

L'ALIMENTATION EN EAUX POTABLES

DES POPULATIONS RURALES

DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

ESSAI DE SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

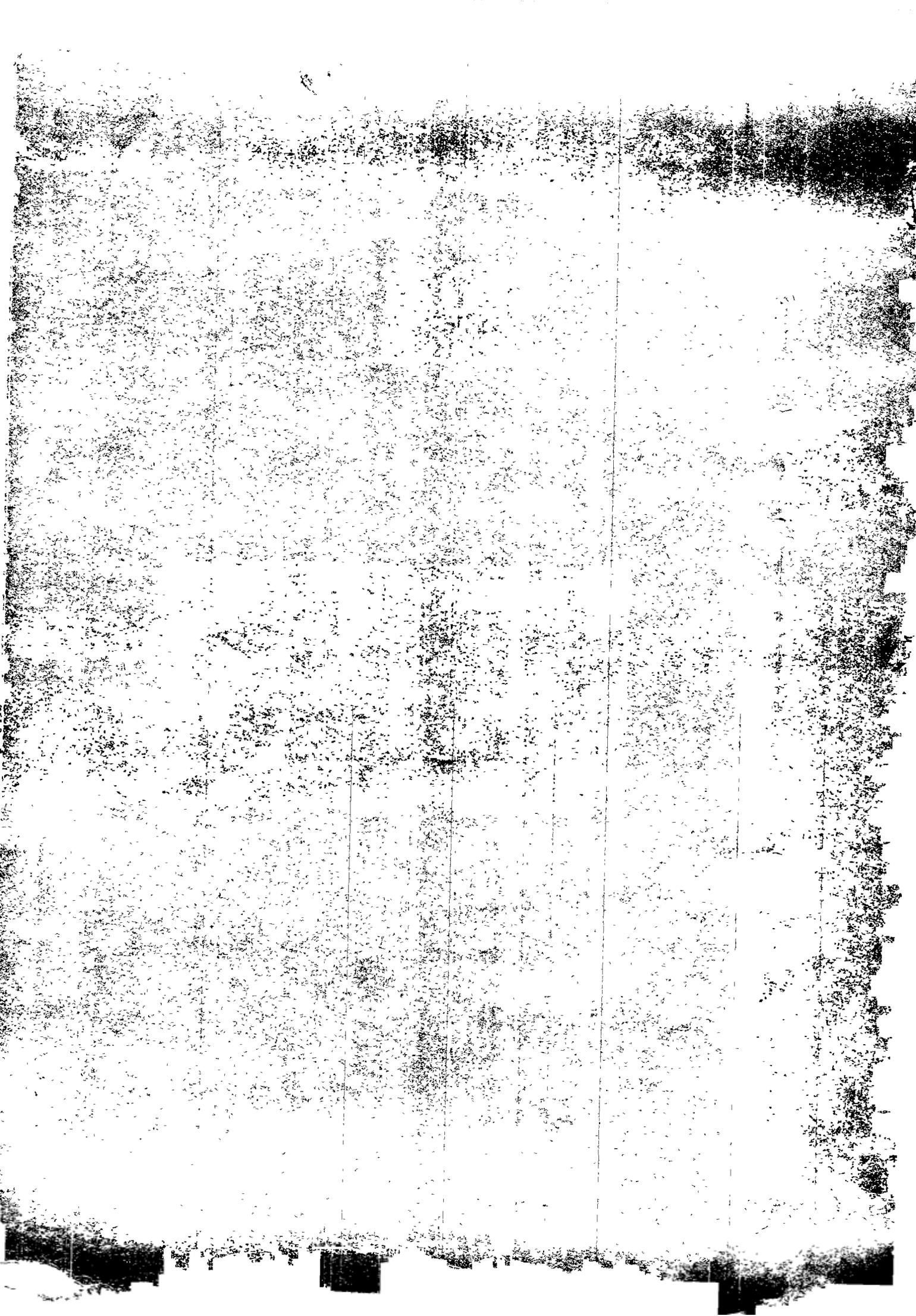
MARYSE MARTIN BOUJIE

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

DIRECTEUR DE RECHERCHE: M. CH. TOUPY

ANNEE 1985

824-5704



**L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE
DES POPULATIONS RURALES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST.**

ESSAI DE SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

LIBRARY, INTERNATIONAL REFERENCE
CENTRE FOR DEVELOPMENT WATER SUPPLY
AND SANITATION
P.O. BOX 1000, 2500 AA THE HAGUE
Tel (070) 814311 ext. 741/142
RN: ~~07480~~ ISN 5704
LO: 824 AFW85

Maryse MARTIN-GOUBIER

**Université de Lyon III
Maîtrise de géographie**

Septembre 1985

EAU, tu n'as ni goût, ni couleur, ni arôme; on ne peut pas te définir, on te goûte, sans te connaître. Tu n'es pas nécessaire à la vie : tu es la vie...

Tu es la plus grande richesse qui soit au monde, et tu es aussi la plus délicate, toi si pure au ventre de la terre. On peut mourir sur une source d'eau magnésienne. On peut mourir à deux pas d'un lac d'eau salée. On peut mourir malgré deux litres de rosée qui retiennent en suspens quelques sels. Tu n'acceptes point de mélange, tu ne supportes point d'altération, tu es une ombrageuse divinité...

Mais tu répands en nous un bonheur infiniment simple.

Antoine de SAINT EXUPERY

Terre des Hommes



Woman carrying water at Mukaa

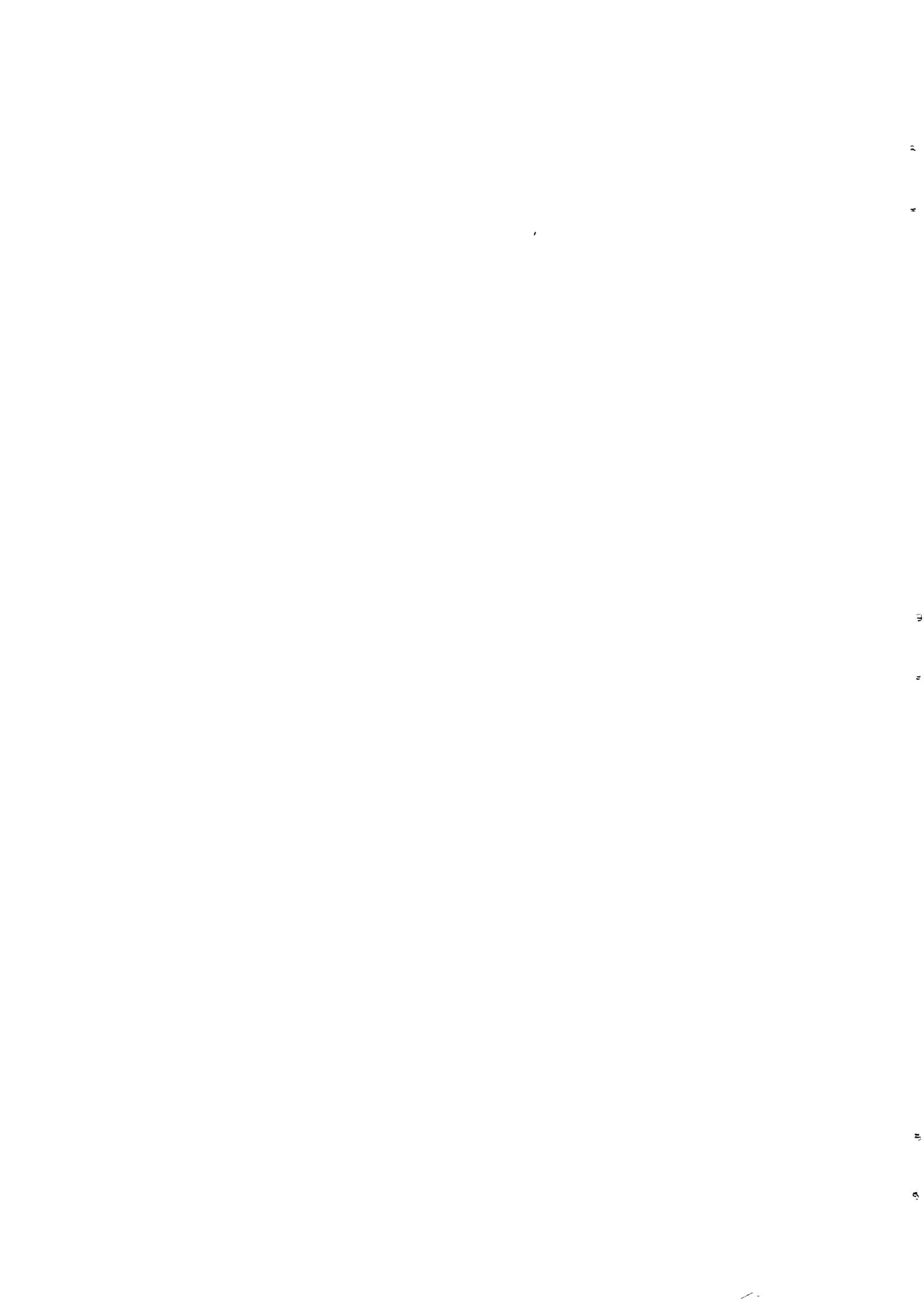


TABLE DES MATIERES.

AVANT PROPOS

INTRODUCTION

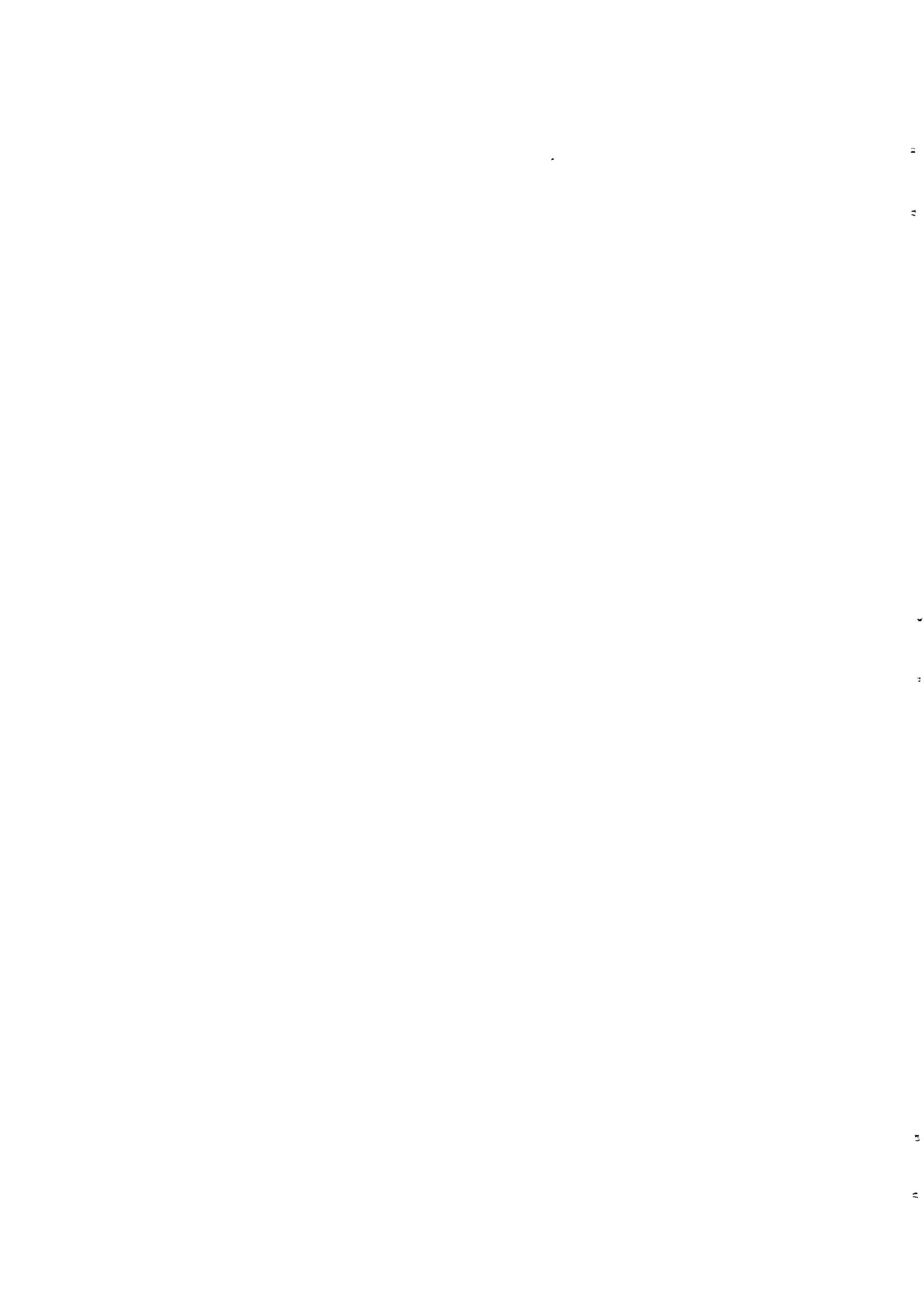
	pages
1 - Le secteur géographique étudié	5
2 - La population étudiée	5
3 - Le matériel d'étude	6
4 - La méthode de travail	8

PREMIERE PARTIE: LES BESOINS EN EAU.

1 - Facteurs déterminant la demande en eau	10
1 - 1 - Le climat	10
1 - 2 - Le mode de vie	11
1 - 3 - Le degré de développement	14
2 - L'eau potable : deux impératifs, quantité, qualité	15
2 - 1 - Les besoins de l'individu	15
2 - 2 - Les besoins de la collectivité	18
2 - 3 - La qualité de l'eau	19
3 - La couverture des besoins dans les pays étudiés	23

DEUXIEME PARTIE: L'ACCES A L'EAU DES POPULATIONS RURALES

1 - Les techniques employées	26
1 - 1 - Les techniques de captage	27
1 - 2 - Les techniques d'exhaure	31
1 - 3 - Les techniques de stockage	35
1 - 4 - Les techniques de purification de l'eau	38
1 - 5 - Les techniques de transport et de distribution	40



2 - Les perspectives dans le domaine technique	41
2 - 1 - Les forages profonds	41
2 - 2 - L'évaluation des ressources souterraines	42
2 - 3 - La recharge des nappes	44
2 - 4 - Le dessalement de l'eau de mer	45
2 - 5 - Autres procédés	46
3 - Le choix des technologies. Notion de "technologie appropriée"	46

TROISIEME PARTIE: LA SATISFACTION DES BESOINS.

1 - La politique de l'eau	49
1 - 1 - Intérêt ou désintérêt des gouvernements pour la fourniture de l'eau dans les zones rurales	
1 - 2 - Le choix rural-urbain	51
1 - 2 - L'influence des élites	52
1 - 4 - L'influence des agents extérieurs	53
2 - Le problème des coûts	
2 - 1 - Les coûts d'investissement	55
2 - 2 - Les charges récurrentes	55
2 - 3 - Le prix de l'eau	56
3 - La participation des populations	
3 - 1 - Les trois stades.	60
3 - 2 - La formation technique des populations	62
4 - Les gains attendus de la fourniture de l'eau potable	
4 - 1 - Les gains économiques	65
4 - 2 - Les gains sociaux	66
5 - Le développement "convergent", le développement "endogène"	68

CONCLUSION	70
------------	----

TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX.	78
--------------------------------	----

BIBLIOGRAPHIE.	(1)-(35)
----------------	----------

AVANT PROPOS

Ce travail est né d'une double motivation :

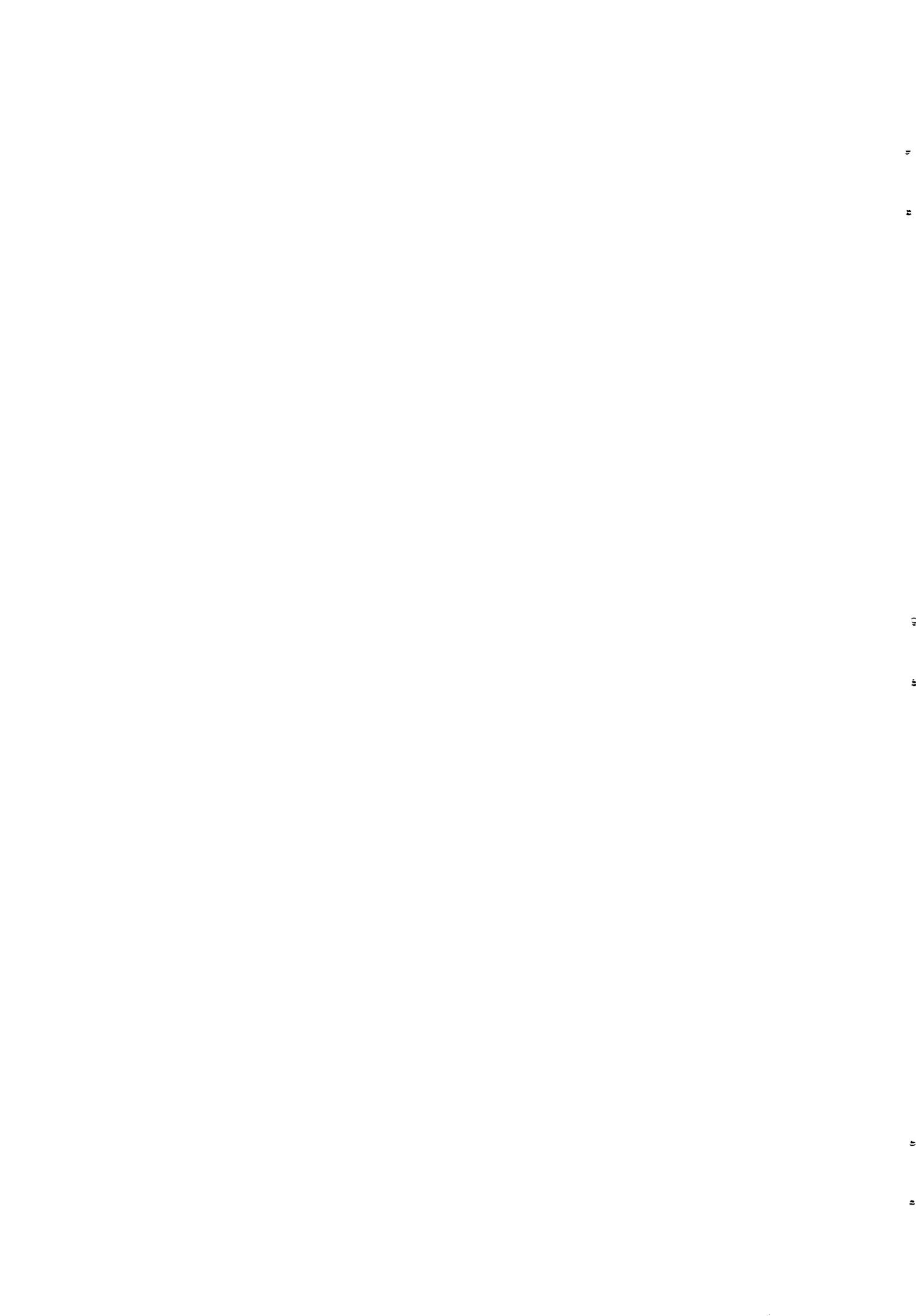
- une grande curiosité pour l'Afrique,
- le souci de se situer dans une des préoccupations majeures

de notre temps. Depuis une dizaine d'années, en effet, les influences conjuguées des aléas climatiques, (la grande sécheresse de cette fin du XXe siècle remonte aux années 70), de l'écologie, d'un sentiment confus de mauvaise gestion d'un patrimoine, ont incité les hommes de la planète à se pencher sur les problèmes de l'eau. L'eau est dans toutes les recommandations internationales et nationales, dans toutes les politiques, dans tous les projets, dans tous les sigles, sur tous les badges...

Mais de quelle eau parle-t-on ? S'il est des parties du monde où le débat s'instaure pour défendre les plaisirs nautiques ou les agréments des piscines particulières, d'autres où l'eau est objet de surenchère entre utilisateurs urbains et ruraux, il en est aussi où elle est si parcimonieusement distribuée que la survie des populations en est menacée. Plus de la moitié des habitants des Pays du Tiers Monde sont privés d'eau salubre ou n'en disposent pas en quantité suffisante. Pour ces populations, le ravitaillement en eau devient une question vitale qui mobilise tous leurs efforts.

En créant la Décennie Internationale de l'Eau et de l'Assainissement (1981-1990), c'est sur cette dernière que les organisations internationales ont voulu se pencher pour mesurer l'étendue de la pénurie, son impact et ses conséquences. A leur suite, les organismes de recherche, les universités, les bureaux d'études et autres instituts aux sigles innombrables et inidentifiables ont répandu une masse de documents propres à cerner tous les problèmes relatifs au domaine de l'eau. Cette énorme documentation s'offre donc au lecteur, surpris de tant de diversité et de tant de désordre.

Né d'une double motivation, ce travail poursuit un double but. Recenser le maximum d'ouvrages et publications traitant de l'alimentation en eau potable des populations rurales de l'Afrique de l'Ouest pour

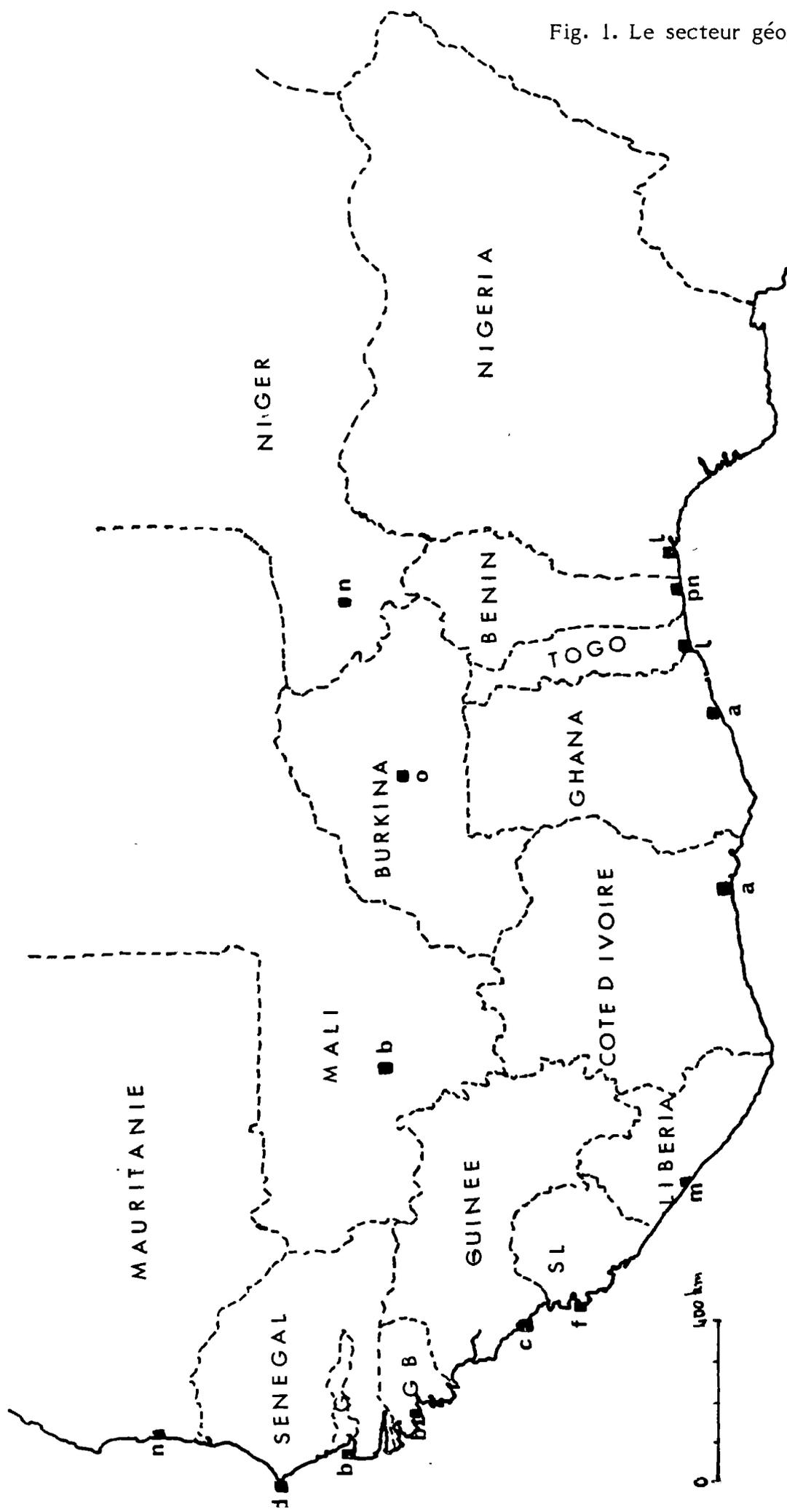


essayer d'en faire une synthèse, répertorier aussi les domaines de recherche pour effectuer en quelque sorte un classement thématique.

L'ampleur de la documentation ne nous est apparue qu'au fur et à mesure de l'avancement du travail et nous avons bien conscience que cette étude, limitée dans le temps, ne peut qu'être incomplète. Nous souhaitons cependant quelle participe, modestement, à un effort d'organisation qui ne cesse d'être demandé par l'ensemble des chercheurs et des utilisateurs de la recherche.

Nous voulons remercier ici Monsieur le Professeur Ch. TOUPET, qui a bien voulu guider ce travail tout au long de l'année universitaire, Monsieur le Professeur G. MOTTET qui a accepté de présider le jury, et toutes les personnes des différents centres de documentation OCDE, CETE, BRGM, Croissance des Jeunes Nations, Institut de Développement de Genève... qui nous ont reçu avec beaucoup d'amabilité et beaucoup de patience.

Fig. 1. Le secteur géographique étudié.



INTRODUCTION

1 - Le secteur géographique étudié.

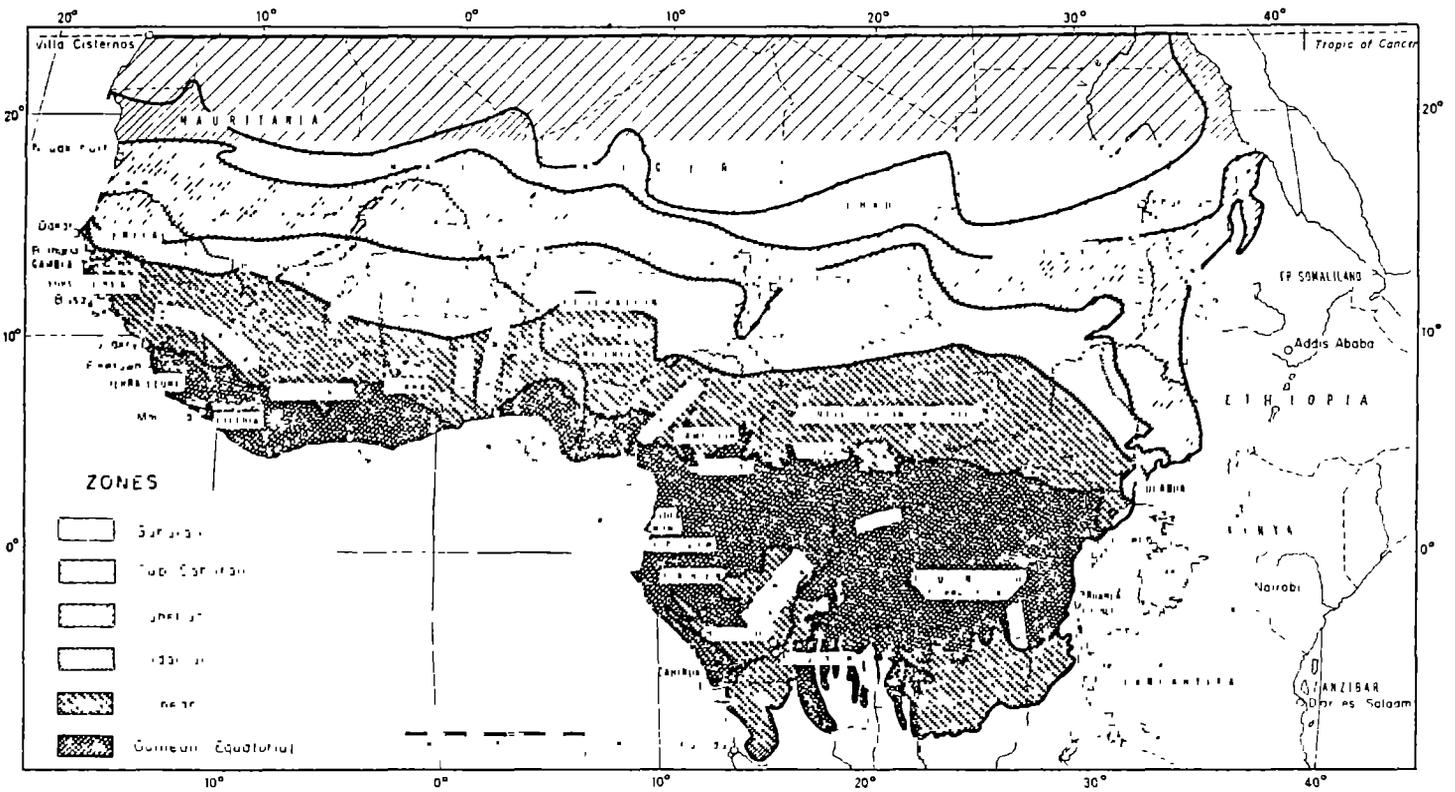
Le secteur géographique étudié recouvre l'ensemble des pays de l'Afrique de l'Ouest, c'est à dire, du Nord au Sud et d'Ouest en Est, la Mauritanie, le Mali, le Niger, le Sénégal, la Guinée, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo, le Bénin et le Nigéria. (Fig. 1). Nous y ajoutons les îles du Cap Vert sur lesquelles nous avons quelques publications. Par contre, les petits pays tels que la Gambie, la Guinée-Bissau, le Sierra Leone et le Liberia sont peu mentionnés dans la littérature traitant de ce sujet. On les rencontre seulement occasionnellement dans les statistiques.

Cet espace, compris entre le 24^o de Latitude Nord et le 5^o de Latitude Nord, recouvre exactement les limites climatologiques du milieu dit tropical. Celui-ci est un milieu hybride qui présente une grande variété liée à la présence ou au défaut de précipitations, que l'on a découpé en trois grands domaines: sahélien, soudanien et guinéen. Le domaine sahélien présente une frange sub-saharienne, voire saharienne, dans la partie la plus au Nord des pays étudiés.

Une représentation cartographique de ces différents domaines climatiques a été faite à la demande de la FAO en 1961. (Fig. 2).(E.S. HILLS, 1966).

2 - La population étudiée.

Nous avons choisi d'étudier la population rurale dans ses possibilités d'accès à l'eau potable. En Afrique de l'Ouest, en effet, globalement, 80% de la population est rurale. Si en Afrique, comme dans beaucoup



Humidity gradient in the western and western equatorial region of Africa. (FAO Conference Document, 1961) -

Fig. 2. Les différents domaines climatiques de l'Afrique de l'Ouest

de pays du Tiers Monde, l'urbanisation est en train de s'accélérer très fort, si elle aboutit à un phénomène de macrocéphalie évident, il n'en est pas moins vrai que la masse est rurale et vit en zone rurale.

Comment donc la définir ? Suivant les Etats, les critères retenus pour la définition de l'urbain et par déduction du rural ne sont pas les mêmes. De plus, ils sont souvent assez empiriques. "Ils s'intéressent au volume des populations et à l'éventail des catégories professionnelles tout autant qu'au passé historique et à l'impact de l'ethnie locale sur l'administration du pays. Mais quelle que soit la définition retenue pour les centres urbains, même en choisissant un concept aussi large qu'au Mali ou au Niger, (agglomération de plus de 2500 habitants avec un poste administratif), les ruraux constituent toujours l'immense majorité de la population". (G. PALLIER, 1984).

Toute définition de la zone rurale sera donc souple, pouvant recouvrir des réalités différentes suivant les Etats, suivant la répartition spatiale, suivant les habitudes de vie. En Mauritanie, par exemple, on appelle village "toute agglomération comportant au moins une construction en dur à usage d'habitation, de commerce ou de service public". (OMS, 1983).

On retiendra quand même une définition plus spécifiquement liée à notre sujet d'étude: "Par zone rurale, il faut entendre d'une part les régions où la spécification professionnelle est peu poussée et où il n'existe pas de services publics organisés, d'autre part les régions où les maisons étant disséminées ou réunies en très petits groupes, il est difficile de créer des services publics d'adduction, d'évacuation des matières usées, de protection contre les vecteurs des maladies". (K. DJE. 1976).

3 - Le matériel d'étude.

Nous avons répertorié 480 livres ou publications traitant de l'accès à l'eau des populations rurales soit de façon globale, avec quelques références ou exemples pris dans le secteur géographique d'Afrique étudié, soit de façon spécifique sur un pays précis de notre champ de préoccupations.

D'ores et déjà, une remarque est intéressante à noter. Les différents pays sont très irrégulièrement étudiés.. Le Burkina Faso concentre

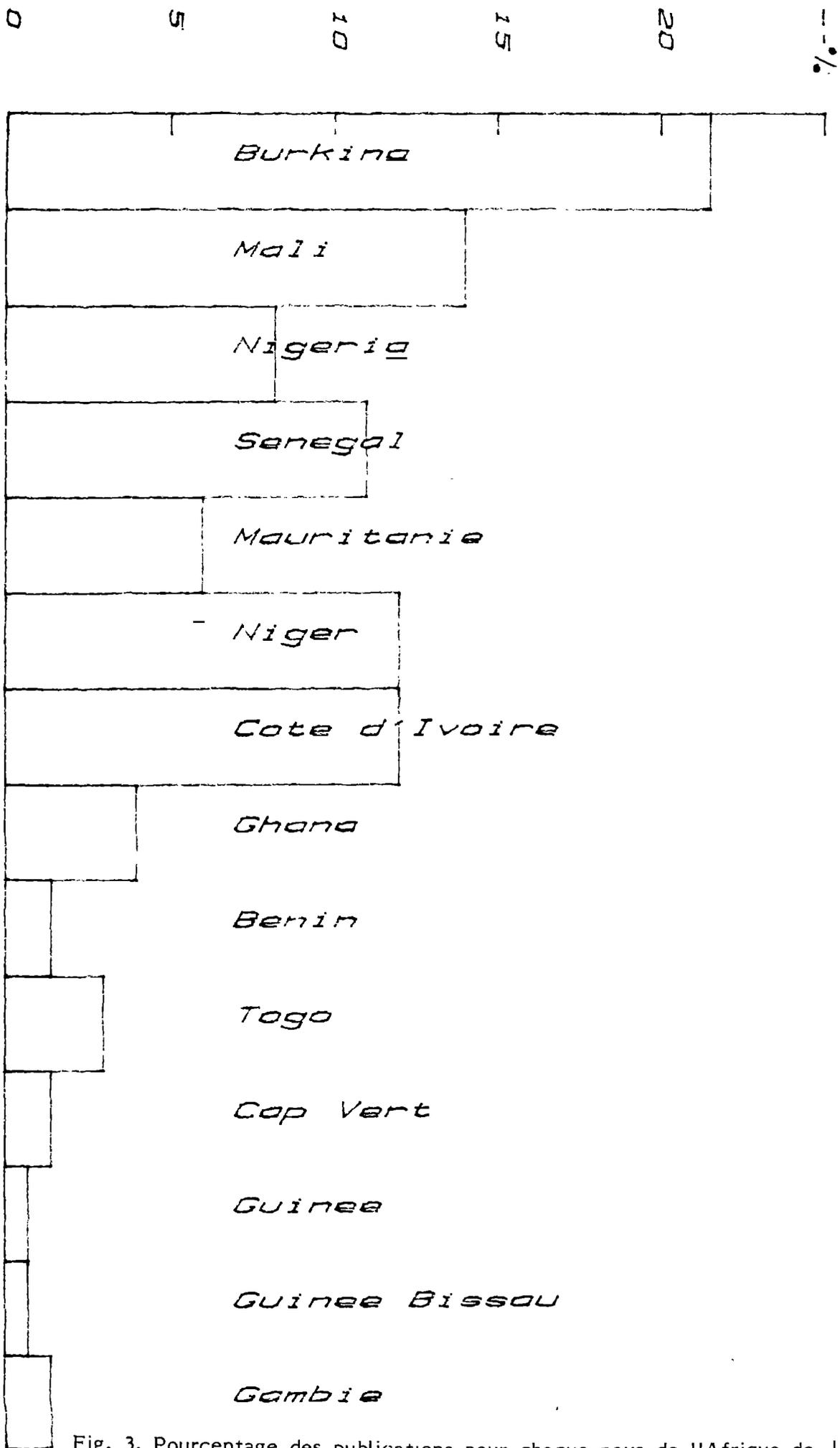


Fig. 3. Pourcentage des publications pour chaque pays de l'Afrique de l'Ouest

21,5% des publications, le Niger 12%, la Mauritanie 6%, le Bénin 1,4%.

La grande variabilité qui caractérise les pays et les situations de l'Afrique ne se dément donc pas, ici non plus. (Fig. 3).

Pour réunir cette information, nous avons dépouillé:

- Le Bulletin signalétique du CNRS des années 1975 à 1984 inclus.

Section 892 : Bâtiments, Travaux publics, Transports.

Rubrique 10 : Alimentation en eau, Canalisations.

A- Généralités

B- Captage, puits, pompage

C- Distribution

D- Canalisations et leur corrosion

Rubrique 11 : Assainissement.

Section 226 : Hydrologie

Rubrique 04 : Hydrodynamique générale. Bilan d'eau.

Rubrique 08 : Planification, approvisionnement,
économie de l'eau.

- La bibliographie géographique internationale des années 1975 à 1984 inclus

- Les éléments de bibliographie sur la sécheresse au Sahel, du Centre de l'OCDE, depuis sa parution, 1976.

- Le "fichier eau" du Centre de Développement de l'OCDE à Paris.

- Le fichier de l'UNESCO à Paris.

- Le fichier de l'UNICEF à Paris.

- Le fichier de l'OMS à Genève.

- Le fichier de l'Institut Universitaire d'Etudes du Développement à Genève

- Le fichier du Centre Croissance des Jeunes Nations à Lyon.

- Les fichiers de bureaux de recherche ou d'études : BCEOM. CIEPAC...

Les autres références ont été trouvées dans les bibliographies des livres ou les articles eux-mêmes. En principe, le dépouillement a été effectué sur les dix dernières années écoulées. On trouvera cependant dans la bibliographie de ce travail des publications plus anciennes. Nous en avons retenu un certain nombre à deux titres : soit ce sont des auteurs qui font référence et sont cités par toutes les publications ultérieures comme G.F. WHITE,(1972), ou E.G. WAGNER et J.N. LANOIX,(1959), soit ce sont des articles qui prouvent



qu'il y a eu une évolution dans les idées, (J. LEMOINE, 1973) ou que l'état des connaissances actuelles permet de réfuter celles d'il y a dix ans, (R. HLAVEK, 1973).

4 - Méthode de travail.

Les livres ou les articles précédés d'un astérisque dans la bibliographie ont été étudiés. Les autres sont seulement répertoriés. Le travail a consisté à noter les thèmes abordés, les idées développées, les techniques décrites dans chaque publication et les classer sous différentes rubriques pour faire en quelque sorte un inventaire aussi exhaustif que possible. Il nous semble que les préoccupations majeures des auteurs peuvent être réparties dans les trois problématiques suivantes :

- Quels sont les besoins en eau potable de la population rurale de l'Afrique de l'Ouest ?

- Par quels moyens, quelles techniques se fait la fourniture de l'eau potable ? Quelles sont les perspectives dans ce domaine et quelles en sont les limites ?

- L'accès à l'eau potable n'est pas qu'une question de problèmes techniques à résoudre. De quels autres facteurs dépend la possibilité de consommation ?

Ces questions et réponses que les auteurs de cet ensemble de publications ont abordées, nous en ferons une analyse dans chacune des parties suivantes de ce travail.

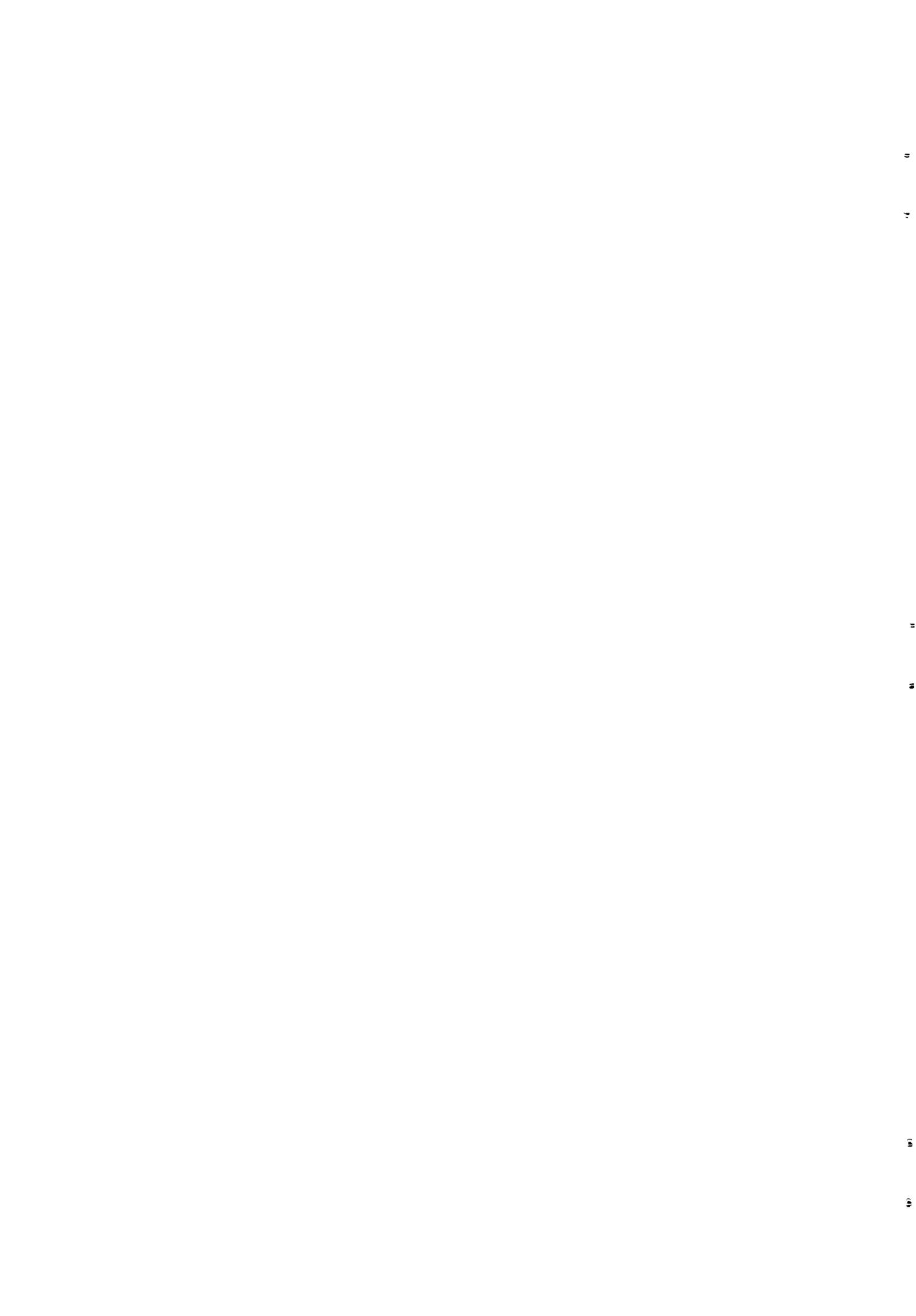
Après un bilan global de ces travaux, nous présenterons, en conclusion, d'une part, le problème des lacunes de ces recherches, les sujets qui ne sont pas ou peu traités, d'autre part les perspectives ou les souhaits exprimés par les auteurs. Ensuite, nous essayerons d'évaluer si, sur la dizaine ou douzaine d'années sur lesquelles ces recherches ont été faites, une évolution semble apparaître, dans les idées, dans la façon de résoudre les problèmes et même de les poser.

Enfin, la recension des ouvrages terminera ce travail.

Cependant, cet inventaire bibliographique ne prétend pas recouvrir la totalité des travaux traitant du sujet. Il en est même loin. De nombreux

organismes, en effet, travaillant sur les problèmes de l'eau font des rapports qui ne sont généralement pas publiés, ou très peu, dans les revues scientifiques et ont donc une diffusion restreinte.

En conséquences, il s'ensuit qu'il existe une masse énorme de documentation qu'on ne pourrait inventorier qu'en inventoriant les organismes et bureaux d'études eux-mêmes, ce qui représenterait déjà un travail considérable. Cette documentation ne travaille souvent qu'en "circuit fermé" et il y a là une perte de connaissances absolument regrettable. Le Club de Rome, conscient de cette lacune, réfléchit pour entreprendre un recensement, " dès lors que nous aurions une "mémoire" rappelant les succès et les échecs, des leçons pourraient être tirées de l'action multiforme des organisations". (R. LENOIR, 1984).



PREMIERE PARTIE

LES BESOINS EN EAU.

" L'eau, les grands nomades du Nord, les Regueibat, l'appellent :RAHMA, la miséricorde de Dieu". (Ch. TOUPET, 1977).

1 - Facteurs déterminant la demande en eau.

Déterminer les besoins en eau d'une population n'est pas chose aisée car ils sont dépendants de nombreux facteurs. Cependant, tous les auteurs s'accordent sur un seuil minimal qui permet la survie. Les médecins estiment que, pour bien assurer le fonctionnement de son organisme, l'homme a besoin de 2 à 4 litres d'eau par jour.(P. STIEGELE, O. KLEE, 1974).

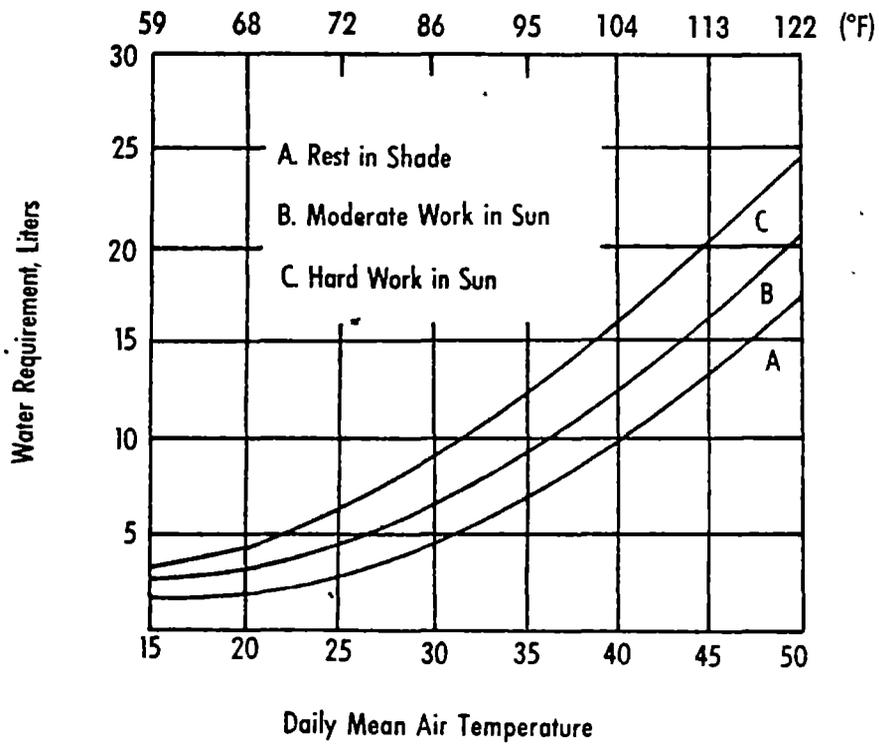
Dans un de ses rapports, le BRGM note 5 l/j/pers. comme consommation minimale de populations rurales qui puisent leurs ressources à plus de 3 km de leur habitation. L'expérience montre que les quantités que l'on peut avancer sont extrêmement élastiques et que si l'eau est très rare, ou si les distances de portage sont très longues, on peut vivre avec très peu d'eau douce.

Cependant un certain nombre de facteurs ont une importance déterminante sur les besoins en eau.

1 - 1 - Le climat.

Les besoins en eau de l'organisme augmentent avec la température. Ils sont évalués, à une température de 20°C, à 5 l par jour pour un travail intense au soleil, à moins de 2 l. en cas de repos à l'ombre. A 30°C, ces chiffres sont respectivement de 10 l. et 5 l., à 40°C, de 18 l. et 9 l. (X. de PLANHOL, P. ROGNON, 1972).(Fig. 4).

Bien qu'étant fournis par l'armée américaine et repris au long des années publications après publications, on accueillera ces chiffres avec quelque prudence. Dans son livre "Terres de bonne espérance, le Monde Tropical,"



Daily water requirements for three levels of activity (from United States Army 1959, p 68)

Fig. 4. Besoins de l'organisme en eau: en fonction de la température en fonction de l'activité

Pierre GOUROU* (1982) souligne, en effet, avec force l'existence d'un préjugé " anti-tropical " qui remonte à MONTESQUIEU, mais n'épargne pas les publications récentes de l'UNESCO-FAO (1978) où "un auteur n'hésite pas à écrire que la température de 26° est le maximum tolérable pour les travailleurs forestiers sous les tropiques". Il en est peut-être de même des 18 l. d'eau indispensables à l'organisme....

Dans "Drawers of water", G.F. WHITE (1972) reprend ces mêmes chiffres en les expliquant : les pertes d'eau de l'organisme dépendent en partie de son environnement et de ses activités. Certaines sont inévitables :

- condensation respiratoire d'autant plus forte que l'air est plus sec,
- perspiration invisible par la peau,
- transpiration, excrétion urinaire et fécale.

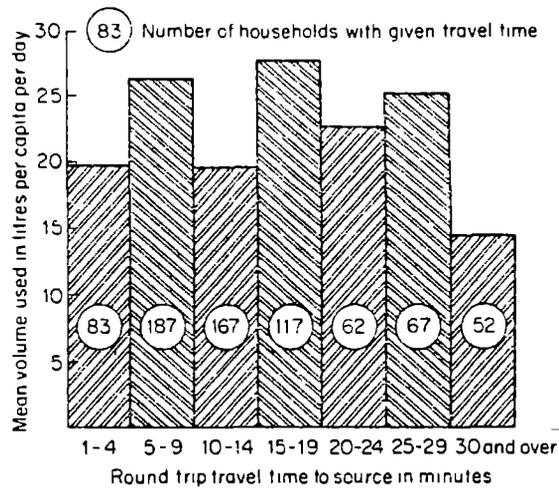
De même, l'effet de l'activité, suivant les températures, est loin d'être négligeable. Un dur travail au soleil pendant 8 heures par jour double le besoin d'eau entre les températures de 18° et 30°, comme on peut le constater sur la Fig. 4.

1 -2 - Le mode de vie.

Pour ne pas multiplier les subdivisions dans ce paragraphe, "mode de vie" sera pris dans un sens large, englobant à la fois l'état, nomade ou sédentaire, les localisations de l'habitat par rapport au point d'approvisionnement, les habitudes culturelles déterminant, en particulier, sur quelles personnes repose la charge de la fourniture de l'eau.

Le nomadisme est un efficace moyen d'adaptation à une situation de manque : manque de nourriture, manque d'eau, manque de sécurité... Il n'est donc pas étonnant que ce mode de vie détermine des besoins minimum. Il est bien reconnu d'ailleurs, par tous les pays ou les gouvernements qui sont confrontés à ces problèmes, que la sédentarisation des nomades

* GOUROU. P. 1982. Terres de bonne espérance, le monde tropical. Terre Humaine Plon. 456 p.



Histogram for analysing relationship between volume used and distance to source. Note that none of the households in the sample has a private connection

Sources: S.CAIRNCROSS)

Fig. 5. Relation entre la quantité d'eau consommée et la distance à la source

entraîne une consommation accrue en eau. (M. BUSTAMANTE AHUMADA, 1975, Ch. TOUPET, 1977). BEYER MARTIN (1976) rapporte une consommation journalière de 5-6 l. d'eau chez les Touaregs.

Le mode de vie sédentaire entraîne une demande en eau qui varie avec différents paramètres. Si un grand nombre de publications mentionnent ce fait, trois auteurs en ont fait une étude à la fois plus approfondie et plus détaillée. (G.F. WHITE, 1972, S. CAIRNCROSS, 1980, R.F. CEMBROWICZ, 1983).

-D'abord, la demande en eau varie avec la proximité ou l'éloignement du point d'approvisionnement. Comme on pourrait s'y attendre, plus la source est éloignée, plus le temps de portage est long et difficile, plus les besoins seront réduits au minimum. Il faut cependant nuancer cette affirmation et les auteurs sont d'accord sur ce point. "A l'origine, nous pensions que plus la distance à la source était grande, moins il y aurait d'eau consommée. Observation qui se montre douteuse. Le manque d'une relation linéaire entre la consommation par personne et la distance à la source a été établi. La relation semble être curviligne et reflète deux facteurs: jusqu'à une distance critique (dans la plupart des sites, elle apparaît à environ 2 km,) il y a tendance à utiliser la même quantité d'eau par personne, au delà, le niveau de consommation tend à chuter". (G.F. WHITE, 1972). La Fig. 5 (S. CAIRNCROSS, 1980) représente la quantité d'eau utilisée en fonction de la distance à la source (exprimée ici en temps de trajet). On voit bien, en effet, qu'il n'y a pas de relation entre ces deux variables, au moins pour les temps compris entre 1 et 29 minutes. A partir d'un trajet de 30 minutes la consommation amorce une chute (de 50% par rapport aux valeurs les plus hautes). Il est regrettable que le graphique ne soit pas plus précis au delà de ce temps de 30 minutes. Il confirme néanmoins les observations de l'auteur précédent.

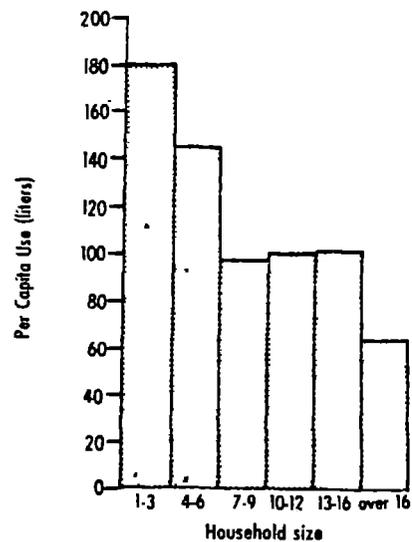
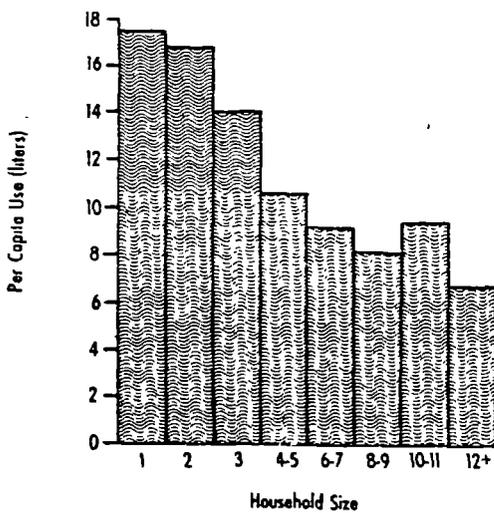
Une autre confirmation est donnée par une publication provenant d'une enquête faite en Haute Volta. La consommation est de 25 l/j/pers. si le point d'eau est à moins de 500 m, et de 5 l/j/pers. pour une distance de portage allant de 2 à 4 km. (M. GAGARA, 1978).

La pénibilité du parcours a nécessairement une influence sur la quantité d'eau transportée. La dépense d'énergie, en calories, pour se procurer l'eau

CALORIES USED PER HOUR IN WALKING TO WATER AND CARRYING WATER										
Subject	Sitting or Standing		Walking at Approximately 2.5 mph		Carrying Loads of					
	C/K/hr	C/hr	C/K/hr	C/hr	14 kg		20 kg		40 kg	
Man										
58 kg	1.5	87	3.5	203	3.7	215	3.9	226	-	-
Woman										
54 kg	1.5	81	3.5	189	3.7	200	3.9	211	4.9	265
Child										
25 kg	1.5	38	3.5	88	2.7	93	3.9	98	-	-

Tabl. 1. Besoins caloriques nécessaires pour aller chercher et porter l'eau l'eau.

(Sources: G.F. WHITE)



Size of household and mean per capita daily use for unpiped households

Size of household and mean per capita daily use for households with piped connections.

Fig. 6. Consommation journalière en fonction de la composition de la famille

(Sources G.F. WHITE)

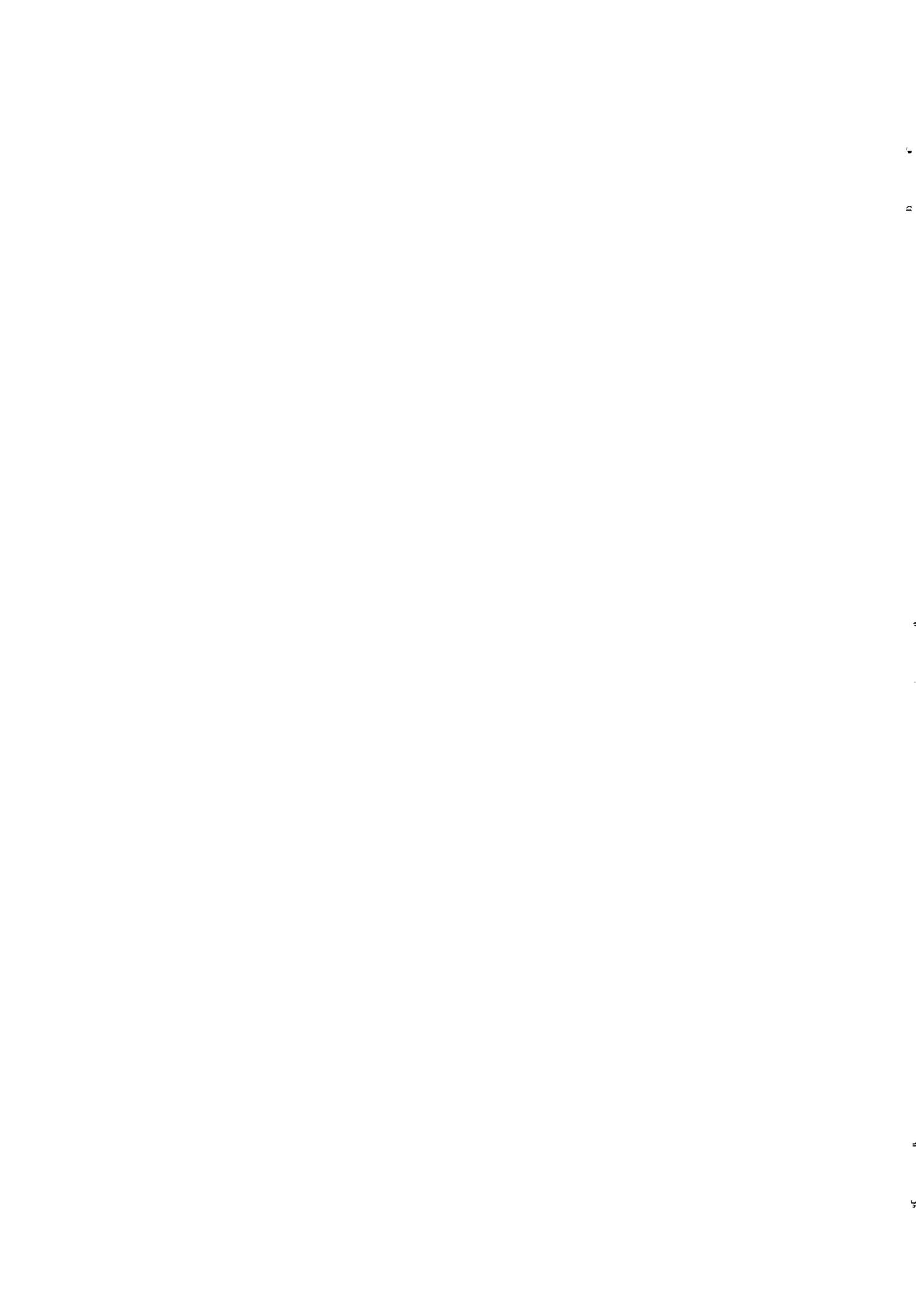
dans divers terrains a été évaluée. (G.F. WHITE, 1972, WORLD BANK, 1972). (Tab. 1). Il a été aussi calculé que le portage de l'eau en Afrique consommait 12% des besoins caloriques de la plupart des femmes des régions non arides. Dans les régions arides et montagneuses, l'énergie passée à rapporter de l'eau et du bois de feu peut aller jusqu'à 25% de la consommation calorique journalière. (M. FALKENMARK, 1982).

-La demande en eau varie encore avec la composition de la famille. Il a été établi que la consommation par personne décroît avec l'augmentation du nombre de personnes dans la famille, exception faite pour les ménages composés de couples âgés ou de veuves.

Le départ des enfants dans la vie active fait aussi chûter la demande. Il est à noter que pour les maisons raccordées à un réseau, la consommation est beaucoup plus forte, mais obéit approximativement aux mêmes variations. (G.F. WHITE, 1972, M. FALKENMARK, 1982, R.F. CEMBROWICZ, 1983). (Fig. 6).

-Pour ce qui est de l'approvisionnement, un fait est général: porter l'eau est le premier devoir d'une femme d'Afrique. Là où il y a plusieurs femmes, elles peuvent se partager la tâche; les enfants garçons ou filles y prennent part. En règle générale, il y a un fort préjudice contre un homme transportant de l'eau, sur sa tête ou sur son dos..." Il serait honteux pour un Kikuyu d'être vu avec un récipient sur son dos... Si un Nandi porte de l'eau, pour quelque raison que ce soit, il la portera le moins en évidence possible, à la main, peut-être dans un bidon de lait!..." (G.F. WHITE, 1972). Et pourtant, dans tous les groupes, les vendeurs d'eau sont souvent des hommes.

Nous n'avons trouvé, dans aucune des publications consultées des chiffres de consommation si le transport est effectué par des animaux de bât. Soit le phénomène n'a pas été étudié, soit il n'augmente pas la consommation de manière significative, mais il est probable qu'il augmente la distance de portage.



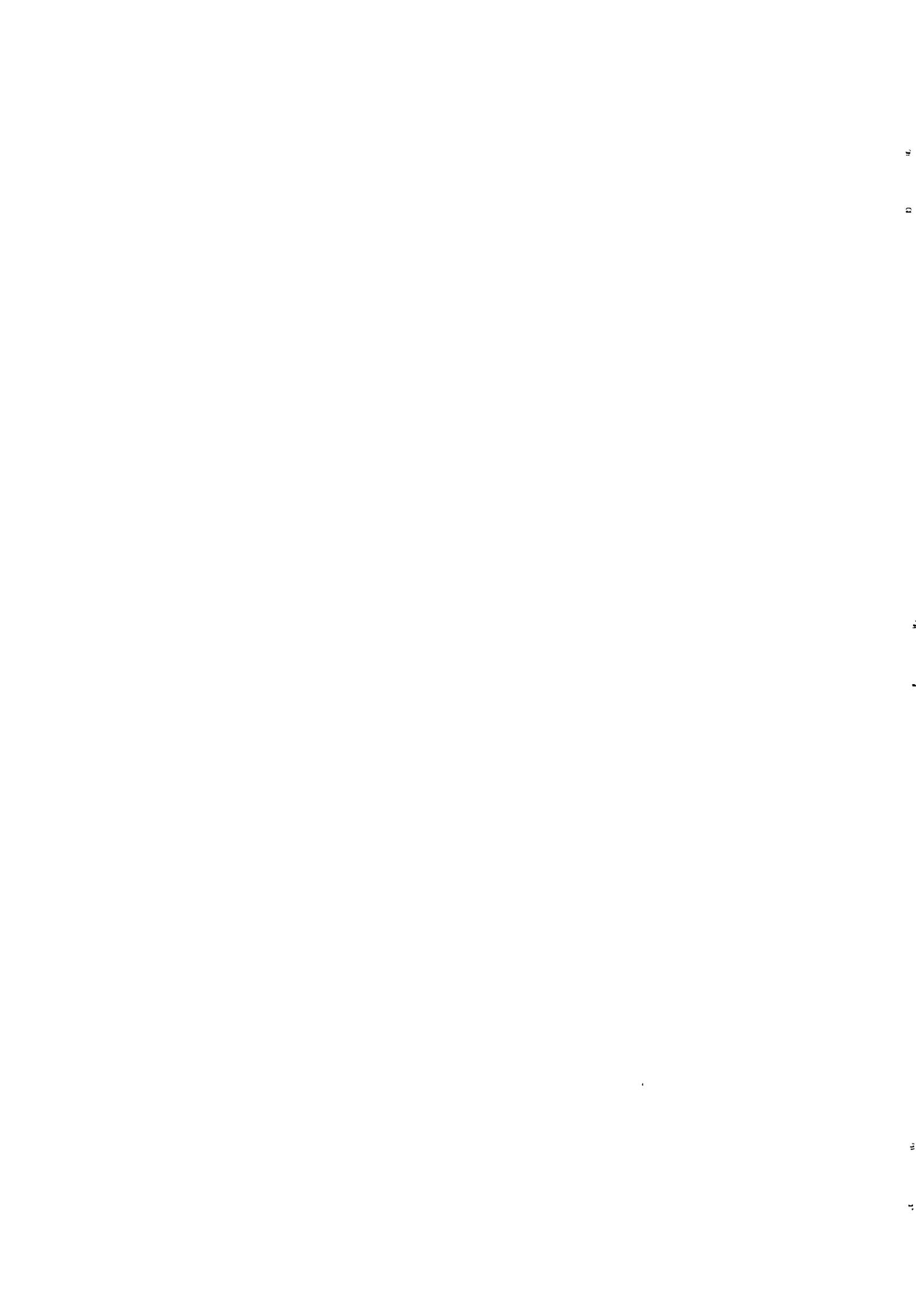
1 -3 - Le degré de développement.

Depuis longtemps les économistes des pays développés ont mesuré le degré de développement en termes de richesse matérielle (PIB..). On reconnaît actuellement que cet indice ne peut traduire de façon satisfaisante les notions de développement qui se sont fait jour depuis quelques années. On y adjoint souvent un "indice de qualité physique de la vie" (IQPV), (G.BLARDONE*, 1982). Les publications traduisent cette même double approche. On retrouve donc des études sur la variation des demandes en eau en fonction d'un critère de richesse matérielle et en fonction d'un critère appelé par les Anglais "Education Index".

-La richesse matérielle semble accroître la consommation, ceci aussi bien dans les zones rurales que dans les zones urbaines, et même dans les cas d'approvisionnement en eau à la fontaine publique et portage. (R.F. CEMBROWICZ, 1983).

-Par contre, "un plus haut niveau d'instruction atteint dans une famille, n'apparaît pas être en relation avec la demande par tête parmi ceux qui portent l'eau, bien que cela varie quelque peu avec la consommation totale de la maisonnée. C'est une surprise, car on pouvait penser que l'accès d'un membre de la famille à l'enseignement, de l'hygiène entre autres, aurait augmenté la demande, à la fois pour les utilisations sanitaires, la préparation des repas et la propreté des personnes. Le cas général est que l'instruction n'augmente pas nécessairement la demande en eau".(G.F. WHITE,1972). Cette observation qui a surpris les auteurs, ne manque pas de nous surprendre nous même. D'autres publications, en effet, font remarquer avec justesse qu'une formation des populations à une meilleure hygiène, à une meilleure compréhension des problèmes sanitaires, ne peut qu'augmenter la demande en eau, et donc aggraver en un sens la conscience du manque.

* BLARDONE.G. 1982. Les indicateurs économiques et sociaux du développement.Stratégie du développement. Cours Institut des Sciences Sociales Appliquées. Texte polycopié.



" Transporter l'eau devient plus difficile et prend encore davantage de temps lorsqu'on encourage les femmes à améliorer l'hygiène dans leur foyer et que leur besoin en eau augmente en conséquence. Ces améliorations exigent qu'elles aillent plusieurs fois par jour jusqu'à la rivière..." (E. GACHUKIA*).

On peut penser que le livre de G.F. WHITE, qui rapporte les résultats d'une enquête faite avant 1970, est, sur ce point précis, un peu dépassé. Cependant nous n'avons pas retrouvé dans les publications plus récentes, des enquêtes sur ce sujet. On peut penser aussi que la personne qui acquiert une certaine instruction n'est généralement pas celle qui assure le portage, ce qui expliquerait ce décalage.

2 - L'eau potable: deux impératifs, quantité, qualité.

Nous l'avons mentionné dans le paragraphe précédent, il existe un besoin en eau minimal qui permet la survie. Cela acquis, quelles sont en général, dans le domaine géographique étudié, les quantités consommées, quantités qui traduisent en fait le degré d'accessibilité technique et économique à l'eau. On peut rapporter ces quantités à l'individu ou à la collectivité, sachant que cette dernière comprend non seulement la somme des besoins des individus, mais aussi ceux inhérents aux infrastructures collectives (écoles, dispensaires...)

Un autre problème est celui de la qualité de l'eau consommée. Ce que recouvre le terme "potable" peut être très variable suivant les pays, et est souvent mal perçu par les populations concernées.

2 -1 - Les besoins de l'individu.

On exprime généralement les besoins en eau des individus en litres/jour/personne (lpcd, dans les publications anglo-saxonnes). Mais dans l'ensemble des publications règne une certaine confusion.

*Eddah GACHUKIA. Membre du Parlement. Ancienne Présidente du Conseil National des femmes du Kenya et du Comité Directeur du projet FISE/ONG relatif à l'eau. Nairobi.

Besoins en eau signifie à la fois quantité effectivement consommée par personne et objectif de fourniture qu'il serait bon d'atteindre.

"Les populations rurales ont à parcourir de très grandes distances, (la dizaine de km n'est pas un record) pour quérir le minimum vital qui semble être de l'ordre de 5 l./j/pers. Cette valeur représente un véritable besoin réel et donc un objectif social prioritaire; on peut trouver tout à fait raisonnable les objectifs de 10 l./j/pers. à court terme, et 20 l./j/pers. à moyen terme, affichés par la plupart des pays sahéliens". (P.C.DAMIBA, P. SCHRUMPF, 1981). Cette phrase, extraite du livre "Quel avenir pour le Sahel ?" confirme cette impression.

En fait, les quantités effectivement consommées sont mal connues dans les zones rurales. Diviser le nombre de m³ fournis par un réseau, par le nombre de personnes desservies donne bien sur une moyenne de consommation qui, même si elle ne traduit pas toutes les nuances souhaitables, procure une indication fiable. Mais pour ceux qui ne sont pas desservis par un réseau, mais par des points d'eau variés et non contrôlables, aucune comptabilisation systématique n'est facile à mettre en oeuvre. Un certain nombre de publications sont d'ailleurs d'accord sur ce point et demandent en premier lieu d'établir pour chaque région et même pour chaque village, une enquête sur les besoins des habitants. (ONU-PNUD, 1975. OMS-IRC, 1978, J.C. FAHY, 1979. J.M. BAHR, 1981.)

La FAO (1977) d'ailleurs mentionne une enquête faite en Haute Volta sur 32 puits ou forages équipés de pompes manuelles. Pour chaque point d'eau il était noté :

- le nombre d'utilisateurs venant se ravitailler,
- les heures d'utilisation des pompes,
- le volume journalier soutiré,
- la consommation moyenne par jour (le nombre d'habitants étant connu dans chaque village).

Les résultats donnent une consommation maximale de 18 l./j/pers. et une consommation minimale de 6 l./j/pers.

Une enquête similaire faite au Ghana donnait 25 l./j/pers. Cependant quelques études précises ont mesuré les consommations, variables selon la difficulté de se procurer l'eau, la saison, les habitudes. On citera

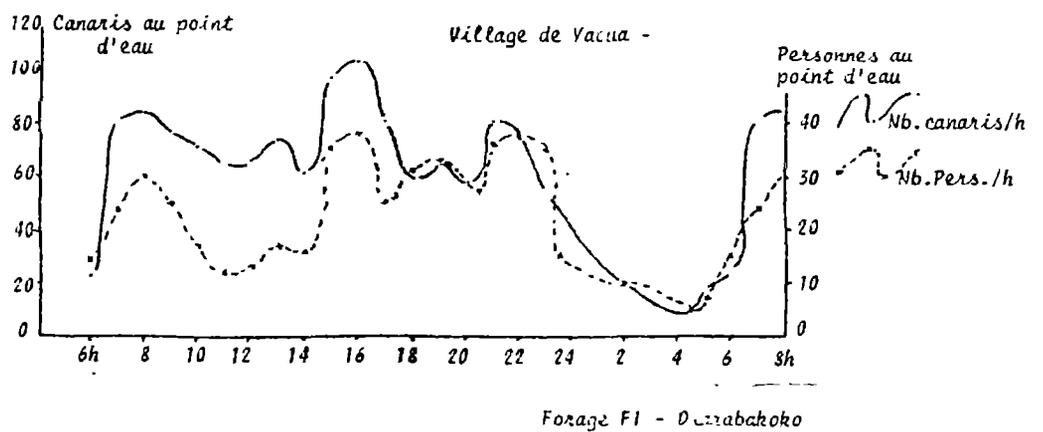
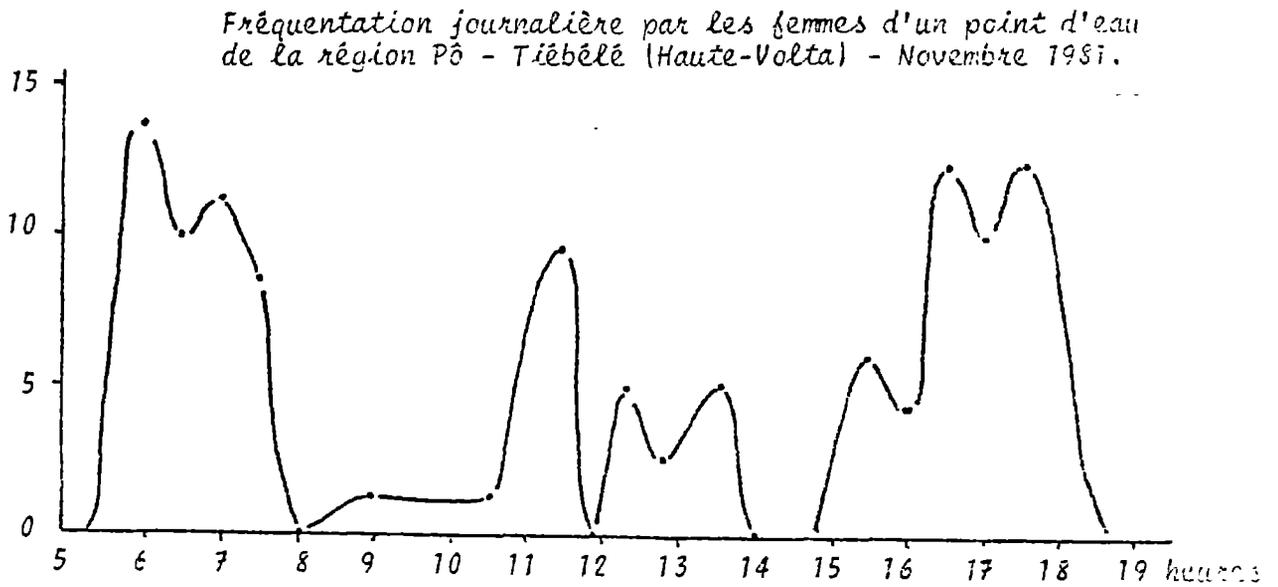
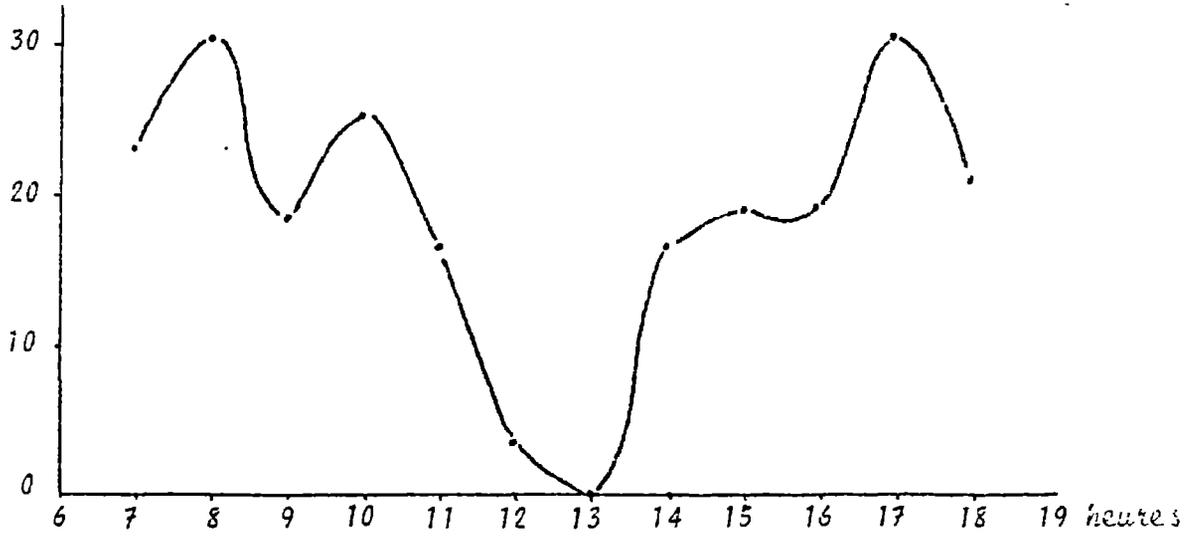
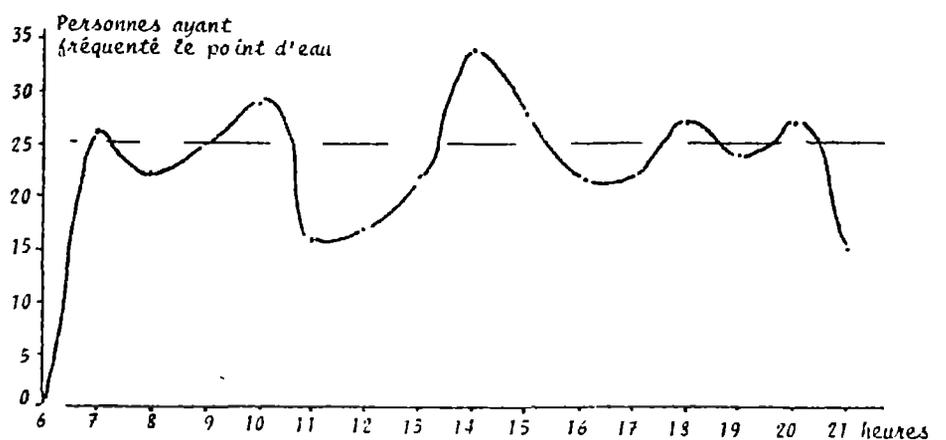


Fig. 7. Courbes de fréquentation des points d'eau. (Sources: B. DIAGANA)



en particulier celle de B. DIAGANA (1983) : Etude de la consommation en eau du milieu rural. Ce travail, effectué sur 5 départements de la Haute-Volta reprend les divers facteurs influençant la consommation d'eau, le climat et le mode de vie, et évalue la fréquentation des points d'eau, que ce soit des eaux de surface ou des eaux souterraines. Pour l'utilisation des puits et des forages, les temps de puisage et de pompage sont mesurés. Ceci est évidemment à mettre en rapport avec le débit des puits et des pompes. Enfin, cette publication signale avec justesse que la consommation est fortement influencée par la saison. En saison sèche, la totalité de l'eau nécessaire est prélevée aux points d'eau. En saison humide, une partie de l'eau domestique (vaisselle, lavage, toilette) provient de l'eau des mares, les puits et forages étant sollicités seulement pour l'eau de boisson et pour la cuisine. La consommation globale s'en trouve donc modifiée d'une saison à l'autre. Fig. 7.

Cela est évidemment important à connaître lorsqu'on envisage le stockage de l'eau excédentaire de la saison pluvieuse, eau qui est consommée pendant la saison sèche. (P.MARTIN,1975).

Un rapport existe aussi entre la consommation et la pluviométrie. La consommation totale augmente du Nord vers le Sud, c'est à dire des régions sèches vers les régions les plus humides. (B. DIAGANA, 1983) (Fig. 8).

Par contre, pour ce qui est de la deuxième acception du mot besoin, (besoin=objectif), la littérature est abondante. Il y a les besoins minimaux 10 l./j/pers. à "fournir dans les conditions d'accès les meilleures possibles" (M. BOUCHI-LAMONTAGNE, 1983), les besoins à moyen ou long terme, "pour 1990, le chiffre de 25 l./j/pers. est avancé" (BULL. AFR. NOIRE, 1977, FAO, 1977). De plus, comme le fait remarquer R.F. CEMBROWICZ (1983), "le schéma de la demande varie substantiellement selon qu'il est rapporté par le médecin, l'agence financière ou les représentants locaux, chacun ayant ses intérêts spécifiques".

Enfin on note dans un certain nombre de publications, (CILSS, 1981, M. BOUCHI-LAMONTAGNE, 1983, C. LEFROU. J. BAZIN, 1983) que les besoins en eau des populations évoluent bien sûr avec l'accroissement de ces populations, mais aussi avec l'amélioration de la fourniture de l'eau. Il se produit alors une augmentation rapide de la demande, qui risque d'occasionner un glissement de l'hydraulique villageoise, peu exigeante, à une hydraulique de type urbain plus dispendieuse.

Pluviométrie

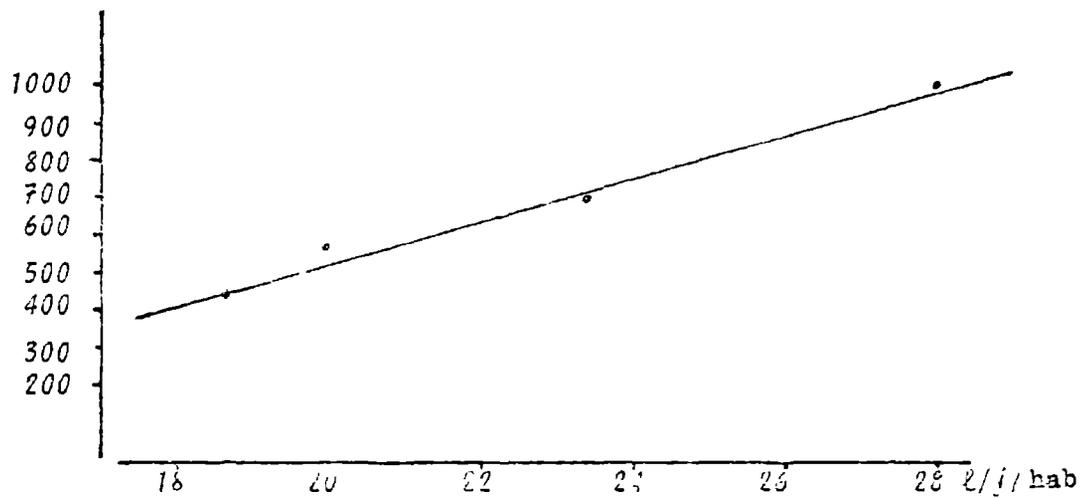


Fig. 8. Consommation en fonction de la pluviométrie.

(Sources: B. DIAGANA)

Confirmation en est faite par les quantités utilisées lorsque des adductions sont effectuées. " L'installation d'un robinet dans une cour commune à plusieurs ménages fait passer la consommation à 50 l./j/pers., le branchement direct avec une installation intérieure minimale, à 100 l/j/pers." (C. LEFROU. J. BAZIN., 1983).

Une méthode tout à fait originale d'évaluation des besoins est présentée par un rapport du Colloque du "Scandinavian Institute of African Studies" (M. FALKENMARK, 1982). Les besoins en eau sont mesurés en les rapportant aux mm de précipitation. Convertis en précipitation annuelle nette, 10 l./j correspond à 0,4mm/an. On additionne ainsi les besoins des hommes, des animaux et des plantes et on calcule quelles seraient les précipitations théoriques qui permettraient d'assurer une fourniture adéquate.

2 - 2 - Les besoins de la collectivité.

A partir du moment où la population s'organise en communautés villageoises, une autre demande survient. Les besoins estimés d'une école primaire sont de 10 l./enfant/jour (HELVETAS, 1981) d'un collège, 90 à 140 l/jour/ élève (OMS-IRC,1981) d'une maternité 100l./lit, d'un hôpital sans salle d'opération 100 l./lit, avec salle d'opération 200 l./lit (HELVETAS, 1981) Ces dernières installations ne se trouvent pas souvent, il est vrai, dans les zones dites rurales.

De plus, tout rassemblement de personnes entraîne des habitudes de vie similaires. Les variations de demande en eau au cours de la journée prennent de l'importance. En effet, si un point d'eau est capable de fournir la quantité indispensable, encore faut-il qu'il la fournisse aux moments de la journée où elle est demandée. Ainsi d'après une enquête:

"30% de la demande se fait entre 6 h et 8 h.

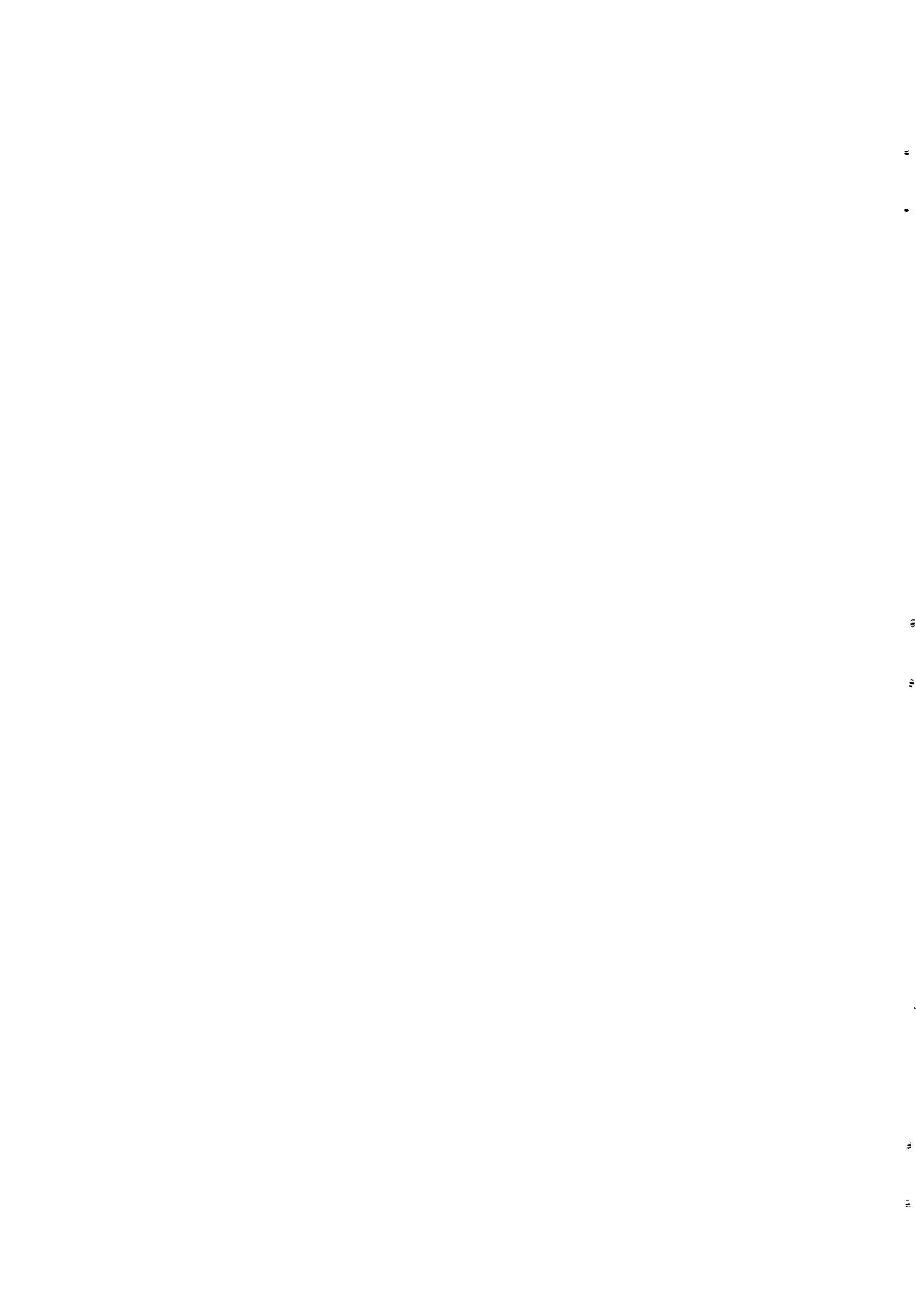
10% entre 8 h et 14 h.

25% entre 14 h et 17.30 h.

20% aux autres heures du jour.

5% entre le coucher et le lever du soleil " (HELVETAS,1981).

On voit l'utilité de ces données quand il faut choisir un moyen d'exhaure et son débit. "Sous peine de provoquer de longues queues d'attente, le débit de la pompe devra atteindre au minimum la demande des heures de pointe.



Si, par exemple, il s'agit d'un puits moderne, large, où à certaines heures de la journée, 6 à 8 femmes puisent ensemble, la pompe aura-t-elle un débit suffisant pour satisfaire une telle demande ?" (M.T. ABELA,1980).

De même, on s'en doute, les jours de fête et les jours de marché ont une grande influence sur la consommation (HELVEIAS,1981).

Enfin, il existe des consommations périodiques exceptionnelles : la fabrication de bière de mil peut mettre le puits à sec (Burkina Faso) de même que la fabrication de briques en banco (Niger, Sénégal) (P. MARTIN. J.BRISSON W. WEYNS,1984).

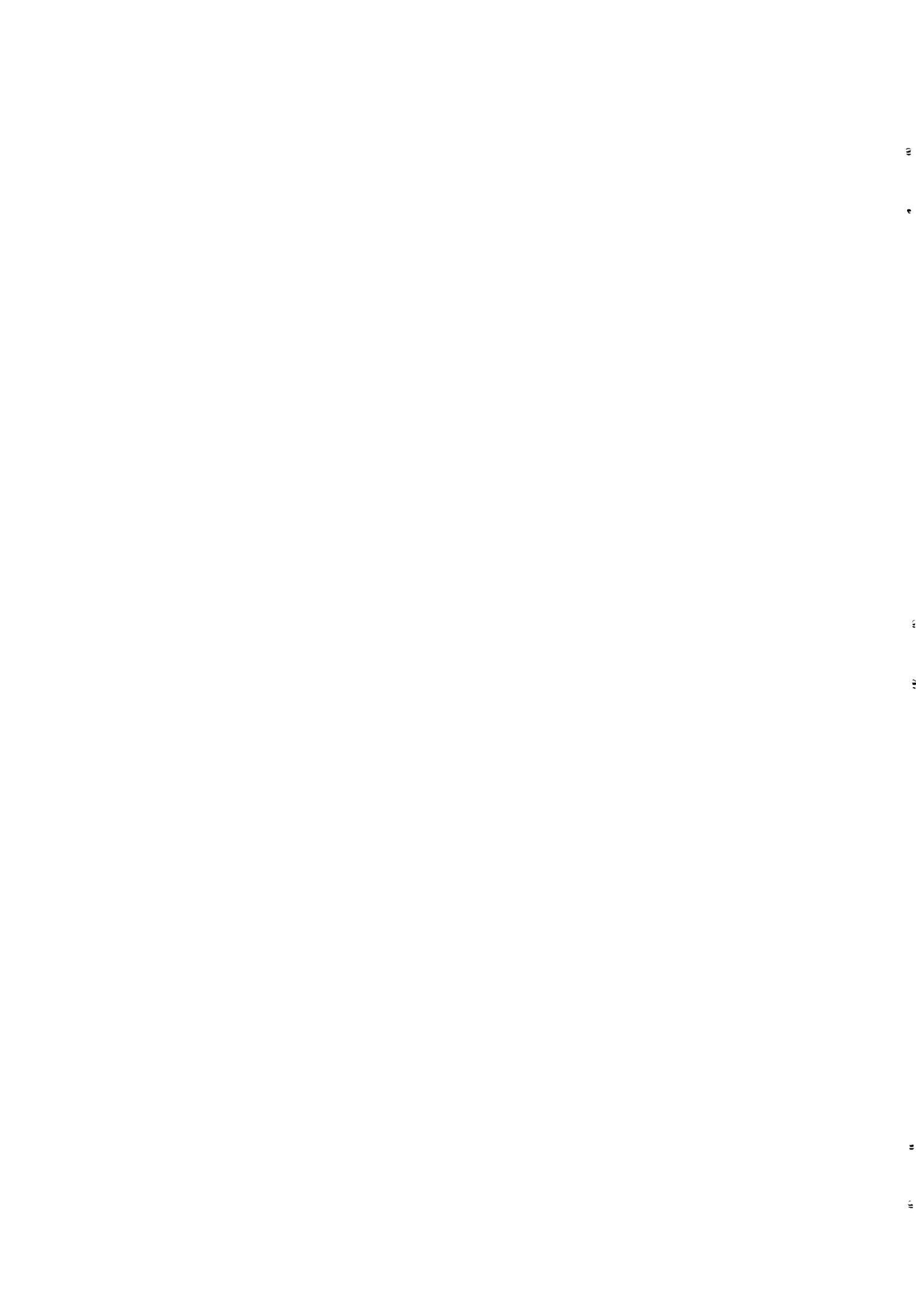
Certains auteurs ont défini des grandeurs unités : UHB=unité hydraulique de base, soit 5 m³ par village de 200 personnes (25 l./j/pers.) (BULL. AFR. NOIRE,1977); "les points d'eau unité" qui sont des forages de 1m³/heure, reproductibles à un grand nombre d'exemplaires, permettant de desservir 300 habitants à 20 l./j/pers. (J. LEMOINE, 1979)," les unités démographiques" (CILSS, 1981).

Mais d'une façon générale, les besoins des collectivités sont exprimés en points d'eau. Que ce soit les publications scientifiques, les articles de vulgarisation ou les programmes des gouvernements, tous s'accordent pour parler du nombre de points d'eau existants, à entretenir ou à créer. Et avec ce langage tout le monde se comprend.

Enfin, un auteur (J. BICHELER, 1975) définit une notion de seuil. " Il n'est pas inutile d'essayer de préciser, éventuellement par grandes zones géographiques, le seuil à partir duquel le village, dont l'approvisionnement en eau peut être assuré à la limite par un point d'eau unique, devient une petite ville rurale où un réseau de canalisations doit desservir plusieurs points d'approvisionnement, voire quelques branchements particuliers ". On retrouve ici, en abordant les besoins de la collectivité, le flou qui délimite, mal, le rural de l'urbain.

2 - 3 - La qualité de l'eau.

Nous avons éliminé, dans ce travail, les articles à caractère trop médical, ceux-ci n'étant pas de notre compétence. Les problèmes de la qualité de l'eau risquent donc d'être présentés d'une façon un peu sommaire alors qu'il existe une abondante littérature sur le sujet. (J. DEOM, 1982).



En premier lieu, il convient de mentionner les publications de l'OMS (H. GALAL GORCHEV. G. OZOLINS, 1984) qui donnent de nouvelles directives se substituant aux normes OMS de 1971 et aux normes européennes de 1970. L'accent est mis sur la sécurité biologique, plus de la moitié de la population du globe étant en contact avec une eau contenant des micro-organismes. Ces normes ont des valeurs indicatives et on voit tout de suite "qu'elles sont loin d'être respectées partout; il reste encore de nombreuses régions où il est difficile, voire impossible, d'atteindre ce niveau pour des raisons économiques et pratiques. Dans ces régions, il serait nécessaire d'établir des normes bactériologiques locales pour les adductions d'eau publique ". (HELVETAS, 1981). Les manuels qui traitent de normes pour l'eau potable font d'ailleurs un "distinguo" assez révélateur.

Ainsi, les normes bactériologiques exigent l'absence de colibacille (*Escherichia coli*) dans chaque échantillon de 100 ml d'eau entrant dans le système de distribution, dans au moins 90% des échantillons prélevés. La densité des colibacilles (coliforme) est estimée en terme "MPN" (most probable number): la plus grande probabilité dans 100 ml d'eau (= MPN index).

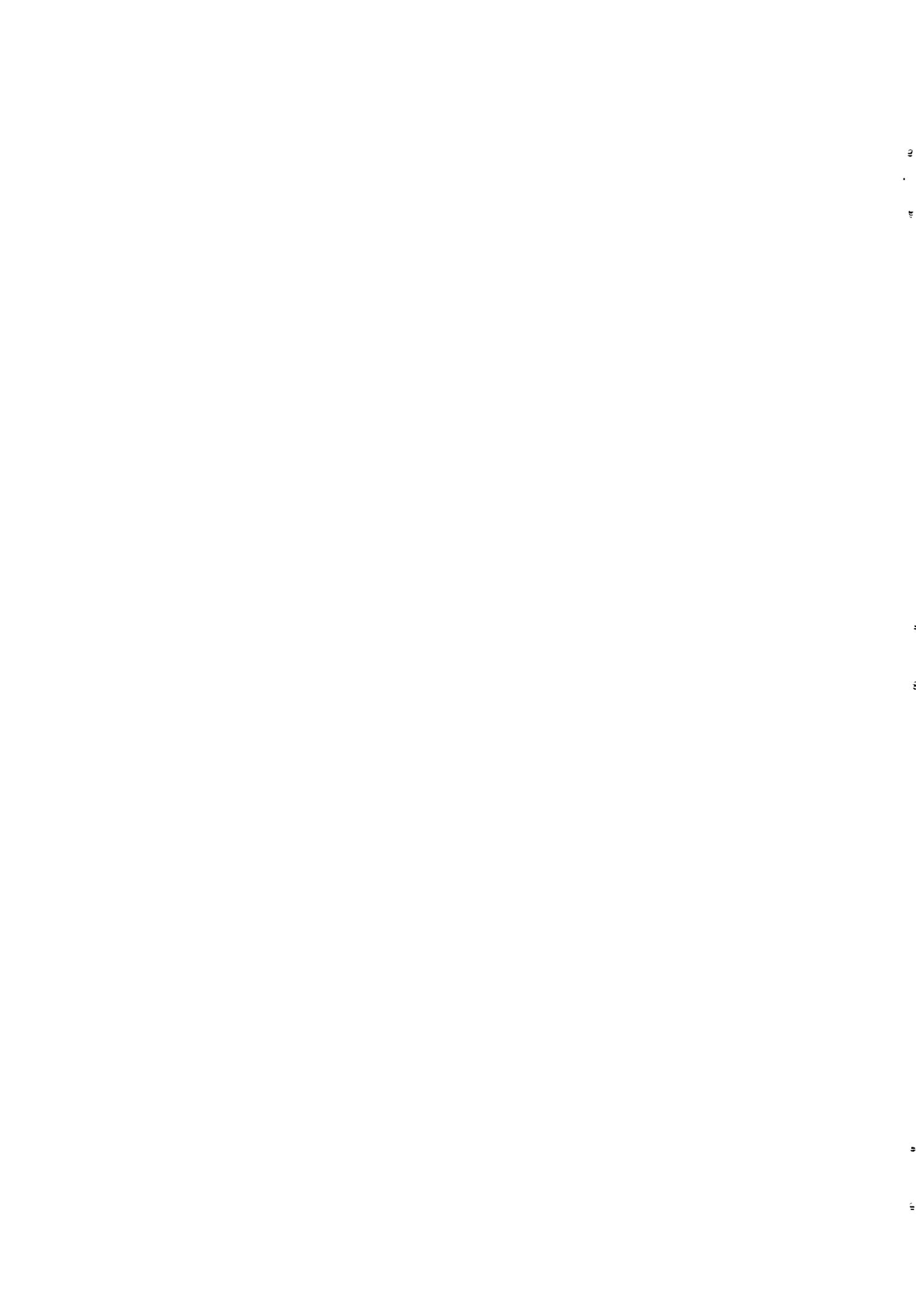
Pour l'eau traitée, 90% des échantillons examinés chaque année doivent être exempts de colibacilles ou alors le MPN index doit être inférieur à 1. Aucun des échantillons prélevés ne peut avoir un MPN index supérieur à 10. Pour les eaux non traitées, c'est à dire la plupart du temps, l'eau des communautés rurales, les normes sont autres:

- dans 90% des échantillons examinés chaque année, le MPN index doit être inférieur à 10.

- aucun des échantillons prélevés ne peut avoir un MPN index supérieur à 20. (HELVETAS,1981).

On le voit tout de suite, les normes s'adaptent aux situations: le MPN index doit être inférieur à 1 dans un cas, et inférieur à 10 dans l'autre cas. La tolérance est de 1 à 10 dans les règlements. Elle est bien plus grande encore dans les faits. On signale les chiffres de 2000 coliformes/100 ml au Sénégal et des chiffres encore supérieurs en Côte d'Ivoire (R. BAYLET,1985) En fait, le problème de la qualité de l'eau est d'autant plus complexe que d'une façon générale, la population concernée n'est pas sensibilisée aux phénomènes de pollution bactériologique.

Récemment quelques études ont été faites pour savoir quels sont les



facteurs qui déterminent le choix des sources d'eau. Bien que ces études soient peu nombreuses, elles font apparaître cependant quelques caractères généraux. "Par exemple, la femme choisit pour sa famille la source d'eau qu'elle considère être de meilleure qualité. Ses critères peuvent être le goût, la température, l'odeur et l'apparence, beaucoup plus que des critères bactériologiques". (M. FALKENMARK, 1981).

" L'OMS estime que 80% des maladies qui affectent la population du globe sont directement liées à l'eau, et que si toutes les populations du globe avaient également accès à l'eau potable, la mortalité infantile serait réduite de moitié, notamment par la suppression des cas de diarrhée".(UNESCO,1985). Il est évident qu'une " eau saine pour tous" entraînerait des modifications du bilan santé très positives. Mais, en l'état actuel, le bilan eau-santé est moins simpliste que les slogans et les exhortations de la Décennie, nécessaires pour mobiliser les politiciens, veulent bien le laisser croire.

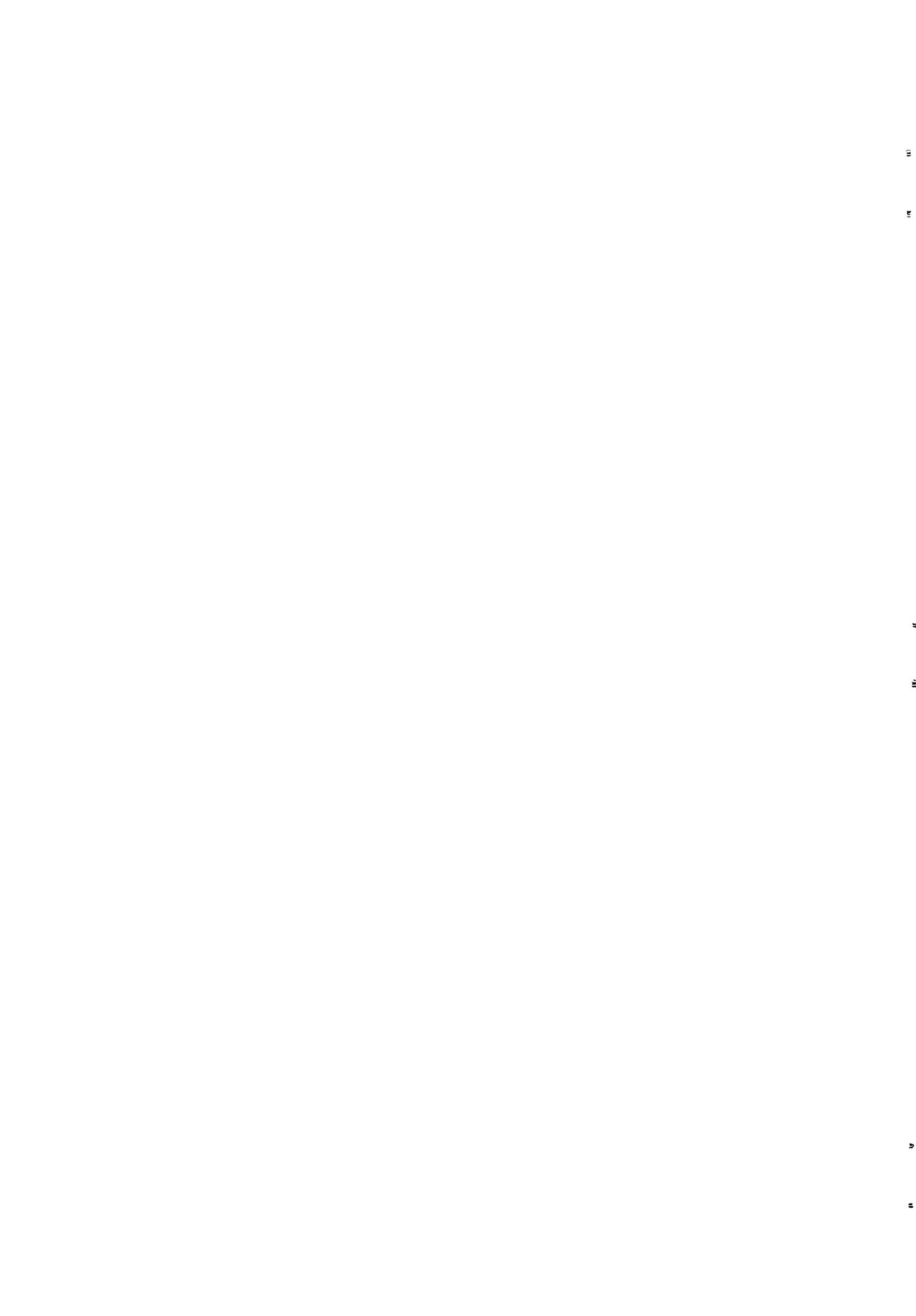
En effet, " contrairement à la présomption générale que la plupart des maladies hydriques peuvent être réduites avec l'amélioration de la qualité de l'approvisionnement en eau, certains indices donnent à entendre que la construction de puits en béton, et même de forages, n'a guère d'effets significatifs sur la situation sanitaire d'ensemble, ceci par manque de conscience de la qualité hygiénique de l'eau ". (P.C. DAMIBA. P. SCHRUMPF, 1981) Confirmation en est faite par une récente étude effectuée à Kolokani au Niger, par les services du PNUD (1984) où la pollution par coliformes des puits était de 100%, celle des forages de 26%, mais celle des canaris stockant l'eau de 96% (cité par P.MARTIN, J. BRISSON, W. WEYNS, 1984).

L'eau propre, seule, ne peut promouvoir une meilleure santé et sa fourniture est une condition nécessaire mais non suffisante. Ces informations doivent cependant être accueillies avec toutes les nuances qui s'imposent, l'échelle locale pouvant parfaitement contredire l'échelle générale.

De plus, comme le fait remarquer un auteur (M. FALKENMARK, 1981) si plusieurs tentatives pour mesurer la santé n'ont pas été concluantes, il peut y avoir à cela plusieurs raisons :

- la difficulté de mesurer la santé (il est plus facile de mesurer la maladie), la santé et le bien être n'étant pas seulement absence de maladie; on se heurte là à un problème méthodologique.

- la difficulté d'isoler, dans les causes de maladies, celles



liées à l'eau seule. Les effets de la fourniture d'eau saine pouvant être complètement anihilés par un assainissement défectueux.

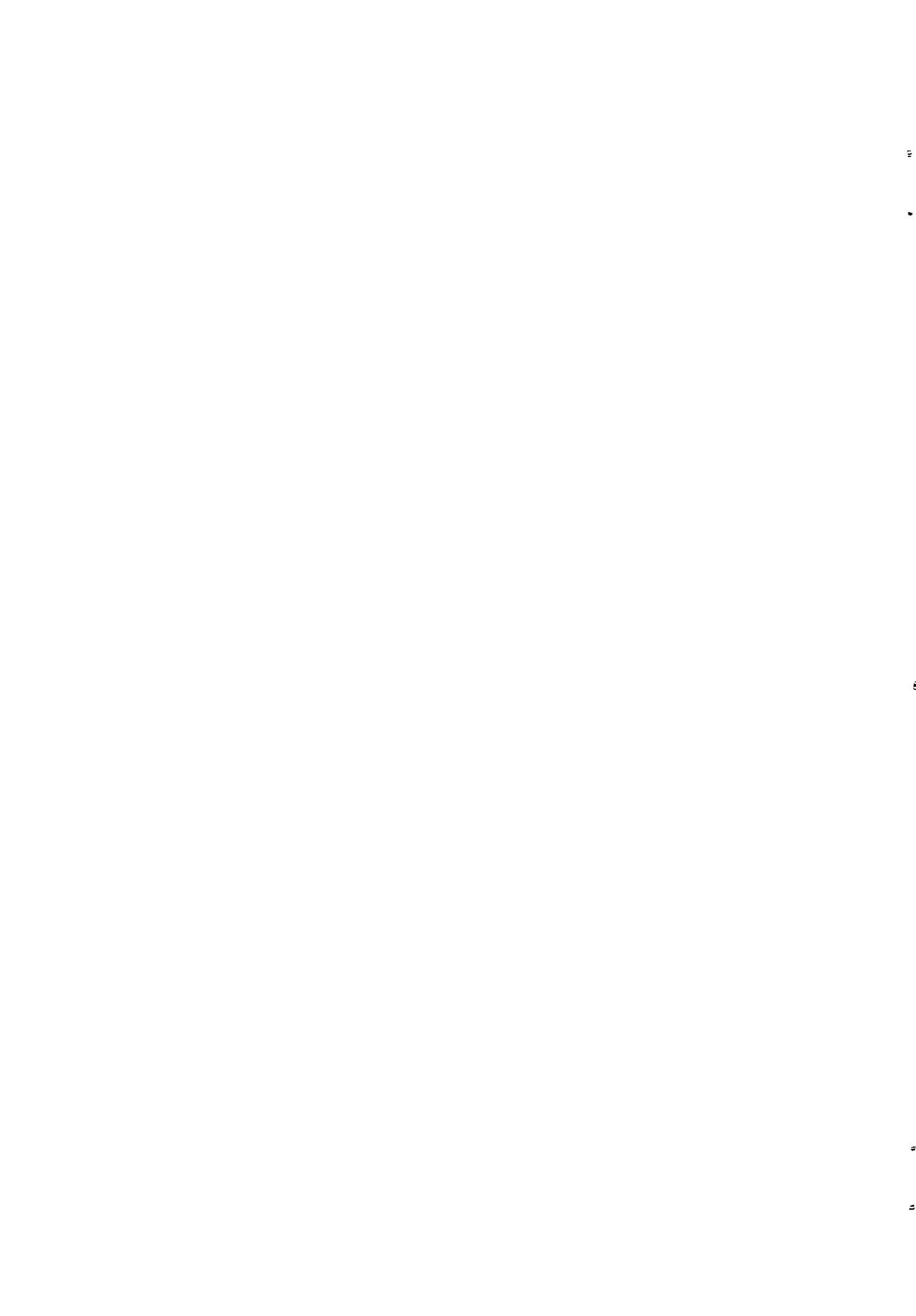
Les normes physico-chimiques, définies aussi par l'OMS, posent dans l'ensemble des pays étudiés, moins de problèmes, bien que, de l'avis des spécialistes, les risques soient plus insidieux par leur toxicité à long terme. (A. RAMBAUD, 1985). En Côte d'Ivoire par exemple, sur 12000 points d'eau aucun contrôle n'est effectué, or, il y a des eaux trop carboniques, (entraînant la corrosion du matériel et des risques pour la santé), des eaux trop fluorurées... Depuis quelques années cependant, lors des forages, la physico-chimie de l'eau est systématiquement étudiée.

Il reste évident aussi que les caractéristiques des eaux de surface sont liées à l'alternance saison sèche : faible débit d'eau, fermentations importantes, saison humide : sédimentation très forte. Cela entraîne une grande irrégularité des caractères physico-chimiques. (P. ROUANET, 1983).

On note que dans les régions côtières un fort pourcentage des eaux ont une qualité médiocre (87,9% au Togo) avec minéralisation excessive. (M. LE JONCOUR & AL., 1983).

Conscients de ces lacunes dans le domaine de la qualité de l'eau, plusieurs gouvernements organisent des séminaires de formation (CEFIGRE, 1980) pour le personnel de surveillance, espérant aussi par là, sensibiliser la population.

Il faut dire que pour l'ensemble des pays francophones de l'Afrique de l'Ouest, la législation dans ce domaine est très souple, voire caduque. Il n'y a pas de structure nationale ou régionale en mesure d'étudier la pollution des eaux continentales. "Il apparaît aussi une dispersion importante des responsabilités en matière de contrôle et de protection des eaux naturelles (Ministère de la Santé, de l'Environnement, de l'Hydraulique, de l'Industrie et du Tourisme) qui est souvent un frein à la mise en oeuvre d'actions efficaces et favorise la fuite des responsabilités. On ne saurait trop recommander dans ce domaine l'institution d'une instance unique (un Bureau de l'eau par exemple) qui soit l'interlocuteur direct des gouvernements" (C. DEJOUX, 1985).



3 - La couverture des besoins dans les pays étudiés.

En instituant la décennie de l'eau et de l'assainissement, les grands organismes internationaux ont tenté de faire prendre conscience de l'ampleur de l'inégalité en milieu rural.

En Europe, 95 personnes sur 100 ont l'eau courante, en Afrique, 90 personnes sur 100 ne l'ont pas. (A.T.B. NDIAYE, 1983) En Afrique Sahélienne 55 000 villages ne possèdent que 19 000 points d'eau modernes.(M. BOUCHI-LAMONTAGNE, 1983).

Un rapport établi par l'OMS pour la CEA comptabilisait les populations rurales des 26 pays de la CEA qui disposaient d'un approvisionnement en eau (U.N.,1980). De ce rapport nous avons retenu les chiffres de certains pays qui nous concernent :

Pays	Pourcentage de la population rurale couverte.
- Bénin	16%
- Cap Vert	30%
- Côte d'Ivoire	17%
-Ghana	20%
- Guinée	2,5%
- Haute Volta	13%
- Libéria	2%
- Mauritanie	faible
- Sénégal	23%
- Togo	10%

(Sources: Rapport établi par l'OMS pour la CEA. GWS/79.6)

Les quelques pays non mentionnés dans ce rapport (Niger, Mali, Nigéria) ont des chiffres voisins.

Si depuis une dizaine d'années, et surtout depuis le début de la décennie, des progrès dans la fourniture de l'eau ont été réalisés, globalement les chiffres n'ont guère changé. Moins d'un rural sur 5 a un accès satisfaisant à l'eau potable. En fait deux facteurs interviennent pour minimiser les efforts. L'augmentation de la population est importante malgré un fort exode rural.

Etat concerné	Nombre total de villages	Besoins totaux en pts d'eau modernes	Points d'eau modernes existants	Besoins nets
HAUTE-VOLTA	7.000	9.100	1.300	7.800
MALI	10.800	14.000	2.400	11.600
MAURITANIE	4.160	3 200	700	2.500
NIGER	9.380	12.000	5.000	7.000
SENEGAL	5.520	7.200	1.400	5.800
T O T A L	32.860	45.500	10.800	34.700

Tabl. 2. (Sources: CILSS, 1981)

	: Localités de moins de 5000 habitants :	: besoins totaux en points d'eau :	: Nombre d'ouvrages existants :	: Déficit actuel (Nombre de points d'eau supplémentaires à créer) :
CAP-VERT*	: 25.600	: 1.105	: 150	: 955
GAMBIE	: 1.007	: 1.500	: 300	: 1.200
HAUTE-VOLTA	: 7.400	: 19.500	: 4.000	: 15.500
MALI	: 10.412	: 27.000	: 5.300	: 21.700
MAURITANIE	: 2.350	: 2.350	: 928	: 1.422
NIGER	: 8.300	: 22.000	: 7.525	: 14.475
SENEGAL	: 14.350	: 7.400	: 1.400	: 6.000
TCHAD**	: 13.000	: 13.500	: 2.321	: 11.179
T O T A L	: 82.419	: 94.355	: 21.924	: 72.431

* Environ 80% de ces localités comptent entre 10 et 100 habitants.

** Le programme prévu pour le Tchad n'est pas encore terminé de sorte que les chiffres donnés ici sont des estimations.

Tabl. 2-3. Besoins, exprimés en points d'eau, des différents pays de l'Afrique de l'Ouest

(Sources : CILSS, 1984)

" On sait que le rythme de construction des ouvrages nouveaux est actuellement trop faible et n'accompagne pas la croissance démographique" (P.C. DAMIBA. P. SCHRUMPF, 1981). Le CILSS estime de son côté que la population rurale des 5 pays : Mali, Haute Volta, Mauritanie, Niger, Sénégal, doublera entre 1975 et 2000 (CILSS, 1981).

D'autre part, à la phase de construction d'ouvrages nouveaux indispensables s'ajoute celle de la réfection des ouvrages antérieurs qui par usure, ou manque d'entretien, ne sont plus en état de fonctionnement.

Si l'on s'exprime en points d'eau, l'inadéquation entre les besoins et ce qui existe est encore plus criante. On trouve dans le Bulletin d'Afrique Noire par exemple, des récapitulatifs de l'état de fait pour chaque pays. Il serait fastidieux de les énumérer tous, nous nous contentons des quelques chiffres de ces tableaux qui sont suffisamment révélateurs. (Tabl. 2)

Besoins couverts, objectifs, on retrouve là le malentendu du départ. La déserte se fait actuellement avec 1/4 des points d'eau qui seraient nécessaires pour réaliser un programme minimal. Ce tableau donne, en effet, pour les 5 pays cités, une première estimation de 40 000 points d'eau nécessaires. Or, il en existe 10 800 qu'il faudra renouveler d'ici l'an 2000. Si on considère un taux d'échec dans les forages de 20%, c'est 60 000 points d'eau qui sont à construire (M. BOUCHI-LAMONTAGNE, 1983).

Enfin, établi par le même organisme (CILSS) trois ans plus tard (1984), on s'aperçoit sur le Tableau 3. que les besoins en eau ne cessent de s'accroître. L'estimation des besoins nets, pour les mêmes pays, a presque doublé. Il faut préciser que l'optique de 1981 (satisfaire les besoins sociaux minimaux estimés à 5 l./j/pers.) et celle de 1984 (25 l./j/pers.) sont différentes aussi.

En dernière remarque, nous noterons qu'on retrouve rarement, dans les publications, des chiffres identiques. Il ne faut pas leur accorder toute la précision qu'ils ont l'air de donner. Nous les prendrons seulement comme représentatifs d'un certain ordre de grandeur.



DEUXIEME PARTIE

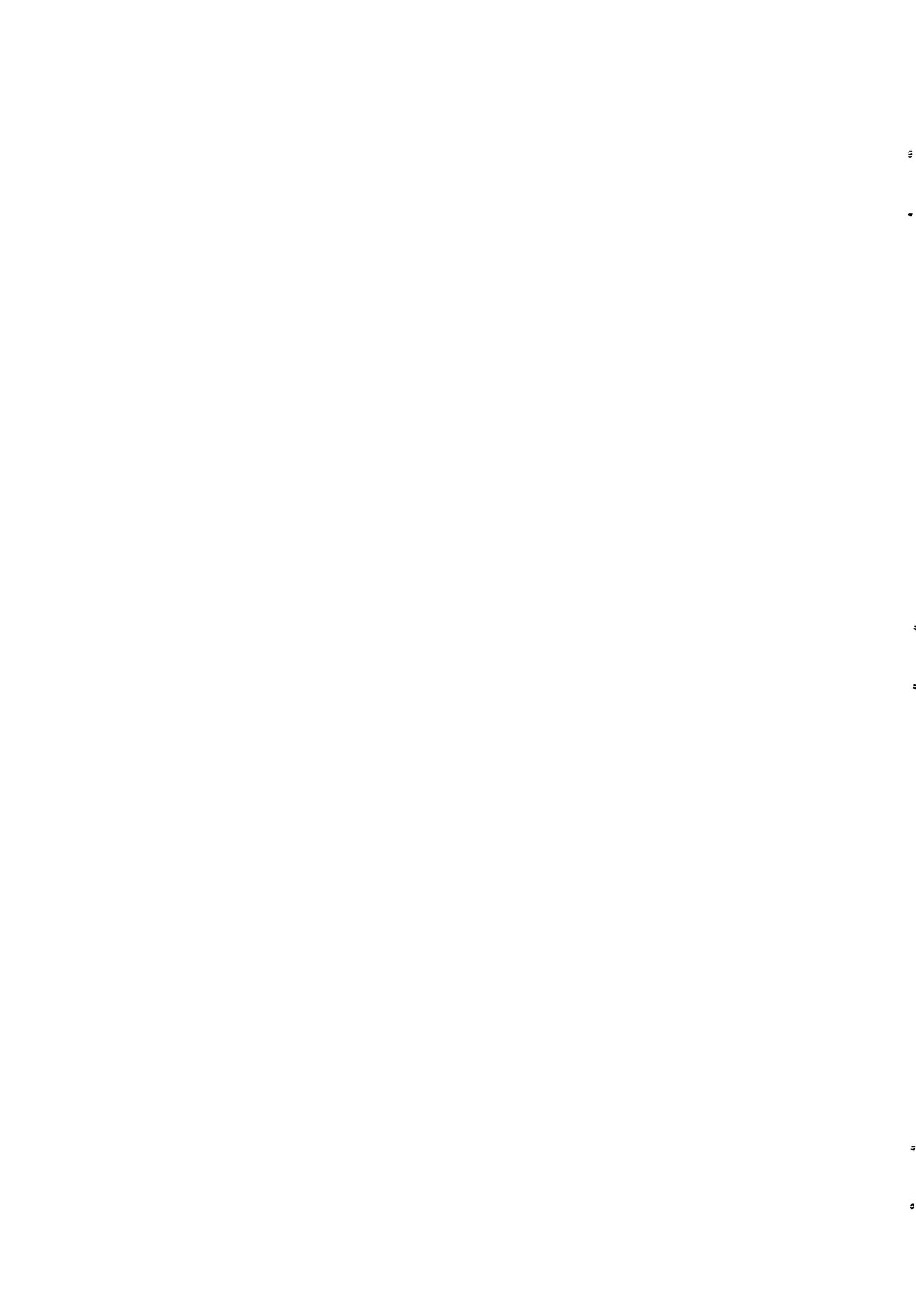
L'ACCES A L'EAU DES POPULATIONS RURALES.

Avant d'entreprendre la recension des moyens par lesquels les populations rurales ont accès à l'eau de consommation (qu'à ce stade du travail nous n'osons plus qualifier d'eau potable) il convient de préciser une série de points.

- La présentation que nous avons choisie (chaque sous-partie développant une technique spéciale) ne fait pas, ou fait mal apparaître les différenciations zonales. Elles existent pourtant. La zone humide ne résoud pas ses problèmes d'eau de la même façon que la zone sèche. A proximité de cours d'eau pérennes, l'alimentation se fera par captage d'eaux de surface; le recours aux eaux souterraines profondes est souvent réservé à la zone sèche ou aux parties sèches (socles généralement) incluses dans les zones soudanienne ou guinéenne (Boucle du Cacao en Côte d'Ivoire, Terre de Barre au Bénin par exemple.) Encore faudrait-il nuancer ces approches : le Ghana par exemple, exécute depuis 1980 un vaste programme de 3200 puits peu profonds (R.F. CEMBROWICZ,1980), l'eau de surface étant trop souvent impropre à la consommation. (Le Ghana a récemment été affecté par le choléra, et la shistosomiase y est trouvée chez un pourcentage important des ruraux).

L'utilisation de l'énergie éolienne est particulièrement efficace au Nord du 15 ème parallèle, celle de l'énergie solaire, dans les pays qui présentent un ensoleillement maximal (3000 heures). Ce n'est pas par hasard si la centrale solaire de Diré au Mali, la plus grande du monde est en zone sahélienne.

Ainsi, on pourrait penser qu'il y a des techniques adaptées à chaque zone climatique : cela semble vrai dans l'ensemble, moins dans le détail. D'abord les financements et techniques importées sont souvent venus brouiller les données, ensuite il y a des problèmes culturels non résolus. On citera comme exemple, la signification de la maison Essyl de Basse Casamance, construite avec un impluvium de conception remarquable, qui ne semble pas édifié dans un but fonctionnel. (P. PELISSIER,1966).



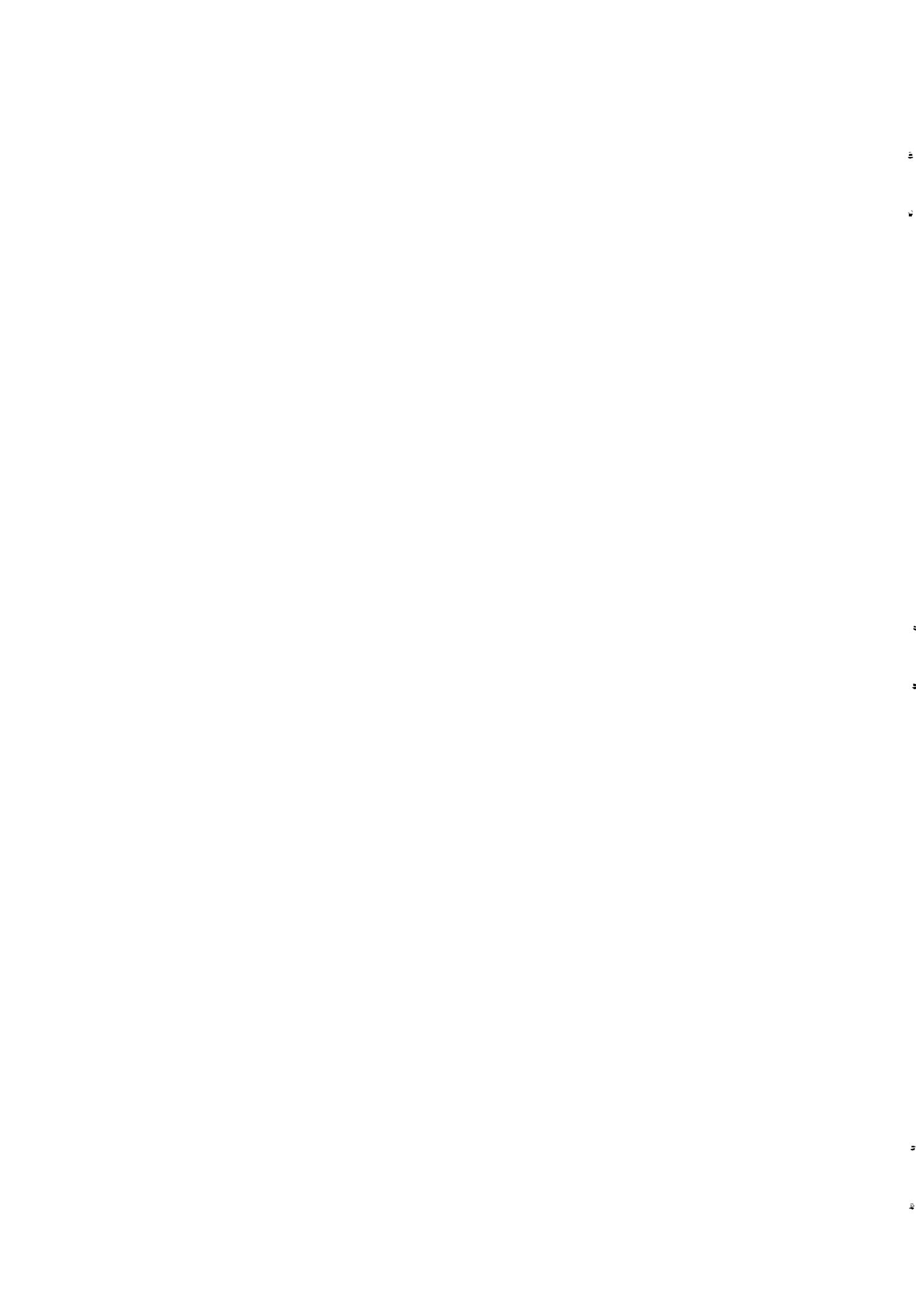
- Les moyens techniques que nous décrivons dans les pages suivantes sont effectivement rencontrés dans les différents pays de l'Afrique de l'Ouest, évidemment à plus ou moins grande échelle, quelquefois même au niveau très local (en particulier pour certaines techniques de purification de l'eau).

- Enfin, certaines de ces techniques, surtout les plus sophistiquées n'ont pas été conçues pour fournir d'abord de l'eau aux populations rurales; cet objectif est souvent second. Il est bien évident que les 15 stations de pompage à fort débit de Tchir Tabaraden (Sahel Nigérien) qui ont été construites pour l'alimentation de 10 000 à 15 000 bêtes chacune, n'auraient pas eu cette ampleur si elles devaient seulement fournir l'eau à la population, d'ailleurs fort réduite de ce lieu, mais il n'en est pas moins vrai que la population est desservie par ces forages. On peut prendre aussi l'exemple de la centrale de Diré qui sert d'abord à l'irrigation, ou les exemples plus nombreux des micro-barrages dont le but premier est la lutte contre le ruissellement mais dont l'effet second est la remontée de la nappe phréatique qui alimente les puits.

1 - Les techniques employées.

Dans ce domaine, les documents sont nombreux et variés, de la plaquette technique avec croquis côtés, au manuel général, traitant de l'aménagement rural dans son ensemble, et étudiant, chapitre après chapitre, les moyens techniques liés à la fourniture de l'eau (E.G. WAGNER. J.N. LANOIX, 1959, VITA, 1976, HELVEIAS, 1981. OMS-IRC, 1981. J.L. CHLEQ. H. DUPRIEZ, 1984).

Pour plus de clarté, nous allons subdiviser ce chapitre en sous-parties ayant chacune rapport à une technique particulière, même si dans la littérature elles sont le plus souvent traitées ensemble.



1 - 1 - Les techniques de captage.

Elles s'adressent à la fois aux eaux de surface et aux eaux souterraines.

De tous temps, les eaux de surface ont servi à l'alimentation humaine aussi bien pour les campagnes que pour les villes. (Dakar est alimenté en partie par le lac de Guiers, Niamey par le fleuve Niger *, Koudougou par la Volta Noire). Leur captage ne pose pas toujours des problèmes techniques difficiles à résoudre, encore que leur localisation soit de grande importance. R.F. CEMBROWICZ, (1983) cite le cas d'une prise d'eau en rivière à Doboasi (Ghana), très mal située, car les courants marins de l'estuaire concentraient le sel en ce point. Le captage amenait de l'eau salée.

Dans l'ensemble, les publications insistent soit sur les erreurs d'implantation à ne pas commettre, soit sur les précautions à prendre en matière de protection sanitaire des captages (pollution par les animaux, par les hommes, nettoyage des abords et création de périmètres protégés, aménagement de pontons de puisage etc...) (U.N., 1977. B. GILBERT, 1978. M.T. ABELA, 1980. HELVETAS, 1981. OMS-IRC, 1981; H. SERRES, 1981, GRET.). Des séminaires de formation sont aussi organisés sur le sujet (CEFIGRE, 1980).

L'utilisation de l'eau souterraine demande des techniques généralement plus sophistiquées, sauf pour les sources, dont l'écoulement gravitaire ne requiert pas d'installation difficile et pour lesquelles les publications s'accordent aussi pour préconiser un aménagement des abords (M.T. ABELA, 1980, R.F. CEMBROWICZ, 1983). La technique des galeries drainantes (quanats ou foggara) sera seulement citée pour mémoire car elles ne sont généralement pas présentes dans notre domaine d'étude, la limite Sud de leur expansion géographique se trouvant dans les vallées du Hoggar (X. de PLANHOL, P. ROGNON, 1970).

* Depuis 2 ans, le fleuve Niger ayant "arrêté de s'écouler" pendant la période d'étiage, une solution d'urgence par forages a été mise en oeuvre, ceux-ci desservent effectivement une partie de la population de la ville.

(A. MARTIN, 1985).

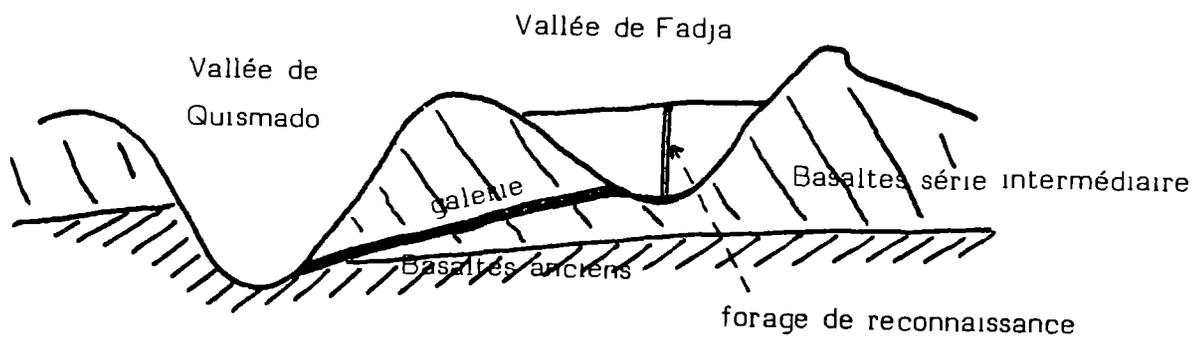


Fig. 9. Coupe schématique de la galerie de FADJA.

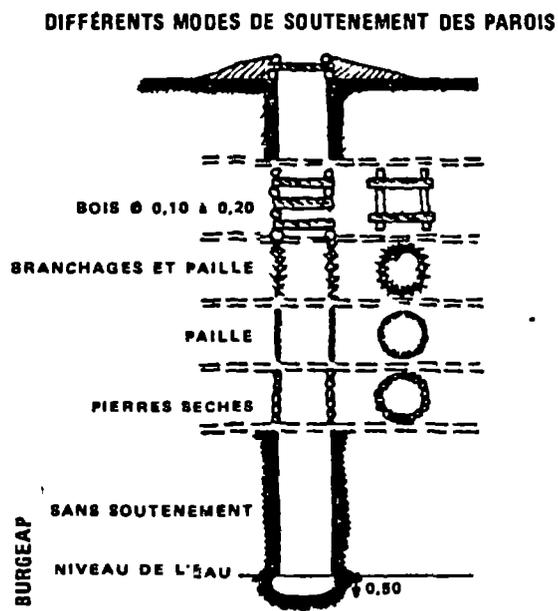


Fig. 10. Coupe schématique d'un puits traditionnel.

On notera cependant une galerie ou puits horizontal à FAJA (Ile San Nicola au Cap Vert) qui va capter à 170 m de profondeur, une nappe circulant dans le fond d'une vallée fossile. Cette galerie a une longueur de 2200 m et permet un débit de 1500 à 2000 m³/jour. Sa réalisation, sur 5 ans, a été programmée en 1980 et permettra d'alimenter en eau potable la quasi totalité de la population de l'île. 11 autres galeries de ce types sont en projet. (J.C. ANDREINI & Al., 1981).(Fig.9)

Le captage de l'eau souterraine se fait donc essentiellement par puits et forages. La différence entre puits et forage se situe à plusieurs niveaux:

- historique, le puits est aussi vieux que l'humanité, le forage est une technique récente qui nécessite un équipement sophistiqué.

- au niveau du dimensionnement,

- Le puits traditionnel a un diamètre inférieur à 1 m, une charpente éventuelle en branchage, des parois qui peuvent être de la terre mélangée à de la paille, une durée de vie limitée. (Fig 10).

- Le puits a un cuvelage de béton banché. Son diamètre est de 1,80 m le plus souvent (meilleur rapport dimension/coût), mais on peut en trouver jusqu'à 2,50 m de diamètre, ils sont alors busés. Le fond est fait par un busage crépiné et un massif filtrant de graviers.

Ces deux sortes de puits pénètrent la couche aquifère sur des hauteurs variables. Leur profondeur est généralement compris entre 15 et 60 m ,(maximum 90 m).

- Le forage est un trou de faible diamètre (le plus courant 110 ou 125 mm , maximum jusqu'à 200 mm) dans lequel pénètre un tube de PVC ou d'inox, traversant les couches sur une grande profondeur; par exemple à Diffa (Sud Niger), 24 forages ont entre 250 et 380 m de profondeur. (H. SERRES, 1981).

- au niveau de l'implantation,

- Les puits traditionnels et modernes sont toujours situés dans les couches sédimentaires (tendres pour les puits traditionnels) ou les couches d'altérites. Sous climat tropical, ces couches peuvent atteindre plus de 80 m, mais sont



Fig. 11. Evolution des parois au niveau des captages.

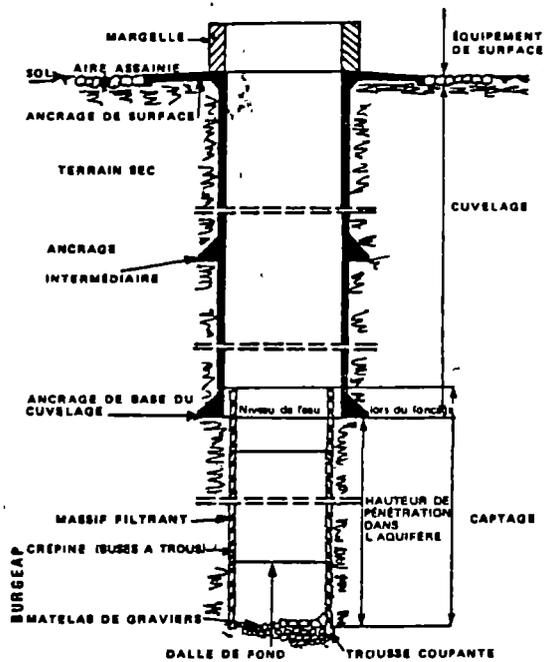


Fig. 12. Puits en béton armé.

généralement d'épaisseur moindre: en Côte d'Ivoire, dans 90% des cas, l'épaisseur des altérites est comprise entre 10 et 50 m (GOV. OF.IVORY COAST,1977)

- Le forage pénètre les zones fissurées et fracturées du socle, qui se rencontrent généralement à des profondeurs comprises entre 20 et 60 m, mais peuvent se poursuivre bien au-delà de 100 m. On a fait aussi des forages de reconnaissance entre 300 et 600 m. Les débits des forages pénétrant dans la zone fissurée sont plus élevés que ceux de la zone altérée, en général dans un rapport de 1,5 à 3 (A. BERNARD, J. MOUTON, 1981).

- au niveau des techniques de creusement,

- Le puits traditionnel peut être creusé à la main, avec des outils rudimentaires, si le terrain s'y prête. Dans ce cas il ne dépassera pas 25 à 30 m. (J.L. CHLEQ, H. DUPRIEZ, 1984). "Le défaut le plus courant de ces puits est, en plus du faible rendement, leur durée parfois très limitée. Ils n'ont pas, en effet, de dispositif de "captage" au niveau de la nappe, permettant de la pénétrer en profondeur sans la détériorer. En l'absence de protection efficace et durable, l'eau désagrège peu à peu la partie de la paroi immergée, provoquant l'ensablement du fond, la baisse du rendement et à terme, par formation d'une cavité, l'éboulement de la partie basse des parois "

(M.T. ABELA, 1980) (Fig. 11).

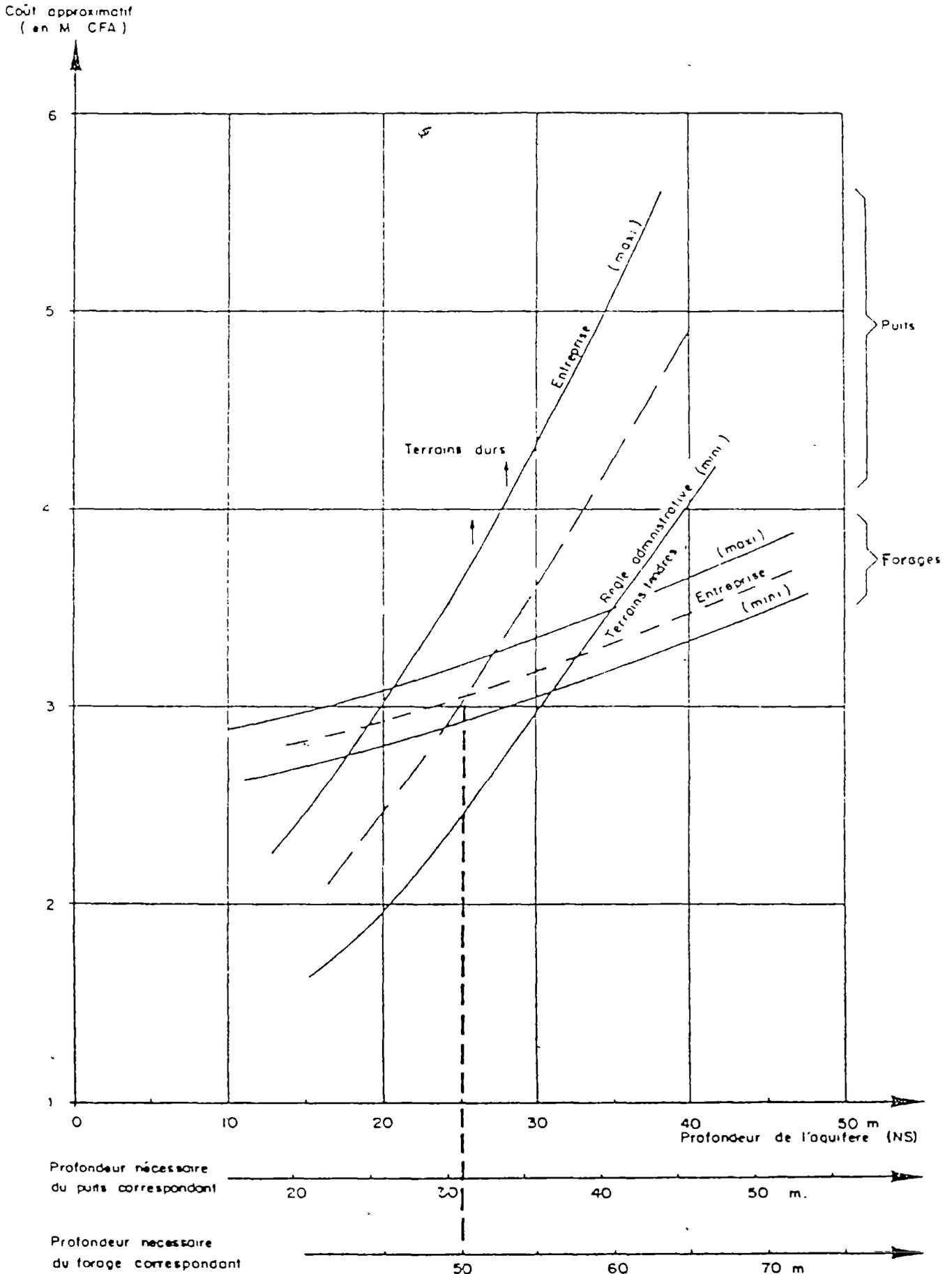
- Le puits moderne se fait en trois phases: le fonçage, le cuvelage et le captage. En terrain tendre, le fonçage ou creusement peut s'effectuer avec des outils manuels traditionnels, en terrain dur, les marteaux-piqueurs, voire les explosifs sont nécessaires. Le fonçage peut être entièrement mécanisé à la tarière Calweld, le diamètre initial de 0,80 m pouvant se réduire à 0,60 m. (J.C. FAHY, 1979)*.

Le cuvelage a pour but de soutenir les parois du puits constituées de sols plus ou moins instables. Il est généralement réalisé en béton, en béton armé, en parpaings cintrés ou en buses.

Le captage concerne la partie du puits située au-dessous du niveau de la nappe aquifère. Son rôle est de permettre à l'eau de cette nappe, d'entrer dans le puits sans que les terrains dont elle provient ne se désagrègent.

* De même on signale d'autres expériences de fonçage mécanique : procédé BENOTO. (M. LE NIR, 1983).

COMPARAISON DES COÛTS DES PUIITS ET FORAGES
 (Ordres de grandeur)
 EN FONCTION DES PROFONDEURS



Source : CEA0 Sénégal 1981

Fig. 13 (Sources: P. MARTIN & Al. 1984)

Le captage est constitué de buses en béton armé poreux ou percé de trous pour l'admission de l'eau et entourées de graviers qui forment un massif filtrant, empêchant les particules de sol de pénétrer dans le puits. (Fig.12). Un certain nombre de publications expliquent dans le détail la construction de ces deux types de puits (R.G. KOEGEL, 1973. B. GILBERT, 1978; K. CRUSE, 1979, R.E. BRUSH, 1980. ITD, 1981. HELVETAS, 1981. W. WEYNS, 1981, E. NISSEN-PETERSEN, 1982. ITD, 1983. J.L. CHLEG.H. DUPRIEZ, 1984, S. CAMPBELL. J.H. LEHR, s.d. M. EBERLE. J.L. PERSONS. J.H. LEHR, s.d. GRET). D'autres traitent de la conduite de chantiers de puits hydrauliques ruraux, (W.WEYNS, 1981) ou de la formation des puisatiers (W.WEYNS, 1981).

- Pour effectuer des forages, plusieurs techniques sont possibles, classées le plus souvent en 3 grandes catégories.

- la percussion à cadence lente : battage au cable automatique, forage au tube battu et à la soupape.

- les forages par rotation : forage au tricône (ou rotary), forage par rotation à la tarière, forage par rotation au carottier, forage au marteau fond de trou (MFT).

- les forages mixtes, rotary/MFT (ANONYME, 1984)

Nous n'entrerons pas dans le détail de ces techniques qui, même si certaines sont utilisées depuis des temps très anciens (battage) nécessitent des équipements lourds (camions, grues, compresseurs). Pour plus d'informations on pourra se référer utilement à des organismes spécialisés: OFERMAT (ANON. 1984).

- au niveau des aménagements de surface,

Dans la partie suivante, on examinera successivement les différents moyens d'exhaure possibles. On notera ici seulement qu'un forage nécessite impérativement une pompe, manuelle ou motorisée, un forage sans pompe étant un point d'eau inutilisable; (On exclut évidemment le cas des forages artésiens). Le puits peut, par contre, se contenter du matériel d'exhaure le plus sommaire: corde et puisette. et c'est là un problème de choix important qui va bien au-delà des seules considérations techniques ou financières.

- au niveau de la rapidité de construction et du coût.

Un forage réalisé au marteau fond de trou permet un avancement rapide en roche dure (jusqu'à 60 m/jour). Une foreuse peut effectuer 10 à 15 forages

par mois, soit 100 à 150 forages par an (M. BOUCHI-LAMONTAGNE, 1983). Dans le même temps, il se fera 5 à 6 puits modernes. J. LEMOINE, (1979) examine quelle serait l'organisation des structures à prévoir pour le creusement d'un grand nombre de points d'eau en série : 4 ateliers réalisant 300 à 350 forages par an équivaleraient à une centaine de chantiers avec 500 personnes plus le matériel, pour réaliser un nombre de puits identique.

Les coûts comparatifs des forages et des creusements des puits ont été calculés lors d'une opération du PNUD au Mali. Le forage est en règle générale meilleur marché que le puits, malgré l'amortissement des machines qui se fait sur 25 à 30 réalisations. La CEAO a aussi effectué des comparaisons de coûts en fonction des profondeurs. (Fig. 13).

Mais au forage, il faut ajouter le prix de la pompe, de son entretien, des réparations, à terme du remplacement... Comme on l'a dit plus haut, les choix ne sont jamais simples.

- au niveau du service des populations

Si le forage a des débits plus importants, s'il procure généralement une eau plus saine, car plus profonde et moins soumise aux infiltrations, le puits est plus sécurisant pour les populations car l'exhaure de l'eau n'est pas liée forcément à un outillage compliqué. Les grands espoirs de réalisations de forages en série (donc avec un coût moindre) ont été quelque peu déçus du fait que la maîtrise de l'exhaure par les populations concernées ne s'est pas généralisée (J. LEMOINE, 1973; J. LEMOINE, 1983).

Une solution qui présenterait les avantages des deux procédés forage et puits, serait peut-être la meilleure, si elle n'additionnait aussi les deux coûts. C'est la technique du forage-puits ou contre puits. (Fig. 14 et 15) (H. SERRES, 1981. P. MARTIN & AL., 1984). Le puits fait alors dans ce cas office de citerne.

1 - 2 - Les techniques d'exhaure.

Il y a dans ce domaine un échantillonnage de technologies absolument remarquable qui regroupe, dans le même espace géographique, l'Afrique de l'Ouest, des procédés déjà utilisés quelques millénaires

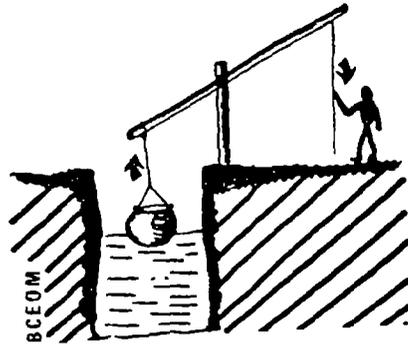


Fig. 16. Puits à balancier.

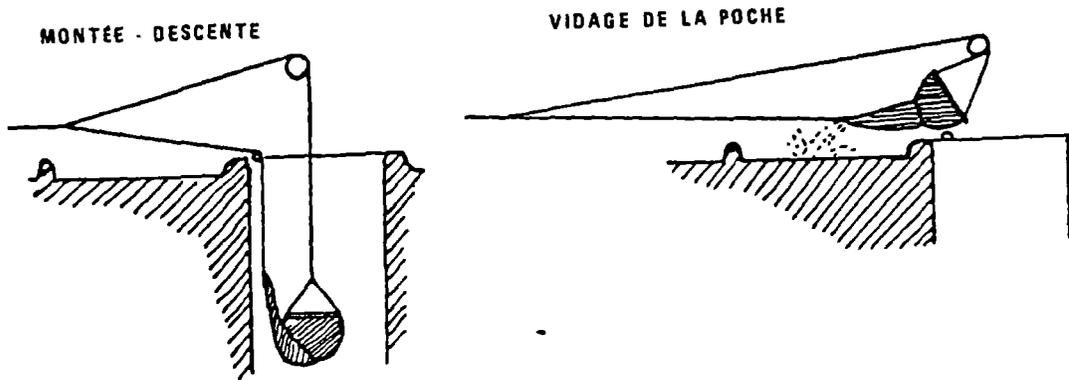
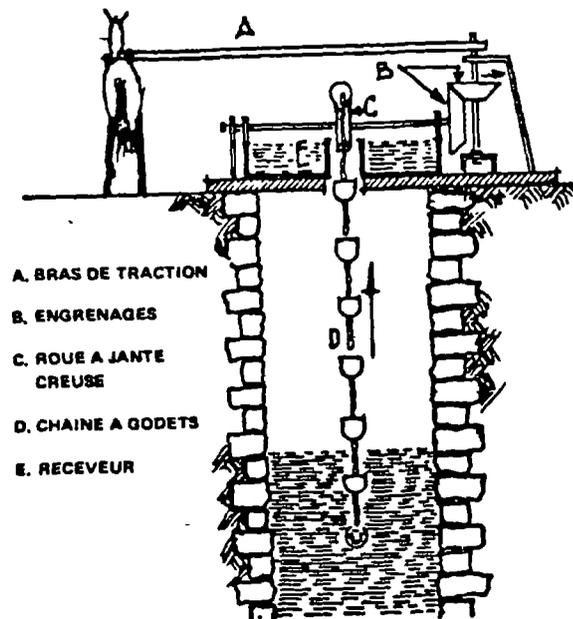


Fig. 17. Delou à vidage automatique.



- A. BRAS DE TRACTION
- B. ENGRENAGES
- C. ROUE A JANTE CREUSE
- D. CHAINE A GODETS
- E. RECEVEUR

Fig. 18. Elévateur à godets à traction animale.

avant J.C. et des procédés de pointe qui verront probablement leur plein essor au XXIème siècle.

- Le "delou" *(outre de peau de chèvre) plongé dans le puits à l'aide d'une corde, est le procédé d'exhaure le plus rudimentaire. La poulie de bois ou de métal vient améliorer le système, de même que le balancier (chadouf), en augmentant les effets de l'énergie humaine. (Fig. 16).

Avec ces procédés, l'eau peut être remontée d'une quinzaine de mètres. Sur une remontée de 10 m, le débit peut être de 1m³/heure au maximum avec 3 opérateurs (H.SERRES, 1981). Il est souvent moindre à en juger par les mesures qui ont été faites sur des puits de village au Burkina Faso. (Tab.4).

Avec la traction attelée, la remontée de l'eau peut se faire à partir de plus grandes profondeurs : 70 m. Deux techniques sont utilisées; celle du delou (Fig. 17), (il existe aussi des delous perfectionnés à vidange automatique), celle du manège. Les animaux attelés (ânes, chameaux le plus souvent), tournent autour du puits et leur mouvement est transmis par un système d'engrenage à un appareil d'exhaure qui remplit d'eau un réservoir ou une citerne (Fig. 18). Le débit du manège est de l'ordre de 1 m³/heure pour un puits profond, ce qui correspond aux besoins d'un village de quelques centaines d'habitants. On pourra consulter sur ce sujet les publications de F. PLESSARD, 1974, D. GOUBERT, 1982. les fiches techniques du GRET.

- Les pompes manuelles sont nombreuses et variées sur le marché. On trouve donc une documentation fournie. Nous citerons seulement les publications les plus importantes et les plus techniques (WORLD BANK. J.C. BARNEAUD, 1977. A. BENAMOUR, 1977, 1981. OMS/IRC, 1979. F.E. McJUNKIN. L.A. ORIHUELA, 1979. J. PLASTEIG, 1980, HELVETAS, 1981. ITD, 1983, GRET).

Les pompes à pied, résultant du même principe technique, ont reçu, dans certaines régions, un accueil moins favorable, les gestes manuels étant plus habituels aux femmes d'Afrique (pilage du mil) (AFR. AGR., 1980).

Nous ne développerons pas les avantages et inconvénients de chaque système de pompe; cet aspect très technique a été étudié par les publications de la Banque Mondiale ou de l'OMS (OMS-IRC, 1979), nous évoquerons plutôt leurs caractéristiques communes.

* Le delou est souvent remplacé par une puisette fabriquée dans un morceau de chambre à air de camion.

Département	Village	Niveau statique	Temps de remplissage	Volume	Débit/h 1 poste	Débit/h 7 postes
Yatenga	Oula	15,95 m	194 s	30 l	557 l	3 899 l
	"	"	177 s	15 l	305 l	2 135 l
	"	"	337 s	28 l	300 l	2 100 l
	"	"	1 135 s	200 l	634 l	4 438 l
Moyenne		15,95 m			449 l	3 143 l
Comcé	Diongolo	10,75 m	122 s	15 l	443 l	3 101 l
	"	"	134 s	18 l	484 l	3 388 l
	"	"	191 s	30 l	565 l	3 955 l
	Tiékouna	8,87 m	99 s	18 l	655 l	4 585 l
	"	"	64 s	10 l	563 l	3 941 l
Moyenne		10 m			542 l	3 794 l

* Le grand écart entre les débits individuels résulte de la différence des forces physiques des différents utilisateurs du points d'eau. On y trouve des enfants, des adultes, des jeunes, et des vieux.

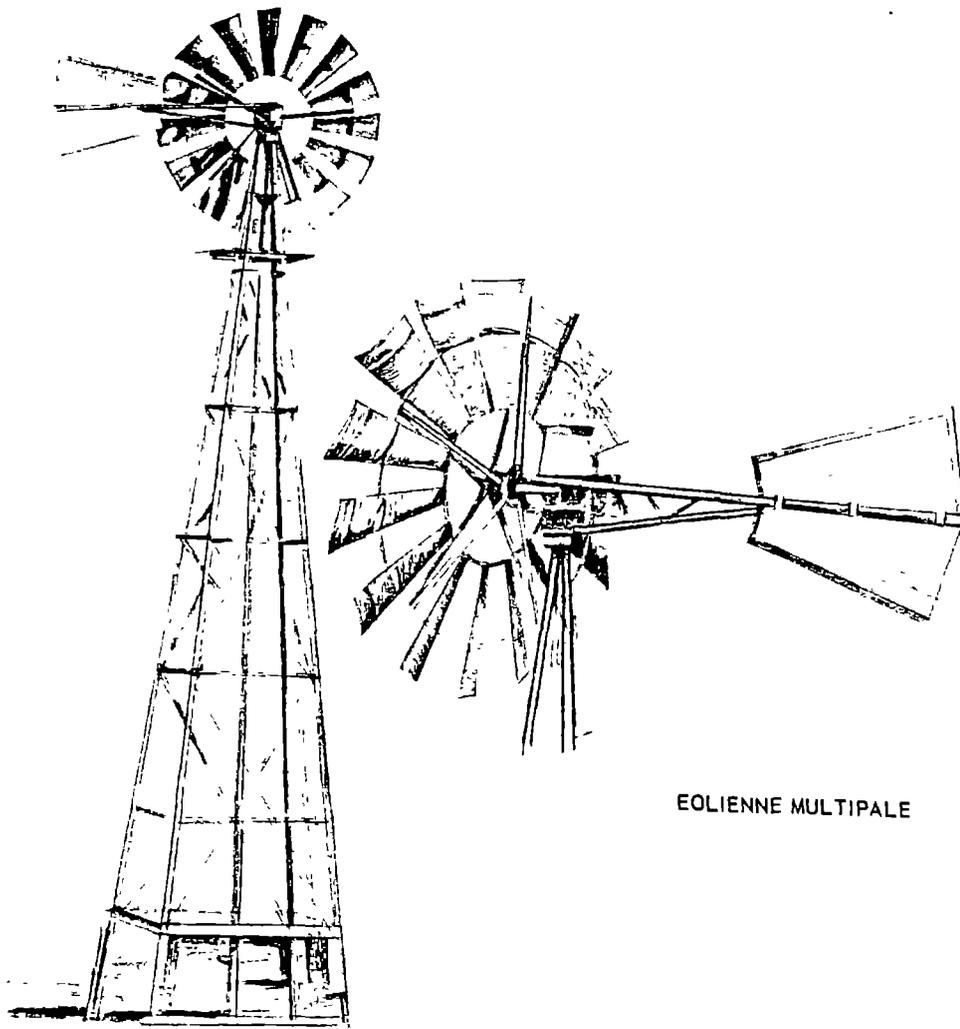
Tabl. 4. Débit des puits.

Toutes ces pompes travaillent dans des conditions difficiles, chaleur, présence de vents de sable qui enraye les mécanismes, longue durée d'utilisation chaque jour. "La pompe idéale doit réaliser un certain nombre d'impératifs (quelquefois contradictoires): être très robuste avec un petit nombre de parties mobiles; adaptée aux climats locaux et autres conditions environnementales, aux habitudes culturelles de la population; résistante à la corrosion; capable d'opérer à des profondeurs raisonnables et d'opérer au moins un an sans réparation majeure; assez simple pour être entretenue par un personnel non qualifié; être actionnée simplement sans équipement motorisé et pouvant être manufacturée dans le pays de l'emploi ". (M. FALKENMARK, 1982) Voilà le cahier des charges; il a de quoi tenir en éveil l'esprit créatif des constructeurs. En 1977, des tests comparatifs ont été organisés par la British Overseas Development Administration, avec comme test éliminatoire, l'endurance: 4000 heures. Les résultats ont été présentés à la conférence organisée par IRC (International Reference Center for Community Water Supply) La Hague, 1979. 12 pompes ont été sélectionnées.(F.E. McJUNKIN. L.A. ORIHUELA, 1979). Dans le même temps, une association française, le CIARD, lançait un appel à la " mobilisation de la matière grise au profit des pompes du Sahel" (EURAFRIQUE, 1978).

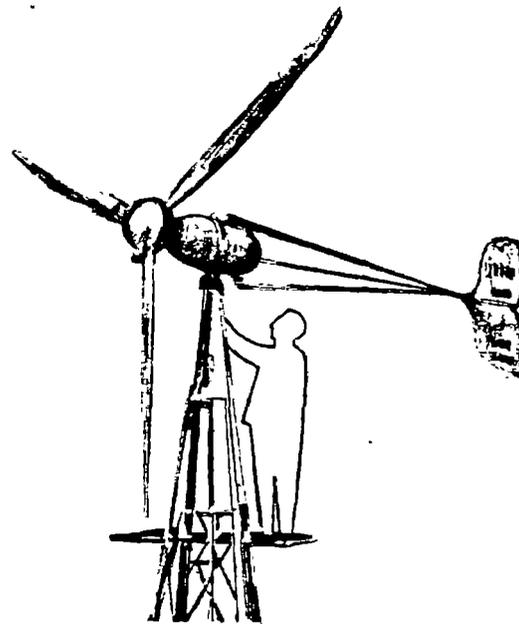
Il en résulte un marché potentiel important ("Celui qui aura abouti, verra s'ouvrir un marché de 15 000 pompes, rien qu'au Mali. AFRI. AGR., 1980) que les industriels européens, américains ou asiatiques regardent de près, conscients de l'enjeu commercial. Un congrès sur les techniques d'exhaure est d'ailleurs prévu à Alger en novembre 1985.

- Les pompes mues par énergie éolienne ne sont pas des créations récentes. Les Danois et les Hollandais leur ayant fait faire leurs preuves pour remonter l'eau des polders, elles se sont répandues dans de nombreux points du monde. En Afrique Sahélienne, ce n'est généralement qu'au Nord du 15 ème parallèle que leur utilisation devient intéressante. On conçoit qu'il soit indispensable de connaître, aussi exactement que possible le régime des vents, et les observations devront être d'autant plus longues et plus précises , que l'engin à installer sera plus important.

Il existe deux types d'éoliennes: les multipales, adaptées à l'entraînement d'un système mécanique de pompage, les éoliennes à hélices



EOLIENNE MULTIPALE



AEROGENERATEURS

Fig. 19

Eolienne multiples et aérogénérateurs.

(ou aérogénérateurs) qui entraînent une génératrice électrique, laquelle fournit du courant alternatif à une électro-pompe. (Fig. 19). Suivant le régime des vents, l'engin à actionner, l'utilisation de l'appareil, et la puissance recherchée, on utilisera l'un ou l'autre de ces appareils. En général, en hydraulique villageoises et pastorales, les multiples ont été plus utilisées et surtout depuis plus longtemps. (Déjà en 1956, au Mali, sur des forages où le niveau de pompage se situait entre 50 et 60 m de profondeur, les éoliennes du Nord de Gao, remplissaient pendant la nuit leur réservoir de 40 m³, c'est à dire que dans des conditions que l'on peut considérer comme optimales, ces multiples élevaient 4 m³/heure. (M. BLANC, 1975).

Différents modèles existent: AERMOTEOR, SAHORES, SAVONIUS.... Depuis 1979, sur l'initiative de J. PLASTEIG, un centre de formation et construction de pompes manuelles et éoliennes fonctionne à Segou (Mali). En 1983, il a à son actif la fabrication de 40 éoliennes (en plus, on le verra dans un chapitre ultérieur, d'une action originale de formation puisque c'est l'artisan du village ou le particulier qui construit lui-même son éolienne).

- Les motopompes, pompes actionnées par un moteur, sont décrites dans de nombreuses publications. (GRET, M.T. ABELA, 1980, OMS/IRC 1981. J. PLASTEIG, 1981. ITD, 1983....). Leur principal inconvénient est d'utiliser un carburant (essence ou Diesel) devenu fort cher et qui n'est pas toujours facile à acheminer dans les zones rurales souvent dépourvues d'infrastructures, ce qui est le cas dans de nombreux secteurs d'Afrique. L'exhaure motorisée est souvent réservée aux gros bourgs.

- Une technique prometteuse pour le pompage de l'eau et déjà efficace dans certains secteurs* est l'utilisation de l'énergie solaire. L'ensoleillement annuel de la zone sahélienne est en effet supérieur à 3000 h. (SERRES, 1981). Or pendant 1 h d'ensoleillement, la surface au sol peut recevoir 700 kcal/m². 700 kcal/h représentent 812 J/s c'est à dire 812 watts. Théoriquement, sans compter les pertes, l'énergie qui est fournie à chaque m² peut donc faire tourner un moteur d'une puissance légèrement supérieure à 1CV, (1CV = 736 watts). On imagine tout de suite les possibilités existantes.

*Chinghetti (Mauritanie) où le capteur est intégré à un bâtiment d'école, Institut de Physique Météo de Dakar (J.P. GIRARDIER. J.GRETZ. 1976).

POMPE PHOTOVOLTAÏQUE
schéma de principe
d'une pompe centrifuge à courant continu

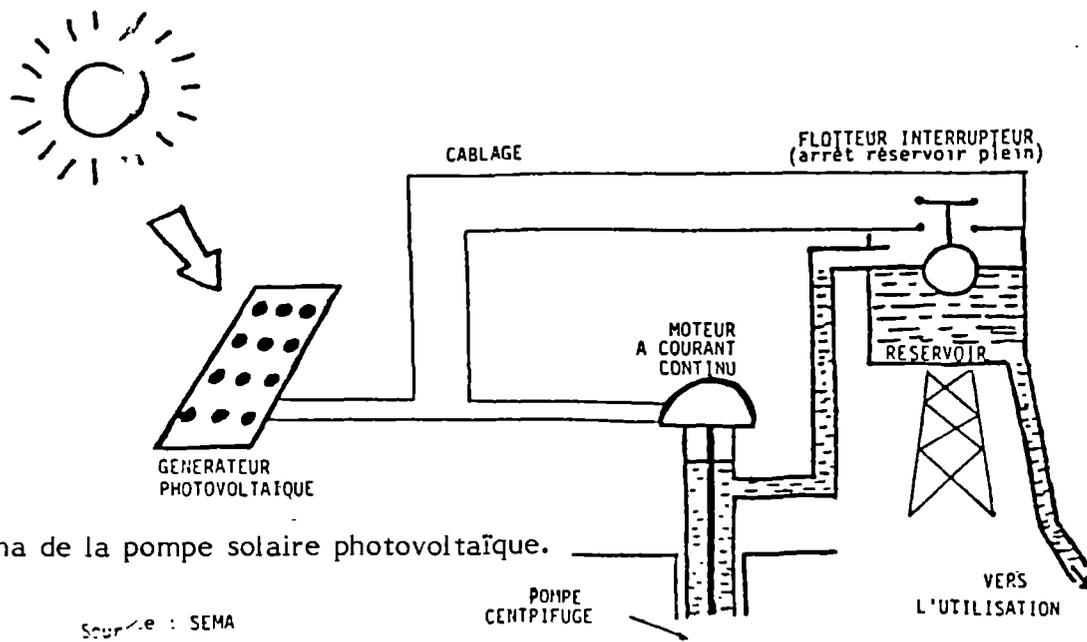


Fig. 20. Shéma de la pompe solaire photovoltaïque.

Source : SEMA

Scheme of function of the pump system

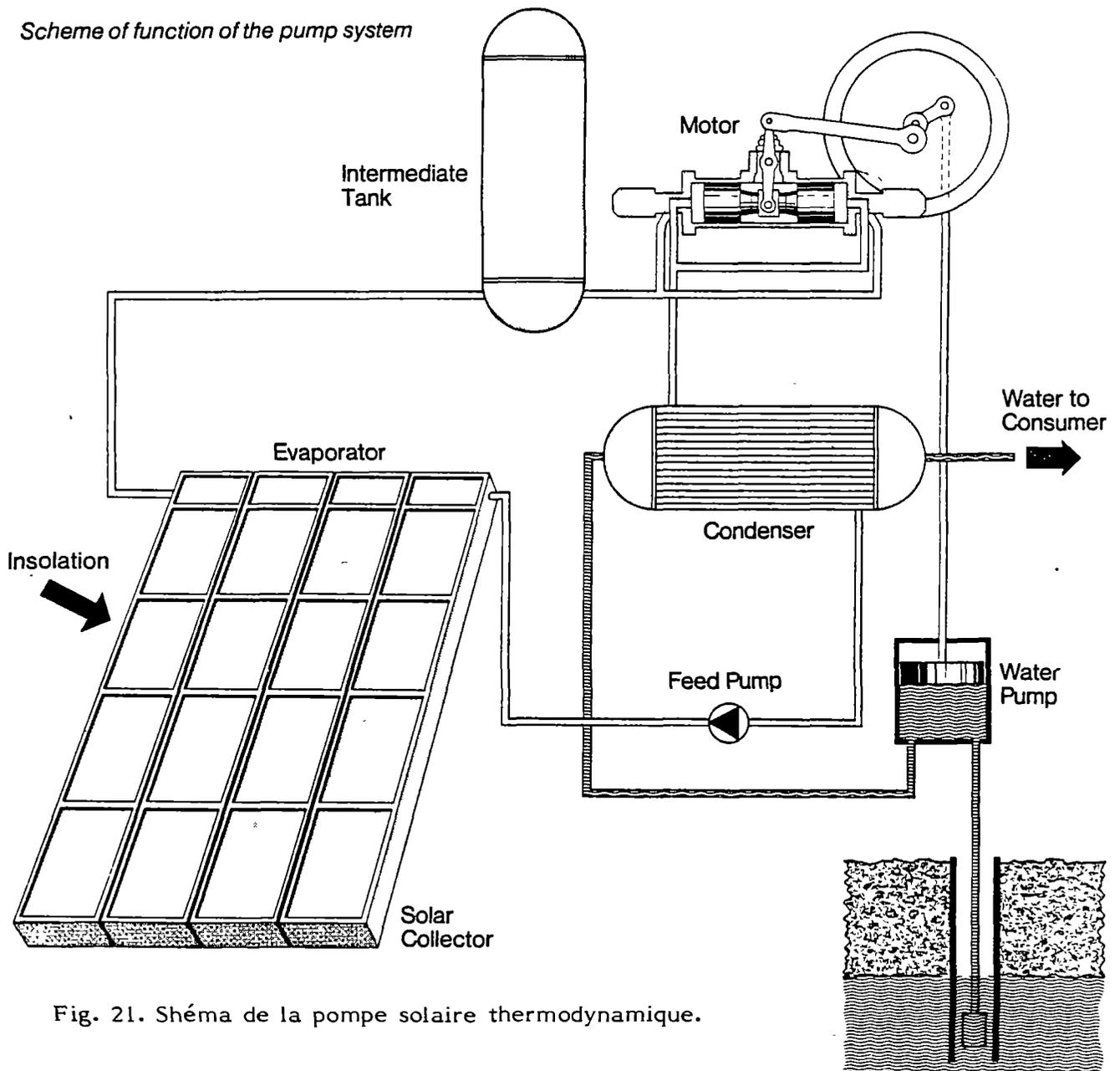


Fig. 21. Shéma de la pompe solaire thermodynamique.

Les pompes solaires de Mali Aqua Viva sont déjà célèbres à juste titre depuis quelques années. Actuellement, on assiste à un essor de la recherche dans ce domaine, (essor lié à la nécessité de trouver des énergies renouvelables que ce soit pour les pays en développement ou les autres) et on ne peut que s'en réjouir, certains pays de l'Afrique de l'Ouest étant fort bien placés pour la matière première: le soleil.

Deux systèmes entrent en compétition: les pompes solaires photovoltaïques, (Fig. 20) et les pompes solaires thermodynamiques (Fig. 21). Ces dernières fonctionnent sur le même principe que les anciens modèles des pompes thermiques (cycle thermique à basse température), c'est ce qui explique qu'elles soient compétitives, voire meilleur marché que les systèmes photovoltaïques (K. SPEIDEL, 1984). Le pompage solaire a plus d'avenir que le pompage Diesel, les frais de fonctionnement au m³ pompé sont plus faibles l'entretien peut être réduit, la durée de vie est estimée à 15-20 ans. De plus l'énergie solaire est bien adaptée puisqu'il y a une bonne corrélation saisonnière entre énergie incidente et besoin en eau.

Le problème actuel est qu'il s'agit d'appareils fabriqués en trop petites séries pour être financièrement satisfaisants (bien que la partie la plus importante de l'investissement soit l'achat de l'appareillage, ce qui convient bien aux aides bilatérales). Une forte baisse ouvrirait un marché très important. (Y. LAMBERT, 1983).

Enfin, nous le verrons plus en détail dans un chapitre ultérieur, l'énergie solaire participe pleinement à une compréhension nouvelle des problèmes économiques globaux de l'Afrique. "L'eau doit être recherchée là où elle est et pas seulement là où elle est utilisée" (A. BERNARD. J. MOUTON, 1980-81)

1 - 3 - Les techniques de stockage.

" Le ravitaillement en eau de l'Afrique de l'Ouest ne se pose pas au niveau de l'apport global (870 milliards de m³ de précipitations en année sèche, contre 50 milliards de m³ de besoins) mais au niveau de la répartition géographique " (OCDE, 1980). De plus, la partie d'eau ruissellée, infiltrée, ou évapotranspirée par les plantes (cultivées ou pâturées) est inférieure à 50% du total précipité. "Finalement, la majeure partie est évaporée sur place, ou par des plantes sans intérêt pastoral ni agricole" (OCDE, 1980);



C'est cette partie qu'il est intéressant de récupérer et de stocker. D'ailleurs, presque partout en Afrique, l'utilisation de l'eau de pluie est pratiquée (recueil d'eau des toits, le long des troncs d'arbres, baobabs). Par contre, le stockage est beaucoup plus rare par suite des difficultés liées aux techniques de construction (imperméabilité, résistance à la pression, coût élevé des citernes en maçonnerie).

Nous ne parlerons pas des procédés de stockage qui relèvent de la grande hydraulique (barrage de fleuves) pour examiner seulement ceux qui peuvent se faire à l'échelle du village ou de la famille.

- Le micro-barrage est une retenue de faible capacité et de faible profondeur, barrant généralement le cours d'un marigot intermittent, de peu d'importance. Il est le plus souvent exécuté en gabions (GRED, 1981). Son but premier n'est pas la fourniture de l'eau domestique mais d'abord un moyen de lutte contre le ruissellement et l'érosion des sols. On recrée ainsi des terres cultivables, là où le ruissellement des eaux n'a laissé qu'une carapace endurcie. La fourniture d'eau pour les besoins domestiques est un effet second; l'eau retenue plus longtemps s'infiltré dans les nappes phréatiques et le niveau des puits situés à proximité reste plus élevé durant la saison sèche. (J.L. CHLEQ. H. DUPRIEZ, 1984).

La technique de la mare artificielle (ou du "bullis") a le même effet. Le plus souvent, c'est une cavité entourée de digues plantées d'un rideau d'arbres pour limiter l'évaporation (en général le kaongo : acacia très épineux qui rebute même les chèvres) (ASS. VOLONTAIRES DU PROGRES, 1983).

- Les barrages souterrains ont des utilisations multiples aussi bien dans les pays en voie de développement que dans les pays industrialisés. (enceintes étanches pour la construction d'usines souterraines). Pour le sujet qui nous intéresse, retenir l'eau de l'inféoflux, ils présentent un certain nombre d'avantages. "Faciles de conception, peu coûteux, ils peuvent souvent être réalisés avec des moyens locaux, utilisant de la main d'oeuvre non spécialisée, l'entretien en est extrêmement réduit, ces ouvrages enterrés étant soustraits aux dégradations habituelles des ouvrages aériens. La retenue ainsi créée est à l'abri des sources polluantes, et l'évaporation est pratiquement nulle" (MINISTERE DE LA COOPERATION, 1978).

(Sources: NAT. ACAD. SCI., 1974)



Sand dam in South-West Africa built of rock and mortar. (O. Wipplinger)

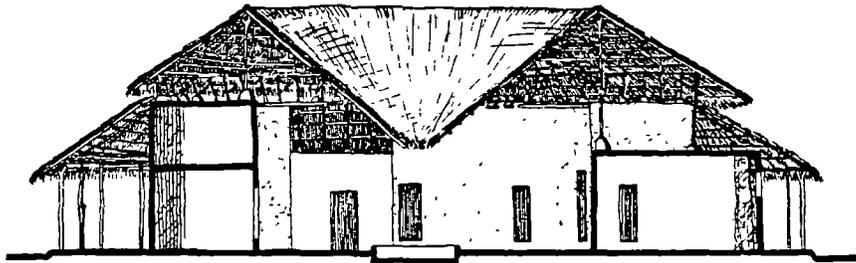
Fig. 22. Barrage de sable.

Une variante sont les barrages de sable (sand filled dams) dans le lit des oueds qui fonctionnent comme des aquifères. (Fig. 22). "Ils peuvent fournir l'eau de boisson à des populations même pendant des années de grande sécheresse. Quand le niveau de l'eau est à 1 m au-dessous de la surface du sable, l'évaporation cesse pratiquement. L'eau est retirée soit par des tuyaux de drainage, traversant le mur du barrage, soit par des puits creusés dans le sable" (NATL.ACD.SC., 1974. R.F. CEMBROWICZ, 1983). Des projets de ce type vont être mis en oeuvre au Burkina Faso (UNESCO, 1985).

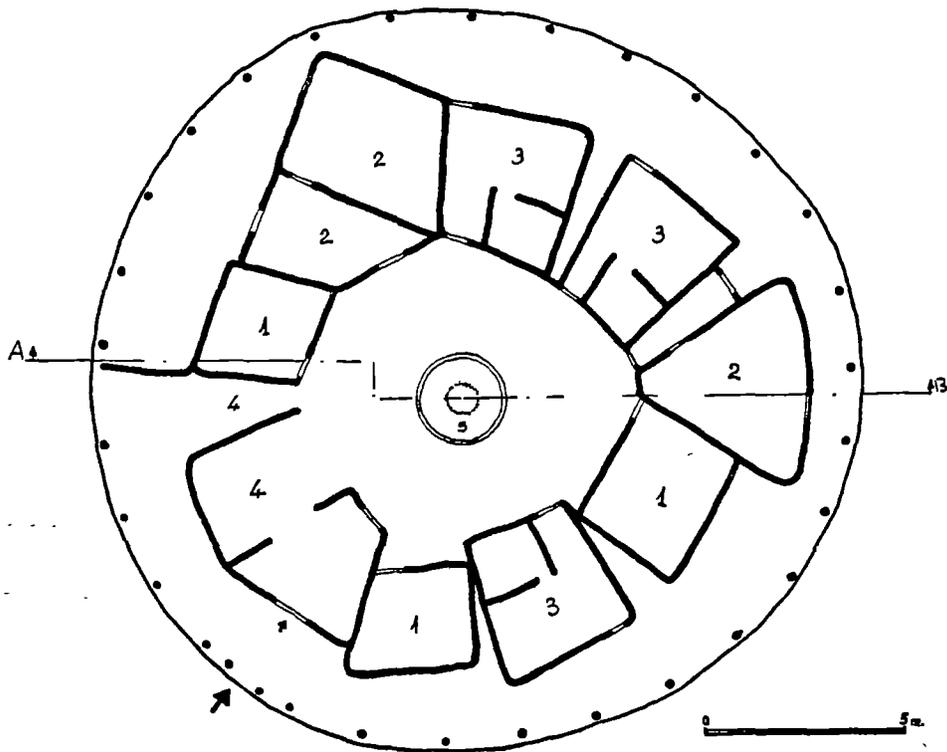
- Les réservoirs souterrains procèdent de la logique précédente mais à plus petite échelle. " Un grand trou de 18 m de diamètre et 10 à 12 m de profondeur (suivant la profondeur du sous-sol rocheux) est creusé puis garni d'une feuille de PVC de 1 mm d'épaisseur rendant la cavité étanche. Le remplissage est fait avec du sable grossier de porosité environ 50%. La couche supérieure est recouverte de terre argileuse labourée sur 0,5 m. Une pompe à main est installée sur un puits au centre du trou" (INDUR MIRCHANDANI, 1983). Un tel réservoir peut stocker autour de 1200 m³.

- Les citernes. Nous mentionnerons tout d'abord une publication qui répertorie tout ce qui a été écrit sur la collecte, le stockage et l'utilisation des eaux pluviales dans les pays du Sahel (E.BICHET. P. MARTIN, 1976). Il existe des citernes de différents types adaptées aux besoins, au régime des précipitations, aux capacités techniques et aux possibilités financières des populations. On citera pour mémoire les citernes enterrées en fibro-ciment les citernes parallélépipédiques obliques de 3000 à 6000 litres, en service au Niger, au Sénégal, au Burkina Faso, en Côte d'Ivoire, les citernes cylindriques (sac à eau) de 3000 à 4000 litres (Sénégal, Côte d'Ivoire), les citernes de type Bostwana de 6000 à 32000 litres (Sénégal). Tous les détails des réalisations peuvent se trouver dans les publications de P.MARTIN, 1975, 1976, 1977. P. MARTIN. W. WEYNS, 1982. CIEPAC, 1982, 1983.

Parallèlement, ces citernes nécessitent la construction d'impluvium qui peuvent être soit des toitures, soit des surfaces aplanies de terre battue, de ciment, ou des surfaces recouvertes de feuilles de polyéthylène. Des mesures du coefficient de ruissellement ont été effectuées (P.MARTIN, 1975) sur ces trois derniers types d'impluvium (90% pour le polyéthylène, 85% pour le ciment) en fonction de la pluviométrie (volume des averses, intensité ponctuelle, écart entre deux pluies). Les calculs de surface des impluvium en sont déduits (P. MARTIN, 1977).



COUPE A.B



P L A N

Type de maison à impluvium à Séléky

- 1. Chambre d'homme avec grenier superposé. — 2. Chambre sans grenier.
- 3. Chambre de femme avec grenier à terre. — 4. Etable. — 5. Impluvium.

Fig. 23 (Sources: P. PELISSIER, 1966)

" Pour une lame d'eau précipitée entre 0,2 et 1 m/an, la récolte par l'intermédiaire d'un capteur-collecteur de 100 m² varie entre 20 et 100 m³, ce qui permet de subvenir aux besoins domestiques d'une famille de 4 ou 5 personnes pendant 20 ou 100 jours".(R.E. QUELENNEC. Y. EMSELLEM, 1979). Il est à noter que la technique de l'impluvium est utilisée depuis des temps très anciens par certaines ethnies (villages Essyl de Basse Casamance) (Fig.23) mais on s'interroge sur sa signification "...l'impluvium) n'est pas édifié dans un but fonctionnel puisqu'il ne recueille rigoureusement rien pendant les 7 ou 8 mois de saison sèche, alors qu'il est inutile en hivernage puisqu'il y a alors de l'eau partout" (P. PELISSIER, 1966).

An niveau de la famille, le stockage se fait généralement dans des canaris.

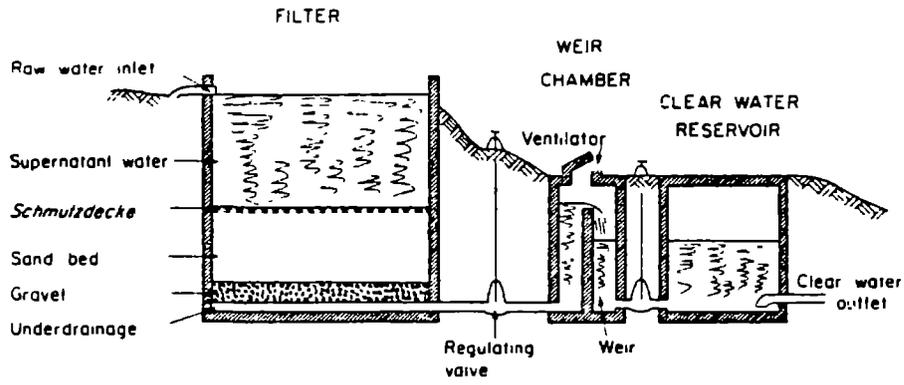
1 - 4 - Les techniques de purification de l'eau.

"Elles se sont souvent développées parallèlement ou indépendamment dans les différentes parties du monde. En bref, on peut dire qu'il n'y a guère de techniques modernes de purification de l'eau qui n'aient été connues et employées dans les méthodes traditionnelles. L'inverse, par contre, ne semble pas vrai; un bon nombre de méthodes traditionnelles ne semblent plus pratiquées, d'autres n'ont pas livré toutes leurs possibilités "(R.F. CEMBROWICZ, 1983).

Ces méthodes traditionnelles vont du filtrage dans des jarres d'argile, que l'on présume être d'origine grecque, avec la variante moderne du filtrage sur céramique de porosité variable, aux procédés dits "écologiques" étudiés de nouveau avec intérêt dans les pays industriels victimes de pollutions d'une autre origine, mais non moins graves.

L'usage du canari-filtre, rempli de couches de sable, de graviers et de charbon de bois, est assez répandu en Afrique de l'Ouest (programme de l'UNESCO au Burkina Faso) et fortement encouragé par l'OMS (OMS,1977).

Dans le chapitre des traitements biologiques ou écologiques, les moyens sont variés et souvent propres à une région. Dans beaucoup d'endroits d'Afrique il y a des plantes spécifiques qui purifient l'eau (comme en Inde le Lotus dont les racines favorisent la décomposition de la matière organique ou comme les jacinthe d'eau qui sont un agent de traitement puissant) (FAO, 1979). Certaines plantes favorisent la précipitation ou la coagulation, et plusieurs ont été identifiées:



Small slow-sand filter (Feachem et al, 1977).

Fig. 24. Schéma de la filtration lente sur sable.

Moringa oleifera au Sénégal et au Nigéria, *Annona senegalensis* au Sénégal et en Tanzanie, *Terminalia macroptera* (Sénégal) *Mangifera inica* (Sénégal, Gambie) (R.F. CEMBROWICZ, 1983). Au Mali, on emploie des racines d'un arbre épineux : (*Bagana*) et des racines d'herbes aquatiques (*gongolili*, *aldaâka*) qui doivent être les variétés locales des jacinthes d'eau citées ci-dessus. (OMS, 1977). L'écorce de *Boscia senegalensis* est employée au Niger et au Nigéria (J. SAMIA AL AZHARIA, 1984).

Toujours dans ce domaine de la lutte biologique, avec seulement une compréhension un peu plus élargie du terme purification, on peut noter la lutte contre les vecteurs indésirables de l'eau par exemple le bulin de la schistosomiase. Son prédateur direct est un poisson (*Bangasius*) et il rentre en concurrence alimentaire avec un autre poisson, la carpe herbivore. Une carpe de l'Asie de l'Est, *Aristichthys nobilis*, se nourrirait aussi de ces mollusques.

Les procédés physiques et chimiques sont aussi utilisés : mixtures à base d'alun, cendres, chaux ou gypse; purification de l'eau par immersion de morceaux de fer chauffés au rouge, sable chaud, basalte, granite, ébullition de l'eau elle-même évidemment.

Enfin des techniques plus élaborées, telles que la filtration lente sur sable (Fig.24) sont employées conjointement dans les pays de l'Afrique de l'Ouest, les pays en développement en général et les pays industrialisés qui redécouvrent les vertus des "technologies dites appropriées". Une différence significative cependant, pour tous les pays tropicaux, provient du fait que l'activité biologique des couches supérieures des filtres est intensifiée à cause de la température élevée.

Une publication de l'OMS, (OMS/IRC, 1981) présente deux chapitres consacrés à la filtration lente, (ch. 15 : les aspects théoriques, la conception des projets, la réalisation, l'entretien) et à la filtration rapide, (ch. 16). Les techniques de désinfection (chlorination : hypochlorite de soude ou chlore gazeux) y sont aussi abordées (ch.17).

Par ailleurs, l'énergie solaire peut jouer un rôle important dans le traitement de l'eau provenant de mares et sources polluées. "La potabilisation par l'énergie solaire est économique si les besoins sont de quelques centaines de litres par jour" (Y. LAMBERT.1983)

Les problèmes spécifiques du traitement de l'eau en Afrique de l'Ouest sont dûs, en règle générale, à la grande irrégularité du régime des cours



d'eau. A titre d'exemple, la Volta Noire passe de débits maximaux de 750m³/s à des débits minimaux de 700 l/s. En saison des pluies, les fleuves charrient des eaux boueuses très minéralisées et très chargées en matières colloïdales d'origine organique. "De ce fait, les distributeurs d'eau en Afrique n'ont pas la possibilité de choix économiques, les ressources étant inégalement réparties et les eaux difficiles à traiter" (P.ROUANET, 1983).

Se greffent aussi sur ces difficultés d'ordre matériel, des problèmes culturels qui sont loin d'être négligeables.

1 - 5 - Les techniques de transport et de distribution.

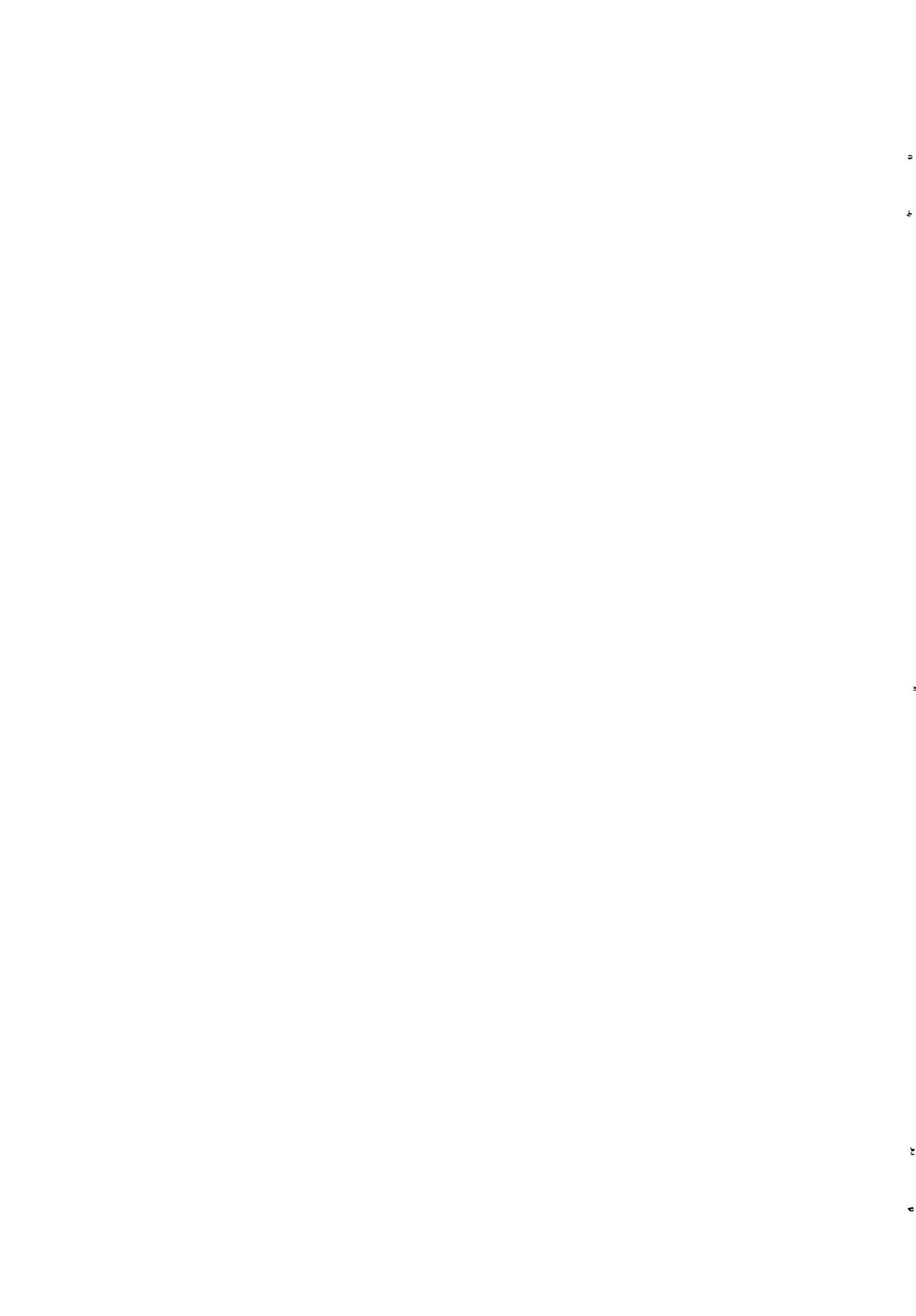
Un grand naturaliste saharien, Th. MONOD* a pu dédier un livre "au chameau et au bouc, au véhicule et au récipient, aux deux seuls grands vainqueurs du Sahara".

Pour le domaine géographique étudié, personnellement, je rendrais hommage à la femme d'Afrique qui accomplit, par le portage de l'eau quotidien, répété de puis des millénaires, une oeuvre de titan.

L'essentiel du transport, en zone rurale, et en partie en zone urbaine, (J. VAN DER BERG, 1980: les petits porteurs d'eau de Ouagadougou) se fait donc à dos de femme ou d'enfant. L'animal prend aussi une part importante à cette distribution "On ne saurait assez souligner les services que rend l'âne à ces innombrables petits villages privés de puits; seul cet animal permet l'existence d'un habitat émiétté malgré la rareté des points d'eau pendant la saison sèche..." (P. PELISSIER, 1966. R.T. WILSON, 1981). De même, les populations des zones lagunaires, dont les puits ne fournissent qu'une eau saumâtre, (comme celles du lac Ahémé au Bénin) se servaient pour se ravitailler en eau douce, d'une grosse barque citerne appelée "agbodra" remplie au lac Toho, ou bien chargeaient une pirogue de jarres approvisionnées aux puits des villages de la Terre de Barre. (J. PLIYA, 1980).

Quand il y a adduction, dans les bourgs ruraux plus importants, (le taux de desserte est d'environ 10 à 20%, ANONYME, 1983), elle se fait avec les mêmes moyens que dans les pays industrialisés avec des tuyaux de gros calibres (le tuyau de PVC étant une formule bien adaptée). Mais vu le coût, ces solutions sont souvent limitées aux transferts urbains (P. MARTIN, 1982), les techniques liées à l'utilisation du bambou étant peu utilisées en Afrique

* Th. MONOD. Méharées. Explorations au vrai Sahara. 1947.



de l'Ouest, contrairement à l'emploi massif qui en est fait dans les pays d'Asie. Des échanges de technologies sont d'ailleurs en cours dans ce domaine. L'institut Asiatique de Technologies ayant organisé, avec le concours de l'UNESCO, un séminaire et des visites à l'intention de représentants du Bénin, du Burkina Faso, du Liberia, du Sierra Leone, du Sénégal. (UNESCO, 1985).

La distribution, quand distribution il y a, se fait le plus souvent par bornes fontaines. Celles-ci présentent un certain nombre d'avantages: prix de l'eau abordable par les familles pauvres, ou même gratuite, limitation de la consommation et du gaspillage puisqu'il y a portage. Leur principal inconvénient est la difficulté majeure de trouver un bon système d'exploitation. (J. ROURE, 1973). Beaucoup de pays se sont heurtés à leur gestion difficile, liée au prix de l'eau et au fait qu'on ne sait pas exactement qui doit payer, le consommateur ou le contribuable ?

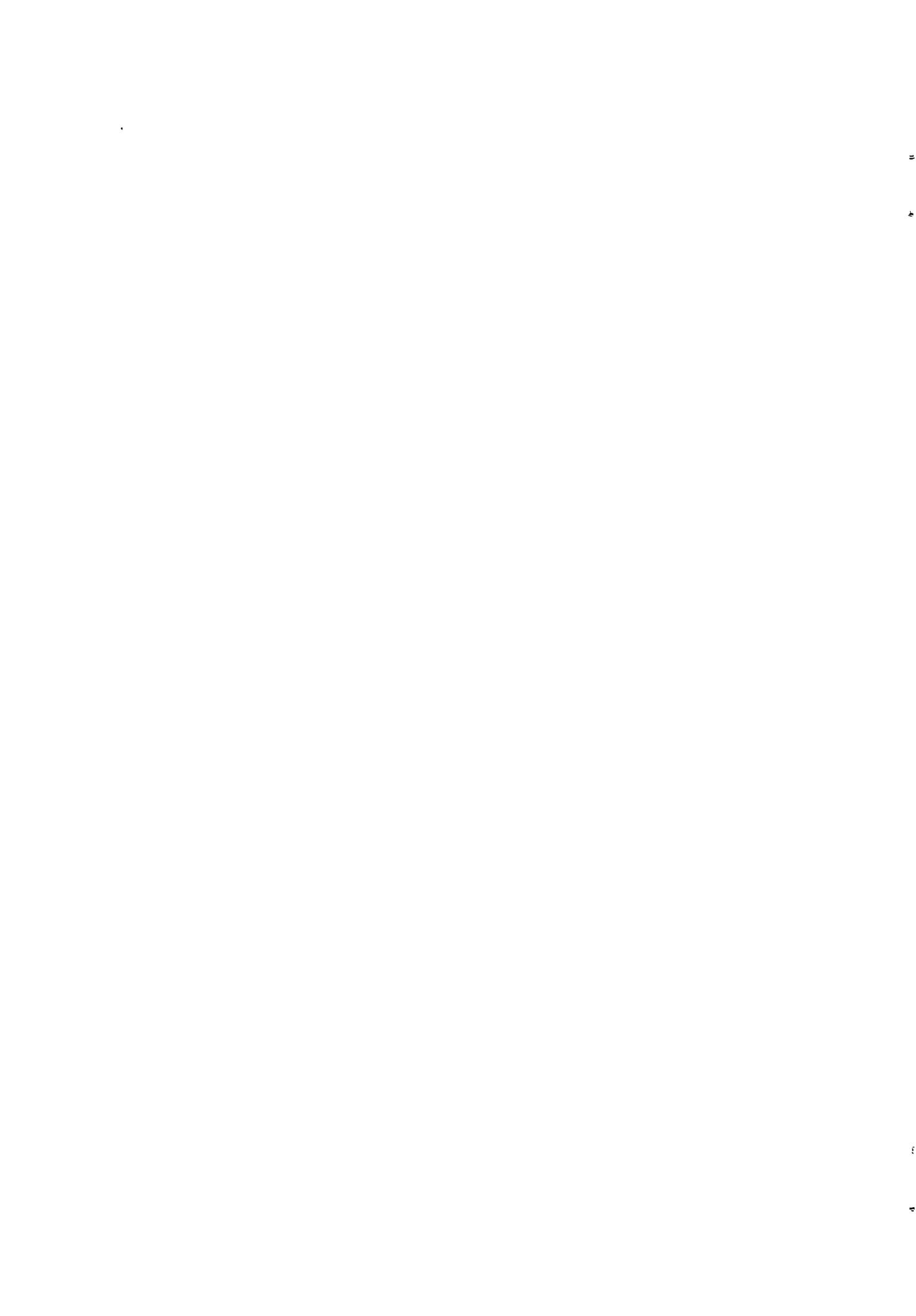
2 - Les perspectives dans le domaine technique.

Nous l'avons vu au cours des chapitres précédents, on est en présence, en Afrique de l'Ouest, de techniques traditionnelles vieilles de 3000 ans et de techniques de pointe dont on n'a pas encore mesuré tout l'impact possible. C'est pourquoi il faut se pencher sur ces problèmes avec le sérieux et la compétence qui s'imposent et évaluer ce qu'implique une telle évolution.

La recherche plus fondamentale est donc indispensable et un certain nombre de publications abordent le problème de l'eau sous cet angle.

2 - 1 - Les forages profonds.

Dans le paragraphe relatif au captage de l'eau souterraine, nous avons déjà noté que l'eau est exploitée de plus en plus profondément. Depuis que les techniques modernes ont permis de percer les roches du socle (dont les parties fissurées ou fracturées peuvent contenir de l'eau), techniques qu'on appliquait antérieurement à la recherche minière, il semble que l'on va pouvoir augmenter les performances au-delà des limites actuelles. On a déjà évoqué les forages de reconnaissance jusqu'à 600 m.



Ces techniques sont de plus en plus sûres. Si, au début de leur application les forages improductifs étaient assez nombreux, actuellement il n'y a même pas 20% d'échecs. Les recherches par méthodes géophysiques, électriques, de détermination de pendage des couches (M. BRO, 1979. L. BOURGUET & Al, 1980. J. CAMERLO, 1981) et la photo interprétation permettent déjà et permettront encore d'abaisser ce taux. (A. BERNARD. J. MOUTON, 1981). De plus les débits des forages profonds sont plus importants que ceux des forages superficiels (couramment de l'ordre de 2 m³/h, mais qui peuvent atteindre, dans les cas les plus favorables 10 à 15 m³/h). Ils sont aussi plus constants, les nappes profondes étant moins soumises aux variations de niveau. Pourtant, ces possibilités sont encore peu exploitées par rapport à celles des couches d'altération d'accès plus facile. Il est vraisemblable, que dans un avenir plus ou moins proche, cette utilisation fera un bond en avant lorsque la demande en eau deviendra plus importante avec les progrès économiques des Pays Africains. A priori donc, les limitations de ces techniques de forages profonds ne seraient que des limitations financières (encore que, nous l'avons vu, du fait de la rapidité de l'exécution, les coûts de forages sont largement compétitifs), et des limitations sociologiques, les populations concernées n'étant pas forcément aptes à prendre à leur compte les charges récurrentes de ces installations.

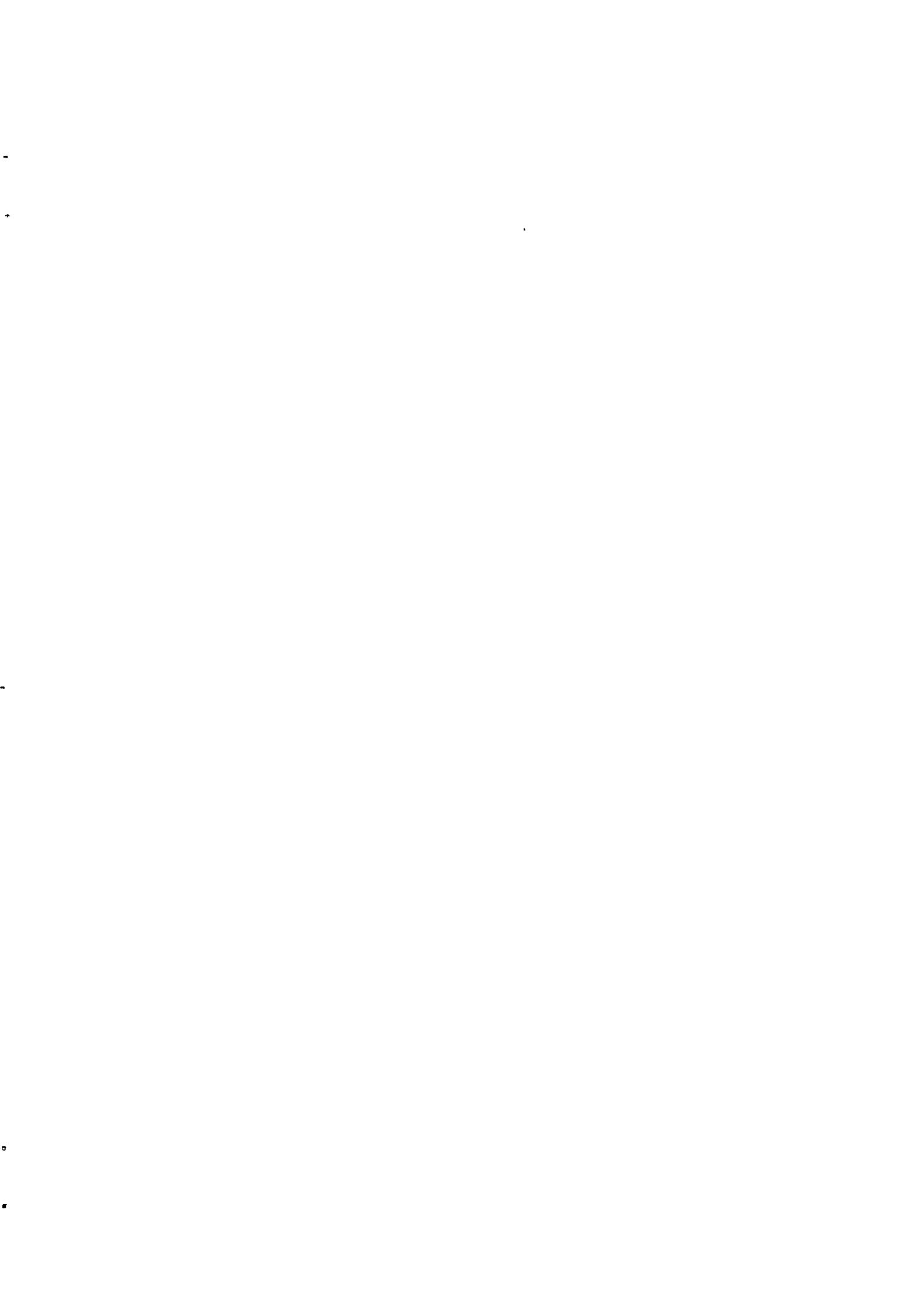
Cependant, une question d'importance se pose. Ces nappes qui sont sollicitées et le seront encore plus dans le futur, sont-elles en état de fournir la demande ou risquent-elles de s'épuiser, permettant ainsi le passage du stade aride au stade désert ?

- 2 - 2 - L'évaluation des ressources souterraines.

Une nécessité impérative s'impose : celle de saisir la notion de ressource. Après une première phase où on s'est surtout préoccupé d'augmenter la "production d'eau", on s'est soucié davantage ensuite de définir une "stratégie d'exploitation à long terme" à l'échelle de chaque bassin, c'est à dire d'évaluer la ressource, comme on l'évalue pour les nappes phréatiques ordinaires.

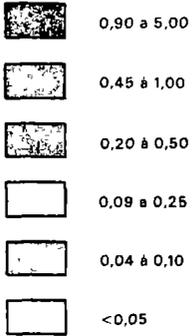
Cependant, les forages profonds peuvent ne pas ressortir du même phénomène. Il a été mis en évidence que les eaux des nappes captives profondes





RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES

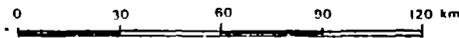
Réserves exploitables suivant les conventions
expliquées dans la notice,
exprimées en millions de m³/Km²



Ressources renouvelables des aquifères exprimées en m³/an
et par an

Facès	0	10	25	50	100
Argiles sableuses					
Basaltes	•				
Calcaires	••				
Dolérites	V V	A A A A	A A A A	A A A A	A A A A
Dolomies	••				
Granites	X X	+ +	+ +	+ +	+ +
Grès	••				
Marnes	•				
Sables	••••	••••	••••	••••	••••
Sables argileux					
Schistes	•				

• Aquifères discontinus
•• Aquifères discontinus pouvant présenter un caractère
dans les cas spécifiés en notice
La correspondance est directe entre millions de m³/an



La carte représente les caractères de l'aquifère le plus proche du sol

- nature de l'aquifère : la nature lithologique est cartographiée au moyen de figurés conventionnels ;
- profondeur de l'eau sous le sol : la surface piézométrique est représentée par des isobathes figurées en surcharge sur la carte pour les aquifères libres, et en cartouche pour les aquifères captifs. Dans le cas d'aquifères discontinus, des points d'eau renseignent sur la profondeur de l'eau ;
- qualité chimique de l'eau : le critère de minéralisation totale (inférieure ou supérieure à 1 g/l) est visualisé en cartouches ;
- ressources utilisables des aquifères : c'est l'objet principal de la carte qui distingue les ressources renouvelables (en m³/an/km²) et les réserves exploitables (en m³)

Les détails des caractéristiques des aquifères sont donnés en notice où l'on accède par Etat et où des tableaux récapitulatifs donnent les principales caractéristiques des points d'eau figurant sur la carte.

La carte met ainsi en évidence les possibilités de captage, en distinguant les régions à réservoir généralisé de celles qui en sont dépourvues. Son utilisation doit prendre en compte les exploitations existantes dans l'aquifère choisi, celles-ci pouvant déjà mobiliser une part non négligeable des ressources évaluées qui est à soustraire pour estimer les ressources demeurant disponibles. Il conviendra aussi d'évaluer l'accroissement de la ressource à partir d'eau de surface réalimentant l'aquifère (relations nappe-rivière).

Fig. 25. Carte de planification des ressources en eau souterraines

offrent une ressource non renouvelable pour une large part et que cela impose donc une autre conception des problèmes. "Dans l'absolu, il n'existe presque pas d'eau souterraine totalement indépendante et déconnectée du cycle de l'eau naturel. Toutefois les eaux se meuvent à des vitesses très différentes dans les couches aquifères. De plus, leurs trajectoires ont des longueurs très diverses : lorsque l'eau doit parcourir plusieurs centaines, voire plusieurs milliers de km à des vitesses de l'ordre de quelques mètres par an, la durée de son séjour dans le sous-sol peut atteindre des milliers d'années*. On les qualifie alors de fossiles, ce qui ne veut pas dire stagnantes, ni que le renouvellement d'une telle nappe soit nul, mais seulement très lent". (J. MARGAT. KAMAL.F.SAAD, 1984).

Mobiliser une ressource non renouvelable en l'extrayant de son stock, c'est pratiquer une exploitation que l'on peut qualifier de "minière" par analogie avec l'extraction de toutes les matières premières minérales (D.J. BURDON, 1977). "Dans les faits, la pratique n'a pas toujours attendu l'analyse.. et consciemment ou non, on s'est le plus souvent engagé dans l'option "minière" identifiée comme telle après coup" (J. MARGAT. KAMAL.F.SAAD, 1984)

Il semble donc indispensable de mettre au point des programmes d'inventaires hydrogéologiques pour que tout décideur sache précisément dans quel processus il s'engage. Depuis de longues années, le BRGM s'est spécialisé dans cette voie de recherche fondamentale de reconnaissance hydrogéologique. On ne peut pas citer ici toutes les études publiées, il y aurait des milliers de références (J.R. DAUM, 1977), on mentionnera seulement une carte de planification des ressources en eau souterraines de l'Afrique Soudano-Sahélienne (1976)(Fig. 25). On citera aussi une carte de planification des ressources en eau de Côte d'Ivoire, Ghana, Togo, Bénin, Cameroun (M. BOURGEOIS,1981) qui précise pour chaque pays, les ressources renouvelables des aquifères, généralisés ou discontinus (Rre AG, Rre AD en m³), la lame d'eau équivalente (LEE en mm) et donc la réserve exploitable (REX en m³). Les conclusions sont chiffrées : pour les 7 pays d'Afrique sahéenne, sur 3 800 000 km², le Rre global est peu différent de $55 \times 10^9 \text{ m}^3$, soit 14 m³/km² et pour les 4 pays du Golfe de Guinée, le Rre global est de l'ordre de $83 \times 10^9 \text{ m}^3$ soit 113 m³/km² en moyenne.

* Pour atteindre l'exutoire tunisien du Golfe de Gabès, l'eau du Continental intercalaire parcourt une distance d'environ 1000 km à une vitesses estimée à 1 m par an. Ce qui signifie qu'elle atteint un âge d'un million d'années à cet endroit. (Journal La Croix, 28/2/1985. Equipe chercheurs Université Paris-Sud, CNRS et chercheurs de la Direction des eaux et des sols (Tunisie)



Pour tout programme de forage, il conviendrait donc de connaître quelles ressources on peut lui associer, c'est à dire définir une échelle spatiale (quel est le volume de terrain intéressé par le forage, son architecture, son fonctionnement hydraulique, comment est-il alimenté) et une échelle de temps (échelle du cycle annuel ou de la série d'années) (Th. POINTET, 1983).

Dans la pratique il faudrait donc pouvoir superposer deux types de cartes:

- celles des besoins exprimés par les Etats,
- celles du sous-sol avec ses possibilités en eau et tous les paramètres énoncés ci-dessus, disponibles. (ANONYME, 1984).

Et vis à vis des ressources non ou peu renouvelables faut-il donner la priorité à la croissance ou à la durée ? Ces questions sont très controversées, et les spécialistes de l'eau souterraine ont pour devoir de les éclairer, mais non la compétence de trancher. (J. MARGAT. KAMAL.F. SAAD, 1984).

2 - 3 - La recharge des nappes.

Dans les zones humides, une décharge des nappes de $1000\text{m}^3/\text{j}$. nécessite, pour se renouveler, une surface de 1 km^2 sur laquelle tombe $730\text{ mm}/\text{an}$ de précipitations (taux de recharge effectif à 50%). Dans les zones arides, avec des précipitations annuelles de l'ordre de 70 mm et un taux de recharge effectif à 5%, la même décharge de $1000\text{ m}^3/\text{jour}$ demande, pour son renouvellement dans les mêmes conditions hydrogéologiques, une surface de 100 km^2 . (H. SCHNEIDER, 1977). C'est pourquoi on a envisagé une recharge artificielle des nappes.

La technique consiste à "épandre les eaux de crues sur les couches perméables, telles que des alluvions marécageuses ou des dunes de sable, en empêchant un ruissellement trop hâtif" (ANONYME, 1976) par des installations adéquates : microbarrages*.

Les améliorations pédologiques font aussi partie de la panoplie utilisée dans ce but (labours selon les courbes de niveau, aménagement de terrasses, reboisement, amélioration du couvert végétal etc...). Sur ce sujet, une bibliographie analytique récente traite de la conservation des eaux et du sol. (CIEPAC, 1983).

* des essais ont été effectués aussi en Bretagne (M. BOUCHI-LAMONTAGNE, 1983).

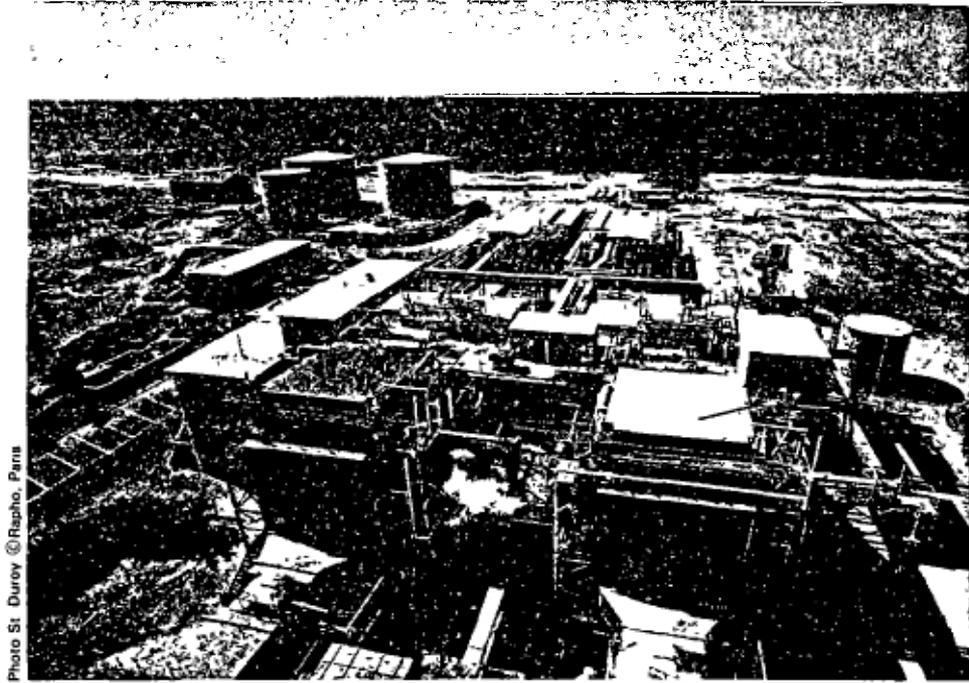


Fig. 26. Une usine de dessalement. (Arabie Saoudite).

Enfin, dans ce domaine aussi les techniques de pointe existent : l'eau résiduelle dépolluée pour la recharge des nappes ou l'eau de mer dessalée; mais ces procédés ne sont pas encore employés en Afrique de l'Ouest.

2 - 4 - Le dessalement de l'eau de mer.

La recherche se penche aussi sur ces procédés coûteux qui intéressent les pays riverains d'une mer. Dans notre domaine d'étude quelques réalisations ont déjà été faites depuis un certain nombre d'années. (Dakar, 1965, quantité d'eau fournie inférieure à 600 m³/j, Nouakchott, 3000 m³/j, qui servent en partie à l'alimentation urbaine). Les projets en cours en 1984 concernent les villes de Nouadhibou et Lagos (2 unités et 3 unités).(P. TATON. 1983). A titre d'information, nous mentionnerons les divers procédés, ceux-ci n'entrant pas, et probablement pour quelques décennies encore, dans les moyens proposés pour l'alimentation des populations rurales. Il y a d'abord les techniques de changement de phase: distillation par énergie solaire (type serre), les procédés de dessalement à basse température, 70 à 80°C dont les rendements sont meilleurs, les bassins solaires et les capteurs plats, aux rendements supérieurs de 50% aux bassins solaires et au coût de 25% moindre. Mais toutes ces techniques sont encore très onéreuses.

Parmi les procédés sans distillation, les Japonais ont mis au point des installations qui fonctionnent avec utilisation de membranes semi-perméables: l'électrodialyse et l'osmose inverse, c'est à dire le passage de l'eau saumâtre à travers un filtre imperméable aux molécules de sel.(Z. TABOR, 1978). L'eau produite a un coût élevé (6 \$ le m³ en 1978) et pour l'instant elle est donc surtout réservée aux pays pétroliers du Moyen Orient. (Fig. 26) aux industriels de l'Ouest des USA ou des côtes Japonaises... encore que Mostaganem soit en train de se doter d'une usine de dessalement qui produira 50 m³/h (Communication au Congrès de Montpellier, 16-18 avril 1985)*.

* En 1982, 98% de l'eau de mer dessalée est obtenue par distillation (procédé utilisé par SIDEM, un des leaders mondiaux du dessalement. Cela permet d'obtenir une eau présentant une salinité comprise entre 100 et 0,3 ppm/l à partir d'une eau de mer contenant 55g/l de sels dissous (P.TATON, 1983).

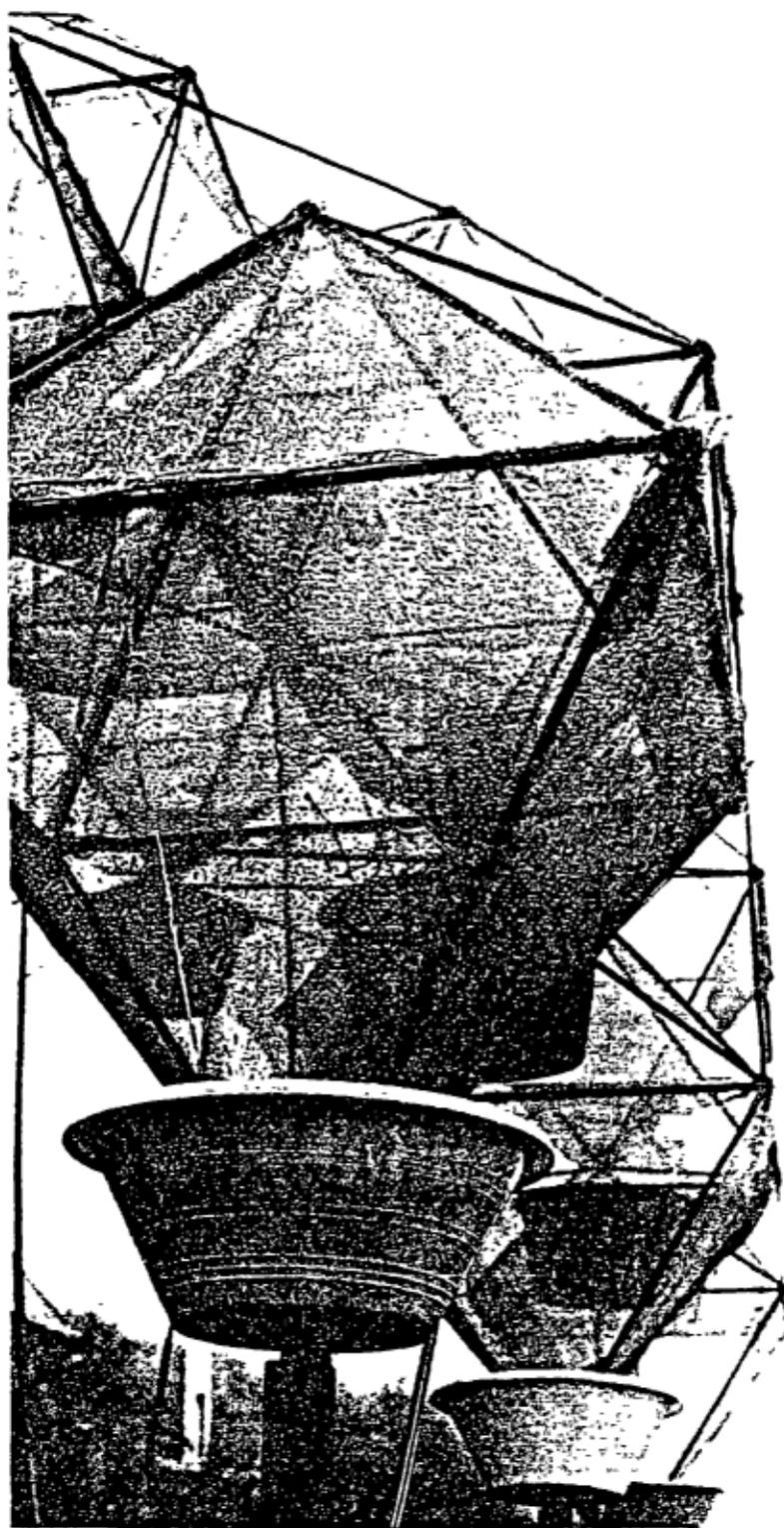


Fig. 27. Piège à brouillard

(Sources: UNESCO, 1985)

2 - 5 - Autres procédés.

Dans les années 70, il semble qu'on ait mis quelque espoir dans les expériences de pluie provoquée, espoir que les météorologistes accueilleraient d'ailleurs avec les plus grandes réserves. Depuis, apparemment, les recherches n'ont pas été poursuivies, quelques publications en parlent occasionnellement seulement.

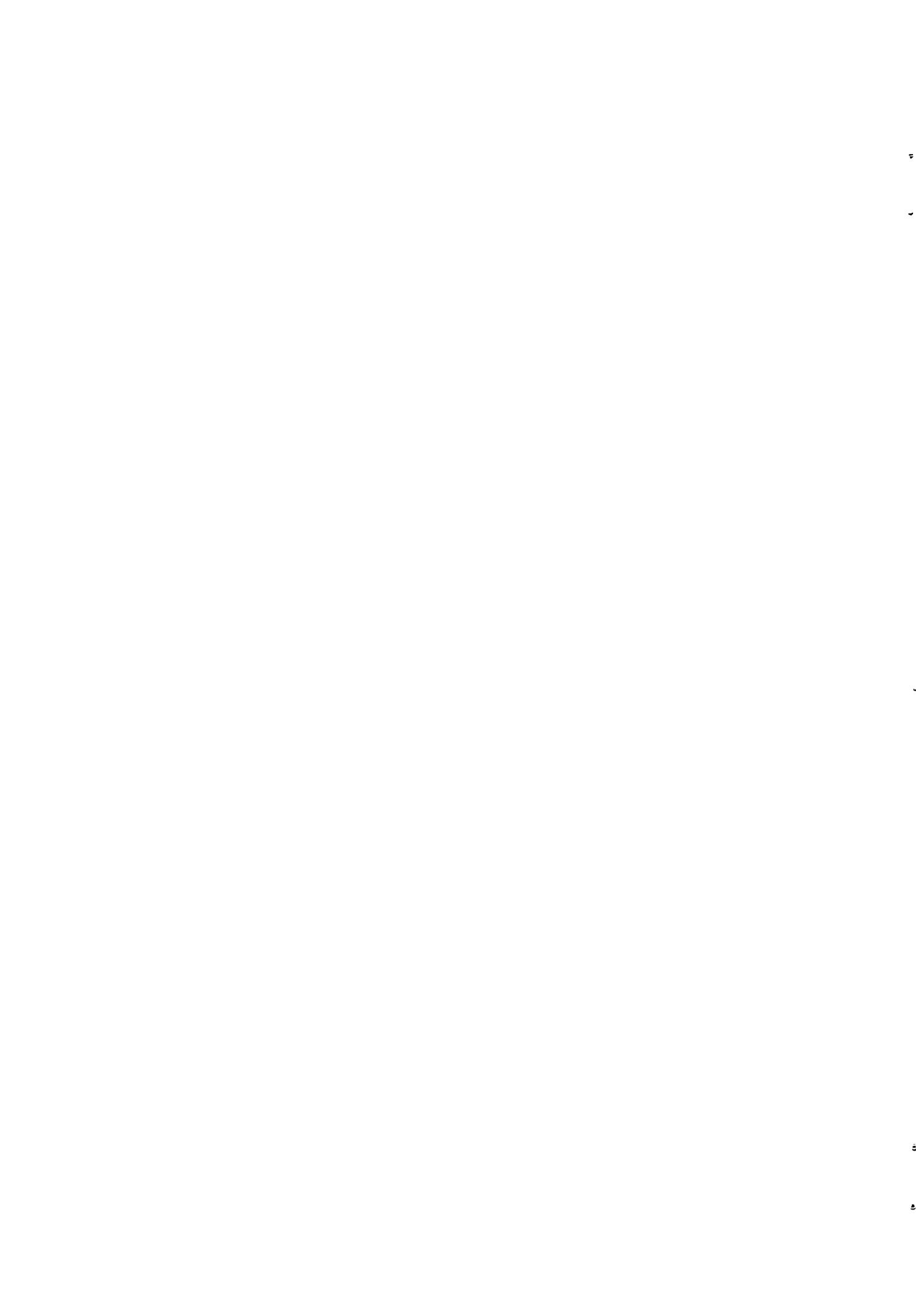
Des systèmes ponctuels et d'envergure moyenne peuvent prendre ça et là des développements localisés. Ainsi les pièges à rosée ou à brouillard, (UNESCO, 1985)(Fig. 27) dont les prototypes, expérimentés en Amérique du Sud, peuvent fournir 200 l. d'eau par jour.

Toutes ces technologies ont eu ou auront des bonheurs divers dans les pays où elles sont développées. La question est de savoir maintenant lesquelles sont les mieux adaptées aux conditions naturelles, environnementales et culturelles de ces pays, lesquelles donc seront en adéquation avec les problèmes rencontrés.

3 - Le choix des technologies. Notion de "technologie appropriée"

Dans les années qui ont suivi la seconde guerre mondiale, on a pensé que les technologies de l'Ouest pouvaient résoudre tous les problèmes matériels; la fourniture de l'eau aux populations qui en manquaient était de ceux-là. "Pendant 20 ans, les pays du Nord, organisations internationales aidant, ont cherché à résoudre les problèmes à l'aide de barrages, de circuits d'irrigation, de mécanisation... Puis, " le vent a tourné". Sous l'impulsion d'organisations non-gouvernementales, on prône maintenant les réalisations au ras du sol" (M. COIFFAIT, 1983).

Si "le vent a tourné", c'est aussi qu'on s'est aperçu que les schémas proposés ne résolvaient pas tout. "L'application de technologies de l'Ouest dans les pays en développement semblait être un encouragement aux migrations des populations vers les villes, créant un sous-emploi chronique. Plus grave encore, ces technologies employaient un capital beaucoup trop important pour des pays qui n'en possédaient guère; cela signifiait qu'une minorité seule pouvait



profiter des installations"...

"En réponse à cette situation, dans les années 60, SCHUMACHER (Small is beautiful) rappela que l'usage des technologies de l'Ouest était un choix, non une nécessité. Il y avait en fait un grand nombre de sortes de technologies, traditionnelles, modernes et scientifiques, celles demandant une grande force de travail, celles demandant une forte consommation d'énergie... Il suggéra le concept de "technologie intermédiaire" qui sélectionnerait, dans les possibilités, celles qui feraient un usage maximal des ressources locales et seulement un investissement faible, et celles dont les bénéficiaires iraient à ceux qui en avaient le plus besoin". (A. PACEY, 1977).

Technologie intermédiaire, technologie appropriée, ce terme a pris une connotation quelque peu magique. Implicitement, il a d'abord eu une acception "économique", approprié signifiant simplement "au coût peu élevé", puis il s'est agrandi à une dimension sociologique, culturelle et environnementale (R.F. CEMBROWICZ, 1983). En matière de fourniture d'eau, l'accent fut mis sur les systèmes de faible coût, à base d'investissement en travail (R. HLAVECK. A. SANCHEZ. 1973), adaptables à l'échelle du village et au contrôle local, perfectibles.

Dans l'inventaire des techniques que nous avons effectué au cours des chapitres précédents, il semble bien, effectivement, qu'il y en aient qui soient plus "appropriées" que d'autres. Mais nous ne pensons pas que l'on arrive à lever l'ambiguïté du concept. "Il est difficile d'établir deux catégories en matière de technologies selon lesquelles une serait appropriée et l'autre inappropriée, car celle que l'on considère comme appropriée dans une situation particulière, à un moment donné, peut fort bien se révéler inappropriée dans un contexte et un temps différents" (U.N.,1976). De plus, tout dépend le point de vue que l'on privilégie : la station de pompage solaire est parfaitement "appropriée " aux ressources énergétiques de certains de ces pays, beaucoup moins aux ressources financières...(elle répond pourtant bien à une partie de la définition : "celles qui feraient un usage maximal des ressources locales"...))

On conçoit donc les divergences, certains se demandant si les technologies appropriées "permettront de surmonter le décalage existant entre ressources disponibles et objectifs visés" (K. ERBEL, 1983), d'autres souhaitant une adaptation des derniers résultats de la recherche scientifique à une utilisation maximale de la main d'oeuvre" (A.MARQUES DOS SANTOS,1975).



En fait, plusieurs auteurs le soulignent, la technologie en elle-même n'est pas une entité, c'est une valeur neutre mais dont les implications sociales et économiques ne le sont pas. (M.H. GLANTZ,1977).

Les promesses de la haute technologie de l'Ouest n'ont pas été tenues, peut-être celles de la technologie intermédiaire sont-elles en train de faillir aussi. "Chacune est une expression de l'organisation humaine de sa culture et des buts et des objectifs de la société. Ni l'une, ni l'autre ne sont capables de réaliser leurs promesses si elles sont employées dans des circonstances où l'organisation nécessaire pour opérer est absente, ou quand les buts et les objectifs sont mal définis. Ainsi la technologie par elle-même ne promet rien du tout. Il n'y a pas de solution purement technologique au problème de la pauvreté et du sous-développement" (A. PACEY, 1977).

Il n'y a pas non plus de solution purement technologique au problème de la fourniture de l'eau.



TROISIEME PARTIE

LA SATISFACTION DES BESOINS

Aucune technologie "n'est capable de réaliser ses promesses si elle est employée dans des circonstances où l'organisation nécessaire pour opérer est absente, ou quand les buts et les objectifs sont mal définis". (A. PACEY, 1977).

1 - La politique de l'eau.

La phrase ci-dessus résume en termes parfaitement clairs, la prise de conscience qui s'est opérée depuis 20 ans. "Le mouvement qu'elle a généré a conduit, dans la période récente, à l'adoption, par de nombreuses institutions de développement des Nations Unies, telles l'UNESCO, l'OMS, l'UNICEF, la BANQUE MONDIALE, de déclarations à caractère politique. Les gouvernements des pays en voie de développement et des pays riches ont fait de même". (T. JACKSON, 1979). La conférence de Mar del Plata (1977) instituant une Décennie de l'eau potable et de l'assainissement (1981-1990) consacrait la nécessité d'un programme spécifique de l'eau potable, programme qui serait séparé des autres plans d'aménagement hydraulique (barrages) beaucoup plus intéressants pour les investisseurs. (P.TATON, 1983).

Il convient de préciser que dans la fourniture de l'eau potable, une part revient aux initiatives gouvernementales, une part aux initiatives locales. Elles ne sont évidemment pas du même ordre de grandeur au point de vue de l'ampleur et du financement. Mais on doit souligner que dans la plupart des cas, et jusqu'à une période récente, les initiatives locales (et extérieures) ont pris le pas sur celles des gouvernements. Il semble que seulement récemment, et peut-être sous la pression des organismes internationaux, on assiste, au moins dans les discours et dans les programmes, à une ébauche de changement d'attitude.

1 - 1 - Intérêt ou désintérêt des gouvernements pour la fourniture de l'eau dans les zones rurales.

"Par des discours "pro domo", les dirigeants politiques déclarent constamment qu'ils accordent une haute priorité au développement rural, à l'hydraulique indispensable à l'élévation du niveau de vie du paysannat... On s'aperçoit aujourd'hui qu'entre les discours et les faits s'est aussi développé un grand fossé" (P.C. DAMIBA. P SCHRUMPF, 1981).

"Dans le cadre des objectifs de la Décennie et de l'élaboration des projets nationaux, on constate qu'un certain nombre de pays ont fixé des objectifs modestes, d'autres n'ont fixé aucun objectif, et en général les plans ne vont pas au-delà de 1982-83. (U.N., 1980)

Dans l'ensemble, les publications soulignent "l'absence de politiques claires et de définitions de priorités" (W.B., 1975). D'autres plus récentes, sont encore plus sévères. "L'inaptitude des gouvernements des pays en voie de développement à comprendre les besoins de base de leurs citoyens est attribuée à un manque de volonté politique... les investissements pour la fourniture de l'eau et les assainissements ne se font pas parce que ces services ne sont pas grandement prisés par l'électorat (à l'inverse des services de l'éducation). Les crédits sont souvent employés à des réalisations plus visibles et fastueuses... L'enthousiasme des gouvernements pour s'occuper des plus pauvres est souvent contrarié par le fait que les bénéficiaires potentiels sont généralement marginalisés politiquement..."(F. GOLLADAY, 1983).

Certains pensent cependant que les actions de motivation entreprises par la Décennie commencent à donner des résultats au niveau des gouvernements. (M. FALKENMARK, 1980). Le Niger et le Burkina Faso sont cités par les experts de l'OMS comme des pays qui ont pris conscience de l'approvisionnement en eau potable, y compris dans les zones rurales (P. TATON, 1983). De nombreux programmes prônent le développement du secteur de l'hydraulique villageoise; par exemple celui du Gouvernement Ivoirien: doter tous les villages de plus de 100 habitants d'un point d'eau potable (J.C. FAHY, 1979) celui du Mali, dont l'objectif est la construction de plus de 1000 puits dans les zones de Kontiala, Bandiagara et la partie sahélienne du pays (BULL. AFR. NOIRE, 1981), ou le Sénégal avec un programme encore plus ambitieux multiplier par 7 le nombre de forages existants (AFR. AGR., 1982).

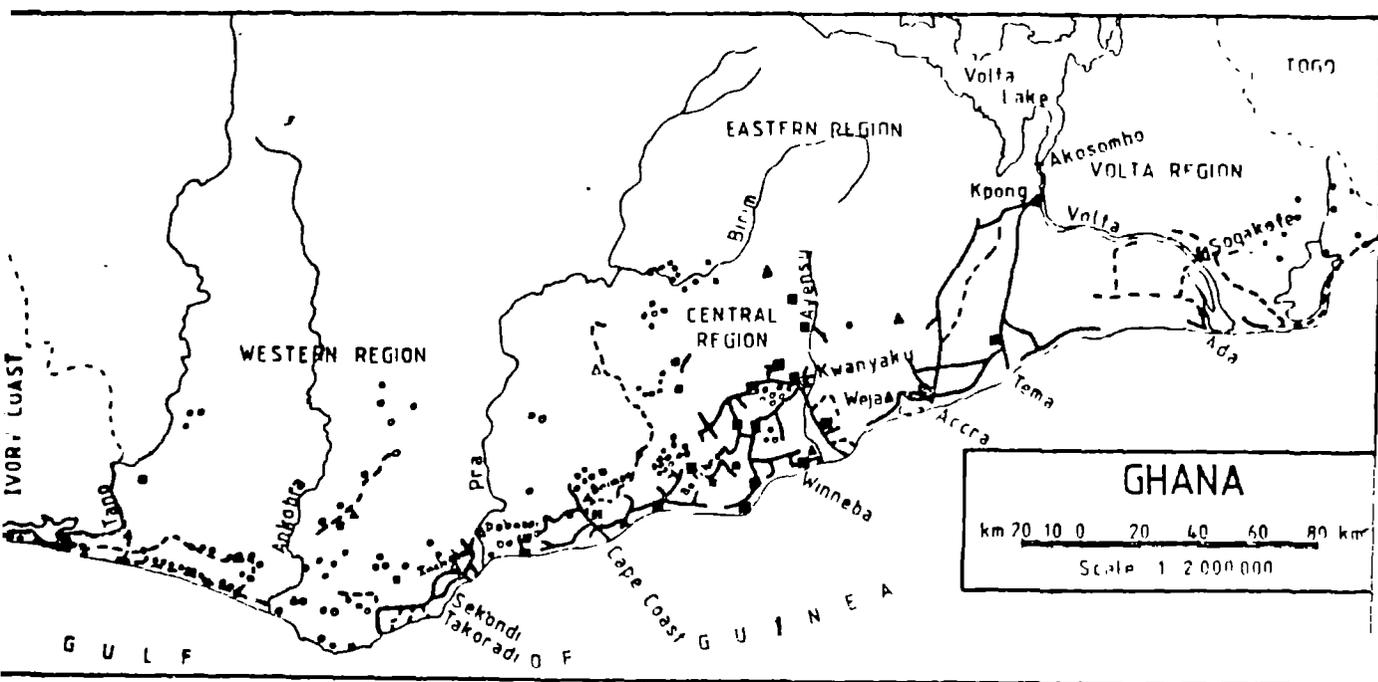


Fig. 28. Plan d'équipement de la ceinture côtière du Ghana.

(Sources. R.F. CEMBOWICZ, 1980)

Les réalisations ne suivent cependant pas toujours les programmes. A titre d'exemple, pour réaliser ses objectifs, le Sénégal devra investir 12,5 milliards de FCFA pendant 18 ans. Or, il a investi entre 1960 et 1981, 80 milliards, c'est à dire moins de 4 milliards FCFA par an (AFR. AGR.,1982), c'est à dire aussi moins du tiers de ce qui sera nécessaire. Pourtant même s'il semble indispensable que les populations prennent leur part dans les investissements, pour une grande partie, la fourniture de l'eau potable restera de la responsabilité des gouvernements (INDUR MIRCHANDANI, 1983).

1 - 2 Le choix rural-urbain.

La conférence des Nations Unies sur l'eau de 1977 annonçait très explicitement: "A l'heure actuelle, sur le plan mondial, les options sont parfaitement claires. D'une part, la majorité des habitants des grandes villes bénéficient des services d'approvisionnement, d'autre part, dans les campagnes, les habitants n'ont encore aucun moyen d'approvisionnement en eau " (U.N., 1977). Il semble, d'une façon générale, et comme d'ailleurs dans bien d'autres secteurs, que les villes soient privilégiées par rapport aux campagnes. Ainsi, au Ghana par exemple, a été établi un "Masterplan" qui concerne le développement de la ceinture côtière. (Fig. 28). "Il est difficile de juger si ce masterplan devrait avoir priorité comparé aux autres besoins urgents du reste du pays... actuellement la majorité de la population rurale se fournit à des sources non protégées, des trous d'eau et rivières. Les incidences sur les maladies sont grandes"...(R.F. CEMBROWICZ, 1980).

Sophie BESSIS (1980) rapporte aussi que le barrage de Sélingué, qui fournit de l'électricité à Bamako, a chassé 15000 personnes. Pour les 9 villages déplacés et reconstruits ailleurs, les forages ont été "décevants". Le projet apparemment ne s'est que trop peu soucié de ces populations.

L'exode rural se perpétue, entraînant l'appauvrissement des campagnes et la surcharge des villes d'une façon telle qu'elles deviennent incontrôlables. Si cet état de fait n'est pas près de s'arrêter, la cause première est que, malgré les beaux discours d'intention, les populations rurales ont été laissées pour compte, y compris dans leurs aspirations les plus légitimes de vie décente.

1 - 3 - L'influence des élites.

Un certain nombre de publications analysent quel rôle jouent les élites dans la politique de l'eau et quels transferts de pouvoir peuvent s'opérer lorsque des systèmes d'approvisionnement en eau sont introduits. Déjà dans l'évaluation des besoins, on l'a vu, et R.F. CEMBROWICZ (1983) l'avait fait remarquer, "le schéma de la demande varie substantiellement selon qu'il est rapporté par le médecin, l'agence financière ou les représentants locaux, chacun ayant ses intérêts spécifiques". Ensuite, dans un deuxième temps, il s'agit de déterminer, dès le début du processus de planification, les zones ou les villages auxquels il convient d'accorder la priorité. " Cette question sera étudiée sous l'angle des coûts, des économies d'échelle ou de la qualité du service fourni; des stratégies dites "de lieu d'expansion"; de la redistribution des revenus et de la stratégie répondant à la devise "les plus pauvres d'abord"; de la viabilité financière et de l'élan de la collectivité. Certes, ces divers facteurs et considérations sont toujours mentionnés et nul doute qu'ils servent souvent de critères de choix dans l'affectation prioritaire des ressources en eau, mais dans la pratique, les considérations politiques, les influences personnelles ou les réclamations les plus bruyantes sont également déterminantes" (R.J. SAUNDERS. J.J. WARFORD, 1978).

"Les groupes dominants peuvent avoir accès aux services subventionnés... les classes aisées peuvent exploiter commercialement l'eau" (E.L.P HESSING. P. KERKOVEN, 1979) et il n'est pas rare de voir des abonnés revendre l'eau à un tarif 10 ou 20 fois plus élevé que celui qui leur est demandé.

Un autre problème se pose lorsque de nouveaux systèmes d'approvisionnement en eau sont introduits de manière conventionnelle dans les communautés rurales, celui du transfert des pouvoirs.

"- ..le processus mis en place altère l'équilibre du pouvoir en le faisant passer des dirigeants traditionnels aux personnes alphabétisées et politiquement formées.

- le processus influe sur les relations extérieures de la communauté généralement dans le sens d'une plus grande dépendance à l'égard du gouvernement, au niveau national ou régional et restreint son indépendance d'action vis à vis des autres communautés" (T. JACKSON, 1979)



Enfin, dans l'ensemble des pays, un problème institutionnel se pose. La fourniture de l'eau pour les zones rurales est souvent confiée à plusieurs ministères : agriculture, santé, affaires rurales, équipement. Il s'ensuit donc un éparpillement des charges et une fuite des responsabilités, chacun se reposant sur le ministère voisin pour prendre des décisions ou mettre des programmes en action (D. KONCHADY, 1979). Le rôle des élites, serait d'oeuvrer pour une institution unique et on s'aperçoit que l'inertie des systèmes et des gens est grande, la continuité étant toujours plus facile que l'innovation. On rappellera que cette situation est surtout valable pour les zones rurales, les villes ayant le plus souvent leurs instances propres d'aménagement.

1 - 4 - L'influence des agents extérieurs.

Nous appelons agents extérieurs, les organismes, grands ou non, qui interviennent financièrement et techniquement dans la fourniture de l'eau dans les zones rurales. Il arrive que les critères de leurs priorités ne soient pas les mêmes que ceux des pays concernés, que leur approche des contraintes soit aussi différente. Il arrive aussi que les fonds internationaux prennent en charge des investissements qui ne soient pas gérables par les populations ou par les Etats. "Si l'Etat décide de faire (financer par des donateurs) 10000 forages, il devra trouver chaque année 500 millions à 1 milliard de FCFA pour leur fonctionnement" (J. LEMOINE, 1981), ce qui est bien au-dessus de ses possibilités. "L'investissement dû à l'aide internationale joue en définitive contre les bénéficiaires s'il aboutit à créer des équipements dont les Etats ne peuvent maîtriser la gestion" (J. LEMOINE, 1983).

Autre exemple : les grands organismes bancaires qui contribuent aux investissements dans les pays en voie de développement ne sont pas partisans des distribution d'eau par bornes-fontaines; ils préfèrent la formule du branchement individuel, d'une exploitation plus facile et plus rentable. Aussi bien ces organismes prennent-ils toujours grand soin de faire délimiter les territoires et les quartiers dans lesquels la distribution d'eau peut être rentable et c'est à de telles zones qu'ils réservent leurs crédits" (J. ROURE, 1973).

Les exemples d'inadéquation entre les projets des agents extérieurs et les besoins ou les souhaits des populations sont nombreux et nous ne voulons pas ici les multiplier. Il s'ensuit souvent une inefficacité notoire de certains investissements et une incompréhension mutuelle des donateurs et des



receveurs qui n'ont plus en commun que leurs déceptions respectives.

Cependant, dans ce domaine aussi, un changement de mentalité s'amorce: du côté des populations, une prise en charge effective par l'intermédiaire d'associations ou de groupements réunis en fédérations paysannes (Six S, par exemple, qui réunit plusieurs centaines de groupements); du côté de l'aide internationale qui commence à accepter l'idée d'un financement sans programmation préalable, mais seulement un contrôle à postériori.

Du style de ces rapports peut naître une collaboration efficace, plusieurs centaines de réalisations sont là pour en témoigner, et pas seulement dans le domaine de la fourniture de l'eau. (Problème de la conservation des eaux et des sols dans le Yatenga par exemple, où une concertation d'organismes internationaux, gouvernementaux, privés, associatifs et villageois est née de la volonté commune de réagir contre une dégradation qui semblait inéluctable)*

2 - Le problème des coûts.

La grande découverte de ces dernières années du XXème siècle (pour tous pays confondus, ceux qui ont de l'eau et ceux qui n'en n'ont pas) est que "l'eau n'est plus gratuite. Elle est devenue un bien de consommation soumis à une féroce surenchère". (UNU, 1983).

Fournir de l'eau potable dans les zones rurales entraîne évidemment des coûts multiples : coûts d'installation , de fonctionnement, d'entretien et de réparation, et à terme, coût de remplacement. Sur qui doivent-ils reposer : la Communauté Internationale ou les Etats ? et à l'échelle nationale, sur le contribuable ou sur le consommateur ?.

A titre d'information, il est bon de " replacer le coût des besoins en eau (ruraux et urbains réunis) dans une perspective des dépenses mondiales:

- l'investissement pour l'eau 57 millions \$/jour
- dépenses en cigarettes 240 millions \$/jour
- armement global 1400 millions \$/jour "(M.FALKENMARK, 1982)

* cité par Pierre FORRAT, Cours: Agriculture et Développement, mai 1985, U.V. Interdisciplinaire, Université Catholique de Lyon.



2 - 1 - Les coûts d'investissement.

L'équipement de points d'eau en zone rurale se pose donc aussi en termes de finances. De nombreux rapports, en particulier ceux du PNUD, de la Banque Mondiale, etc...ne sont qu'une longue liste de chiffres qui expliquent le financement des projets. Les sigles se font concurrence; il y a les projets FED, BOAD, FAC, ORD, SIDA, USAID, GTZ..."Le BOAD, justement a fait une estimation des coûts d'investissement globaux concernant les 8 pays sahéliens : 250 à 300 milliards FCFA (constants de 1980)... programme qui reste à la portée de la communauté internationale" (P.C. DAMIBA. P. SCHRUMPF, 1981). En règle générale, une partie plus ou moins importante de l'investissement reste à la charge des pays concernés, la prise en charge par les fonds internationaux pouvant aller jusqu'à 70% du coût (U.N. 1980). Pour donner une idée des prix , nous avons cherché , dans les publications, les chiffres les plus récents. Ils concernent des forages au Niger : 216 millions FCFA pour 50 forages productifs, tout compris, ce qui donne 4,32 millions FCFA par forage ou 86400FF. (A. MARTIN, 1985). De même, une publication du CILSS/PNUD/UNSO (avril 1984) donne un coût unitaire moyen de 4,6 millions FCFA pour l'ensemble du Sahel. Etant donné l'amélioration des techniques, la rapidité de l'exécution (Niamey: 22 forages équipés, de 60m, par mois), la programmation en série, il n'est pas impossible que les coûts baissent encore.

2 - 2 - Les charges récurrentes.

L'équipement exécuté, on doit ajouter au budget les coûts de fonctionnement, d'entretien, de réparation, et dans les meilleurs des cas, une provision pour le remplacement des installations. Or, dans ce domaine, les publications sont unanimes : " on semble avoir accordé beaucoup d'attention à la planification des nouveaux ouvrages et négligé les problèmes d'entretien de ces derniers" (P. TATON, 1983) "..la réalisation des équipements n'est presque jamais planifiée en fonction des charges récurrentes et des possibilités d'entretien" (J. LEMOINE, 1980). Ainsi, par exemple, d'après un rapport du CIEH (1982), l'entretien de 2800 pompes en cours d'installation au Niger, s'élèverait à 162 millions FCFA, soit au double des crédits de fonctionnement de tout le ministère.



" Dans certaines régions les points d'eau disparaissent au même rythme que l'on en crée car les problèmes de maintenance ne sont pas résolus"

(J. LEMOINE, 1983). De plus les coûts d'entretien et de réparation sont toujours très élevés, dans des pays où les infrastructures sont peu développées et les possibilités de déplacement réduites (J. SAMWAYS, 1977). Le prix de revient de l'eau ne peut alors être supporté, ni par les Etats, ni par les consommateurs qui font le plus souvent partie de communautés pauvres.

Les sociétés distributrices, quant à elles ont fait un effort de clarification pour essayer de saisir le prix de revient global de l'eau, par élaboration d'un plan calcul (M.Z. KESSY, 1983), mais le plus souvent, les zones rurales échappent à cet effort, puisqu'elles échappent à la distribution.

Des solutions locales sont trouvées, mais elles n'ont que valeur d'exemple et ne sont pas significatives des problèmes d'ensemble que représente la maintenance des équipements. Ainsi, au Niger, les usagers d'un point d'eau ont constitué un règlement : au début, tout seau d'eau coûte 10 FCFA; cet argent alimente ainsi une caisse qui sert à l'entretien du point d'eau, aux réparations sommaires de la pompe et à l'intervention du spécialiste si nécessaire. Quand la somme de la caisse est estimée suffisante, l'eau devient gratuite. Si la caisse se vide, on la reconstitue en remettant le seau d'eau à 10 FCFA.(Communication au Congrès de Montpellier 16-18 avril 1985).

Concrètement, face aux implications de ces charges, il convient de repenser fondamentalement la conception et l'organisation des projets. "Cela signifie qu'une programmation cohérente de l'hydraulique n'est possible que région par région, dans le cadre de politiques d'aménagement du territoire. Cela signifie aussi qu'il n'y a pas d'alternative à la prise en charge des points d'eau par la collectivité elle-même, que le choix des ouvrages doit répondre à la capacité de maintenance de la collectivité " (J. LEMOINE, 1983). Il semble que l'on s'oriente vers une politique inverse de celle pratiquée jusqu' alors; c'est ce que nous analyserons dans un paragraphe ultérieur de ce travail.

2 - 3 - Le prix de l'eau

En tenant compte des réflexions précédentes, comment déterminer le prix de l'eau pour qu'il réponde à la fois à des impératifs de

Origine de l'eau potable	Pourcentage de ménages	Quantité d'eau en L.	Dép. F. CFA 100 F. CFA = 2 FF	Subvention de l'Etat F. CFA
Revendeurs à domicile	57 %	120	60	0
Borne-font à proximité	28 %	160	0	13
Branchement particulier	15 %	1 670	183	28

Tabl. 5. Consommation et dépenses journalières pour l'eau potable d'un ménage résidant dans une capitale moyenne d'Afrique de l'Ouest.

rentabilité et de justice sociale ? Dans les pays industrialisés, la part de revenu attribuée à l'eau (pour une consommation importante) représente 0,5 à 2%. Dans les pays en voie de développement, pour une population pauvre et une consommation moindre (20 à 50 l/j/pers.) elle correspond à 5% des ressources (J. ROURE, 1973).

Ici, pour comprendre la complexité des problèmes de tarification, il convient de présenter deux cas de figures:

- les villes et les bourgs ruraux desservis par réseaux ou bornes fontaines

- les petits villages desservis par un point d'eau.

- " On constate que la fraction la plus pauvre de la population soit 40 à 50%, ne consomme que 6 à 10% de l'eau, le reste étant utilisé par la population de standing moyen ou bon, par les commerces, les industries, les établissements publics" (C. LEFROU. J. BAZIN, 1983). On constate aussi que cette même population, qui n'a pas les moyens de se raccorder au réseau, (la location du compteur plus le branchement représentant pour certains 2 à 4 mois de salaire) est celle qui le plus souvent paie son eau le plus cher, et celle qui ne reçoit aucune subvention (Tabl. 5). (A Bohicon, Bénin, en saison sèche, la bassine de 20 l. d'eau coûte 30FCFA, soit 1500FCFA, le m³; or la Sbee vend aux abonnés l'eau à 82,6 FCFA le m³) (ANONYME, 1983).

Les responsables se trouvent confrontés à des impératifs qu'il leur faut concilier: nécessité d'assurer la distribution dans des conditions économiquement viables, obligation de fournir de l'eau pour des raisons sociales, à une partie de la population qui ne peut pas payer sa quote part. La seule option possible est de faire prendre en charge le déficit par la fraction aisée de la population, (soit par le canal de subventions publiques prélevées sur les recettes fiscales, soit par une politique adéquate de tarification de l'eau : augmentation des tranches tarifaires au-dessus d'un certain seuil, celle-ci pouvant rester relativement légère puisqu'elle s'applique à 90% du volume distribué") (C. LEFROU. J. BAZIN, 1983). On aboutit en pratique à une notion de "tarif social" pour les très petits consommateurs, notions reprises par d'autres publications; (M. BUSTAMANTE AHUMADÁ, 1975. P. TATON, 1983).

On s'aperçoit, avec quelque satisfaction, que dans ce domaine, un certain

nombre de pays en voie de développement ont rompu avec la "logique" des pays industrialisés qui veut que le prix de l'unité diminue si la consommation augmente, ce qui pénalise le petit consommateur.*

Ainsi, à l'inverse des pays industrialisés qui pratiquent un tarif dégressif, certains pays en voie de développement, pratiquent un tarif progressif.

On peut citer le Burkina Faso:

de 0 à 13 m³ 90FCFA/m³

de 51 à 100 m³ 225FCFA/m³ (ANONYME, 1983)

il existe donc une tarification correspondant à une utilisation lucrative. Bien qu'il ne soit pas de notre domaine géographique, le Cameroun peut aussi être cité. On y pratique un tarif de peréquation. Ceux qui ont une consommation inférieure ou égale à 10 m³/mois payent 170 F le m³ où qu'ils soient, au-delà de 10 m³, toute la consommation est facturée à 222 F/m³. (Communication de Mr. KEMAYOU au Congrès de Montpellier, 16-18 avril, 1985)

Dans la pratique, ce "tarif social" est difficile à mettre en œuvre, car ces petits consommateurs sont justement ceux qui ne sont pas raccordés au réseau et qui s'approvisionnent aux bornes-fontaines.

La gestion de celles-ci est difficile, on l'a déjà évoqué dans un paragraphe précédent. Le principe de l'eau gratuite a souvent des effets pervers, gaspillage, détérioration.

- la contribution municipale répercutant les coûts globaux sur les habitants, ne garantit pas non plus le non gaspillage et la non détérioration

- le carnet de tickets avec fontainier-percepteur qui est un employé municipal est une solution souvent adoptée. (A Addis-Abeba, 90% de l'eau des fontaines est payée par ce moyen).

- le fontainier peut être un concessionnaire qui achète l'eau et la revend. On a là une nouvelle catégorie de vendeurs d'eau, avec les abus que cela peut impliquer (un tarif maximal peut cependant être fixé par la société distributrice, comme en Mauritanie, par la Sonelec)

* LA SDEI, Société distributrice de la banlieue lyonnaise apporte une confirmation:

-prix de l'abonnement pour 250 l./jour	490 F/an	soit 5,36 F/m ³
- prix de l'abonnement pour 1000 l./jour	1414 F/an	soit 3,87 F/m ³

(tarif, octobre 1984)

- Les villages desservis par un point d'eau, puits ou forages ont des situations diverses. Tout dépend, en effet, de ce que les villageois doivent prendre en charge. En supposant que l'investissement soit supporté par le pays ou les agents extérieurs, les charges de fonctionnement peuvent être très réduites, dans le cas de l'exhaure traditionnelle, ou plus substantielle dans le cas d'exhaure motorisée. On ne peut donc définir un prix de l'eau; il varie avec chaque village, chaque point d'eau même.

Enfin un autre problème est soulevé, celui de savoir qui paye l'eau distribuée : le citoyen en sa qualité de consommateur, et cela proportionnellement à sa consommation, ou le contribuable ? Nous avons vu dans le paragraphe qui précède la difficulté de mettre en oeuvre des tarifications qui garantissent à la fois la rentabilité des sociétés chargées de la distribution et un juste souci des classes les plus défavorisées. Parler de rentabilité des sociétés est un minimum, on souhaiterait même qu'elles fassent du profit pour pouvoir le réinvestir dans les zones rurales.

Certains pays ont fait une proposition de surtaxe de l'eau urbaine pour financer l'hydraulique rurale. Des sociétés (SODECI, Côte d'Ivoire, SONADER, Mauritanie, SONEES, Sénégal, RNET, Togo) ont déjà quelques réalisations en zone rurale à leur actif et beaucoup de projets. "Mais on s'aperçoit bien que malgré les surtaxes d'eau urbaine pratiquées (En Côte d'Ivoire et au Togo, par exemple) aucune société ni aucun pays ne peut se permettre d'assurer sur son budget l'entretien et la maintenance des pompes et qu'il faut tendre tôt ou tard à la prise en charge la plus large possible par les villageois" (M. MEUNIER. C. DILUCA, 1984).

Un organisme actif qu'il est indispensable de mentionner : Mali Aqua Viva, qui, en 7 ans a réalisé 1250 forages dont 900 équipés de pompes (à main, à pied, Diesel, et 30 pompes solaires photovoltaïques). Sa célébrité provient aussi du fait que les populations concernées participent à l'achat et à l'entretien des pompes (30% du prix pour les premières installations, 100% actuellement. 25% actuellement quand il s'agit de pompes solaires) (P.AUDIBERT, 1978)

Cela amène à penser qu'il n'y a que peu d'alternatives pour que les populations rurales aient un accès satisfaisant à l'eau potable. Les seules possibilités d'amélioration de la fourniture en eau semblent être la plus grande prise en charge par les collectivités elles-mêmes.

3 - La participation des populations.

Ce sujet suscite, depuis quelques années, un regain d'intérêt. Les publications le prouvent, plus de 20% des textes étudiés parlent de participation. Pourquoi ce phénomène ? La réponse est en partie négative quant à son origine. "Après plus de deux décennies pendant lesquelles la planification de développement, envisagée sous l'angle des "retombées" n'a permis d'obtenir que de maigres résultats, nombre de spécialistes du développement se penchent sur des stratégies de développement faisant davantage appel à la participation.. On peut s'attendre à ce qu'elle prenne le tout premier plan dans la troisième décennie pour le développement" (D. MILLER, 1979)

3 - 1 - Les trois stades

- Le projet imposé: "La première génération de projets a surtout mis l'accent sur l'aspect technique de la fourniture de l'eau; le problème devait être résolu au moment où l'eau serait mise à la disposition des villageois" (T. AMAT, 1985). Il s'en est suivi des pompes sur-utilisées sujettes aux pannes, des services de maintenance conçus de façon centralisée qui ne pouvaient pas faire face à la demande, une population passive qui bénéficiait d'un aménagement pour lequel elle n'avait pas été consultée, et dont elle ne se sentait pas responsable, ni prête à verser une contribution quelconque. "Les villageois n'entretiennent pas un cadeau collectif de l'administration" (J. LEMOINE, 1980).

De plus, certains de ces projets ont abouti à des non sens et ont aggravé la situation au lieu de l'améliorer. On citera comme exemple les grandes zones de captage avec abreuvement des grands troupeaux. Le processus d'utilisation de ces zones a révélé une relation entre puits et surpâturage, ce dernier entraînant la désertification (M.H. GLANTZ, 1977; G. PALLIER, 1984. E. BERNUS, 1983. M. SKOURI. 1984)

Que les populations ne se soient pas senties concernées par ces installations, qu'elles en aient profité lors de l'état de marche et s'en soient désintéressées après, on le conçoit aisément. Et on arrive à des résultats désolants : "sur 75 pompes enquêtées, 32 en panne dont 18 depuis plus d'un mois " (COGEFOR,



1980). " La proportion des projets ayant connu des pannes d'une durée supérieure à un mois atteint presque 40% lorsque l'entretien est assuré par des agents extérieurs "(D. MILLER, 1979)

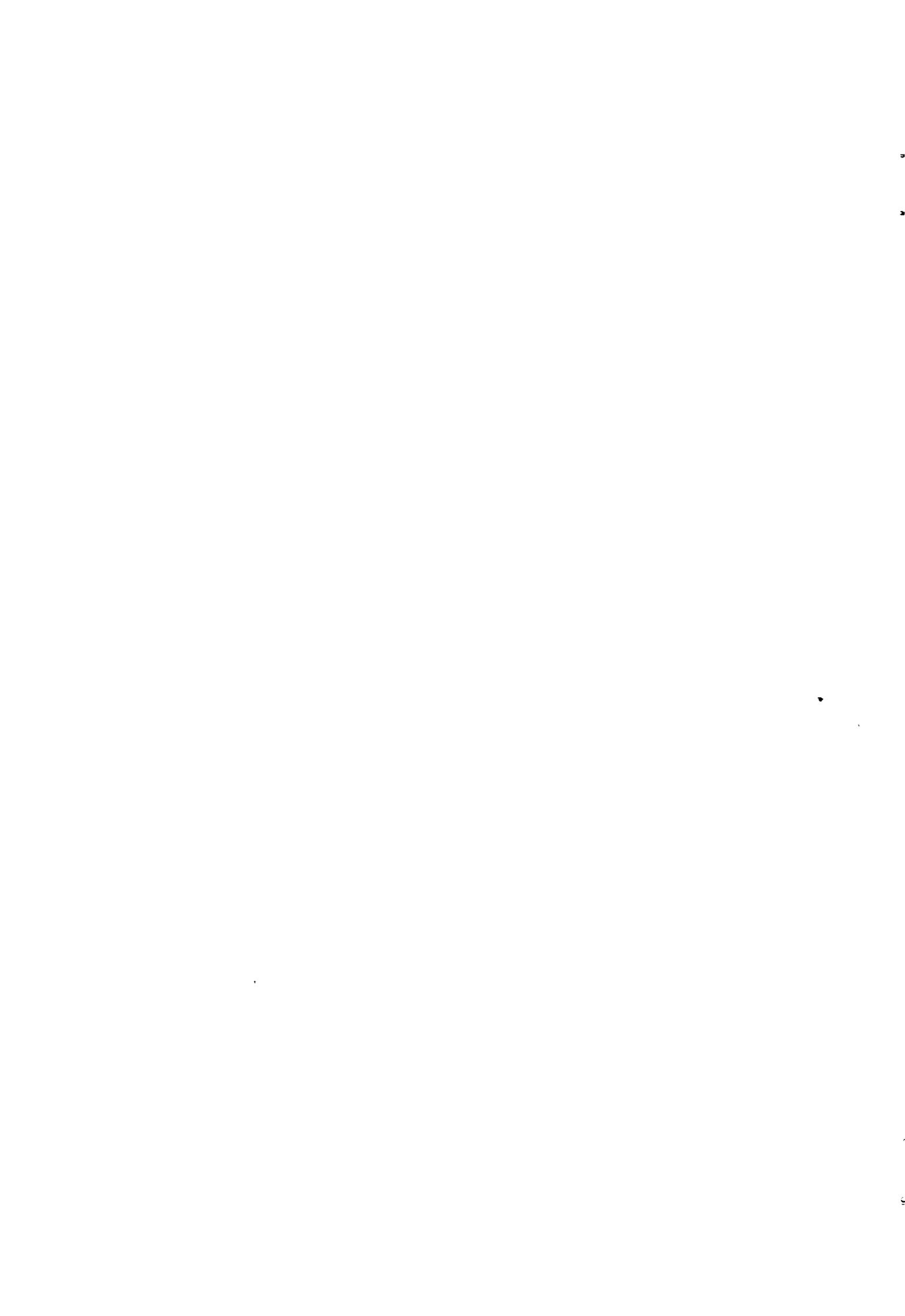
- Le partage des rôles. "Une deuxième génération de projets a pris la relève. Ils établissent le partage des rôles entre les organismes publics (planification, exécution, maintenance ponctuelle, réparation des pannes graves) et la population (acceptation ou refus du projet, fourniture de la main d'oeuvre, aménagement des abords, maintenance régulière, réparation des pannes courantes)". (T. AMAT, 1985). Dans la pratique, cette solution n'est pas facile, l'administration devant s'intégrer dans la logique du village, en particulier pour la notion de temps; et aussi pour les questions de choix. Le problème du choix, puits ou forage par exemple, est presque toujours tranché en faveur du second (J. LEMOINE, 1980). Or, une pompe hors d'usage est un point d'eau condamné. Il faut donc, chaque fois que le choix est possible se refuser à implanter un forage au lieu d'un puits, si les conditions nécessaires à la maintenance de la pompe ne sont pas réunies. En fait, l'urgence des besoins incite souvent à la réalisation systématique des forages. "Tout projet d'aménagement doit donc être systématiquement déterminé, moins par la logique des techniciens et des financiers qui la proposent, que par celle des utilisateurs" (J. LEMOINE, 1983), et c'est souvent un sujet de frictions.

Le travail fourni par la population est aussi source d'autres difficultés. D'abord il ne peut s'effectuer que sur les puits et l'économie correspondante est de 10 à 14% sur l'investissement (J. LEMOINE, 1979). Ensuite, le temps perdu occasionne un ralentissement des chantiers qui compense mal les sommes récupérées. Ces obstacles ont-ils engendré une troisième génération de projets?

- La prise en charge du projet par la population.

Cette troisième génération de projets se caractérise par un renversement des rôles. La population prend l'initiative, l'administration apporte l'appui. Dans les sites où c'est possible, l'organisation villageoise prend tout en charge:

- le choix des sites,
- la détermination du nombre de points d'eau
- le choix des types de pompes, en fonction des besoins et des charges.



L'administration intervient pour "une action d'animation et de formation" (G. MATON, 1983). Son rôle d'appui "est à la fois plus simple et plus compliqué car on ne peut pas le planifier aussi aisément" (T. AMAT, 1985).

Cette conception de la participation, qui n'est plus réduite au rôle d'exécution mais qui implique la prise de décision puis la mise en oeuvre, rejoint l'auto-assistance. "L'auto-assistance est un des éléments fondamentaux des stratégies récemment élaborées dans les domaines de la satisfaction des besoins essentiels et de l'autodéveloppement" (D. MILLER, 1979).

Une publication qui rend compte de quatre projets de conservation de l'eau au Mali (H. GUGGENHEIM. R. FANALE, 1979) conclut : "la façon volontairement discrète de participer aux processus de prises de décision, n'est pas la manière de procéder la plus efficace. Mais elle offre un avantage inestimable: une fois terminé, le projet est considéré par la population comme son oeuvre et une partie intégrante de son avenir".

De plus, la participation telle qu'elle est conçue aujourd'hui, peut se replacer, non pas dans le cadre étroit d'un projet ponctuel de fourniture d'eau, mais "dans une perspective dynamique de développement" (P. MARTIN & Al, 1984). " La finalité d'un équipement hydraulique est de contribuer à la création, à la restauration ou au développement d'un équilibre de la population avec son milieu" (J. LEMOINE, 1981). Elle induit, nous le verrons plus loin, le développement convergent.

3 - 2 - La formation technique des populations.

Tout au long de ces pages, nous avons vu les effets négatifs de l'installation d'équipements pour des populations qui ne s'en sentent pas responsables et qui n'ont pas non plus, la compétence technique requise pour leur entretien. La littérature abonde en exemples: "Au Libéria, 30% des puits étaient hors d'usage... En Afrique de l'Ouest, seulement 20 pompes sur 50 fonctionnent encore après 5 ans..., dans certains endroits 80% des installations sont détériorées..."(M.FALKENMARK, 1982). On pourrait faire une longue liste désolante et inutile. Mieux vaut se demander s'il n'est pas possible d'axer les recherches sur deux voies:

-diminuer les coûts d'entretien des installations par une fiabilité meilleure, une qualité supérieure,⁴(sachant bien toutefois, que la pompe sans entretien est une vue mythique⁵ (J. LEMOINE, 1980)

- assurer une formation technique aux utilisateurs des équipements.

Le premier axe de recherche est du ressort des constructeurs d'engins. Pour eux, l'enjeu commercial important les contraint à essayer d'améliorer sans cesse leurs appareils.

Le deuxième axe de recherche peut se situer à plusieurs niveaux: au niveau de la population, au niveau du personnel, au niveau de l'organisation.

D'abord, dans un souci d'information et de vulgarisation,

- faire comprendre à l'utilisateur la valeur de l'eau potable. Dans ce domaine, des initiatives intéressantes ont été menées conjointement par les responsables de projets d'hydraulique villageoise et le Centre de Médecine tropicale de l'Hôpital de la Pitié-Salpêtrière de Paris (B.SOURISSEAU 1981). Des programmes d'éducation sanitaire sont aussi introduits dès l'école primaire (230 écoles primaires en Haute Volta avec l'aide de l'UNICEF) (J. VAN DER BERG, 1980) (et au Bénin, M. BEYER, 1979).

- sensibiliser les populations, au moyen de matériel audio-visuel si nécessaire, comme l'ont fait certaines équipes (C. ARMAND, 1982) (ou cassettes en dialecte, Togo), sur la nécessité d'un entretien des installations et des abords (réalisation de margelles, barrières de protection, bacs en escaliers, puisards pour les eaux usées...) (ANONYME, 1984).

Cette structure doit se mettre en place avant que la première pompe ne soit montée. "Mieux vaut finir le travail de formation avant que l'eau ne coule, pendant que les habitants sont encore motivés par l'attente. La preuve, a contrario, est que l'écoulement des eaux usées, qui est rarement prévu par le projet est souvent négligé" AFR. AGR., 1980).

Le deuxième niveau est celui du personnel d'entretien. Il y a d'abord l'entretien sommaire (graissage du corps de pompe, revissage des boulons...) qui peut être confié à un responsable du village auquel on apprend les gestes élémentaires du petit dépannage (réamorçage, nettoyage). Les dépannages plus complexes, les changements de pièces d'usure peuvent être confiés aux artisans du village ou des villages proches. Certains secteurs ont résolu les problèmes d'organisation qui peuvent se poser. On cite le cas du Togo, (région de Atakpamé, Badou). Dès que la panne dépasse ses compétences, le responsable local s'adresse à l'artisan du centre le plus proche. Ce dernier sait où se procurer les pièces détachées et du fait qu'il a acquis une compétence technique (éventuellement par un stage chez le fabricant de pompes) il peut effectuer les réparations.



Si la panne est très grave, un message est envoyé aux responsables du projet au moyen d'une carte spéciale : elle peut donc être utilisée par un non francophone ou un non alphabétisé.

En matière de formation, on citera aussi l'expérience de J. PLASTEIG, dont on a mentionné le Centre à Segou (Mali). L'utilisateur vient lui-même réaliser sa pompe dans l'atelier de Segou (pompe manuelle ou éolienne); ce qui lui permet évidemment d'en assurer l'entretien sans difficulté.

A un niveau plus élevé, il y a à effectuer la formation d'un personnel d'encadrement technique, formation qui actuellement est trop sommaire et personnel trop peu nombreux. Tous les pays sont conscients de ce manque et des stages de quelques semaines à quelques mois sont organisés (CEFIGRE, 1978, 1980).

Enfin certains pays ont créé des services de haute compétence qui accordent une priorité à la formation (l'Institut Fédéral des ressources en eau au Nigéria, Projet UNESCO/PNUD, qui prépare des ingénieurs hydrogéologues de niveau moyen) ou à la recherche (Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques. CIEH, Ouagadougou).

On mentionnera deux auteurs qui ont étudié plus particulièrement par quelles méthodes pédagogiques il est possible d'assurer la formation des populations. G LENNIE Colin, 1982, décrit en 47 pages tous les stades de cette formation. Une autre publication du même auteur (1983) relate comment cette formation a porté ses fruits dans un vaste programme d'adduction d'eau au Malawi "mais qui serait applicable, en termes plus généraux, à tout programme de développement rural basé sur la participation des communautés" (GLENNIE Colin, 1983). Le deuxième auteur, A.L. SPENCER, reprend en plusieurs publications, 1981, 1985, l'idée que dans la fourniture de l'eau dans les pays en voie de développement, une dimension a été fort négligée : le pouvoir de l'homme. Il envisage dans quels secteurs et comment il serait possible de lui rendre sa place.



4 - Les gains attendus de la fourniture de l'eau potable.

Il convient de distinguer d'abord l'eau pour la production et l'eau pour la consommation. Dans le premier cas, les bénéfices sont faciles à évaluer suivant les effets économiques qu'ils engendrent. Les gains dus à la fourniture d'eau de consommation sont plus délicats à chiffrer.

4 - 1 - Les gains économiques.

Les effets macro-économiques d'un programme d'alimentation en eau des campagnes sur l'économie nationale d'un pays en voie de développement, ne peuvent être pris en considération que si le programme est important par rapport à la production de l'économie nationale. " Un réseau d'alimentation en eau est à la fois un bien de consommation et un bien d'investissement. C'est un bien de consommation en ce sens que la population commence à utiliser le réseau dès son achèvement. C'est un bien d'investissement en ce sens qu'il constitue une partie de l'infrastructure locale et peut engendrer, indirectement, pour l'avenir, une activité économique supplémentaire en attirant et en aidant le commerce local, et l'industrie communale" (R.J. SAUNDERS. J.J. WARFORD, 1978).

Lorsque le pays prend à sa charge une partie des investissements, le programme engendrera une certaine redistribution des revenus des villes vers les campagnes, et une redistribution géographique des ressources, le financement étant assuré, au moins en partie, par les impôts à la production et sur les revenus perçus dans l'ensemble du pays (AFR. AGR. 1980)

En micro-économie, il peut y avoir des effets directs sur le développement de la production. Lorsqu'un réseau ou un forage a été conçu avec une surcapacité pendant certaines parties de la journée, on peut concevoir une utilisation des surplus dans le maraîchage, le petit élevage. Un exemple tout à fait probant est donné par le Niger. Suite à un déficit de production alimentaire de 350 000 tonnes occasionné par les années consécutives de sécheresse, une mobilisation générale des surplus d'eau des 12000 points d'eau a été organisée pour les cultures de contre-saison. Elles ont rapporté 160 000 tonnes de denrées alimentaires en moins de 4 mois, sans pluie. Et dans le même temps, elles ont résolu, au moins temporairement, aussi bien l'exode rural

<i>Activités</i>	<i>Nombre d'heures</i>	<i>Pourcentage</i>
Travaux directement productifs	6 ^h 48mns.	57
Travaux ménagers	4 ^h 12mns.	35
Loisirs	0 ^h 54mns.	8
Total	11^h 54mns.	100

Tabl. 6. Travaux possibles à la place du portage de l'eau

que le chômage. "Les cultures de contre-saison ne peuvent plus quitter les moeurs, ni les politiques de la nation" (Communication au Congrès de Montpellier, 16-18 avril 1985)

Des conclusions de ces expériences d'ailleurs est en train de naître une nouvelle évaluation des possibilités, un nouvelle vision d'un certain développement.

Un gain qui peut avoir des retombées économiques est le gain de temps. Nous avons mentionné dans un chapitre précédent que la collecte et le transport de l'eau pouvaient durer de une à plusieurs heures chaque jour. Objectivement, ces heures pourraient être utilisées pour plus de productivité. Ainsi, une enquête a été effectuée dans le village de Kpomkpo dans le Sud-Est du Ghana (G.E. DALTON. R.N. PARKER, 1973); des femmes furent interrogées sur ce qu'elles feraient des 12 heures par semaine que pourrait leur économiser une adduction d'eau.(Le Tableau 6 résume les réponses.) 57% des femmes participeraient donc au travail productif et dans ce cas précis, à la production de manioc et de charbon de bois.

" D'autre part, libérer les enfants du transport de l'eau pourrait leur permettre d'aller plus régulièrement à l'école et de profiter davantage de l'investissement que constitue l'équipement scolaire, situation qui n'aurait probablement qu'un impact économique à long terme, si jamais il devait en avoir un " (R.J. SAUNDERS. J.J. WARFORD, 1978).

4 - 2 - Les gains sociaux.

Si le temps gagné par les femmes présente indiscutablement un apport économique, il présente aussi un avantage social. "Moderniser le système de fourniture n'a pas seulement pour but d'épargner aux femmes les tâches traditionnelles, ce qui pourrait être au détriment du statut dont elles jouissent dans les communautés rurales. Le but pourrait être de moderniser le rôle de la femme en préservant l'importance de sa contribution , mais en réduisant sa fatigue" (M. FALKENMARK, 1982). Et peut être en revalorisant son travail, ce qui n'est pas particulier à l'Afrique. Il est significatif de constater "qu'un travailleur, homme, posant un tuyau d'eau est considéré comme "économiquement actif" tandis qu'une femme portant 40 litres pendant 1 ou 2 heures effectue "seulement des tâches ménagères"...(idem)



Il est vraisemblable qu'il n'y a pas à revenir sur ce point. Mais ces enquêtes doivent servir de base aux fournitures d'eau minimales. Les excédents d'eau seront valorisés spontanément par les populations. (Confirmation en est donnée par l'exemple des quartiers périphériques de Niamey, où le surplus d'eau fourni par les forages a servi au jardinage de 22 ha de terrain, dont 10 ha de productions intensives. Communication au Congrès de Montpellier, 16-18 avril, 1985).

On est donc en présence d'une autre logique , qui prône la fourniture de l'eau comme premier maillon d'une opération globale de développement et non comme une opération isolée qui se suffirait à elle-même. C'est cela que l'on appelle le développement convergent.

Parler de développement endogène, signifie faire revenir la fourniture de l'eau dans l'économie interne des Etats. Actuellement, des phases entières de l'équipement sont sous la dépendance technique et financière de l'étranger. Il est souhaitable qu'une "banalisation" de la création des points d'eau et de la maintenance par les artisans locaux, s'effectue (J. LEMOINE, 1981). D'autre part, la construction de pompes, de foreuses devrait aussi revenir aux Etats. Des réalisations sont en cours (pompes ABI, groupes de forages locaux) qui laissent présager que l'évolution n'est pas que dans les idées. "Les technologies appropriées ...peuvent naître aussi dans les pays en voie de développement, et on est alors dans le cas où la filière du progrès technique est endogène, c'est à dire qu'elle naît de l'évolution même d'un système de production propre aux pays concernés" (R. LENOIR, 1984).

On entre donc dans un processus qui va bien plus loin que le postulat du départ; la fourniture d'eau potable aux populations rurales relève de la gestion plus rationnelle de la ressource eau, mais aussi d'une politique plus cohérente du développement.



CONCLUSION

Nous avons tenté, dans ce travail, partiel et probablement partiel, d'analyser les écrits d'un certain nombre d'auteurs, sur une période de 10-12 ans, pour en saisir les idées forces et leur évolution dans le temps.

Comme nous avons essayé de le montrer tout au long de cette étude, il apparait que la recherche sur la fourniture de l'eau couvre un vaste domaine. Elle se traduit par des formes multiples allant de la recommandation pratique ou précision technique, à l'appréhension de phénomènes fondamentaux et à leur remise en question, et aux réflexions que l'on pourrait qualifier de philosophiques.

- Les lacunes de la recherche.

Cependant, et ce sera le premier point de notre conclusion, la recherche se traduit aussi en termes de lacunes: lacunes qui se situent à deux niveaux, au niveau du volume de la recherche, au niveau de l'organisation de la recherche.

"Le niveau des recherches est encore notoirement insuffisant. C'est le cas par exemple, de l'énergie solaire. L'abaissement du coût du KW solaire au cinquantième de son coût actuel ne serait pas un objectif plus inaccessible que la fusion thermonucléaire contrôlée, si on accordait à ces recherches des budgets comparables et des délais suffisants..."(UNESCO, 1977). C'est le cas aussi de la connaissance des conditions climatiques qui permettrait une meilleure utilisation des ressources en eau, limitées et irrégulières, dans le temps comme dans l'espace. C'est aussi la méconnaissance des bilans hydriques de certaines zones, des nappes souterraines, de leur alimentation et de la qualité de leurs eaux, des effets de leur exploitation poussée.

Dans le domaine technique, certains secteurs semblent sous-étudiés: les techniques de stockage de l'eau (imperméabilisation artificielle, étude des matériaux favorables (G. BOUDET. H. GILLET, 1974 in UNESCO, MAB1) les techniques de fonçage des puits traditionnels et de forage en grand diamètre, qui intéressent peu les sociétés d'ingénierie, en raison du volume de travail fourni par les programmes de forage (M. LE NIR, 1983); les techniques de traitement, vulgarisables, contre les parasites aquatiques, et d'autres secteurs encore...

Dans les secteurs sociaux, politiques et culturels associés à l'utilisation de l'eau, les lacunes sont d'autant plus importantes que ces problèmes ont été particulièrement négligés pendant des décennies. Dans le meilleur des cas, la recherche, dans ce domaine, est très en retard, quand elle n'est pas absente des préoccupations. "Trop souvent les résultats de la recherche scientifique ont été en avance sur les connaissances concernant les facteurs sociaux connexes, comme les compétences disponibles en matière de gestion... l'existence d'une infrastructure de commercialisation, le régime alimentaire, le régime foncier, le droit coutumier etc..." (UNESCO, 1979).

L'organisation de la recherche présente aussi bien des faiblesses dont les auteurs font un large écho. S'il est indispensable que le domaine de la recherche soit aussi vaste que possible, il pourrait s'effectuer en ordre moins dispersé de façon à avoir plus d'efficacité. En fait, le plus souvent, la recherche se fait au gré des financements, pour lesquels une meilleure coordination semblerait souhaitable.

Un point aussi important à soulever est celui de la nécessité impérieuse de procéder à une "évaluation de l'expérience acquise, afin de mieux utiliser les compétences et les investissements... Dans bon nombre de pays en voie de développement des pays arides, cela a rarement été fait, ce qui explique en partie la répétition fréquente des erreurs" (UNESCO, 1979) "On n'a jamais réellement et systématiquement essayé d'étudier dans une optique scientifique les expériences réalisées au cours des ans et dans divers contextes sociaux" (D. MILLER, 1979). La diversité des expériences effectuées depuis 10 ou 20 ans est un capital à prendre en compte qui pourrait être exploité de façon beaucoup plus rationnelle. "Dès lors que nous aurions une "mémoire", rappelant les succès et les échecs, des leçons pourraient être tirées" (R. LENOIR, 1984). Cela demande une approche plus systématiquement critique qu'elle n'est pratiquée généralement; mais il semble que ce soit le prix à payer pour rendre la recherche plus opérationnelle.

Cette conclusion se dégage de nombreuses études. Le groupe de travail ad hoc, sur l'approvisionnement en eau potable et l'assainissement en milieu rural (OMS, PNUD, BIRD, FISE, PNUE, OCDE) a indiqué qu'il y aurait lieu d'accorder la plus haute priorité à une évaluation critique des expériences à l'échelle mondiale. Malheureusement, aucune suite n'a été donnée à cette proposition. (Voir: "An assesment study of rural water, supply and sanitation: Comparison case studies of past undertaking" mimeo, février 1975) cité par D.MILLER, 1979 ;

On s'autorise à penser que s'il n'y a pas de suite à ces propositions, c'est que dans le domaine de la recherche, la concertation ne semble pas aller de soi. Elle se traduit le plus souvent en terme de manque, et c'est l'éparpillement ou les redites, quand ce n'est pas en terme de refus. Il existe, entre les différents organismes de recherche, un aspect concurrentiel qui, s'il présente l'avantage de stimuler la curiosité et la créativité, pèse lourdement sur la cohésion, la cohérence et la logique de l'organisation.

Enfin, où qu'ils soient, les services présentent souvent une incapacité à synthétiser les études, ce qui semble pourtant être la base de la progression des recherches.

- Les perspectives de la recherche

Cela est très net dans l'ensemble des publications l'effort demandé est un effort de méthode, d'ordre, de meilleure gestion des connaissances et des compétences. Les mots qui reviennent le plus souvent sont bilan, inventaire, méthodes d'évaluation..."Le projet majeur (de l'UNESCO) en Afrique, prévoit la publication d'un inventaire des techniques d'hydrologie rurales existantes, afin d'en sélectionner les plus économiques et les plus prometteuses "(UNESCO, 1985). L'Etat de Kano, au Nigeria, se propose de "faire un classement complet des techniques pour le management de l'eau" (J. SAMWAYS, 1985). On envisage aussi de faire " un répertoire des régions qui présentent les mêmes caractéristiques vis à vis de la sécheresse " ou des "inventaires qualitatifs et quantitatifs des ressources en eau régionaux, servant de base à la fois à des programmes à long terme et aux mesures d'urgence" (ANONYME, 1976). On pourrait multiplier les citations. Certaines publications décrivent des méthodes pratiques d'inventaire et d'évaluation des ressources (J.M. BAHR, 1981. J.A. RODIER, 1977), des fichiers-type (OMS, 1977) des méthodes de cartographie des ressources en eau (BRGM, 1976) des techniques de superposition de plusieurs types de cartes (P. COUTY. A. LERICOLLAIS, 1982), de détermination des bilans des écoulements souterrains (Th. POINTET, 1983). D'autres proposent des méthodes d'estimation et de calcul qui peuvent éventuellement pallier aux déficiences des observations souvent incomplètes ou établies sur des durées trop courtes (K. LECHER, Von, 1981. G.GIRARD, 1980). Enfin l'arsenal mathématique est sollicité aussi



par ces recherches avec les apports de la modélisation et de la simulation (M. BONNET, 1982).

Le but ultime et souhaité unanimement est la constitution de banques de données consultables et opérationnelles. (ANONYME, 1978). Il est à signaler qu'il existe déjà des données sur certaines régions, suffisantes pour permettre une simulation qui donne des résultats intéressants (Communication de Mr. D. CHABI GONNI au Congrès de Montpellier, 16-18 avril, 1985).

Dans les domaines sociaux ou psycho-sociaux, la participation des populations, l'auto-assistance qui ne sont pas des notions nouvelles veulent retrouver la place prédominante qui leur revient de droit mais là encore "un centre international de documentation fait gravement défaut "(D. MILLER, 1979).

- L'évolution de la recherche.

Au début de ce travail, nous pensions que tenter de saisir une évolution éventuelle dans les idées, sur une durée relativement courte, 10 ans, relevait en quelque sorte de la gageure. Même pour la technique, qui va pourtant très vite, 10 ans n'est pas suffisant pour voir naître et mourir le matériel, il vieillit seulement.

L'historien J. LE GOFF* parle en effet de "... l'inertie, force historique capitale, qui est plus le fait des esprits que de la matière, car celle-ci est souvent plus prompte que ceux-là"...

En fait on ne peut parler d'inertie, et la remise en cause permanente qui s'entrevoit dans les publications est sous-évaluée par rapport à la réalité. Les larges emprunts que nous avons faits, tout au long de ce travail, aux communications orales des congrès, le prouvent amplement. Les écrits, du fait des délais de parution, ont toujours une année ou deux de retard sur les idées...

Pour confirmer cette impression d'évolution nous prendrons l'exemple de trois publications de J. LEMOINE (1973, 1981, 1983) traitant du problème de l'exhaure de l'eau.

Dans un exposé aux assises du CIEH, en 1973, il affirme : "les forages

*J. LE GOFF. P.NORA, 1974-75. Faire de l'histoire. Tome III. Nouveaux Objets. 281 p. Gallimard.



permettront de régler définitivement la question (de la fourniture de l'eau) des villages en zone à substratum cristallin... Il faut préparer l'ère des forages par l'acquisition progressive de la maîtrise de l'exhaure manuelle". En 1981, dans un cours d'hydraulique villageoise, le discours est différent : "Lorsque je dis qu'il faut continuer à faire des puits de grand diamètre ou promouvoir l'emploi de matériel simple par des artisans locaux, ne prenez pas cela pour du passéisme. Nous avons été les premiers à introduire le forage au fond de trou (îles du Cap Vert) et dès 1973, alors qu'aucun programme villageois n'était encore engagé en Afrique francophone, j'attirais l'attention ...sur la maîtrise de l'exhaure manuelle dans les forages comme condition de l'hydraulique villageoise. Ce qui a changé depuis 8 ans, c'est qu'on réalise massivement aujourd'hui des points d'eau villageois, et de ce fait, cette question fondamentale de la maintenance, qui n'est encore que rarement résolue est d'une actualité brûlante".

Enfin, en 1983: "Lorsque le choix est possible, il faut se refuser à implanter un forage au lieu d'un puits chaque fois que les conditions nécessaires à la maintenance de la pompe ne sont pas réunies".

Ceci n'est qu'un exemple sur un point particulier, mais il nous semble parfaitement significatif d'une nouvelle "politique" et d'une nouvelle prise de conscience.

" Faire face aux implications des contraintes d'ordre humain est beaucoup plus ardu que résoudre les problèmes techniques et conduit à repenser fondamentalement la conception de l'organisation des projets" (J. LEMOINE, 1983).

Et c'est peut-être là l'essentiel de la découverte des dix années écoulées; c'est sur quoi le travail de demain semble s'orienter.

Les conclusions des pages précédentes étaient induites des travaux des chercheurs. Un séjour récent dans trois des pays concernés, BURKINA FASO, TOGO, BENIN, nous permettra d'y ajouter quelques impressions personnelles.

Sur un plan général tout d'abord, il apparaît que la masse des publications recouvre bien les préoccupations effectivement rencontrées. Le but annoncé de ce travail était de répertorier les domaines de recherche relatifs à l'eau potable en Afrique. Or il semble qu'il y a une assez bonne correspondance entre les réalités et les problèmes soulevés par les chercheurs. Aucune des situations rencontrées ne nous a semblé étrangère aux questions posées dans la littérature, que ce soit dans les domaines techniques, socio-économiques ou socio-culturels.

Cependant, sur le terrain, quelques points nous ont paru présenter une acuité plus particulière.

- Si les auteurs se sont penchés avec tant d'insistance sur les problèmes de concertation et de participation (nous avons noté dans notre travail plus de 20% des publications), il semble que ce ne soit pas un hasard. Une réalité en effet frappe l'observateur : les degrés divers des motivations face aux réalisations. On peut avoir dans le même temps et pratiquement dans le même espace, une population, docile certes, mais qui visiblement ne se sent pas concernée par une quelconque amélioration possible, ou une population entreprenante, fière et satisfaite de ses réalisations. Il s'ensuit des échecs ou des réussites facilement déductibles.

La politique des "petits projets" présente d'ailleurs une évolution significative. Au BURKINA FASO par exemple, il nous a été signalé que les retenues collinaires ou barrages de bas-fonds font l'objet de projets et d'études uniquement si les villages les demandent et s'ils proposent des garanties suffisantes de prise en charge, de travail, voire de financement partiel dans certains cas. Dans le cas contraire, l'aménagement est systématiquement différé, même si le site est très favorable. Mais ceci n'est pas encore vrai pour les grands projets.

- Dans un domaine voisin, il semble que les notions de bien collectif, bien public, soient encore très vagues pour l'ensemble des populations africaines. Et le "parachutage" d'installations conçues ailleurs, n'a pas contribué à modifier le phénomène. Malgré l'afflux de techniques modernes, malgré l'assistance, ou à cause d'elle, il apparaît que les populations d'Afrique ne feront pas l'économie de la lente maturation de la conscience collective.

- La notion de "technologie appropriée" est aussi souvent reprise dans la littérature. Et sur le terrain, la bonne compréhension de cette notion semble être une nécessité évidente. On assiste, d'une façon quasi générale, à la prolifération des petits projets "au ras du sol". Ils apparaissent mieux adaptés aux disponibilités, aux compétences et aux mentalités des populations concernées. Par contre, bien que controversée, l'ère des grands projets ne semble pas révolue. Un pauvre ne refuse pas un cadeau, même si l'ambiguïté de sa conception et son efficacité, douteuse dans l'immédiat, n'échappe pas à certains: universitaires, intellectuels, voire à quelques dirigeants politiques. On peut regretter seulement que très souvent ces grands projets arrivent trop tôt, dans un "contexte" social et technique non préparé, perdant ainsi du même coup leur efficacité et leur crédibilité. Il semblerait souhaitable dans de nombreux cas que les grands projets ne soient certes pas abandonnés, il est probable que le décollage économique de l'Afrique passera aussi par là, mais seulement différés.

- Si dans l'ensemble des domaines de la recherche, la concertation ne va pas de soi, cela semble encore plus vrai en Afrique. Il arrive que les mêmes sites soient étudiés successivement par plusieurs organismes nationaux et, ou étrangers. La publication et la diffusion des rapports étant tout à fait défectueuse, et souvent occultée, le terrain reste ainsi vierge pour toute étude ultérieure !*

* Plusieurs cas nous ont été cités: en particulier celui de la lagune de Cotonou dont l'étude par quadrillage systématique a été effectuée par les chercheurs de l'Université. Un projet pisciculture FED a recommencé les études de cette lagune en ignorant les premières.

- Enfin il nous est apparu un dernier point assez peu mentionné dans les publications concernant la fourniture de l'eau, bien qu'il se présente comme un véritable fléau général, particulièrement ressenti dans certains secteurs (agriculture par exemple): le cloisonnement quasi institutionnalisé des tâches. Il est tel qu'il est pratiquement impossible de faire réparer à un homme (si ce n'est pas son métier), un robinet qui fuit : cette eau là n'est pas de son domaine, c'est celui des femmes. Et en attendant que le maniement de la clef à molette par les femmes soit entré dans les moeurs, l'eau se perd...

Nous convenons que, bien que véridique, cet exemple soit quelque peu caricatural, mais il révèle un état de fait qui limite, entre autres, la production agricole par la séparation obstinée de l'élevage et de l'agriculture.

Si nous ne l'avions été d'avance, ce travail nous aurait convaincu de l'utilité de ces recherches qui permettent la connaissance exacte -scientifique- de la réalité des choses dans ses caractéristiques d'état et dans les mécanismes en jeu. Recherches qui traduisent aussi l'infatigable curiosité de l'homme vis à vis de son milieu de vie, et la quête insatiable du "progrès" possible.

Par contre, le séjour sur le terrain nous a convaincu que l'exploitation logique et intelligente de cette connaissance devait passer obligatoirement par une information et une explication patientes aux populations concernées.

Il fut un temps où cette dimension semblait quelque peu négligée. Ce temps serait-il en passe d'être accompli ?

TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX.

	pages
Fig. 1. Le secteur géographique étudié.	5
Fig. 2. Les différents domaines climatiques de l'Afrique de l'Ouest	6
Fig. 3. Pourcentage des publications pour chaque pays de l'Afrique de l'Ouest	7
Fig. 4. Besoins de l'organisme en eau: en fonction de la température en fonction de l'activité	11
Fig. 5. Relation entre la quantité d'eau consommée et la distance à la source	12
Fig. 6. Consommation journalière en fonction de la composition de la famille	13
Fig. 7. Courbe de fréquentation des points d'eau	17
Fig. 8. Consommation en fonction de la pluviométrie.	18
Fig. 9. Coupe schématique de la galerie de FADJA.	28
Fig. 10. Coupe schématique d'un puits traditionnel.	28
Fig. 11. Evolution des parois au niveau des captages.	29
Fig. 12. Puits en béton armé.	29
Fig. 13. Comparaison des coûts des puits et forages en fonction des profondeurs.	30
Fig. 14-15. Coupes schématiques de contre-puits.	31
Fig. 16. Puits à balancier.	32
Fig. 17. Delou à vidage automatique.	32
Fig. 18. Elévateur à godets à traction animale.	34
Fig. 19. Eolienne multipales et aérogénérateurs.	35
Fig. 20. Shéma de la pompe solaire photovoltaïque.	35
Fig. 21. Shéma de la pompe solaire thermodynamique.	37
Fig. 22. Barrage de sable.	37
Fig. 23. Type de maison à impluvium.	38
Fig. 24. Shéma de la filtration lente sur sable.	39
Fig. 25. Carte de planification des ressources en eau souterraines	43
Fig. 26. Une usine de dessalement. (Arabie Saoudite).	45
Fig. 27. Piège à brouillard.	46
Fig. 28. Plan d'équipement de la ceinture côtière du Ghana.	51

Tabl. 1. Besoins caloriques nécessaires pour aller chercher et porter l'eau.	1 3
Tabl. 2-3. Besoins, exprimés en points d'eau, des différents pays de l'Afrique de l'Ouest	2 4
Tabl. 4. Débit des puits.	3 3
Tabl. 5. Consommation et dépenses journalières pour l'eau potable d'un ménage résidant dans une capitale moyenne d'Afrique de l'Ouest.	5 7
Tabl. 6. Travaux possibles à la place du portage de l'eau	6 6

BIBLIOGRAPHIE *

* Les ouvrages précédés d'un astérisque ont été étudiés. Les autres sont seulement répertoriés.

Les ouvrages dont le titre est souligné sont eux-mêmes des ouvrages de bibliographie sélective.

- 1-* **ABELA M T. 1980.** L'approvisionnement en eau du village
Enfant Milieu Tropical N°126,3-35.
- 2- **ADETOYE FANIRAN.1975.** Rural water supply in Nigeria's basement
complex: a study in alternatives. In : Water. hum. needs.
World Congr. Water resour. 2. Proc; New Delhi 1975. New
Delhi. Inst. Water resour. assoc. 3, 89-100.
- 3-* **AFRIQUE AGRICULTURE. 1978.** Premier Salon sur l'agriculture
et l'hydraulique du Sénégal. L'hydraulique et la politique
générale de l'eau. Afr. Agricult. N° 29, janvier 1978, 40-56
- 4-* **AFRIQUE AGRICULTURE. 1979.** L'opération eaux souterraines:
15000 points d'eau en 1980. Afr. Agricult. N° 42, février
1979, 28-61.
- 5-* **AFRIQUE AGRICULTURE. 1979.** Aménagements hydro-agricoles:
Gambie et Cap Vert: projets tous azimuts. Afr. Agricult.
N° 52, décembre 1979, 23-49.
- 6-* **AFRIQUE AGRICULTURE. 1980.** L'hydraulique villageoise et pas-
torale. Le premier programme de la CEAO : 2640 points
d'eau d'ici 1985. Afr. Agricult. N° 53. janvier 1980. 32-35.
- 7-* **AFRIQUE AGRICULTURE. 1980.** L'hydraulique villageoise et pas-
torale. L'hydropompe à pied qui fait son chemin. Afr. Agricult.
janvier 1980. 36-37.
- 8-* **AFRIQUE AGRICULTURE. 1980.** L'hydraulique villageoise et pas-
torale. Sénégal: trente mois pour 3000 pompes. Afr. Agricult.
N° 53. janvier 1980. 41-43.
- 9-* **AFRIQUE AGRICULTURE. 1980.** L'hydraulique villageoise et pas-
torale. Mali : un point faible, le Sahel des nomades. Afr.
Agricult. N° 53 janvier 1980. 39-41.
- 10-* **AFRIQUE AGRICULTURE 1980.** L'hydraulique villageoise et
pastorale. Micro hydraulique et macro-économie. Afr.
Agricult.N° 53 janvier 1980. 30-31.
- 11-* **AFRIQUE AGRICULTURE. 1980.** L'hydraulique villageoise et
pastorale. Togo : l'exemple de prise en charge villageoise.
Afr. Agricult. N° 53, janvier 1980, 46-48.
- 12-* **AFRIQUE AGRICULTURE. 1980.** L'hydraulique villageoise et
pastorale. Côte d'Ivoire : objectif grandes profondeurs.
Afr. Agricult. N° 53, 44-46.
- 13-* **AFRIQUE AGRICULTURE. 1982.** Hydraulique rurale au Sénégal.
Afr. Agricult. N° 87, novembre 1982, 36-43.
- 14-* **AFRIQUE INDUSTRIE. 1981.** Programme d'approvisionnement
en eau potable au Niger. N° 237, p 58.

- 15- **AFYA. 1973.** Water supply for small communities. Demonstration Project: hand Dug Wells. Environmental Sanitation Unit. Doc OMS TAN/3201/ESP 21/73 , 22 p.
- 16- **AGNEW C T. 1982.** Water availability and the development of rainfed agriculture in South West Niger, West Africa. Trans. Inst. Br. Geogr. GBR. 7, N°4, 419-457.
- 17- **AKINTOLA F O. AREOLA O. FANIRAN A. 1979.** A survey of people's perceptions as a method of establishing standarts for water supply improvement shemes in Nigeria. Water supply Manag.GBR,3, N°4, 267-273.
- 18- **AKINTOLA F O. ACHO-CHI C. MARK S. 1980.** Perception of water quality in some villages of the savanna zone of Nigeria Water supply Manag. GBR.4, N°4, 243-252.
- 19- **ALDEGHERI M. 1979.** Manuel d'hydrométrie. Tome IV: Mesure des débits à partir des vitesses. PARIS. ORSTOM. 313 p.
- 20- **ALLSEBROOK J C P. 1978.** Where shall we dig the well. In: Approp.Technol. Vol 4 N° 4.
- 21-* **AMAT T. 1985.** Maîtrise de l'eau et responsabilisation humaine. Eau, facteur de développement. Congrès Montpellier 16/18 avril 1985. (à paraître)
- 22-* **ANDREINI J C. BOURGUET L. VAILLEUX Y. 1981.** Mise en valeur des eaux souterraines dans l'archipel du Cap Vert. Bull. Bur. Rech. Geol. Min. 3, N° 4, 353-359.
- 23- **ANGER H. 1976.** Bau von Brunnen für die ländliche wasserversorgung in Nigeria als Gemeinschaftsaufgabe eines deutschen Unternehmens mit Landeseigenen Bau-und Landwirtschaftsbehörden,ein zukunftsweisender Weg. Brunnenbau Bau Wasserwerk. Rohrleitungsbau Dtsch (1976) 27, N°2, 57-58.
- 24- **ANONYME. 1974.** Association internationale des distributions d'eau. Xème Congrès; Brighton 1974. London Int. Water supply assoc. 377p.
- 25-* **ANONYME. 1973.** La construction de puits villageois en investissement humain en Haute Volta. Technique et Développement, N° 10, nov. déc. 1973, 33-37.
- 26- **ANONYME. 1975.** La sécheresse en zone sahélienne. Causes, conséquences, étude des mesures à prendre. (Rapport de l'Académie des Sc. d'Outre Mer). Notes et Etudes Documentaires, N° 4216-4217, 76 p.
- 27- **ANONYME. 1976.** Evaluation du débit d'exploitation des puits dans les régions à substratum cristallin d'Afrique de l'Ouest. Bull. liaison comité interafr. Et. hydraul. Haute Volta, N° 27, 9-17.

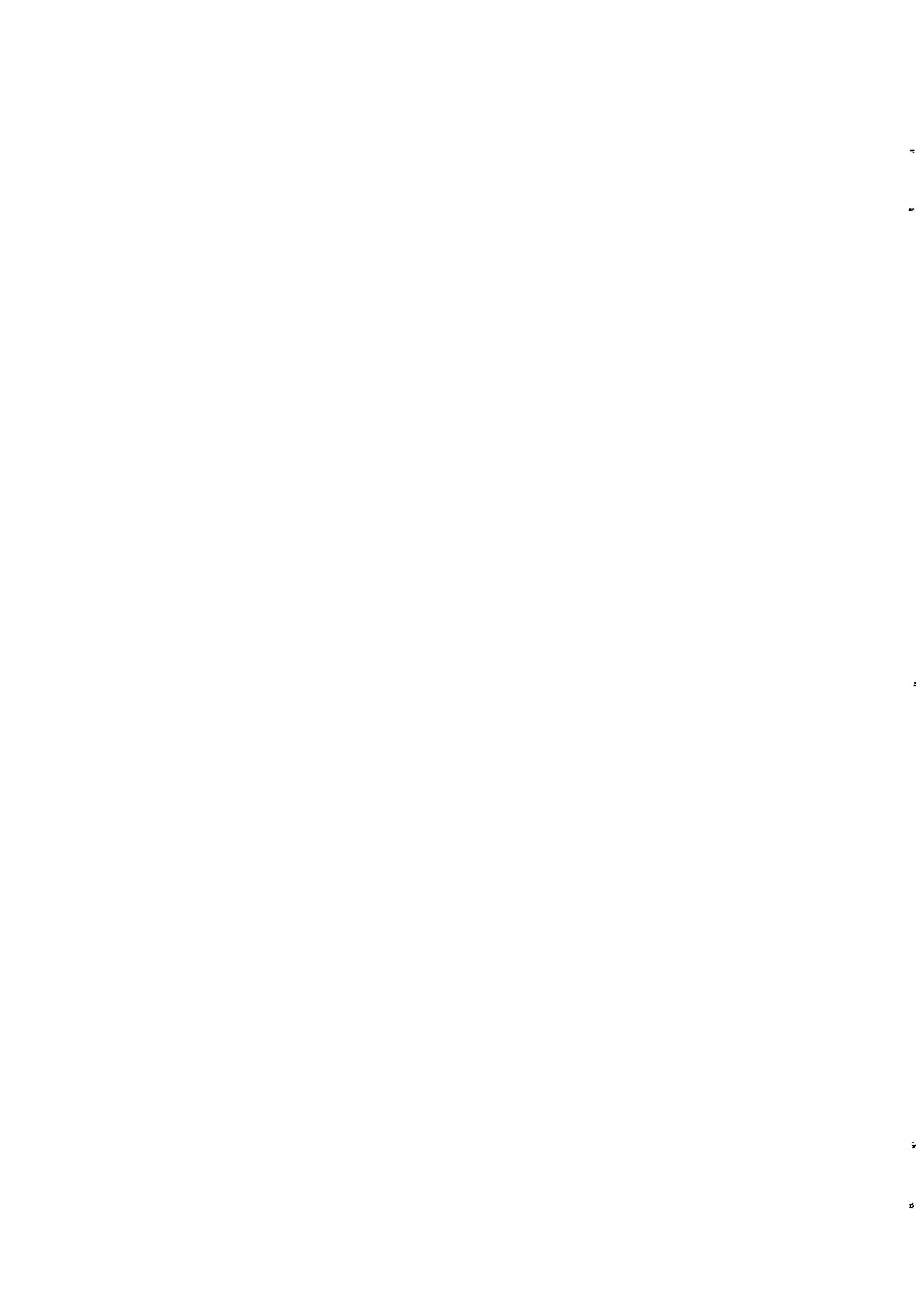
- 28-* **ANONYME. 1976.** Water supply in arid zones. Tapping the groundwater reserves. Aqua GB N° 2, 20-22.
- 29-* **ANONYME. 1976.** Approvisionnement public en eau et évacuation des excreta. Techn. Eau Assainiss. BEL(1976) N° 358. 37-43
- 30-* **ANONYME. 1977.** Iceberg in the desert? Aqua GB. N° 1, 9-10.
- 31- **ANONYME. 1976.** Séminaire sur la politique de l'eau. Essor rural (Ouagadougou) N° 41 nov. 1976. 5-21
- 32- **ANONYME. 1978.** Shallow wells. DHV Consulting Engineers. Amersfoort. Netherlands. 189p.
- 33- **ANONYME. 1978.** Citernes en béton armé: calcul des ferrailages. ONPR. BP V 165. Imm. La Pyramide. Abidjan CI. 32p.
- 34-* **ANONYME. 1978.** Le CIARD ? Un mobilisateur de matière grise au profit des pompes du Sahel. Eurafrique, sept. oct. 1978, N° 285. p33.
- 35-* **ANONYME. 1978.** Focus. Meeting in Tunisia on water supply in developing countries. Aqua GB. N° 1 14-15.
- 36- **ANONYME. 1978.** Rainwater and stormwater for additional water supply in Africa. Univeristy of Nairobi. Depart. Geogr.
- 37- **ANONYME. 1980.** Water Africa's problematic water shemas. Int. Water power dam constr. GBR. 32, N° 12, 40-41.
- 38- **ANONYME. 1980.** Togo lifts water from basement complexe. World water. USA, 3, N° 7, 12-14.
- 39-* **ANONYME. 1980.** L'hydrologie dans les pays en développement. Nat. et Ressources, 16, N° 1, 29.
- 40- **ANONYME. 1982.** Coopération et Développement. Les techniques appropriées dans le domaine de l'eau et de l'assainissement. Pollutec, Conférences techniques internationales. Paris, 1982. Paris: SEPIC N° 15.
- 41-* **ANONYME. 1982.** Hydraulique villageoise en Afrique : la potabilisation de l'eau en zone rurale ou forestière. Marchés tropicaux et méditerranéens. 21/5/82.
- 42-* **ANONYME. 1983.** Hydrologie et ressources en eau de l'Afrique. Nat. et Ressources, 19, N°2, 41.
- 43-* **ANONYME. 1983.** La situation actuelle de la distribution d'eau potable en Afrique du Nord et en Afrique Noire. Europe Outremer N° 643-644, Août-Sept. 1983, 42-46.

- 44-* **ANONYME. 1984.** Lyon se mobilise pour le Sahel. (CR Mission Bioforce) Géo, sept. 1984. N° 67. 42-59.
- 45-* **ANONYME. 1984.** Hydraulique: les machines de forage; une technique pour chaque usage. Intertropiques, déc. 1984. N°8, 12-15.
- 46-* **ANONYME. 1984.** Des margelles et des hommes. Six exemples de construction. Intertropiques, déc. 1984, N°8, 38-39.
- 47-* **ANONYME. 1984.** Sous le sable, la nappe. Intertropiques, déc. 1984, N° 8, 8-11.
- 48-* **ARMAND C. 1982.** Hydraulique villageoise dans l'ORD du Sahel (Haute Volta), 2ème phase. Rapport intermédiaire. Rapport BRGM 82 AGE 047.
- 49-* **ARMAND C. LEGAC H. LESAGE P. THIBAUT J. 1983.** Recherches et solutions retenues pour l'alimentation en eau potable de la ville d'Arbinda (Haute Volta). Hydrogéol. Géol. Ing. 3, 1983, 159-169.
- 50- **ARNOLD G E. 1976.** Water supply projects in developing countries. J. of american water work assoc. N° 62.
- 51-* **ASSOC. FR. DES VOLONTAIRES DU PROGRES. 1982.** L'eau: un combat de tous les instants. 10-37. - Technique du "bullis": mare artificielle,-construction de barrages en gabions pour réalimenter les nappes. Bull. N° 34. Spécial Haute Volta, Montlhéry, 61 p.
- 52-* **ASSOC.FR. DES VOLONTAIRES DU PROGRES. 1983.** Quantité et qualité. Organisation de "l'hydraulique périphérique". Bull. N° 37. Spécial Mali. Montlhéry, 51 p.
- 53-* **AUDIBERT P. 1978.** Mali : amorcer la pompe. Actuel Développement, nov. déc. 1978. N° 27, 43-45.
- 54-* **AUFFRET H. 1975.** Etude d'aménagement hydro-agricole de la Tamourt en Naaj. Mauritanie. BCEOM. Informations et Documents. 4ème trim. 1975. N° 20, 1-25.
- 55- **AUTHOSSEIRE L. 1974.** La construction des puits en Afrique Tropicale. BURGEAP, PARIS.
- 56- **AYOADE J O. 1981.** On water availability and demand in Nigeria. Water supply Manag. USA (1981), 5, N°4-5, 361-372.
- 57- **BADOUIN M. 1983.** Politique agricole et politique de l'eau en Afrique. Centre d'études juridiques comparatives. Section des droits africains. Colloque international. Paris 14-15/10/83 Développement agricole et participations paysannes; les politiques de l'eau.



- 58-* **BAHR J M. 1981.** Les ressources en eau souterraine du Mali (Afrique Occidentale). Quatre études régionales. Bull.Bur. Rech. Géol min, 3, N°4, 343-352.
- 59-* **BAJARD Y. DRAPER M. VIENS P. 1981.** Rural water supply and related services in developing countries : comparative analysis of several approaches.J. Hydrol. Ned, 51, N° 1-4,75-88.
- 60- **BALEK J. 1983.** Hydrology and water resources in tropical regions. NLD Amsterdam, Elsevier, 271p.
- 61- **BALLANCE R C. 1978.** Water supply, sanitation and technology. Interdisciplinary Sci. reviews. N° 3 .
- 62- **BANNERMAN R R. 1975.** The role of groundwater in rural supply in Ghana. Bull. Sci. hydrol. EU. 20, N° 2, 191-201.
- 63- **BANZIGER H. 1983.** Wasserversorgung in Entwicklungsländern. Gas, Wasser, Abwass. CHE, 63, N° 5, 232-238.
- 64-* **BARNEAUD J C. 1977.** Exhaure de l'eau: pompe à bouchons. Paris, IRFED, 25p.
- 65-* **BARNEAUD J C. MARTIN P. 1977.** Recueil et stockage de l'eau de pluie. Bassin type Bostwana. Paris, IRFED, 21 p.
- 66-***BARNEAUD J C. 1977.** Stage de formation aux séquences de technologies appropriées. Exhaure de l'eau. Paris, IRFED, 16p.
- 67-* **BARNEAUD J C. 1979.** Identification de projets de petite hydraulique villageoise au Togo, dans la région maritime, pour le recueil et le stockage des eaux de pluie. Paris, IRFED, 25p
- 68- **BATEMAN-GORDON. 1974.** A bibliography of low cost water technologies: a brief appraisal of the information assembled by the ITDG. Research project on low cost, low skill technologies. London: Intermediate Technology Publ. 43p.(3ème ed.).
- 69-* **BAYLET R. 1985.** Exploitation des eaux et risques sanitaires bactériologiques. Eau, facteur de développement. Congrès Montpellier, 16-18 avril 1985 (à paraître).
- 70- **BEARD L R. 1981.** Water for survival. J. Hydrol. Ned. 51, N° 1-4 spécial, 1-391.
- 71- **BENAMOUR A. 1977.** Les moyens d'exhaure en milieu rural. CIEH, 71p.
- 72- **BENAMOUR A. 1981.** Hydraulique villageoise et moyens d'exhaure CIEH. 81p.
- 73-* **BENNELL T I. 1980.** Planification et conception des projets d'adduction d'eau potable en milieu rural: résultats de l'étude pilote. In Etudes sur le développement rural. Centre de développement de l'OCDE Paris. Vol.II. 309p.

- 74-* **BERNARD A. MOUTON J. 1980-1981.** Les recherches d'eau dans le socle africain. Apports de la géophysique. Bull. BRGM. N° 4, 293-309.
- 75-* **BERNUS E. 1983.** Le Sahel des uns, le Sahel des autres. Autrement: Déserts. Hors Série, 5, nov. 1983.
- 76-* **BERNUS E. FAUK R. MARCHAL J Y. 1984.** Le Sahel et ses problèmes: l'apport de la recherche. Afrique Contemporaine. N° 129, 11-17.
- 77-* **BESSIS S. 1980.** Le drame de l'eau. Jeune Afrique, N° 1003, 38-39.
- 78-* **BETHEMONT J. 1977.** De l'eau et des hommes. Essai géographique sur l'utilisation des eaux continentales. Bordas, Paris, 280 p.
- 79- **BEYER G MARTIN . 1976.** Technology for domestic water supply. Carnets de l'enfance. UNICEF, 23 p.
- 80- **BEYER G MARTIN . 1976.** Drinking water for every village, choosing appropriate technologies. Carnets de l'enfance , N° 34, 11-27.
- 81-* **BEYER G MARTIN. 1979.** La Décennie internationale de l'eau 1981-1990. Quels sont les efforts entrepris actuellement ? Carnets de l'enfance N° 45/46, 51-57.
- 82-* **BICHELER J. 1975.** L'approvisionnement en eau potable dans les milieux ruraux des pays en voie de développement. Problèmes technologiques. BCEOM. Inform. Docum. N° 17, 17-31.
- 83-* **BICHET E. MARTIN P. 1976.** Collecte, stockage, utilisation des eaux pluviales dans les pays du Sahel: utilisation des techniques au niveau du village. Bibliographie sélective et analytique. Paris, IRFED, 99 p.
- 84- **BILODEAU G. 1974.** Sirikukube: case annulaire à impluvium des Dida Gagou, Gans et certains Baoulé. Bull. de liaison du Centre Univ. de Rech. et Dévelop. Abidjan, N° spécial 1974, 105-120.
- 85- **BIRD. 1975.** "Issues in village water supply". Public utilities département. Rapport N° 793. Washington. XIV, 49 p.
- 86-* **BISSON J. ROGNON P. 1978.** 30 ans de géographie saharienne. Ann. Géogr. N° 479.
- 87- **BISWAS A K. 1975.** Systems analysis for water management in developing countries. In: Water hum. needs. World Congress water resour. 2. Proc. New Delhi 1975. New Delhi Int. Water resour. assoc. 4, 39-45.



- 88- **BISWAS A K. 1980.** Water management for arid lands in developing countries. Pap. Training Workshop, UNEP and Gov. Egypt, Cairo, 2-14 déc. 1978. Wat. dev. suppl. and manag. Pergamon Press. Oxford. Vol. 13. 252 p.
- 89-* **BLANC M. 1975.** L'utilisation de l'énergie éolienne pour le pompage de l'eau BCEOM. Inform. et Docum. 4 ème trim. 1975, N° 20, 27-43.
- 90- **BONNET M. 1982.** Méthodologie des modèles de simulation en hydrogéologie. Thèse Sc. Nancy. 1978. BRGM, 1982, Série Documents N° 34, 438 p.
- 91-* **BOUCHI-LAMONTAGNE M. 1983.** Les sourciers du Sahel. Actuel Développement. N° 53, avril 1983, 29-31.
- 92-* **BOUCHI-LAMONTAGNE M. 1983.** Comment se font les forages? Actuel Développement, N° 56-57, sept. déc. 1983, 62-65.
- 93-* **BOUCHI-LAMONTAGNE M. 1983.** Les programmes d'hydraulique villageoise. Europe Outremer N°643-644, août-sept.1983, 23.
- 94-* **BOURGEOIS M. 1981.** Carte de planification des ressources en eau de Côte d'Ivoire, du Ghana, du Togo, du Bénin et du Cameroun. Bull. Bur. Rech. Géol. min. 3, N°4, 369-379.
- 95-* **BOURGUET L. CAMERLO J. FAHY J C. VAILLEUX Y. 1980.** Méthodologie de la recherche hydrogéologique en zone de socle cristallin. Bull. BRGM III, N° 4, 273-288.
- 96- **BRGM. 1977.** Hydraulique villageoise des Etats d'Afrique associés à la CEE. Carte des principaux aquifères et notice. BRGM, 77 AGE 024.
- 97-* **BRGM. 1980-1981.** Hydrogéologie de l'Afrique de l'Ouest. 3, N° 4, 112 p.
- 98- **BRGM/SONED/OFERMAT. 1981.** Projet de structure de maintenance et moyens d'exhaure des ouvrages d'hydraulique rurale au Sénégal. BRGM. 81 AGE 010.
- 99- **BRO M. HUBERT C. 1979.** Synthèse sur l'emploi des techniques géophysiques appliquées aux recherches d'eau dans les fractures au Mali. Bull. liaison CIEH, N° 37-38, 24-30.
- 100- **BRUSH R E. 1980.** Wells construction. Peace Corpus. Washington.
- 101-* **BULL. AFR. NOIRE. 1977.** Cinquième plan quadriennal 1977-1981 du Sénégal. L'hydraulique. N° 931, oct. 1977, 18192-18195.
- 102-* **BULL. AFR. NOIRE. 1977.** Perspectives de développement de l'hydraulique au Sahel. N° 934, 18258.

- 103-* **BULL. AFR. NOIRE. 1981.** Programme substantiel d'actions pour le développement accéléré du Mali (1981-1990). Développement du secteur de l'hydraulique. N° 1110, 7-9.
- 104-* **BURDON D J. 1977.** Les cinq usages de l'eau. Cérès N° 56, mars-avril 1977, 32-36.
- 105- **BURGEAP. 1974.** La construction des puits en Afrique tropicale et "l'investissement humain". Techniques rurales en Afrique Ed. Ministère de la Coopération Paris. 190 p.
- 106-* **BURGEAP. 1978.** L'équipement des villages en puits de forages en fonction des conditions hydrogéologiques dans les Etats ACP d'Afrique. Commission des Communautés européennes Direction générale du développement.
- 107- **BURTON IAN. 1974.** Domestic water supplies for rural people in the developing countries: the hope of technology. In: Human Rights in Health, Associated Scientific Publishers, Amsterdam, 61-79.
- 107- **BURTON IAN. 1977.** Safe water for all. Nat. Resources Forum, N° 1.
- 108-* **BUSTAMANTE AHUMADA M. 1975.** Criterios sociales y economicos de desarrollo en los sistemas de agua potable y alcantarillado. Recurs hidraul. Mex. 4, N° 2, 216-222.
- 109- **CAIRNCROSS S. FEACHEM R. 1978.** Small water supplies. Ross Inst. Information and Advisory Service. London. Janvier 1978. N° 10.
- 110-* **CAIRNCROSS S. CARRUTHERS I. CURTIS D. FEACHEM R. BRADLEY D. BALDWIN G. 1980.** Evaluation for village water supply planning. John Wiley & Sons. GBR. Chichester. 197p
- 111- **CAIRNCROSS S. FEACHEM R. 1983.** Environmental health engineering in the tropics: an introductory text. (Part 3: water supply). Ministerio obras publicas. Maputo. Moz. John Wiley. New York. XIII, 283 p.
- 112- **CAMPBELL S. LEHR J H. 1973.** Rural water systems planning and engineering guide. National water well Assoc. New York.
- 113- **CAMPBELL S. LEHR J H. (s.d).** Water well technology. Mc Graw Hill Book Co. New York. 681 p.
- 114- **CAMERLO J. FAHY J C. GASNIER. HAUBERT M. MEAN. RUFFO. 1976.** Premiers résultats de la campagne destinée à l'alimentation des villages de la Boucle du Cacao en Côte d'Ivoire. Bull. CIEH N° 26. Août 1976.

- 115- **CAMERLO J. FAHY J C. HAUBERT M. 1977.** Premiers résultats des forages destinés à l'alimentation en eau des villages, réalisés dans le Barrimien de la Côte d'Ivoire. Bull. Liaison CIEH, N° 28-29, 35-44.
- 116-* **CAMERLO J. FAHY J C. 1979.** Premiers résultats obtenus en Côte d'Ivoire dans les recherches d'eau axées sur les fractures secondaires des roches grenues du socle. Bull. Liaison CIEH, N° 37-38, 31-44.
- 117- **CAMERLO J. FAHY J C. 1980.** Exploitation et entretien des points d'eau villageois en Côte d'Ivoire. Congrès géologique international, Paris, 1980, Bull. BRGM, 3, 1093.
- 118- **CAPONERA D A. 1980.** Le droit des eaux dans les pays musulmans. FAO Irrig. Drain. Bull. ITA(1980) 20-2 312 p.
- 119- **CAROLL R F. 1982.** Sanitation for developing communities. Overseas building notes, GBR, N°189, 11 p.
- 120- **CARRUTHERS I D. BROWNE D. 1977.** The economics of community water supply. In: Water, wastes and health in hot climates Ed. FEACHEM R. Mc GARRY M and MARA D. London.
- 121- **CEAO/MAURITANIE. 1982.** Réalisation d'un programme d'hydraulique villageoise et pastorale en Mauritanie. Avant projet. BRGM, nov. 1982. T II, 224 p.
- 122- **CEAO/BRGM. 1982.** Réalisation d'un programme d'hydraulique villageoise et pastorale au Sénégal (1983-1984). Etude d'avant projet. BRGM, 82 AGE O35.
- 123- **CEE-HER OUAGA. 1974.** Hydraulique humaine urgence Sahel. Création de points d'eau de 26 centres du Nord de la Haute Volta. Rapport BURGEAP R 195.
- 124- **CEE. 1978.** Evaluation (ex post) sectorielle de projets d'approvisionnement en eau urbaine et villageoise. Commission des Communautés européennes. Direction générale du développement. Bruxelles Août 1978.
- 125- **CEE. 1978.** L'équipement des villages en puits et forages. Commission des Communautés européennes. Bruxelles.
- 126-* **CEFIGRE. 1978.** Compte Rendu de réunion du Conseil Scientifique; programme de stages, formation de cadres. Sophia-Antipolis. 82 p.
- 127-* **CEFIGRE. 1979.** Compte rendu et mémoires du séminaire sur l'utilisation rationnelle de l'eau. Technologies et méthodes pour un usage efficace de l'eau. Sophia-Antipolis. 310 p.



- 128-* **CEFIGRE/CIEH. 1979.** Séminaire international d'experts consacré à la politique de l'eau pour l'agriculture et l'élevage en zones arides et semi-arides. Séminaire Niamey, 12-17/2/1979. Rapport de synthèse; 77 p.
- 129-* **CEFIGRE. 1980.** Séminaire sur la formation des cadres africains dans les domaines de l'alimentation en eau potable et de l'assainissement. 7-14/12/1979. Sophia-Antipolis. 27 p.
- 130- **CEMBROWICZ R G. 1975.** Modelle zur Bestimmung von Planungszeiten von Wasserversorgungen in Entwicklungsländern-Kostenausgleich. Wass. u. Boden Dtsch. 1975, 27, N°1,6-10.
- 131-* **CEMBROWICZ R G. 1980.** A study of the regional water supply system along the coastal belt of Ghana. IFAC Workshop on control technology for developing countries. Cairo, ARE, 6-8 sept. 1980, 10 p.
- 132-* **CEMBROWICZ R G. 1983.** Technically, socially and economically appropriate technologies for drinking water supply in small communities. Applied Geography and Development. Vol. 22, 74-93.
- 133-* **CHLEQ J L. DUPRIEZ H. 1984.** Eaux et terres en fuite. Métiers de l'eau au Sahel. Coll. Terres et Vie. L'Harmattan. ENDA. 125p.
- 134-* **CIEH. 1978.** Liste des publications. 27 p.
- 135- **CIEH. 1981.** Situation actuelle et perspectives d'équipement des ouvrages d'hydraulique rurale en Mauritanie.
- 136- **CIEH 1982.** Propositions pour l'entretien des moyens d'exhaure villageois au Niger. CIEH Ouagadougou. 83 p.
- 137- **CIEH. 1982.** Atelier régional sur le programme de l'organisation de l'échange et du transfert de l'information sur l'approvisionnement en eau potable et l'assainissement pour l'Afrique de l'Ouest et l'Afrique Centrale. Ouagadougou, 7-9 juin 1982. 108 p.
- 138- **CIEH. 1984.** "Le point d'eau au village" Manuel de formation des formateurs villageois. Ouagadougou. 3 livrets
- 139- **CIEH/CIEPAC. 1982.** Programmation des opérations d'hydraulique villageoise. Actions d'accompagnement. CIEH.pag.discont.
- 140- **CIEPAC.(s.d.).** Les travaux manuels et l'éducation sanitaire à l'école. Illustration de la méthode, 1ère séquence: l'eau. CIEPAC, Paris, 71 p.
- 141-* **CIEPAC.(s.d.).** Conservation des eaux et du sol, niveau à eau, traçage des courbes de niveau. CIEPAC, Paris, 10p.

- 142- **CIEPAC. 1982.** Collecte et stockage des eaux pluviales. CIEPAC. Paris, 5 p + 22 diapos.
- 143- **CIEPAC. 1983.** Fabrication d'une citerne enterrée en fibrociment. CIEPAC. Dakar, 42 p.
- 144-* **CIEPAC. 1983.** Conservation des eaux et du sol. Eléments de bibliographie analytique.CIEPAC, Lyon, 21 p.
- 145- **CIEPAC/COGEFOR. 1984.** Rapport final volet sensibilisation, animation et suivi projet 412 forages. Niamey, Conseil de l'Entente. 77 p.
- 146- **CILSS/CLUB DU SAHEL. 1980.** Les dépenses récurrentes des programmes de développement des pays du Sahel; analyse et recommandations.
- 147-* **CILSS. 1981.** Hydraulique villageoise et développement rural dans le Sahel. Sahel D(80)111. BOAD. Lomé. 2 vol. Rapport technique, 85 p; Rapport de synthèse, 26 p.
- 148-* **CILSS/PNUD/UNSO. 1984.** Mesures d'urgence et assistance à moyen terme visant à combattre la sécheresse et la désertification dans les pays de la région du Sahel. Sahel. Plan d'action. 20 p.
- 149- **CLAUSSE P. 1979.** L'eau en question. Pour une orientation nouvelle des techniques de captage adaptées aux Pays du Tiers Monde. Tech. Eau Assainiss. BEL. N° 390-391. 31-38.
- 150- **COGEFOR. 1980.** Evaluation de l'impact d'un programme d'hydraulique villageoise au Niger. Liptako. FAC.CCCE. 56 p.
- 151-* **COIFFAIT M. 1983.** Les micro-réalisations. Cahiers français. N° 213. oct. déc. 1983. 32-33.
- 152- **COLLECTIF. 1979.** Proceeding of the third world congress on water resources. Mexico, 1979. Water for food production, water for energy production, water for rural development. World Congress on water resources, 1979, Mexico. International water resources assoc. Washington. USA. 8 vol.
- 153- **COLLECTIF. 1981.** Développement en zones arides. PUF. Agence de coopération culturelle et technique. ACCT et CILF. Coll. complète: 6 ouvrages.
- 154- **COMTE P. MAUROU S E. 1982.** Hydraulique villageoise "Nord Sénégal". BRGM/DEM/SONED.Rapp. 82 AGE 039.
- 155- **COUTY P. LERICOLLAIS A. 1982.** Vers une méthode pratique d'analyse régionale. Le cas de la vallée du Sénégal. Paris, AMIRA, Note de travail, 36, 116 p.

- 155- **C.R. CONGRES. 1975.** Water for human needs. World congress on water resources. 2. Proceedings. New Delhi, 1975. New Delhi Int. Water resour. assoc. 1, 2519 p, 5 vol.
- 156- **CRUSE K. 1979.** A review of water well drilling methods. Journal of Engineering Geology, 1979 (vol.12) 79-95.
- 157- **DALTON G E. PARKER R N. 1973.** Agriculture in South East Ghana. Vol. II. Spécial studies. University department of Agricultural Economics and Management. 96 p.
- 158-* **DAMIBA P C. SCHRUMPF P. 1981.** Quel avenir pour le Sahel? Editions Pierre Marcel Favre. Coll. Centre Europe Tiers Monde. 215 p.
- 159- **DAMME J M G VAN. HOOGENDOORN W K. 1979.** Programmes de soutien dans le domaine de l'eau. IRC. Voorburg, La Haye.
- 160- **DANGERFIELD B J. 1983.** Water supply and sanitation in developing countries. Inst. water eng. sci. London. 426 p.
- 161- **DARROW K. PAM R. 1975.** Appropriate technology sourcebook for tools and techniques that use local skills, local resources and renewable sources of energy. Volunteers in Asia. Stanford California. 74 p.
- 162-* **DAUM J R. 1977.** Les eaux souterraines du Sahel. Etude des ressources. Propositions d'études. Typologie des captages. Paris. Club des Amis du Sahel. BRGM. 66 p, cartes.
- 161- **DAVE S D. 1978.** Management of rural water supply. J. Inst. Engrs.(India) environment. Engng. Div. IND. 58, N° 3, 63-65.
- 162- **DAVY E G. MATTEI F. SOLOMON S I. 1977.** Rapport spécial N° 9 sur l'environnement; une évaluation des ressources, du climat et de l'eau pour le développement de l'agriculture dans la zone soudano-sahélienne de l'Afrique de l'Ouest. Genève. OMM. N° 459, XVII. 318 p.
- 163-* **DEJOUX C. 1985.** Structures et systèmes de surveillance de la qualité des eaux continentales dans les pays en voie de développement, vus à travers un cas spécifique, l'Afrique. Eau, facteur de développement. Congrès Montpellier, 16-18 avril 1985. (à paraître).
- 164- **DENYS R. 1974.** Eau potable: information pour l'animation d'une population rurale. Internationale Bouworde, Naamsesteenweg 573, 3030 Heverlee, Belgium. 18 p
- 165-* **DEOM J. 1982.** Water resources development and health: a selected bibliography. WHO Genève. 118 p.(850 ref.)
- 166-* **DIAGANA B. 1983.** Etudes de consommation d'eau en milieu rural. CIEH. Ouagadougou. 55 p.

- 167- **DIJON R. 1982.** Groundwater exploration in cristalline rocks in Africa. Nat. Resou. Forum. Ned. 6, N° 3, 263-268.
- 168- **DILUCA C. 1980.** La qualité des eaux dans les Etats membres du CIEH. Bull. liaison CIEH N° 39-40, 33-45.
- 169-* **DJE K. CAMARA L G. BOBO T. 1976.** Aménagement des points d'eau en zone rurale A fricaine. *Enfant Milieu trop.* N° 103 23-31.
- 170- **DONALDSON D. 1976.** Planning water and sanitation system for small communities. IRC. La Hague. Bull. N° 10, 71-105.
- 171-* **DUBOIS J. MARTIN P. CORNET D. GUILBERT Ph.1983.** Aménagement de marigots près de Bakel. Première réalisation expérimentale, fruit d'une collaboration entre les habitants de Gougnian et les autorités sénégalaises concernées. Dakar, ENDA, Série Etudes et Recherches N° 81-83, mars 1983.
- 172-* **DURAND- DASTES F. 1977.** Systèmes d'utilisation de l'eau dans le monde. Paris, Société d'Edition d'Enseignement Supérieur. 182 p.
- 173- **EATON D J. 1982.** Community water supply development in Guinea, West Africa. *Water Int.CHE(1982)*, 7 N° 1, 33-38.
- 174- **EBERLE M. PERSONS J L. LEHR J.H.** Appropriate well drilling technologies. National water well Assoc. Worthington, Ohio, 95p.
- 175- **EGBUNIWE N. 1976.** Public health aspect of tropical water resources development. *War Resources Bull. USA(1976)* 12, N° 2, 393-398.
- 176- **EGBUNIWE N. 1978.** Rural water supplies from laterite runoff. *Wat. Resources Bull.USA(1978)* 14, N°2, 466-469.
- 177- **EGBUNIWE N 1980.** Domestic water supplies from groundwater in Eastern Nigeria. *Aqua GBR N°9-10*, 11-13.
- 178- **EMPTOZ G. 1982.** Inventory of data sources in science and technology. A preliminary survey. International Concil of Scientific Unions. Committee on Data for Science and Technology. 229 p.
- 179- **ENGALENC M. 1978-1979.** Méthode d'étude et de recherche de l'eau souterraine des roches cristallines de l'Afrique de l'Ouest.CIEH. 2 vol. 318 p, 191 p.
- 180-* **ERBEL K.1983.** Low cost water supply- an appropriate technology for rural areas and urban fringes? *Wat. supply. Vol1*, 1-7.
- 181-***ERHARD-CASSEGRAIN A. MARGAT J. 1983.** Introduction à l'économie générale de l'eau. Masson. Paris. 361 p.

- 182-* EYLERS H. ERBEL K. 1980. Ausbau der Wasserversorgung in der Dritten Welt. Problemstellung, deutsche Leistungen, Künftige Ansätze. Gas und Wasserfach, Wasser Abwasser, 121, N° 8, 370-374.
- 183-* FAHY J C. 1979. L'hydraulique villageoise en Côte d'Ivoire. Bull. liaison CIEH. N°37-38,1-13.
- 184-* FAHY J C. 1980. Exploitation et entretien des points d'eau villageois en Côte d'Ivoire. Congrès géologique international Paris, 1980. Bull. BRGM. N° 4, 339-341.
- 185-* FALKENMARK M. 1982. Rural water supply and health. The need for a new strategy. Scandinavian Institute of African Studies. Uppsala. 118 p.
- 186- FANO E. 1981. The role of the international community in the drinking water supply and sanitation decade. Nat. Resour. Forum Ned.5, N° 3, 261-269.
- 187- FANO E. BREWSTER M. 1982; Financing the planning and development of water resources. Nat. Resour. Forum. Ned. 6, N° 4, 289-305.
- 188- FAO. 1974. Equipment related to the domestic functions of food preparation, handling and storage. FAO Rome, 103 fiches.
- 189-* FAO. 1977. Club du Sahel. Groupe des cultures irriguées et hydraulique villageoise et pastorale. Rapport général M/K9700, 82 p.
- 190-* FAO. 1979. La jacinthe d'eau contre la pollution. L'amour du poison. Cérès. N° 69, mai-juin 1979, 8.
- 191- FAO. 1980. Techniques familiales rurales.FAO Rome, 6 fascicules.
- 192- FASSI D. 1980. L'aménagement du milieu naturel dans la zone soudanienne. Approche méthodologique de l'expérience casamançaise (Sénégal). Rev. Geogr. Maroc. Mar. 1980, N° 4, 31-59.
- 193- FAURE H. GAC J Y. 1981. Will the sahelian drought end in 1985 ? Nature.(London), 1981, 291, N° 5815, 475-478.
- 194- FAYE D. 1982. Contribution à l'étude statistique des forages dans le milieu fissuré en Afrique occidentale. Mém. Bordeaux III, 76 p.
- 195- FEACHEM R. 1975. The relational allocation of water resources for the domestic needs of rural communities in developing countries. In: Water hum needs. World Congress water resour. New Delhi. 1975. 2, 539-547.

- 196- **FEACHEM R G. 1975.** Water supply for low income communities in developing countries. J. environment Engng. Div. USA, 101, N° 5, 687-702.
- 197- **FEACHEM R. McGARRY M. MARA D. 1977.** Water, wastes and health in hot climates. John Wiley & Sons.
- 198- **FEACHEM R. 1978.** Domestic water supplies, health and poverty a brief review. Wat. supply Manag. GBR. 2, N° 4, 351-362.
- 199- **FEACHEM R. & al. 1981.** Water, health and development: an interdisciplinary evaluation. Publ. by Tri-Med. England State Mutual Bk.
- 200- **FEACHEM R G. BRADLEY D J. GARELIK H. MARA D. 1981.** Appropriate technology for water supply and sanitation. Health aspects of excreta and sullage management. A state of the art review. World Bank. 318 p.
- 201- **FED/BURGEAP.(s.d).** Projet d'hydraulique villageoise Yatenga-Comoe (Burkina). Présentation et rapport provisoire. Projet N° 5100. 71-30 002.
- 202- **FRANKLIN R. 1983.** Waterworks management in developing communities. Franklin Associates, C, 1983, 191 p.
- 203- **FRAZIER G W. 1975.** Water harvesting for livestock, wildlife and domestic uses. Proceedings of the water harvesting symposium. Phoenix, Arizona, March 1974. Berkeley (California) Agricultural Research Service, 1975. 329 p.
- 204-* **FRITZSCHE A. SPEIDEL K. 1983.** Solar- und Winderenergie zum Pumpen von Wasser. Naturwissenschaften DEU (1983) 70, N° 8, 396-402.
- 205-* **GAGARA M. 1978.** Rapport de la Haute Volta sur la réunion inter-régionale sur l'approvisionnement en eau et l'assainissement en milieu rural. In: CEFIGRE, CR de la seconde réunion du Conseil Scientifique. 82 p.
- 206-* **GALAL GORCHEV H. OZOLINS G. 1984.** Directives OMS pour la qualité de l'eau de boisson. Chronique OMS, 1984, N° 3.
- 207- **GEOHYDRAULIQUE/CEAO. 1980.** Programme d'hydraulique villageoise et pastorale dans les Etats de la CEAO. Dossier Mauritanie.
- 208- **GEOHYDRAULIQUE/NU. 1975.** Planification de l'utilisation des ressources en eau. Mauritanie.
- 209- **GIBSON U P. SINGER R D. 1971.** Water well manual. A practical guide for locating and constructing wells for individual and small communities water supplies. Prem. Press. 156 p.

- 210-* **GILBERT B. 1978.** Propositions pour une amélioration de la qualité de l'eau. *Enfant Milieu tropical*, N° 115, 2-24.
- 211- **GIQUEL R. LAMBERT Y. 1983.** Mobilisation des énergies renouvelables pour le développement. *Revue éner.*, 34, N° 356, 505-515.
- 212- **GIRARD G. 1980.** Application d'un modèle simplifié aux zones du Sahel. *Houille blanche*, N° 4-5, 305-313.
- 213-* **GIRARDIER J P. GRETZ J. 1976.** Le pompage de l'eau par l'énergie solaire. *Le Courrier* N° 35, janv. févr. 1976, 55-57.
- 214- **GIRARDIER J P. 1976.** L'utilisation de l'énergie solaire pour le pompage de l'eau dans les pays en voie de développement. *Mec. Matér. Electr.*, N° 317, 12-15.
- 215-* **GLANTZ M H. 1977.** Water and inappropriate technology: deep wells in the Sahel. In: **NANDA V P.(Ed.)** Water needs for the future. Boulder, Co, Westview Press, 305-318.
- 216-* **GLENNIE C. 1982.** A model for the development of a self help water supply programme. Technology advisory group, WB, Technical paper N° 2, 47 p.
- 217-* **GLENNIE C. 1983.** Village water supply in the decade. Lessons from field experience. John Wiley & Sons. Chichester. New York. 152 p.
- 218-* **GOLLADAY F. 1983.** Meeting the needs of the poor for water supply and waste disposal. WB. Washington.DC. 52 p.
- 219- **GOUBERT D. 1982.** Exhaure à traction animale. ENDA. Dakar.
- 220- **GOVER B. 1983.** Water supply project and preparation hand book. WB, 1983, 3 vol. World Bank Technical paper N° 12-14.
- 221-* **GOV. OF BENIN. 1977.** Water resources in the People's Republic of Bénin. *Aqua. GB.* 1, N° 1-2, 150-152.
- 222-* **GOV. OF IVORY COAST. 1977.** Preliminary results of a drilling scheme to supply water to Ivory Coast villages and other populated areas situated in Barremian formations. *Aqua. GB.* Vol 1, N° 1-2, 103-104.
- 223-* **GOV. OF UNITED STATES AMERICA. 1977.** Meeting domestic water requirements in developing countries. *Aqua. GB.* Vol 1, N° 1-2, 145.
- 224- **GRANIER. 1976.** Notes sur les forages au Niger. Rapport annuel IEMVT. Niger.



- 225-* **GREIGERT. 1973.** Rapport de synthèse concernant les forages d'eau dans les formations carbonatées d'Ydouban ou Oudala dans la région de Tin Arkachen. BRGM 73. OUA 004.
- 226- **GREED 1981.** Aménagements de marigots près de Bakel au Sénégal oriental. Activité 80-81. Première réalisation expérimentale. Paris, GREED, 44 p, photos, cartes, dessins.
- 227- **GRET.** Fiches techniques du GRET sur l'approvisionnement en eau du village. GRET, Paris.
- 228- **GRET.1974.** La construction des puits en Afrique tropicale et l'investissement humain. GRET Paris.
- 229- **GRET.** Fichier encyclopédique du développement rural. GRET Paris.
- 230- **GRET.1975.** Utilisation des eaux de ruissellement. Citernes en ciment. Fiche technique. GRET, Paris, 4 p.
- 231- **GUEROULT. 1975.** Pompe à pied, pompe à main pour "corps de pompe immergée". Genève. Conseil Oecuménique des Eglises. 10 p.
- 232-* **GUGGEHEIM H. FANALE R. 1979.** La conservation de l'eau par la mise en commun des technologies. Quatre projets parmi les Dogon au Mali. Carnets de l'enfance N° 45-46, 157-173.
- 233- **GUIRAUD R. 1975.** Eléments pour une orientation nouvelle de la recherche dans les eaux souterraines dans les régions à substratum métamorphique ou éruptif de l'Afrique occidentale. Mem. Ass internation. Hydrogeol. Jap.(1975), 11, 15-19.
- 234- **GUYOT CH. 1974.** L'hydrologie. Paris PUF, 125 p.
- 235- **HAIJKEMS J.(Ed). 1977.** Drinking water supplies by public hydrants in developing countries. CIR/OMS Voorburg, La haye, PB.
- 236- **HAIJKENS J. 1978.** Un problème de base dans les Pays en voie de développement : un manque de personnel expérimenté. IRC. Voorburg. La Haye. PB.
- 237- **HEINDL A (Ed.).1975.** L'eau cachée dans les pays arides. Rapport d'un atelier sur les besoins en eau souterraine en zone aride et semi aride, tenu à Paris le 25/11/74. IDRC, 057, 19 p.
- 238-* **HELVETAS-SKAT. 1981.** Manuel technique pour l'approvisionnement en eau des zones rurales. Publ. N° 8 f. 182 p.
- 239- **HENRY D. 1979.** Designing for development: what is appropriate technology for rural water and sanitation. Wat. Supply Manag. GBR, 2, N° 4. 365-372.

- 240- **H.E.R. 1978.** Hydraulique villageoise; le point des réalisations de 1974 à 1978. Esquisse des programmes en cours et des programmes prévisionnels.
- 241- **H.E.R. 1979.** Etat des travaux des puits et des forages dans l'ORD du Sahel.
- 242- **HESSING E L P. 1978.** Le développement intégré de programmes pour l'approvisionnement en eau collective et l'assainissement dans les Pays en voie de développement. Publication OMS/IRC.
- 243-* **HESSING E L P. KERKOVEN P. 1979.** Comment les projets d'approvisionnement en eau peuvent aggraver la situation relative des pauvres. Carnets de l'enfance N° 45-46, 87.
- 244-* **HILLS E S.(Ed). 1966.** Arid lands. A geographical Appraisal. London.
- 245- **HIMA GARBA 1976.** Hydraulique villageoise et investissement humain au Niger. Les Carnets de l'enfance N° 34, avril-juin 1976, 78-88.
- 246-* **HLAVEK R. SANCHEZ A. 1973.** La construction de puits villageois en investissements humains en Haute Volta. Technique et développement. N° 10, nov. 1973. 33-40.
- 247- **HLAVEK R. DUPUIS. 1980.** Hydraulique villageoise et développement rural au Sahel. BOAD.
- 248- **HOFKES E H A. 1978.** La technologie de l'approvisionnement en eau dans les Pays en voie de développement. IRC. Voorburg. La Haye. PB.
- 249- **HOFKES E H A. McJUNKIN F E. 1978.** Hand pump technology for the development of grounwater resources. IRC. Voorburg. La Haye. PB.
- 250- **HOOGENDOORN W K. 1977.** Towards an improvement of international transfer and exchange of information water supply and sanitation in Developing countries. IRC. Voorburg. La Haye.PB.
- 251- **HOOGENDOORN W K. 1978.** Deux savent plus qu'un seul; l'échange et le transfert d'information sur l'approvisionnement en eau potable entre et dans les Pays en voie de développement. IRC. Voorburg. La Haye.PB.
- 252- **HUISMAN L. WOOD W E. 1975.** Filtration lente sur sable. Genève. OMS. 133 p.
- 253- **HUNTER. 1981.** Past explosion and future threat; exacerbation of red water disease (Shistosomiasis haematobium) in the Upper region of Ghana. Geojournal. RFA, 5, N° 4, 305-313.

- 254- **HUNTER J M. REY L. SCOTT D. 1982.** Man-made lakes and man-made diseases: toward a policy resolution. Soc. Sci. Med. Part D. med. geogr. USA. 16, N° 11, 1127-1146.
- 255-* **IMBODEN N. 1980.** Planification et conception des projets d'adduction d'eau potable en milieu rural: cadre de recherche destiné à l'analyse des expériences acquises en matière de systèmes d'adduction d'eau potable en milieu rural. In: Etudes sur le développement rural. Direction D. Miller. Centre de Développement de l'OCDE, Vol. II, 309 p.
- 256- **INADES. 1979.** L'eau et la santé: 1- Comment se protéger des maladies qui viennent de l'eau. 2- Comment aménager et protéger les points d'eau. INADES, Formation, BP 8, Abidjan, CI.
- 257-* **INADES. 1981.** L'eau en Afrique. Bibliographie. INADES, Abidjan.
- 258-* **INDUR MIRCHANDANI. 1983.** Appropriate water supply technology for developing countries. Aqua, GBR. N° 1, 11-18.
- 259- **IRFED.(s.d.).** Une pompe toute simple: l'hydropompe Vergnet. Paris. IRFED. 119 p.
- 260- **IRFED (s.d.).** Note technique, recueil et stockage des eaux de pluie. Paris. IRFED. 23 p.
- 261- **IRFED/AAA.(s.d.).** Collecte et stockage des eaux pluviales. Expérimentations 1974. Sénégal, Niger. Rapport technique. Paris.
- 262- **IRFED. 1977.** Collecte et stockage des eaux de pluie. Programme expérimental Togo. Citerne type Bostwana, sac à eau. Paris.
- 263- **IRFED. 1979.** Manuel pour l'entretien et l'utilisation des points d'eau et des pompes "Mengin". Paris, IRFED, 29 p.
- 264- **ISELY B B. 1978.** Assainissement des sources d'eau par les moyens locaux, une contribution à la recherche d'une technologie appropriée. Center for Health Studies. Research Triangle Institut. PO Box 12194. Triangle Park, NC, 27707 USA. 8 p.
- 265-* **ITD. 1981.** Forage: technique et matériel. Institut technologique DELLO. 60410 Verberie. France. 16 p.
- 266-* **ITD. 1983.** Les énergies de pompage. Institut technologique DELLO. 223 p.
- 267-* **ITD.1983.** L'eau en milieu rural dans les pays en voie de développement (rapport de stage) Institut technologique DELLO. 205 p.
- 268- **JACKSON I J. 1977.** Climate, water and agriculture in the tropics. London. Longmann. 248 p.

- 269-* **JACKSON T. 1979.** Technologie d'assainissement en milieu rural. Les leçons de la recherche participation. Les Carnets de l'enfance. N° 45-46, 60-86.
- 270- **JAHN S A A.(s.d.).** Traditionnal water purification in tropical developing countries. German appropriate technology exchange. Eschborn.
- 271- **JAMES L D. 1978.** Economics of water development in less developed countries. Water supply Manag. GBR. 2, N° 4, 373-386.
- 272- **JEAGER C. 1983.** Les politiques de l'eau en Afrique. Le point de vue du médecin. Centre d'études juridiques comparatives. Section des droits africains. Colloque international, 14-15 oct. 1983. Paris. Développement agricole et participations paysannes: les politiques de l'eau.
- 273- **JOURNEY W K. 1976.** A hand pump for rural areas of developing countries. WB. Washington. Rapport PU N° RES 9, 9 p.
- 274- **KABORE F. DURAND J. 1983.** L'hydraulique villageoise dans les pays membres du CILSS. Club du Sahel. Paris.
- 275- **KALBERMATTEN J M. JULIUS A S. GUNNERSON C G. 1980.** Appropriate technology for water supply and sanitation: technical and economic options. WB Washington. 124 p.
- 276- **KERKHOVEN P. 1978.** La filtration lente sur sable pour l'approvisionnement en eau collective dans les Pays en voie de développement. IRC. Voorburg. La Haye .PB.
- 277-* **KESSY M Z. 1983.** Le coût de l'eau et les problèmes des sociétés distributrices. Europe Outremer N° 643-644. 40-41.
- 278- **KOECHLIN J. RAYNAUT C. STIGLIANO M.** Etude des conditions du milieu et des aptitudes et contraintes pour la mise en valeur agricole et pastorale dans le département de Maradi (Niger). Doc. Cartogr. ecol. 24,90.
- 279- **KOEGEL R G. 1973.** Equipement and techniques for the construction of self-help wells. Trans.A.S.A.E;USA (1973) N° 6, 1179-1185
- 280-* **KONCHADY D. 1979.** The development of rural water supplies and sanitation with particular reference to developing countries. Aqua. GBR. N° 3, 5-11.
- 281- **LABORDE A. 1980.** Manuel pratique de l'eau: promenade en eau trouble. Paris. Ed. Alternatives et Parallèles. 123 p.
- 282- **LAGANDRE E. 1982.** Problèmes de planification énergétique en milieu rural sahélien. Paris. Thèse 3ème cycle. 396 p.

- 283- LAGANDRE E. 1983. Energie et développement rural du Tiers Monde. Problèmes et perspectives. Rev. énerg., 34, N° 356, 435-444.
- 284-* LAMBERT Y. 1983. Les pompes solaires et leurs applications actuelles. Europe Outremer. N° 643-644. Août-sept. 1983. 32-34.
- 285-* LECHER K. 1981. Die Arbeit der Ingenieurhydrologen bei Entwicklungsprojekten in der Dritten Welt. Oesterr. Wasserwirtsch. AUT (1981),33, N° 5-6, 109-115.
- 286- LE BRAS M & AL. 1982. Activités humaines, aménagements hydro-agricoles et shistosomiase urinaire. Approche méthodologique et résultats. Bull. Soc. Path. Exo. Fr. 71, N° 1, 44-54.
- 287- LECLERC H. FESTY B. LAZAR. 1982. Connaissances actuelles de la pathologie hydrique. Rev. Epidémiol. Santé publ. FR,30, N° 3, 363-385.
- 288-* LEFROU C. BAZIN J. 1982. Une eau saine pour tous. Projet, N° 162 spéc. 219-227.
- 289-* LE JONCOUR M. OSSENI A G. PHILIPPART A. Principaux résultats obtenus lors des projets d'hydraulique villageoise, 4ème FED et BOAD au Togo. Hydrogéol.Géol. Ing. N° 3, 243-247.
- 290-* LEMOINE J. 1973. La maîtrise de l'exhaure manuelle, condition d'une alimentation en eau satisfaisante dans les régions à substratum cristallin. Congrès CIEH Libreville avril 1973, 7 p.
- 291-* LEMOINE J. 1975. Séminaire sur la politique de l'eau. Eau et hydraulique. Haute Volta VI-C1. Données pour la valorisation des eaux souterraines sur le territoire voltaïque. Ouagadougou.
- 292-* LEMOINE J. 1979. L'équipement des villages en puits et forages d'eau en Afrique tropicale. CEFIGRE, Séminaire de Niamey, 12-17/2/1979. 27 p.
- 293-* LEMOINE J. 1980. Le développement de la petite hydraulique villageoise en Afrique tropicale. BURGEAP. 4 p.
- 294-* LEMOINE J. 1981. Cours d'hydraulique villageoise. Orientation générale des projets d'hydraulique villageoise. Conception générale des projets d'hydraulique villageoise en Afrique. CEFIGRE. BURGEAP. 13 p.
- 295-* LEMOINE J. 1983. Une réflexion sur la décennie de l'eau et l'hydraulique villageoise en Afrique. Europe Outremer N° 643-644 août-sept. 1983. 27-28.

- 296- **LEMOINE J. VAILLEUX Y. BOURGUET L. 1978.** L'équipement des villages en puits et forages en fonction des conditions hydrogéologiques dans les Etats d'ACP d'Afrique. BURGEAP.
- 297- **LENCK P P. 1977.** Données nouvelles sur l'hydrogéologie des régions à substratum métamorphique ou éruptif. Enseignements tirés de la réalisation de 900 forages en Côte d'Ivoire. CR Acad. Sc. D. FR(1977), 285, N° 5, 497-500.
- 298-* **LE NIR M. 1983.** Le développement des programmes d'hydraulique rurale en Afrique. Europe Outremer N° 643-644, 19-21.
- 299-* **LENOIR R. 1984.** Le Tiers Monde peut se nourrir. Rapport au Club de Rome. Fayard. 209 p.
- 300- **LE ROY. 1983.** Politiques de l'eau en Afrique Noire. Deux ou trois choses que je sais d'elles, en tant qu'anthropologue du droit. Centre d'études juridiques comparatives. Section des droits africains. Colloque international Paris, 14-15/10/1983. Développement agricole et participations paysannes: les politiques de l'eau.
- 301- **LESAGE P. SOURISSEAU B. 1980.** Mission hydrogéologique villageoise dans la région de Djibo, Gorom-Gorom, Dori (Haute Volta). Rapport de la prospection géophysique par la méthode électrique. BRGM 08 GPH 015.
- 302- **LESAGE P. 1982.** Mission hydrogéologique villageoise dans les régions de Djibo, Arimbinda, Sebba. Rapport BRGM 82 GPH-028.
- 303- **LEVIN A 1978.** The rural water survey. J. amer. wat. Works. Ass. USA(1978), 70, N° 8, 446-452.
- 304- **LIEBER C. PASHKEVICH A. 1983.** A workshop design for handpump installation and maintenance: training guide. Office of Health, Bureau for Science and Technique. Agency for international development. 409 p.
- 305- **LUNARDINI. 1979.** L'énergie solaire au Sahel et le rôle des pompes mises à la disposition des communautés rurales notamment au Sénégal et au Mali. CR Acad. Sci. Outre-Mer. FR. 39, N° 3, 499-502, 508-510.
- 306- **MADDOCKS C. 1975.** Methods of creating low cost waterproof membranes for use in the construction of rainwater catchment and storage systems. ITDG. London. 109 p.
- 307- **MADDOCKS D. 1975.** An introduction to methods of rainwater collection and storage. In: Approp. Technology. Vol 2, N° 3, 24-25.

- 308- **MANDL P E. 1976.** La participation populaire, une dimension nouvelle des programmes d'hydraulique rurale. Assignment Children. Vol. 34, 5-7.
- 309- **MANN H T. WILLIAMSON D. 1982.** Water treatment and sanitation a handbook of simple methods for rural areas. ITDG. London, 96p.
- 310- **MARCHAL J Y. 1979.** La cartographie et ses utilisateurs en pays africain à propos de la Haute Volta. Cah. Orstom. Sér.Sci. Hum., 16, N° 3, 261-272.
- 311-* **MARGAT J. KAMAL F SAAD. 1985.** Les mines d'eau fossile. Le Courrier de l'UNESCO, janv. 1985, 14-16.
- 312-* **MARQUES DOS SANTOS A. 1975.** Les mécanismes actuels de transfert de technologies sont-ils favorables aux Pays en voie de développement. Actuel Développement, 9, 26-34.
- 313-* **MARTIN A. 1985.** (L'alimentation en eau de la ville de Niamey). Eau, facteur de développement. Congrès. Montpellier, 16-18/04 1985, (à paraître).
- 314-* **MARTIN P. 1975.** Collecte et stockage des eaux pluviales. Méthodologie d'études de projets (installations familiales). Application à la Côte d'Ivoire. Région de Bouaké. Paris. IRFED, 28p
- 315- **MARTIN P. 1975.** Note technique. Mesures de ruissellement sur les différents types d'impluvium. Langomak, Sénégal. Paris; IRFED, 7 p.
- 316- **MARTIN P. 1975.** Collecte et stockage des eaux pluviales en Côte d'Ivoire. Paris, IRFED, 32 p.
- 317-* **MARTIN P. 1975.** Collecte et stockage des eaux pluviales. Période 1972/1974. Paris, IRFED, 28 p.
- 318-* **MARTIN P. 1976.** Collecte et stockage des eaux de pluie. Observations sur divers types d'impluvium. Choix, coût, construction. Longomak (Sénégal). 1975-1976. Paris.IRFED.
- 319- **MARTIN P. 1976.** Les cases annulaires à impluvium et l'approvisionnement en eau. Paris. IRFED. 3 p.
- 320-* **MARTIN P. 1977.** Observations au Sahel sur le coefficient de ruissellement selon la hauteur et l'intensité des précipitations. Paris.IRFED, 18 p.
- 321-* **MARTIN P. 1977.** Pluies et citernes. technologies simples pour la récolte et le stockage des eaux pluviales. Paris. IRFED. 27p.
- 322- **MARTIN P. 1979.** Conservation des eaux et du sol. Périmètre d'aménagement d'Allokolo, département de Tahoua (Niger). Paris.IRFED. 28 p.

- 323- **MARTIN P. 1980.** Guide pratique d'entretien et remise en état des périmètres de conservation des eaux et du sol. Paris, CIEPAC, 28 p.
- 324- **MARTIN P. 1981.** Amélioration des disponibilités en eau en milieu rural nigérien. Environnement Africain. N° 14-16. Vol IV.2,3,4, 617-633.
- 325-* **MARTIN P. 1982.** Aménagement des eaux de surface et transfert d'eau. CEFIGRE. Sophia-Antipolis. 14 p.
- 326- **MARTIN P. WEYNS W. 1982.** Collecte et stockage des eaux pluviales (besoins familiaux). Manuel pédagogique. Paris. CIEPAC. 64 p.
- 327-* **MARTIN P. BRISSON J. WEYNS W. 1984.** Elaboration d'un dossier type d'hydraulique villageoise. Lyon.CIEPAC. 83 p.
- 328- **MARTIN-SAMOS F. 1976.** L'eau et la santé de l'homme. *Enfant Milieu trop.* N° 103, 3-22.
- 329- **MATON G. 1983.** La politique française de l'eau en Afrique. Centre d'études juridiques comparatives. Section des droits Africains. Colloque international. Paris 14-15/10/1983. Développement agricole et participations paysannes: Les politiques de l'eau.
- 330-* **MATON G. 1983.** Préalable: associer étroitement les populations. *Actuel développement* N°56-57, 48-68.
- 331- **MCINTIRE J. 1982.** International crops research institute for the semi-arid tropics reconnaissance socioeconomic surveys in north and west Upper Volta. ICRISAT.W.A.Economics program progress report N° 3. 51 p.
- 332-* **McJUNKIN F E. ORIHUELA L A. 1979.** Pompes à main destinées à l'approvisionnement en eau potable dans les pays en voie de développement. OMS/IRC Doc. technique N° 10.
- 333- **MERCHANT M. 1976.** An intermittent water filter. ITDG. London. 22-23.
- 334- **MEUNIER M. 1982.** A propos des programmes d'hydraulique villageoise. *Bull. liaison CIEH.* N° 48-48, 17-19.
- 335-* **MEUNIER M. DILUCA C. 1984.** L'organisation des systèmes de maintenance en hydraulique villageoise dans les pays membres du CIEH. *Bull. liaison CIEH.* N° 55, 18-29.
- 336- * **MILLER D. 1979.** La participation de la population aux systèmes d'approvisionnement d'eau en milieu rural. Paris. Centre de développement de l'OCDE. *Etudes.* 7-21.

- 337-* **MILLER D. 1979.** L'auto-assistance et la participation de la population. Résultats de la recherche. Etudes du Centre de Développement de l'OCDE. Paris. 146-153.
- 338-* **MILLER D. 1980.** Analyse d'un modèle d'auto-assistance en matière d'approvisionnement en eau en milieu rural. In: Etudes sur le développement rural. Centre de Développement de l'OCDE. Paris. Vol. II. 309 p.
- 339-* **MINISTERE DE LA COOPERATION/BCEOM. 1979.** Les barrages souterrains. Paris. 135 p.
- 340- **MULLER M. 1976.** Water under the sand. New Scientist. GB. 71, N°1020, 702-703.
- 341-* **NAT. ACAD. SCI. 1974.** More water for arid lands. Promising technologies and research opportunities. Washington. 160 p.
- 342-* **NDIAYE A T B. 1983.** La grande soif de l'Afrique. les espoirs de la Decennie. Europe Outremer N° 643-644, 16-18.
- 343- **NIANG M. 1983.** Politiques de l'eau et participation des populations rurales au Sénégal. Centre d'études juridiques comparatives. Section des droits africains. Colloque international. Paris. 14-15/10/1983. Développement agricole et participations paysannes: les politiques de l'eau.
- 344-* **NISSEN-PETERSEN E. 1982.** Rain catchment and water supply in rural Africa: a manual. London: Hodder and Stoughton, 1982. In "Associat. with the Danish national fund for developing countries". 83 p.
-
- 345-* **OCDE. 1980.** Note sur la gestion des eaux en Afrique sahélienne de l'Ouest durant les dix dernières années. Direction de la coopération pour le développement. DCD/80-26. 46 p.
- 346-* **OCDE. 1982.** Bibliographie relative à l'hydraulique villageoise dans les pays du Sahel. Document Club du Sahel D(82)166. 8 p.
- 347- **OCDE/CLUB DU SAHEL. 1983.** Le développement de l'hydraulique villageoise dans le Sahel. Bilan et perspectives. Document Club du Sahel D(83)207.
- 348- **OMBEVI. 1979.** Etude préliminaire: l'utilisation de l'eau à partir des puits nouvellement forés dans le périmètre test: zone pastorale de Dilly (Mali). Bamako. Mali.
- 349- **OMORINBOLA E O. 1983.** Mitigating water supply problems in the Nigerian Basement Complex: role of understanding the geohydrological environment. J. Environ. Manag. GBR. 17, N° 3, 207-221.

- 350- **OMS. 1973.** Community water supply and disposal in developing countries. W. Health statistics report. Vol 26 N° 11. 720-783.
- 351- **OMS. 1977.** Workshop on rural water supply and sanitation for saharian areas. Lausanne EPFL.IGE. Ad Hoc working group on rural potable water supply and sanitation. Niamey. 1977.85p.
- 352- **OMS. 1979.** Public standpost water supplies. IRC/WHO. The Hague.104 p.
- 353- **OMS. 1979.** Public standpost water supply. A design manual. IRC/WHO. The Hague. 91 p.
- 354- **OMS. 1983.** National Decade plan: eight questions, their answer. In: International drinking water supply and sanitation Decade. Genève.WHO. 18 p.
- 355-* **OMS. 1983.** Decennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement. Etude sur la planification du secteur eau potable et assainissement. République islamique de Mauritanie. Projet ICP/BSM/002. Nouakchott. juil. 1983. 234 p.
- 356- **OMS/IRC. 1977.** Global workshop on appropriate water and waste treatment technology for developing countries. IRC, Voorburg. PB. Bull. N° 7.
- 357- **OMS/IRC. 1977.** International workshop on hand pumps for water supply. IRC. Voorburg. PB. Bull. N° 8.
- 358- **OMS/IRC. 1977.** Slow sand filtration for community water supply in developing countries. A selected and annotated bibliography. IRC. Voorburg. PB; Bull. N° 9.
- 359- **OMS/IRC. 1978.** International training seminar on community water supply in developing countries. IRC. Voorburg. PB. Bull. N° 10.
- 360- **OMS/IRC. 1978.** Public standposts for developing countries, proceedings of an international expert Meeting held in Achimota (Accra) Ghana. IRC, Voorburg. PB. Bull. N° 11.
- 361- **OMS/IRC. 1978.** Report of the international meeting on community education and participation in the IRC slow sand filtration project. IRC. Voorburg. PB. Bull. N° 12.
- 362- **OMS/IRC. 1979.** Hand pump testing and evaluation to support selection and development of hand pumps for rural water supply programs. IRC. Report an international working meeting held at Houpenden, England, 29 mai-1 juin 1979.
- 363- **OMS/IRC. 1981.** Small community water supply. Technology of small water supply systems in developing countries. IRC. Voorburg Technical paper N° 18. 378 p.

- 364- **OMS/IRC. 1982.** Practical solutions in drinking water supply and wastes disposal for developing countries. IRC. La Hague. 431p.
- 365- **ONU/PNUD. 1975.** Renforcement des services gouvernementaux chargés de découvrir et de mettre en valeur les eaux souterraines. Conclusions et recommandations du projet.
- 366- **OUSMANE B. 1978.** Contribution à l'étude hydrogéologique des régions du socle du Sahel: l'hydrogéologie du Damagaram occidental (environs de Zinder, Niger). Th. 3ème cycle. Sci.eau. Montpellier. 123 p.
- 367- **OYEDIPE F P A. 1975.** Water resources and egalitarianism in the Nigerian context. In: Water hum. needs. World Congress Water resour. 2. Proc. New Delhi. Inst. water. resour. assoc. 381-389.
- 368-* **PACEY A.& Al. 1977.** Technology is not enough: the provision and the maintenance of appropriate water supplies. Aqua, 1, N° 1; 1-58.
- 369- **PACEY A. 1977.** Water for the thousand millions. Pergamon Press. 1-58.
- 370- **PACEY A. 1980.** Hand pump maintenance in the context of community well projects. London ITP. 43 p.
- 371-* **PALLIER G. 1984.** Problèmes de développement dans les pays intérieurs de l'Afrique occidentale: contribution à l'étude du phénomène d'enclavement. Thèse Univ. Bordeaux III. 2 vol.
- 372-* **PELISSIER P. 1966.** Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. Imprimerie Fabrègues. Saint Yrieix. (Haute Vienne). 939 p.
- 373- **PINEO. SUBRAHMANYAM D V. 1975.** Community water supply and excreta in developing countries. Publ. offset. OMS N° 15. 41 p.
- 373- **PINEO CH. SCHNARE D. MILLER G W. 1981.** Environmental sanitation and integrated health, delivery programs. Washington APHA. Monographie série N° 4. 82 p. .
- 374-* **PLANHOL X de. ROGNON P. 1970.** Les zones tropicales arides et sub-arides. Paris. A. Colin. 487 p.
- 375-* **PLASTEIG J. 1980.** La pompe à eau. Le guide de la famille. Nouvelle série EDICEF. N° 98. 31 p.
- 376-* **PLASTEIG J. 1981.** La motopompe. le guide de la famille. Nouvelle série EDICEF. N° 102. 30 p.

- 377- PLESSARD F. 1974. Analyse et résultats de l'installation d'un système d'exhaure à traction bovine en milieu rural. Centre National de la Recherche agronomique (CNRA) Bambey. Sénégal. Machinisme agricole tropical. N° 47.
- 378- PLISSON A. BOS M. 1977. Approvisionnement en eau potable de la côte atlantique entre Rabat-Sale et Casablanca. Adduction du Bou Regueg. Houille Blanche, 1977, 169-179.
- 379.* PLIYA J. 1980. La pêche dans le Sud Ouest du Bénin. Agence de Coopération Culturelle et Technique. ACCT. 296 p.
- 380- PLOTE H. 1973. Programme d'hydraulique au Sahel. BRGM/SCET.
- 381- PLOTE H. MARTIN G. 1975. Recherches hydrogéologiques dans les cercles de Bafoulabé et Kenieba. (Mali) Rapport BRGM. 75 Dakar OO2.
- 382.* POINTET Th. 1983. Les ressources en eau des milieux fissurés. Europe Outremer. N° 643-644. 22.
- 383.* QUELENNEC R E. EMSELLEM Y. 1979. Technologies et méthodes pour un usage efficace de l'eau. CR et mémoire de séminaire sur l'utilisation rationnelle de l'eau. CEFIGRE. Sophia-Antipolis 310 p.
- 384.* RAMBAUD A. 1985. Exploitation des eaux et risques sanitaires physico-chimiques. Eau, facteur de développement. Congrès Montpellier, 16-18 avril 1985. (à paraître).
- 385- REICHELT R. 1977. Sur les aménagements hydrauliques anciens et récents dans le Gourma, Sahel tropical, République du Mali. Sci. Géol. Bull. FR (1977) 30, N° 1, 19-31.
- 386- RIJKS D. 1977. The conservation and utilisation of water. Philos. Trans. r. soc. London. B. GB., 278, N° 962, 583-592.
- 387- ROBERT D. L'alimentation en eau potable en zone aride ou semi-aride. Problèmes spécifiques et rôle de l'ingénieur conseil. SOGREAH. Echirolles. France.
- 388.* RODIER J A. 1977. Inventory of surface water resources in the developing countries. Aqua,GB,Vol. 1, N° 1-2. Pergamon Press. Oxford. , 215.
- 389- ROLANT M. 1984. Présentation du programme photovoltaïque français. Rev. énerg. FRA (1984) 35, N° 363, 223-226.
- 390.* ROUANET F. 1983. Les problèmes spécifiques du traitement de l'eau en Afrique de l'Ouest. Europe Outremer. N° 643-644. 35-36.

- 391-* **ROURE J. 1973.** Les bornes fontaines en milieu tropical africain. BCEOM. Inform. et Docum. 2ème trimestre 1973. N° 10. 3-15.
- 392-* **RYBCZYNSKI & Al. 1982.** Water supply bibliography. (Low cost technology options for sanitation. A state of the art review and annotated bibliography). Centre de développement de l'OCDE.
- 393- **SACHS I. & Al. 1981.** Initiation à l'écodéveloppement. Toulouse. Privat. 365 p.
- 394- **SAINT VIL J. 1983.** L'eau chez soi ou au coin de la rue. Les systèmes de distribution de l'eau à Abidjan. Cahiers de l'ORSTOM. Série Sci. hum. 19, 4, 471-489.
- 395- **SAMAHA M A. & Al.** Water management for arid lands. Proceeding training workshop on water management for arid regions. Ministry of irrigation. Gouvernement of Egypt in cooperation with the United Nations. Environment program. Cairo-Egypt. Water development supply and management. Ser:vol 13. 280p.
- 396-* **SAMIA AL AZHARIA J. 1984.** Effectiveness of traditional flocculants as primary coagulants and coagulants aids for the treatment of tropical raw water with more than a thousand-fold fluctuation in turbidity. 5ème Congrès international of International Water supply assoc. Monastir, Tunisia, 29/10-2/11 1984, to be publy in "water supply", 2, N° 314.
- 397-* **SAMWAYS J. 1977.** Conservation in Kano. Geogr. Mag. GB.,49, N° 8, 504-507.
- 398- **SANTENA P. 1978.** Le Centre International de Référence à l'Institut National pour l'approvisionnement en eau: revue rétrospective de dix années du CIR. IRC Voorburg. La Haye.PB.
- 399-* **SAUNDERS R J. WARFORD J J. 1978.** L'alimentation en eau des communautés rurales. Economie et Politique générale dans le monde en développement. Publ. par Economica. Publ. de la Banque Mondiale. 279 p.
- 400- **SAWADOGO A N. 1978.** La géophysique appliquée à la recherche d'eau dans les formations cristallines en Haute Volta. Bull. du CIEH. déc. 1978. mars 1979. 35-36.
- 401- **SAWADOGO A N. 1984.** Géologie et hydrogéologie du socle cristallin de Haute Volta. Etude régionale du bassin versant de la Sissili. Th. Doct. Sc. Nat. Grenoble 1. 351 p.
- 402- **SCET. 1973.** Programme d'hydraulique au Sahel. Tome 1. Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères. République de Haute Volta. 210 p.

- 403- SCHNEIDER H. 1977. Management of groundwater resources in arid zones. Aqua, GB. Vol 1. N° 1-2, 193-194.
- 404- SCHULTZBERG G. 1978. Management of rural water supplies. Wat. Supply Manag. GBR. 2, N° 4, 333-340.
- 405- SEERS D. 1981. First things first. Meeting the basic needs of the people of Nigeria. Jobs and skiles programme for Africa JASPA. Genève. Ilo Publications. 256 p.
- 406-* SERRES H. 1981. Développement en zones arides. Politiques d'hydraulique pastorale. Paris PUF. Techniques Vivantes . Publ. par ACCT. 118 p.
- 407- SHARAF ELDIN IBRAHIN BANNAGA. 1979. Factors influencing domestic water use in developing countries, with reference to Elobeid, Sudan. J. Inst. Wat. Engrs. GBR. 33, N° 6. 539-546.
- 408- SHAWCROSS J F. 1979. Hand pump maintenance: organizational considerations for water supply projects in developing countries. IRC. Voorburg. La Haye. PB.
- 409- SCHILL. SCHILLER E J. DROSTE R L. 1982. Water supply and sanitation in developing countries. Ann. Arbor. Science. 368p.
- 410- SIMPSON-HEBERT M. 1983. Methods for gathering socio-culturel data for water supply and sanitation projects. The World Bank Transportation and Water department. Washington. USA. UNDP/INT 81/047. N° 1. 29 p.
- 411-* SKOURI M. 1984. Lutte contre la désertification et développement en zone pré-saharienne. Nature et Ressources UNESCO. Vol. XX. N° 1, 10-20.
- 412- SOGREA H. 1975. Les pompes et les petites stations de pompage. Techniques rurales en Afrique. Ministère de la Coopération. Paris. 190 p.
- 413- SOLAGES S. 1976. Résultats de l'enquête sur l'utilisation des puits A.V.V. Archives. Ouagadougou.
- 414- SOLAGES S. 1979. Résultats de la première campagne de forages exécutés au marteau fond de trou au Sénégal. Bull. liaison CIEH. N° 37-38, 35.
- 415-* SOURISSEAU B. 1981. Hydraulique villageoise dans le département du Sahel (Haute Volta) Dossiers de village. Rapport BRGM 81 AGE 039.
- 416-* SPEIDEL K. 1984. Système autonome d'alimentation en eau potable pour des villages isolés dans des pays du Tiers Monde. Dornier System GmbH. 25 p.

- 417-* **SPEIDEL K. SCHNELLER D. 1984.** Fields tests of a solar powered thermal water pump, potentiality and economics in developing countries. Dornier System GmbH. 5 p.
- 418-* **SPENCER A L. 1981.** Water supply in developing countries. The neglected dimension - manpower. *Water supply Manag.* 5, N° 3, 273-281.
- 419-* **SPENCER A L. 1985.** Human resources and water sector management strategy. Congrès Bruxelles: water resources for rural areas and their communities.9-15/06/1985. (à paraître).
- 420- **STERN P H. 1979.** Rural water development in arid regions. in: *Progress in water technology.* Vol 2. N° 1 et 2. Symposium IAWPR. London.
- 421-* **STIEGELE P. KLEE O. 1974.** Plus d'eau potable pour demain. Ed. R. Laffont. Coll. Réponses/ Ecologie. 320 p.
- 422-* **STRASSLER J. 1976.** 1- Le projet d'animation rurale communautaire de la mission catholique de Bandiagara (Mali).
2- Le projet urgence Sahel 74 de la Direction de l'hydraulique et de l'aménagement de l'espace rural en Haute Volta. Ecole Polytechnique fédérale de Zurich. Cours interdisciplinaire du 3ème cycle sur les Pays en voie de développement. Rapport de stage. 63 p.
- 423- **STUCKMANN G. 1974.** Probleme der Wassernutzung im Sahel der Republik Niger. *Afr. spectrum Dtsch.* N° 3, 260-267.
- 424-* **TABOR H Z. 1978.** De l'utilisation de l'énergie solaire pour le dessalement de l'eau de mer. *Science et Société* Vol 28, N° 4, 359-369.
- 425- **TALBO H. VAUBOURG P. 1979.** Equipement hydraulique villageois dans l'ORD du sahel. Programme de travaux. BRGM AGE.
- 426-* **TATON P. 1983.** La production d'eau douce; dessalement. *Europe Outremer* N° 643-644, 37-39.
- 427-* **TATON P. 1983.** La Decennie de l'eau potable et de l'assainissement (1981-1990). Un programme trop ambitieux ? *Europe Outremer* N° 643-644, 13-15.
- 428- **THANH N L. PESCOD M B. VENKITACHALAM T H. 1979.** Design of simple and inexpensive pumps for water village supply systems. Asian Institute of Technology. Final Report N° 67.
- 429- **TJIOOK T K. 1977** Practical solutions in drinking water supply and wastes disposal for developing countries. IRC Voorburg. La Haye. PB.

- 430- **TJIOOK T K. 1978.** Community water supply and sanitation, basis to rural development. IRC. Voorburg. La Haye. PB.
- 431- **TJIOOK T K. 1978.** Le développement de capacités technologiques dans l'approvisionnement en eau collective et l'assainissement dans les pays en voie de développement. IRC. Voorburg. La Haye. PB.
- 432-* **TOUPET Ch. 1977.** La sédentarisation des nomades en Mauritanie centrale sahélienne. Thèse Doctorat. Université Lille III. Diffusion: Librairie H. Champion; Paris. 490 p.
- 433- **TRAVI Y. OLLER G. 1981.** Contribution à l'étude hydrogéologique des environs de Bamako. Bull. Inst. fondam. Afrique Noire. Série A, 42, N° 1, 1-24.
- 434-* **TRICART J. 1982.** Régimes hydriques et géographie. Ann. Géog. 91, N° 505, 301-339.
- 435- **TSCHACHE J. 1976.** Bau von Bewässerungsbrunnen in der libyschen Sahara. Brunnenbau Bau Wasserwerk. Rohrleitungsbau Dtsch. 27, N° 2, 55-57.
- 436-* **U.N. 1977.** Les promesses de la technique: possibilités et limites. Conférence N.U. sur l'eau. Mar del Plata (Argentine). 14-25/03 E/CONF/70/CBP2.
- 437- **U.N. 1978.** Programmes des travaux hydrauliques d'urgence et à moyen terme. Conclusions et recommandations.
- 438-* **U.N. 1980.** Etudes régionales des activités relatives à la Décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement. Assemblée générale. Développement et Coopération Economique internationale. A/35/341. 25 p.
- 439-* **UNESCO. 1974.** Le Sahel, bases écologiques de l'aménagement. Notes techniques du MAB 1. 99 p.
- 440-* **UNESCO. 1977.** Développement des régions arides et semi-arides: obstacles et perspectives. Notes techniques du MAB 6. 46 p.
- 441- **UNESCO. 1974-1978.** World water balance and water resources of the earth. Stud. reports hydrology, 25, Paris. 663 p.
- 442-* **UNESCO. 1979.** Tendances en matière de recherche et d'application de la science et de la technique pour le développement des zones arides. Notes techniques du MAB 10. 61 p.
- 443-* **UNESCO. 1985.** Gérer la source de la vie. Le Courrier de l'UNESCO. Janv. 1985. 17-20.

- 444- **UNESCO. CIEPAC. 1981.** Gestion des ressources en eau. Sénégal. Projet majeur UNESCO. Réunion Ouagadougou. Déc. 1981.
- 445-* **UNICEF.** Décennie internationale eau potable et assainissement. Choix des technologies appropriées. Monogr. N° 3.
- 446-* **UNICEF. 1980.** From the UNICEF waterfront. Bull. Trimestriel.
- 447- **UNICEF. 1984.** Eau et assainissement à l'UNICEF en 1984. Rapport annuel. 52 p.
- 448-* **UNICEF. 1984.** Eau salubre et assainissement. Répandre la bonne nouvelle concernant l'eau et l'assainissement. (Nigeria). Rapport annuel. 19-20.
- 449- **UNIPUB.** Water desalting in developing countries. U.N. 64/2 B5.
- 450-* **UNU. 1983.** Les multiples besoins en eau de l'humanité. Vol. 7. N° 2.
- 451- **VADON J. 1975.** Inventaire des ressources en eau souterraines et détermination des besoins en eaux dans les cercles de Diapaga et de N'Gourma (Haute Volta) Rapport BRGM. 75 ABI 001 OUA.
- 452-* **VAN DER BERG J. 1980.** Les petits porteurs d'eau de Ouagadougou. Nouvelles de l'UNICEF. N° 103, 1, 29-31.
- 453- **VAN DER VEEN C. 1980.** Hygiene of drinking water in developing countries. Aqua, N° 5, 2-7.
- 454- **VERSPIEREN P. 1977.** Mali aqua viva: à la conquête de l'eau. Mali aqua viva: société malienne de forages ruraux. 24 p.
- 455- **VITA. 1976.** Manuel technique du village. L'eau au village. Mt Rainier. Maryland 20822 USA. 437 p.
- 456-* **VITA.** Using water resources.
- 457-* **WAGNER E G. LANOIX J N. 1959.** Water supply for rural areas and small communities. Monogr. Série 42, OMS. 337p.
- 458- **WALHER-ASSOCIATES. 1981.** Atlas hydrogéologique. Régions I,II,III,IV. (Mali). Palo Alto. California. USA.
- 459- **WARFOED J J. JULIUS D A. 1977.** The multiple objective of water rate policy in less developed countries. Water supply and Manag. N° 1.
- 460- **WARNER D. 1975.** Evaluation of the benefits of rural water supply projects in Tanzanian villages. J. am. Wat. Works. Assoc. , 67, N° 6, 318-321.
- 461- **WATT S B. WOOD W E. 1976.** Hand dug wells and their construction ITDG. London.

- 462-* **WEYNS W. 1981.** Programme de formation de puisatiers dans les zones rurales de Guinée-Bissau. Paris.CIEPAC. 12 p.
- 463-* **WEYNS W. 1981.** Manuel de vulgarisation sur la conduite des chantiers de puits hydrauliques ruraux. Paris. CIEPAC. 84p.
- 464-* **WHITE G F. BRADLEY D F. WHITE A U. 1972.** Drawers of water. The University of Chicago Press. 306 p.
- 465- **WHITE G F. 1978.** Domestic water supply in the Third World. In: Progress in water technology. IAWPR. Symposium .London. Vol. 2. N°1-2, 13-19.
- 466-* **WHITE A U. SEVIOUR Ch.1974.** Rural water supply and sanitation in less developed countries. A selected annotated bibliography. Ottawa. Internat. Develop. Research. Centre. 81 p.
- 467- **WHYTE A. 1976.** Towards a user-choice philosophy in rural water supply programmes. Les Carnets de l'enfance. N° 34. 5-10.
- 468-* **WIJK-SIJBESMA Ch. VAN. 1979.** Participation and education in community water supply and sanitation programme: a selected bibliography. IRC. The Hague. Bull. N° 13. 238 p.
- 469- **WILSON R T. 1981.** Distribution and importance of the domestic donkey in Circumsahara Africa. Singapore. J. trop. Geog. 2, N° 2, 136-143.
- 470- **WILSON R T. LEEUW P N. de. HAAN C. de. 1983.** Recherches sur les systèmes des zones arides du Mali: préliminaires. CIPEA Rapport de Recherche. N° 5. 189 p.
- 471- **WINARTO. 1981.** Rainwater collection tanks constructed on self help basis. J. ferrocem. THA, 11, N° 3, 247-254.
- 472- **WISEMAN R. 1983.** Well jetting in Nigeria - a challenge to traditional techniques. World Water. GBR. 1983-10, 38-40.
- 473- **WOOD A. 1976.** Water lifters and pumps for developing world. Thèse. Colorado State University. 303 p.
- 474- **WORLD BANK. 1972.** Appraisal of a rural development. Fund project, Upper Volta. Rapport PA. 127 A.
- 475-* **WORLD BANK. 1975.** Alimentation en eau des communautés rurales. International Bank for reconstruction and development. Document Banque Mondiale. 117 p.
- 476- **WORLD BANK. 1976.** Rural water supply. Handpump project.
- 477- **WORLD BANK. 1980.** Appropriate technology for water supply and sanitation : a planner's guide. Vol 2.

- 478- **WORLD BANK. 1981.** Basic needs in the Gambia. World Bank country studies. 142 p.
- 479- **ZAMBELONGO G J. 1982.** Hydraulique villageoise, région de la Volta Noire. Interprétation de l'imagerie LANDSAT et des photographies aériennes. H.E.R. Ouagadougou. 33 p.

ADDENDUM

- 480- ***AGBOTON J. HENRY J L. HAUBERT M. 1985.** Insertion sociale des points d'eau en hydraulique villageoise. 13 p dactylographiées.
- 481- ***CIEH/BURGEAP.** Forage d'eau. Matériel, techniques, mis en oeuvre en Afrique Centrale et de l'Ouest.
- 482- ***DAMAT.**(Dossier d'accompagnement des matériels d'équipement) 1ère partie : Les puits. Janvier-Avril 1981, N° 67-68. (édité par OFERMAT) 67 p.
- 483- **DESJEUX D. 1984.** Rapport de mission "Eau". Bobo-Dioulasso, Dakar. Ecole Supérieure d'Agriculture/CCFD Angers. 78 p multig.
- 484- ***DESJEUX D. 1985.** L'eau. Quels enjeux pour les sociétés rurales? L'Harmattan. Coll. Alternatives paysannes. 220 p.
- 485- ***U.N. 1976.** Problèmes de la mise en valeur des ressources en eau en Afrique. Rapport régional. Conférence des N.U. sur l'eau. E/CN 14/NRD/WB/1. Addis Abeba, 20-24/9/1976.

