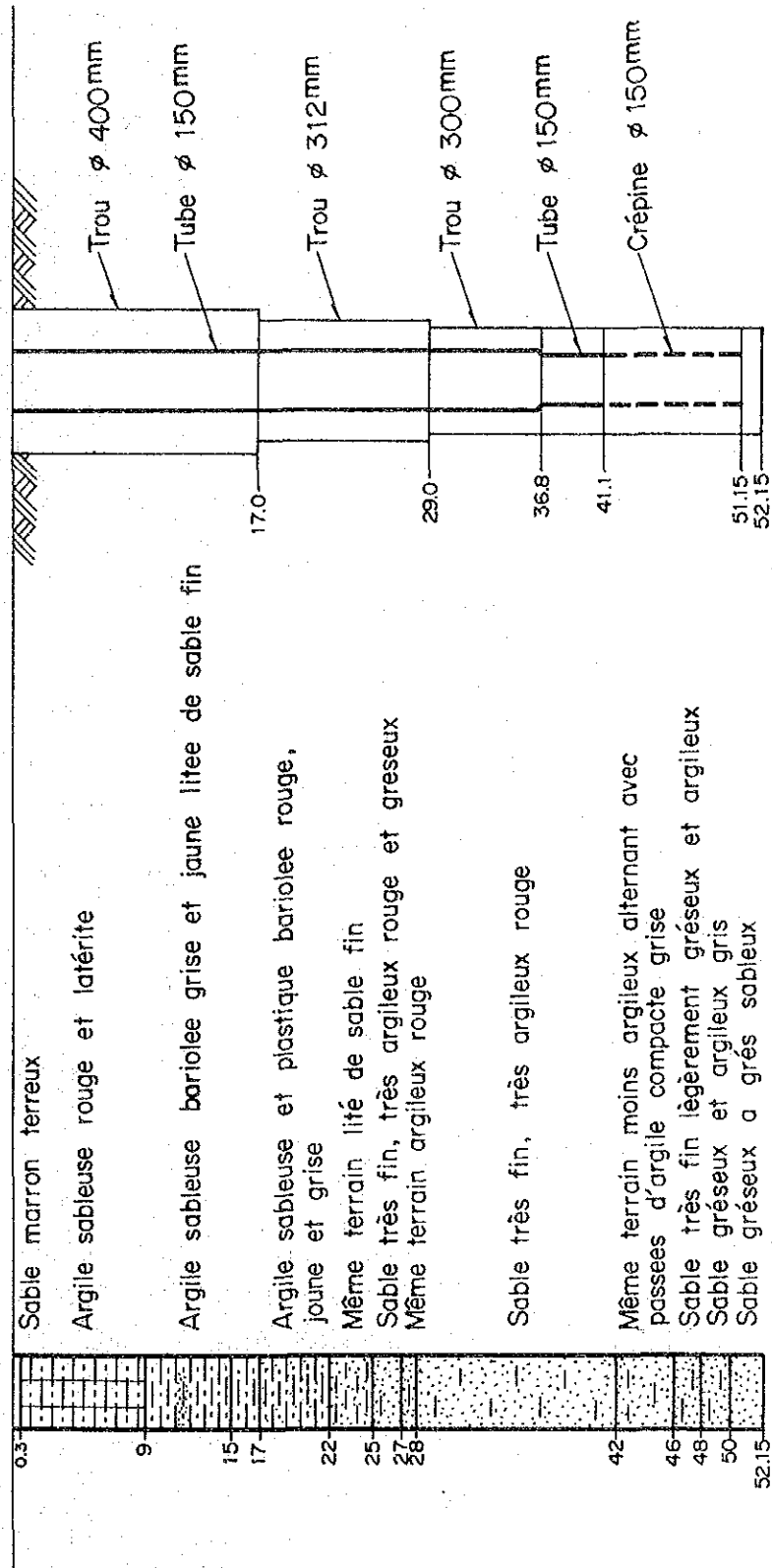
GOUMBAYEL

图 3 - 21

COUPE LITHOLOGIQUE

图 3 - 22

COUPE TECHNIQUE



井戸仕上げは深さ 3.6.8 m迄が $\phi 150$ mmケーシング, 3.6.8 m~4.1.1 m が $\phi 150$ mmケーシング, 4.1.1 m~5.1.15 mが $\phi 150$ mmのストレーナーとなっている。

立ち上り管は 0.4 5 mである。

3-9-4 水 質

表 3-20 にグンバイエルの対象井戸及び村内の浅井戸の水質結果を示す。

この地区では深井戸, 浅井戸両方共, 水質は良好である。

表 3 - 20 Goumbayel の水質

項 目	深井戸	浅井戸
塩化物 (mg/l)	35	25
全鉄 (mg/l)	0.2	< 0.2
マンガン (mg/l)	0.1	< 0.1
カルシウム (mg/l)	40	15
総硬度 (mg/l)	80	55
フッ素 (mg/l)	0.15	0.2
NH ₃ -N (mg/l)	0.6	< 0.4
NO ₂ -N (mg/l)	< 0.006	0.006
NO ₃ -N (mg/l)	< 0.23	1.10
pH (-)	7.2	7.2
M-アルカリ度 (mg/l)	30	5
大腸菌群 (N/ml)	2	1
電気伝導度 (25°C) (μS/cm)	530	50
水温 (°C)	25	23