

024 RECTS

COMITÉ INTERAFRICAIN D'ETUDES HYDRAULIQUES
(C.I.E.H)

*

DONNÉES POUR L'AMÉLIORATION DE L'ALIMENTATION EN EAU SUR LES PLATEAUX BATEKÉS

(CONGO - GABON - ZAIRE)



Editions de l'Afrique Noire
10, rue de la République
92000 Nanterre

1979 - 1980 - 1981 - 1982 - 1983 - 1984 - 1985 - 1986 - 1987 - 1988 - 1989 - 1990 - 1991 - 1992 - 1993 - 1994 - 1995 - 1996 - 1997 - 1998 - 1999 - 2000 - 2001 - 2002 - 2003 - 2004 - 2005 - 2006 - 2007 - 2008 - 2009 - 2010 - 2011 - 2012 - 2013 - 2014 - 2015 - 2016 - 2017 - 2018 - 2019 - 2020 - 2021 - 2022 - 2023 - 2024

024 AFC 79
3861

COMITÉ INTERAFRICAIN D'ETUDES HYDRAULIQUES
(C.I.E.H)

*

DONNÉES POUR L'AMÉLIORATION DE L'ALIMENTATION EN EAU SUR LES PLATEAUX BATEKÉS

(CONGO - GABON - ZAIRE)

*



LIBRARY, INTERNATIONAL REFERENCE
CENTRE FOR COMMUNITY WATER
AND SANITATION (ICWAS)
P.O. Box 100, The Hague
Tel. (070) 44511 ext. 122

R.325/E.466/1979

RD 371
IC 824 AFC79



BURGÉAP

ETUDE ET MISE EN VALEUR DES EAUX SOUTERRAINES

- S O M M A I R E -

	Page
<u>RESUME</u>	I à V
<u>I - GENERALITES SUR LES PLATEAUX BATEKES - POSITION DU PROBLEME</u>	1
I.1. - <u>Végétation</u>	2
I.2. - <u>Données climatologiques</u>	3
I.2.1. - <u>Pluviométrie</u>	3
I.2.2. - <u>Evaporation - Evapotranspiration</u>	4
I.3. - <u>Population - Habitat</u>	5
I.3.1. - <u>Population</u>	5
I.3.2. - <u>Habitat</u>	8
I.3.3. - <u>Mode de vie</u>	9
I.4. - <u>Position du problème</u>	9
<u>II - GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE</u>	11
II.1. - <u>Géologie</u>	11
II.1.1 - <u>Stratigraphie</u>	11
II.1.2 - <u>Comparaison entre les séries stratigraphiques belges et françaises</u>	13
II.1.3 - <u>Granulométries et morphoscopie</u>	13
II.1.4 - <u>Conclusion sur les formations constituant les Plateaux Batékés</u>	15

	Page
II.2 - <u>Géomorphologie</u>	16
II.2.1. - <u>Allure d'ensemble des plateaux batékés</u>	16
II.2.2. - <u>Les formes de détail</u>	17
II.2.3. - <u>Les rebords des plateaux</u>	17
II.2.4. - <u>Les cirques</u>	17
II.2.5. - <u>Les vallées sèches</u>	17
II.2.6. - <u>Les dépressions fermées</u>	18
III - <u>HYDROGEOLOGIE</u>	21
III.1. - <u>La nappe générale profonde des plateaux batékés</u>	21
III.2. - <u>Les petites nappes perchées dans les sables et grès batékés</u>	25
III.3. - <u>Les mares</u>	28
III.4. - <u>Chimie des eaux</u>	36
III.5. - <u>Conclusions du chapitre hydrogéologique</u>	36
IV - <u>ALIMENTATION EN EAU ACTUELLE DES POPULATIONS</u>	38
IV. 1. - <u>Les besoins</u>	38
IV. 2. - <u>Mode d'alimentation en eau</u>	38
IV. 3. - <u>Distances et d'nivelées par rapport aux points d'eau</u>	40
IV. 4. - <u>Position de la population vis-à-vis des problèmes de l'eau</u>	41
V - <u>ANALYSE DES DIFFERENTS TYPES D'AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES SUSCEPTIBLES D'ETRE REALISES</u>	42
V . 1. - <u>Exploitation par forage de la nappe profonde</u>	44
V.1.1. - <u>Profondeur de la nappe sous les plateaux</u>	44
V.1.2. - <u>Problèmes liés à la finesse des sables à capter</u>	44

	Page
V. 1. 3 - <u>Données sur les coûts de forage, pompes et groupes électrogènes</u>	45
V . 2 - <u>Exploitation des eaux de surface et pompage sous les plateaux</u>	50
V . 3 - <u>Aménagements de mares existantes</u>	50
V . 4 - <u>Mares artificielles</u>	50
V . 5 - <u>Citernes</u>	51
V.5.1. - <u>Détermination des superficies d'impluvium et des volumes à stocker nécessaires</u>	51
V.5.2. - <u>Calcul du coût des solutions citernes</u>	52
V.5.3. - <u>Coût des solutions. Impluvium et bassin d'accumulation en béton</u>	55
V.5.4. - <u>Coût des solutions. Impluvium et bassin en film plastique souple</u>	56
V.5.5. - <u>Sacs à eau</u>	57
V . 6 - <u>Exploitation de petites nappes perchées proches de la surface</u>	58
V.6.1. - <u>Proposition de recherches des nappes perchées</u>	58
V.6.2. - <u>Réalisations de puits ou de forages</u>	61
 VI - <u>C O N C L U S I O N S</u>	 64

- T A B L E A U X -

	<u>Page</u>
<u>Tableau 1</u> - Pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle	4
<u>Tableau 2</u> - Pluviométrie annuelle (1951 - 1977)	5
<u>Tableau 3</u> - Correspondance des séries stratigraphiques belges et françaises	19
<u>Tableau 4</u> - Principales données sur les forages de Dumi (Zaïre)	43
<u>Tableau 5</u> - Données sur la chimie des eaux	47
<u>Tableau 6</u> - Coûts des différentes solutions envisagées pour alimenter un village de 250 habitants.	85

- A N N E X E S -

Annexe I	- Points d'eau et alimentation des villages visités :
	I.1. - CONGO
	I.2. - GABON
	I.3. - ZAIRE
Annexe II	- Données hydrologiques
Annexe III	- Tableau récapitulatif des principales données concernant l'alimentation en eau des villages visités au Congo et au Gabon
Annexe IV	- Coupes de terrain observées à proximité des mares
Annexe V	- Coupes géologiques des forages de la zone de Dumi (Zaïre)
Annexe VI	- Tableau récapitulatif des principales données sur les citernes visitées au Congo
Annexe VII	- Bibliographie des documents consultés

- LISTE DES PLANCHES -

<u>Dans le texte :</u>	<u>Page</u>
Pl. 1 - Extension des sables et grès batékés	2
Pl. 2 - Grès de la Falaise du Stanley Pool	20
Pl. 3 - Grès batékés	20
Pl. 4 - Sables ocres du plateau Koukouya	22
Pl. 5 - Hypothèse concernant la formation des dépressions	26
Pl. 6 - Position des différentes nappes - coupe schématique	32
Pl. 7 - Exemple de calcul de granulométrie de massif filtrant	62
Pl. 8 - Impluvium et bassin en béton	74
Pl. 9 - Impluvium et bassin en film plastique	76
Pl. 10 - Citerne type Botswana	76
Pl. 11 - Sac à eau	78
Pl. 12 - Situation des sondages de reconnaissance proposés	80
<u>Pl. A - Extension des grès batékés au Congo et au Gabon</u> (Echelle 1/1.000.000)	
<u>Pl. B - Piézométrie et profondeur de la nappe générale sous les plateaux au Congo</u> (Echelle 1/500.000)	

AVANT - PROPOS

L'étude dont rend compte le présent rapport consistait à analyser les conditions d'alimentation en eau des populations habitant les plateaux Batékés (essentiellement au Congo et au Gabon).

Elle a été confiée par le Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques au Burgéap par convention en date du 21 juin 1978.

Cette étude ne constitue pas un inventaire systématique des ressources hydrauliques, mais un essai de définitions de solutions possibles dans la région où elle s'applique.

Les prises de contacts avec les administrations et organismes intéressés et les travaux sur le terrain au Gabon, Congo, Zaïre, se sont déroulés entre le 3 juillet 1978 et le 10 septembre 1978.

Les travaux de terrain ont duré 18 jours au Congo, 5 jours au Gabon et 2 jours au Zaïre.

*

*

*

- R E S U M E -

Occupant une vaste superficie (quelque 200.000 km² pour le Gabon, le Congo et le Zaïre, prolongement en Angola), les plateaux batékés sont constitués de grès habituellement tendres ou très tendres, se désagrégant sous forme de sables à la surface du sol. L'érosion les a fortement entaillés au point que la dénivelée entre les plateaux et les vallées adjacentes est couramment de 200 à 300 mètres. Les plateaux sensu stricto se situent au Congo et au Zaïre. Sur les bordures des plateaux, et notamment au Gabon, le pays se présente sous forme de hautes collines sableuses.

La végétation est celle d'une savane clairsemée, ou parfois d'une steppe totalement dénudée, avec îlots et galeries de forêt.

Les précipitations varient entre 1.400 et 2.000 mm par an.

L'évaporation (PICHE) est comprise entre 700 et 950 mm, le déficit d'écoulement des rivières est de l'ordre de 1.000 mm par an.

Le plateau Koukouya excepté (37,5 habitants au km²), la région est très peu peuplée au Gabon et au Congo (moins de 1 à 2 habitants/km² ?), un peu plus peuplée au Zaïre (3 habitants au km²). L'accroissement démographique, à cause sans doute d'une émigration vers les grandes villes, paraît très limité.

Généralement étirés au bord d'une route, distants souvent de dix à plusieurs dizaines de kilomètres, les villages sont pour la plupart de moyenne importance (50% de moins de 250 habitants, 80% de moins de 500). Les cultures sont essentiellement vivrières, à l'exception d'une certaine quantité de tabac exportée. L'élevage, dans un tel pays, serait appelé à un certain avenir dans la mesure où les paturages se montreraient suffisants. Un tel développement impliquerait en tous cas la création de nouveaux points d'eau.

La série des sables et grès batékés est épaisse de plusieurs centaines de mètres. Elle comprend schématiquement trois termes :

- au sommet les sables ocres ou limons des plateaux (ils n'existent pas au Gabon) : 80 à 120 m d'épaisseur

- les grès polymorphes : 300 mètres (grès tendres blancs et roches silicifiées compactes de la famille des meulière),

- la série dite du Stanley Pool . Plusieurs centaines de mètres d'épaisseur : grès sur la majeure partie de la formation, quelques passées d'argilites à la base.

Tous ces terrains sont d'origine continentale . Les deux premiers termes seraient d'âge tertiaire, la série du Stanley Pool, crétacée et jurassique (Jurassique supérieur)

La granulométrie des sables (0,14 à 0,35 mm) est assez homogène dans toute la série. L'origine de ces divers terrains est, pour l'essentiel, éolienne (avec remaniement ultérieur par l'action des eaux).

Il existe sur les plateaux batékés un assez grand nombre de dépressions fermées dont l'origine n'est pas sans poser une énigme. Plusieurs explications peuvent être envisagées, mais sans certitude et sans pouvoir s'appliquer à la totalité des cas : effondrement de cavernes creusées par l'eau dans les couches calcaires ou gypseuses du Précambrien sous-jacent, fermeture par dune d'anciens thälwegs, dépôt in situ d'évaporites ultérieurement dissoutes, etc ...

Les sables batékés sont aussi aptes à l'infiltration des pluies qu'au stockage de l'eau. Ils sont le magasin d'une nappe aquifère générale qui présente des caractéristiques exceptionnelles :

1°) - son débit d'alimentation : de l'ordre de 30 litres/seconde/km²,

2°) - sa régularité - le rapport entre le débit des plus basses eaux des rivières et celui des crues est inférieur à 2 (à cause de la grande perméabilité du terrain, le ruissellement, même par fortes pluies, est extrêmement limité)

3°) - La pureté extrême de l'eau : l'impidité, qualité bactériologique, minéralisation excessivement faible (quelques milligrammes/litre de résidu sec dans certains cas).

Cette nappe générale est le plus souvent très profonde (parfois plus de 250 m) sous les plateaux, ce qui la rend pratiquement inaccessible. Sous les hautes collines, sa profondeur est très variable suivant l'altitude des collines et peut être exploitable sous certains sites.

Des nappes perchées existent çà et là (décelables par de petites sources de bordure du terrain ou des niveaux d'argile). Leurs caractéristiques sont encore très mal connues, qu'il s'agisse de l'épaisseur de terrain mouillé ou de l'extension des inclusions argileuses, sans doute toujours plus ou moins lenticulaires, qui leur donnent naissance. Leur exploitation présente un intérêt fondamental pour l'alimentation en eau des régions batékés.

Il existe aussi des mares, de types divers, le plus souvent pérennes. Dans certains cas, l'intercalation argileuse à laquelle la mare doit son existence se prolonge sous le plateau ainsi que l'attestent çà et là des puisards exploités par les habitants.

L'extrême difficulté qu'éprouvent à se ravitailler en eau la plupart des habitants des plateaux batékés n'est pas le moindre paradoxe si l'on pense qu'il existe absolument partout dans le sous-sol une nappe aquifère extrêmement puissante et de qualité.

Techniquement parlant, exploiter à quelques trois cents mètres de profondeur une nappe de ce type n'est pas irréalisable, encore faut-il ajouter que certaines difficultés (traversée de terrains plus ou moins bouillants, captage d'eau en terrain sableux et de granulométrie uniforme, eau très agressive, etc ...) compliquent le problème de la profondeur. Quant à l'investissement et aux frais d'entretien, ils seront trop lourds pour que cette solution soit généralisée.

Une enquête concernant les modes d'alimentation en eau des habitants en saison sèche, et portant sur 51 villages, nous a donné les proportions suivantes :

- 22 villages utilisent des émergences de la nappe profonde (dans les vallées),
- 27 utilisent l'eau de mares,
- 6 utilisent de petites sources perchées,
- 10 utilisent des citernes à usage public (insuffisantes ou détériorées).

Pour 4 de ces villages, sur 51, il faut chercher l'eau à une distance comprise entre 2 et 4 km, ou avec une dénivelée inférieure ou égale à 200 m.

Pour 23 de ces mêmes villages, il faut faire plus de 4 km pour chercher l'eau, ou gravir une dénivelée supérieure à 200 m.

Le ravitaillement en eau impose donc à la majeure partie des populations (en fait, aux femmes) des efforts démesurés, sans parler du fait que les ressources utilisées (citernes collectives notamment) s'avèrent parfois insuffisantes ou précaires.

La localisation des villages sur les plateaux, le long des routes, et non pas en fonction de la position du point d'eau, explique cet état de chose, ainsi que le manque d'entretien de bien des installations mises en place par l'administration (citernes, pompes à main, forages et éoliennes de Dumi au Zaïre). Comme partout en Afrique, le choix d'un matériel aussi simple et robuste que possible et la recherche d'une corresponsabilité de la part des populations utilisatrices apparaissent comme une nécessité.

Le captage de la nappe profonde est évidemment une solution excellente, mais cette solution ne peut être préconisée que là où la profondeur de l'eau est acceptable ce qui est fort rare, hormis dans les zones de Hautes Collines (au Gabon par exemple).

Le refoulement sur le plateau de l'eau d'une rivière a été réalisé, sur une petite échelle (distance et hauteur manométrique réduites) à Leconi au Gabon. Il est en cours au Congo, pour un investissement de l'ordre de 500.000.000 CFA pour Djambala (7.000 habitants). On envisage de desservir les 15.000 habitants du plateau Koukouya par ce procédé (dépense de l'ordre de 2 milliards CFA, réseau de distribution compris).

L'aménagement des mares pourrait consister à créer de petits puits à la place des puisards actuels.

Le stockage d'eau de pluie a déjà été réalisé au Congo dans une trentaine de citernes classiques enterrées, dont six à usage public, les autres étant destinées aux écoles et aux organismes administratifs.

L'eau des citernes classiques enterrées est très onéreuse. Le coût de l'eau stockée dans des bassins à ciel ouvert en béton serait moins élevé (377 F. CFA le m³ au lieu de 716). L'utilisation de matériaux tels que les films plastiques ou de réserves permettant d'imperméabiliser les sols ne peut pas être préconisée a priori du fait de leur durée de vie probablement limitée.

Il ne fait pas de doute que du point de vue des quantités d'eau disponibles, de la qualité de cette eau et de son prix de revient, la technique de loin préférable serait le recours par puits ou par forage, aux petites nappes perchées incluses ça et là dans la puissante série des sables batékés, dans les endroits où elles existent et où elles sont exploitables.

Aussi semble-t-il indispensable, avant tout programme général d'équipement hydraulique en région batékée, et a fortiori avant la mise en oeuvre systématique d'autres techniques d'alimentation en eau, de prévoir l'exécution d'une douzaine de forages de reconnaissance permettant de vérifier cette possibilité.

Nous avons reporté en annexe III les ébauches de quelques solutions possibles : rares cas où l'exploitation de la nappe générale est possible (au Gabon, dans la zone des hautes collines), villages proposés pour réaliser des sondages de reconnaissance... Si cette campagne prouve que les nappes perchées sont assez fréquentes, de telles recherches pourraient être étendues à d'autres villages. En cas d'échec partiel ou total, la seule solution envisageable sera, dans la plupart des cas, le stockage d'eau de pluie.

Les données économiques développées dans le chapitre V pourraient permettre aux responsables de l'Hydraulique d'évaluer les investissements nécessaires dans le cadre d'un programme de réalisation.

AVERTISSEMENT

Les références mentionnées dans le texte (C_n , G_n , Z_n) correspondent aux observations de terrains effectuées, situées sur la planche A et décrites dans l'annexe I.

Chapitre I

I - GENERALITES SUR LES PLATEAUX BATEKES - POSITION DU PROBLEME DE L'ALIMENTATION EN EAU

La région connue au Congo sous le nom de "Plateaux Batékés" correspond géologiquement à un vaste bassin sédimentaire d'origine continentale, composé, pour l'essentiel, de grès tendres et fins et de sables.

Epais de plusieurs centaines de mètres, ces grès s'étendent sur près de 200.000 km² entre le Gabon et le Zaïre où ils couvrent environ (voir planche 1) :

- 10.000 km² au Gabon à l'Est de Franceville,
- 80.000 km² au Congo au Nord de Brazzaville (plateaux Batékés)
- 100.000 km² au Zaïre au Sud-Est de Kinshasa.

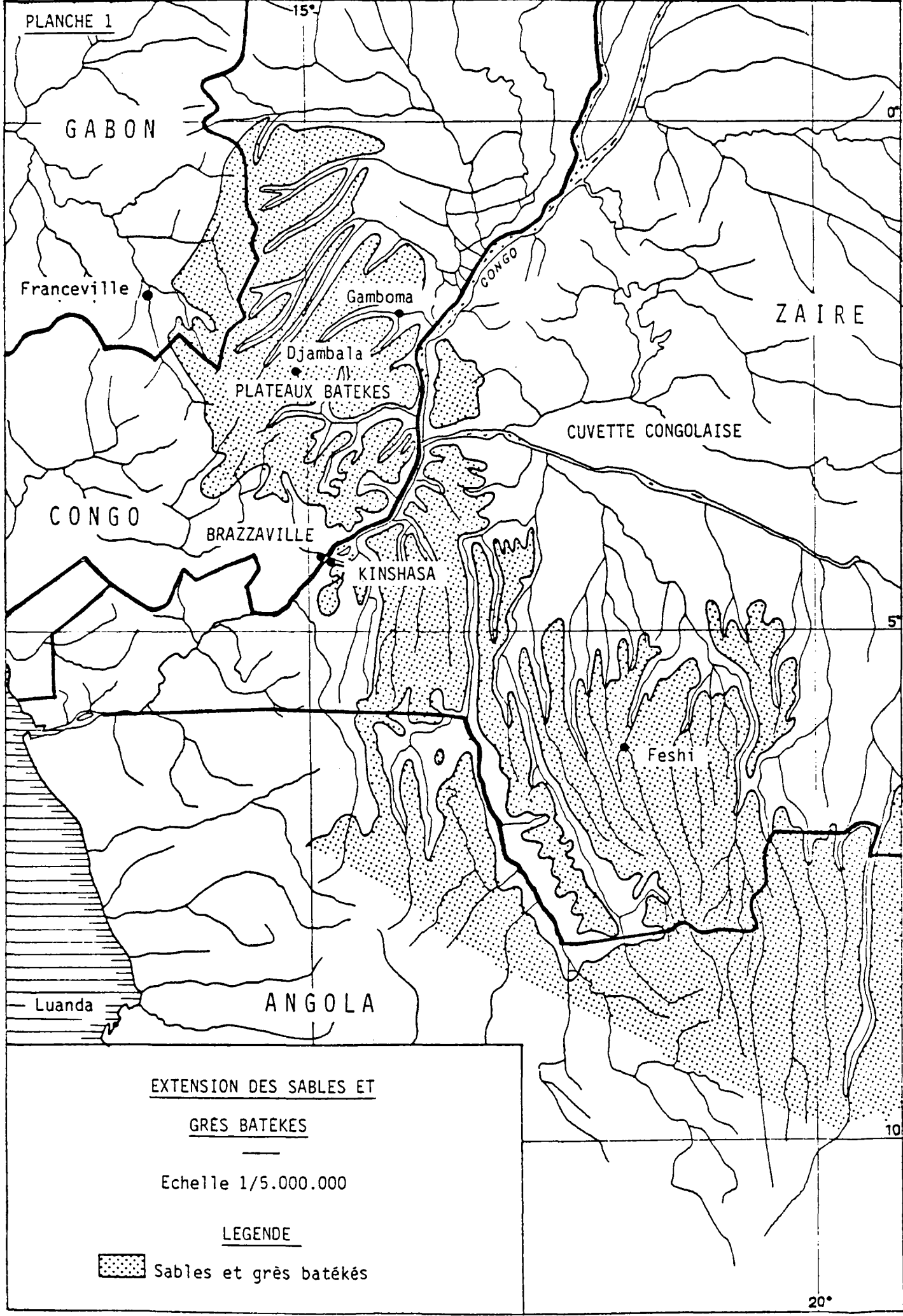
Ils se poursuivent en outre en ANGOLA.

Au Congo et au Zaïre, ces grès forment des plateaux assez bien nivelés, fortement entaillés par l'érosion, en faible pente (1/1.000) vers la cuvette congolaise : plateaux Koukouya, de Djambala, de Nsa, de Mbé au Congo, du Kwango, et plateau des Batékés au Zaïre. Aux alentours des plateaux, s'étendent des zones de hautes collines, dont les altitudes et les dénivelées diminuent vers la cuvette congolaise.

La partie gabonaise des plateaux est entièrement constituée de ces hautes collines.

Hormis quelques bancs de grès très silicifiés et très durs, les grès sont tendres et se transforment très facilement à la surface en sables qui recouvrent la formation originelle. Le pays batéké se présente donc comme un pays sablonneux, et cela rend les conditions de circulation particulièrement difficiles.

PLANCHE 1




EXTENSION DES SABLES ET

GRÈS BATEKES

Echelle 1/5.000.000

LEGENDE

 Sables et grès batékés

I.1 -Végétation

La végétation est le plus souvent constituée par une savane clairsemée sur un tapis de graminées soit de grande taille et robustes, soit de petite taille et fines. Les arbres sont de petite taille, et la végétation du plateau de Mbé est même franchement steppique.

Dans les vallées se développent des forêts galeries dès que l'eau apparaît. Parfois ces forêts se poursuivent même jusqu'au rebord des plateaux

La savane et la steppe des plateaux et des collines sont parsemées de forêts, de forme plus ou moins circulaire, de quelques centaines de mètres à 10 km de diamètre. Certaines de ces forêts correspondent à des marécages, d'autres sont sèches.

Dans quelle mesure ces forêts sont-elles naturelles ? Sont-elles des reliquats d'une grande forêt défrichée par l'homme ? Nous reviendrons sur ce sujet dans le chapitre II (Hydrogéologie).

I.2 - Données climatologiques (1)

I.2.1. - Pluviométrie

La pluviométrie moyenne annuelle est maximale sur les plateaux Koukouya et de Djambala (plus de 2.000 mm) et diminue vers l'ouest (1.900 mm environ à Leconi), et surtout vers l'Est (1.400 mm à Brazzaville) (voir planche I).

Le tableau 1 récapitule les pluviométries moyennes mensuelles et annuelles. La grande saison sèche s'étend de Juin à Août à Djambala, Gamboma, Mpouya, de Juin à Septembre à Brazzaville, soit en moyenne 3 à 4 mois.

La petite saison sèche (Janvier ou Février) est en principe à peine marquée, sauf certaines années où il cesse de pleuvoir pendant près d'un mois (ce fut notamment le cas en 1978)

(1) La plupart de ces données sont extraites des "Données Hydrogéologiques en République Populaire du Congo (ORSTOM - M. MOLINIER et B. THEBE - 1977)

PLUVIOMETRIE MOYENNE MENSUELLE ET ANNUELLE (mm)

TABLEAU 1

	JANV.	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCTOB.	NOVEM.	DECEM.	ANNEE
BRAZZAVILLE	150.2	119.1	185.8	205.6	142.0	3.4	1.2	2.6	35.6	131.2	247.0	170.6	1394,3
DJAMBALA	201.1	192.0	245.9	249.3	211.2	29.4	11.2	38.7	135.9	270.0	263.1	243.4	2091,2
GAMBOMA	154.9	168.1	181.8	175.2	149.7	44.5	27.0	58.9	177.1	265.2	214.2	187.1	1803,7
MPOUYA	152.0	152.0	186.0	176.9	147.9	20.7	6.7	30.4	112.9	198.2	227.2	163.6	1574,5
FRANCEVILLE	168.0	189.4	242.6	210.1	193.6	26.6	6.3	13.5	103.2	253.7	261.6	193.5	1862.1
MOANDA	149.8	152.6	242.5	190.8	180.5	28.0	4.3	17.4	108.6	261.3	253.7	180.2	1769.7
OKONDSA	132.9	137.8	228.8	199.5	187.3	24.7	9.3	13.5	172.2	290.2	199.1	148.8	1744.1

PERIODE 1951 - 1975, sauf FRANCEVILLE (1951-70)

MOANDA (1951-70)

OKONDSA (1961-70)

PLUVIOMETRIE ANNUELLE

Période 1951 - 1977

TABLEAU 2

	BRAZZAVILLE	DJAMBALA	GAMBOMA	MPOUYA
1951	1424	1958	2199	2020
52	1274	2114	1655	1441
53	1608	1974	1672	1304
54	1393	2056	1720	1444
55	1511	2642	1591	1771
56	1303	1741	1294	1499
57	1689	1880	1614	1266
58	1261	1677	1242	1213
59	1460	2794	2016	1453
1960	1098	2325	1636	1333
61	1717	2193	2055	1926
62	1432	2213	2096	2109
63	1448	2383	2089	1303
64	1307	1847	1892	1227
65	1397	2180	2073	1506
66	1644	2097	1902	1913
67	1197	1820	1797	1482
68	1207	2354	1992	1765
69	1553	2077	1975	2275
1970	1386	2449	2041	1708
71	1114	1754	1826	1203
72	1046	2092	1478	1462
73	1494	2013	1628	1573
74	1474	1869	1758	1786
75	1424	1783	1876	1374
76	1198	2109	2031	1721
77	1480	1863	1946	1462
Moyenne	1390	2083	1817	1575

Nous avons reporté sur le tableau 2 les pluviométries annuelles moyennes à Brazzaville, Djambala, Gamboma et Mpouya de 1951 à 1977 (en mm).

	BRAZZAVILLE	DJAMBALA	GAMBOMA	MPOUYA
Pluviométrie moyenne	1 390	2 083	1 817	1 575
Pluvio. minimum sur 27 ans	1 046	1 677	1 242	1 203
Pluvio. minimum de fréquence décennale	1 150	1 750	1 500	1 230

En 1978, les pluviométries des neuf premiers mois de l'année ont été de :

	Pluviométrie de Janvier à Septembre 1978 (mm)	Pluviométrie de Janvier à Septembre en moyenne (mm)
BRAZZAVILLE	515	845
DJAMBALA	910	1315
GAMBOMA	711	1137
MPOUYA	689	985

Les observations de terrain ont donc été effectuées lors d'une année de faible pluviosité précédée par une année de pluviosité moyenne (1977).

I.2.2. - Evaporation - Evapotranspiration

Les évaporations (PICHE) sous abri annuelles sont de :

- 738 mm à Djambala
 - 960 mm à Brazzaville
- } (moyenne sur 22 ans, 1950 à 1971)

Nous avons reporté dans le tableau ci-dessous les valeurs de l'évapotranspiration potentielle (E.T.P.), calculée par la formule de TURC, pour Brazzaville, Mpouya et Djambala

	JANV	FEVR	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOV.	DEC	Année
BRAZZAVILLE	82	92	105	105	85	82	76	86	91	90	90	85	1 069
MPOUYA	108	116	121	118	115	113	111	120	113	110	99	100	1 344
DJAMBALA	86	100	96	99	95	92	90	90	86	86	81	79	1 080

Ces valeurs, de l'ordre de 1.000 mm par an, concordent avec les déficits d'écoulement des rivières batékées (voir annexe II). Elles prouveraient une certaine concordance, à 10 - 15% près, entre l'évapotranspiration potentielle et l'évapotranspiration réelle.

I.3 - Population - Habitat

I.3.1. - Population

Sauf sur le plateau Koukouya au Congo, où la densité de population est de 37,5 habitants au km², les Plateaux batékés sont peu habités. Les hautes collines le sont encore moins.

POPULATION ET DENSITÉ AU Km²

	Superficie (Km ²)	Population	Densité au km ² (1)
<u>REPUBLIQUE DU CONGO</u>			
Plateau Koukouya	400	15.000	37,5
Plateau de Djambala	1.000	2.000	2
moins la ville de Djambala (5.000 habitants)			
Plateau de NSA	4.000	6.000	1,5
Plateau de MBE	7.500	3.500	0,5
Hautes collines (estimation)	67.100	8.000	0,1
Population rurale au Congo			
TOTAL	80.000	34.500	0,4
Ville de Djambala		5.000	
TOTAL	80.000	39.500	
<u>REPUBLIQUE DU GABON</u>			
Population rurale	10.000	5.000	0,5
LECONI		2.000	
TOTAL	10.000	7.000	

(1) Densité moyenne au Congo : 1,7 hab/km²

La population des plateaux batékés au Zaïre est difficile à déterminer car les statistiques officielles ne permettent pas de séparer la population urbaine de la population rurale.

A titre d'exemple, nous avons reporté ci-dessous les populations et les densités calculées d'après les listes officielles, puis les densités calculées par le Service des Statistiques zaïrois en 1971 pour les zones de Feshi, Kahemba et Kasango-Luda.

	Superficie (km ²)	Population 1977	Densité calculée	Densité 1971
FESHI	16.000	136.881	8,5	4,7
KAHEMBA	20.000	90.484	4,5	3,9
KASANGO-LUDA	22.500	224.465	9,9	6,6

En fait, les plateaux batékés semblent plus peuplés au Zaïre qu'au Congo et au Gabon, et un ordre de grandeur de la densité de population rurale pourrait être de 3 habitants au km², soit 300.000 habitants sur 100.000 km².

Le taux d'accroissement moyen au Congo est assez élevé (2,4% par an) et l'on peut penser qu'il devrait être du même ordre sur les plateaux batékés. Effectivement, en moyenne, on compte au Congo et au Zaïre 2,2 enfants par adulte. Mais l'exode rural réduit à peu de chose le taux d'accroissement moyen annuel de la population sur les plateaux batékés. Ainsi la population du plateau Koukouya est passée de 13.000 habitants en 1964 à 15.000 en 1978, soit 15% d'augmentation, ce qui correspond à un taux net d'augmentation de la population de 0,6%.

I.3.2. - Habitat

L'habitat est très généralement groupé, étiré le long des voies de communication ("villages - routes").

Depuis quelques années, l'administration au Congo et au Gabon a vivement encouragé les habitants à se regrouper afin de pouvoir plus facilement doter les villages des infrastructures nécessaires (Ecole - Dispensaire).

Sur 45 villages visités au Congo, (hormis Djambala, 5.000 habitants et NGO, 2.500 habitants) et 12 au Gabon, les populations se répartissent comme indiqué dans le tableau suivant :

	Moins de 100 habitants		100 à 250 habitants		250 à 500 habitants		Plus de 500 habitants	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
C O N G O	12	27	16	35	10	22	7	15
G A B O N	2	17	4	33	5	42	1	8

Au moins 50% des villages ont moins de 250 habitants, 80% moins de 500.

Mis à part le plateau Koukouya, où la densité est telle que les villages sont assez rapprochés, les villages sont en général distants d'une ou plusieurs dizaines de kilomètres.

I.3.3. - Mode de vie

Les activités des populations batékées sont essentiellement agricoles : culture du manioc (base de l'alimentation), maïs, arachide, haricots, pommes de terre et primeurs en saison des pluies. Pratiquement, la seule culture exportée est le tabac.

L'élevage se limite à quelques porcins, lapins et volailles.

Plusieurs essais d'élevage de bovins ont été tentés sur le plateau. Pour le moment ces élevages se limitent à des ranchs ou fermes expérimentales. Dans la mesure où ces essais seraient concluants (notamment si les pâturages sont suffisants)⁽¹⁾ cette activité serait fort intéressante à développer dans des pays dépourvus d'élevage. La création de points d'eau pour les troupeaux pourrait alors contribuer à ce développement.

1.4. - Position du problème

La pluviosité élevée et la constitution sableuse de cette région du globe contribuent à créer une nappe générale exceptionnellement puissante et régulière dans les sables et grès batékés ; les rivières qui drainent cette nappe comptent parmi les plus régulières du monde.

Paradoxalement, les populations de ce pays éprouvent de grosses difficultés à assurer leur alimentation en eau : la nappe générale est très profonde sous les plateaux sensu stricto (jusqu'à 250 m sous le plateau Koukouya). Les émergences sont encaissées dans de profondes vallées, et les dénivelées entre les sites des villages et les émergences sont fréquemment supérieures à une centaine de mètres. Éloignement des villages et dénivelées rendent bien souvent la corvée d'eau particulièrement pénible lorsque les habitants ont recours à cette ressource.

Sous les hautes collines, bien que cette nappe soit moins profonde, elle l'est encore trop pour être exploitée facilement.

Quelques rares sources à flanc de côte, issues de nappes perchées, diminuent sur quelques sites cette dénivelée qui reste cependant le plus souvent de l'ordre de 100 m.

(1) Des essais de culture de XYLOXANTHES, plante fourragère, sont actuellement tentés au Congo.

En certains endroits enfin, les habitants s'alimentent en eau à partir des "mares" qui, nous le verrons plus loin, nous semblent être desaffleurements de petites nappes perchées. Ces mares sont rarement à moins d'un km des villages.

Les aménagements réalisés jusqu'à présent pour tenter de résoudre le problème de l'alimentation en eau des populations sont extrêmement rares :

- 4 puits sur le Plateau Koukouya (secs ou peu productifs),
- une dizaine de forages d'une trentaine de mètres de profondeur dans la zone de Dumi au Zaïre. Ces forages, qui ont fourni de l'eau, sont rapidement devenus inutilisables, les moyens d'exhaure étant rapidement tombés en panne et non réparés.
- un forage à Kingankati, au Zaïre, qui fonctionnait lors de notre passage,
- quelques citernes au Congo.

Compte tenu de la taille des villages, un point d'eau susceptible de fournir 5 m³/j (250 habitants à 20 l/j/hab) peut être considéré comme un bon point d'eau.

De plus, les Plateaux Batékés sont une région exempte de Tripanosomiase ce qui, dans des pays dépourvus d'élevage et obligés d'importer de la viande de boeuf, pourrait être un atout primordial pour le développement de l'élevage. Encore faudrait-il que les pâturages soient suffisants sur le plan quantitatif et qualitatif.

La nature très silicieuse et sableuse des sols n'est certes pas un avantage, mais la culture du xyloxanthés, que nous avons vu se développer au Congo, pourrait assurer une amélioration sensible de l'alimentation du bétail. En ce cas, la création de points d'eau pourrait aider au développement de l'élevage. L'étude de la possibilité de créer de tels points d'eau présente un intérêt économique certain.

Chapitre II

II - GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE

II.1 - Géologie

II.1.1. - Stratigraphie

La série des Plateaux Batékés, telle que l'a définie au Congo J. COSSON en 1955 se subdivise en :

- couches inférieures des "grès polymorphes",
- couche supérieure des limons sableux ocres

Les grès polymorphes reposent sur les formations du Stanley-Pool au Congo.

II.1.1.1 - Couches inférieures des "grès polymorphes" (ou sables et grès batékés) d'une puissance voisine de 300 m. Comme leur nom l'indique, ces grès présentent des faciès très variés :

- grès tendres blanc-jaunâtre, gris par altération, et grès rouges,
- grès durs, silicifiés, pouvant passer latéralement à des roches silicifiées lenticulaires : calcédoine, calcédoine gréseuse, grès à nodules calcédonieux avec nombreuses géodes de quartz. D'après certains auteurs, ce type de grès correspondrait en fait à des calcaires silicifiés (meulière)
- grès tendres blancs, se désagréant en sables blancs.

Les teintes de toutes ces couches varient du blanc le plus pur au rouge, en passant par le jaune et l'ocre.

Un trait cependant constant de ces grès est qu'ils sont à stratifications entrecroisées. Ces stratifications entrecroisées sont souvent recoupées par des surfaces d'aplanissement ou d'érosion.

Il est important de signaler la présence de niveaux plus ou moins lenticulaires d'argiles blanches kaoliniques, c'est grâce à leur existence au sein de la série des sables que peuvent localement prendre naissance des "nappes perchées" au dessus du niveau phréatique général très profond.

II.1.1.2. - Couche supérieure des limons sableux ocres (ou "limons des plateaux")

Cet horizon constitue la partie supérieure des plateaux tabulaires (plateaux de Mbé, de Nsa, de Djambala, Koukouya au Congo, du Kwango au Zaïre)

Les limons des plateaux, remarquablement homogènes sur l'ensemble du territoire, extrêmement étendus où on les observe, sont aussi appelés, à juste titre "sables ocres" par les géologues belges. Leur teneur en argile et limons est en réalité assez faible, hormis certaines passées d'argile kaolinique. On n'y décèle pas de traces de sédimentation, ce qui fait penser à une origine principalement éolienne.

La puissance des "limons ocres" augmente, au Congo, du NW au S.E (40 m au Plateau Koukouya, 90 m aux environs de Brazzaville). Ils semblent absents sur le territoire gabonnais.

En certains endroits, il est possible d'observer dans les "limons ocres", ou à leur base, des niveaux de grès très ferruginisés qui évoquent l'existence d'une ancienne cuirasse latéritique.

II.1.1.3. - Les formations du Stanley-Pool

Sous les sables et grès batékés, COSSON a décrit, à proximité de Brazzaville, sous le nom de "Série du Stanley Pool" une série composée de:

- un niveau inférieur, comportant des argilites rouges, à passées gréseuses abondantes vers le haut, surmontant des marnes plus ou moins sableuses (Ce niveau contient des fossiles d'eau douce)

- un niveau moyen de grès compacts blancs sans stratification entrecroisée

- un niveau supérieur de grès kaoliniques, tendres, à grain moyen, de couleur jaune, à stratifications entrecroisées nettes.

La série du Stanley-Pool est très difficile à différencier des grès batékés. Seuls les niveaux d'argilites de la base peuvent être repérés de façon sûre ; nous les avons notamment observés à Gamboma (C.27).

II.1.2. - Comparaison entre les séries stratigraphiques belges et françaises (voir tableau n° 3)

Les géologues belges différencient au Zaïre :

- les sables ocres, équivalents des limons des plateaux observés au Congo,
- les grès polymorphes, composés le plus souvent de roches silicifiées, et qui ont pu être cartographiés. Leur épaisseur est de l'ordre de 80 m et ils ne correspondent qu'au sommet de la série des grès polymorphes congolais,
- les grès tendres très fins, blanc à rose (d'âge crétacé) (C c b), correspondant à la majeure partie des grès et sables batékés
- les grès tendres rouges (Sommet du Stanley Pool ?)

II.1.3. - Granulométries et morphoscopie (1)

Toutes les analyses granulométriques et morphoscopiques des sables du Stanley Pool et batékés, et des sables ocres sont remarquablement homogènes.

- Sables du Stanley Pool (voir planche 2)

- médiane : 0,13 à 0,22 mm
- d 10 : 0,075 à 0,14 mm
- d 60 : 0,18 à 0,22 mm
- d 90 : 0,25 à 0,30 mm

Tous les grains sont émoussés ou ronds, et leur aspect de surface est mat.

- Sables batékés (voir planche 3)

- médiane : 0,14 à 0,35 mm
- d 10 : 0,06 à 0,23 mm
- d 60 : 0,12 à 0,40 mm
- d 90 : 0,25 à 0,60 mm

(1) Les analyses granulométriques représentées sur les planches 2 à 4 correspondent à des échantillons prélevés au Congo. Les granulométries relevées au Zaïre s'inscrivent entre les courbes dessinées.

Ici aussi les grains sont émoussés et mats.

Les sables du Stanley-Pool et les sables batékés sont très semblables : ce sont des sables fins, bien classés, d'origine certainement éolienne.

- Sables ocres

LE MARECHAL [3] * mentionne des proportions en éléments plus petits que 0,05 mm (limons + argiles) inférieures à 25%, les sables constituant le reste. La fraction inférieure à 0,02 mm varie de 15 à 20%

La fraction sableuse supérieure à 0,05 mm est fine et bien classée (voir pl.4) :

- médiane : 0,09 à 0,16 mm
- d 10 : 0,06 à 0,09
- d 60 : 0,12 à 0,19
- d 90 : 0,25 à 0,32

Des analyses granulométriques des sables ocres, effectuées au Zaïre indiquent des proportions de l'ordre de 10% seulement d'éléments inférieurs à 0,07 mm.

L'analyse thermique différentielle de la fraction argileuse montre que cette dernière est constituée essentiellement de kaolinite à laquelle se mêlent parfois des traces d'illite. La goethite est fréquente. Les teneurs en fer sont élevées (2,1 à 4,6%).

En définitive, hormis certaines couches très argileuses, les limons des plateaux sont en fait des sables fins légèrement argileux, et la dénomination des sables ocres des géologues belges paraîtrait plus judicieuse. C'est d'ailleurs celle que nous adopterons dans ce rapport.

Les plus gros grains des sables ocres sont toujours mats, alors que les grains plus petits sont luisants. Les sables ocres se présentent finalement comme des sables ayant subi un double façonnement, éolien puis lacustre ou fluvial.

* Voir annexe VII BIBLIOGRAPHIE

TABLEAU 3

CORRESPONDANCE DES SERIES STRATIGRAPHIQUES

Z A I R E		C O N G O E T G A B O N	
CAHEN (1954)	Notice de la carte géologique de Kinshasa LADMIRANT (1964)	Etage géologique	COSSON (1955)
Série des sables ocres ép. max. 120 m	SABLES OCRES (S o) ép. 60 à 80 m	Néogène	SERIE DES PLATEAUX BATEKES Limon sableux (Ba 2) ép. max. 100 m
Série des grès polymorphes 60 à 80 m	GRES POLYMORPHES (G p) 80 m - Grès tendres blancs - roches silicifiées	Surface tertiaire Eocène	Concordance et transgression Grès polymorphes (Ba 1) 300 m
Série du KWANGO 290 m Etage de la NSELE Grès tendres rouges Etage de l'INZIA Argilites lie de vin et grès Série du LUALABA (350 m) Etage de la LOIA Grès tendres et argiles Etage de STANLEYVILLE Argilites et grès	CRETACIQUE - Grès tendres très fins blancs à roses (C c b) - Grès tendres rouges bigarrés à grain moyen avec galets et passées d'argilites (C c a) <u>Couches de Stanleyville</u> - Argilites - Grès	Surface fin crétacé Crétacé supérieur Transgression Jurassique supérieur	SERIE DU STANLEY-POOL (S.P) Grès kaoliniques Grès compacts Argilites rouges
LACUNE - DISCORDANCE MAJEURE			

D'après A. LE MARECHAL "Contribution à l'étude des plateaux batekés, géologie, géomorphologie, hydrogéologie"
ORSTOM Brazzaville - Avril 1966

PLANCHE 2

ANALYSES GRANULOMETRIQUES

GRES DE LA FALAISE DU STANLEY POOL

(6 échantillons)

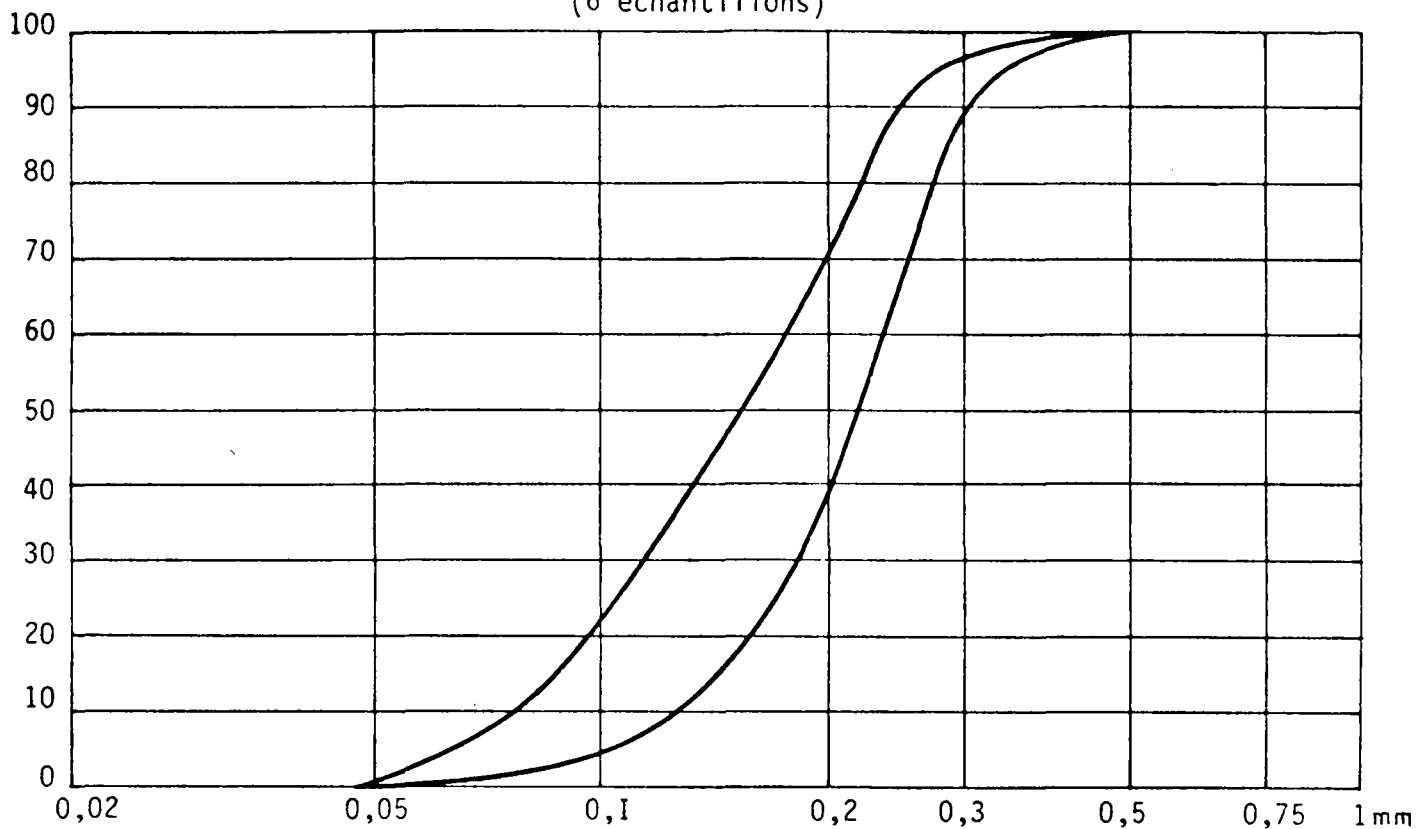
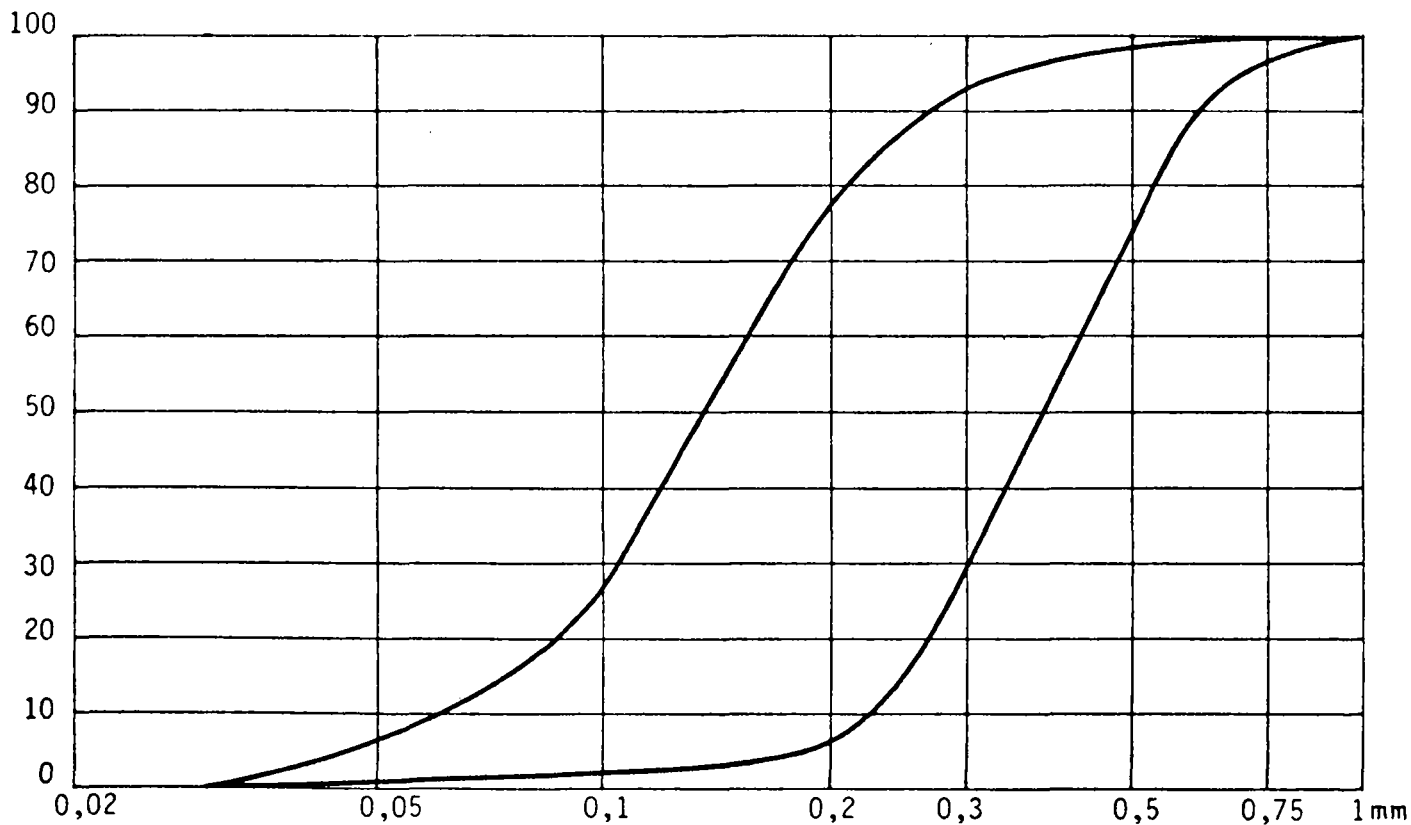


PLANCHE 3

GRES BATEKES

(9 échantillons)



II.1.4. - Conclusion sur les formations constituant les Plateaux Batékés

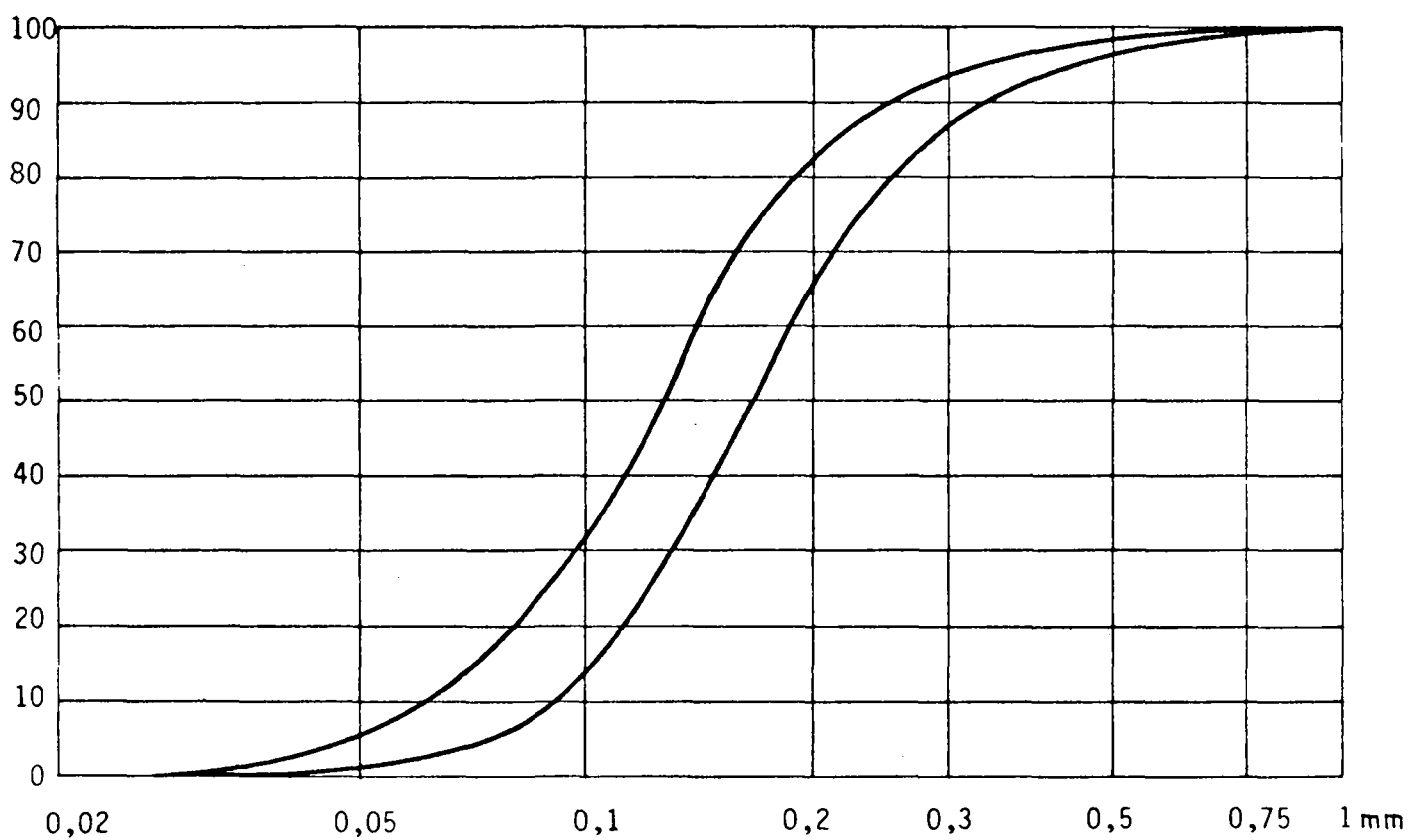
Il est pratiquement impossible, sur le terrain, de distinguer les sables et grès batékés des sables du Stanley Pool. Le seul changement de nature observable se situe au niveau des argilites du Stanley Pool .

La limite entre les sables et grès batékés et les sables ocres est par contre assez nette.

De toute façon, en ce qui concerne leur comportement hydrogéologique, la presque totalité de ces formations sont sableuses, laissent facilement s'infiltrer l'eau (les sables ocres, plus fins, sont probablement moins perméables que les autres formations), à l'exception de couches sablo-argileuses, ou même carrément argileuses, pouvant freiner l'infiltration et créer ainsi de petites nappes perchées.

Ces couches plus argileuses sont peu épaisses (quelques décimètres à quelques mètres) et discontinues. Elles n'ont pu être observées qu'à proximité de sources situées sur les flancs des plateaux, ou à proximité des mares, mais il est fort possible que d'autres couches semblables existent sans donner lieu à l'existence de point d'eau. Leur repérage sur le terrain est alors impossible, les éboulements des sables susjacentes ou la forêt masquant les affleurements.

SABLES OCRES (7 échantillons)



II.2 - Géomorphologie

II.2.1. - Allure d'ensemble des plateaux batékés

Les sables et grès batékés affleurent sur la bordure Ouest (au Congo et au Gabon), et Sud (au Zaïre) de la cuvette congolaise.

En fait, les plateaux sensu stricto se rencontrent :

- au Congo : plateau de Mbé, Nsa, Djambala, Koukouya
- au Zaïre : plateau du Kwango.

Les plateaux correspondent aux affleurements de sables ocres, conservés en surface. Les pentes des plateaux sont parfois très abruptes. La surface générale des plateaux descend en pente douce de l'Ouest vers l'Est au Congo (altitude 800 m au Plateau Koukouya, 600 m en bordure du plateau de Mbé, au-dessus du Congo) du sud vers le nord au Zaïre (pentes de l'ordre de 10/100)

En dehors des plateaux, le paysage est constitué de hautes collines sableuses, formées de couches de sables et de grès, sans aucun affleurement témoin des sables ocres.

De profondes vallées séparent les plateaux et entaillent les zones de collines. Le parallélisme de certaines vallées : LEFINI amont, NKENI amont, MPAMA, en continuité de la vallée de la BOUENZA (qui suit le tracé d'une faille) semble indiquer qu'elles sont d'origine tectonique.

Au Congo, la partie la plus septentrionale des affleurements de sables batékés, au Nord de Gamboma notamment, correspond à une zone de basses collines.

L'ensemble de la série géologique des plateaux batékés ne s'ennoie probablement pas sous la cuvette congolaise. A Gamboma affleure la base des formations du Stanley-Pool, donc la partie la plus ancienne de la série, et au Nord de cette ville les sables rencontrés, de couleur ocre uniforme et sans aspect limoneux, sembleraient plutôt correspondre aux sables du Stanley-Pool qu'aux sables ocres des plateaux.

II.2.2. - Les formes de détail

Tant sur les plateaux que sur les hautes collines, aucune trace de ruissellement n'est visible. La perméabilité des sables batékés et des sables ocres explique certainement ce phénomène : l'eau s'infiltré presque immédiatement sans ruisseler. Les quelques petits ravins observables sur les plateaux semblent souvent dus à une érosion découlant de l'émergence de petites nappes d'eau souterraine superficielle : ravin d'INSANKUEKE au Zaïre (Z.5), ravins issus des "marais" situés sur le rebord occidental du plateau de Mbé au Congo.

II.2.3. - Les rebords des plateaux

Sous les sables ocres, à pente douce, on remarque parfois dans le paysage une falaise marquée par les grès polymorphes silicifiés, surtout au Zaïre (à tel point d'ailleurs que ces roches silicifiées ont pu être cartographiées, comme nous l'avons indiqué, par les géologues belges) La pente devient plus douce ensuite, couverte de sables blancs ou ocres, issus de la désagrégation des grès batékés peu cimentés.

Dans le domaine des hautes collines, il ne subsiste aucune butte témoin des grès silicifiés.

II.2.4. - Les cirques

Les formes, abondamment décrites par SAUTER [4] se rencontrent au pied des plateaux ou des collines. Leur origine est manifestement due à l'action des eaux souterraines de la nappe principale des sables batékés (phénomène semblable à celui des "renards", bien connu dans les sables fins) (1)

II.2.5.- Les vallées sèches

La vallée sèche la plus marquante que nous ayons vue est la vallée de la MBISI au Zaïre, sur la route de Kinshasa à Kengue, une dizaine de kilomètres avant d'atteindre la Bombo. Cette vallée sèche, parfaitement rectiligne, large de quelque 200 à 400 m, et profonde de 100 m s'étend sur plus de 50 km.

La vallée sèche de la MARY, au Congo, en amont des sources est aussi très marquée dans le paysage.

(1) Le phénomène est semblable à celui des LAVAKAS à Madagascar

En toute logique, ces vallées doivent correspondre à d'anciennes vallées humides qui drainaient à l'origine la nappe générale des sables batékés et se sont trouvées asséchées par suite d'un soulèvement tectonique de la région.

II.2.6. - Les dépressions fermées (planche n° 5)

A la surface des plateaux, tant au Congo qu'au Zaïre, on peut très souvent observer des dépressions de quelque 100 à 1.000 m de diamètre, voire plus, profondes de 1 à 20 m, en forme de cuvette, avec des bords dont la pente varie de 1 à 5%.

Certaines de ces dépressions sont sèches, d'autres marécageuses, peuplées de plantes de marécages du type des joncs, ou d'herbes ressemblant à du chiendent adapté à la vie aquatique, de forêt humide, ou même occupées par des mares permanentes. BABET nommait ces dépressions "Lésségués" terme indigène qui désigne aussi bien la dépression elle-même que la petite graminée qui pousse autour des mares, sur une couche de sable blanc de neige, plus ou moins épaisse et continue.

Toutes les observations de terrain, ou reconnaissances à la tarière effectuées à proximité des dépressions aquifères montrent l'existence:

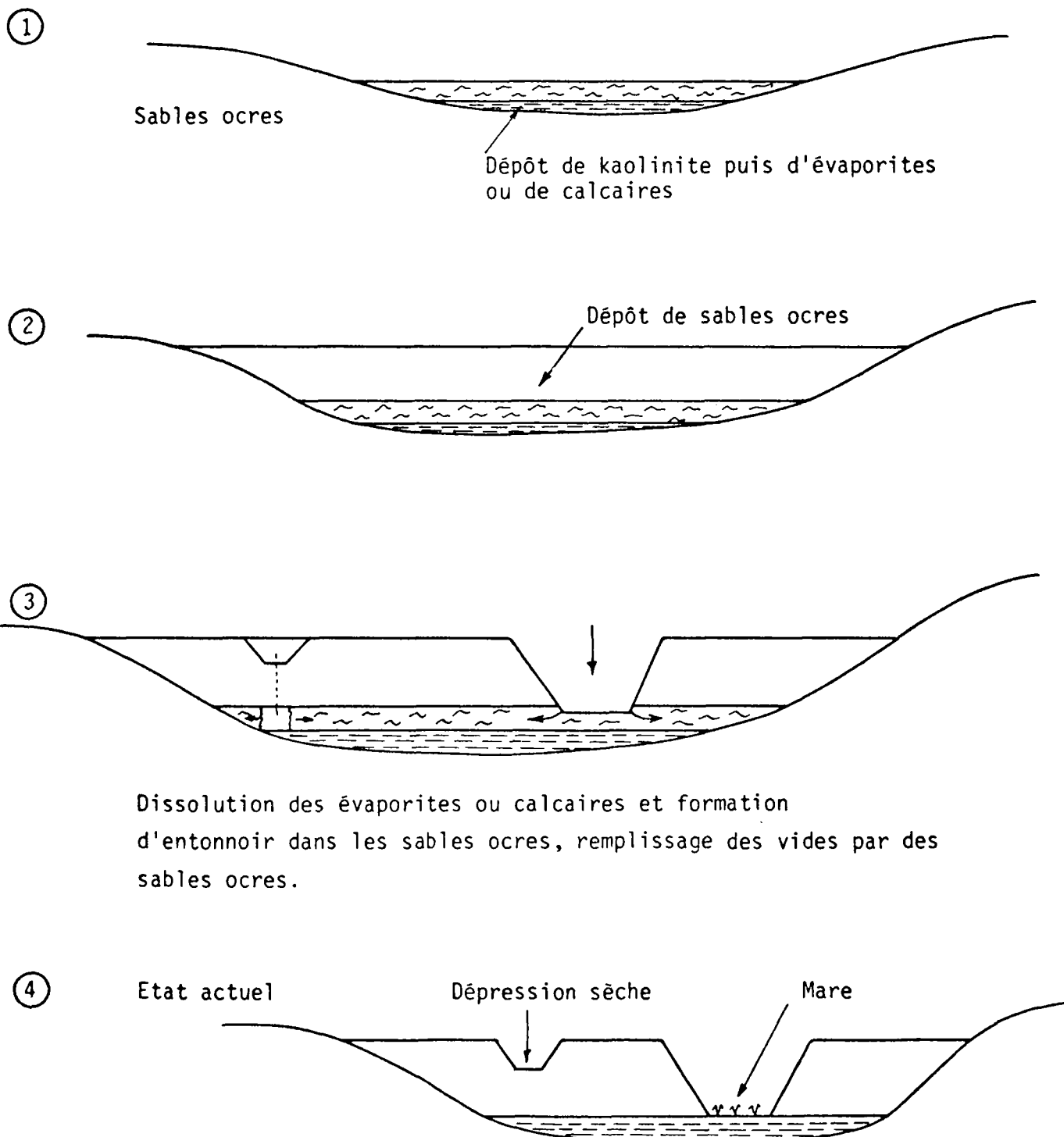
- d'un horizon sableux humifère en surface,
- d'un horizon argilo-sableux, ou parfois très argileux et peu sableux, blanchâtre (kaolinite)(Z.5, C.7) ou ferruginisé de couleur plus ou moins rouille, ayant l'aspect d'un alios. Quelquefois, on y note des traces d'oxyde de fer ou des gravillons de sables cimentés par des oxydes de fer.

Dans les dépressions sèches (C.5), les sables fins de surface n'existent pas, et le profil débute directement par des sables plus argileux que les sables ocres des plateaux, et qui présentent quelquefois des traces rouille d'oxydes de fer.

A. LE MARECHAL [3] a cru devoir localiser les dépressions dans une bande de 1 à 2 km de large qui suit au Congo la bordure occidentale, la plus élevée des plateaux.

En fait, elles sont beaucoup plus largement répandues : nous avons constaté, d'une part, que des dépressions sèches existent sur

HYPOTHESE CONCERNANT LA FORMATION DES DEPRESSIONS



Dissolution des évaporites ou calcaires et formation d'entonnoir dans les sables ocres, remplissage des vides par des sables ocres.

l'ensemble des plateaux; d'autre part, que des dépressions humides sont observables en des points tels que le Bord du plateau de Djambala, au centre du plateau de NSA (C.7), sur la bordure orientale du plateau de MBE (C.55).

Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer la gènèse de telles dépressions :

- subsidences locales dues à des actions karstiques dans le soubassement gréseux, par entraînement de sables dans les fissures des grès polymorphes, ou dilution de la silice,
- résultats d'une action éolienne sous forme de tourbillons (phénomène comparable aux "blow-out" des grandes plaines américaines),
- amaigrissement des couches du plateau par départ d'éléments solubilisables (fer, silice, colloïdes), dont la disparition le long de drains verticaux ou obliques aurait provoqué la formation de vides, d'où les dépressions. Cette hypothèse émise par F.X. HUMBEL sur des dépressions identiques en Côte d'Ivoire, semble ne pas tenir pour les dépressions batékées, où l'on constate plutôt l'existence d'un niveau argileux ferruginisé à faible profondeur.

En fait, il nous a paru que :

- chaque fois que des coupes de terrain sont observables à proximité des mares, on trouve une couche nettement argileuse qui s'étend plus ou moins loin dans les environs (voir annexe IV).
- sur la bordure occidentale du plateau de Mbé, les marais d'Insa et de Kayebo sont très étendus. L'eau est très peu profonde en saison sèche, et la dénivelée entre la dépression et le plateau est pratiquement inexistante (C 59 à 61)
- on trouve des mares fort semblables à celles occupant le centre des dépressions en fond de vallée sèche, et parfois, le fond de la vallée sèche est occupé entièrement par un marécage (C.49)
- ce type de mare en fond de vallée sèche se trouve aussi souvent dans les zones de hautes collines (C.24, G 11)

- Enfin, nous avons remarqué à ONIANVA (C.37) que le niveau de la mare correspond exactement au niveau d'une source sortant à flanc de coteau, de l'autre côté de la colline, probablement sur un niveau d'argile kaolinique, comme toutes les sources situées en bordure des plateaux au-dessus des émergences principales.

A partir de ces observations, on pourrait être tenté de suggérer l'existence de dépressions du type de celles qu'on trouve en Afrique du Nord, sous un climat subdésertique, bien différent par conséquent du climat actuel des pays Batékés (planche B). Ces dépressions se seraient remplies d'évaporites ou de calcaires qui, par dissolution, auraient donné place aux cuvettes actuelles.

A dire vrai, la raison d'être de ces dépressions peut difficilement dans l'état actuel des connaissances, être définie en toute certitude. Il se peut d'ailleurs que leur gènèse n'ait pas une cause unique : certaines d'entre elles pourraient être liées au processus qu'on vient de définir, d'autres au barrage d'un thalweg par une dune (une telle hypothèse, parfaitement plausible cependant, ne semble pas avoir été encore avancée), d'autres seraient dues à l'effondrement de cavernes creusées par dissolution dans les terrains précambriens sous-jacents.

Chapitre III

III - HYDROGEOLOGIE

Sous toute l'étendue des affleurements de sables et grès batékés, s'établit une nappe générale profonde, drainée par des rivières au débit puissant et régulier (voir planche n° 6).

Assez exceptionnellement, à flanc de falaise, sortent de petites sources dénotant l'existence de petites nappes perchées

Enfin, en surface des plateaux, mais aussi en fond des vallées sèches dans la zone des collines, existent des "mares", zones plus ou moins marécageuses, assez rarement à surface d'eau libre (7)

Les sondages de recherche, ou ouvrages d'exploitation des eaux souterraines sont extrêmement rares sur les Plateaux Batékés :

- au Congo : 2 forages et 4 puits sur le plateau Koukouya, plus un puits de faible profondeur à proximité de la mare de Gatsou.
- aucun ouvrage au Gabon.
- une dizaine de forages au Zaïre dans la zone de Dumi.

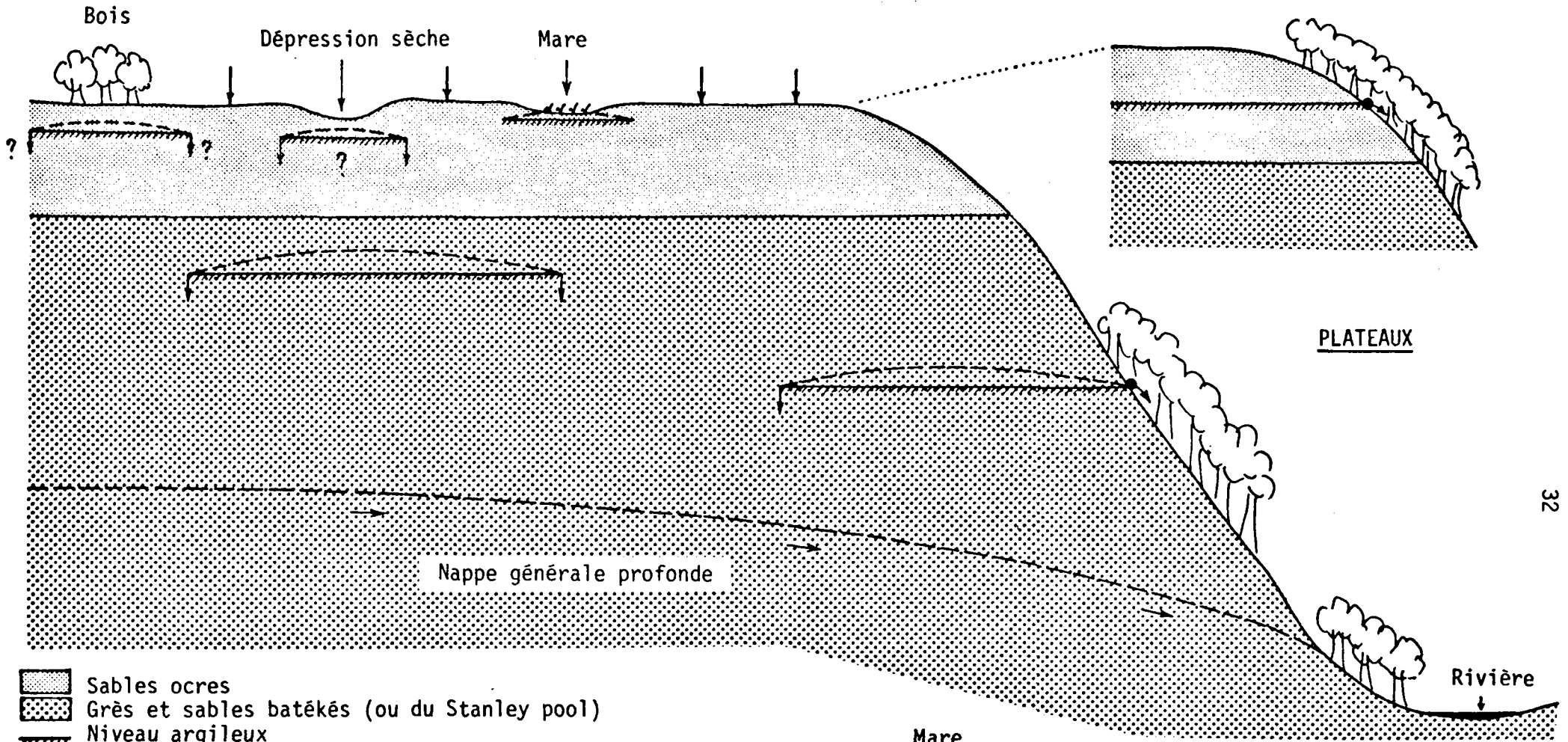
Dans ces ouvrages aucun échantillon pour analyse granulométrique n'a été prélevé, et les données d'essai de pompage sont soit très sommaires, soit inexistantes.

III.1. - La nappe générale profonde des Plateaux Batékés

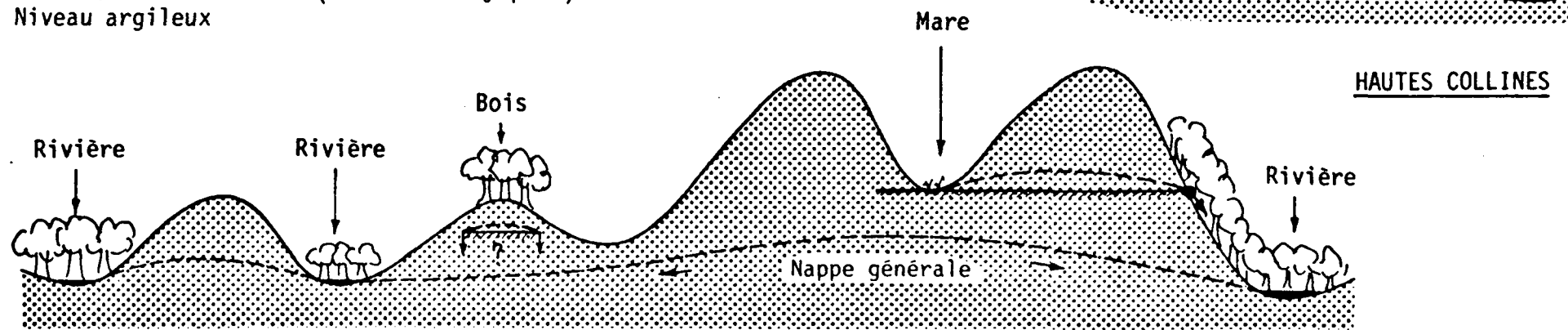
Les exutoires de cette nappe ne sont pas des sources bien localisées, mais des zones de suintement soit le long des cours d'eau, soit, en tête de cours d'eau, dans des cirques.

(1) En fait, nous verrons plus loin que ce type de point d'eau est très proche hydrogéologiquement des nappes perchées.

PLANCHE 6 _ POSITION DES DIFFERENTES NAPPES _ COUPE SCHEMATIQUE



32



III.1.1. - Le forage de Tchoumou

Le forage de Tchoumou a été effectué en 1960 par la S.A.S.I.F au rotary, procédé ne permettant pas d'établir une coupe détaillée des terrains. D'après nos observations, le forage serait tubé en 200 mm (1).

Le rapport donne les indications suivantes (2)

- 0 - 38 m. argiles sableuses
- 38 - 96 m. sable plus ou moins aggloméré
- 96 - 115 m. perte totale de boue - cimentations successives
- 115 - 152 m. sable aggloméré légèrement argileux
- 152 - 157 m. argile sableuse
- 157 - 166 m. perte totale de boue
- 166 - 190 m. sable argileux
- 190 - 205 m. argile sableuse
- 205 - 280 m. sable très fin légèrement argileux
- 280 - 303 m. sable tendre non aggloméré

Cette description des terrains fait état à plusieurs reprises de sables argileux ou d'argiles sableuses, mais comme cette dénomination est attribuée entre autre à la couche des sables ocres de surface, on est forcément amené à se demander quelle est la validité de ces dénominations .

La zone située entre 96 et 115 m, où on a enregistré des pertes totales de boue et qui a nécessité des cimentations successives pourrait correspondre aux grès polymorphes fissurés et diaclasés.

Entre 150 et 200 mètres de profondeur, cinq essais (mais de quel type ?) auraient confirmé l'absence totale de nappe dans cette zone.

Le niveau statique sur ce forage s'est établi à 250 m de profondeur. Un essai d'absorption fut effectué entre 294 et 300 m de profondeur. Le débit d'absorption fut de 250 l/h par mètre de surcharge, ce qui correspondrait pour 6m de formation testée à une transmissivité de l'ordre de $6 \cdot 10^{-5}$ m²/s ou une perméabilité de l'ordre de 10^{-5} m/s pour 6 m de formation testée. Cette formation était par ailleurs constituée de sable quartzeux très homogène (moyenne comprise entre 0,4 et 0,315 mm). En fait, les résultats de l'essai d'absorption paraissent peu sûrs : comment le nettoyage du forage, réalisé au rotary à la boue, a-t-il été assuré ? Quelle fut la durée de l'essai, et surtout la charge totale pendant l'essai ?

En définitive, la seule information sûre apportée par le forage de Tchoumou concerne la profondeur du niveau statique 250 m (soit la cote approximative de 550 m).

(1) L'ouverture du forage s'est avérée impossible .

(2) D'après A. LE MARECHAL ; Contribution à l'Etude des Plateaux Batékés (ORSTOM 1966)

III.1.3. - Alimentation de la nappe

Les principales rivières issues des sables batékés ont des débits spécifiques de l'ordre de 30 l/s/km², pour des pluviométries moyennes sur leurs bassins versants de l'ordre de 1.900 mm (voir annexe II) .

Le débit de ces mêmes rivières est très régulier, et, en l'absence de ruissellement notable, le transit se fait en quasi totalité par la nappe contenue dans les sables et grès.

Le déficit d'écoulement (évapotranspiration) étant de l'ordre de 900 mm et sans doute assez peu variable dans toute la zone considérée (1) on peut admettre que dans les zones où il tombe 1.400 mm d'eau par an, le débit spécifique doit être de l'ordre de 16 l/s/km², correspondant à 500 mm d'écoulement moyen annuel.

Le débit d'alimentation de la nappe doit donc être compris entre 16 l/s/km² dans les zones à pluviométrie de l'ordre de 1.400 mm. et 30 l/s/km² dans les zones à pluviométrie de l'ordre de 2.000 mm.

III.1.4. - Surface piézométrique

La seule donnée piézométrique obtenue par forage se situe à TCHOUMOU, sur le plateau Koukouya. L'eau y a été trouvée à 250 m de profondeur, soit à l'altitude 550 m environ.

A partir de cette donnée, et compte tenu des niveaux des émergences de la nappe principale autour du plateau Koukouya, on constate que la pente moyenne de la nappe est de l'ordre de 5/1.000.

Cette pente est d'ailleurs confirmée par ce qu'indiquent les autres niveaux statiques connus que sont les sources de la Mary et de la Gamboma au centre du plateau de Mbé.

A partir du niveau des émergences repérées sur les cartes au 1/200.000, et en tenant compte d'un gradient de 5/1.000, nous avons tracé des courbes piézométriques de la nappe sous les plateaux du Congo, que nous avons reportées sur la planche B.

On en déduit que la nappe devrait se situer à une profondeur minimum de :

- 250 m sous le plateau Koukouya,
- 200 m sous le plateau de Djambala,
- 140 m sous le plateau de Nsa,
- 70 à 80 m sous le plateau de Mbé près de la Mary et de

la Gamboma

(1) Les forêts sont certainement beaucoup plus fortes consommatrices d'eau que les zones herbacées, mais on peut les négliger en première approximation car elles ne recouvrent qu'une fraction très réduite de la région.

Sous les plateaux, en fond de vallées sèches, la nappe est évidemment moins profonde. Ainsi sous les vallées sèches de la Mary et de la Gambona la profondeur de la nappe variera de 0 à quelque 80 m ou plus suivant l'éloignement des sources.

Dans les zones de hautes collines, extrêmement découpées et aux altitudes très variables, la profondeur de la nappe est aussi, évidemment, très variable. Si, pour certains projets, la connaissance de la profondeur de la nappe était nécessaire, il serait possible de déterminer un ordre de grandeur de cette profondeur par la même méthode que celle employée ci-dessus.

III.2. - Les petites nappes perchées

III.2.1. - Les sources

Quatre sources, ou groupes de deux sources à flanc de falaise au dessous des plateaux ont été visitées :

	Q (l/s)	Dénivelée sous plateau (m)
C. 8. Djambala	0,2 0,8	100
C.12. Kebara	0,1 0,2	50
C.37. Onianva	0,1	90
C.47. Impfouba	0,07	80

Toutes ces sources sont liées à la présence de petites couches de kaolinite, retenant de petites nappes perchées affleurantes au niveau du coteau. Certaines sont aménagées sommairement à l'aide d'un tuyau.

Les sources sont toujours situées dans des forêts à flanc de coteaux.

Si les sources de Djambala, Onianva et Impfouba se situent au niveau des sables et grès batékés, les sources de Kebara se situent au niveau des sables ocres.

Le point d'eau utilisé par les populations de Abala N'Dolo (C.19) est constitué par des mares à flanc de coteau au niveau des sables ocres. Il se pourrait que ces mares correspondent en fait aussi à une émergence d'une telle nappe perchée. Ces mares se situent à 15 m sous le niveau du plateau.

Au dessus du niveau des sources, on peut observer des phénomènes de ferruginisation et de cuirassement : les grès et sables sont encroutés d'oxydes de fer pouvant former un véritable ciment ferrugineux. Ce phénomène pourrait s'expliquer par oxydation du fer contenu dans l'eau de la nappe perchée et dépôt au niveau des exutoires.

Nous avons pu observer des cuirassements semblables en d'autres points des plateaux batékés, sans qu'ils soient apparemment liés à la présence d'une nappe perchée actuelle. On peut cependant se demander s'ils ne sont pas les témoins d'anciens exutoires de nappes perchées.

III.2.2. - Le Forage de Kebara et les puits du Plateau Koukoya

III.2.2.1. Le forage de Kebara

Un sondage de reconnaissance a été réalisé par la S.A.S.I.F. en 1961 sur le plateau à proximité de Kebara, en amont des sources. Aucun essai n'est mentionné dans la bibliographie que nous avons consultée, si ce n'est dans le rapport de A. LE MARECHAL une mention concernant le fait que ce forage aurait confirmé l'existence d'une nappe en arrière des sources de Kebara.

La coupe de ce forage, établie par les foreurs, est la suivante :

0	-	7,70 m	terre argileuse
7,70	-	36,70 m	sable argileux à petits passages gréseux
36,70	-	45,80 m	grès tendre à traces d'argile et passage de sable
45,80	-	51,00 m	sables avec rognons de grès tendres
51,00	-	55,00 m	argile blanche

La coupe ne mentionne pas de grès ferrugineux semblables à ceux affleurant au dessus des sources. L'épaisseur d'argile sableuse blanche signalée dans la coupe des sondeurs en fin de forage et qui correspond à celle observée au niveau des sources, paraît très importante, et on peut se demander dans quelle mesure l'ensemble de la couche est constitué d'argile, ou si une partie ne serait pas en fait constituée de grès ou de silts blancs (1)

(1) Il n'existe malheureusement pas de donnée piézométrique sur ce forage.

III.2.2.2- Les puits du Plateau Koukouya

Réf.	Villages	Profondeur à l'origine (m)	Profondeur actuelle	Remarques
C 9	N'TCHOUMOU	69	67,35	A toujours été sec
C 11	N'KOUA	65	64,75	Jusqu'en 1976 ce puits aurait donné un faible débit. Sec lors de notre passage (ensablement)
C 14	LEKANA 1	21	?	Ce puits, datant de 1951, aurait-il été repris par la suite (LEKANA 2) ?
C 14	LEKANA 2	38,40 ou 40m	39,20	Hauteur d'eau 10 cm en Août 1978
C 16	OSSIANKA	55	47,40	Ce puits aurait été légèrement productif, mais se serait remblayé ou éboulé.

C'est en 1951 que fut réalisé le premier puits sur le plateau Koukouya (LEKANA n°1). Ce puits n'a pu être retrouvé, et on peut se demander si en fait LEKANA n° 2 ne serait pas une reprise de ce premier puits.

Parmi les quatre ou cinq puits réalisés sur le Plateau Koukouya, un a toujours été sec, et 3 ou 4 ont fourni de faibles débits d'après les renseignements recueillis, mais il n'existe aucune donnée sur leur débit respectif.

Ces puits ont été peu utilisés soit à cause de leur faible débit, soit, d'après les habitants, à cause de la difficulté de puiser de l'eau trop profonde sans moyens de levage.

III. 3. - Les mares

III.3.1. - Types de mares

Plusieurs types de mares peuvent être différenciés :

1°) - Mares de forme ronde, avec bouquet forestier humide

Exemple : mare de Gatsou (C.63), mare du bois Bilanko (C.50) (1), mare de NSA (C.7) (1) . Les mares sont plus ou moins encaissées en fond de dépressions (12 m pour Gatsou, 1 m pour Bilanko). Elles sont souvent entourées d'un anneau marécageux, peuplé de mousses , voire d'un anneau d'eau libre (Gatsou), puis d'un autre anneau, s'étendant jusqu'au bord de la dépression de sable fin blanc sur lequel pousse du lésségué (petite graminée très fine)

2°) - Mares de forme ronde, marécageuses

Ce type de mare se présente très souvent comme les mares à bouquet forestier, mais la végétation qui les occupe ressemble à des arums ou à des joncs.

3°) - Mares de forme ronde, herbeuses

Toujours situées dans des dépressions plus ou moins marquées elles ressemblent beaucoup aux types décrits ci-dessus, mais leur fond est occupé par des graminées adaptées à la vie aquatique (2)

4°) - Mares de fond de vallée sèche

Ces mares sont le plus souvent herbeuses, de forme plus ou moins élargie le long de la vallée. Leur extension paraît liée à la pente de la vallée dans laquelle elles se trouvent . Leur longueur est faible lorsque la pente de la vallée est forte, forte lorsque la pente de la vallée est faible.

(1) Les bois de Bilanko et de NSA sont reportés sur les cartes à 1/200.000 de la même façon que les autres bois du plateau (dont les formes sont d'ailleurs aussi rondes).

(2) Probablement du genre *echinochloa*, plantes qui se complaisent en milieu aquatique.

5°) - Mares d'eau libre

Les mares de ce type que nous avons visitées (mare de Seson, C.41, mare de Gonké C.50), sont toujours reliées à des mares du type 1, avec bouquet forestier, par l'intermédiaire d'un petit ravin entaillant des argiles plus ou moins sableuses et plus ou moins ferrugineuses. Apparemment, il s'agit d'emménagement d'eaux issues de ces zones forestières dans des creux argileux.

Leur profondeur est de l'ordre de 1,50 m au centre.

6°) - Les "Marais"

Il s'agit de zones plus ou moins marécageuses en saison des pluies, se présentant comme de vastes étendues de sable blanc et lésségué en saison sèche. Les "marais" ont surtout été observés au sud-ouest du plateau de Mbé (marais d'Insé (C.59), de Inkolo (C.61, C.62). Les habitants en creusant des puits de quelque 2 à 3 m de profondeur obtiennent suffisamment d'eau pour leurs besoins.

Pratiquement, toutes les mares que nous avons visitées sont pérennes. Elles sont toutes figurées sur la planche A, avec leurs numéros de référence à l'annexe I (1).

Les mares (ou plutôt le plus souvent marécages) sont toutes exploitées par puisage direct de l'eau, ou dans des puisards creusés à proximité.

(1) D'autres mares indiquées sur les cartes au 1/200.000 ont aussi été reportées sur la planche A

III .3.2. - Contexte hydrogéologique des mares

Toutes les observations effectuées dans les mares ou à proximité des mares, à la tarière ou dans des puisards creusés par les habitants montrent l'existence d'une couche de sable argileux, voire carrément argileuse à faible profondeur (voir annexe IV).

L'hypothèse suivant laquelle ces mares seraient des stockages d'eau de pluie dans des dépressions plus ou moins colmatées par de l'argile, ne nous semble pas être valable dans beaucoup de cas observés.

En effet :

1°) - Lorsqu'il est possible d'observer des coupes de terrain aux abords des mares, on constate que les couches d'argiles sableuses ne se limitent pas à la superficie des mares, mais s'étendent beaucoup plus loin (Bois de NSA, C.7, Mare de Seson, C.41, et surtout système de mares de Pongwéné et ruisseau d'Isankuéne, Z.5).

2°) - Lorsque les villageois creusent des puisards en bordure des mares, ils trouvent toujours de l'eau dans des sables plus ou moins argileux, et il faut bien qu'une couche moins perméable se trouve en profondeur pour que cette eau soit retenue.

3°) - Le puits creusé par le Génie Rural à 1,5 km de la mare de Gatsou a trouvé de l'eau à 3 m de profondeur.

4°) - La zone des marais en bordure du plateau de Mbé est très étendue. La dénivellation entre les plateaux et ces marais est très faible, et l'on trouve sur ces étendues une nappe phréatique à faible profondeur.

5°) - A Onianva (C.37), le niveau de la source à flanc de coteau correspond parfaitement au niveau de la mare observée en fond de vallée sèche de l'autre côté de la colline.

6°) - Le long du ruisseau d'Isankuéne, au Zaïre, nous avons vu l'eau suinter sur la couche d'argile, puis ruisseler sur ces argiles avant de former le ruisseau.

7°) - X. VAN CAILLIE a mesuré le niveau des mares de la zone de Dumi . Le niveau baisse plus rapidement en début de saison sèche qu'en fin de saison sèche , alors que l'évaporation est au contraire normalement plus forte en fin de saison sèche qu'au début.

X.VAN CAILLIE conclut, fort justement à notre avis, que les mares sont, du moins en saison sèche, les exutoires de petites nappes perchées, l'évaporation agissant comme un pompage.

Ces nappes perchées sont dans le fond analogues à celles mentionnées dans le paragraphe III.2.2. Elles se situent à des niveaux et à des profondeurs différentes sous les plateaux, ou sous les collines, mais elles doivent toutes leur existence à une couche argileuse plus ou moins profonde qui retient l'eau.

L'exploitation de ce type de nappe devrait être par endroit possible à une certaine distance des mares. Mais on peut se demander aussi si d'autres nappes de ce genre n'existent pas, à moyenne profondeur, dans des zones dépourvues de mares, notamment celles présentant des dépressions sèches, ou à proximité des bosquets forestiers de forme ronde, parfois très étendus. Nous reviendrons au chapitre IV sur ce point.

III.3.3. - Résultats des sondages réalisés dans la région de DUMI (Zaïre)

Dans la région de Dumi, au Zaïre, neuf sondages ont été réalisés entre 1957 et 1959 (voir tableau 4 et coupes en annexe V).

Tous ces forages ont été implantés en bordure de mares existantes plus ou moins pérennes.

Leurs profondeurs sont pour la plupart de l'ordre de 20 à 30m

Les coupes mentionnent des sables fins à très fins argileux, avec des parties probablement plus argileuses que d'autres.

Sur ces neuf forages, les trois plus productifs ont fourni des débits de 400 l/h et 1.200 l/h. Le forage L 759 a fonctionné pendant plusieurs jours à 1.200 l/h, et il aurait été utilisé à 4 ou 5 m³/j au moins une année pour abreuver les boeufs.

Il convient de noter que à MBU et NTSUEME, les forages les plus profonds sont secs, alors que les plus courts sont productifs ; on peut se demander si en fait la couche imperméable n'a pas été traversée, et si l'eau ne s'est pas infiltrée à travers la "fuite" ainsi provoquée.

Les débits spécifiques des trois forages sur lesquels des essais ont été effectués sont de l'ordre de 1 à 3. 10⁻⁵ m³/s/m.

A signaler aussi le forage de la ferme de Kingankati, toujours au Zaïre (Z.2), équipé d'une pompe à main et qui fonctionne depuis 1975. Le forage n'est pas implanté en bordure d'une mare pérenne, mais à proximité d'une zone très légèrement dépressionnaire, non aquifère, en bordure de plateau.

La forêt pousse sur la pente du plateau jusqu'à la dépression. Aucun suintement n'est visible le long de la pente.

TABLEAU N° 4 - PRINCIPALES DONNEES SUR LES FORAGES DE DUMI (ZAIRE)

Références du Service Géologique	Profondeur totale (m)	Prof. du niveau statique	q Débit (m ³ /h)	Prof. du niveau dynamique	S (rabattement) (m)	Q/S (m ³ /s/m)
759 DUMI	29,50	3,50	1,2 à 1,6	16,20 à 17,60	14,10	3. 10 ⁻⁵
770 MBU	25		sec			
771 MBU	31		peu d'eau			
772 MBU	10	2,50	0,08			
773 NKIEME	25	9,10	0,4	13,50	4,4	2,5. 10 ⁻⁵
774 KIBIRIKA	33		sec			
775 N'TSUEME	36,50		sec			
776 N'TSUEME	15,20	2,20	0,4	11,50	9,3	1. 10 ⁻⁵
777 GUENE	29,50	7,00	faible			

III.3.4. - Essai de détermination des caractéristiques hydro-géologiques des nappes perchées à proximité des mares

III.3.4.1. - Essai de détermination à partir de remontées dans les puisards (essais effectués sur le terrain).

Un ordre de grandeur de la perméabilité peut être estimé à partir de la méthode suivante :

- après un prélèvement d'eau dans le puisard la remontée h du niveau de l'eau dans le puisard est mesurée au bout d'un temps t ,

- en fonction de la section S du puisard, et de la hauteur de la remontée, on détermine un volume V ayant pénétré dans le puisard au bout de ce temps t , puis le débit q moyen de remplissage du puisard $q = \frac{V}{t}$. Ce débit de remplissage est assimilé au débit fourni par le puisard.

- une valeur approchée du rabattement s est estimée soit à partir de mesures du niveau dans le puisard avant prélèvement, soit en observant sur les parois du puisard le niveau où apparaissent les premiers suintements,

- un ordre de grandeur du débit spécifique du puisard est ensuite calculé $Q_s = \frac{q}{s}$

- Une estimation très grossière de l'ordre de grandeur de la perméabilité est ensuite fournie par le quotient du débit spécifique par la hauteur aquifère présumée captée dans le puisard $H : k \approx \frac{Q_s}{H}$

Les résultats obtenus à partir de ces mesures sur différents puisards sont récapitulés dans le tableau ci-après :

Lieu	Réf.	q (m ³ /h)	s (m)	q/s		H (m)	K (m/s)
				m ³ /h/m	m ³ /s/m		
INONI PLATEAU	C.44	50	1	0,05	$1,4 \cdot 10^{-5}$	1	$1,4 \cdot 10^{-5}$
		200	1	0,2	$5 \cdot 10^{-5}$	1	$5 \cdot 10^{-5}$
POUMANKO	C.45	3.600	0,30	12	$3,3 \cdot 10^{-3}$	0,30	$1 \cdot 10^{-2}$
IMPFOUBA	C.47	200	2	0,1	$2,7 \cdot 10^{-5}$	2	$1,4 \cdot 10^{-5}$
IMBIMI	C.58	100	1	0,1	$2,7 \cdot 10^{-5}$	1	$2,7 \cdot 10^{-5}$
ONTCHOUO	C.39	750	1 (?)	0,75	$2 \cdot 10^{-4}$	1	$2 \cdot 10^{-4}$
KAON	C.20	100	1	0,1	$2,7 \cdot 10^{-5}$	1	$2,7 \cdot 10^{-5}$
GATSOU	C.63	40	0,20	0,2	$5 \cdot 10^{-5}$	0,2	$2,5 \cdot 10^{-4}$

Les débits spécifiques évalués sont de l'ordre de 50 à 200 l/h/m, soit $1,4$ à $5 \cdot 10^{-5}$ m³/s/m (1), mis à part les deux valeurs anormalement élevées à $2 \cdot 10^{-4}$ et $3,3 \cdot 10^{-3}$ m³/s/m.

III.3.4.2. - Essai de détermination à partir des données recueillies sur le site de la mare de Gatsou

Nous avons vu au chapitre "climatologie" que, sur les plateaux batékés, l'évapotranspiration des trois mois de saison sèche est en moyenne de l'ordre de 250 mm, soit environ 2,5 mm par jour.

La mare de Gatsou a une superficie de 17 ha. Cette mare évapore donc en saison sèche 425 m³/j soit 5 l/s.

(1) soit du même ordre de grandeur que les forages de Dumi au Zaïre.

On peut essayer d'estimer un ordre de grandeur de la transmissivité de la nappe qui l'alimente par la formule :

$$Q = \frac{2\pi Ts}{2,3 \log R/Re}$$

avec :

Q = débit évaporé par la mare : $5 \cdot 10^{-3}$ m³/s

T = Transmissivité (m²/s)

s = rabattement : 12 m

R = distance du puits au centre de la mare : 2.000 m

Re = rayon de la mare 230 m

On trouve $T = 1,4 \cdot 10^{-4}$ m²/s

Si la hauteur mouillée est de 12 m, ceci correspond à une perméabilité de l'ordre de 10^{-5} m/s.

TABLEAU 5

DONNEES SUR LA CHIMIE DES EAUX

	P H	Cl (mg/l)	T H °F	T A °F	T A C °F	CO2 libre (mg/l)	CO2 agressif (mg/l)	Oxydabilité au permanganate (mg/(O2))
Rivière Ndzili (Djambala) nappe profonde	6	-	1	0	1	2,6	17,6	8
Source d'Onianva (C.37) source perchée	5,5	3	1	0	0,25	30	28	-
Mare d'Impé (C.41)	6	10	1	0	0,25	-	12	37
Rivière de Poumanko (nappe profonde) (C.45)	6	5	0,5	0	0,5	10	11	1
Mare de Poumanko	6	3,5	1	0	2	-	-	6,5
Mare d'Inkoubi	5,5	5	3	0	0,5	-	13	42
Gamboma (C.52)	6	7	0,25		0,5	-	8,8	-
Source Yala à Leconi (G.3)	5,5	3,5	0,5	0	0,25	4	34	-
Source Yala (Laboratoire Ville de Paris dans le rapport R 145 de BURGEAP 1974)	$\rho = 90.000$ ohms résidu sec : 3 mg/l		< 0,5	Ca : 0,6 mg/l Mg : < 0,05		Na < 0,1 K 0,1 Mn < 0,02		

III. 4. - Chimie des eaux

Les eaux issues des sables batékés (sables siliceux extrêmement pauvres en matières solubles) sont remarquables par leur minéralisation extraordinairement réduite (résidus secs de l'ordre de 30 mg/l, résistivités de plus de 100.000 Ω cm)

Nous avons effectué quelques analyses afin d'évaluer l'agressivité de ces eaux (voir tableau n° 5).

Toutes les eaux analysées, qu'elles soient issues de la nappe profonde ou des mares sont très agressives.

Leur captage nécessiterait l'emploi de métaux inoxydables (la plupart des matériaux plastiques courants devraient semble-t-il aussi convenir parfaitement) et leur distribution dans un réseau public, un traitement d'équilibrage.

III. 5. - Conclusions du chapitre hydrogéologie

Nous avons distingué dans ce chapitre trois entités hydrogéologiques : la nappe générale profonde, les petites nappes perchées, les mares.

On peut se demander si en fait les deux dernières entités ne sont pas du même genre. En effet, comme décrit au paragraphe III.3.2., l'existence des mares paraît, comme celle des nappes perchées, liée à la présence de couches argileuses et les observations de terrain nous ont permis de constater que ces couches argileuses semblent parfois s'étendre au-delà des mares. Les mares seraient des exutoires par évaporation de ces nappes perchées très superficielles : en saison sèche un hectare de mare peut évaporer, à raison de 2,5 mm par jour, 25 m³ par jour.

A partir de ces observations, on peut se demander s'il n'existerait pas des nappes perchées peu profondes (10 à 30 m) sans exutoire visible (source ou mare). Or, quand on contemple le paysage, ou que l'on regarde des cartes au 1/200.000 on remarque que :

- en certains endroits la forêt remonte jusqu'au sommet des plateaux, ou presque, alors que la végétation aux alentours est step-pique,

- les plateaux sont parsemés de bois de forme approximativement circulaire, plus ou moins étendus. Certains de ces bois (NSA, IMPE, BILANKO), que rien ne permet de distinguer a priori des autres bois, tant sur les cartes qu'en photographies aériennes, se sont révélés en fait correspondre à des mares.

Ces forêts, tant en rebord de plateau que sur les plateaux eux-mêmes, sont-elles des résidus du défrichement ou correspondent elles à de petites nappes perchées dont elles évapotranspirent l'eau ?

Nous verrons plus loin que dans la mesure où de telles nappes existeraient à proximité de certains villages et où elles pourraient être captées par puits ou forages, elles pourraient fournir la meilleure source d'alimentation en eau des villages batékés.

Chapitre IV

IV - ALIMENTATION EN EAU ACTUELLE DES POPULATIONS

IV.1. - Les besoins

D'après les études réalisées antérieurement sur le terrain, notamment l'étude Sogetha de 1964 [6], et d'après nos propres observations dans des zones où l'eau est facile d'accès (à moins de 500 m des villages), les besoins sont de l'ordre de 20 l/j se répartissant en :

- 5 l/j d'eau de boisson
- 15 l/j d'eau à usage domestique (toilette, nettoyage des cases, rouissage du manioc).

Le rouissage du manioc, lorsqu'il n'est pas opéré sur le point d'eau lui-même dans des puisards remplis de boue, nécessite une quantité d'eau relativement faible : 30 l. tous les 3 jours pour 5 personnes, soit 2 l/j/personne.

IV.2. - Mode d'alimentation en eau

En saison sèche les ressources en eau utilisées par les habitants sont soit :

- les mares, lorsqu'il en existe à proximité des villages,
- les sources à flanc de coteau,
- les exutoires de la nappe profonde (ruisseaux ou rivières)
- les citernes.

Dans certains cas l'eau de boisson, ainsi que l'eau à usage domestique, est prélevée dans les mares. La plupart du temps cependant l'eau de boisson est puisée dans de petits puisards à proximité des mares. Quelquefois enfin, même si la mare est plus proche qu'une source ou qu'une émergence de la nappe profonde, les femmes descendent chercher une eau plus pure pour la boisson.

Les mares sont très souvent utilisées pour la pêche.

Les sources à flanc de coteau sont quelquefois sommairement aménagées (tuyau de captage).

Plusieurs citernes ont été réalisées sur les plateaux batékés au Congo : sur 51 villages visités au Congo, nous en avons vu 24 (voir annexes III et IV).

Certaines de ces citernes sont utilisées par les organismes officiels (Chefs de districts, O.C.T., T.P., ...), d'autres ont été construites pour les écoles, mais environ une dizaine étaient destinées à l'usage public. Leur volume va de 60 à 150 m³. La plupart sont anciennes (1955 à 1960), et environ 90% nécessiteraient des réparations (essentiellement recrépissage intérieur et réparation des gouttières et système de collecte). Une réparation de citerne à Ankou (G10), avec l'aide des habitants, a coûté 120.000 F.CFA en 1978 (le volume de la citerne est de 125 m³). De telles opérations, peu onéreuses, sont très intéressantes, car elles permettent de récupérer à peu de frais un ouvrage devenu inutile.

Il faut signaler qu'aucune de ces citernes ne permet de stocker suffisamment d'eau pour satisfaire les besoins des habitants qui les utilisent, ou qui pourraient les utiliser si elles étaient en bon état.

Les citernes qui contiennent encore un peu d'eau en fin de saison sèche sont celles où le prélèvement est strictement rationné (ouverture un certain nombre de jours par semaine, limitation du prélèvement).

Signalons enfin qu'il existe un seul puits à gros diamètre utilisé sur les plateaux batékés (à Lekana) plateau Koukouya (C.14). Encore ne l'est-il que très peu du fait de la profondeur de l'eau (39 m) jugée excessive par les habitants, et de la faible hauteur d'eau (10 cm).

Sur 51 villages visités au Congo (voir annexe III) :

- 27 utilisent de l'eau de mare (50%)
- 6 de petites sources perchées (12%)
- 22 les émergences de la nappe profonde (43%)
- 10 disposent de citernes à usage public insuffisantes ou détériorées

Au Gabon, sur 12 villages visités :

- 10 ont recours à des émergences de la nappe profonde,
- 2 s'alimentent à partir d'eau de mare.

En saison des pluies, une partie de l'eau consommée est fournie par l'eau de ruissellement sur les toits des cases, recueillie dans des fûts de 200 litres, mais la corvée d'eau est cependant bien souvent obligatoire.

IV.3. - Distances et dénivelées par rapport aux points d'eau (voir annexe III)

La corvée d'eau est d'autant plus pénible que la distance au point d'eau et la dénivelée par rapport au village sont importantes.

Au Congo, sur 51 villages : (1)

- 6 sont situés à moins de 500 m d'un point d'eau,
- 18 sont situés entre 500 m et 2 km d'un point d'eau,
- 4 sont situés entre 2 km et 4 km d'un point d'eau (ou la dénivelée pour arriver au point d'eau est de 200 m ou plus),
- 23 sont situés à plus de 4 km d'un point d'eau.

On peut conclure que :

- pour les 6 premiers villages (10%), la situation est satisfaisante,
- pour 22 villages (40%), la situation est difficile,
- pour 23 villages (45%), la situation est très difficile.

Au Gabon, sur 12 villages visités : (1)

- 5 sont à moins de 500 m d'un point d'eau,
- 5 sont entre 500 m et 4 km d'un point d'eau,
- 2 sont à plus de 4 km d'un point d'eau.

La situation est donc difficile pour 40% des villages visités, et très difficile pour 16% d'entre eux.

(1) Au Congo 57 villages ont été visités, mais en fait 6 villes ou villages situés au Nord de Gambona, bien que sur des affleurements de sables batékés (ou du Stanley Pool), ne font pas partie du pays batéké à proprement parler. Dans cette zone de collines de faible altitude, les habitants n'ont pas de difficultés pour se procurer de l'eau. De même au Gabon, nous n'avons pas tenu compte de Bougoville, dans la même situation, et de Leconi, déjà alimentée en eau par une adduction.

IV.4. - Position de la population vis à vis des problèmes de l'eau

Un premier point important à souligner, est que ce sont généralement les femmes, qui vont à la corvée d'eau. Les hommes, qui ont le pouvoir de décision dans les villages ne se sentent donc pas concernés..

L'implantation des villages est beaucoup plus déterminée par la proximité de la route que par la proximité du point d'eau : la route permet, en effet, d'être en contact avec le monde extérieur au village, et permet, ce qui est très important, l'achat ou la vente de produits.

Les citernes d'utilisation publique existant sur les plateaux au Congo n'ont jamais été entretenues, que ce soit par l'Administration ou par la collectivité locale. Par manque d'entretien, les citernes se détériorent (gouttières cassées, fuites au niveau des crépis, etc ...). Les pompes à main qui avaient été placées sur les citernes ont vite été mises hors d'usage faute d'entretien et de réparations.

En fait, les villageois ne se sont jamais sentis vraiment concernés par une installation émanant de l'administration, selon une observation faite maintes fois ailleurs en Afrique.

Il en a été de même au Zaïre où les forages et pompes à main ou éoliennes installées près de Dumi (Z.5) n'ont jamais été entretenues et se sont vite détériorées.

Pour toutes ces raisons, il nous paraît indispensable de prévoir, pour l'amélioration des conditions d'alimentation en eau des populations des plateaux :

- des systèmes simples, robustes, nécessitant un minimum d'entretien que les administrations auront de toute façon à assurer par la suite, même si, à l'origine, l'investissement est assez élevé,

- un processus associant, dans toute la mesure du possible, les populations locales à la mise en oeuvre des installations.

Chapitre V



V - ANALYSE DES DIFFERENTS TYPES D'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE REALISES

Nous avons vu (chapitre I.3.2.) que 50% des villages des Plateaux Batékés ont moins de 250 habitants et 80% moins de 500 habitants. Dans ces conditions un point d'eau pouvant fournir 5 m³/j (250 habitants à 20 l/j/h) peut être considéré comme satisfaisant. Pour des villages plus peuplés, il peut être envisagé de multiplier le nombre de tels points d'eau afin d'atteindre la satisfaction des besoins.

A priori les solutions envisageables découlent de trois principes :

1) Captage des aquifères par puits ou forages

L'utilisation pratique des pompes à main est limitée par une profondeur moyenne de 50 m du niveau de l'eau en exploitation.

Dans certaines régions de l'Afrique de l'Ouest, des modes de puisage par traction animale dans les puits en gros diamètre restent efficaces jusqu'à 80 m, mais, compte tenu du contexte social et humain des plateaux batékés, l'utilisation de la traction animale ne paraît pas, pour l'instant, envisageable. Dans ce cas aussi 50 m de profondeur pour le puisage à la corde et au seau semble être une limite maximum, sinon déjà excessive.

Techniquement, le forage équipé d'une motopompe (pompe électrique et groupe électrogène) est possible pour des profondeurs plus importantes.

Mais il est alors très important de considérer que dès que des moyens mécaniques d'exhaure sont envisagés (pompes à main et encore plus motopompes) les problèmes de maintenance et d'entretien se posent. La solution de ces problèmes demandent la mise sur pied de services plus ou moins décentralisés pour effectuer ces travaux, et surtout la mise en place de budgets annuels permettant le fonctionnement de ces services et le remplacement de matériel devenu trop usagé. D'après notre expérience en Afrique de l'Ouest il faut envisager pour l'entretien et le renouvellement d'une pompe à main une somme de 100.000 F.CFA par an. Pour des motopompes, le budget de fonctionnement est beaucoup plus élevé (ne serait-ce que du fait du coût du carburant).

En pratique, l'exploitation de la nappe générale dans les sables batékés pour l'alimentation en eau des villages ne nous paraît possible que dans la mesure où elle ne se trouve pas à plus de 50 m de profondeur. Ceci limite cette possibilité à quelques villages situés sur les hautes collines, notamment au Gabon (voir annexe III). Le captage de la nappe profonde à des profondeurs supérieures ne pourrait se justifier, à notre avis que pour une utilisation de l'eau

à des fins agricoles ou pastorales, ou, à la limite, pour l'alimentation en eau de grands centres, ou de zones fort peuplées (pratiquement le seul plateau Koukouya). Il existe des pompes électriques immergées susceptibles de refouler 30 m³/h sur 270 m de H.M.T., et il est de toute façon possible de coupler deux pompes en série pour atteindre de telles hauteurs de refoulement (1).

Par contre, l'utilisation de petites nappes perchées, dans la mesure où de telles nappes existeraient et seraient exploitables à 50 m de profondeur au maximum constituerait, surtout sur les plateaux sensu stricto, une solution très intéressante.

2) Refoulement des eaux de surface à partir de captages en rivière

Cette solution ne paraît acceptable que pour des zones très peuplées (pratiquement le seul plateau Koukouya, ou pour de grands centres, ou encore à des fins agricoles).

3) Le stockage d'eau de pluie

Dans ce chapitre, nous envisagerons :

1°) - Les possibilités d'exploitation par forage de la nappe profonde.

2°) - Les possibilités d'utilisation des eaux de surface remontées sur les plateaux à partir de captages en rivière.

3°) - Les possibilités d'aménagement des mares existantes.

4°) - Les possibilités de création de mares artificielles

5°) - Les citernes

6°) - Les possibilités d'exploitation de petites nappes perchées proches de la surface (2).

(1) La maintenance et l'entretien de telles pompes poseraient sans doute des problèmes, et peut être faudrait-il alors envisager de doubler les installations

(2) Nota : tous les calculs économiques ont été effectués en prenant en compte un taux d'amortissement de 8% par an.

V.1. - Exploitation par forage de la nappe profonde

V.1.1. - Profondeur de la nappe sous les plateaux

Nous avons indiqué sur la planche B les profondeurs de la nappe profonde sous les plateaux batékés au Congo.

La profondeur minimale est de l'ordre de 70 à 80 m sous le plateau de Mbé. Elle est de plus de 250 m sous le plateau Koukouya.

Dans la zone des hautes collines, au Congo ou au Gabon, la profondeur de la nappe dépend essentiellement de l'altitude relative à laquelle on se situe sur la colline.

Nous avons vu au chapitre III.2.1. qu'un forage crépiné sur une cinquantaine de mètres dans la nappe serait susceptible de fournir un débit de l'ordre de 25 à 50 l/s.

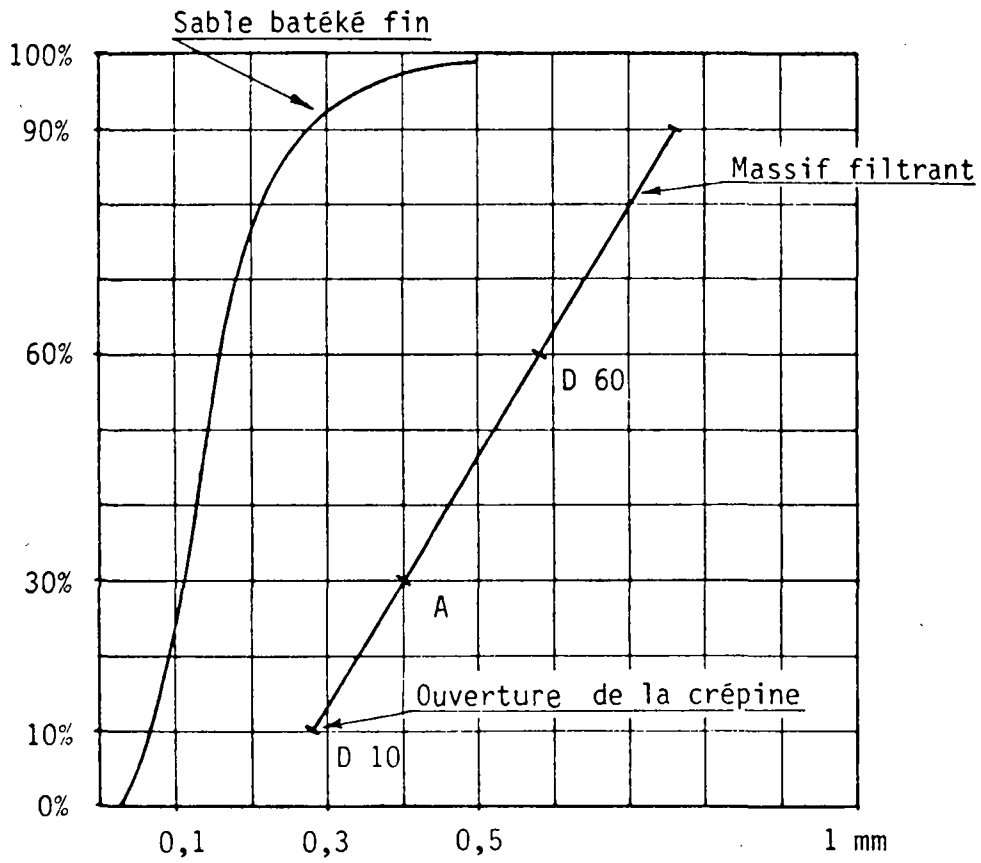
La profondeur totale d'un forage implanté sur le plateau de Mbé, là où la nappe est à 80 m de profondeur, devrait donc être de l'ordre de 150 m, si l'on veut obtenir ces débits.

Ces forages pourraient être réalisés au rotary à la boue.

V.1.2. - Problème lié à la finesse des sables à capter et à l'agressivité des eaux des plateaux batékés

Les sables batékés ont une dimension moyenne de 0,14 à 0,35 mm (voir paragraphe II.1.3).

Les forages réalisés au Zaïre, tant jadis sur les Plateaux Batékés qu'actuellement dans des formations de sables fins (Kinkolé Z1) sont équipés de tube acier lanterné recouvert d'une toile en laiton d'ouverture 0,2 mm. Compte tenu de l'agressivité des eaux issues des sables batékés, ce type d'équipement, sujet à la corrosion électrolytique, peut se détériorer assez rapidement. Pour des équipements destinés à durer pendant plusieurs années (20 ans en principe), il paraît plus adéquat de préconiser des matériaux insensibles à la corrosion (crépinés en acier inoxydable ou en P.V.C.).

EXEMPLE DE CALCUL DE GRANULOMETRIE DU MASSIF FILTRANT

Les crépines les mieux adaptées au captage de sables fins sont les crépines à fente continue (du type crépines Johnson).

Sans massif de gravier additionnel, l'ouverture des crépines doit correspondre au d 40 de la formation, soit compte tenu de la granulométrie des sables batékés 0,1 à 0,2 mm. De telles dimensions d'ouverture permettent l'admission dans le forage d'un débit de l'ordre de 2 m³/h par mètre de crépine en 6" (soit pour 50 m : 100 m³/h).

La mise en place d'un massif de gravier additionnel permettrait d'augmenter l'ouverture des crépines.

A titre d'exemple, nous avons calculé les dimensions du gravier additionnel nécessaire dans le cas du sable batéké le plus fin des analyses granulométriques de la planche 3 (voir planche 7).

Le D 30 du gravier additionnel doit être 4 fois supérieur au d 30 du sable de la formation (point A).

Son coefficient d'uniformité ($\frac{D_{60}}{D_{10}}$) doit être égal à 2, ce qui amène à tracer la droite figurée sur la planche.

Le massif filtrant additionnel devrait donc être tel que 10% de son poids corresponde à des graviers inférieurs à 0,3 mm, 40% à des grains supérieurs à 0,6 mm. L'ouverture des crépines, de la taille du D 10 du massif filtrant serait de 0,3 mm. De telles crépines en 6", d'un coefficient d'ouverture de l'ordre de 10% permettent facilement l'admission de 5 m³/h par mètre de crépine (soit 250 m³/h pour 50 m de crépine).

Compte tenu de la granulométrie des sables batékés, on peut aussi penser à des équipements en P.V.C., de faible ouverture. Mais le coefficient d'ouverture de ce genre de crépine est faible, elles ne permettent l'admission que d'un faible débit dans le forage (de l'ordre de 1 à 2 m³/h par m. de crépine), ce qui d'ailleurs n'est pas une gêne dans l'optique de création de points d'eau fournissant 5 à 10 m³/j.

V.1.3. - Données sur les coûts de forages, pompes et groupes électrogènes

Le type d'équipement ayant été choisi, le coût des forages dépend essentiellement de leur profondeur et de leur diamètre, qui est lui-même fonction du débit que l'on veut en extraire.

Compte tenu des dimensions des pompes immergées usuelles, les débits maxima qu'il est possible d'extraire de forages de diamètre donné sont récapitulés dans le tableau ci-après (1) :

(1) Extrait du "Journal du Forage d'Eau"

Diamètres intérieurs minima des tubages (pouces)	Débits maxima prévus (mètre cube /heure)
4"	3
6"	50
8"	140
10"	250

Actuellement, les ateliers de forages sont très peu nombreux au Congo et au Gabon (un atelier de forage profond de la S.N.D.E. et des ateliers de reconnaissance géotechnique aux T.P. au Congo, entreprise GAFOR au Gabon), et très peu de forages sont réalisés. Aussi, les prix proposés ci-dessous sont très élevés, d'autant plus que les transports vers les plateaux batékés sont très onéreux. Il est certain que si une activité forage se développait, les prix devraient normalement diminuer. Au Zaïre, la Regideso réalise des forages au battage de 30 m de profondeur, tubés en 4", dont le coût est de l'ordre de 40.000 F. CFA/m

A titre d'estimation indicative et préliminaire, nous avons tenté de calculer les investissements nécessaires à la réalisation des forages et équipements suivants :

1°) - Forage de 80 m en 6" - débit recherché : 5 à 10 m³/j
du type des forages préconisés au Gabon pour l'A.E.P. des villages de 250 à 500 habitants.

- Coût du forage : (francs C.F.A.)

. Amenée du matériel	500.000
. Forage 80 m en 8" à 50.000 F CFA/m	4.000.000
. Tubage plein : 60 m en 6" (P.V.C.) à 10.000 F CFA/m	600.000
. Crépine en 6", ouverture 0,1 à 0,2 mm 20 m en 6" (P.V.C.) à 40.000 F CFA/m	800.000
TOTAL	<u>5.900.000</u>

1a) Solution motopompe

ESTIMATION DU COUT DU METRE CUBE (F. CFA)
(amortissement 8% par an, sur la base 5 m3/j)

Rubriques	Investissement	N an	Charges annuelles par forage	Coût an m3	Charges annuelles par tête (pour 20 l/j/hab)
Coût du forage	5.900.000	20	590.000	323	
Electropompe	500.000	5	125.000	68	
Groupe électrogène	700.000	5	175.000	95	
Réservoir	600.000	20	60.000	33	
Carburant 0,2 l x 2,5 CV x 2,5 heures x 365 x 100 F			45.625	25	
Lubrifiant (10%)			5.000	3	
Personnel et entretien			400.000	220	
TOTAL	7.700.000		1.400.625	767	5.600

1b) Solution pompe à main

ESTIMATION DU COUT DU METRE CUBE
(amortissement 8% par an)

Rubriques	Investissement	N an	Charges annuelles par forage	Coût an m3	Charges annuelles par tête (pour 20 l/j/hab)
Coût du forage	5.900.000	20	590.000	323	
Coût de la pompe installée	300.000	5	75.000	41	
Entretien de la pompe			50.000	30	
TOTAL	6.200.000		715.000	394	2.860

2°) - Forage de 150 m, tubé en 8", crépiné en 6"
Débit recherché 100 m³/h (forage pour irrigation dans le secteur de Mbé au Congo) 20 heures par jour pendant 100 jours de saison sèche.

- Coût du forage :

. Amenée du matériel	2.000.000
. Forage 100 m en 10" (70.000 F/m)	7.000.000
. Forage 50 m en 8" (50.000 F/m)	2.500.000
. Tube plein : 100 m en 10" (20.000 F/m)	2.000.000
. Crépine 50 m en 8" à 200.000 F/m	10.000.000
	Total .. 23.500.000
- Pompe de 100 m ³ /h 100 m HMT	3.000.000
- Groupe électrogène 90 CV	20.000.000
	Total général .. 46.500.000

ESTIMATION DU COUT DU METRE CUBE

Rubrique	Investissement	N an	Charges annuelles par forage	Coût an m ³
Coût du forage	23.500.000	20	2.350.000	12
Electropompe	3.000.000	5	750.000	4
Groupe électrogène	20.000.000	5	5.000.000	25
Carburant 0,2 l x 90CVx20x100x100 F			3.600.000	18
Lubrifiant (10%)			400.000	2
Personnel et entretien			400.000	2
TOTAL	46.500.000		12.500.000	63

3°) - Forage de 320 m tubé en 8", crépiné en 6"
 Débit recherché 300 m³/j, ou 30 m³/h pendant 10 h (Plateau Koukouya 15.000 habitants à 20 l/j/habitant)

- Coût du forage

. Amenée du matériel	3.000.000
. Forage 200 m en 12" (90.000 F/m)	18.000.000
. 70 m en 10" (70.000 F/m)	4.900.000
. 50 m en 8" (50.000 F/m)	2.500.000
. Tube plein : 270m en 8" à 15.000 F/m	4.050.000
. Crépine : 50 m en 6" à 150.000 F/m	7.500.000
Total ...	39.950.000

- Pompe de 30 m ³ /h - 270 m HMT	10.000.000
- Groupe électrogène : 90 CV	20.000.000

Total général ... 69.950.000

ESTIMATION DU COUT DU METRE CUBE
 (amortissement 8% par an)

Rubriques	Investissement	N an	Charges annuelles par forage	Coût an m ³	Charges annuelles par tête (pour 20 l/j/hab)
Coût du forage	39.950.000	20	4.000.000	37	
Pompe	10.000.000	5	2.500.000	23	
Groupe électrogène	20.000.000	5	5.000.000	46	
Carburant 0,2 l x 90 CV x 10 h x 365 x 100 F			6.570.000	60	
Lubrifiant (10%)			700.000	7	
Personnel et entretien			400.000	4	
TOTAL	69.950.000		19.170.000	177	1.278

Nota : Les coûts ne représentent que les coûts d'extraction de l'eau par forage. Resterait ensuite à la distribuer éventuellement comme dans le projet prévu à partir des eaux de surface (voir ci-dessous)

V.2. - Exploitation des eaux de surface et pompage sur les plateaux

Ce type de solution a déjà été préconisé dans plusieurs rapports traitant du plateau Koukouya. Elle est présentement en cours d'exécution pour l'alimentation en eau de la ville de Djambala, et elle a récemment été réalisée au bénéfice de la ville de Leconi au Gabon, la dénivelée étant, il est vrai dans ce dernier cas, de médiocre ampleur.

Les montants de ces projets seraient de l'ordre de 2 milliards de francs CFA pour le plateau Koukouya (15.000 habitants), compte tenu de toute la distribution, et de 500 millions de francs CFA pour Djambala (7.000 habitants).

V.3. - Aménagements de mares existantes

Les mares existantes sont déjà utilisées par les habitants pour leur toilette, le rouissage du manioc, la pisciculture. En général, l'eau de boisson n'est pas prélevée directement dans les mares, mais dans des puisards situés à leur périphérie. Les seules améliorations possibles consisteraient, à notre avis, à créer des petits puits peu profonds à la place de ces puisards.

V.4. - Mares artificielles

L'étude réalisée par Sogetha en 1964, concluait à l'impossibilité de réaliser ce type de point d'eau du fait de l'inaptitude des sols au compactage. Il n'est pas certain cependant que ce soit le cas de tous les types de sols existant sur les plateaux.

On sait d'autre part qu'il existe des procédés d'étanchement par résines artificielles : appliquées à ce type de terrain, elles pourraient permettre de limiter les fuites à quelque 2 mm/jour, soit 730 mm par an.

L'évaporation naturelle sur surface libre étant de l'ordre de 1.000 mm/an, une pluviométrie de 2.000 mm d'eau par an permettrait théoriquement de stocker 250 mm d'eau dans ces mares, soit 250 litres par mètre carré de mare, représentant la consommation d'un habitant pendant dix jours.

Comme le puisage dans ces mares se poursuivrait probablement pendant toute l'année, il faudrait tabler sur une superficie de 40 m² par habitant, et doubler cette superficie pour tenir compte des années de sécheresse possible, soit 80 m² de mare par habitant.

Pour un village de 250 habitants, le coût d'une telle mare pourrait être chiffré comme suit :

- Terrassement		
	250 x 80 = 20.000 m ² x400 F CFA	8.000.000 F CFA
- Etanchement		
	20.000 x 1.000 F/m ²	20.000.000 F CFA
		<hr/>
		28.000.000 F CFA
	Soit 112.000 F/CFA/personne.	

Ce procédé est trop onéreux et pas assez sûr pour pouvoir être vraiment recommandé.

V.5. - Citernes

Plusieurs solutions du type citerne sont décrites dans le rapport Sogetha de 1964 [6]

- Impluvium et bassin d'accumulation à ciel ouvert en béton
- Impluvium et bassin à ciel ouvert en film plastique souple
- Impluvium en tôle et citerne enterrée.

Outre ces différents types d'aménagements, étaient étudiées des solutions mixtes, toutes basées sur le principe de stockages séparés :

- 15 l/j/habitant en bassin d'accumulation bétonné (ou film plastique) pour les besoins domestiques,
- 5 l/j/habitant en citerne enterrée pour l'eau de boisson.

V.5.1. - Détermination des superficies d'impluvium et des volumes à stocker nécessaires

La citerne sera supposée servir toute l'année (nous ne tiendrons pas compte des possibilités annexes telles que récupération des eaux de pluies stockées dans des futs de 200 litres). Dans ces conditions, les besoins annuels par habitant sont de :

$$20 \text{ l/j} \times 365 = 7,3 \text{ m}^3$$

Nous avons vu au chapitre I.2 (Données climatologiques), que la pluviométrie assurée, 9 années sur 10, était de l'ordre de 1.150 mm par an à Brazzaville, et 1.750 mm à Djambala.

En admettant que 90% (1) de la pluie tombée pourra être récupérée, la superficie d'impluvium nécessaire pour récupérer 7,3 m³ serait de:

(1) Coefficient supposé valable dans le cas d'un impluvium en tôle ou en film plastique correctement aménagé et entretenu.

$$\frac{7,3}{1,15} \times \frac{1}{0,9} = \underline{7 \text{ m}^2 \text{ à Brazzaville}}$$

$$\frac{7,3}{1,75} \times \frac{1}{0,9} = \underline{4,7 \text{ m}^2 \text{ à Djambala}}$$

Le volume de la citerne à réaliser est déterminé par le fait qu'elle doit permettre de stocker suffisamment d'eau pour 100 jours de saison sèche en moyenne, soit :

$0,02 \text{ m}^3/\text{j} \times 100 = 2 \text{ m}^3$, soit, en prenant un coefficient de sécurité de 1,2 (pertes d'eau diverses)

$$2 \times 1,2 = \underline{2,4 \text{ m}^3/\text{habitant. (1)}}$$

V.5.2. - Calcul du coût des solutions citernes "classiques", enterrées, avec impluvium en tôle ondulée surelevé

1) Eléments pour le calcul des coûts : (main d'oeuvre comprise)

- Terrassement (m ³)	400 F
- m ³ de béton à 250 kg	16.500 F
- m ² de paroi en béton armé à 250 kg , ferraillage 8 mm de diamètre, espacé de 25 cm verticalement, 33 cm horizontalement épaisseur 20 cm :	3.800 F
- coffrage vertical (m ²)	5.000 F
- coffrage horizontal (m ²)	8.000 F
- Tôle pour toiture (m ²)	1.000 F
- Charpente (m ²)	1.000 F
- Poteaux béton de 0,30 x 0,30 sur 3 m de hauteur	32.000 F

(1) On remarquera que le rapport $\frac{V}{S}$ (volume stocké sur superficie nécessaire) est de l'ordre de 0,3 à 0,5 soit du même ordre que celui des citernes existantes (voir annexe VI). On peut aussi rappeler que nous avons repéré au Congo six citernes non utilisées car détériorées. La remise en état de chacune de ces citernes pourrait être effectuée à peu de frais (100.000 à 150.000 F.CFA).

2) Coût d'une citerne de 100 m³ (40 personnes)

Hauteur 3 m

Diamètre 6,50 m

- Terrassement : 120 m ³ x 400	48.000 F
- Parois : 61 m ² x 3.800	231.800 F
- Coffrage parois : 61 x 5.000	305.000 F
- Fond : 33 m ² x 0,20 x 16.500	108.900 F
- Plafond : 33 m ² x 3.800	125.400 F
- Coffrage 33 m ² x 8.000	264.000 F

Total ... 1.083.100 F

(soit 27.000 F CFA/personne) ou 11.000 F/m³.Coût de l'impluvium :

- 280 m² à Brazzaville
- 190 m² à Djambala

	Brazzaville	Djambala
Toiture	280.000	190.000
Charpente	280.000	190.000
Poteaux de soutien :		
. 28 à Brazzaville		
. 22 à Djambala	896.000	704.000
TOTAL IMPLUVIUM	1.456.000	1.084.000

Prix de revient total de l'ensemble citerne + impluvium :

- 2.600.000 à Brazzaville (soit 65.000 F/personne)
- 2.200.000 à Djambala (soit 55.000 F/personne)

3) Coût d'une citerne de 150 m³ (63 personnes)

Hauteur 4 m

Diamètre 7 m

- Terrassement : 170 m ³ x 400	68.000 F
- Parois : 90 m ² x 3.800	342.000 F
- Coffrage: 90 m ² x 5.000	450.000 F
- Fond : 38 m ² x 0,20 x 16.500	125.400 F
- Plafond : 38 m ² x 3.800	144.400 F
- Coffrage horizontal : 38 m ² x 8.000	304.000 F

Total .. 1.433.800 F

soit 22.800 F CFA par personne

ou 9.600 F CFA par m³.

Coût de l'impluvium (prix proportionnel à celui nécessaire pour une citerne de 100 m³) :

- 2.184.000 F à Brazzaville
- 1.626.000 F à Djambala

Le prix de revient total de l'ensemble citerne + impluvium serait de l'ordre de :

- 3.700.000 F à Brazzaville (soit 59.000 F/personne)
- 3.200.000 F à Djambala (soit 51.000 F/personne).

4) Conclusion

Il paraît difficile d'imaginer le stockage en citernes enterrées de volumes supérieurs à 150 m³.

Dans ces conditions, le coût moyen de la réalisation de ce type de stockage devrait être de l'ordre de 65.000 F CFA par personne, soit 16.250.000 F CFA pour un village de 250 personnes (1)

(1) Nous avons visité à Imbama, au Congo, une citerne enterrée avec impluvium en tôles fixées à terre. Une telle solution doit être très peu différente, du point de vue des coûts, d'une solution avec tôles surélevées (nécessité d'une murette et d'un grillage de protection, d'un décanteur).

classiques 5) Calcul du coût du m³ d'eau fourni par les citernes

Hypothèses : débit consommé 5 m³/J, soit 20 l/j x 250 personnes (1 825 m³/an)

Rubrique	Investissements	N an	Charges Annuelles	Coût du m ³	Charge Annuelle par tête
1 - Coût de l'ouvrage	16.250.000	50	1.300.000	712	
2 - Entretien			10.000	4	
T O T A L	16.250.000		1.310.000	716	5.240 F

V.5.3. - Coût de solutions impluvium et bassin d'accumulation à ciel ouvert en béton (solution Sogetha) - (voir planche 8)

1) Description

L'impluvium ceinture un bassin de section trapézoïdale sur trois de ses côtés (pente 3/2), le quatrième étant réservé à l'ouvrage de prise sur le bassin. Cet impluvium serait constitué par une aire de réception en béton ordinaire dosé à 250 kg de ciment par mètre cube mis en oeuvre. Cette aire est affectée d'une pente de 2% vers le bassin central.

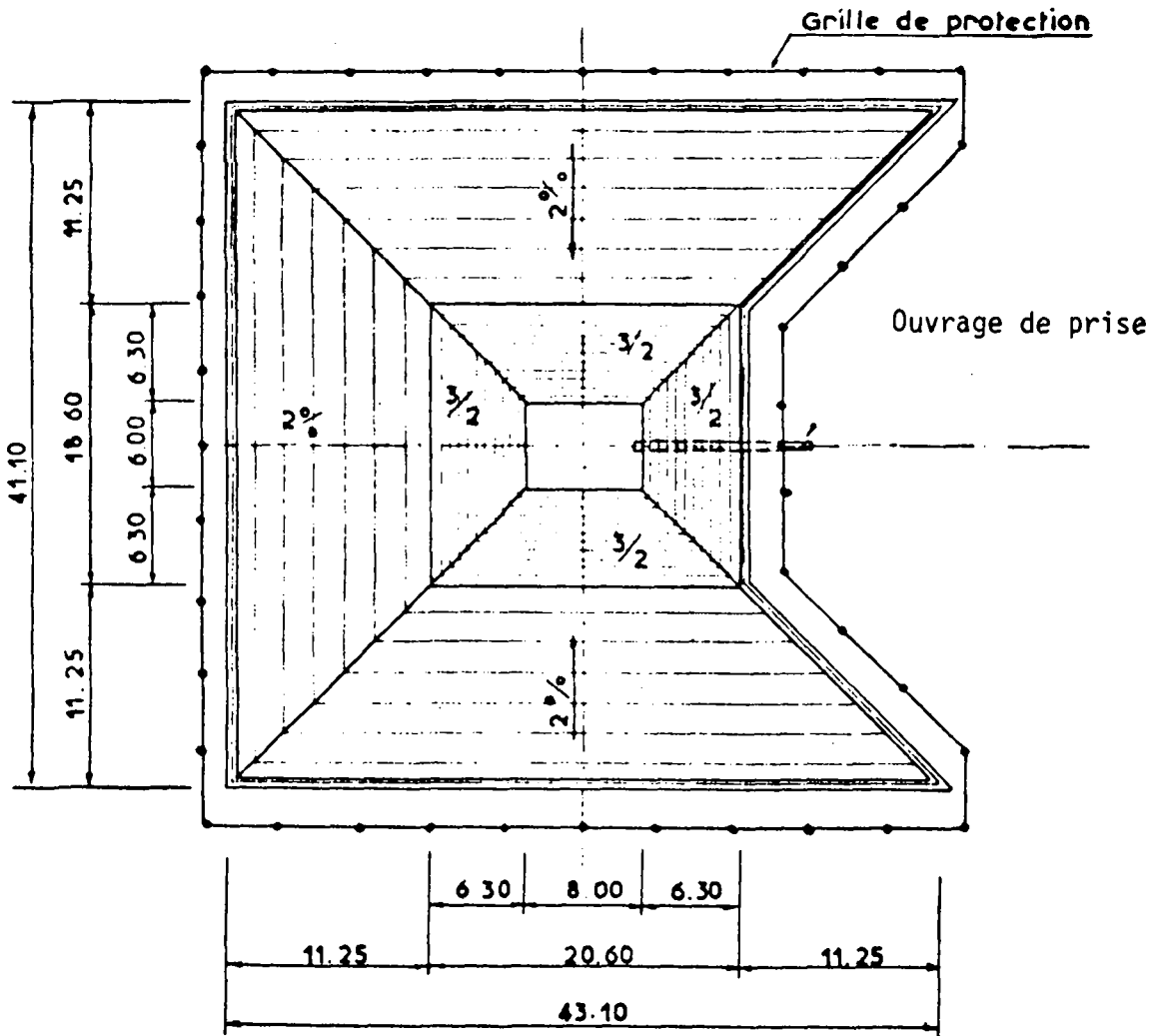
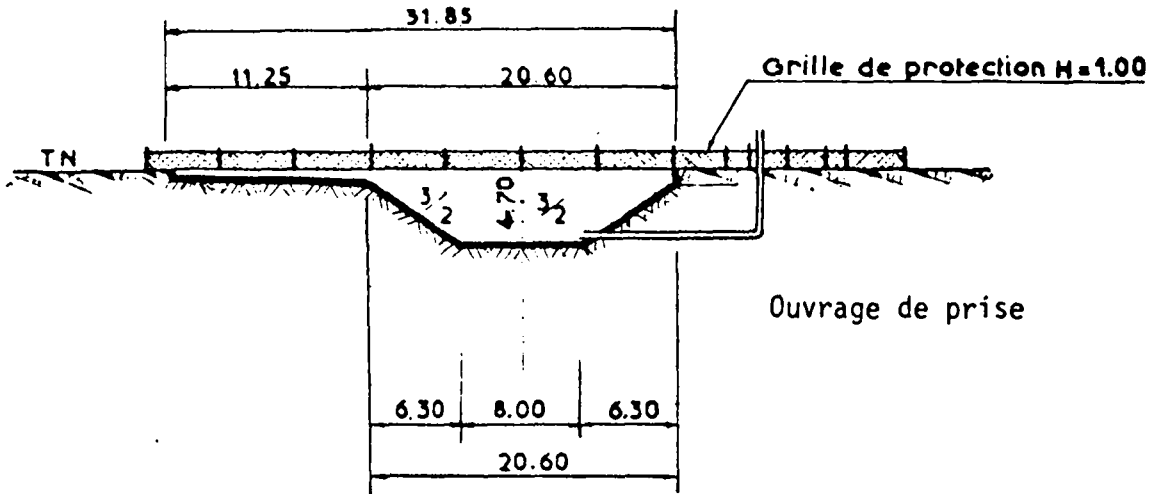
Des joints au tiers bourrés au mastic bitumineux sont aménagés tous les 4 mètres. Un grillage de protection en métal entoure le bassin et l'impluvium.

En ce qui concerne l'ouvrage de prise, on peut imaginer soit un puisard relié au bassin (avec ou sans pompe à main), soit un tuyau plongeant dans le bassin et relié directement à une pompe à main. Afin d'éviter le problème de l'entretien de la pompe à main, la solution puisard nous semble préférable.

IMPLUVIUM ET BASSIN A CIEL OUVERT EN BETON

Bassin pour 300 personnes (d'après SOGETHA)

ECHELLE : 1/500



2) Coût d'un ouvrage de ce type pour 250 personnes

Le coût d'un tel type d'ouvrage était évalué en 1964 par Sogetha à environ 3.500.000 F CFA pour 300 personnes, soit 11.000 francs par personne. Compte tenu de l'augmentation des coûts depuis cette époque, mais aussi du fait que les coûts unitaires pris en compte par Sogetha étaient assez élevés pour l'époque, on peut estimer que le prix de revient actuel serait au maximum de 25.000 F CFA par personne, soit 6.250.000 F CFA d'investissement pour un village de 250 personnes.

3) Calcul du coût du m3 d'eau fourni

Rubrique	Investissements	N an	Charges Annuelles	Coût du M3	Charge Annuelle par tête
1 - Coût de l'ouvrage	6.250.000	20	640.000	350	
2 - Entretien			50.000	27	
T O T A L	6.250.000		690.000	377	2.760 F

V.5.4. - Coût des solutions - Impluvium et bassin à ciel ouvert en film plastique souple (d'après Sogetha) (voir planche 9)

1) Description

Cette solution consiste à réaliser un bassin impluvium tapissé d'une couche de feuilles de films plastiques. La nécessité de protéger ce film du rayonnement solaire entraîne la réalisation de bassins à faible pente revêtus de couche de sable (voir planche 9).

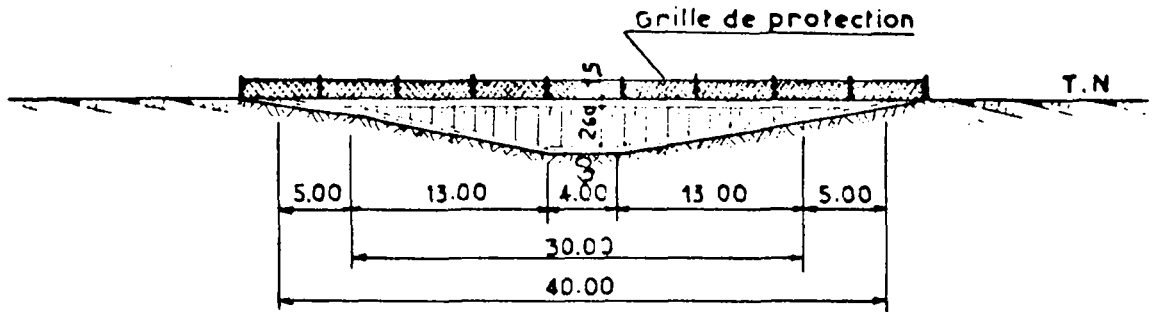
Une autre solution utilisant les films en plastique souple est celle proposée par l'IRFED (voir planche 10).

Les inconvénients de ces types de bassin tiennent essentiellement à la fragilité du plastique (les films plastiques peuvent être facilement perforés, ne serait-ce que par les trous d'animaux (vers, rats). Leur solidité est toutefois fonction de leur nature et de leur épaisseur. Il reste

PLANCHE 9

IMPLUVIUM ET BASSIN A CIEL OUVERT EN FILM PLASTIQUE

(d'après SOGETHA)



ECHELLE : 1/500

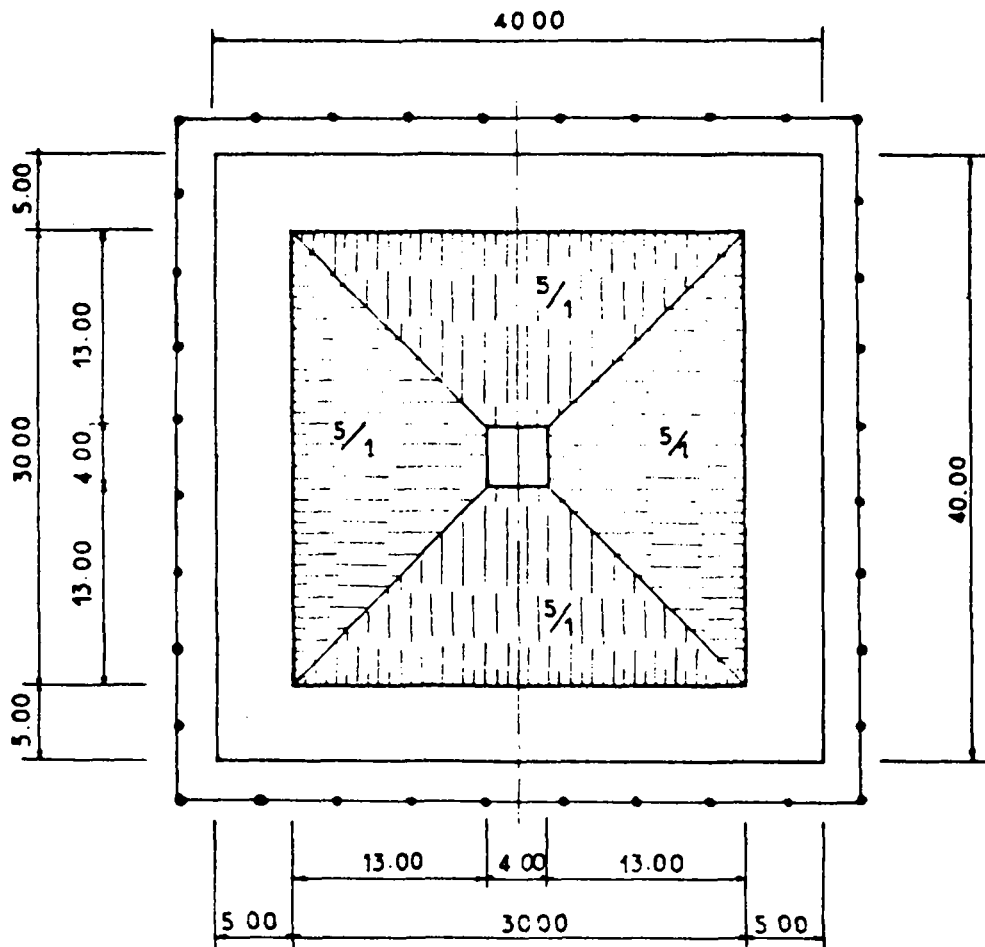
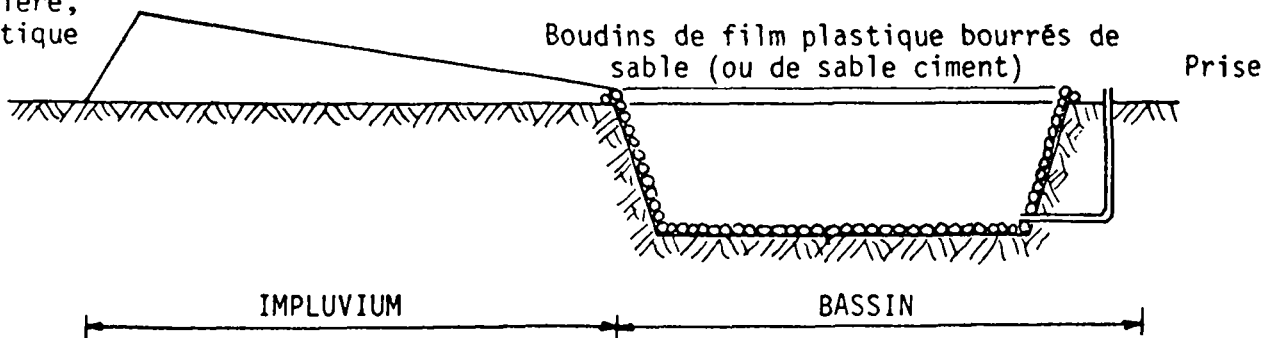


PLANCHE 10

CITERNE TYPE BOTSWANA (d'après IRFED)

Impluvium terre battue de termitière, film plastique ou tôle



que la durée de vie de ces matériaux est dans l'ensemble assez faible (nous avons tablé sur 5 ans maximum).

2) Coût d'un tel ouvrage pour 250 personnes

En 1964, Sogetha estimait le coût d'un tel bassin pour 300 personnes à environ 2.500.000 F CFA, soit 8.300 F CFA par personne. Actuellement, il faudrait compter environ 17.000 F CFA par personne, soit 4.250.000 F CFA pour 250 personnes.

3) Coût du m³

Rubrique	Investissements	N an	Charges Annuelles	Coût du m ³	Charge annuelle par tête
1 - Coût de l'ouvrage	4.250.000	5	1.000.000	527	
2 - Entretien			50.000	27	
T O T A L	4.250.000		1.050.000	554	4.200 F

En raison de sa durée de vie limitée (nous avons admis 5 ans) le procédé précité paraît n'avoir qu'un intérêt restreint.

V.5.5. - Sacs à eau

Citons pour mémoire les "sacs à eau", imaginés par l'IRFED (voir planche 11).

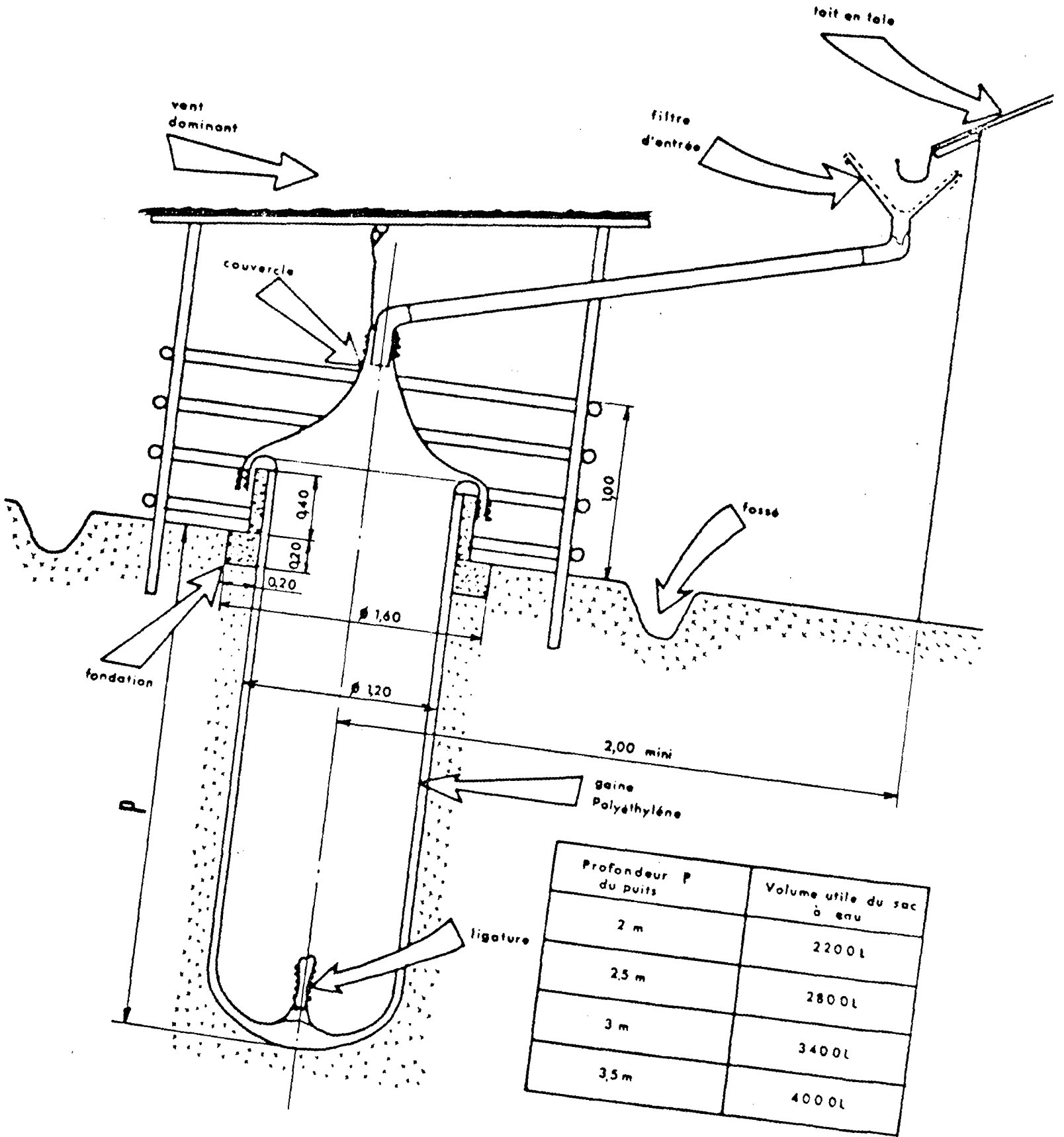
Il s'agit de sacs en film de plastique que l'on met en place dans des puits creusés à la main et recueillant l'eau tombée des toitures.

Ces sacs seraient susceptibles d'assurer l'eau de boisson pendant une saison sèche à une famille de 8 personnes (4 m³)

Le coût du film plastique nécessaire (pratiquement à changer tous les ans) serait de l'ordre de 3.000 F à 4.000 F CFA, soit une charge de l'ordre de 500 F CFA par personne et par an.

PLANCHE 11

SAC A EAU
(d'après IRFED)



V.6. - Exploitation de petites nappes perchées proches de la surface

Au Congo et au Zaïre, nous avons relevé des indices tendant à prouver qu'il existerait de petites nappes perchées sur des couches plus ou moins lenticulaires d'argile (voir chapitre hydrogéologie).

En 1957, sur les 9 forages réalisés au Zaïre dans la zone de Dumi, 3 se sont révélés capables de fournir des débits de 0,4 à 1,2 m³/h. La profondeur moyenne de ces forages était de l'ordre de 25 m. Faute d'entretien du matériel d'exhaure, ou par suite d'un mode de réalisation inadapté, ces forages ne sont pas utilisables (1)

Par contre, nous avons vu fonctionner à Kingankati, au Zaïre (Z.2), un forage équipé d'une pompe à main, et ce loin d'un point d'eau de surface.

Rappelons aussi les 4 puits réalisés sur le Plateau Koukouya, dont deux ont été légèrement productifs, mais ont été peu utilisés du fait de la profondeur de l'eau et des faibles débits fournis.

Signalons enfin le puits réalisé par le Génie Rural au Congo près de la mare de Gatsou (C.63). Le faible débit fourni par ce puits peut provenir du fait qu'il ne pénètre que très peu dans la nappe (à moins qu'il ne s'agisse de la faible épaisseur de celle-ci).

Bien que ces exemples montrent que, de façon générale, il n'est pas simple de fournir des points d'eau satisfaisants à partir des petites nappes perchées, il nous paraît cependant qu'il serait du plus grand intérêt de vérifier l'existence de ce type de petite nappe (et leur exploitabilité) surtout au Congo.

Nous verrons en effet plus loin que le captage de ce type de nappe serait le meilleur moyen de fournir des points d'eau suffisants aux villages situés très au-dessus de la nappe générale, ce qui est le cas général des Plateaux Batékés.

V.6.1. - Proposition de recherches des nappes perchées

La campagne de sondages de reconnaissance que nous envisageons comporterait une douzaine de sondages totalisant 600 m (soit une cinquantaine de mètres de profondeur en moyenne).

(1) En fait 15 forages en tout auraient été réalisés, mais sur ces 15 forages les données sont sûres pour seulement 9 d'entre eux. Parmi les 6 autres, certains auraient aussi été productifs et d'autres sont mentionnés comme ayant été sujets à des "pertes d'eau" (traversée du plancher imperméable ?). Ces forages étaient en fait implantés en bordure de mares pérennes, ou en bordure de mares non pérennes (dépressions sèches ?).

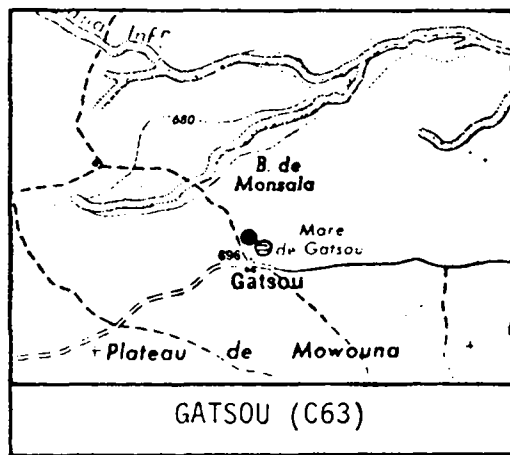
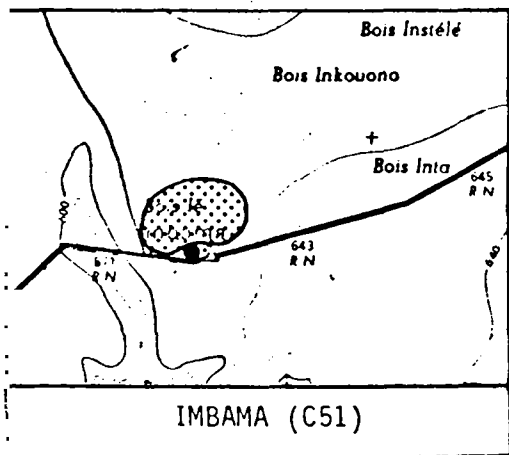
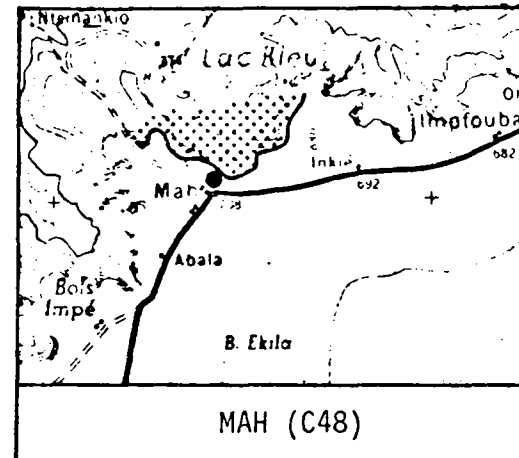
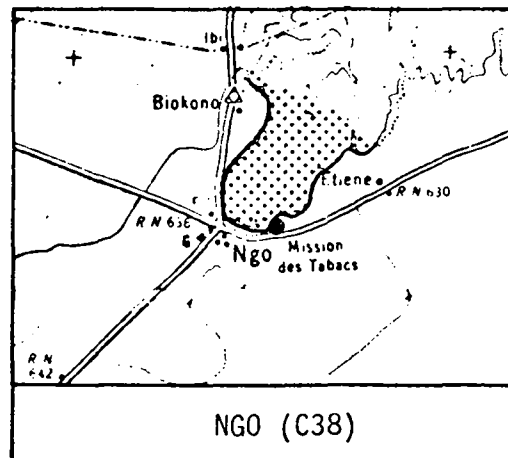
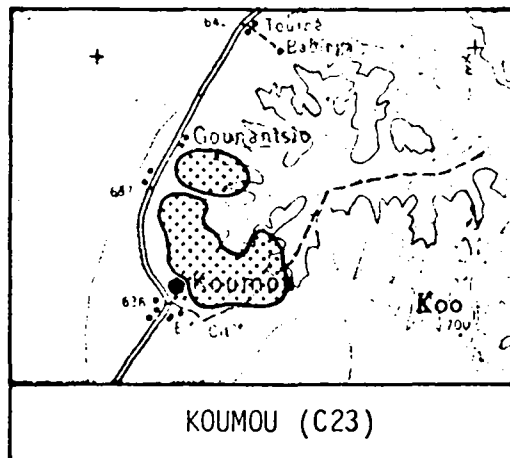
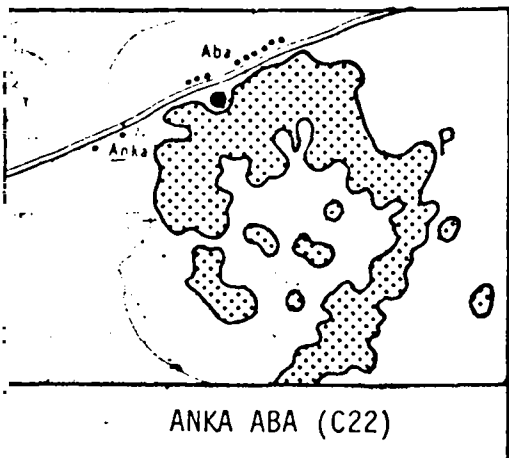
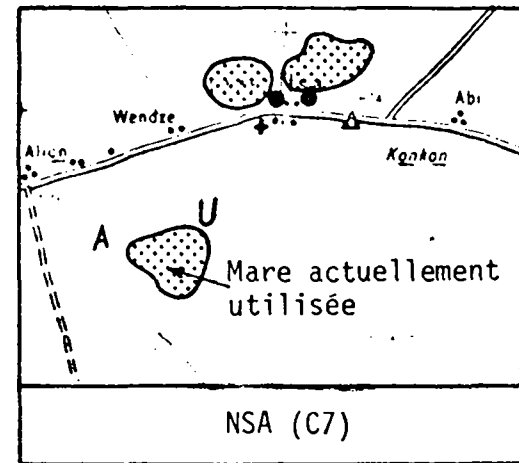
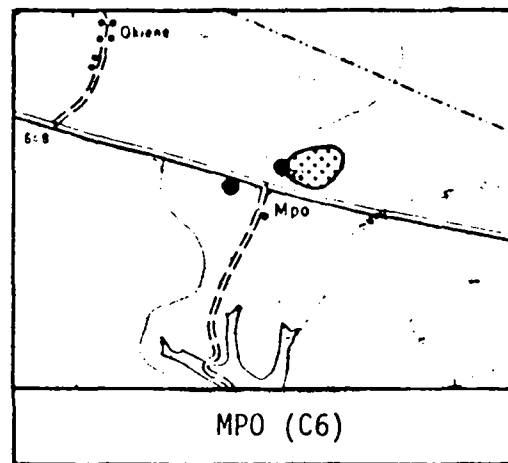
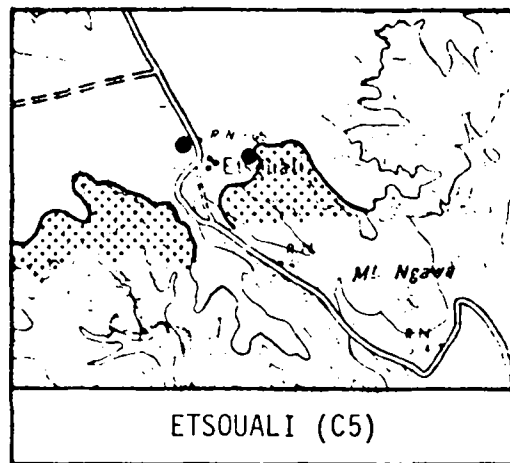
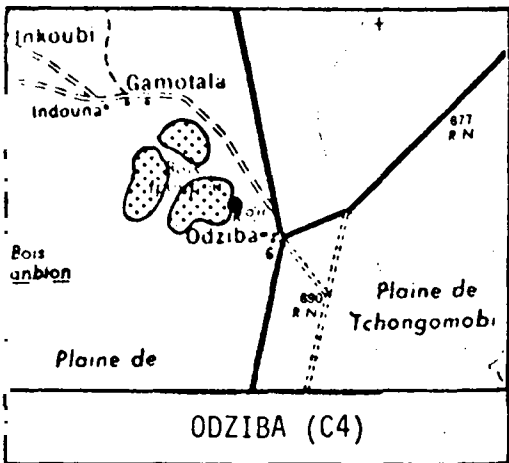


PLANCHE 12

SITUATION DES SONDAGES DE RECONNAISSANCE PROPOSES

ECHELLE 1/200.000



Bois



Sondage proposé

En ce qui concerne l'implantation de ces sondages, la géophysique électrique ne nous paraît pas pouvoir apporter une aide appréciable : en effet, les horizons argileux à détecter sont d'épaisseur probablement assez faible. De même la détection des niveaux aquifères eux-mêmes paraît très difficile : le contraste entre les terrains secs et aquifères est probablement très faible, surtout compte tenu de la faible conductivité de l'eau.

Les sondages pourraient être implantés :

- à proximité de bois circulaires ou, si possible, à l'intérieur de ces bois : l'existence et la forme circulaire de ces bois peut laisser penser qu'ils se situent sur des zones aquifères un peu plus profondes que celles donnant naissance aux mares,

- à proximité des forêts remontant jusqu'au sommet des falaises,

- en bordure de dépressions sèches, ou carrément dans les dépressions : en effet, si l'hypothèse que nous avons émise dans le chapitre géomorphologie II.2.6. est exacte, il serait possible de trouver de petites couches argileuses sous ces dépressions.

L'utilisation des photographies aériennes ne nous paraît guère nécessaire a priori : d'une part, les forêts sont facilement repérables sur les cartes au 1/200.000, et d'autre part, les dépressions sèches ne sont pas observables sur les photographies aériennes comme les mares herbeuses d'ailleurs.

La campagne de reconnaissance pourrait comprendre les forages suivants (voir planche 12) :

- Gatsou, à côté du puits du Génie Rural
- Odziba, en lisière du bois Ipoupou
- Imbama, en lisière du bois Ié
- Mah, en lisière du bois remontant la falaise
- Etsouali, en lisière du bois remontant la falaise
- Etsouali, au centre de la dépression sèche située dans le village, en bordure Ouest de la route
- Nsa en lisière du bois situé à proximité de l'école
- Mpo en lisière du petit bois situé au N. E.
- Mpo dans la dépression sèche située à la sortie du village vers Djambala, au Sud de la route
- Koumou, en lisière de la forêt
- Anka-Aba, en lisière de la forêt
- Ngo, en lisière du bois remontant la falaise.

Ces sondages sont tous situés au Congo.

Au Gabon, ce genre de recherche a moins d'intérêt : la nappe générale moins profonde, peut être exploitée dans beaucoup de villages.

Signalons cependant le cas des villages de :

- Souba (G.2), malheureusement dépourvu de site intéressant à proximité
- Ongali (G.9), idem

L'idéal serait de réaliser des sondages carottés. A la rigueur, on pourra réaliser des sondages au rotary à l'air permettant la prise d'échantillons et le relevé précis des coupes de terrains. Il n'existe, en effet, pas d'autre moyen de mettre en évidence la nature et l'épaisseur des horizons argileux ou plus chargés en argiles qui supportent la nappe. Il faudra par ailleurs veiller, si le plancher argileux est traversé, à cimenter le forage sur la hauteur correspondante.

Les sondages devront avoir un diamètre intérieur de 6". Un équipement avec un tube lanterné entouré d'un grillage métallique (technique actuellement réalisée par la S.N.D.E.) sera suffisant. Des essais de pompage seront réalisés sur chacun de ceux qui se révéleront productifs. Les sondages, tous situés à proximité de village éprouvant de grosses difficultés à se procurer de l'eau, pourraient d'ailleurs éventuellement être équipés de pompe à main et être utilisés, ne serait-ce que temporairement si une solution puits était retenue, ou à titre de test.

Le coût d'une telle campagne peut être évalué à 36.000.000 F CFA (600 m de forage à 60.000 F CFA par mètre).

V.6.2. - Réalisations de puits ou de forages

Si la campagne de reconnaissance s'avère positive, la réalisation de puits ou de forages, pourra être envisagée.

1) Solution puits

Le type de puits à réaliser devrait être adapté au type de sable à capter (mise en place de gravier filtre extérieur au captage, ou équipement de buse crépinée à l'intérieur du captage, avec massif de gravier entre les buses et le captage, précaution à prendre contre le caractère "bouillant" du terrain).

Le coût d'un tel puits peut être estimé à 100.000 F CFA du mètre, soit pour une profondeur moyenne de 40 mètres 4.000.000 F CFA.

Estimation du coût de l'eau dans un puits à main

Hypothèses : Débit consommé 5 m³/j, soit 20 l/j x 250 personnes (1825 m³ par an)

Rubrique	Investissements	N an	Charges Annuelles par puits	Coût du m ³	Charges Annuelles par tête
1 - Coût de l'ouvrage	4.000.000	20	400.000	219	
2 - Contrôle et entretien du puits			40.000	22	
T O T A L	4.000.000		440.000	241	1760 F

2) Solution forageCoût du forage

- Amenée du matériel	500.000
- Forage 40 m en 8" à 50.000 F CFA/m	2.000.000
- Tubage plein (P.V.C.) à 10.000 F CFA /m (20 m)	200.000
- Crépine en 6", ouverture 0,1 à 0,2 mm (P.V.C.) à 40.000 F CFA/m (20 m)	800.000
TOTAL	3.500.000 F CFA

Les forages devront bien entendu être équipés de pompes à main.

Estimation du coût de l'eau

Hypothèse : Débit consommé 5 m³/j, soit 20 l/j x 250 personnes (1.825 m³/an)

Rubrique	Investissements	N an	Charge annuelle par forage	Coût du m ³	Charge annuelle par tête
1 - Coût de l'ouvrage	3.500.000	20	357.000	196	
2 - Entretien du forage			10.000	5	
3 - Majoration pour échecs : 10%	350.000	20	36.000	20	
4 - Coût de la pompe installée	240.000	5	60.000	33	
5 - Entretien de la pompe			50.000	27	
T O T A L ...	4.090.000		513.000	281	2.050

3) Commentaire

Le coût du m³ fourni par forage ressort donc, d'après nos calculs, à un taux plus élevé que le coût du m³ fourni par puits, alors que d'habitude c'est le contraire. Mais on a affaire ici à une série de facteurs qui concourent à rendre extrêmement élevé le coût des forages.

Une autre raison concourt d'ailleurs à rendre la solution puits préférable à la solution forage : le fait que l'entretien des pompes à main est loin d'être assuré normalement dans plusieurs des pays d'Afrique de l'Ouest où des forages d'eau ont été réalisés. Or, dès que la pompe d'un forage tombe en panne, le point d'eau considéré cesse d'être utilisable.

TABLEAU N° 6

COÛTS DE DIFFÉRENTES SOLUTIONS ENVISAGÉES POUR ALIMENTER UN
VILLAGE DE 250 HABITANTS À 20 L/J/PERSONNE (5m³/J OU 1.825 m³/AN)

(en F. C.F.A.) (amortissement de 8% par an)

	Investissements	Charges annuelles	Coût du m ³	Charges annuelles par tête
Forage de 80 m , pompe et groupe électrogène (GABON)	7.700.000	1.400.625	767	5.600
Forage de 80 m, pompe à main	6.200.000	715.000	394	2.860
Citernes classiques enterrées Impluvium en tôle	16.250.000	1.310.000	716	5.240
Impluvium et bassin d'accumulation à ciel ouvert en béton	6.250.000	690.000	377	2.760
Impluvium et bassin d'accumulation en plastique	4.250.000	1.050.000	554	4.200
Puits dans de petites nappes perchées	4.000.000	440.000	241	1.760
Forages et pompes à main en petites nappes perchées	4.090.000	513.000	281	2,050

VI Conclusions



VI - C O N C L U S I O N S

Il existe, pour se procurer de l'eau en pays batéké, un certain nombre de méthodes dont nous venons de passer en revue les caractéristiques. Force est de souligner qu'elles sont toutes de mise en oeuvre plus ou moins malaisée et qu'elles sont généralement très coûteuses. A fortiori il n'existe pas de solution standard ou passe-partout.

Ces méthodes découlent de trois principes :

1) Recours aux eaux souterraines

On peut considérer que la profondeur maxima permettant l'exploitation des eaux souterraines pour des villages de 50 à 1.000 habitants est de l'ordre de 50 m, compte tenu des moyens d'exhaure possibles (puisage à la main dans des puits ou pompes à main).

Dans ces conditions, le captage de la nappe générale - littéralement inépuisable - des sables batékés n'est possible que pour un nombre de villages limités, situés sur les hautes collines (essentiellement au Gabon), sur des sites peu élevés.

Par contre, sur les plateaux sensu stricto, ou sur certains sites des hautes collines, l'exploitation des nappes perchées, dans la mesure où elles existent et sont exploitables constitueraient un moyen économiquement très intéressant de résoudre le problème, surtout compte tenu de la modicité des débits recherchés (1).

L'exploitation des eaux souterraines peut être réalisée au moyen de puits ou de forages. Il faut bien souligner que le forage nécessite la mise en place de moyen d'exhaure, pompe à main ou motopompe. A partir du moment où ce moyen d'exhaure tombe en panne et n'est pas réparé, le point d'eau devient inutilisable. Ceci sous-entend donc la création de services d'entretien (entretien régulier ou réparation d'urgence) disposant des moyens et d'un budget adéquat. La tâche de ce service sera d'autant plus difficile que les conditions de déplacement sur les plateaux batékés sont malaisées.

Le puits par contre, même s'il est équipé de moyens d'exhaure, reste toujours un point d'eau exploitable.

(1) L'aménagement des mares existantes consisterait essentiellement à créer des puits de faible profondeur à la place des puisards actuellement utilisés. De telles réalisations ne rapprocheront pas le point d'eau des villages, et elles peuvent être considérées comme d'urgence 2 ou 3.

2) Refoulement des eaux de surface

Le contraste entre la pénurie d'eau qui affecte les habitants et les quantités d'eau considérables, et d'une exceptionnelle qualité, qui s'écoulent dans les vallées, cause dans ces pays une étrange impression. Et l'on se met à rêver d'une énergie gratuite qui permettrait de refouler l'eau, fut-ce lentement et à très faible débit ...

A l'heure actuelle, le refoulement d'eau de rivière et sa distribution est une solution techniquement facile. Elle ne comporte guère d'autre aléa que l'entretien de la pompe, aléa il est vrai non négligeable. Son seul inconvénient est l'importance des investissements et de l'énergie nécessaire qui font qu'elle ne peut être que l'apanage de gros centres (et d'une partie du plateau Koukouya ?). Signalons toutefois que l'on pourrait mettre en concurrence, pour de tels projets, la prise en rivière et un captage de la nappe générale par forage profond, technique délicate à mettre en oeuvre, mais non irréalisable.

3) Stockage d'eau de pluie

Les calculs économiques, récapitulés dans le tableau 6, montrent que le coût au m³ stocké dans les citernes classiques fermées est très élevé. Ce type de citerne demande un minimum d'entretien portant sur l'impluvium, le système de collecte des eaux et le crépi intérieur imperméable. Encore faut-il qu'il soit assuré. Signalons au passage que l'une des premières actions à entreprendre, au Congo, serait de remettre en état, pour une somme modique, les six citernes inutilisées (100.000 à 200.000 F. CFA par citerne ; voir annexe VI)

Compte tenu du coût élevé du stockage du m³ d'eau dans les citernes classiques, il paraît intéressant de se tourner vers des solutions bassins d'accumulation (1).

L'emploi de matériaux d'utilisations récentes (tel que les films de matières plastiques, ou les résines permettant l'étanchement des sols et la réalisation de mares artificielles) paraît intéressant à prime abord du fait des faibles investissements qu'ils nécessitent. Mais si l'on tient compte de la faible durée de vie de ces matériaux, du risque de fuite qu'ils présentent à moyen terme du fait de leur fragilité (vieillesse, perforation accidentelle ou par des animaux), il paraît préférable d'avoir recours au béton traditionnel. Il n'empêche que des essais de ce type de matériau pourraient être effectués (par exemple dans les localités proches de grands centres afin de pouvoir être plus facilement étudiés), car si nos craintes quant à leur fragilité s'avéraient vaines, ils pourraient aider à la réalisation de solutions originales et économiques.

(1) On pourrait d'ailleurs envisager des solutions mixtes : bassins d'accumulation pour l'eau de toilette et citernes fermées pour l'eau de boisson, ce qui demanderait une certaine discipline de prélèvement.

Hormis la réfection et réparation des citernes inutilisées au Congo, tâche urgente qui peut être rapidement menée à bien, il nous paraît très important de lancer la campagne de sondages de reconnaissance préconisée ci-dessus (V.6.1.) (une douzaine de sondages de 60 m de profondeur en moyenne de 36.000.000 de F. CFA). Les résultats de cette campagne devraient être décisifs concernant les espoirs qu'on peut fonder ici ou là sur l'exploitation des nappes perchées (1)

Nous avons reporté en annexe III les ébauches de quelques solutions possibles : rares cas où l'exploitation de la nappe générale est possible (au Gabon, dans la zone des hautes collines), villages proposés pour réaliser des sondages de reconnaissance. Si cette campagne prouve que les nappes perchées sont assez fréquentes (à partir de 20% de réussite) de telles recherches pourraient être étendues à d'autres villages. En cas d'échec partiel ou total, la seule solution envisageable sera, dans la plupart des cas, le stockage d'eau de pluie.

Les données économiques développées dans le chapitre V pourraient permettre aux responsables de l'Hydraulique d'évaluer les investissements nécessaires dans le cadre d'un programme de réalisation.

Rappelons enfin que nous avons représenté sur la planche hors texte B des courbes d'égale profondeur de la nappe générale sous les plateaux au Congo. Les seules zones où cette nappe apparaît facilement exploitable (dans un but agricole ou pastoral) sont les vallées sèches de la Mary et de la Gambona où la profondeur est comprise entre 0 et 80 m.

(1) De toute façon, si les sondages s'avèrent positifs, ils pourraient être équipés de pompes à main, à titre expérimental, même si plus tard on décide de réaliser l'exploitation par puits.

ANNEXES

A N N E X E I

Points d'eau et alimentation des villages visités

(observations de terrain)

I . 1 - C O N G O

- Numérotation C.1 à C.63
- Coordonnées Lambert en X, Y
- Situation sur les cartes à 1/200.000

MBE = MBE - NGABE

NSA = NSA - MPOUYA

DJA = DJAMBALA

GAM = GAMBOMA

C 1 - X = 553,5 ; Y = 9.585 ; MBE

. MASSA : 150 habitants - Ecole

. Point d'eau (à 4 km à l'Ouest du village) : mare herbeuse, quelques arbres, puisards (1 m de profondeur) circulaire ($\emptyset = 50$ m - Superficie 200 m²) au fond d'une petite vallée sèche d'une dizaine de mètres de profondeur. Altitude 630 m

Coupe d'un sondage à la tarière en bordure de la mare

0 à 1,20 m : sable humifère noir	} zone aquifère
1,20 à 1,40 m : idem + quelques gravillons de grès mal consolidés	
1,40 à 1,60 m : sable fin jaunâtre	
1,60 à 1,80 m : idem + quelques traces ferrugineuses	
1,80 à 2,00 m : sable blanc légèrement argileux	
2,00 à 2,70 m : idem, mais de plus en plus argileux (argile blanche)	

Conclusion : petite nappe perchée dans des sables lessivés sur des sables argileux.

C 2 - X = 563 ; Y = 9.598 ; MBE

Barrage des Champs du Parti

Barrage en terre de 2 m de haut sur la MARY. Débit du déversoir le 8/8/78 : 60 à 80 l/s - Altitude : 590 m

C 3 - X = 563,5 ; Y = 9.602 ; MBE

Echelle limnimétrique de l'ORSTOM sur la MARY. Altitude 580 m
débit le 8/8/78 : 60 à 80 l/s

C 4 - X = 557 ; Y = 9.604,5 ; MBE

- . ODZIBA :615 adultes (estimation 1.500 habitants)
Société Champs du Parti - Ecole
- . Point d'eau utilisé : la Mary (pérenne), à 7 km au S.W.
du village.

Citerne (inutilisée) construite en 1955 : diamètre 7 m, profondeur 4 m (150 m³). Impluvium en tôle ondulée 7 x 15 m
Quand la citerne était en bon état, elle était pleine en Janvier, ou Mars au plus tard. Actuellement, le crépi intérieur est détérioré, et elle n'est jamais pleine.

C 5 - X = 562 ; Y = 9.684,5 ; NSA

- . ETSOUALI : 1.000 habitants - Ecole 200 élèves
- . Point d'eau : rivière Ngangui à 5 km au Sud du Village
Débit : environ 2 m³/s. Altitude 350 m - Dénivelée par rapport au village :310 m - La rivière sort au fond d'un cirque de grès rouges et gris

Citerne de l'Armée du Salut : circulaire, en superstructure
Ø 4,5 m, H : 2,40 m, V : 40 m³ - Impluvium 13 x 7 m (tôle ondulée)

En bordure Ouest de la route, à peu près au centre du village, dépression circulaire à fond plat, diamètre : 100 m, fougères

Coupe d'un sondage à la tarière au centre de cette dépression

- 0 à 0,40 m : humus noir sableux
- 0,40 à 1,40 m : idem de plus en plus argileux
- 1,40 à 1,60 m : idem + passage de sables jaune foncé
- 1,60 à 2,00 m : sable argileux jaune foncé
- 2,00 à 2,20 m : argile sableuse jaune foncé, traces de racines et marbrures humifères

- 2,20 à 2,80 m : idem + taches d'oxyde de fer
- 2,80 à 3,00 m : idem + passée très ferrugineuse (alios)
- 3,00 à 3,40 m : sable légèrement argileux
- 3,40 à 4,00 m : limons des plateaux, ocres

C 6 - X = 555 ; Y = 9.735 ; NSA

. MPO : 50 habitants

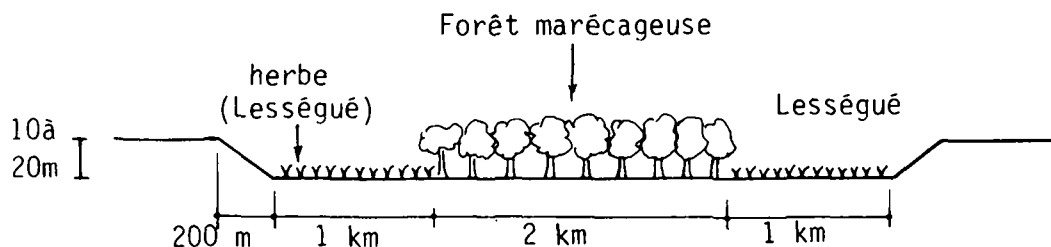
. Points d'eau :

- 1 - Eau de boisson à emporter au village, citerne du campement de la Réserve de la Lefini (14 km, au S. du village dénivelée la plus importante 80 m). V. 12 m³
Le 10 Août 1978, restait 7 m³ dans la citerne.
- 2 - Rivière affluent R.D. de la Nambouli, 12 km au S. du village, dénivelée 330 m

C 7 - X = 537 ; Y = 9.740 ; NSA

. NSA : 244 adultes - estimation 600 habitants - Ecole

. Point d'eau : Bois de GAMIO (4 km au S.W. du village), vaste mare sans eau libre au fond d'une dépression de 4 km de diamètre



Toute la surface de la forêt est en fait un vaste marécage tourbeux : sous 1 m d'humus sableux, argile blanche kaolinique, sableuse, plastique . Eau à une vingtaine de cm de profondeur

En bordure (lességué), sable blanc fin

En saison des pluies, l'eau s'écoule par un petit chenal de 4 m de largeur et 1 m de profondeur vers le bois de Kou-Kou situé à 8 km à l'Est. Ce bois est sec ainsi que les autres bois environnants

Bassins de pisciculture

Ce point d'eau alimente aussi les villages de Alion, Wendzé et Abi .

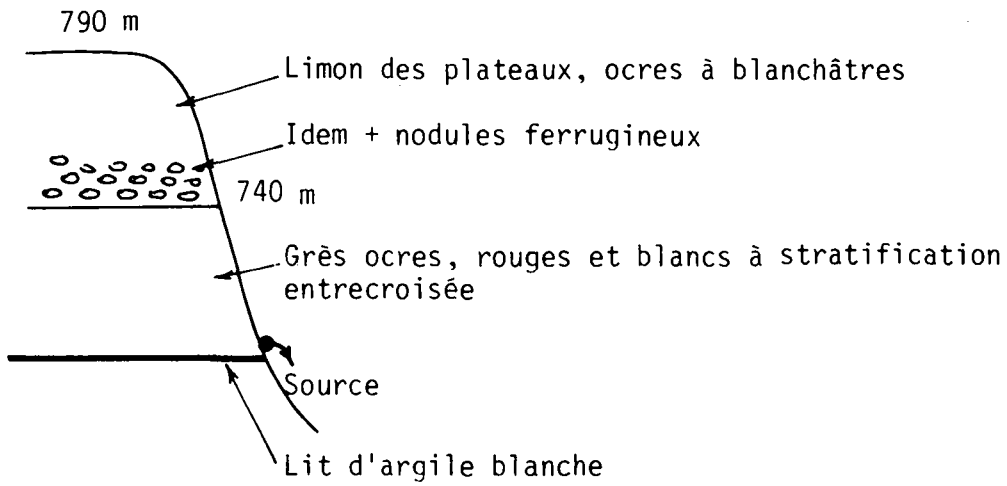
Citerne de l'école : inutilisée (1956), cylindrique, V. 150m³
Impluvium tôle ondulée : 28 x 11 m. Système de collecte des eaux détérioré . Etat du crépi (?) . Pompe Japy inutilisable.

C 8 - X = 472,5 ; Y = 9.719 ; DJA

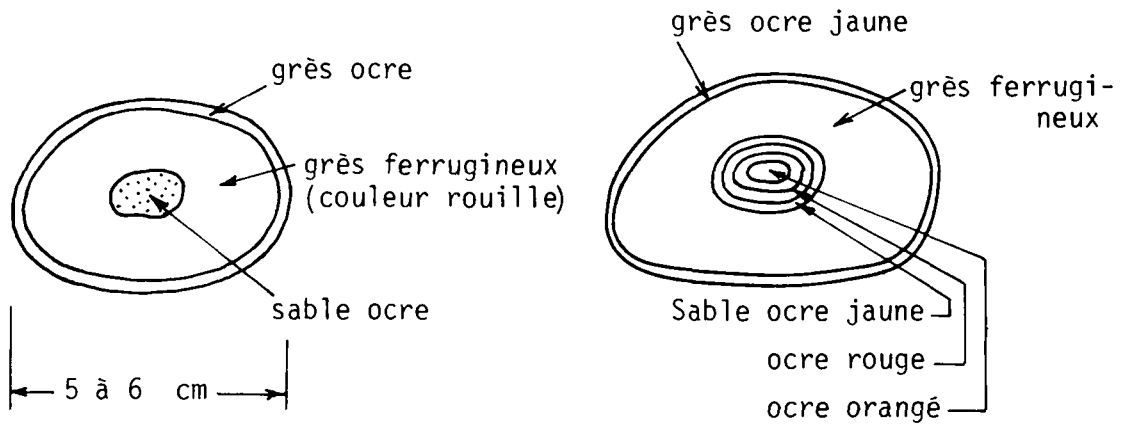
. DJAMBALA : environ 5.000 habitants. La ville est située en bordure du plateau. Extension : environ 2 km x 1 km
 Chef lieu de la région des plateaux . Altitude 790 m

. Points d'eau :

-①- Sources de MAKILITZA - à flanc de falaise, deux sources, débits : 0,2 et 0,8 l/s, altitude 690 m
 PH de l'eau : 6



- Nodules ferrugineux :

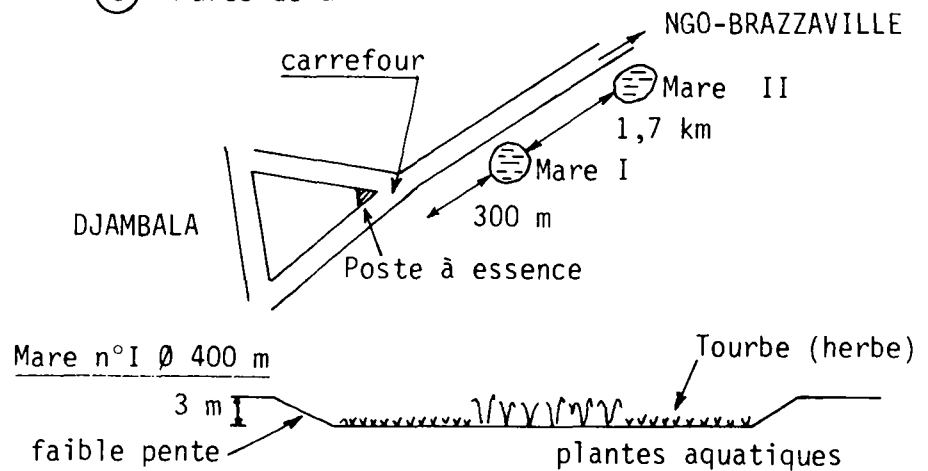


Ces sources sont utilisées pour l'eau de boisson à transporter à la ville, la toilette et la lessive.

L'eau se réinfiltré dans le vallon . Plus bas source Intsé.

-②- Source Intsé - Au fond du cirque surplombé par la ville. L'eau s'écoule progressivement au fond du vallon sableux, débit 20 l/s, 300 m en aval des premiers suintements (pour une dénivellée de 5 à 10 m) . Altitude 430 m
Eau claire, mais traces ferrugineuses aux points de suintement

-③- Mares de GATZONENE



Mare n°I Ø 400 m
3 m
faible pente
plantes aquatiques
Tourbe (herbe)

Mare n°II Ø 800 m : végétation,herbe uniquement, tourbe.
Ces mares sont utilisées pour le rouissage du manioc, la toilette, la pisciculture.

-④- Citernes - Présidence de région (64 m³), hôpital (200 m³), Chef de district (8 m³), Collège (150 m³ ?) Garage administratif (64 m³), O.N.P.T. (8 m³), T.P. (200 m³)

-⑤- Rivière NDZILI - Future prise d'eau de l'adduction 5 km de Djambala, altitude 430 m . Dénivelée 360 m
Projet : 45 m³/h (700 m³/j), 7.000 habitants à 100 l/j/hab.
Adduction : Ø 150 mm - acier et fonte, réservoir surélevé 250 m³ - Distribution par bornes fontaines et branchements particuliers

C 9 - X = 448,5 ; Y = 9.737 ; DJA

. N'TCHOUMOU (plateau Koukouya):225 habitants

Les habitants vont à la mare de N'GASSA, située à 7 km du village (200 m de dénivelée). Autres mares utilisées : LAGE, LEKANA.

. Puits de N'TCHOUMOU : Ø 1,40 m - Profondeur 67,35 m
situé entre KEBOLA et N'TCHOUMOU. Sec

. Forage de N'TCHOUMOU (1960) : Ø 200 mm - Profondeur totale 303 m. Niveau statique à 250 m de profondeur environ, inutilisable.

C 10 - X = 443 ; Y = 9.740,5 ; DJA

. ANKOU : 80 habitants

. Points d'eau : mare de LEKANA, point d'eau de YOKO, affluents de la LEKÉTI, sources de KEBARA

Citerne : V. 125 m³ ; impluvium (toit en tôle ondulée
S = 104 m²)

Le 13/8/78, il ne restait pratiquement plus d'eau dans la citerne. Réparations en 1978 . Plus de 500 habitants viennent chercher l'eau à la citerne (villages environnants)

C 11 - X = 439,5 ; Y = 9.740 ; DJA

. N'KOUA : 240 habitants

. Points d'eau utilisés : YOKO, KEBARA

Puits Ø 1,40 m. Profondeur totale/sol : 64,75 m. Margelle 1,10 m

Jusqu'en 1976, ce puits fournissait un peu d'eau au village Mais depuis se serait ensablé et ne donne plus d'eau (profondeur à l'origine 65 m).

C 12 - X = 435,5 ; Y = 9.729,5 ; DJA

. KEBARA : 364 habitants - Altitude 780 m

. Points d'eau : 2 sources (à 100 m l'une de l'autre) à flanc de falaise ; Q = 0,1 et 0,2 l/s ; aménagées (lavoir), altitude 730 m . Issues de grès ferrugineux sur une couche de kaolin sableux. PH 6

Ces deux sources alimentent 2.000 à 3.000 habitants (boisson, toilette, lavage). Projet d'adduction de KEBARA à partir de ces sources (groupe motopompe, refoulement 55 m conduite acier)

C 13 - X = 444 ; Y = 9.735 ; DJA

. ANGAMA : 192 habitants . Au centre de la terre ANKOU (750 habitants au total)

Citerne : V. 60 m³. Impluvium : toit en tôle ondulée 100 m² (même type de construction qu'à ANKOU village). Citerne refaite en Mars 1977.

Le 13/8/78, restaient 15 m³ d'eau dans la citerne. Prélèvement moyen calculé depuis le 1er Juin (73 j) 600 l/j. Distribution règlementée : citerne ouverte 3 jours par semaine ; appel par village ; 10 l. par femme

Autres points d'eau utilisés : LAGE, KEBARA.

C 14 - X = 455,5 ; Y = 9.743 ; DJA

LEKANA : 460 habitants - Chef lieu de district + villages proches (MFOUA, VILA, EBONGO) : 1.700 habitants

. Points d'eau :

- ① - Mare de LEKANA - 100 m x 1 km (10 ha)
occupée par forêt humide - puisards

Sable humifère sur une couche d'argile sableuse ferrugineuse
(couleur brune)

- ② - Puits de LEKANA - A 50 m de la mare. Ø 1,40 m
Profondeur totale/sol 39,20 m - Hauteur d'eau 10 cm -
Profondeur initiale 38,40 m

C 15 - X = 458 ; Y = 9.742,5 ; DJA

. ABILI : 100 habitants - Altitude 750 m (sur le bord du
Plateau)

. Point d'eau : Source de LYOKO (altitude 455 m), 4 km au Sud
du village

Emergence de la nappe principale :

Altitude 455 : premiers suintements (au fond d'une entaille
d'érosion active)

Altitude 435 : (1 km à l'aval) : 100 l/s début de la forêt

Altitude 420 : (2 km à l'aval) : 2 m³/s

C 16 - X = 447,5 ; Y = 9.731,5 ; DJA

. OSIANKA : 350 habitants + village proche ALLE : 700 habitants

Citerne : V. 100 m³ - Impluvium (toit en tôle ondulée : 110 m²)
(fin de la construction : Octobre 1976)

Distribution règlementée : une fois par semaine pour les per-
sonnes ayant travaillé à la construction (30 à 40 l. par per-
sonne)

La citerne tient jusqu'à la fin de la saison sèche :

$$\frac{100.000}{12 \text{ (semaines)} \times 40 \text{ (T)}} \approx 200 \text{ personnes}$$

Pompe Bodin A 303 en bon état (entretenu par le chef)

Puits : Profondeur/sol : 47,40 m. margelle 0,20 m Ø 1,40 m
 Sec - Profondeur à l'origine 55 m (?). Le puits aurait été productif. Remblayé, éboulé ?

C 17 - X = 448 ; Y = 9.729 ; DJA

. AKANA : 500 habitants

Les points d'eau utilisés par la population sont situés en contrebas du plateau.

Citerne de l'O.C.T.) Office Congolais du Tabac

V = 150 m³ (?) - Impluvium 500 m² (?)

En saison sèche : 62 travailleurs - prélèvement 60 l/semaine
 travailleur : 4 m³/semaine, 50 m³ par saison sèche

Le 14/8/78, restait environ 100 m³ dans la citerne

Pompe Japy en bon état.

C 18 - X = 454 ; Y = 9.733 ; DJA

. GOULONKILA 500 habitants (?)

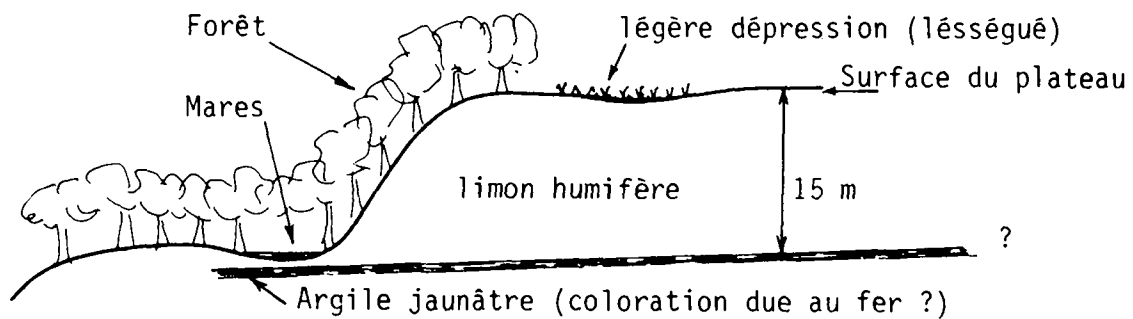
Citerne de la Cité du barrage (cité russe)

V = 110 m³ - Impluvium : 105 m²

Utilisée par la population du village - Sèche le 14/8/78.

C 19 - X = 468 ; Y = 9.729 ; DJA

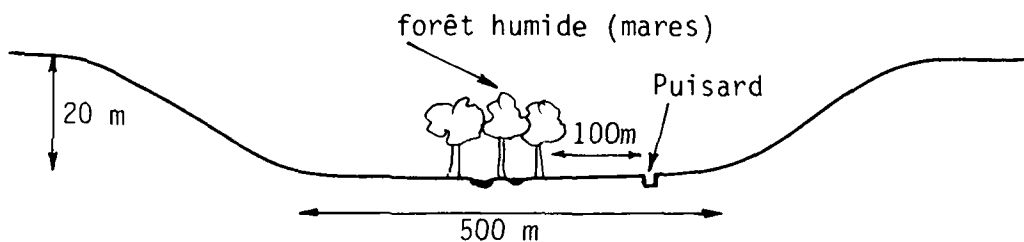
- . ABALA NDOLO : 265 adultes (700 habitants ?) Village regroupé
altitude 775 m
- . Points d'eau : mares à 4 km au Sud du village



En saison des pluies, l'eau coule (source)

C 20 - X = 490 ; Y = 9.728 ; DJA

- . KAON : 184 adultes (400 habitants) altitude 730 m
- . Points d'eau :
 - ① - Mares et puisards à 1 km à l'Ouest du village, en fond de vallée sèche (altitude 680)



- Puisards : profondeur totale 2.65 m, profondeur de l'eau 2,40 m
- Alimentait aussi MBALI (300 habitants)

-②- 1 km à l'aval, puits de l'ancienne ferme bovine de Kaon

Puisard : était exploité à 1 m³/j pour 50 boeufs (20 l/j/boeuf)

Coupe : 0 à 1,50 : sable gris argileux

1,50 à 2,20 : argile ocre

2,20 à 3,40 : argile grise et passées sableuses (?)

C 21 - X = 496 ; Y = 9.732,5 : DJA

. OTCHOUANKE - ONGIA (village regroupé, 380 adultes, 850 habitants)

. Point d'eau : mare de BANA (3 km au N.W du village) située à 8 km à l'aval des points d'eau de KAON, dans la même vallée sèche. Surface d'eau libre (sans végétation) : 300x100 m
Profondeur au centre : 1 m. Substratum : argile blanche, taches ocres, très peu sableuse. Entre BANA et KAON, une autre mare semblable (OMBION) et des marécages (forestiers ou non) continus

C 22 - X = 504 ; Y = 9.730 ; NSA

. MARE DE TITOU : mare circulaire (Ø 800 m, S : 50 ha) herbeuse
Nombreux puisards de 1 m de profondeur. Alimentation de Anka-Aba (population de 700 habitants environ)

C 23 - X = 551,5 ; Y = 9.753,5 ; NSA

· KOUMOU : environ 500 habitants (?) altitude 600 m

· Points d'eau :

- ① - Puisards en fond de vallée sèche à environ 4 km au N.E du village. Sol sableux. Petite nappe perchée sur une couche d'argile sableuse ? Altitude 540 m

- ② - Sources de la LOUARA (10 km à l'Ouest du village) altitude 440 m - Q = 150 à 200 l/s (ruisseau) grès calcédonieux et grès ferrugineux (alimente aussi les populations de Goutnantsio et Ekorokoro).

Citerne de l'école : V. 60 m³. Impluvium 207 m², inutilisable depuis plus de 3 ans (fuites, gouttières détériorées)

C 24 - X = 569 ; Y = 9.771,5 ; NSA

· O K O : 100 habitants (?)

· Points d'eau : puisards en bordure de mare herbeuse (profondeur 2,70 m, hauteur d'eau 0,20 m). Limons argileux et ferrugineux. A 1 km au N.E. du village, le long de la piste

C 25 - X = 573 ; Y = 9.776 ; NSA

· OKOMWE : 70 habitants (?)

· Points d'eau : puisards du même type que ceux d'Oko, situés à 1 km au S.W. du village, le long de la piste.

C 26 - X = 580 ; Y = 9.777 ; NSA

- . IMBAMA : 100 habitants - altitude 560 m
 - . Point d'eau : Source de la NGABE, émergence de la nappe principale - altitude 390 m . Au fond d'un vallon - Sable grès calcédonieux et ferrugineux. Q = 50 l/s au droit de la prise. Paysage: collines herbeuses (pâturages possibles ?)
-

C 27 - X = 596,5 ; Y = 9.792,5 ; GAM

- . GAMBOMA : 15.000 habitants
 - ① - Ancienne adduction d'eau à partir de la NKENI (réalisée en 1965) : prise à la cote 320, station de traitement (carbonate de soude, hypochlorite, sulfate d'alumine) cote 380, réservoir surélevé à la cote 420. Ne fonctionne plus depuis 4 ans.
 - ② - Entaille d'érosion récente : ravin de 20 m de dénivellée. Sables ocres avec à la base grès calcédonieux, grès argileux lie de vin, argiles non sableuses ocres (formation du Stanley-Pool). Petit ruisseau - Q = 6 à 7 l/s
-

C 28 - X = 604,5 ; Y = 9.805 ; GAM

- . INGWENE : 150 habitants
 - . Point d'eau : ruisseau à 3 km au N.E. du village. Q = 3 l/s (issu des sables des formations du Stanley-Pool)
-

C 29 - X = 596 ; Y = 9.798 ; GAM

. Station Piscicole de GAMBOMA

En fond de vallon, 11 petites retenues (1.000 m²), le long d'un fond de marigot déboisé. Alimentées par suintements de la nappe. Q : environ 2 l/s

C 30 - X = 603 ; Y = 9.836,5 ; GAM

. EKOLO MOSINDE : 500 habitants

Point d'eau : petit marigot à moins de 500 m du village
Q = 2 l/s - eau noirâtre

C 31 - X = 604,5 ; Y = 9.838,5 ; GAM

. A L A : 100 habitants

3 puits à côté du village, en bordure de marigot. Profondeur 4,00 m. Hauteur d'eau : 0,40 m. Dans les sables plus ou moins argileux. Pas de problème d'eau. Débit 1 à 3 m³/j . PH 6,5

Même situation à Gwéné

C 32 - X = 599,5 ; Y = 9.859,5 ; GAM

. OLOMBO

Plaine sablonneuse. Nombreux points peu profonds (profondeur moyenne 3 m). 0 à 5 m. Sable fin et sables ± argileux. Eléments de cuirasse à 5 m. Pas de problème d'eau.

C 33 - X = 608 ; Y = 9.871 ; GAM

. O Y O : 1.400 habitants - collège (750 élèves) Ecole
primaire (340 élèves)

En terrasse à 10 m au-dessus de l'ALIMA. Sables argileux.
Suintements au niveau de l'Alima. Possibilités d'A.E.P. à
partir de puits ou forage (?)

C 34 - X = 596 ; Y = 9.779 ; NSA

. ANDZIOU : 150 habitants - altitude 480 m

. Point d'eau : ruisseau Ibo-Ibo (2 km à l'Ouest du village)
sourd dans une galerie forestière au fond d'une entaille de
30 m de profondeur dans les sables. Altitude 360 m . PH 6
Hydroxydes de fer aux points de suintements.

C 35 - X = 596 ; Y = 9.759 ; NSA

. ENGANKOU : 76 adultes (170 habitants) - altitude 480 m
Village sur la crête. Sables ocres limoneux

. Point d'eau : Rivière GATSOLO, 4 km à l'Ouest, cote 400.
Émergence de la nappe des sables et grès.

C 36 - X = 592 ; Y = 9.748 ; NSA

. OMBIMA : 50 habitants (?). Altitude 470.

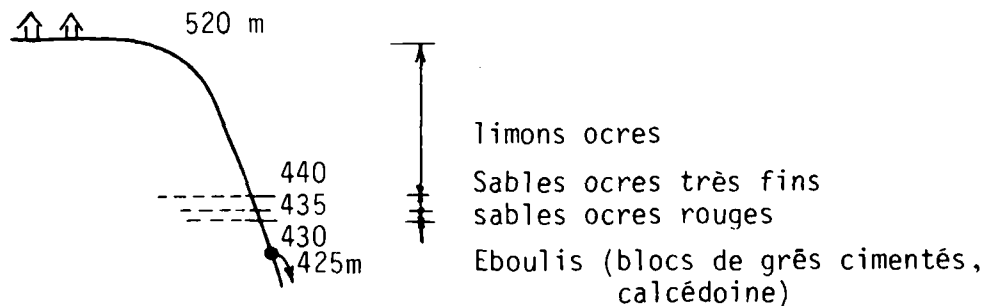
. Point d'eau : affluent de la NGANBOU (cote 400) Nappe des
sables et grès

C 37 - X = 590,5 ; Y = 9.741

. ONIANVA :39 hommes. 200 habitants (?) + Ecole. Altitude 520 m

. Points d'eau

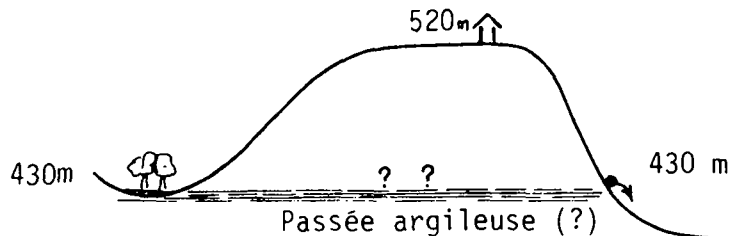
- ① - Source à 1 km au Sud du village. Altitude 425 m



Q = 5 l/mn. Source captée par un tuyau en fibrociment

L'eau doit en fait sortir un peu plus haut et ruisselle dans les éboulis (et se réinfiltrer après la source)

- ② - Mare de NGADIOU - 2 km à l'Ouest du village, le long de la piste. Altitude 430 m. En fond de vallée sèche. Environ 7 ha (700 m x 100 m), herbeuse. Occupée au centre par un bouquet d'arbres hydrophiles de 100 m de diamètre, 1 m de sable humifère sur argiles jaunâtres.



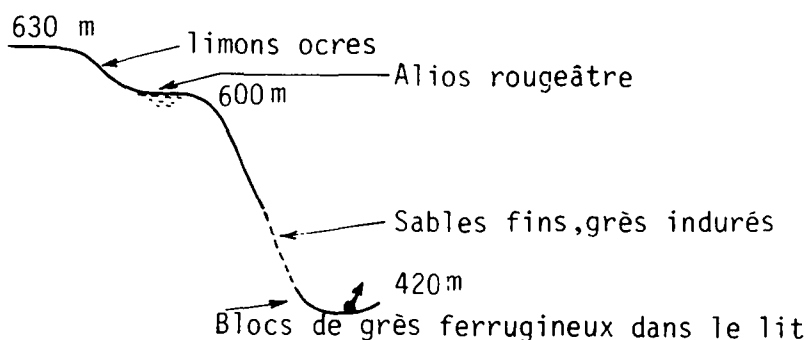
- ③ - Rivière NGANBOU - 5 km au Nord Est. Cote 380
1 à 1,5 m³/s (nappe principale)

C 38 - X = 584 ; Y = 9.725 ; NSA

. N G O : 2.500 habitants + 1.300 personnes population flottante (élèves du collège et école, passagers, etc ...), altitude 630m

. Point d'eau

- ① - Ruisseau à 4 km au N.E. de la ville : en fond de val-
lon - Q = 1 à 1,5m³/s . pH : 6 . Altitude 420 m



- ② - Citerne de l'O.C.T. : V. = 90 m³ . Impluvium 255 m²
22 ouvriers permanents et 30 saisonniers (52) + leur famille
30 à 40 l/j/ouvrier (1,5 à 2 m³/j) - Restait 18 m³ le 20/8/78
Toitures de l'O.C.T. : reste environ 1.600 m² de toiture non
équipée

- ③ - Citerne du P.C.A. : V. = 100 m³. Impluvium S : 65m²
Pleine en fin de saison des pluies. Restait 29 m³ le 20/8/78

- ④ - Citerne du C.E.G. : V. = 50 m³ . Impluvium : toit :
225 m². Le 20/8/78 restait 16 m³. Restait non équipés 400 m²
(en deux toits)

- ⑤ - Citerne des T.P. : V. 75 m³ . Impluvium (toit)
108 m², restait 10 m³ le 20/8/78
Il reste plusieurs toits de bâtiments publics ou pièces non
équipés, notamment l'école, infirmerie (480 m²).

C 39 - X = 541 ; Y = 9.705,5 ; NSA

. ONTCHOUO : 100 habitants environ, altitude : 680 m

. Points d'eau :

- ① - mare herbeuse ovale 500 x 300 m (environ 10 ha)
à 4 km au Nord du village. La mare est située à proximité
d'une forêt sur le rebord du plateau.
0 à 1 m : humus sableux noirâtre ; 1 à 1,30 m : sable blanc
fin. Dans un bassin de 1,5 x 4 m, remontée de 0,50 m en
4 heures (3 m³ en 4 h) . pH : 6 . Boisson, toilette, pêche,
rouissage du manioc.

- ② - Sources importantes à 4 km au Nord du village vers
400 m d'altitude

C 40 - X = 534 ; Y = 9.705 ; NSA

. A D Z I : 120 adultes : 300 habitants environ, altitude 710m

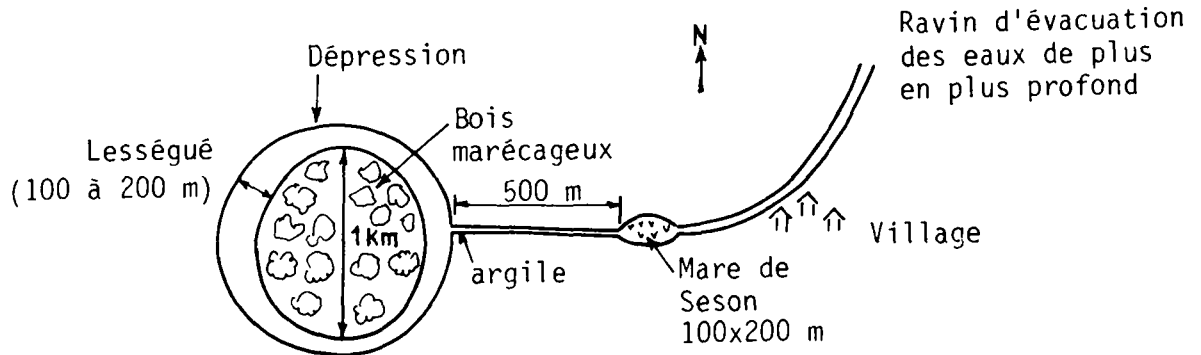
. Points d'eau :

- Source à 6 km au N.W. du village (altitude 400 m)
- Pas de citerne à l'école (toiture 200 m²) ni au dispensaire
- A 1 km au Sud du village, à côté de la piste, profonde dé-
pression (20 m), large de 700 m.

C 41 - X = 530 ; Y = 9.698,5 ; NSA

. I M P E : 300 habitants (?) - altitude 700 m

. Point d'eau : Mare SESON, 500 m à l'Ouest du village



Mare d'eau libre de Seson : profondeur au centre eau brunâtre (M.O.) : 1,50 m - Sable fin blanc (ou humus tourbeux dans la forêt) sur sable ocre très argileux, induré.

C 42 - X = 558 ; Y = 9.694,5 ; NSA

. OLANO (50 habitants ?) altitude 658 - Point d'eau : rivière Djouélé à 6 km à l'Ouest du village. Cote : 420. Idem pour village de MPE (50 habitants ?)

C 43 - X = 575 ; Y = 9.666 ; MBE

. INONI FALAISE: 50 habitants - altitude 670 .

. Points d'eau : ruisseau au pied de la falaise (altitude 380 m)

Citernes : Dispensaire : 30 m³-Impluvium 180 m²-fonctionne
 Agriculture 1) }
 Agriculture 2) } 25 m³-Impluvium 216 m²-fonctionne
 Ofnacom : 16 m³-Impluvium 160 m²-ne fonctionne plus

Bassin de l'ancien élevage de porcs : 225 m³, revêtement goudron à l'intérieur. L'impluvium était constitué par un toit au dessus du bassin (280 m²).

C 44 - X = 972 ; Y = 9.661 ; MBE

. INONI PLATEAU : 233 adultes (environ 550 habitants ?)
 Ecole : 103 élèves

. Points d'eau :

-①- Mare à la limite S.E. du village. Ø 300 m (7 ha) herbeuse. Nombreux puisards dans la dépression (humus argileux) et en bordure (1 m de sable blanc fin ± humifère sur argile sableuse jaunâtre). Débit des puisards de 50 à 200 l/h.

La mare est utilisée pour la toilette, la pêche, et le rouissage du manioc.

Besoins : 15 à 20 l/j/personne

-②- Autre point d'eau utilisé : source en contrebas pour la boisson (5 à 7 l/j/personne)

C 45 - X = 568 ; Y = 9.658 ; MBE

. POUMAKO : 110 adultes, 250 habitants - altitude 650 m

. Points d'eau :

-①- Mare située à 2 km à l'Ouest du village . Ø 200 m (3 ha), herbeuse. Niveau statique à 1 m sous le sol . Sous 1 m d'humus sableux, couches de sable fin d'où vient l'eau. Pour un rabattement de 0,30 m, Q = 1 l/s. Eau claire pH 6,5

-②- Rivière LONGILI à 9 km à l'Ouest du village, altitude 355. Q = 200 à 400 l/s. Eau très légèrement trouble (argileuse) pH 6,5

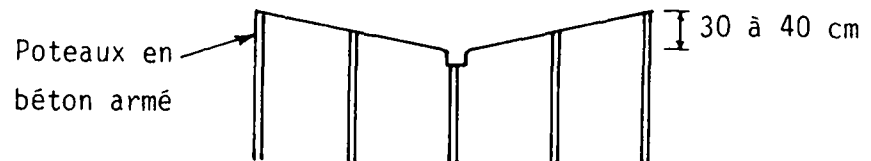
C 46 - X = 566 ; Y = 9.643,5 ; MBE

. KIANI : 200 habitants ? - altitude 680 m

. Points d'eau :

- ① - utilisé : rivière GAMBOULI, 2 km à l'Ouest du village
altitude 400 m

- ② - inutilisé : citerne G.K. 1959 . V. = 100 m³
Impluvium S = 340 m². Toit à contre-pente et gouttière centrale



Toit en amiante ciment gaufré (détérioré) - gouttières cassées
fuites dans la citerne - pompe Japy détériorée - La citerne
était précédée d'un décanteur.

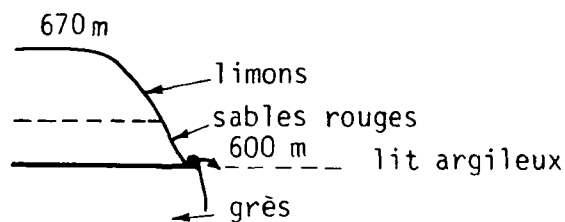
C 47 - X = 563 ; Y = 9.632 : MBE

. IMPFUUBA : 500 habitants - altitude 680

. Points d'eau :

- ① - Mare : 1 km à l'E. ou S.E. du village - Ø 300 m
(7 ha) herbeuse. Dépression de 10 à 20 m de profondeur.
Puisard en bordure de mare : 0 à 1 m alios sableux.
2 à 3 m : sable argileux. Q = 200 l/h.

- ② - Source à flanc de coteau, altitude 600 m. Q = 4 l/mn



C 48 - X = 554 ; Y = 9.630 ; MBE

. M A H : 100 à 150 habitants - altitude 710 m

. Points d'eau :

- ① - mare : 2 km au N.W. du village \emptyset 500 m (20 ha) herbeuse . Une autre mare identique \emptyset = 100 m, utilisée pour un élevage de boeufs.

- ② - citerne de l'école : V. = 100 m³. Impluvium : toit de l'école 312 m². Le 22/8/78 restait 20 m³. Gouttière à réparer (déchaussée)

- ③ - Lac bleu . cote 374 . 4 km au nord du village. Au fond d'un cirque de falaises de grès tendres ocres et blancs. profondeur du lac : 6 m

C 49 - X = 548 ; Y = 9.610 ; MBE

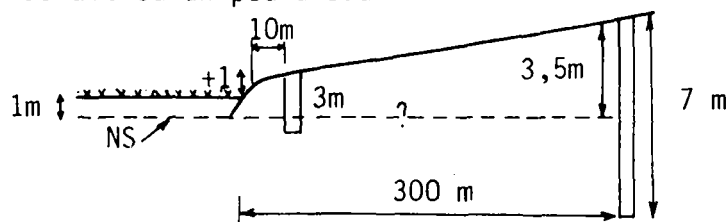
. INKOUBI : 150 habitants ? - altitude 690 m

. Points d'eau :

- ① - Mare à 2 km au sud du village - herbeuse. En fond de vallée sèche - Longueur 2 km, largeur 200 à 300 m (40 à 60 ha) Deux puits non cuvelés ont été creusés en 1951 à proximité de cette mare.

Puits 1 à 10 m de la mare - profondeur 3 m - a fourni de l'eau pendant 3 ans

Puits 2 à 300 m de la mare. profondeur 7 m - Il y aurait eu un peu d'eau



- ② - Source de Nyalikoulou - altitude 450 m. Q = 5 l/s

C 50 - X = 541 ; Y = 9.612 ; MBE

- . MARE DE GONKE : entre INKABI et NKALA - même configuration que mare de SESON (voir 41)

Bois de Bilamko humide, avec bordure de lességué - mare de Gonké à l'aval, surface d'eau libre (\emptyset 250 m ; S : 5 ha) profondeur à 30 m de la berge : 1,50 m - Fond : boue noirâtre argileuse.

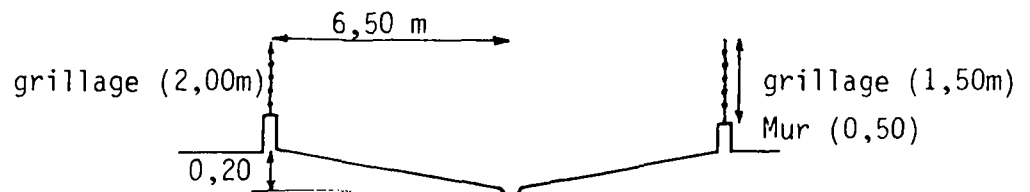
Utilisation : néant, sauf pisciculture dans le bois de Bilamko.

C 51 - X = 576 ; Y = 9.617 ; MBE

- . IMBAMA : 56 adultes (120 habitants ?) - altitude 630 m

- . Points d'eau :

- ① - Citerne - V.110 m³ - Impluvium au sol 360 m²



Tôle ondulée + goudron - Pente longitudinale : 0,20m/28 m

Décanteur à la sortie de l'impluvium.

Jadis équipée d'une pompe Japy . Eau dans la citerne jusqu'à fin Juillet.

- ② - MARY (rivière) à 4 km au sud du village. Altitude 500 m. Q : 0,05 m³/s environ .Eau légèrement argileuse, blanchâtre. Echelle le 23/8/78 ORSTOM : 17,5

C 52 - X = 599,5 ; Y = 9.635 ; MBE

. M B E : 337 adultes (750 habitants ?)

. Points d'eau :

① Rivière GAMBOMA - 2 km au N.W. du village. Q : 1 m³/s(?)
Eau brunâtre - Echelle ORSTOM : 17,2 le 23/8/78.

② Citerne du Dispensaire - V. 100 m³ - Impluvium : toits
en tôle ondulée : S : 278 m². Réservoir surélevé et pompe
Japy en panne, mais facilement réparable. Le 24/8/78, res-
tait 70 m³ dans la citerne.

③ Citerne du P.C.A. (ancienne résidence du Makoko des
Batékés). V. 19 m³. Impluvium: toit 36 m². Vide.

C 53 - X = 631 ; Y = 9.644,5 ; MBE

. NGABE Chef lieu du District : 1.628 adultes en 1978
Population 3.500 habitants
Collège - Infirmerie - Centre médical
Altitude 310 m . En bordure du fleuve Congo.

. Points d'eau :

- ① - Source TIERANTIELE Q : 0,1 l/s; aménagée (tuyau)
sort au niveau d'un petit ruisseau (Q : 1 à 2 l/s)

- ② - Ruisseau de NOALA Q : 10 l/s

- ③ - Source ETIO : vasque naturelle. Possibilité de
captage . Q : 1 l/s.

Ces sources paraissent issues d'éboulis de grès polymorphes
+ sableux et argileux, sur des sables de la série du Stanley-
Pool (passages d'argilite)

Possibilités d'adduction pour la ville à partir des sources,
ou de captages de sources plus en amont.

C 54 - X = 614 ; Y = 9.648

. OKIENE : 80 adultes (180 habitants ?) altitude 570 m.

. Points d'eau :

-①- Citerne. V. 100 m³ - Impluvium : 340 m² . Même conception que la citerne de Kiani (voir 46), mais toit en tôle ondulée en bon état au lieu d'amiante ciment détérioré. Le 24/8/78 restait 6 m³.
Rationnement : puisage 1 ou 2 fois par semaine. Gouttières à réparer.

-②- Rivière GAMBOMA, 4 km au N.W., altitude 470 m

C 55 - X = 607 ; Y = 9.608

Zone importante de bois marécageux et de mares, légèrement en contrebas du plateau. Accès par une bonne piste à partir d'IMBAMA.

C 56 - X = 555 ; Y = 9.616 ; MBE

. INGA : 200 habitants - altitude 670 m

. Point d'eau : mare à 2 km au S.E. du village - herbeuse, 1 km de long, 200 m de large. S = 20 ha, au fond d'une petite vallée sèche, altitude 650 (?)

C 57 - X = 556 ; Y = 9.591 ; MBE

. NKOUO : Village regroupé 200 à 300 habitants. Altitude 685m.

- . Point d'eau : MWABALOLO - MANDZUI ANTERO sur carte à 1/200.000. Source de la MARY, altitude 600 m quasi permanente ne s'est asséchée qu'une fois - herbes aquatiques. Suivant la saison et l'année, la source de la Mary remonte ou descend le long de la vallée sèche (n'a jamais remonté jusqu'à la route nationale). Battement maximum de la nappe principale 10 m.
-

C 58 - X = 551 ; Y = 9.580

- . IMBIMI : 300 habitants (?) - altitude 700 m

. Points d'eau :

- ① - 2 km à l'W. du village, grande surface de sable fin blanc lességué - puisards - au centre, une mare herbeuse Ø 100 m (v 1 ha) - A 300 m de la mare, un puisard de 2 m de profondeur, 5 cm de sable blanc fin sur 2 m de sable ocre fin, avec traces ferrugineuses. Eau à 1 m de profondeur. Q : 100 l/h
- ② - 2 km au Sud du village, mare d'eau libre Ø : 200 m, quelques plantes aquatiques (type jonc)
-

C 59 - X = 546 ; Y = 9.571 ; MBE

- . MINGALI : 300 habitants (?) - altitude 710 m.

. Points d'eau :

- ① - Mare d'INFOUMI - 4 km au N.E. du village dépression légèrement marquée dans la topographie, Ø 1 km, plantée de lességué. Au centre, bois marécageux de 200 m de diamètre. A la sortie de la dépression petit vallon sec. 0,50 m de sable fin humifère ; 0,50 m d'aliou induré ; 0,70 m de sable ocre fin argileux.
- ② - "Marais" d'INSA - zone de grande étendue (plus de 3 km² ?) . Sable blanc fin et lességué. Eau à 1,50 m de profondeur.
-

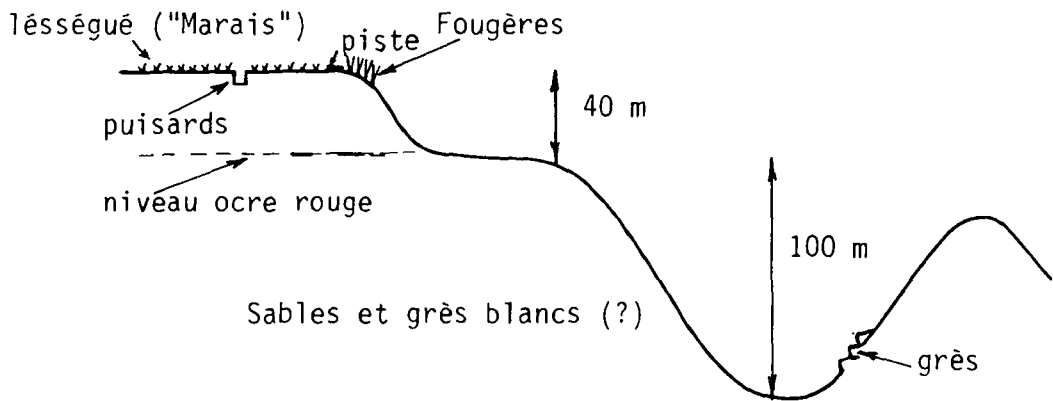
C 60 - X = 544,5 ; Y = 9.569 ; MBE

. "MARAIS" DE KAREYO : même type de marais que le marais d'INSA.

C 61 - X = 544 ; Y = 9.559,5 : MBE

. INKOLO : 50 habitants (?) - altitude 710 m

. Point d'eau : "marais" au Nord de la piste



Puisards : dans des sables ocres, argileux, à traces ferrugineuses, eau à 1,50 m de profondeur (deux visites : le 9/7/78 et le 25/8/78 : pas de variation sensible du niveau de l'eau)

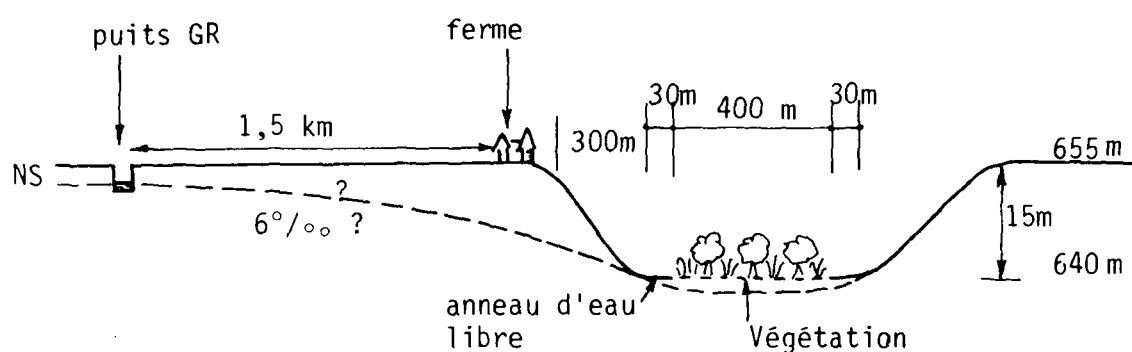
C 62 - X = 546 ; Y = 9.560 ; MBE

. OSERIE : 50 habitants (?)

. Point d'eau : "marais" au Nord immédiat du village, même type que ONKOLÔ, puisard : profondeur 2,10 m ; profondeur eau 1,80m
Coupe 0 à 0,40 : sable blanc fin ± humifère, puis sable ocre avec traces ferrugineuses . Q : 60 l/heure. 2 visites (le 9/7/78 et le 25/8/78) . Situations identiques

C 63 - X = 554,5 ; Y = 9.563 : MBE

. MARE DE GATSOU



- ① - Mare de Gatsou : anneau d'eau libre autour de végétation aquatique. Variation de niveau entre le 9/7 et le 25/8/78 maximum 10 cm. S : 17 ha

- ② - Puits du Génie Rural : cuvelage, \emptyset intérieur 1,40 m Profondeur 3,81 m. Profondeur de l'eau 3,61 m . Après vidange $Q = 40 \text{ l/h}$ - pas de barbacanes . Sable fin ocre argileux.

I. 2 - G A B O N

- Numérotation G 1 à G 16
 - Coordonnées Lambert en X, Y
 - Situation sur les cartes au 1/200.000
- FRA = FRANCEVILLE
- LEC = LECONI

G.1 - X = 373,5 ; Y = 9.818 ; FRA

- . BONGOVILLE : 487 habitants - Ecole (200 à 300 élèves)
C.E.S. - Centre médical - Sous-préfecture

Village étiré le long de la route ; situation géologique:
grès de Lepaka (grès fins feldspathiques, psamittes, pelites)

Le quartier administratif est implanté sur une petite terrasse
sableuse, 2 à 3 m au-dessus de la rivière Djouli, principale
ressource en eau. Adduction possible à partir de puits ou
forages sur la terrasse (?)

G.2 - X = 400 ; Y = 9.833 ; LEC

- . SOUBA : 350 habitants - altitude 640 m - Ecole

Point d'eau : Lac de LAÏ ; 2 km au Nord-Ouest du village;
altitude 520 m, superficie : 20 ha environ (300 x 700 m)

G.3 - X = 411 ; Y = 9.826 ; LEC

- . NKOO : 200 habitants - altitude 500 m

- . Point d'eau : rivière Djouélé (dite de l'eau claire) coule à
côté du village. Q = 2 m³/s environ.
-

G.4 - X = 417 ; Y = 9.825 ; LEC

- . LECONI : 2.000 habitants (?)

- ① - Adduction d'eau à partir de la rivière LECONI (une
adduction à partir d'un forage dans la nappe des sables batékés
aurait pu être envisagée)

- ② - Source YALA : sort au fond d'un cirque à quelque 500 m au Sud de la ville. Griffon principal Q = 5 l/s le 1/9/78. En fait, l'eau sourd de façon diffuse dans le vallon, et 50 m plus loin, le débit était de 15 l/s.

G.5 - X = 436 ; Y = 9.836 ; LEC

. EDJANGOULOU : 350 habitants - altitude 520 m

. Points d'eau:

- ① - Rivière LABOUMI (altitude 470 m. environ)
Q > 1 m³/s - eau légèrement trouble à 4 km à l'Ouest du village.

- ② - Mare GOULAKOBO en bordure N. de la piste, entrée Ouest du village. Ø : 300 m, légère dépression eau libre au centre (profondeur maximum 1 m) herbes (lességué) en bordure ; utilisation : pêche, rouissage du manioc.

- ③ - Mare N'SALAMPIE sur la bordure Sud du village.
Eau libre (200 m x 50 m)

G.6 - X = 438 ; Y = 9.858 ; LEC

. DJOKO : 10 habitants (?) - (hameau)

. Point d'eau : mares non pérennes à proximité. Quand les mares sont asséchées, rivière KANKAY à 8 km au N.W. du village ; mares non pérennes le long de la piste entre EDJANGOULOU et le hameau.

G.7 - X = 438 ; Y = 9.661 ; LEC

- . DJOKO : (village) 350 habitants altitude 560 m.
 - . Point d'eau : source de la KANKAY ; 3 km au N.W du village altitude 520 m - Q : 10 l/s (au fond d'un cirque)
-

G.8 - X = 430 ; Y = 9.880 ; LEC

- . OSSOUELE : 250 habitants - altitude 520 m
 - . Lac ODJOUBA, à 2 km au Sud du village. Lac de barrage naturel émergence de la nappe - altitude 460 m
-

G.9 - X = 410 ; Y = 9.856 ; LEC

- . ONGALI : village regroupé : 700 habitants (anciennement OYALI, ONGALI, KENDOUO, OLOUA et YAMA) - Ecole - altitude 520 m
 - . Point d'eau : Rivière LOURI (altitude 420 m) eau très claire, Q : plusieurs m³/s
- Ancien point d'eau : mare LABALI (50 x 300 m) eau libre .
-

G.10- X = 431 ; Y = 9.814,5 ; LEC

- . AKOU : 200 habitants - Ecole - altitude 520 m
 - . Points d'eau : Rivière OKININGUI (drainage des sables) source temporaire. Une mare pérenne (100 x 75 m) eau libre et marécage, altitude 500 m
-

G. 11 - X = 436 ; Y = 9.815,5 ; LEC

· KABALA : 150 habitants - altitude 580 m

· Points d'eau :

- ① - Source de la LEKELA ; 2 km à l'E. du village
altitude 500 m. Q : 5 à 10 l/s.

- ② - Zone de mares à 1 km au N.W. du village (marécage
en fond de vallon)

G. 12 - X = 406 ; Y = 9.806 ; LEC

· SAYE : 300 habitants - 5 villages regroupés - Ecole - altitude
520 m

· Point d'eau : zone de source, au fond d'un cirque, altitude
470 m, Q : 50 l/s - 1,5 km au S. du village

G. 13 - X = 397,5 ; Y = 9.837 ; LEC

· LAC D'ANGOBA : 500 x 200 m - en fond de vallon - barrage
naturel de 2 à 3 m en fond de vallon, de sable humifère
Site intéressant sur le plan touristique.

G. 14 - X = 392 ; Y = 9.840 ; LEC

· Ancien EKALA : 50 habitants - altitude 600 m

Sources de l'ETA (altitude 500 m) 4 km à l'E. du village

G. 15 - X = 380 ; Y = 9.849,5 ; LEC

· KABAGA : 300 habitants (?) - altitude 580 m

Sources et ruisseau de l'ASSIAMA : à 500 m du village
(altitude 520 m)

G. 16 - X = 382,5 ; Y = 9.853 ; LEC

· LAC DE KABAGA : 2 km x 500 m, très encaissé, site touristique
intéressant, altitude 470 m.

I. 3 - Z A I R E

- Numérotation Z 1 à Z 5
- Coordonnées Lambert en X, Y

Z 1 - X = 557 ; Y = 9.520

. KINKOLE : altitude 300 m

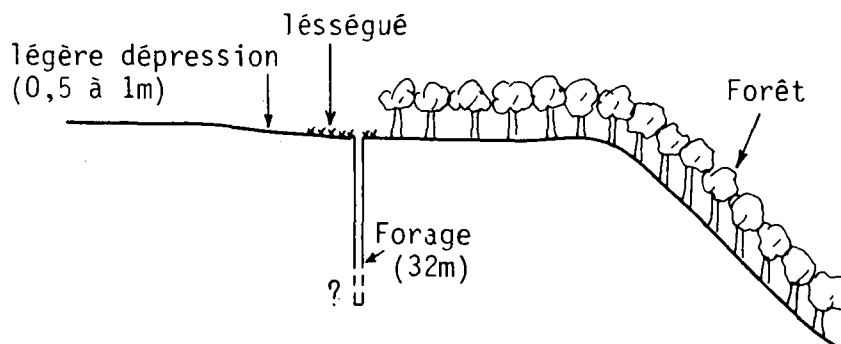
Ancien forage dans des sables blancs fins (remaniement des "grès tendres blanchâtres" ou "grès tendres rouges" - sables batékés, ou série du Stanley-Pool) - profondeur : supérieure à 20 m ? Crépines : nervures repoussées, ouverture 2 mm et massif de gravier ; le débit était de 50 m³/h, rabattement inconnu. Le forage s'est effondré (probablement soutirage d'éléments fins)

Nouveau forage au battage en cours de réalisation. Crépine prévue , tube lanterné avec toile en laiton, ouverture 0,2 mm

Z 2 - X = 585 ; Y = 9.525,5

. KINGANKATI : altitude 701

Forage de la ferme de Diogas Diomi : réalisé en 1975
 Ø 300 mm, équipé en 6" (152 mm) , profondeur 32 m



Equipé d'une pompe BRIAU qui fonctionne depuis 3 ans.
 Q : suffisant pour une vingtaine de personnes (500 l/j minimum)

Z 3 - X = 577 ; Y = 9.538

. MENKAO : environ 500 habitants (?)

. Points d'eau : mare pérenne 3 km à l'Est du village ; marécageuse + 2 mares temporaires.

4 km au Sud du village, mare herbeuse, avec plantes aquatiques et eau libre - Avant l'indépendance, un système de pompage dans la mare, de filtration (futs de 200 l. métalliques remplis de sable) et de stockage dans des futs de 200 l. avait été mis en place.

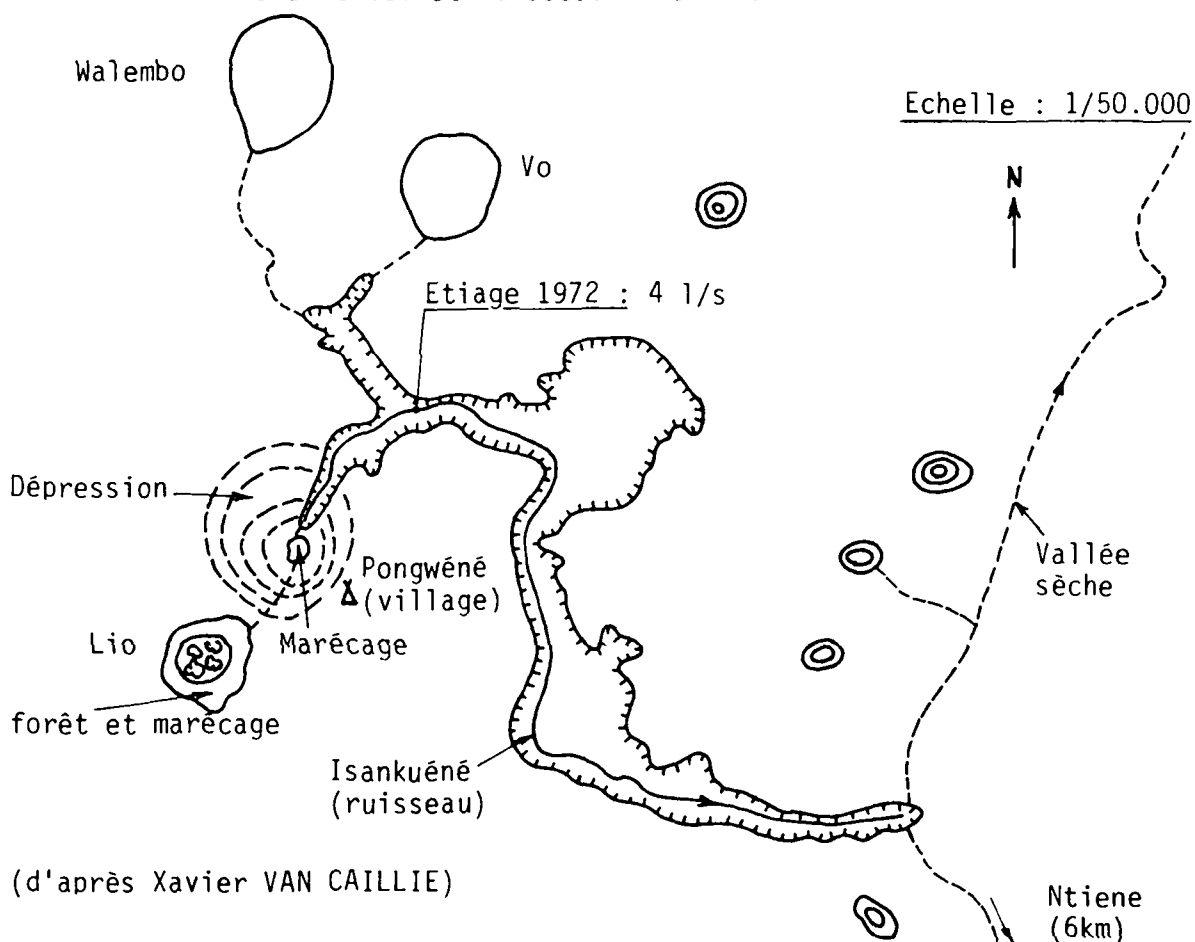
Z 4 - X = 608 ; Y = 9.530

. VALLEE DE LA BOMBO : Affleurements de grès polymorphes sur les flancs de la vallée : grès fortement cimentés, calcédoine, tubulures, diaclasés (sables ocres dans les diaclases).

Bombo : le niveau de l'eau varie au maximum de 25 cm par an.

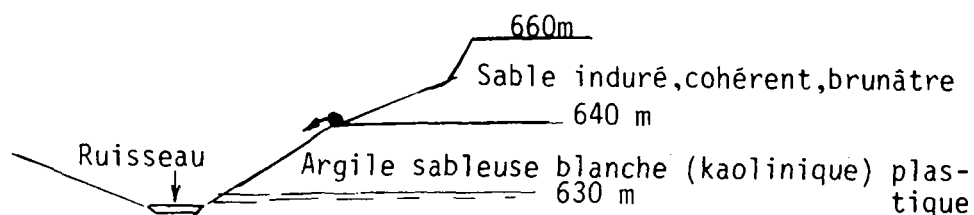
Z 5 - X = 612 ; Y = 9.536

. Mare de LIO et ruisseau d'ISANKUENE



Mare de LIO : 25 ha, suivie de la dépression de Pongwéné (marécageuse au centre)

200 m à l'aval de la dépression de Pongwéné, apparaissent des suintements d'eau formant le ruisseau d'ISANKUENE.



Coupe des terrains d'après X. VAN CAILLIE

- sables supérieurs
- sable argileux légèrement cohérent brunâtre
- sable très fin kaolineux
- sable très fin argileux très kaolineux = zone d'accumulation du kaolin
- sable très fin argileux rougeâtre = le fer pouvant provenir de l'accumulation, par précipitation au niveau de la nappe, du fer dissous dans le niveau supérieur
- sable fin et argiles intercalées sur une certaine épaisseur.

Le ruisseau coule presque jusqu'au confluent de la vallée sèche (étiage 1972 : 4 l/s), puis s'infiltré 6 km au Sud, en tête de vallée sèche, sources en fond de ravin (NTIENE) ; même couche plancher imperméable d'argiles blanchâtres, mais pas de mare du genre de celle de Lio.

A N N E X E II

Données Hydrologiques

Les cours d'eau issus des plateaux batékés présentent des caractéristiques extrêmement remarquables :

1°) - l'importance de leur débit. Il se situe aux environs de 30 litres/seconde par kilomètre carré, chiffre très élevé, rarement atteint ailleurs.

2°) - la régularité de ce débit : le rapport entre les plus hautes eaux et les plus basses eaux est inférieur à 2. C'est la nappe des sables qui alimente en effet pour l'essentiel les rivières. L'infiltration des pluies est très abondante, la part du ruissellement fort réduite.

3°) - la grande limpidité des eaux. La filtration par les sables les épure totalement, non seulement du point de vue des matières en suspension, mais aussi concernant les germes, tant que la contamination ne se déverse pas directement dans la rivière elle-même.

Les rivières du pays batéké seraient en mesure d'alimenter directement, sans épuration, un très grand nombre de villes importantes. C'est par ailleurs à elles que, pour une bonne part, la régularité inter-saisonnière du fleuve Congo est imputable.

Les données du tableau ci-contre confirment ces caractéristiques (1)

D'après les mesures effectuées en 1974 par l'ORSTOM, la Gamboma à Mbé aurait un module de 4 m³/s (2) Le débit le plus faible mesuré a été de 3,3 m³/s. La Mary à Imbama a un module de 1 m³/s, et le débit le plus faible mesuré a été de 0,987 m³/s ! (La Mary à Odziba s'est asséchée en 1974, mais cette station a été implantée près des sources de la rivière, ces sources se déplacent suivant le niveau de la nappe, dont le battement interannuel serait d'ailleurs au maximum de 10 m.).

(1) Extraites pour la plupart des documents [1] et [2]

(2) le module est le débit moyen annuel.

DONNEES HYDROLOGIQUES AU CONGO ET AU GABON

N° ORSTOM	Nom de la station	Débit moyen annuel (m ³ /s)	Débit spécifique moyen l/s/km ²	Pluviométrie moyenne annuelle mm	Écoulement moyen annuel mm	Déficit d'écoulement moyen mm (Evapotranspiration)	Constitution géologique du bassin versant
1	Congo à Brazzaville	43.000	12,4	1.550	390	1.160	divers
6	Djoué à Kibossi	124	23,1	1.567	726	841	Sab.batékés en majeure partie Sables batékés
7	Lefini à Bwembé	431	31,9	1.919	1.007	912	
8	Nkeni à Gamboma	207	33,4	1.870	1.053	817	"
9	Alima à Tchikapika	604	30,1	1.898	949	949	
10	Alima à Okoyo	319	39,5	1.986	1.245	741	"
11	Lekory à Mbouma	8,31	36,8	1.880	1.160	720	
	Leconi à Leconi (à l'étiage)	140	29,5				
	Gamboma à Mbé	4	20 ?				
	Mary à Imbama	1	?				

A N N E X E III

Tableau récapitulatif des principales données
concernant l'alimentation en eau des villages
visités au Congo et au Gabon

LEGENDE DES TABLEAUX DE L'ANNEXE III :

- Citerne : 150 : il existe une citerne d'un volume de 150 m³
: utilisation : 0 inutilisée (détériorée)
x utilisée
- Mare : M : les habitants utilisent une mare
2M : les habitants utilisent deux mares, etc ...
- Source : S : les habitants utilisent une source, etc ...
- Nappe profonde : x : utilisation des émergences de la nappe profonde
(source ou ruisseau)
- Distances au point d'eau et dénivelées : S : 0,5 - 100 : source à
0,5 km et 100 m de dénivelée
- Observations : Nous avons reporté dans cette colonne les observa-
sur la situation actuelle et quelques solutions proposées :
 - . Besoins satisfaits (rares)
 - . Citernes à réparer
 - . Captage de la nappe profonde possible (rares cas, essentiel-
lement dans la zone des collines du Gabon
 - . Sondages de reconnaissance proposés

Lorsque nous n'avons rien mentionné, si la campagne de sondages de reconnaissance proposée s'avère positive, on pourra progressivement étendre ces reconnaissances à ces villages. En cas d'échec, la seule solution envisageable est le stockage d'eau de pluie.

Nom du village	Réf.	Popu- lation	Besoins (m3/j)	Mode d'alimentation en eau					Distance du point d'eau (km)	Dénivelées (m)	Observations
				Citerne	Utili- sation	Mare	Source à flanc de falaise	Nappe profonde			
MASSA	C 1	150	3			M			4	20	
ODZIBA	C 4	1.500	30	150	0			x	7	60	Citerne à réparer
ETSOUALI	C 5	1.000	20					x	5	310	Sondages de reconnais- sance proposés
MPO	C 6	50	1					x	12	330	"
NSA	C 7	600	12			M			4	10	"
DJAMBALA	C 8	5.000				2 M	S		M : 1 S : 0,5	M 0 S 100	Adduction en cours à partir de la rivière NDZILI
N TCHOUMOU	C 9	225	4,5			2 M			7	10 200	Plateau Koukouya
ANKOU	C 10	80	1,6	125	x		S	x	N.P 7 S 7	S 60 NP 250	Plateau Koukouya
N'KOUA	C 11	240	4,8					x	8	250	Plateau Koukouya
KEBARA	C 12	370	7,4				S		0,5 à 1	50	Projet de refoulement de l'eau des sources sur le plateau prévu
ANGAMA	C 13	192	3,8	60	x		S		7	50	Plateau Koukouya
LEKANA	C 14	460	9,2			M		x	N.P 4	N.P 250	Plateau Koukouya
ABILI	C 15	100	2					x	4	300	Plateau Koukouya
OSIANKA	C 16	350	7	100	x			x			Plateau Koukouya
AKANA	C 17	500	10					x	6	250	Plateau Koukouya
GOULONKILA	C 18	500	10					x	8	250	Plateau Koukouya

Nom du village	Réf.	Popula- tion	Besoins (m3/j)	Mode d'alimentation en eau					Distance du point d'eau (km)	Dénivelées (m)	Observations
				Citerne	Utili- sation	Mare	Source à flanc de falaise	Nappe profonde			
ABALA NDOLO	C 19	700	14			M			4	15	Plateau Koukouya
KAON	C 20	400	8			M			1	20	Plateau Koukouya
OTCHOUANKE-ONGIA	C 21	850	17			M			3	40	Plateau Koukouya
ANKA-ABA	C 22	700	14			M			6	10	Sondage de reconnais- sance proposé
KOUMOU	C 23	500	10			M		x	M 4 NP 10	M 60 NP 160	"
OKO	C 24	100	2			M			1	30	"
OKOMWE	C 25	70	1,4			M			1	20	"
IMBAMA	C 26	100	2					x	4	170	
GAMBOMA	C 27	15000						x rivière			hors Plateaux Batékés ancienne adduction
INGWENE	C 28	150	3					x ruisseau			hors Plateaux Batékés
EKOLO-MOSINOE	C 29	510	10								hors Plateaux Batékés Marigot
ALA	C 31	100	2								hors Plateaux Batékés Puits
OLOMBO	C 32	700 ?	14								hors Plateaux Batékés sables fins alluviaux aquifères (pas de pro- blème d'eau, nombreux puits

Nom du village	Réf.	Popula- tion	Besoins (m3/j)	Mode d'alimentation en eau					Distance du point d'eau (km)	Dénivelées (m)	Observations
				Citeime	Utili- sation	Mare	Source à flanc de falaise	Nappe profonde			
OYO	C 33	150	3					x	2	120	
ENGANKOU	C 35	170	3,4					x	4	80	
OMBIMA	C 36	50 (?)	1					x		70	
ONIANVA	C 37	200	4			M	S	x	M 2 S 1 N.P 5	90 90 140	
NGO	C 38	2500 1300 <u>3800</u>						x	4	210	Citernes à usage admi- nistratif. Toitures non utilisées - Sondage de reconnaissance proposé
ONTCHOUD	C 39	100	2			M		x	M 4 N.P 4	10 280	
ADZI	C 40	300	6					x	6	310	
IMPE	C 41	300	6			M			0,5	10	Besoins satisfaits
OLANO	C 42	50	1					x	6	230	
MPE	C 42	50 (?)	1					x	6	230	
INONI FALAISE	C 43	50	1					x	2	190	
INONI PLATEAU	C 44	550	11			M		x	N.P 1 M 0,2	N.P 200	
POUMAKO	C 45	250	5			M		x	M 2 N.P 9	M 0 N.P 300	
KIANI	C 46	200	4	100	0			x	2	280	

Nom du village	Réf.	Popula- tion	Besoins (m3/j)	Mode d'alimentation en eau					Distance du point d'eau (km)	Dénivelées	Observations
				Citerne	Utili- sation	Mare	Sources à flanc de falaise	Nappe profonde			
IMPFUUBA	C 47	500	10			M	S		M 1 S 2		Besoins satisfaits ?
MAH	C 48	150	3			M		x	M 2 N.P 4	M 10 N.P 340	
INKOUBI	C 49	150	3			M		x	M 2 N.P 2	M 30 N.P 240	
IMBAMA	C 51	120	2,4	110	x			x	N.P 4	N.P 130	
MBE	C 52	750 (?)	15					x	2	60	
NGABE	C 53	3.500									Hors Plateaux Sources
OKIENE	C 54	180	3,6	100	x			x	4	100	
INGA	C 56	200	4			M			2	10	
NKOUO	C 57	200	4					x		85	
IMBIMI	C 58	300	6			M			2	10	
MINGALI	C 59	300	6			2 M			4	10	
INKOLO	C 61	50	1			M			0,5	0	Besoins satisfaits
OSERIE	C 62	50	1			M			0,5	0	Besoins satisfaits

Nom du village	Réf.	Popula tion	Besoins (m3/j)	Mode d'alimentation en eau					Distance du point d'eau (km)	Dénivelées	Observations
				Citerne	Utili sation	Mare	Sources à flanc de falaise	Nappe profonde			
BONGOVILLE	G 1	487	10								Hors Plateaux Batékés Rivière proche
SOUBA	G 2	350	7					x	2	120	
NKOO	G 3	200	4					x	0,2	20	Besoins satisfaits
LECONI	G 4	2000						x			Adduction à partir de la LECONI
EDJANGOULOU	G 5	350	7			M		x	M 0,2 N.P 4	M 10 N.P 50	Mare à proximité, mais utilisation de la nappe profonde pour labousson
DJOKO	G 6	10	0,2			M non pérennes ?		x	N.P 8		
DJOKO	G 7	350	7					x	3	40	Captage de la nappe gé- nérale possible
OSSOUELE	G 8	250	5					x	2	60	"
ONGALI	G 9	700	14						0,8	100	
AKOU	G 10	200	4			M		x	M 1 N.P 1	M 10 N.P 30	Captage nappe générale possible
KABALA	G 11	150	3			M		x	M 1 N.P 2	M 10 N.P 80	"
SAYE	G 12	300	6					x	1,5	50	
Ancien EKALA	G 14	50	1					x	4	100	
KABAGA	G 15	300	6					x	0,5	80	Captage nappe générale possible (?)

A N N E X E IV

Coupes de terrain
observées à proximité des mares

TABLEAU RECAPITULATIF DES COUPES DE TERRAIN

OBSERVEES A PROXIMITE DES MARES

C 1 - Mare de MASSA :

Coupe d'un sondage à la tarière en bordure de la mare

0	à 1,20 m :	sable humifère noir	} zone aquifère
1,20	à 1,40 m :	idem + quelques gravillons de grès mal consolidés	
1,40	à 1,60 m :	sable fin jaunâtre	
1,60	à 1,80 m :	idem + quelques traces ferrugineuses	
1,80	à 2,00 m :	sable blanc légèrement argileux	
2,00	à 2,70 m :	idem, mais de plus en plus argileux (argile blanche)	

C 7 - Mare de NSA

0	- 1	m : sable blanc humifère
1	- 1,50 m	minimum : Argile blanche sableuse

C 19 - ABALA NDULO

0	- 15	m : limons sableux humifères
15	- 15,50m	minimum : argile jaunâtre

C 20 - KAON

0	- 1,50 m :	sable gris argileux
1,50	- 2,20 m :	argile ocre
2,20	- 3,40 m :	argile grise à passées sableuses

C 21 - OTCHOUANKE

Bordure de mare : Sables ocres sur quelques mètres

Argile blanche, taches ocres, très peu sableuse sur au minimum
0,20 m

C 37 - ONIANVA

0 - 1 m : Sable blanc humifère

1 - 1,50 m minimum : argiles jaunâtres

C 39 - ONTCHOUO

0 - 1 m : humus sableux noirâtre

1 - 1,30 m : Sable blanc fin

C 41 - IMPE

0 - 1,50 m : Sable fin blanc

1,50 - 1,70 m minimum : sable ocre très argileux, induré

C 44 - INONI PLATEAU

0 - 1 m : Sable fin blanc ⁺ humifère

1 - 1,20 m minimum : argile sableuse jaunâtre

C 45 - POUMANKO

0 - 1 m : Humus sableux

1 - 1,20 m : Sable fin

C 47 - IMPFOUBA

0 - 1 m : alios sableux

1 - 3 m : sable argileux

C 58 - IMBIMI

0 - 0,05 m : sable fin blanc

0,05 - 2 m : sable ocre fin avec traces ferrugineuses

C 59 - MINGALI

0 - 0,50 m : Sable fin humifère

C 62 - OSERIE0 - 0,40 m : Sable blanc fin ⁺ humifère

0,40 - 2,10 m : Sable ocre avec traces ferrugineuses

SONDAGE A LA TARIEREEFFECTUE EN FOND DE DEPRESSION SECHE (C 5 - ETSOUALI)

0 à 0,40 m : humus noir sableux
 0,40 à 1,40 m : idem de plus en plus argileux
 1,40 à 1,60 m : idem + passage de sable jaune foncé
 1,60 à 2,00 m : sable argileux jaune foncé
 2,00 à 2,20 m : argile sableuse jaune foncé, traces de racines et marbrures humifères
 2,20 à 2,80 m : idem + taches d'oxyde de fer
 2,80 à 3,00 m : idem + passée très ferrugineuse (alios)
 3,00 à 3,40 m : sable légèrement argileux
 3,40 à 4,00 m : limons des plateaux , ocres

*

*

*

A N N E X E V

Coupes géologiques des forages de la zone de DUMI (Zaïre)

Extrait de l'Etude Hydrologique du Plateau des Batéké , par
X. VAN CAILLIE

Origine : Laboratoire des T. P.

LABORATOIRES T.P.

Puits L 759 - Dumé

le 21 octobre 58

Niveau de l'eau sous l'orifice, au repos : 3,50 m
 . en régime de pompage : 16,20 et 17,60

Avec débit de 1200 et 1600 litres à l'heure

Profondeur probable du niveau aquifère utilisé : 5,50 m

Cote approximative de l'orifice : 650 (d'après le levé barométrique)

NATURE DES TERRAINS

PROFONDEUR m.

Sable très fin brun-noir terreux,
 humifère

de 0,00 à 1,00 m

Sable très fin, jaune-gris
 très argileux et kaoliniteux

de 1,00 à 4,00 m

Sable très fin, grisâtre

de 4,50 à 5,00 m

Sable très fin, gris-blanchâtre,
 kaoliniteux

de 5,50 à 16,00 m

Sable fin blanchâtre légèrement
 kaoliniteux

de 16,50 à 27,00 m

Argile rouge à petits agrégats sphériques
 ferrugineux et à débris fins de grès
 polymorphes

de 27,50 à 29,50 m

A. ROUMACHE

LABORATOIRES T.P.

Puits L 770

le 28 novembre 195?

Mbu (1)

Cote approximative de l'orifice : 640 m (d'après le levé barométrique)

NATURE DES TERRAINS

PROFONDEUR m.

Sable très fin, noir, terreux avec
débris de végétaux

de 0,00 à 1,00 m

Sable très fin, gris-noir, argileux

de 1,50 à 3,00 m

Sable très fin, gris clair argileux
et kaolieux

de 3,50 à 7,00 m

Sable très fin, blanchâtre
kaolieux

de 7,50 à 24,50 m

Grès polymorphe

de 25,00 à 30,00 m

A. ROUMACHE

LABORATOIRES T.P.

Puits L 771

le 18 décembre 58

Mbu (2)

Niveau de l'eau sous l'orifice, au repos : 3 m

Cote approximative de l'orifice : 640 m (d'après le levé barométrique)

NATURE DES TERRAINS

PROFONDEUR m.

Sable très fin noir, terreux, avec
débris de végétaux

de 0,00 à 1,00 m

Sable très fin, brun foncé,
grisâtre, argileux

de 1,50 à 2,00 m

Sable très fin, gris clair, brunâtre,
argileux et kaolineux

de 2,50 à 10,00 m

Sable très fin, gris-blanchâtre
kaolineux

de 10,50 à 14,00 m

Sable très fin, blanchâtre très
kaolineux

de 14,50 à 17,00 m

Argile gris-jaune, très sableuse
et kaolineuse

de 17,50 à 29,50 m

Sable fin, jaune, renfermant des
débris de grès polymorphe

de 30,00 à 31,00 m

Grès polymorphe

31,00

A. ROUMACHE

LABORATOIRES T.P.

Puits L 772

le 21 Janvier 59

Mbu (3)

Niveau de l'eau sous l'orifice, au repos : 2,50 m

avec débit de 80 litres à l'heure

Profondeur probable du niveau aquifère utilisé : 6,50 m

Cote approximative de l'orifice: 640 m (d'après le levé barométrique).

NATURE DES TERRAINS

PROFONDEUR m.

Sable très fin noir, terreux avec débris
de végétaux

de 0,00 à 0,50 m

Sable très fin, gris foncé légèrement
brunâtre, argileux

de 1,00 à 4,00 m

Sable très fin, gris clair, brunâtre,
argileux et kaolineux

de 4,50 à 9,00 m

Sable très fin, gris-blanchâtre
légèrement brun, kaolineux

de 9,50 à 10,00 m

A. ROUMACHE

LABORATOIRES T.P.

Puits L 773

Nkieme

le 29 janvier 59

Niveau de l'eau sous l'orifice, au repos : 9,10 m

. en régime de pompage : 13,50 m

Avec débit de 400 litres à l'heure

Profondeur probable du niveau aquifère utilisé : 10,50 m

Cote approximative de l'orifice : 610 m (d'après le levé barométrique)

NATURE DES TERRAINS

PROFONDEUR m.

Sable fin noir, terreux avec débris de végétaux	de 0,00 à 1,00 m
Sable très fin, brun foncé, grisâtre, très argileux	de 1,50 à 3,50 m
Sable très fin, jaune-gris, très argileux	de 4,00 à 6,00 m
Argile jaune légèrement grisâtre, très sableuse	de 6,50 à 7,50 m
<hr/>	
Sable très fin, jaune, légèrement grisâtre, kaoliniteux	de 8,00 à 16,50 m
<hr/>	
Sable fin jaune, légèrement kaoliniteux	de 17,00 à 20,00 m
Sable fin jaune-grisâtre, argileux et kaoliniteux (passant d'un jaune foncé à un jaune clair)	de 20,50 à 25,00 m

A. ROUMACHE

LABORATOIRES T.P.

Puits L 774

Kibirika

le 11 mars 59

Cote approximative de l'orifice : 580 m (d'après le levé barométrique)

NATURE DES TERRAINS

PROFONDEUR m.

Sable fin brun-grisâtre, très argileux
avec débris de végétaux

de 0,00 à 0,50 m

Argile brun-gris très sableuse

de 1,00 à 7,50 m

Argile jaune-brun très sableuse

de 8,00 à 21,50 m

Argile brun-rouge très sableuse

de 22,00 à 26,50 m

Argile brun-rougeâtre sableuse renfermant
des débris de grès polymorphes

de 27,00 à 27,50

Sable fin brun-jaune, parfois rougeâtre,
très argileux

de 28,00 à 32,50

Sable fin - jaune argileux avec gros
fragments de grès polymorphe

33,00

A. ROUMACHE

LABORATOIRES T.P.

Puits L 775

Tsueme (1)

le 3 avril 59

Cote approximative de l'orifice : 580 m (d'après le levé barométrique)

NATURE DES TERRAINS

PROFONDEUR m.

Sable fin noir, terreux, renfermant des débris de végétaux en abondance	de 0,00 à 0,50 m
Sable fin gris, légèrement jaunâtre, argileux	de 1,00 à 2,00 m
Sable fin, brun-jaune grisâtre, argileux et kaoliniteux	de 2,50 à 9,50 m
Sable très fin, jaune très kaoliniteux	de 10,00 à 19,00 m
Argile rouge foncé, ferrugineuse et sableuse	de 19,50 à 21,00 m
Argile brun-rouge, avec taches jaunes kaoliniteuse et sableuse à petits agrégats sphériques ferrugineux et à débris de grès polymorphe	de 21,50 à 26,50
Sable très fin, très argileux et faiblement kaoliniteux	de 27,00 à 27,50
Sable très fin, jaune, très argileux et kaoliniteux	de 28,00 à 36,50 m

A. ROUMACHE

LABORATOIRES T.P.

Puits L 796

Tsueme (2)

le 3 Avril 59

Niveau de l'eau sous l'orifice : 2,20 m
 . en régime de pompage : 11,50 m

Avec débit de 400 litres à l'heure

Profondeur probable du niveau aquifère utilisé : 6,50 m

Cote approximative de l'orifice : 585 m (d'après le levé barométrique)

NATURE DES TERRAINS

PROFONDEUR m.

Sable très fin noir, terreux humifère, renfermant de nombreux débris de végétaux	de 0,00 à 0,50 m
Sable très fin, brun noir argileux	de 1,00 à 5,00 m
Sable très fin, brun clair, argileux et kaoliniteux	de 5,50 à 7,00 m
Sable très fin brun fort clair grisâtre, argileux et kaoliniteux	de 7,50 à 9,00 m
Sable très fin, gris blanchâtre argileux, très kaoliniteux	de 9,50 à 10,50 m
Sable fin, gris-jaune	de 11,00 à 12,50 m
Sable très fin, gris clair légèrement jaunâtre, très argileux et kaoliniteux	de 13,00 à 14,00 m
Sable très fin gris-blanchâtre, très argileux et kaoliniteux	de 14,50 à 15,20 m

A. ROUMACHE

LABORATOIRES T.P.

Puits L 797

Guene

le 6 mai 59

Niveau de l'eau sous l'orifice, au repos : 7,00 m

Avec faible débit

Profondeur probable du niveau aquifère utilisé : 10 m

Cote approximative de l'orifice : 640 (d'après le débit barométrique)

NATURE DES TERRAINS

PROFONDEUR_m.

Sable fin gris-noir, terreux, renfermant de nombreux débris de végétaux	de 0,00 à 0,50 m
Sable très fin brun foncé, légèrement argileux	de 1,00 à 2,50 m
Sable très fin, brun-gris argileux et kaolineux	de 3,00 à 5,50 m
Sable très fin, gris-jaune à brun, argileux et kaolineux	de 6,00 à 7,00 m
Sable très fin, gris-jaune, argileux et kaolineux	de 7,50 à 9,00 m
Sable très fin, jaune, argileux et kaolineux	de 9,50 à 11,00 m
Sable très fin jaune à jaune grisâtre (panaché), argileux et kaolineux	de 11,50 à 14,50 m
Sable très fin jaune clair, légèrement grisâtre, argileux et kaolineux	de 15,00 à 24,00 m
Sable fin jaune grisâtre, argileux et kaolineux	de 24,50 à 28,50 m
Sable très fin, jaune-brun et rouge, très argileux, à petits agrégats ferrugineux et à noyaux kaolineux blancs	de 29,00 à 29,50 m

A. ROUMACHE

A N N E X E VI

Tableau récapitulatif des principales données
sur les citernes visitées au Congo

Nota : Utilisation :

x : citerne utilisée

0 : citerne inutilisée

L I E U	N° Réf.	V Volume (m3)	S' Superf Impluv (m2)	V/S' (m3/m2)	Utili- sation	Usages	Observations
ODZIBA	4	150	105	1,4	0	Public	Crépi détérioré
ETSOUALI	5	40	91	0,5	x	Armée du Salut	
MPO	6	12			x	Réserve de chasse Habitants	
NSA	7	150	308	0,5	0	Ecole	Crépi détérioré et système de collecte ?
DJAMBALA	8	64 8 150 64 8 200			x x x x x x	Présidence région Chef de district Collège Garage O.N.P.T. T. P.	
ANKOU	10	125	104	1,2	x	Public	Réparée en 1978
ANKAMA	13	60	100	0,6	x	Public	Réparée en 1977
OSIANKA	16	100	110	0,9	x	Public	Distribution règlementée
OKANA	17	150	500	0,3	x	O. C. T.	Distribution règlementée
GOUKONKILA	18	110	105	1	x	Cité du barrage habitants	
KOUMOU	23	60	207	0,3	0	Ecole	Crépi et système de collecte détériorés
NGO	38	90 100 50	255 65 225	0,35 1,5 0,2	x x x	O. C. T. P. C. A. C. E. G.	Reste environ 1.600 m2 de toiture non utilisés

L I E U	N° Réf	V Volume (m3)	S' Superf. Impluv. (m2)	V/S' (m3/m2)	Utili- sation	Usages	Observations
INONI FALAISE	43	30	180	0,2	x	Dispensaire	Crépi détérioré
		25	216	0,11	x	Agriculture	
		25	216	0,11	x	Agriculture	
		16	160	0,1	0	OFNACOM	
KIANI	46	100	340	0,3	0	Public	Toit, gouttières, crépi dé- térioés
MAH	48	100	312	0,3	x	Ecole	Gouttières à réparer
IMBAMA	51	110	360	0,3	x	Public	Impluvium au sol Crépi ?
MBE	52	100	278	0,35	x	Dispensaire	Crépi , gouttières ?
		19	36	0,5	0	P. C. A.	
OKIENE	54	100	340	0,3	x	Public	Gouttières à réparer

ANNEXE VIILISTE BIBLIOGRAPHIQUE DES PRINCIPAUX DOCUMENTS CONSULTES

- 1 - ORSTOM - Données hydrologiques en République Populaire du Congo (1977)
- 2 - M.MOULINIER et autres - Note hydrologique sur les rivières MARY et GAMBOMA - ORSTOM - (Novembre 1974)
- 3 - A.LE MARECHAL - Contribution à l'étude des Plateaux Batékés
Géologie, géomorphologie, hydrogéologie - ORSTOM
(Avril 1966)
- 4 - G. SAUTTER - Essai sur les formes d'érosion en "cirques" dans la région de Brazzaville - Mémoires et documents (C.N.R.S.)
- 5 - BURGEAP - Recherche d'une source dans la région de Franceville en vue de la création d'une usine d'embouteillage
(Présidence de la République du Gabon - BURGEAP R 145. 1974)
- 6 - SOGETHA - Alimentation en Eau du Plateau de Koukouya (Octobre 1963)
- 7 - VIZITERV - Rapport technique au Sujet d'Alimentation en Eau du Plateau Koukouya et de la ville de Djambala.
- 8 - X.VAN CAILLIE - Etude hydrologique du Plateau des Batékés
Zone de Dumi (Juin 1973)
- 9 - P. de BOISSERON - Les sols des Plateaux de Djambala et Koukouya
ORSTOM (Octobre 1976)
- 10 - P. MARTIN - Puits et citernes, Technologies simples pour la collecte et le stockage des eaux pluviales
- 11 - J.C. BARNEAUD et P. MARTIN
- Recueil et stockage de l'eau de pluie bassin type Botswana
IRFED (mai 1977)

- 12 - J.C. BARNEAUD - Recueil et stockage de l'eau de pluie. Sac à eau IRFED (Mars 1978)
- 13 - B. GUILLOT - La Terre Ankou - Atlas des structures agraires au Sud du Sahara - EPHE (1973). Ecole pratique des Hautes Etudes (Mouton et Cie) La Haye - Paris.
- 14 - H.F.X. HUMBEL - Etude de quelques dépressions circulaires à la surface d'un plateau sédimentaire en Côte d'Ivoire - Cahiers de l'ORSTOM, vol. II, fasc.3 (1964)
- 15 - P. DADET - Notice explicative de la carte géologique de la République du Congo Brazzaville au 1/500.000 (Mémoires du B.R.G.M.) n° 70 (1969)
- 16 - H. HUDELEY et Y. BELMONTE - Carte géologique de la République Gabonaise au 1/1.000.000 - Notice explicative - Mémoires du B.R.G.M.

BURGEAP

70, rue Mademoiselle

75015 - PARIS

Tel : 734.06.75

