

1806

14136



Bulletin de Liaison  
du  
**Comité Interafricain  
d'Etudes Hydrauliques**

SIEGE SECRETARIAT GENERAL -- Boite Postale 369 OUAGADOUGOU BURKINA FASO — Téléphone 30-71-15 & 30-71-12

ABONNEMENT : 4 Numéros par an : 6 000 F.CFA en Afrique, 7 000 F.CFA ailleurs

SOMMAIRE

**N° 89 JUILLET 1992**

**EDITORIAL**

**ETUDES TECHNIQUES**

pages

- Apport de l'isotopie à l'étude du temps de séjour et mode de renouvellement des eaux dans les aquifères du bassin versant de la Mé - *Soro N., Biemi J., Jourda J.* 3
- Du classique à l'alternatif, nouvelle approche de l'assainissement pluvial en zone urbaine dans une grande ville africaine - *Chuzeville B., Egrot G.* 12
- Adductions d'eau à partir de systèmes solaires - *Sano H. O., Krüger Ingénieurs Conseils* 20
- Mauvaises prévisions de la participation de la main d'oeuvre à la construction des digues filtrantes au Burkina Faso - *Vlaar J.C., Brasseur M.B.* 34

**INFORMATIONS**

- Fiches de lecture 47
- Nouvelles du CEFIGRE 49
- Nouvelles du CIEH 50
- Nouvelles du Pôle de l'eau de Ouagadougou 53

## EDITORIAL

Un événement important a marqué la vie du CIEH au deuxième trimestre de 1992, à savoir la tenue à Ouagadougou de l'Atelier Régional pour l'Afrique de l'Ouest et du Centre en vue de la finalisation du rapport régional et des rapports nationaux pour l'Évaluation hydrologique au Sud du Sahara (projet RAF/87/30).

Cet atelier a regroupé les représentants des 14 États membres du CIEH auxquels s'étaient joints ceux du Cap Vert et de la Guinée-Conakry, ainsi que des bailleurs de fonds (Banque Mondiale qui est l'agence d'exécution du projet, PNUD, FAC) et des consultants (Mott - Mac Donald, ORSTOM, BCEOM, SOGREA).

Les consultants ont présenté, en ce qui concerne les eaux de surface et les eaux souterraines, les résultats de l'évaluation hydrologique des États qui peuvent se résumer comme suit :

- les activités hydrologiques sont en grave déclin dans la plupart des pays d'Afrique Subsaharienne ;
- les dispositions institutionnelles et les modalités de financement sont généralement déficientes et la situation est devenue parfois critique ;
- les hydrologues et hydrogéologues travaillant en Afrique souhaitent collaborer à l'échelon régional, mais il n'existe pas suffisamment de modalités de collaboration appropriées autres que les institutions interétatiques qui permettent de surmonter un certain nombre d'obstacles ;
- certaines innovations techniques récentes pourraient améliorer considérablement les activités hydrométriques et hydrologiques mais nécessiteraient une aide extérieure.

Ce constat, pour dur qu'il soit, est malheureusement conforme à la réalité comme les participants l'ont reconnu unanimement. Des projets de renforcement des réseaux de mesures ont été proposés par les consultants et approuvés par les participants. Même si leur financement est trouvé, ils ne seront durables que si nos États prennent conscience que de bonnes connaissances des ressources sont un préalable à la meilleure utilisation de l'eau tant pour les milieux ruraux qu'urbains.

Dans le cadre de l'amélioration du contenu du Bulletin de liaison du CIEH, nous avons décidé, par ailleurs, avec nos partenaires de Ouagadougou, d'officialiser le Comité de Lecture qui existait déjà en fait pour les articles nouveaux. En fonction de leurs compétences, très larges pour l'EIER et l'ETSHER, plus ciblées pour la Représentation pour l'Afrique de l'Ouest de l'Institut International de Management de l'Irrigation, IIMI, et le Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement, CREPA, les spécialistes de ces organismes nous apporteront leur expérience pour la relecture des articles que nous publions. Nous espérons que l'officialisation de ce Comité de Lecture va nous amener de nouveaux auteurs dans la mesure où, dans la carrière d'un chercheur, publier dans une revue à comité de lecture est plus valorisant. Il ne reste qu'à espérer que cet espoir se concrétise et je lance donc un appel à tous les spécialistes de l'eau, africains ou vivant en Afrique, pour qu'ils nous envoient des articles qui seront toujours examinés avec le plus grand intérêt.

*Le Secrétaire Général du CIEH*

**Amadou DIAW**

# APPORTS DE L'ISOTOPIE A L'ETUDE DU TEMPS DE SEJOUR ET DU MODE DE RENOUVELLEMENT DES EAUX DANS LES AQUIFERES DU BASSIN VERSANT DE LA ME (COTE D'IVOIRE)

## RESUME

Les résultats d'analyses isotopiques (concernant l'oxygène-18, le deutérium et le tritium) des eaux souterraines issues du bassin versant de la Mé en Côte d'Ivoire donnent des valeurs comprises entre :

- 3,7 et 7 UT (pour le tritium)
- 4,14 et -2,46  $\delta^{\circ}/\text{‰}$  (pour l'oxygène-18)
- 16,10 et -10,9  $\delta^{\circ}/\text{‰}$  (pour le deutérium).

Ces résultats mettent en évidence l'existence d'eaux anciennes très pauvres en tritium et de mélanges entre eaux anciennes et eaux récentes qui sont en général marquées par des conditions différentes d'infiltration, comme l'attestent, du reste, les droites de régression ( $^{18}\text{O}-^2\text{H}$ ). Les faibles teneurs en tritium obtenues fréquemment dans ces eaux souterraines montrent bien que, très souvent, la proportion d'eaux anciennes est plus importante dans les mélanges au sein d'aquifères non encore exploités et donc non perturbés par les pompages.

Dans cette région, même si les excès en deutérium sont en général mal corrélés avec la minéralisation totale, il apparaît cependant un enrichissement des eaux souterraines en deutérium de l'est vers l'ouest du bassin, comme l'indique l'accroissement des valeurs des ordonnées à l'origine des droites de régression ( $^{18}\text{O}-^2\text{H}$ ) qui passent de +4 à +17.

Enfin, ce bassin est marqué par l'absence de droites d'évaporation et l'existence de droites de pente 8 qui montrent qu'ici, le fractionnement isotopique ne provoque plus qu'une simple réduction de l'excès en deutérium du fait des conditions bioclimatiques de la région et de la température souvent élevée de l'atmosphère lors des épisodes pluvieux.

**Mots-Clés :** La Mé, bassin-versant, isotope, tritium, oxygène-18, deutérium, eaux souterraines, minéralisation, bioclimatique, Côte d'Ivoire.

## ABSTRACT

Isotopic analyses ( $^{18}\text{O}$ ,  $^3\text{H}$  and  $\text{H}$ ) of the Mé watershed groundwaters in Ivory Coast give values ranging from :

- 3,7 to 7 UT (for the tritium),
- 4,14 to -2,46  $\delta^{\circ}/\text{‰}$  (for the oxygen-18),
- 16,10 to -10,9  $\delta^{\circ}/\text{‰}$  (for the deuterium).

These results show existence of old waters very poor in tritium together with some mixture of ancient and recent waters. The latter is marked by different infiltration conditions as shown by regression lines ( $^{18}\text{O}-^2\text{H}$ ). The frequently observed low values of tritium show a greatest proportion of old waters within aquifers not yet disturbed by pumping exploitation.

Although the excess of deuterium is poorly correlated with total mineralization in this region, its level in the basin yet increases westward as shown by the gradient of the ordinates values at the origin of the regression lines (from +4 to +17).

No evaporation lines appear in the basin but lines' slope of gradient 8. Thus, isotopic division only provokes a simple reduction of deuterium excess due to the bioclimatic conditions of the region and especially the high atmospheric temperatures often found during rainy periods.

**Key-words :** The Mé, watershed, isotope, tritium, oxygen-18, deuterium, groundwater, mineralization, bioclimatic, Ivory Coast.

## INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, dans le milieu cristallin, les réserves d'eaux se développent au sein des aquifères de fractures du socle et dans les horizons altéritiques sus-jacents. Les activités de recherches sur ce système hydrogéologique essentiellement bicouche sont encore limitées et les publications scientifiques qui en résultent (Faillat, 1986 ; Le Blond, 1987 ; Soro, 1987) ne permettent pas, pour l'instant, de se faire une idée nette sur le fonctionnement des nappes d'eaux souterraines sur l'ensemble du territoire national.

La présente note apparaît comme une contribution, si modeste soit-elle, à l'amélioration des connaissances à acquérir dans les domaines de l'hydrodynamique et de l'isotopie sur les aquifères discontinus du socle précambrien de Côte d'Ivoire. Elle utilise comme méthode l'étude des variations des isotopes de l'environnement (tritium, oxygène-18, deutérium) dans les eaux souterraines.

### PRESENTATION, GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE DU SECTEUR D'ETUDE

La Mé est un petit fleuve côtier qui draine un bassin versant de 4.140 km<sup>2</sup>, entre les fleuves Comoé à l'est et Agnéby à l'ouest. Elle prend sa source au nord d'Ananguié et se jette dans la lagune Aghien au sud, après un parcours de 120 km à la fois sur le socle et les formations sédimentaires (Figure 1).

Du point de vue géologique, le secteur est formé, au Nord et sur la majeure partie du bassin, par les schistes birrimiens passant localement à des quartzites, arkoses ou grauwackes, intrudés par les granites subalcalins à deux micas de type Ferké (dont l'alcalinité augmente du centre vers les bordures dans les massif d'Adzopé), et à des granodiorites indifférenciées à amphibole et biotite de Yakassé-Attobrou.

Il est caractérisé par l'abondance des minéraux ferromagnésiens caractéristiques des complexes volcano-sédimentaires et notamment des métasédiments, situés à l'est du bassin versant.

Du point de vue tectonique, le substratum du bassin de la Mé est affecté par des couples d'accidents dont les directions s'associent souvent deux à deux :

- N120° à 130° et N130° à N140°
- N90° à N100° et N100° à N110°
- N20° à N30°

Cette dernière direction, bien visible en images satellitaires, correspond à l'orientation générale des grands accidents birrimiens de Côte d'Ivoire.

L'altération différentielle qui affecte plus les formations schisteuses que les roches cristallines, disposées en bandes alternées, canalise le sens général du drainage superficiel des eaux dans la direction N30°.

Sur le plan hydrogéologique, l'écoulement souterrain des eaux se fait du nord vers le sud, avec un gradient hydraulique de l'ordre de 2,5 δ/‰. Cependant, les temps de transfert des eaux dans les aquifères profonds varient suivant les lieux conformément à une continuité moins marquée et saisonnière des nappes (les nappes devenant continues en période de hautes eaux et discontinues à l'étiage), à la présence locale de seuils hydrauliques de faible perméabilité et à l'insuffisance de communications entre aquifères d'altérites et aquifères de fissures liés entre eux par un phénomène de drainance verticale.

Les débits unitaires enregistrés sur forages ( $q = 10 \text{ m}^3/\text{h}$ ), permettent l'établissement d'une bonne corrélation positive entre les débits spécifiques et la transmissivité, dont les valeurs sont partout assez bonnes :

- $2 \cdot 10^{-6}$  à  $7 \cdot 10^{-5}$  m/s (arkoses et schistes)
- $1,4 \cdot 10^{-4}$  à  $3,7 \cdot 10^{-4}$  m/s (schistes quarzites fissurés)
- $2,5 \cdot 10^{-4}$  m/s (séries sédimentaires).

Les valeurs de perméabilité qui en découlent sont probablement moins fortes, comme on a pu le constater par un décalage entre le temps de remontée des niveaux piézométriques des nappes et les grandes saisons des pluies. C'est la preuve que ces eaux éprouvent une difficulté certaine à s'infiltrer et à circuler librement dans les altérites ou à travers le réseau de fractures probablement mal connectées.

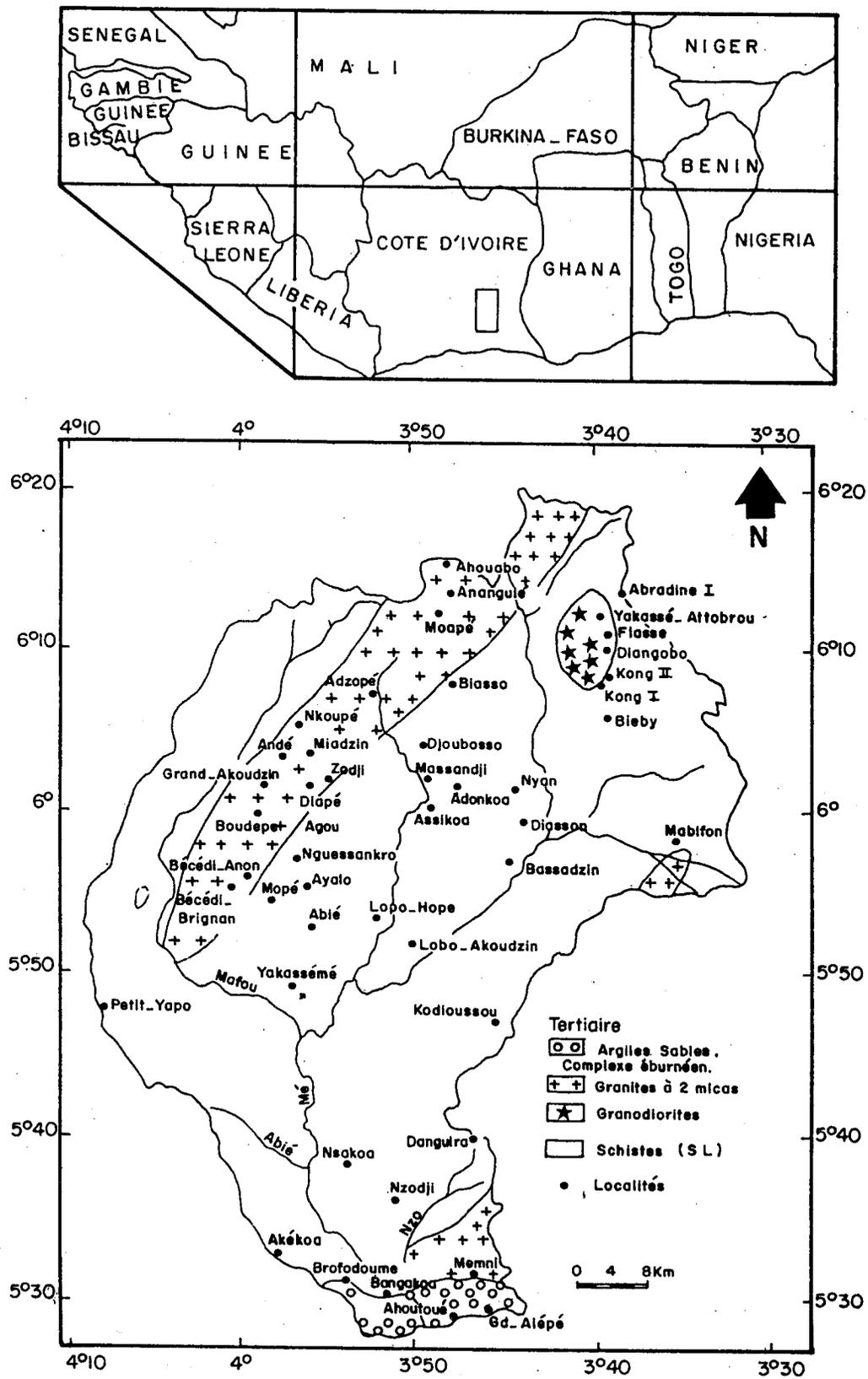
### PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET QUALITE DES EAUX

Cette étude a été réalisée sur 51 forages, profonds de 28,4 à 108 mètres et creusés dans le socle, et 6 puits peu profonds, de 23 à 29,30 mètres, captant les altérites. Les variables analysées concernent : Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, température et pH (à l'exception des nitrates et de la conductivité qui n'ont pu être pris en compte pour des raisons techniques).

#### Température et pH

La température des eaux souterraines varie de 25° à 29° C, avec une moyenne de 27° C, sensiblement égale à celle de l'air ambiant (28° C). Le pH, qui oscille entre 5,15 et 8,30, présente également une valeur moyenne de 7,04, indiquant un caractère essentiellement neutre des eaux souterraines du bassin. Il s'agit là d'eaux à alcalinité d'origine essentiellement bicarbonatée, marquée par une très bonne corrélation positive entre TAC et les ions HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ( $r = 0,904$ ).

Figure 1 : Localisation géographique et géologie du secteur d'étude



**Tableau 1 : Concentration en ions majeur (méq/l) des eaux souterraines du bassin versant de la Mé**

		Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	MT
FORAGES	Max.	2,24	1,24	1,21	0,35	2,9	1,7	0,5	
	Mini.	0,15	0	0,15	0	0,28	0	0	
	Moy.	0,84	0,34	0,65	0,19	1,37	0,53	0,04	4
PUITS	Max.	0,82	0,21	0,93	0,12	1,3	0,63	0,3	
	Mini.	0,22	0,01	0,13	0	0,34	0,08	0	
	Moy.	0,56	0,074	0,42	0,028	0,68	0,33	0,06	2,2

#### Evolution des concentrations ioniques

Sont reportées dans le tableau 1 les valeurs maximales, moyennes et minimales des concentrations en ions des eaux souterraines du secteur d'étude.

La prédominance relative des ions en solution suit l'ordre suivant :

- dans le cas des forages :  
 $Ca^+ > Na^+ > Mg^+ > K^+$   
 $HCO_3^- > Cl^- > SO_4^-$
- dans celui des puits :  
 $Ca^+ > Na^+ > Mg^+ > K^+$   
 $HCO_3^- > Cl^- > SO_4^-$

Ce qui correspond, pour l'ensemble des ions en solution, à :

- $HCO_3^- > Ca^+ > Na^+ > Cl^- > Mg^+ > K^+ > SO_4^-$  (pour les forages) ;
- $HCO_3^- > Ca^+ > Na^+ > Cl^- > Mg^+ > SO_4^- > K^+$  (pour les puits).

Cependant, toutes les solutions sont, dans l'ensemble, faiblement minéralisées même si la valeur moyenne de la minéralisation totale dans les forages (3,96 méq/l) est légèrement plus élevée que celle des puits (2,52 méq/l). Le bicarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) représente à lui seul 92 % de la minéralisation totale et sa teneur la plus forte est de 2,88 méq/l à Fiassé et Abié-II-marché.

#### VARIATIONS DES TENEURS EN ISOTOPES DANS LES EAUX SOUTERRAINES

Trois isotopes de l'environnement (tritium, oxygène-18 et deutérium) ont fait l'objet d'étude dans 10 échantillons d'eau dont 8 ont été prélevés sur le bassin de la Mé et 2 autres dans la région d'Abidjan, située plus au Sud. Ces échantillons d'eau proviennent de forages profonds de 42,56 à 70,14 mètres.

Le dosage des éléments isotopiques a été effectué au Laboratoire du C.R.G, Université Pierre et Marie Curie, à Thonon- les-Bains (France). Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau 2.

#### Variations des teneurs en tritium

En général, les teneurs en tritium, exprimées en unités de tritium (UT), sont faibles (3,7 < UT < 7) dans les eaux souterraines issues du bassin versant de la Mé, en raison :

- de la proximité de la côte océanique,
- de l'âge relativement ancien des eaux non encore perturbées par les effets des pompages car les prélèvements ont eu lieu avant la mise en exploitation des ouvrages.

Dans le tableau 2, les eaux souterraines dont les teneurs en tritium varient de 3,5 à 3,7 UT sont essentiellement anciennes. Celles contenant de 6 à 7 UT sont des mélanges d'eaux anciennes avec une part relativement faible d'eaux récentes.

**Tableau 2 : Résultats d'analyses isotopiques : oxygène 18, deutérium et tritium des eaux souterraines (valeurs oxygène 18 et deutérium actualisées/1987)**

N° DST	LOCALITES	UT	δ‰. <sup>18</sup> O	δ‰. <sup>2</sup> H	PT (m)
14	Bécédi Anon-marché	6	-2,46	-13,9	61,28
55	Yakassém Ecole	3,7	-3,57	-10,9	68,68
30	Diapé AG13 (Sud)	3,7	-3,89	-15,5	57,67
10	Ananguié Ecole	3,7	-4,14	-16,1	42,56
12	Assikoi AP 23	3,7	-2,87	-14,8	71,37
33	Diasson Ecole	3,7	-2,72	-13,9	70,14
35	Kong I Dioulakro	6	-2,87	-14,9	
28	Danguira II marché	7	-3,37	-14,8	47,04
20	Brofodoumé	7	-3,17	-14,9	69,85
21	Attiekoi	3,5	-3,84	-13,7	

UT : unité de tritium, δ‰. <sup>18</sup>O

### Variations des teneurs en oxygène-18 et en deutérium

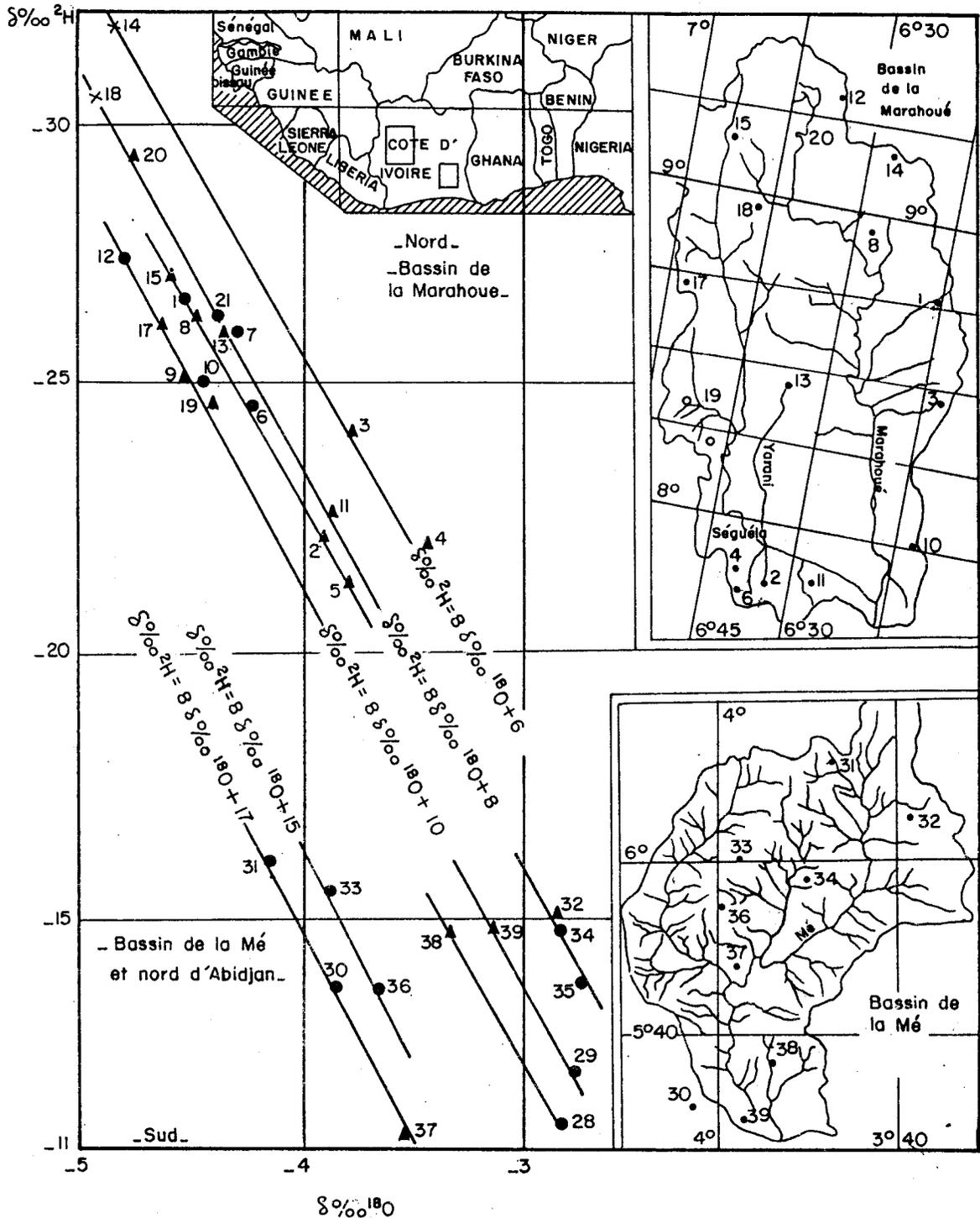
L'oxygène-18 et le deutérium sont des isotopes stables de la molécule d'eau utilisés comme traceurs en hydrogéologie. Dans les eaux souterraines, leurs concentrations sont exprimées en delta pour mille (‰). Un delta pour mille est la valeur de l'écart relatif entre la composition en oxygène-18 ou en deutérium d'un échantillon d'eau considéré et celle d'un standard international de référence qui est ici l'eau de mer (SMOW : standard mean ocean water).

$$\delta\text{‰} = \frac{R_{\text{échantillon}} - R_{\text{standard}}}{R_{\text{standard}}} \times 1000$$

avec R : rapport isotopique =  $\frac{\text{teneur en isotope lourd}}{\text{teneur en isotope léger}}$

Dans le diagramme de la figure 2, nous avons porté les  $\delta\text{‰}^{18}\text{O}$  en fonction de ceux du deutérium. Les points représentatifs des échantillons s'ordonnent sur des droi-

Figure 2 : Diagramme des relations entre l'oxygène-18 et le deutérium dans les eaux souterraines de la Mé.



tes de régression de pente égale ou très peu inférieure à 8 et d'ordonnées à l'origine comprises entre +4 et +17, traduisant une grande variabilité de l'excès en deutérium entre l'est et l'ouest du bassin.

Dans ce diagramme, les droites de régression ( $^{18}\text{O}-\text{H}$ ) admettent respectivement pour équations :

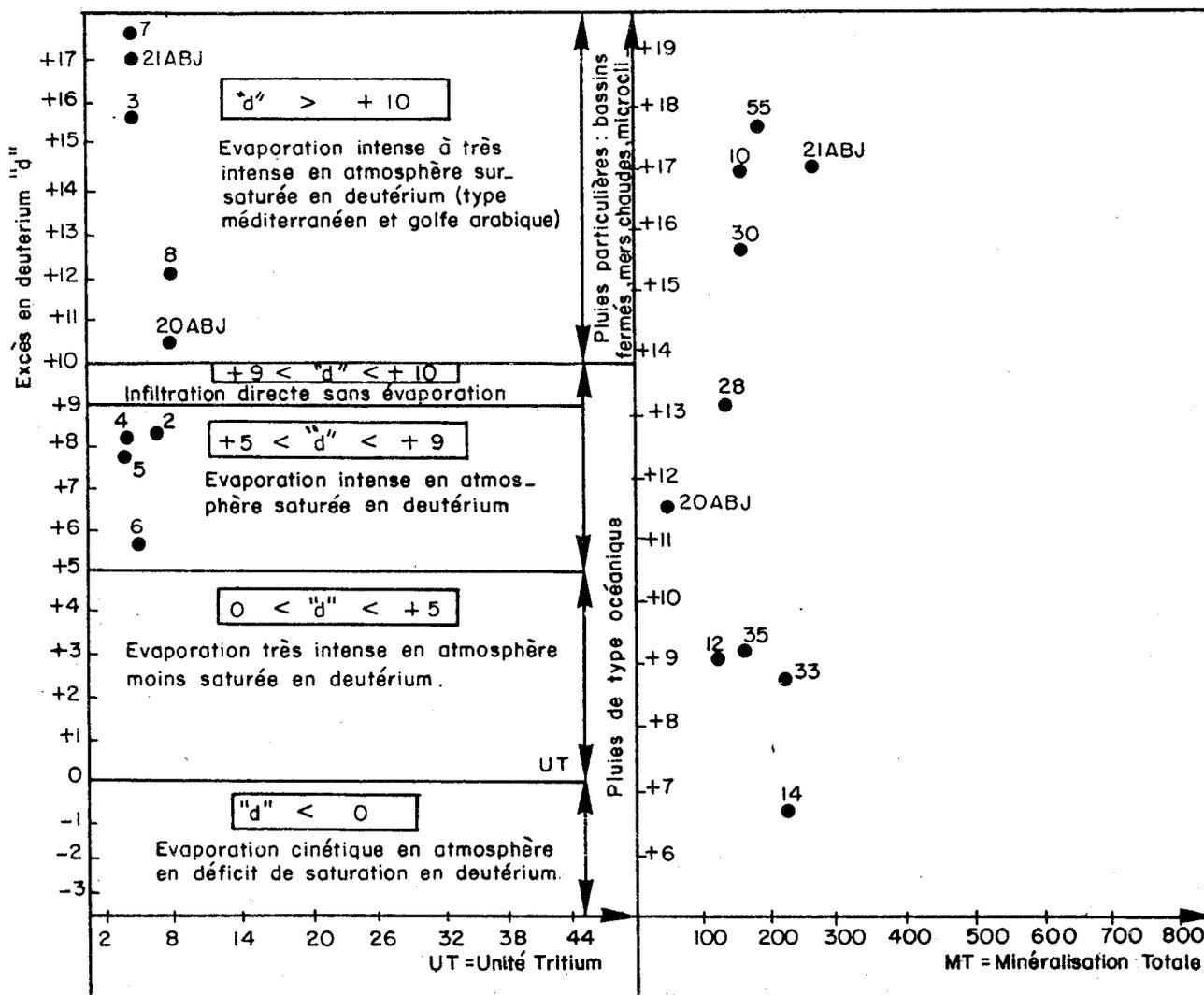
- $H = 7,4 \delta^{\circ}/\text{.} \text{ } ^{18}\text{O} + 4$
- $H = 8 \delta^{\circ}/\text{.} \text{ } ^{18}\text{O} + 6$
- $H = 7,75 \delta^{\circ}/\text{.} \text{ } ^{18}\text{O} + 10$
- $H = 8 \delta^{\circ}/\text{.} \text{ } ^{18}\text{O} + 17$

Ces droites sont disposées de façon ordonnée. Ainsi, on passe progressivement, de l'est à l'ouest du bassin, des eaux à faible excès en deutérium à celles qui sont sursaturées en cet isotope stable. Or, ce sens correspondrait à celui de l'évolution de l'intensité de l'évaporation subie par les masses d'eau ou d'air au moment de la condensation.

Des travaux antérieurs (Biémi J., 1992) ont montré que, pour un bassin donné, l'absence de droite d'évaporation (pente très inférieure à 8 et ordonnée à l'origine pouvant être négative) et l'existence de droite de régression (pente voisine de 8) témoignent d'un fractionnement isotopique. Dans le bassin de la Mé, ce fractionnement, sans affecter la pente des droites de régression ( $^{18}\text{O}-\text{H}$ ), ne provoque plus qu'une simple réduction de l'excès en deutérium du fait des conditions bioclimatiques de la région et de la température souvent élevée de l'atmosphère lors des épisodes pluvieux.

Les relations entre les excès en deutérium «d» («d» fourni par la relation  $\delta^{\circ}/\text{.} \text{ } ^2\text{H} = 8 \delta^{\circ}/\text{.} \text{ } ^{18}\text{O}$ ) et les teneurs en tritium montrent que ces eaux souterraines sont à peu près de même âge, malgré leurs conditions différentes d'infiltration d'un point à l'autre (Figure 3).

Figure 3 : Diagramme des relations entre excès en deutérium, teneurs en tritium et minéralisation totale.



Le forage de Bécédi-Anon (n° 14) dont le «d» est +5,78 pour des valeurs de  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^2\text{H}$  respectivement de -2,46 et -13,9, porte les traces d'une évaporation en atmosphère à fort déficit de saturation en deutérium (Figure 4).

Le groupe des forages de Diasson, Assikoi, Kong I (n° 33, 12 et 35) présente les caractéristiques suivantes :

$$\begin{aligned} \langle d \rangle &= +7,26 ; +8,26 \text{ et } 8,16 ; \\ \delta^{18}\text{O} &= -2,87 ; -2,85 ; \text{ et } -2,72 ; \\ \delta^2\text{H} &= -14,7 ; -14,8 \text{ et } -13,9 \end{aligned}$$

Cela témoigne d'une évaporation moins intense dans une atmosphère proche de la saturation en deutérium. Le forage de Brofodoumé (n° 20), avec +10,46 pour «d» ; -3,17 pour  $\delta^{18}\text{O}$  et -14,9 pour  $\delta^2\text{H}$ , correspond à un cas d'infiltration directe des eaux dans le sol, sans aucune trace d'évaporation dans cette région côtière.

Enfin, les quatre derniers forages les plus éloignés de l'origine des axes, Danguira II, Diopé AG13, Attiékoï et Yakassémé (n° 28, 30, 21 et 55) ont donné les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned} \langle d \rangle &= +12,16 ; +15,62 ; +17,02 \text{ et } 17,06 \\ \delta^{18}\text{O} &= -3,37 ; -3,89 ; -3,84 \text{ et } -3,57 \\ \delta^2\text{H} &= -14,8 ; -15,5 ; -13,7 \text{ et } -10,9 \end{aligned}$$

Ces valeurs traduisent des phénomènes de condensation en atmosphère surchauffée et donc sursaturée en deutérium. Il s'agit là, d'exemples de précipitations provenant de mers chaudes.

La répartition géographique des excès en deutérium sur le bassin montre que les perturbations qui engendrent les pluies suivent sensiblement trois directions (Figure 4) :

- une direction SE-NW, au sud, marquée par  $+10 < d < +17,06$  ;
- une direction SW-NE, au nord, correspondant à une sorte de rotation éventuelle de la première, le long de laquelle  $+15,50 < d < +17$  ;

- une direction E-W, au centre qui s'intercale entre les précédentes et qui se caractérise par des valeurs de «d» assez faibles ( $+5,78 < d < +8,26$ ) typique d'un courant d'air plus déficitaire en deutérium que les autres.

On en déduit qu'il règne sur la Mé, et donc sur le littoral ivoirien, un courant marqué par la circulation des masses d'air chaud et d'air froid et que le Golfe de Guinée se comporte comme un bassin fermé ou une mer chaude, à l'instar de la Méditerranée et du Golfe Arabo-persique.

L'étude des relations entre les excès en deutérium et la minéralisation totale n'indique aucune liaison notable entre les deux variables. La minéralisation demeure pratiquement constante quelles que soient les valeurs de «d». Cela signifie que le phénomène d'évaporation observé plus haut n'entraîne aucune surconcentration conséquente en substances dissoutes comme on aurait dû s'y attendre. Par conséquent, la mise en solution des ions sur le bassin de la Mé dépend moins du phénomène d'évaporation subi par les eaux que de la dissolution des roches.

## CONCLUSION

L'étude chimique et isotopique des eaux souterraines du bassin de la Mé montre bien que, du fait de leur différence de charge hydraulique, les deux types d'aquifères en présence, superficiel et profond, sont en parfaite communication et fournissent ensemble des eaux faiblement minéralisées à cause de l'intensité négligeable du phénomène de l'évaporation dans le bassin.

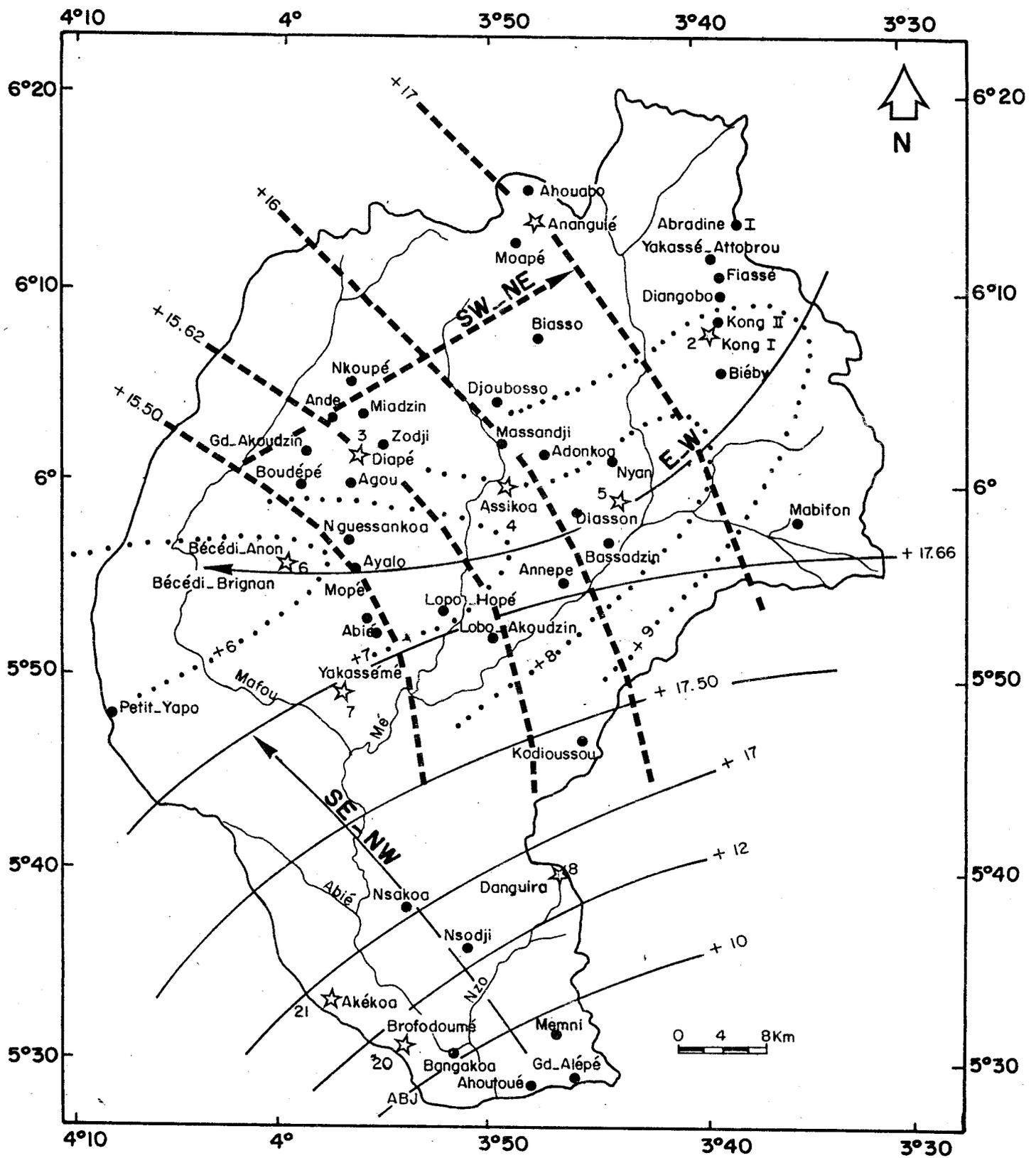
Quoique les ouvrages de captage aient été réalisés dans des systèmes ouverts à l'atmosphère, seule une proportion négligeable des eaux de précipitation contribue à l'apport de l'infiltration efficace et à la recharge des aquifères. Ceci explique la présence d'eaux anciennes et une part relativement faible d'eaux récentes dans les ouvrages.

## BIBLIOGRAPHIE

- ARANYOSY, J.F ; GUERRE, A. ; SIDORO, M. (1989)  
Etude par les isotopes de l'environnement des dépressions piézométriques. Premières données sur des exemples du Mali. BRGM, HYDROGEO, n° 3, pp. 151-158, 1989.
- BAUDET, C.J. R et LEVEQUE, P.-C. (1985)  
Teneurs en tritium d'échantillons d'eau recueillis en zone intertropicale. An. Univ. Nat. de C.I., série C (Sciences), tome XXI-A, 1985.

- BIEMI, J. (1992)  
Contribution à l'étude géologique, hydrogéologique et par télédétection des bassins versants subsahéliens du socle précambrien d'Afrique de l'Ouest : hydrostructurale, hydrodynamique, hydrochimie et isotopie des aquifères discontinus de sillons et aires granitiques de la Haute Marahoué (Côte d'Ivoire) thèse Dr d'Etat, Univ. Nat. de C.I., Mars 1992.

Figure 4 : Diagramme des variations géographiques des excès en deutérium dans le bassin versant de la Mé.



BLAVOUX, B. ; SAIGHI, O ; SARROT-R, J. et SAVADOGO, A.N. (1983)

Apport des analyses isotopiques à la connaissance du comportement hydrogéologique des roches fissurées. IAEA-SM-270/59, Vienne, 12-16 décembre 1983.

FAILLAT, J.P. (1986)

Aquifères fissurés en zone tropicale humide : structure, hydrodynamique et hydrochimie (Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat d'Etat, Lab. Hydro, USTI, Montpellier

JOURDA, J.P. ; DRAY, M. ; SARROT-R, J. ; SAVADOGO, A.N. et ZUPPI, G.M. (1987)

L'alimentation des aquifères fissurés d'Afrique de l'Ouest Soudano-Sahélienne (Côte d'Ivoire, Mali, Burkina-Faso, Niger). Proceedings Symposium Isotopes techniques in water resources development I.A.E.A., P.743-745., 1987.

LEBLOND, P. (1984)

Contribution aux études hydrogéologiques en Côte d'Ivoire : Région de Yamoussoukro, station expérimentale de l'E.N.S.T.P. Thèse de Dr de 3<sup>ème</sup> cycle, Université de Bordeaux 1.

SARROT REYNAULT, J. ; BIEMI, J. ; JOURDA, J.P. ; SORO, N. et TRAORE A.Z., (1991).

Temps de séjour des eaux souterraines dans le socle fissuré de l'Afrique de l'Ouest. I.A.E.A., Vienne, SM-319, 11-15 Mars 1991.

SARROT-REYNAULD, J. ; BIEMI, J. ; JOURDA, J. et SORO, N. (1990).

Temps de séjour et origine des eaux souterraines du socle cristallin de Côte d'Ivoire. Journal of Africa. Earth Sciences, (1991).

SORO, N. (1987)

Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique du Sud-Est de Côte d'Ivoire. Bassin Versant de la Mé. Thèse de Doctorat de 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Grenoble I, 1987 (France).

# DU CLASSIQUE A L'ALTERNATIF, NOUVELLE APPROCHE DE L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL EN ZONE URBAINE DANS UNE GRANDE VILLE AFRICAINE

---

## L'assainissement pluvial du quartier de Colma à Bobo Dioulasso

par  
Bernard CHUZEVILLE (1)  
et  
Gérard EGROT. (2)

---

### Résumé

La croissance très rapide de la ville de Bobo Dioulasso au cours des vingt dernières années a eu pour conséquence la construction de nouveaux quartiers de manière parfois irréfléchie. Les conséquences de cette urbanisation trop rapide se sont vite révélées catastrophiques dans le domaine de l'assainissement pluvial. Cet article montre l'évolution de la réflexion au niveau de la conception des équipements dans le sens d'une meilleure maîtrise des phénomènes de ruissellement. La solution choisie comporte l'aménagement de 7 bassins d'orage reliés les uns aux autres par un réseau minimum de caniveaux de faibles dimensions.

MOTS CLES : Assainissement pluvial, Bobo Dioulasso, Burkina Faso.

### Abstract

The extremely rapid growth of the city of Bobo Dioulasso during the last twenty years led to the construction of new districts in a somewhat rustic way. Consequences of this hasty urbanisation became very quickly disastrous in the field of rainwater sanitation.

This paper shows how the initial design of equipments shifted from a classical concept to a better control of urban runoff. The final solution is a series of 7 ponds linked with each other through a minimal network of small dimension open sewers.

KEY WORDS : rainwater sanitation, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

---

### RAPPEL HISTORIQUE

La ville de Bobo Dioulasso, seconde ville du Burkina Faso par l'importance de sa population, est une des plus anciennes du pays. Elle s'est développée progressivement autour d'un noyau historique constitué par plusieurs villages dont il ne reste, dans sa forme traditionnelle, que le quartier de Kibidoué.

Durant la période coloniale la ville a pris rapidement de l'importance, notamment avec l'arrivée du chemin de fer qui relie le pays au port d'Abidjan. Vers 1960 l'extension

nord de la ville était limitée à la voie de chemin de fer, dont la plate forme en remblai constituait une sorte de barrière assez difficile à franchir. A cette époque également existaient quatre pistes importantes permettant de relier Bobo Dioulasso à Abidjan, à Ouagadougou et à Bamako via Ségou ou Sikasso (Fig. 1).

Au début des années 70 la croissance urbaine commençait à prendre une allure accélérée avec la création de nouveaux quartiers d'habitations tout autour du centre

---

(1) Expert hydraulicien au CIEH

(2) Architecte-urbaniste, chef du projet «Appui aux collectivités locales»

Figure 1 : Bobo Dioulasso et son environnement

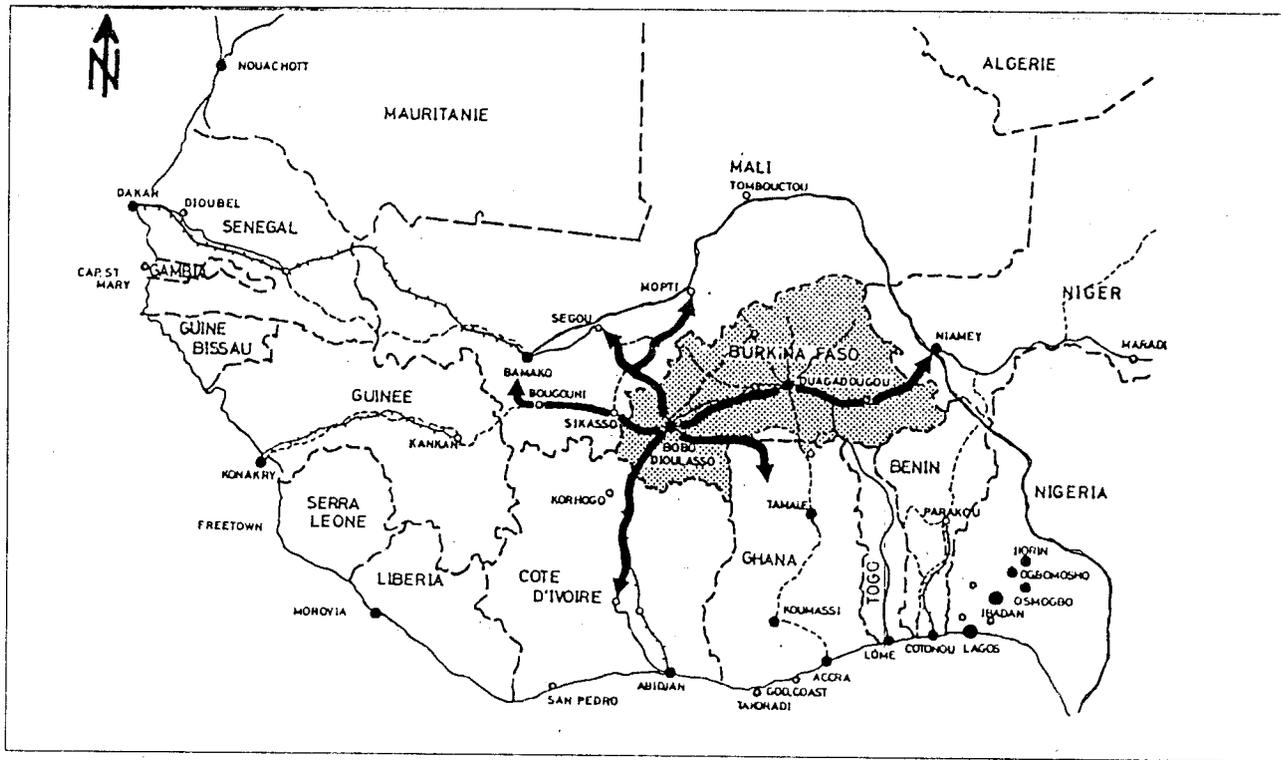
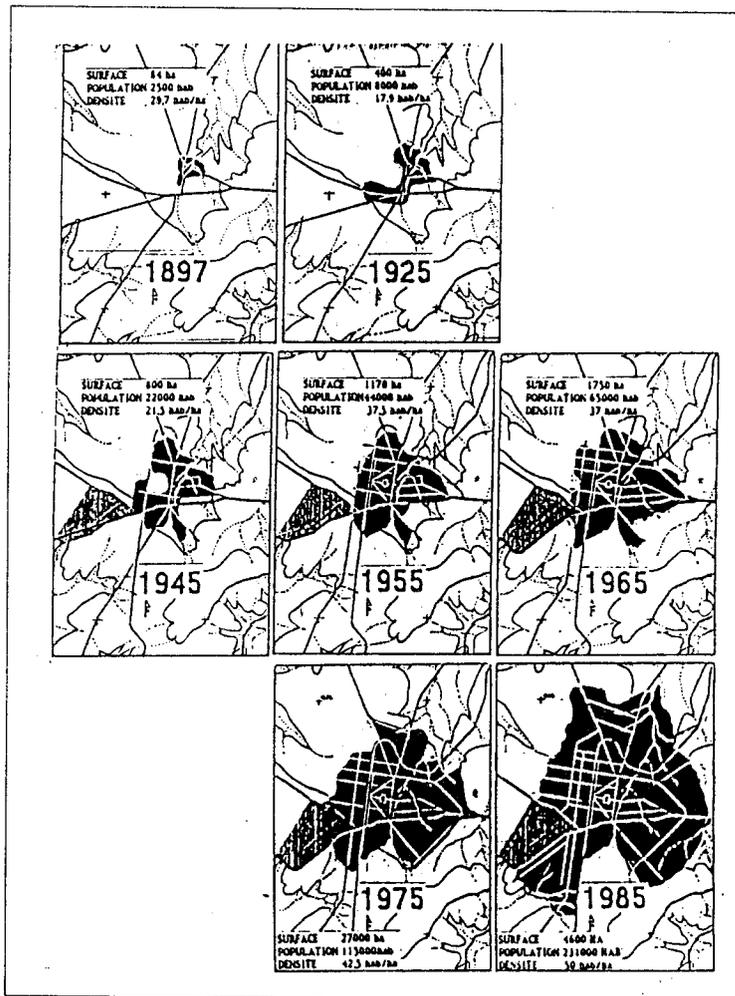


Figure 2 : Evolution spatiale de Bobo Dioulasso



administratif et commercial (Fig. 2). Au nord de la ville un lotissement nouveau fut implanté en 1976, le quartier de Colma. Les limites du quartier furent pratiquement calées sur les équipements d'infrastructure existants, c'est-à-dire :

- au sud la voie ferrée,
- à l'est la piste vers Faramana-Ségou, actuellement RN9,
- à l'ouest la piste vers Dédougou, actuellement RF12.

Un schéma d'urbanisation très simple avec une trame rectangulaire à angles droits fut adopté en se basant sur le tracé de la piste de Dédougou. L'occupation du quartier ne se fit que très progressivement du sud vers le nord bien que l'attribution des parcelles ait été effective dès la mise en oeuvre (Fig. 3).

La piste de Bobo à Ségou fut transformée en route revêtue en 1970 mais les ouvrages de drainage ne furent pas modifiés à cette occasion. Il s'agissait d'ouvrages classiques, buses en béton ou dalots rectangulaires en béton armé, suivant la technique routière traditionnelle en brousse.

La piste de Bobo à Dédougou restait telle quelle, avec ses fossés latéraux et un petit ouvrage de franchissement de marigot naturel à proximité du village de Sakaby.

A l'origine il n'avait pas été envisagé de construire des ouvrages de drainage à l'intérieur du quartier de Colma, mais la construction des rues obligea rapidement à implanter quelques caniveaux pour évacuer l'eau de ruissellement provenant des ouvrages routiers ou ferroviaires. Ce qui explique la structure très simple du réseau de drainage primaire constitué de 3 collecteurs dont un seul maçonné traversant le quartier de l'ouest vers l'est.

Au fil des années un réseau secondaire de drainage s'est formé de façon spontanée, en suivant les tracés des rues et la pente naturelle du terrain. Aucun aménagement complémentaire n'a pu être réalisé, les moyens financiers et techniques disponibles ne permettant pas les interventions souhaitables.

#### **GENESE ET EVOLUTION D'UNE CATASTROPHE**

La situation a commencé à se détériorer quelques années plus tard, à partir de 1982, lorsque fut construit un nouveau quartier dénommé «TRAME D'ACCUEIL» à l'ouest du quartier de Colma sur financement de la Banque Mondiale (Fig. 4).

Le terme «Trame d'accueil» a une connotation socio-économique un peu péjorative qui désigne un lotissement pourvu d'équipements publics très sommaires. En réalité ces équipements ne sont pas très différents de ce qui existait dans le quartier de Colma. Quelques caniveaux en terre furent creusés dans la zone la plus en aval du lo-

tissement pour former un réseau convergent, dont l'exutoire était situé au niveau de la route Bobo-Ségou. Quelques voies en terre furent construites, ainsi que quatre bornes fontaines. Ce type d'équipement est bien sûr bon marché, ne fonctionne pas trop mal, de sorte que les habitants du quartier n'ont pas à s'en plaindre, mais du point de vue hydrologie urbaine il représente une véritable aberration, puisqu'il ignore l'aval. Les habitants de Colma ont très vite ressenti les conséquences néfastes de cet aménagement. L'urbanisation de la Trame d'accueil, en phase initiale puis en phase d'extension, a provoqué une augmentation considérable des débits de ruissellement devant transiter à travers les ouvrages de la route Bobo-Ségou, puis à travers tout le quartier de Colma. Au fur et à mesure que la trame d'accueil s'est densifiée, l'urbanisation a provoqué une imperméabilisation de plus en plus importante des sols autrefois très perméables (le réseau hydrographique naturel est inexistant dans cette zone) et, par conséquence directe, a provoqué des inondations en aval. Le phénomène ne peut d'ailleurs que s'amplifier si rien ne vient le contrôler, puisque la limite nord de la trame d'accueil recule régulièrement de plus en plus loin, aucun obstacle naturel ne pouvant l'arrêter.

#### **DIAGNOSTIC ET CONCEPTION INITIALE DU DRAINAGE DU QUARTIER DE COLMA : LE TRAITEMENT DE CHOC**

Pour remédier à une situation devenue catastrophique, le concepteur du système de drainage a procédé de façon très classique au diagnostic des nuisances, puis il en a recherché les causes, et enfin il a proposé des solutions.

##### *- Le diagnostic*

- . il se produit des inondations à Colma, en particulier à proximité de la route RN9
- . il se produit des érosions à Colma, en particulier le long de certaines rues vers le nord
- . l'ouvrage sur la RF 12 est au bord de l'effondrement total et irrémédiable

##### *- Les causes*

- . l'excédent de ruissellement en provenance de la Trame d'accueil .
- . le mauvais état des ouvrages de franchissement de la RN9, dont certains sont totalement bouchés.
- . la dimension insuffisante des collecteurs dans le quartier de Colma

##### *- Les solutions*

- . agrandir les ouvrages de franchissement de la RN9
- . à l'occasion repositionner l'ouvrage pour l'aligner sur un collecteur à l'aval.
- . construire des caniveaux largement dimensionnés de chaque côté de la RN9
- . construire ou reconstruire des collecteurs de grandes dimensions à travers le quartier de Colma.

Figure 3 : Localisation des quartiers concernés par le projet

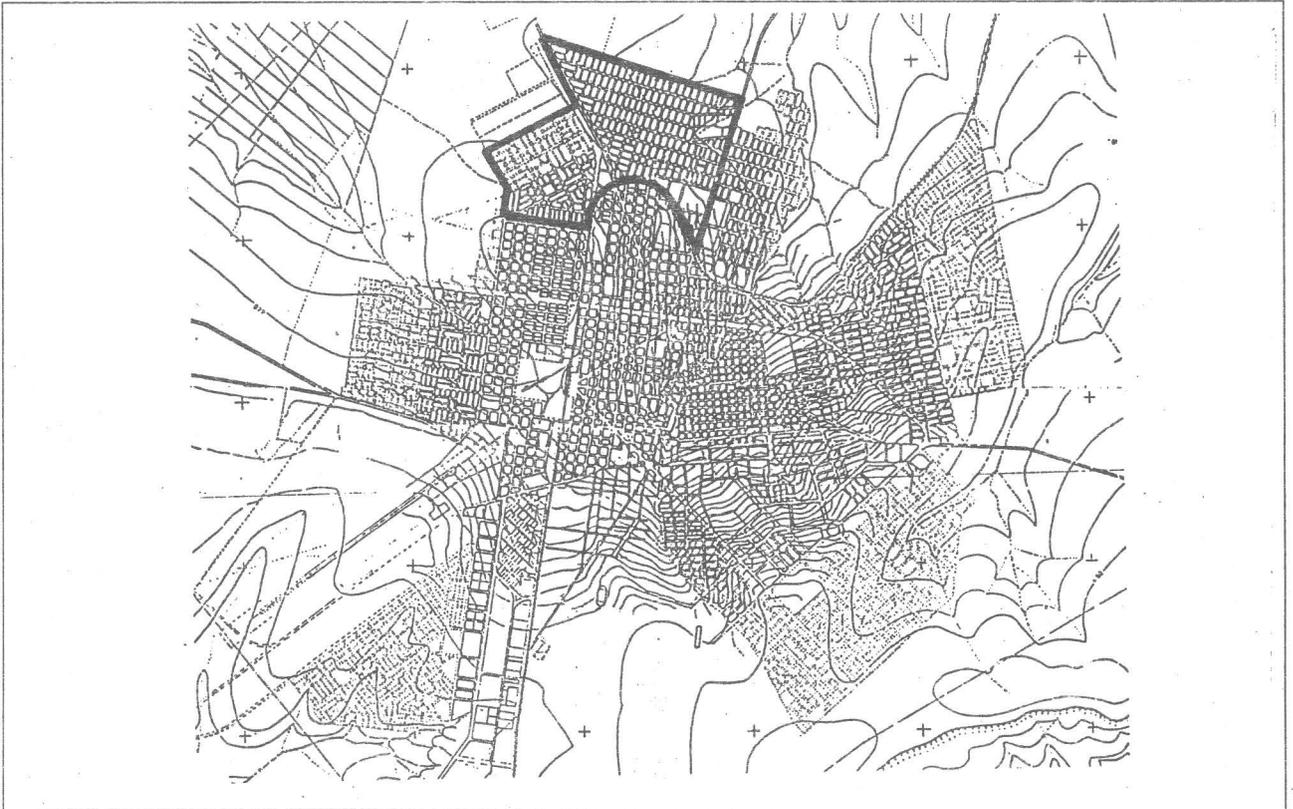
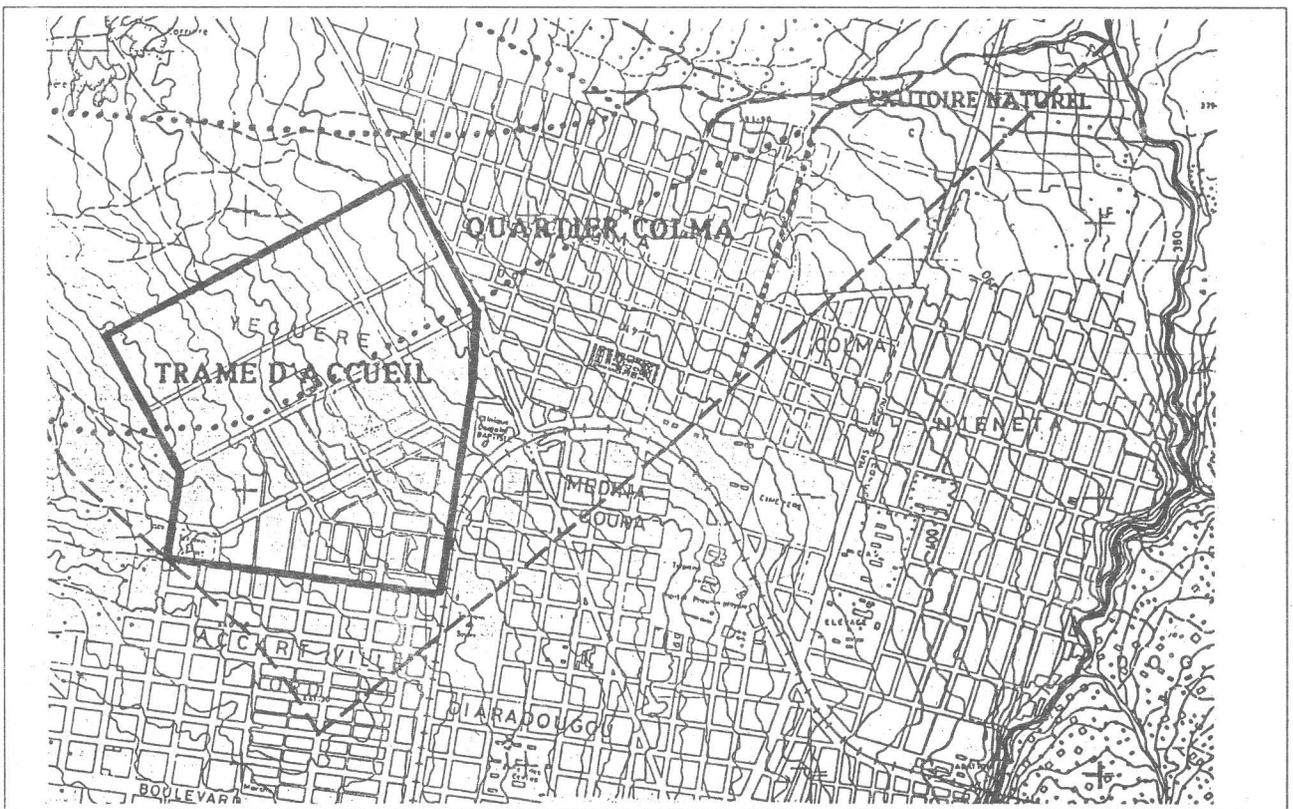


Figure 4 : Genèse d'une catastrophe



La figure 5 présente cette conception initiale du projet de drainage du quartier de Colma.

### MISE EN OEUVRE DES SOLUTIONS, ETUDE TECHNIQUE ET ECONOMIQUE

Dans l'optique d'une modification radicale de l'écoulement des eaux pluviales à travers les quartiers urbanisés, les solutions correctives envisagées ont été décomposées en cinq types d'aménagements :

- *Les équipements de parcelles et petits réseaux tertiaires*, très mal définis et présentant peu d'intérêt économique, ont été évalués au forfait à raison de 500.000 CFA l'hectare.
- *Les collecteurs primaires* dimensionnés pour les pluies bisannuelles et pour les pluies quinquennales
- *Les ouvrages de franchissement*, petits ponts absolument indispensables car il est difficile de franchir un canal de 2 m de profondeur et de 3 m de largeur
- *Les exutoires* pour lesquels une enveloppe globale de 5 M.FCFA par exutoire a été fixée, compte tenu du fait qu'il sont très mal connus

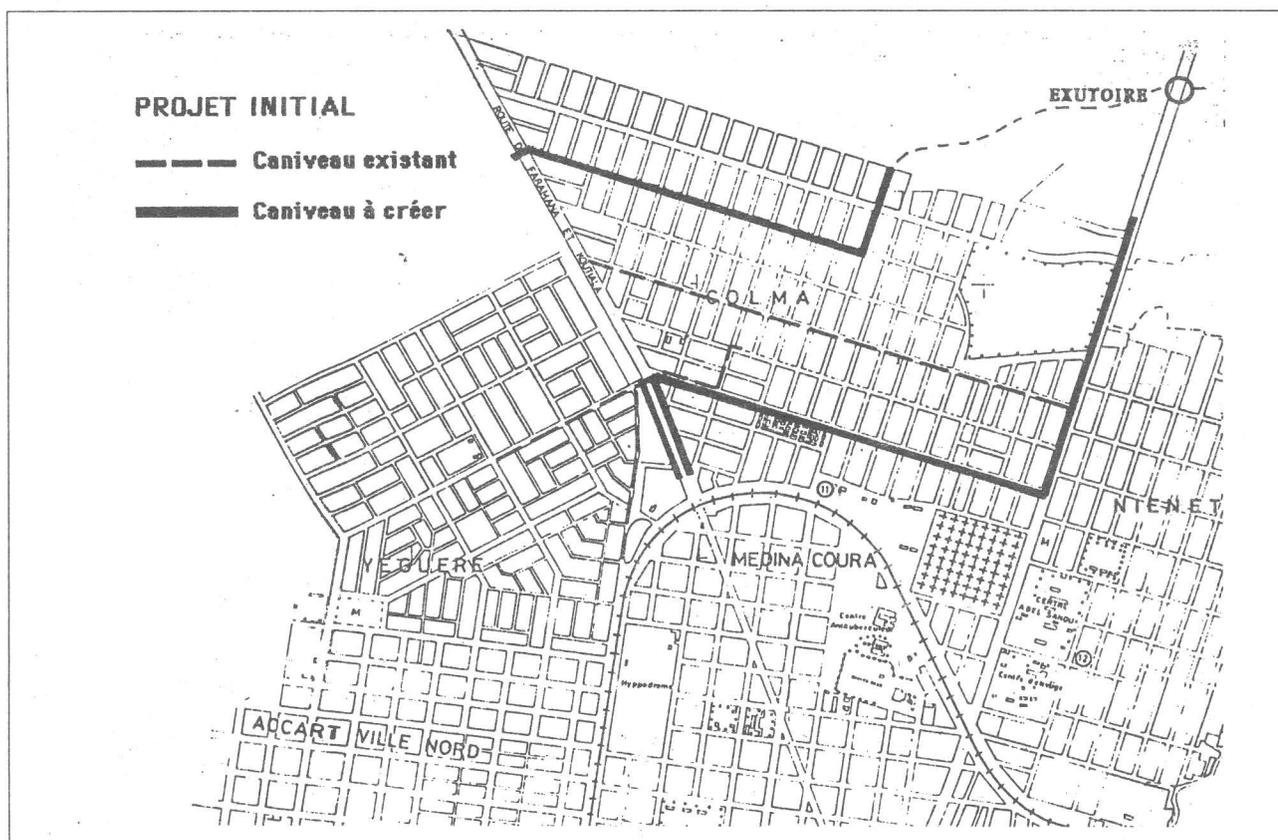
Enfin des aménagements de talus et des plantations à faire le long du marigot principal. Bien que situés un peu en dehors du quartier, une enveloppe de 30.000 FCFA/ml a été estimée pour leur réalisation.

Ensuite le quartier de Colma et ses environs ont été découpés en différentes zones censées représenter des bassins versants ou sous-bassins versants. Pour chacun de ces bassins ont été calculées ou déterminées certaines caractéristiques, telles que la surface, la pente moyenne, le coefficient de ruissellement en 1995, en 2000, en 2010. Puis les débits ont été calculés à l'exutoire et la section utile des collecteurs en a été déduite. Ce travail a été synthétisé par des plans permettant de visualiser rapidement l'importance des travaux à entreprendre.

Enfin le coût de l'ensemble de ces opérations a été évalué et présenté sous forme de tableaux très détaillés, en fonction d'un échancier de réalisation portant sur les vingt prochaines années.

Le grave problème des inondations de Colma venait d'être définitivement résolu, du moins sur le papier. Malheureusement cette conception basée sur la technique classique de l'évacuation aussi rapide que possible des eaux pluviales en dehors des zones habitées s'est vite heurtée à des contraintes insurmontables.

Figure 5 : Conception initiale du projet de drainage: réseau primaire actuel et projeté



## CONSEQUENCES DE LA CONCEPTION INITIALE ET CONTRAINTES A PRENDRE EN COMPTE

Le premier choc que ce projet a provoqué a été ressenti sur le plan financier. Le coût global, 2.600 Millions FCFA, dépassait largement les prévisions les plus pessimistes.

Le deuxième choc fut à la fois émotionnel et très pragmatique. Comment imaginer en effet un quartier traversé par d'énormes caniveaux à ciel ouvert de plusieurs mètres de profondeur. La circulation y serait rendue extrêmement difficile et l'accès aux concessions presque impossible si on ne construisait pas devant chaque entrée un petit pont ou une passerelle suffisamment solide. Mais les coûts en seraient encore alourdis, aggravant ainsi une contrainte financière déjà insupportable.

Enfin le simple bon sens permet de comprendre que construire d'énormes ouvrages pour une utilisation très réduite - la saison des pluies ne dure que cinq mois par an tout au plus - n'est pas logique. Et comme pendant cette saison le nombre effectif de jours où les caniveaux risquent d'être bien remplis est très faible, l'utilité réelle des ouvrages de drainage ainsi conçus est proche de zéro. Cette analyse, à laquelle on pourrait ajouter l'effet néfaste sur la santé publique des nuisances créées par le manque d'entretien des caniveaux transformés en dépôts d'ordures et/ou réceptacles des eaux usées incontrôlées, suffit à se rendre compte que le remède risquait d'être pire que le mal.

## EBAUCHE D'UNE NOUVELLE CONCEPTION : REFLEXION SUR LES TECHNOLOGIES ALTERNATIVES

On commence à se préoccuper des technologies alternatives en assainissement pluvial; en Europe et dans les pays développés très fortement, en Afrique un peu. Mais pour l'instant les réalisations dans ce domaine en Afrique subsaharienne sont encore rarissimes. Alors on a pensé que ce projet serait une excellente occasion de passer à l'action concrète.

L'objectif et le principe de fonctionnement de ces techniques sont maintenant bien connus. Il s'agit, grâce à toutes sortes de dispositifs appropriés, de contrôler puis maîtriser et, si possible, réduire autant que faire se peut le ruissellement en zone urbaine. Les principaux outils permettant d'y parvenir s'appellent stockage, infiltration et évaporation. On peut se fixer comme objectif, c'est-à-dire comme limite ultime qu'il n'est pas réaliste de vouloir dépasser, d'obtenir globalement un ruissellement identique à celui qui existait avant l'urbanisation. Bien sûr l'état antérieur est souvent mal connu sinon totalement inconnu lorsqu'aucune observation hydrologique n'a été faite. Mais on peut, par analogie avec des zones

voisines ayant les mêmes caractéristiques topographiques et morphogéologiques, estimer des ordres de grandeur valables.

L'orientation générale étant claire, il faut ensuite étudier les caractéristiques réelles de la zone à équiper pour pouvoir choisir des technologies adaptées. L'objectif à ce niveau peut être ambitieux mais modulable : équiper de dispositifs de stockage et infiltration les terrains privés et/ou les terrains publics, aussi bien à petite échelle qu'à moyenne ou grande échelle. Les ouvrages à construire peuvent intéresser :

- . la parcelle ou la concession uniquement
- . un groupe de parcelles, un îlot ou un quartier homogène
- . ou bien tout un sous-bassin versant bien identifié.

Ces ouvrages, quelle que soit leur taille, qu'il s'agisse de bassins ou de tranchées (Fig. 6), représentent une composante significative de l'aménagement de l'espace urbain. Il est donc plus facile de les imaginer dans les zones encore non bâties que dans les zones bâties et, a fortiori, dans les zones densément imperméabilisées. Heureusement dans le quartier amont de Yegueré (Trame d'accueil) il reste encore beaucoup de place disponible, aussi bien à l'intérieur des parcelles que sur les espaces publics.

## TECHNIQUES ENVISAGEES : LES BASSINS D'ORAGE

Sur toute la zone actuellement occupée, c'est-à-dire Colma et Trame d'accueil, on est convenu qu'il serait difficile à court et moyen terme d'envisager une vulgarisation à grande échelle des ouvrages sur les parcelles privées. Sans contrainte externe très forte, il est peu probable que les habitants modifient spontanément leur habitat pour y intégrer des ouvrages de contrôle des eaux pluviales sans les avoir vu fonctionner en vraie grandeur. Ce qui implique la construction d'ouvrages-types, la réalisation d'opérations-pilotes, le suivi des ouvrages pendant plusieurs années et peut être la conception de lotissements totalement nouveaux. Or de telles opérations demandent beaucoup de temps et peuvent même s'étaler sur plusieurs années.

Pour le court terme, une autre solution consistait à aménager des rues et des espaces publics assez vastes, ayant ou non une affectation spécifique. En ce qui concerne les rues, il y en a relativement peu qui puissent permettre la construction d'ouvrages efficaces, c'est-à-dire d'un volume important, mais avec un minimum de terrassements pour conserver à la rue sa fonction de voie de passage (ce qui peut être fait dans des quartiers nouveaux si cela est prévu dès la conception). Donc l'utilisation des rues actuelles a été provisoirement différée pour une étape ultérieure, si cela s'avère utile. Il restait donc à faire le recensement systématique de tous les autres espaces

Figure 6 : Ouvrages-types de stockage et d'absorption

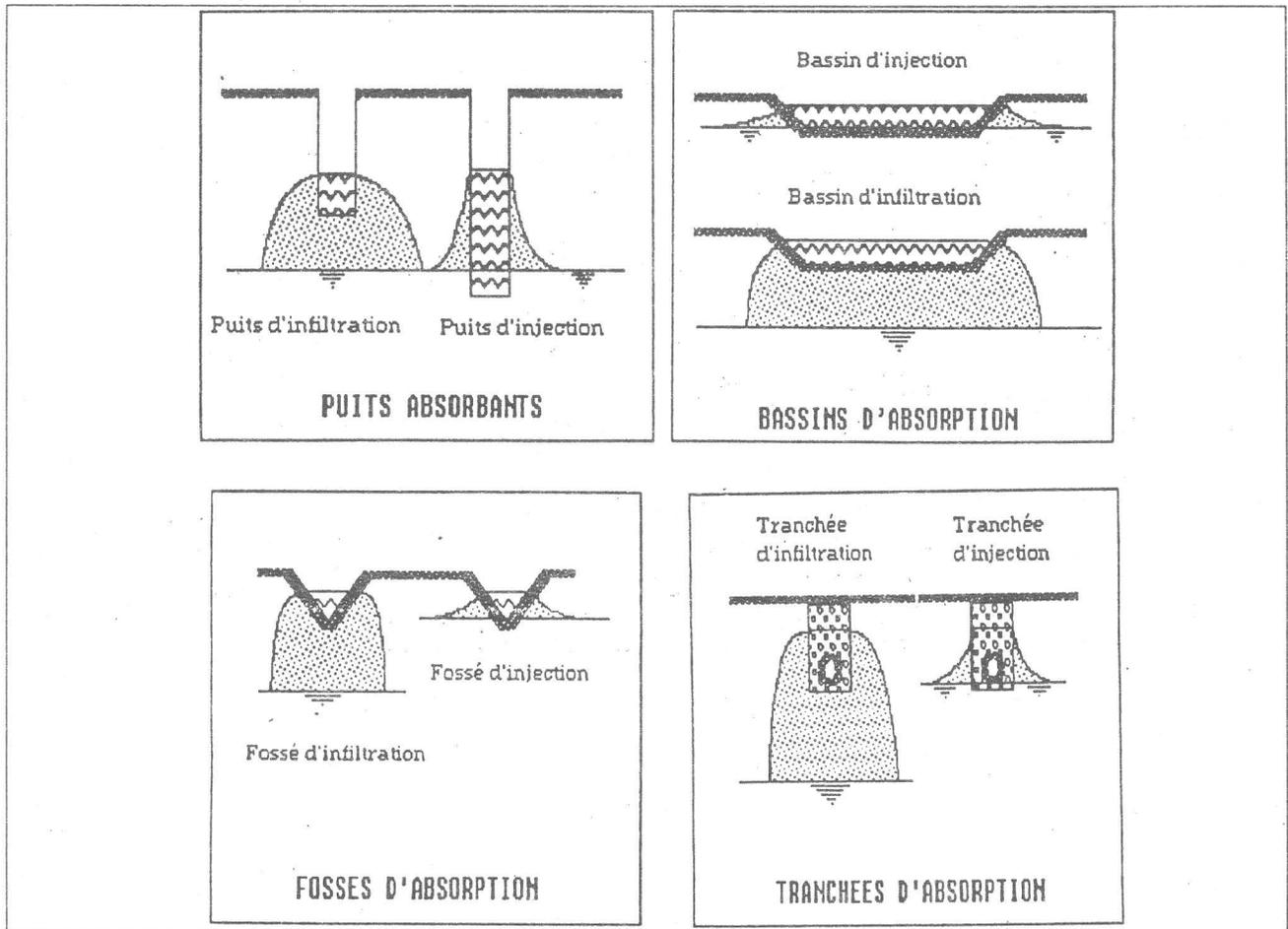
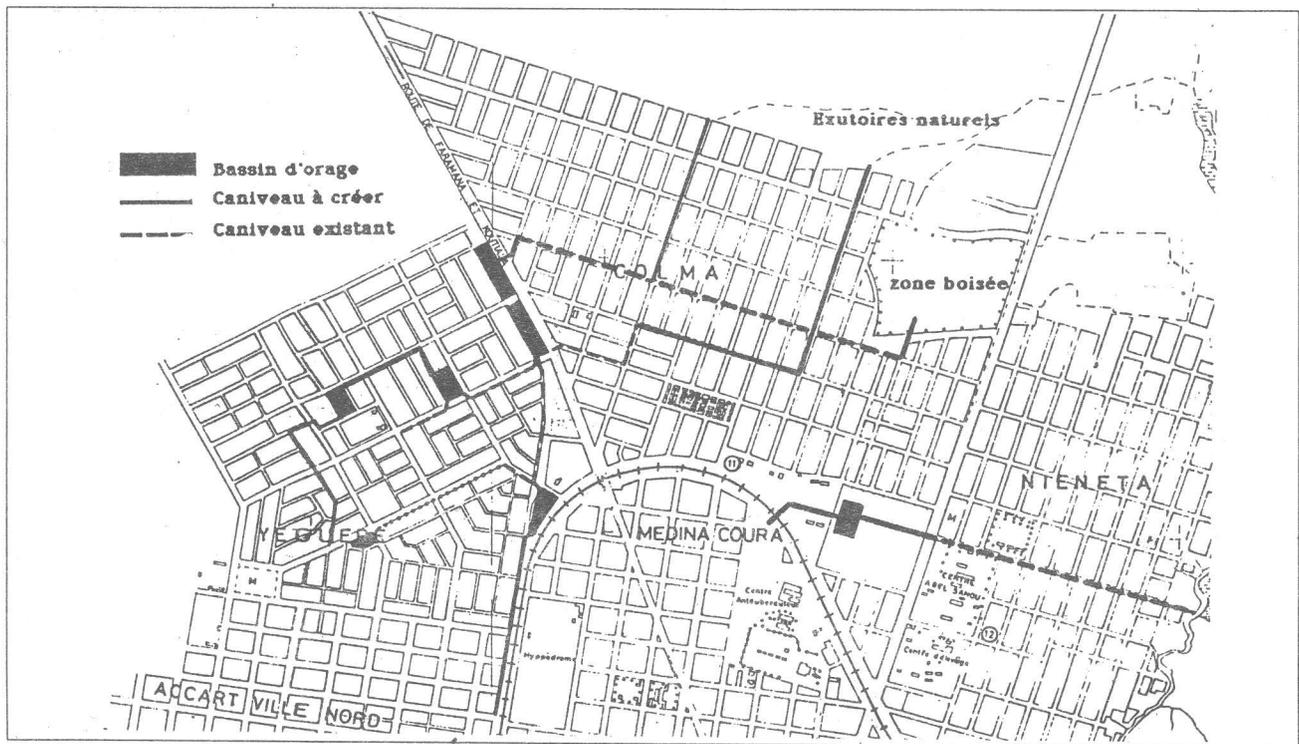


Figure 7 : Projet retenu pour exécution : Bassins d'orage et caniveaux de faible section



publics non bâtis. Or ils sont assez nombreux, surtout dans la Trame d'accueil, c'est-à-dire dans la zone amont qui en a le plus besoin. C'est ainsi que 7 zones ont été choisies pour pouvoir recevoir des bassins d'orage, dont 6 (Fig. 7) sur la trame d'accueil et 1 à la périphérie du quartier de Colma.

Il est prévu des bassins de faible profondeur et ce pour deux raisons essentielles :

- la première afin de réaliser un nivellement permettant l'évacuation des eaux vers le réseau existant ou à créer,
- la seconde étant de valoriser au mieux ces espaces situés au coeur des quartiers d'habitat.

Pour ce faire le choix s'est porté sur l'équipement de ces espaces en terrains de sport ou aires plantées, permettant d'offrir des aménagements au profit des habitants tout en limitant au strict minimum les nuisances.

Chaque bassin, qui doit fonctionner suivant le principe du bassin normalement sec, est muni à la fois d'une vidange de fond calibrée et ouverte en permanence et d'un trop-plein. Tous les exutoires des bassins sont reliés entre eux, d'amont en aval, par des caniveaux qui empruntent pour l'essentiel les tracés existants. Par ailleurs les exutoires finaux ont été clairement identifiés le long d'un talweg naturel qui servira de collecteur général sans aucun aménagement au-delà desdits exutoires.

Enfin les eaux en provenance des ouvrages situés sous la voie ferrée seront finalement acheminées vers le marigot HOUET via un collecteur existant et sous-utilisé.

## PERFORMANCES ENVISAGEES ET DEVELOPPEMENTS

La technologie des bassins d'orage utilisée seule n'est certes pas la meilleure solution en soi. Mais dans le cas de Colma, et compte tenu des contraintes du site, elle est apparue comme la meilleure alternative à la conception initiale du drainage du quartier.

Il est à noter qu'outre l'équipement des bassins en plateaux sportifs ou plantations, les terres d'excavation des bassins permettront le rechargement de l'ensemble des voies des quartiers concernés (remise en l'état des plateformes) ; d'autre part l'investissement réalisé permettra de couvrir une superficie bien supérieure au programme initial pour un coût égal, voire inférieur au montant initial envisagé pour ce projet. Le nombre et surtout la

taille des caniveaux sont réduits au strict minimum. Les équipements devront être suivis pendant plusieurs années, afin de vérifier leur fonctionnement et apprendre à bien connaître leurs avantages et leurs inconvénients.

Parallèlement les nouveaux quartiers, et en particulier l'extension de la trame d'accueil vers le nord, devront être conçus avec des équipements intégrés aussi bien sur les parcelles privatives que sur les espaces publics, de façon à ne pas reproduire les erreurs du passé. Là encore, il faut prévoir l'étude et le suivi des équipements construits à chaque niveau : parcelle, îlot, quartier et sous-bassin versant.

On peut espérer que Colma aura été le catalyseur d'un processus de développement et de vulgarisation des technologies alternatives d'assainissement pluvial au Burkina Faso. Cette première expérience doit servir au CIEH de laboratoire afin qu'il puisse en tirer tous les enseignements possibles, et par là jouer son rôle de diffusion de nouvelles techniques hydrauliques dans les pays africains.

## Références

THOMACHOT, 1987, les ouvrages absorbants ou les eaux de ruissellement retournent à la terre, Société Hydrotechnique de France, compte rendu de journée d'échanges du 8.12.1987, p. 112 à 129.

CIEH, 1988, Schéma directeur d'assainissement des eaux pluviales de Bobo Dioulasso, 218 p, plans, photos.

B. CHUZEVILLE, 1990, Hydrologie des petits bassins urbains - Assainissement pluvial. Formation permanente EIER-CIEH, session hydrologie-hydrométrie 55 p, réf.

Ministère de l'Équipement, Ouagadougou, 1990, SDAU Bobo Dioulasso, 545 p, tabl, fig. photos.

B. CHUZEVILLE, 1991, Réhabilitation des quartiers péri-urbains. Assainissement pluvial. Séminaire CEFIGRE-CIEH, Abidjan 70 p.,

B. CHUZEVILLE, 1992, Conférence sur les techniques alternatives en assainissement pluvial. ETSHER, 12 p.

CIEH, Août 1991, Assainissement pluvial du quartier de Colma (Bobo Dioulasso) Rapport final, 13 p. + annexes.

D.C. BEALE, 1992, Recent developments in the control of urban runoff, in Journal of the Institution of Water and Environmental Management, avril 1992, p. 141-150.

# ADDUCTIONS D'EAU A PARTIR DE SYSTEMES SOLAIRES

## ANALYSE SOCIO-ECONOMIQUE DANS LES DEPARTEMENTS DE ZINDER ET DIFFA (NIGER)

Hans-Otto SANO, Krüger Ingénieurs Conseils.

---

### RESUME

Sept petits centres urbains des départements de Zinder et Diffa au Niger ont été équipés de 1988 à 1991 par une Adduction d'Eau Potable Simplifiée par Systèmes Solaires, AEPSS. Un Projet danois a suivi les consommations en eau, les coûts de fonctionnement et l'équilibre financier de ces AEPSS ainsi que l'utilisation de l'eau des bornes-fontaines en fonction des revenus des populations.

La consommation journalière en eau aux bornes-fontaines est inférieure à 10 l par habitant mais, avec des hypothèses réalistes sur les amortissements des installations et en insistant sur les charges d'entretien, l'équilibre financier de la gestion des AEPSS pourrait être atteint assez facilement dans 6 centres sur 7. La concurrence d'autres sources d'eau moins chères (marigots, puits, pompes manuelles) limite le prix qu'on peut facturer pour l'eau et 1500 habitants constituent une limite inférieure pour la population d'un centre qui veut équilibrer les comptes de son AEPSS. Cette taille pourrait être réduite un peu là où l'eau est profonde et l'exhaure traditionnelle plus coûteuse.

La consommation en eau aux bornes-fontaines des pauvres est évidemment inférieure à celle des classes plus aisées, mais ils ne sont jamais exclus. La distance des habitations est un facteur déterminant de l'utilisation des bornes-fontaines dont il faut multiplier le nombre pour obtenir la meilleure rentabilité des AEPSS.

*Mots clés* : Adduction d'eau potable, pompes solaires, Niger.

---

### ABSTRACT

Seven small urban centers of the Zinder and Diffa «Départements» in Niger have been equipped from 1989 to 1991 with a Simplified Drinking Water Supply with Solar System, AEPSS. A Danish Project has observed water consumptions, operating costs and financial balance of these AEPSS as well as the use of water at drinking-fountains according to people's incomes.

Daily consumption at drinking-fountains is less than 10 l per person but, with realistic hypothesis on depreciation of equipment and insisting on maintenance costs, a financial balance could be easily reached for 6 centers out of 7. Competition with other cheaper water sources (rivers, wells, hand-pumps) restricts the price that can be invoiced for water. 1500 persons is the lower limit for a town to balance its AEPSS budget. This size might be slightly reduced where water is deep and traditional pumping expensive.

Water consumption at drinking-fountains by the poor is obviously lower than that by the rich, but the poor are never excluded. Distance from habitations is a major factor determining the use of drinking-fountains, whose number has to be increased for a better profitability of AEPSS.

*Key words* : Drinking water supply, Solar pumps, Niger.

## INTRODUCTION

### Objectifs

Cette étude a trois objectifs : d'abord analyser la situation économique des Adductions d'eau potable simplifiées par systèmes solaires, AEPSS, installées par le Projet danois dans les départements de Zinder et de Diffa (cf. Fig). Ceci implique l'examen de la consommation en eau provenant des AEPSS par les villageois et des coûts réels de ces AEPSS. La consommation en eau, comme les frais annuels, avait été estimée dans l'étude de faisabilité. Après un certain temps d'utilisation, il est maintenant possible de comparer l'estimation des études avec la réalité ainsi que d'évaluer la viabilité et d'identifier les difficultés éventuelles des divers systèmes.

Ensuite, l'étude concerne aussi la consommation sociale en eau. Elle cherche à préciser le profil des utilisateurs des systèmes solaires. Par l'introduction d'une pompe solaire dans les villages, on a, en effet, également intro-

duit un nouveau système de paiement direct de l'eau. Les frais de maintenance des pompes à motricité humaine sont assurés dans les villages soit par une cotisation hebdomadaire, soit par un paiement en cas de pannes. Au contraire, aux bornes fontaines des AEPSS, le fontainier demande de payer aux femmes ou aux enfants, qui habituellement vont chercher l'eau dans les villages. La question est donc de savoir si les groupes sociaux les moins favorisés dans les villages utilisent les systèmes solaires, ou bien si ces groupes continuent à se ravitailler aux puits ou, éventuellement, aux pompes à motricité humaine.

Le troisième but de cette étude est aussi de discuter les paramètres à partir desquels on décide d'installer une AEPSS. L'analyse de la situation économique et de l'utilisation sociale des AEPSS permet d'identifier les variables importantes pour décider du bien-fondé de l'établissement d'un système solaire : le taux potentiel de la consommation en eau, la population minimale nécessaire pour soutenir une AEPSS, les tarifs qu'il est possible d'imposer.

Figure : Situation des projets de Zinder et Diffa



**Tableau 1 : Données sur les centres équipés d'AEPSS**

Centre	Département	Date d'inauguration	Population personnes	Niveau statique mètres	Nombre puits	Nombre pompes	Nombre bornes-fontaines
Bandé	Zinder	23.06.88	3789	14	13	4	7
Gayi	«	30.05.90	3419	26	0	11	4
Guirari Gouna	«	30.05.90	1620	9	2	6	5
Sassoumbroum	«	26.06.90	2441	21	7	6	7
Yekoua	«	26.06.90	4918	17	13	6	6
Bagara	Diffa	07.02.91	1611	10	11	0	5
Gueskéro	«	07.02.91	1141	9	4	0	1

Source : Etudes de faisabilité juin 1990, départements de Zinder et de Diffa.

Nota : Les données de la population sont basées sur un taux d'accroissement de 2 % par an depuis les différents recensements faits en 1987, 1988 et 1989.

### Les critères de sélection des centres

Jusqu'en mars 1990 les critères suivants ont servi pour la sélection des localités aptes à recevoir une AEPSS :

- leur population doit être au minimum de 1500 personnes ;
- elles doivent avoir le statut de centre tertiaire, c'est-à-dire faire partie de la structure administrative ;
- le besoin pour l'amélioration de l'approvisionnement en eau doit être essentiel ;
- la hauteur maximale d'élévation de l'eau ne doit pas dépasser 40 m ;
- le niveau d'eau statique doit être à 26 m de profondeur au maximum ;
- pour les localités du département de Zinder, il devait déjà y exister un forage avec un débit de 5 m<sup>3</sup>/h.

Les recommandations de la mission d'évaluation de DANIDA de janvier-février 1990 ont abandonné trois critères :

- la population de 1500 personnes au minimum ;
- à titre d'essai, le niveau statique moins profond que 26 m, dans le cas où il n'existait pas d'autres choix pour le village ;
- le préalable, fixé pour le département de Zinder, d'un forage existant.

### Les centres analysés

Entre juin 1988 et mai 1991 le Projet danois a installé des AEPSS dans 6 centres du département de Zinder et 4 centres du département de Diffa. En outre deux centres ont été équipés par une AEPSS dans le département de Maradi en 1988.

Dans chaque centre un comité de gestion s'occupe du fonctionnement de l'AEPSS suivant les principes de gestion libre et décentralisée. Ce comité de gestion assure :

- l'entretien, surtout après la première année de garantie,
- l'embauche des fontainiers qui collectent l'argent au niveau des bornes-fontaines,
- la collecte journalière de la recette des fontainiers,
- le gardiennage des installations.

Les comités de gestion paient donc les fontainiers, le collecteur et le gardien à partir des sommes versées aux bornes fontaines.

Notre analyse se base sur une sélection des centres des départements de Zinder et de Diffa, puisque DANIDA a limité toutes les opérations du Projet danois à ces départements pour la durée du quatrième financement (1988-1992).

Les quatre centres du département de Diffa ont été inaugurés entre février et avril 1991. Il n'y a donc pas actuellement beaucoup de leçons à en tirer et, par conséquent, il faut faire des réserves à propos des conclusions les concernant. Seuls les deux centres de Diffa inaugurés en février 1991 ont été inclus dans l'étude. Le tableau 1 ci-dessus présente les centres solaires qui entrent dans cette analyse :

Bandé dans le canton de Magaria représente la première génération des centres solaires. Deux systèmes ont été installés dans ce village de presque 4000 personnes.

Gayi, Guirari Gouna, Sassoumbroum et Yekoua sont de la deuxième génération, installée en 1989/90, des centres AEPSS, la campagne 1988/89 ayant été utilisée pour profiter de l'expérience des quatre premiers systèmes. Sassoumbroum et Yekoua appartiennent aussi au canton de Magaria, tandis que Gayi et Guirari Gouna sont localisés respectivement dans les cantons de Wacha et Gouna. A Yekoua, avec une population dépassant 4000 personnes, deux systèmes solaires ont été installés comme à Bandé.

**Tableau 2 : Nombre de personnes par points d'eau et consommation**

Centre	Nombre de personnes par point d'eau		Consommation moyenne litres/habitant/jour		Taux d'accroissement de la consommation(%) 1990/91
	moderne	total	étude faisabilité	réel 1990/91	
Bandé	344	158	n	8,8	0,1
Gayi	228	228	10	4,6	4,9
Guirari	147	125	10	10,2	1,2
Sassoubroum	174	122	10	9,1	2,5
Yekoua	351	197	10	8,1	4,0
Bagara	322	101	10	8,8	na
Gueskérov	228	228	10	3,9	na

Source : Suivi régulier et Etudes de faisabilité.

Tous les centres étudiés du département de Zinder se trouvent donc au sud de la route goudronnée Zinder-Diffa et dans une zone où la population est relativement dense. Le niveau statique dans ces centres n'est généralement pas profond sauf à Gayi où on s'approche désormais de la limite des 26 mètres établie précédemment.

Bagara et Gueskérou dans le département de Diffa appartiennent à la troisième génération des AEPSS. Situés sur la rivière Koumandougou, ils sont aussi caractérisés par un niveau statique peu profond. La population de ces centres est relativement modeste par rapport aux centres du département de Zinder. Dans le cas de Gueskérou, la population est inférieure à 1500 personnes parce que ce centre a été choisi après la modification des critères de sélection.

#### Nombre de points d'eau par personne

Les autorités nigériennes recommandent l'installation d'un point d'eau moderne (pompe, puits cimenté) pour 250 personnes, et d'une borne fontaine équipée de deux robinets pour 500 personnes. Dans le tableau 2 est présenté le nombre de personnes pour chaque point d'eau moderne (pompes, puits cimentés et bornes-fontaines) et pour l'ensemble des points d'eau. Dans les centres de Gayi, Guirari, Sassoubroum et Gueskérou, le projet a dépassé ce minimum de points d'eau modernes, entre autres raisons parce que l'on a estimé les besoins en eau en prenant en compte la croissance de la population dans les 20 ans à venir.

En regardant la consommation en eau actuelle, on constate que le nombre total de points d'eau est plus important que le nombre de points d'eau modernes puisque les villageois continuent de se ravitailler à toutes sortes de points d'eau. Est-il possible pour les systèmes solaires de fonctionner économiquement dans les situations où il y a une forte concurrence avec d'autres sources d'eau ? Cette question est naturellement liée à la dimension sociale de l'analyse : si les moins favorisés s'abstiennent d'utiliser les bornes-fontaines, particulièrement dans les situations où ils utilisent des sources d'eau alternatives, et si ces groupes constituent la majorité de la population, il

est difficile d'imaginer que l'économie des AEPSS puisse être équilibrée.

#### Les données pour l'analyse

L'étude est basée sur les données rassemblées par le suivi régulier du projet AEPSS du Projet danois ; c'est-à-dire que les renseignements sur les consommations en eau ont été obtenus par un suivi mensuel du compteur des systèmes et, également, des recettes et frais mensuels gérés par les comités de gestion. Ces données ont été rassemblées par les animateurs du Projet danois et, pour les centres comme Bandé qui ont fonctionné plus d'un an, par le suivi de la Direction Départementale de l'Hydraulique à Zinder.

L'analyse sociale est basée sur une enquête entreprise dans quatre centres avec AEPSS : Bandé, Gayi, Bagara et Gueskérou. La sélection de ces centres a été entreprise selon trois critères : a) le critère géographique avec un nombre égal de centres dans les départements de Zinder et de Diffa ; b) le critère de la génération d'AEPSS (toutes les trois générations d'AEPSS sont représentées) et c) le critère de la diversité (centres équipés par deux systèmes solaires comme Bandé et Yekoua, centres équipés avec une seule borne fontaine comme Gueskérou).

Les enquêtes ont été menées entre février et mai 1991 par le chef du projet Etudes, Suivi et Evaluation et son homologue, en coopération avec trois animateurs du projet AEPSS et, pour Bagara et Gueskérou, également avec une des animatrices du volet Micro-Réalisations.

#### LA CONSOMMATION EN EAU ET L'ECONOMIE DES SYSTEMES AEPSS

##### Consommation en eau moyenne aux bornes fontaines par habitant et taux d'accroissement

Pour tous les centres étudiés dans ce rapport, sauf pour Bandé où on n'a pas préparé d'étude de faisabilité, celle-ci a prévu une consommation d'eau aux bornes-fontaines de 10 litres par personne et par jour. Sur la base de ce

niveau de consommation, ont été menés le calcul des recettes potentielles et l'estimation de la rentabilité des systèmes. Quel est donc le niveau réel d'utilisation des bornes-fontaines ?

Le tableau 2 montre la consommation d'eau moyenne des bornes-fontaines dans les 7 centres analysés pendant 1990/91. La période analysée va de juin/juillet 1990 à juin 1991. A Bandé, les données des compteurs sont malheureusement perdues. Par conséquent, l'évaluation de la consommation dans ce centre est basée sur les recettes et sur le prix normalement imposé de 0,13 FCFA par litre (125 FCFA par m<sup>3</sup>).

Selon le tableau 2, dans les deux centres de Gayi et Gueskérou la consommation est très basse par rapport au niveau prévu. On verra ci-dessous pourquoi la consommation en eau est si faible dans ces deux centres.

Dans les autres centres, la consommation journalière aux bornes-fontaines est comprise entre 8.1 litres et 10.2 litres/habitant ; cela signifie que, pour 4 des 7 centres, la consommation en eau approche les 10 l/jour prévus, et que, pour Guirari, elle les dépasse de peu. Même si la consommation en eau dans la plupart des centres arrive presque au niveau prévu, ce n'est pas suffisant parce que, par exemple, une diminution d'un litre par personne et par jour dans un centre comme Bandé entraîne une réduction des recettes de 184.000 FCFA par an.

Pourquoi la consommation est-elle plus basse que prévue ? Tous les centres étudiés bénéficient d'autres points d'eau traditionnels ou modernes. L'eau y est moins chère et pas trop difficile à chercher puisque la nappe phréatique n'est pas profonde. Les villageois continuent de s'y ravitailler et la concurrence entre points d'eau entraîne une consommation plus basse que prévue aux pompes solaires.

Dans ce contexte, il faut souligner qu'on manque encore des résultats des AEPSS dans les centres, par exemple de la région nord du département de Zinder, où l'eau coûte habituellement cher et où elle est difficile à chercher<sup>(1)</sup>. La consommation journalière aux bornes-fontaines pourrait y dépasser 10 litres par personne.

Il faut aussi souligner que la consommation en eau aux bornes-fontaines dans les centres existant actuellement ne semble pas diminuer avec le nombre de points d'eau per capita. Le nombre des observations est trop limité pour calculer une corrélation, mais les consommations en eau aux BF comparées au nombre des personnes par

point d'eau indiquent que la consommation aux bornes-fontaines est inversement proportionnelle au nombre de personnes par point d'eau. Dans les centres, où l'on a jusqu'à 100 personnes par point d'eau, une bonne dispersion des bornes-fontaines entraîne, toutes choses étant égales par ailleurs, une consommation élevée.

Le tableau 2 donne aussi le taux d'accroissement de la consommation en eau de juin/juillet 1990 à juin 1991 (les centres du département de Diffa ne sont pas inclus parce qu'ils n'ont démarré qu'en février 1991 et qu'on y dispose de données pour seulement 5 mois). D'une manière générale, il y a croissance pendant la première année de fonctionnement. Pour Gayi, Guirari, Sassoumbroum et Yekoua, son taux varie entre 1,2 % et presque 5 %, tandis qu'à Bandé, en troisième année de fonctionnement, la consommation ne varie presque plus.

La structure de la consommation dans les 5 centres se ressemble : la consommation en eau est maximale d'octobre à décembre ; celle-ci chute ensuite de décembre à février (saison froide). En avril, quand la chaleur recommence, la consommation augmente sauf à Guirari.

#### Les prix imposés

Dans les études de faisabilité pour la troisième génération d'AEPSS, on avait retenu un prix de vente de l'eau égal, soit à 250 FCFA par m<sup>3</sup>, soit à 125 FCFA par m<sup>3</sup>. Ces études ont montré que, si les centres comme Gueskérou et Bagara devaient couvrir leurs coûts totaux de fonctionnement et d'amortissement, un prix de 250 FCFA/m<sup>3</sup> serait nécessaire. Pour les centres de la deuxième génération, un prix précis n'avait toujours pas été prévu. Dans les conclusions de ces études, diverses solutions fluctuant de 125 FCFA/m<sup>3</sup> à 180 FCFA/m<sup>3</sup> ont été proposées.

Dans le tableau 3, les prix effectivement imposés au niveau des centres ont été comparés avec les prix proposés dans les études de faisabilité. Les prix moyens sont calculés comme la moyenne de toutes les recettes de juin/juillet 1990 à juin 1991 divisées par le nombre de m<sup>3</sup> utilisés pendant ces mois. Par conséquent, ce sont les prix moyens effectifs par mètre cube consommé.

Pour presque tous les centres, les prix effectifs sont plus bas que les prix proposés. Pour les centres de Yekoua et Guirari et surtout pour ceux de Bagara et Gueskérou, les différences sont élevées. En reliant ces indications avec la consommation en eau plus basse que prévue il devient possible de discuter l'économie des systèmes.

(<sup>1</sup>) Par exemple à Baboul où il y avait auparavant environ 800 personnes par point d'eau et où un système solaire vient d'être installé en juin-juillet 1991. Les villageois paieraient en moyenne presque 600 FCFA par m<sup>3</sup> pour l'eau cherchée au puits puisque l'on rémunère les gens qui tirent avec leurs animaux l'eau à une profondeur de 65 m. On paie aussi pour la corde qui s'use souvent. En comparaison, le prix payé à la borne-fontaine dans presque tous les centres étudiés est d'environ 125 FCFA par m<sup>3</sup>. A Baboul donc, même avec un prix à la borne-fontaine de 250 FCFA par m<sup>3</sup> les fontainiers pourront vendre l'eau à un prix compétitif par rapport à celui payé aux puits.

**Tableau 3 : Prix moyens par litre d'eau vendu aux bornes fontaine 1990/91**

Centre	Etude faisabilité FCFA/m <sup>3</sup>	moyenne 1990/91 FCFA/m <sup>3</sup>
Bandé	na	na
Gayi	160	124
Guirari Gouna	180	130
Sassoumbroum	140	139
Yekoua	125	82
Bagara	250	136
Gueskéro	250	163

Source : Suivi régulier et Etudes de faisabilité.

### La méthodologie d'estimation économique

Dans les premières études de faisabilité, on avait mené les calculs en amortissant l'ensemble des installations, y compris château d'eau et réseau de distribution, sur 30 ans. Ceci conduisait à des coûts annuels d'amortissement et fonctionnement très élevés, supérieurs à 2.000.000 FCFA pour un centre (cf. tableau 4 page suivante).

En 30 ans, les techniques progresseront et il semble peu raisonnable d'alourdir les frais à la charge des comités de gestion par une provision pour renouvellement qui sera sûrement inadaptée.

Par conséquent, la prospective adoptée dans le calcul modifié des frais annuels des AEPSS est à 15 ans seulement. On a présumé que, dans ce cas, on ne remplacerait pas le château d'eau, le réseau de distribution et la tête de forage. Cependant on a inclus une provision importante pour les réparations.

Les panneaux solaires, la pompe, le convertisseur et les diverses installations des bornes-fontaines (excepté le poteau de la borne-fontaine), ont donc été inclus dans l'estimation des frais annuels modifiés. En ce qui concerne les panneaux solaires, d'après l'expérience actuelle, on a prévu le remplacement d'un panneau par un plutôt que de deux comme originellement prévu dans les études de faisabilité.

Par expérience, on connaît également les salaires payés. En général, ils sont plus faibles que prévu, entre autres parce que la consommation en eau est aussi plus faible que prévu.

Les frais annuels de remplacement et de fonctionnement modifiés pour trois centres type sont présentés dans le tableau 4. Suivant la méthodologie adoptée, les amortissements varient en fonction du nombre de systèmes ainsi que de bornes-fontaines en fonctionnement. Pour les centres comme Bandé et Yékoua avec deux systèmes solaires, les frais de remplacement sont généralement le double de ceux équipés avec un seul système.

En ce qui concerne les frais de fonctionnement, les salaires réels pendant l'année 1990-91 ont été pris en compte dans l'annexe IV (pour Bandé, les salaires mensuels moyens depuis le début de fonctionnement des systèmes jusqu'à octobre 1990). Pour les frais de réparations et les dépenses diverses, on a repris les prévisions des études de faisabilité (90.000 FCFA/an), mais on a ajouté 90.000 FCFA/an par centre pour l'entretien du forage et/ou pour les réparations (château d'eau, réseau de distribution, etc). Pour les centres avec deux systèmes solaires, 270.000 FCFA ont été retenus comme frais de fonctionnement (salaires non inclus).

Cette méthode réduit les frais d'amortissement, mais augmente les frais de fonctionnement. Elle souligne l'importance de l'entretien plutôt que d'un changement total des installations.

Il n'y a pas dans cette méthode de différence entre les coûts d'un centre avec 28 panneaux solaires, un château d'eau de 40 m<sup>3</sup> et 4 bornes-fontaines et ceux d'un centre équipé de 21 panneaux solaires, d'un château d'eau de 25 m<sup>3</sup> et de 3 bornes-fontaines. Les facteurs importants sont les nombres de systèmes solaires et de bornes-fontaines par centre parce qu'ils entraînent des salaires.

Ce sont les considérations techniques et les conditions naturelles plutôt que les considérations économiques touchant les frais d'investissement qui doivent déterminer le type d'installation. Cela ne veut pas dire que les considérations économiques ne sont pas importantes, mais elles doivent surtout jouer un rôle au niveau de l'entretien plutôt qu'à celui des frais d'investissement et d'amortissement.

### Les frais annuels potentiels et l'économie des systèmes

Avec les modifications ci-dessus, on arrive à des frais annuels de 770.000 FCFA pour un centre comme Gayi, 460.000 FCFA pour un centre comme Gueskéro et 1.660.000 FCFA pour le double système de Bandé. Par rapport aux frais prévus au départ de plus de 2.000.000 FCFA pour un centre du département de Zinder et de plus de 500.000 FCFA pour Gueskéro, la différence est surtout prononcée dans le cas de Gayi.

Le tableau 5 montre les coûts modifiés par centre et par mois comparés aux recettes mensuelles et aux coûts estimés initialement dans les études de faisabilité. Les salaires, qui sont les frais les plus importants dans l'estimation des coûts réels, sont également donnés dans le tableau.

Il n'y a évidemment aucun rapport entre les coûts estimés par les études de faisabilité et les recettes obtenues. Pourtant si on compare les recettes aux coûts modifiés mensuels, le bilan est plus rassurant. Les recettes varient entre 80 % et 97 % des coûts estimés sauf pour Gueskéro

Tableau 4 : Frais d'amortissement et de fonctionnement des AEPSS (FCFA)

	Etude de faisabilité (1)				Proposition révisée (Amortissement 15 ans) (2)		
	Durée ans	Centre Dpt. Zinder	Gueskéro	28 panneaux 4 BF Gayi	21 panneaux 1 BF Gueskéro	56 panneaux 7 BF Bandé	
<b>1. FRAIS D'AMORTISSEMENT</b>							
Forage	30	172.000	0	-	-	-	
Tête de forage	30	0	37.581	-	-	-	
Pompe solaire	10	47.300	58.152	58.100	58.100	116.200	
Panneaux solaires	14	302.247	195.102	130.100	130.100	260.200	
Convertisseur	10	51.600	37.458	37.500	37.500	75.000	
Réservoir d'eau	30	242.219	53.434	-	-	-	
Réseaux de distribution	30	101.781	11.289	15.200	3.800	26.600	
Bornes fontaines	15	74.519	13.935	-	-	-	
Robinets	1	23.220	-	-	-	-	
		-----	-----	-----	-----	-----	
Total par an		1.014.886	406.951	240.900	229.500	478.000	
<b>2. FRAIS DE FONCTIONNEMENT</b>							
Salaires		921.447	120.000	350.000	103.800	911.800	
Dépenses diverses		70.047	27.000	90.000	40.000	90.000	
Entretien		-	-	90.000	90.000	180.000	
		-----	-----	-----	-----	-----	
Total par an		991.494	147.000	530.000	233.800	1.181.800	
<b>3. TOTAL DES CHARGES</b>							
		2.006.380	553.951	770.900	463.300	1.659.800	

(1) Sources : Etude de faisabilité, Sassoombroum, Yekoua, Guirari Gouna, Gayi, Guidiguir, 4<sup>ème</sup> financement 1989  
Etude de faisabilité, Bagara, Beoua, Bosso, Boutti, Gueskéro, Kelokam, 4<sup>ème</sup> financement 1990.

(2) Source : Etude de faisabilité et suivi régulier des AEPSS.

**Tableau 5 : Recettes totales et coûts de remplacement et de fonctionnement par mois des centres solaires (FCFA)**

Centre	Salaires moyens/mois	Recettes moyennes/mois	Coûts estimés, études faisabilité	Coûts modifiés/mois
Bandé	75984	116280	na	138300
Gayi	29165	57515	185828	64200
Guirari	36955	65419	181800	72345
Sassoumbroum	38899	72908	204461	74922
Yekoua	50673	95660	212585	118900
Bagara	24445	56949	124437	59834
Gueskérou	8650	18440	68492	38600

Source : Suivi régulier, Projet danois et Etudes de faisabilité.

où les recettes représentent seulement 48 % des coûts estimés pendant la période de fonctionnement.

En ce qui concerne Bandé et Yekoua qui ont des doubles systèmes d'AEPSS, les recettes représentent respectivement 84 % et 80 % des coûts estimés. Pour les quatre autres centres, les recettes perçues dépassent 90 % des coûts estimés, même à Gayi où la consommation en eau est plus basse que prévue.

### Conclusions

L'analyse montre que la consommation en eau aux bornes-fontaines dans les 7 centres étudiés est comprise entre 3,9 litres et 10,2 litres par personne et par jour. Dans 5 centres sur 7, la consommation moyenne est de 9 litres par personne et par jour, c'est-à-dire proche du niveau des 10 litres prévus, mais tout de même à un niveau plus bas impliquant une réduction importante des recettes annuelles. Pour les deux autres centres, des conditions particulières entraînent une faible consommation.

Probablement, la concurrence avec d'autres sources d'eau entraîne une consommation plus basse que prévu, mais l'analyse indique aussi qu'une meilleure répartition des bornes-fontaines pourrait améliorer la consommation en eau provenant des systèmes AEPSS.

En considérant les recettes obtenues dans chaque centre par rapport aux frais réels de remplacement et de fonctionnement, on voit que l'équilibre financier de 4 des 7 centres est presque assuré (90 % ou plus des frais annuels potentiels sont couverts par les recettes). L'économie des deux centres équipés de deux systèmes solaires est un peu plus inquiétante (80 et 84 % des frais annuels potentiels sont couverts par les recettes); la situation de l'AEPSS de Gueskérou est mauvaise.

Malgré la consommation en eau plus basse que prévu et malgré la forte concurrence des autres sources d'eau, et en tenant compte des réserves formulées dans l'estimation des coûts annuels des systèmes, la plupart des centres fonctionnent avec une économie raisonnable qui n'exige pas pour le moment d'actions particulières.

## L'ASPECT SOCIAL DE LA CONSOMMATION DE L'EAU

### Questions méthodologiques

Ce chapitre aborde l'aspect social de la consommation de l'eau; c'est-à-dire qu'on l'analyse dans sa globalité et sa répartition sociale plutôt qu'aux bornes-fontaines prises isolément. L'information sur ce sujet n'existant pas, des enquêtes ont été entreprises entre février et mai 1991 à Bandé, Gayi, Bagara et Gueskérou. Le but de ces enquêtes a été d'abord d'examiner si les groupes pauvres et moins favorisés dans les villages utilisent les bornes-fontaines des AEPSS et, dans le cas où ils ne le font pas, de préciser à quelles sources d'eau ils se ravitaillent.

L'échantillon dans chaque centre a été tiré au hasard mais stratifié selon la population de chaque quartier (sauf à Bandé où l'on n'a pas de renseignements sur la répartition de la population par quartiers). Dans tous les centres, 40 questionnaires ont été remplis (38 dans le cas de Gayi), ce qui donne une estimation correcte par rapport à la population globale,  $\pm 10\%$  avec une confiance de 80 %. Ces questionnaires ont été ajustés au fur et à mesure que l'enquête avançait. La modification la plus importante a distingué l'eau consommée par les hommes et celle consommée par les animaux.

Il est toujours difficile de distinguer les divers groupes sociaux dans le contexte du tiers-monde. Bien sûr, une classification selon les revenus et biens familiaux serait souhaitable, mais à peu près impossible à cause des difficultés à déterminer les revenus annuels et les actifs réels. C'est pourquoi on a choisi de baser l'analyse sur les dépenses des ménages. Les villageois ont été questionnés sur leurs dépenses annuelles pour le logement, les vêtements, et les cadeaux (pendant la fête de Tabaski) et sur leurs dépenses hebdomadaires ou journalières pour les condiments, le pétrole, la viande, les noix de kola, les cigarettes, le thé et le sucre. Enfin, on a aussi demandé aux villageois leur nombre de chameaux, chevaux, vaches, ânes, moutons et chèvres.

Parmi toutes ces variables, la corrélation la plus forte a été identifiée soit entre le logement et les vêtements ou les

cadeaux, soit entre ces types de dépenses et les autres variables. Par exemple, des dépenses élevées pour le logement laissent également prévoir des dépenses élevées pour les vêtements, les cadeaux ou, même parfois, les condiments et le transport. Les dépenses pour le logement et les vêtements ou cadeaux ont donc été choisies comme paramètres pour distinguer les groupes sociaux. Pour neutraliser l'impact de la taille des ménages, ce sont les dépenses par personne qui ont été prises en considération dans la classification.

Il existe des variations entre les centres. Ainsi, dans certains centres les dépenses pour le logement et les vêtements ont été choisies comme critères pour la classification sociale, tandis que dans d'autres on a choisi le logement et les cadeaux comme critères parce que la variable «cadeaux» donne une corrélation plus élevée que celle des «vêtements».

Il faut faire des réserves dans l'utilisation des données des enquêtes. Pour ce qui concerne la consommation en eau des échantillons avec AEPSS, il y a une tendance à exagérer la consommation en eau. Comme on connaît la consommation mensuelle moyenne des AEPSS par habitant puisque les systèmes ont été équipés de compteurs, il est possible de comparer la consommation en eau des bornes-fontaines indiquée par l'enquête avec celle précise mesurée au compteur du système pendant le mois en question. A Bandé, les renseignements de l'enquête semblent presque exacts, tandis que dans les autres centres la consommation indiquée dans l'enquête dépasse fortement la consommation lue au compteur (67 % à Gayi, 44 % à Bagara, 54 % à Gueskérou contre 14 % seulement à Bandé).

Il y a deux explications possibles à ces variations : d'abord, en estimant leur consommation régulière aux bornes-fontaines, les villageois ont tendance à donner leur consommation maximale plutôt que leur consommation moyenne. Ensuite l'estimation du niveau correct est compliquée par le fait que les villageois se ravitaillent à plusieurs sources. Ainsi à Bandé, presque la moitié des villageois disent qu'ils cherchent l'eau à plus d'une

source tandis que seulement 9 ménages se ravitaillent en eau uniquement aux bornes-fontaines. A Bagara, 21 ménages informent qu'ils cherchent l'eau uniquement aux bornes-fontaines, tandis que 9 ménages indiquent qu'ils utilisent plusieurs sources d'eau.

Néanmoins, bien que cette imprécision entraîne des réserves en ce qui concerne les niveaux des consommations en eau aux bornes-fontaines et totales, les renseignements sur la répartition entre les sources d'eau utilisées par les divers groupes sociaux apportent des informations précieuses : il existe des différences systématiques entre la consommation en eau des divers groupes sociaux des quatre centres ; il y a aussi des quartiers dans certains centres où l'on n'utilise pas les bornes-fontaines. Cela veut dire que, même si les villageois tendent à exagérer leur consommation en eau aux AEPSS, les renseignements qu'ils donnent sont assez valables pour préciser les différences entre groupes sociaux et pour identifier les quartiers entiers où les systèmes ne sont pas utilisés.

### Les groupes sociaux

Les intervalles de dépenses par personne d'un ménage, soit pour le logement et les vêtements, soit pour le logement et les cadeaux, selon lesquels les groupes sociaux ont été identifiés et sont présentés pour les quatre centres dans le tableau 6. Les groupes ont été identifiés de telle façon que les dépenses moyennes par groupe soient approximativement égales aux médianes, excepté pour le dernier groupe. Par conséquent, ce sont les données de chaque centre pris isolément et leur groupement autour d'une moyenne et d'une médiane qui ont guidé la classification.

Puisque les centres sont caractérisés par différentes cultures (surtout hausa dans le département de Zinder et manga dans le département de Diffa), et que les données de base sont limitées, le but de la classification n'est pas tant d'identifier des groupes universels pour tous les centres que d'entreprendre une classification spécifique à chaque centre.

Tableau 6 : Groupes sociaux à Bandé, Gayi, Bagara et Gueskerou

	BANDE	GAYI	BAGARA	GUESKEROU
Groupe 1, FCFA	0-1500	0-1550	0-1950	300-1700
moyenne FCFA	728	990	1190	1063
nombre	n=17	n=15	n=11	n=15
Groupe 2, FCFA	1750-5850	1667-2800	2200-3600	2000-5735
moyenne FCFA	3100	2120	2934	3560
nombre	n=19	n=12	n=16	n=17
Groupe 3, FCFA	9000-26200	3625-26000	5000-12500	6750-30600
moyenne FCFA	14132	6471	6842	12460
nombre	n=4	n=11	n=13	n=8

Source : Enquêtes à Bandé, Gayi, Bagara et Gueskérou, février-mai 1991.

Même si la classification a été basée sur les données de chaque centre pris isolément, il y a similitude entre eux en ce qui concerne la structure sociale. Tous les centres sont caractérisés par un groupe n° 1 de personnes très pauvres avec des dépenses moyennes d'environ 1.000 FCFA ; un groupe n° 2 au milieu, moins pauvre avec des dépenses moyennes d'environ 3.000 FCFA (sauf à Gayi). Ces deux groupes représentent entre 68 % et 90 % des ménages des échantillons. Enfin, il y a un groupe n° 3 plus petit, mais différencié des autres par des dépenses moyennes élevées de l'ordre de 13.000 à 14.000 FCFA à Bandé et à Gueskéro. A Gayi et Bagara, le groupe le plus riche se différencie moins clairement des autres.

Il n'est pas possible sur la base des renseignements du tableau 6 de distinguer quel centre est le plus riche. Il y a une tendance à ce que les centres les plus riches soient aussi caractérisés par une population élevée. Comme on a choisi le nombre de personnes par ménage pour différencier les groupes sociaux, la population élevée tend à réduire les différences importantes entre les dépenses. Au contraire, si on compare les dépenses totales des ménages (et non par personne), par exemple pour les vêtements et le logement dans les différents centres, Bandé et Bagara ont les dépenses les plus élevées, suivis par Gueskéro et enfin Gayi. Enfin Bandé et Bagara sont les centres les plus riches parmi les quatre<sup>(2)</sup>.

#### La répartition des sources d'eau parmi les groupes sociaux

Comment se répartit donc la consommation d'eau entre les trois groupes sociaux dans chaque centre ?

Dans le tableau 7, la consommation totale en eau par groupe est présentée pour les quatre centres. Il faut souligner comme indiqué ci-dessus que le niveau de cette consommation doit être considéré avec prudence<sup>(3)</sup>. Généralement, la consommation en eau semble augmenter avec le groupe social : les groupes les plus riches consomment aussi les quantités d'eau par personne les plus élevées.

Excepté à Bandé, les plus riches consomment aussi beaucoup plus d'eau aux bornes-fontaines que les plus pauvres (cela s'explique pour Bandé par le fait que les plus riches possèdent aussi des puits privés). Mais cela veut-il dire que les plus pauvres (les groupes 1) et les pauvres (les groupes 2) sont exclus de l'utilisation de l'eau des bornes fontaines ?

A Bandé et à Bagara, un pourcentage important des ménages des groupes 1 se ravitaillent aux bornes-fontaines. A Bandé, les bornes fontaines constituent même les sources d'eau les plus importantes pour les plus pauvres. A Bagara, 5 ménages sur 11 dans le groupe 1 rapportent utiliser les bornes-fontaines, tandis que 14 sur 16 utilisent les bornes-fontaines dans le groupe 2.

A Gayi et Gueskéro, la consommation en eau par les groupes 1 aux bornes-fontaines semble être faible par rapport aux autres sources d'eau. Pourquoi cette différence entre Bandé-Bagara et Gayi-Gueskéro ?

Gayi est effectivement une agglomération de 7 différents villages, dans chacun desquels on trouve une pompe à main avec son comité de gestion. Les bornes-fontaines des AEPSS se trouvent uniquement dans 4 de ces villages. Les villageois enquêtés dans les quartiers/villages où l'on n'a pas installé de bornes-fontaines rapportent tous qu'ils utilisent uniquement les pompes à main (quartiers Saowaya, Kanguwa et Dara). Il s'agit de villages éloignés d'un kilomètre des bornes-fontaines. 12 ménages de l'échantillon habitent dans ces villages. Au total, 25 des 38 ménages de l'échantillon n'utilisent pas les bornes-fontaines. Par conséquent, la distance entre les bornes-fontaines et les ménages constitue un élément important pour expliquer la faible consommation au système AEPSS à Gayi.

Tableau 7 : Consommation en moyenne par groupes sociaux et par type de points d'eau

	Personnes par ménage	Puits l/p/j	bornes-font. l/p/j	pompes l/p/j	total l/p/j
<b>BANDE</b>					
gr.1	8,6	6,3	9,3	4,8	20,4
gr.2	7,5	14,4	5,2	8,6	28,7
gr.3	14,3	1,7	9,6	15,9	27,2
Source : Questionnaires Bandé 18.2.91 et 29.5.91					
<b>GAYI</b>					
gr.1	5,9		3,3	18,1	21,4
gr.2	5,6		12,4	14,9	27,3
gr.3	4,9		19,5	16,0	35,3
Source : Enquête, Gayi 12.3.91 et 21.5.91					
<b>BAGARA</b>					
gr.1	6,3		6,1	8,6	14,7
gr.2	5,3		16,4	5,6	22,0
gr.3	5,3		22,5	4,7	27,2
Source : Enquête, Bagara 25.4.91					
<b>GUESKEROU</b>					
gr.1	6,5		3,8	11,2	15,0
gr.2	5,5		7,7	13,4	21,1
gr.3	3,4		21,4	13,9	35,2
Source : Enquête Gueskéro 26.4.91.					

<sup>(2)</sup> Bandé est caractérisé par une taille des ménages de 8,6 personnes, Bagara de 5,8 personnes, Gueskéro et Gayi chacun de 5,5 personnes.

<sup>(3)</sup> Dans le tableau 7, on a présenté la consommation en eau domestique et la consommation animale. Dans l'enquête faite à Bagara et Gueskéro, on a demandé aux villageois d'indiquer spécifiquement leur consommation d'eau pour les animaux. A Bagara, l'eau utilisée pour les animaux domestiques représente 24 % de la consommation totale. A Gueskéro, la consommation animale représente 36 % de la consommation totale. Dans ces deux villages, ce sont surtout les groupes 2 et 3 qui vont chercher l'eau pour les animaux. La consommation élevée de ces groupes dans le tableau 7 s'explique donc en partie par la consommation animale.

En outre, la pauvreté et la présence de pompes à main expliquent aussi la non-utilisation des bornes-fontaines. 12 ménages sur 15 dans le groupe 1 n'utilisent jamais les bornes-fontaines. Quatre de ces ménages viennent de villages assez éloignés de celles-ci. Dans le groupe 2, 8 ménages sur 12 n'utilisent jamais les bornes-fontaines, parmi lesquels 5 viennent de villages éloignés. Il y donc dans les deux premiers groupes 11 ménages sur un total de 27 pour lesquels on peut dire avec certitude que la distance n'explique pas leur non-utilisation des bornes-fontaines. Pour eux, l'explication est plutôt dans la présence de points d'eau alternatifs et moins chers.

A Gueskéro, la seule borne-fontaine (jusqu'à juillet 1991) avait été installée entre les quartiers N'Galari et Chétimari. Dans le quartier sud, Kourabaré, aucune borne-fontaine n'a été installée. Pourtant, 48 % de la population habitent dans ce quartier selon l'étude de faisabilité et, par conséquent, 48 % de l'échantillon se trouvent aussi dans ce quartier non-équipé de borne-fontaine. Pour la population de ce quartier, la distance est d'environ 1 km jusqu'à la borne-fontaine tandis que le puits traditionnel se trouve dans le quartier même.

Les 19 ménages du quartier Kourabaré, sauf un, rapportent qu'ils n'utilisent pas la borne-fontaine. Huit des ménages se trouvent dans le groupe 1, 7 dans le groupe 2 et 4 dans le groupe 3. Donc le quartier Kourabaré rassemble aussi les habitants les plus pauvres de Gueskéro. Dans les groupes 1 et 2, il y a donc 14 ménages pour lesquels on pourrait expliquer leur réserve vis-à-vis du système AEPSS par la distance. Par ailleurs, il y a 2 ménages du groupe 1 et 5 ménages du groupe 2 qui n'utilisent pas les bornes-fontaines. Concernant ces derniers ménages, c'est plutôt un facteur économique que la distance qui explique leur réserve.

Pour récapituler, on peut dire avec certitude que, dans les groupes 1 et 2 à Gayi, pour seulement 11 ménages sur les 20 non-utilisateurs, on ne peut pas expliquer leur réserve envers le système solaire par une trop grande distance aux bornes-fontaines. De la même façon, pour seulement 7 ménages sur les 21 non-utilisateurs à Gueskéro la distance ne semble pas le facteur explicatif de leur réserve envers la borne-fontaine.

### Les dépenses pour l'eau

Le tableau 8 présente, pour les quatre centres, le nombre de litres d'eau achetés aux porteurs d'eau, le nombre total de litres achetés et les sommes moyennes dépensées pour l'eau par personne dans chaque groupe social.

Il ressort que les porteurs d'eau jouent un rôle important, particulièrement à Bandé mais aussi à Gayi. A Bandé, même le groupe 1 achète 12 litres d'eau par personne chez les porteurs, tandis qu'à Gayi ce groupe leur achète en moyenne 6,4 litres d'eau par personne. Pour les

**Tableau 8 : Quantité d'eau achetée et dépenses moyennes pour l'eau par groupes sociaux**

Centre	Porteurs l/p/j	Achetés l/p/j	Dépenses FCFA/p/j
<b>BANDE</b>			
gr.1	12,2	17,9	7,2
gr.2	19,9	24,7	8,0
gr.3	23,0	23,0	13,9
Source : Enquête, Bandé 18.2.91 et 29.5.91			
<b>GAYI</b>			
gr.1	6,4	9,0	3,1
gr.2	19,2	20,2	8,0
gr.3	21,7	28,5	9,5
Source : Enquête, Gayi 12.3.91 et 21.5.91			
<b>BAGARA</b>			
gr.1	2,6	6,7	2,7
gr.2	1,6	16,4	3,5
gr.3	1,8	24,3	4,6
Source : Enquête, Bagara, 25.4.91			
<b>GUESKEROU</b>			
gr.1	0	3,8	0,7
gr.2	3,3	9,9	2,7
gr.3	0,0	21,4	4,6
Source : Enquête, Gueskéro 26.4.91			

groupes 2 et 3 à Bandé et à Gayi, la consommation en eau totale des ménages est presque entièrement fournie par les porteurs d'eau.

A Bandé, les porteurs vont chercher l'eau, soit aux bornes-fontaines (1648 litres parmi les enquêtés), soit aux pompes à main (1674 litres parmi les enquêtés), soit à un degré moindre aux puits (774 litres). Selon les renseignements des villageois, il ne semble pas exister de différences de prix selon l'origine de l'eau.

A Gayi, la plus grande partie de l'eau achetée chez les porteurs provient des pompes à main (1584 litres selon les enquêtés contre 612 litres aux bornes-fontaines). A Gayi également il semble que les porteurs d'eau ne fassent pas de prix différents selon la provenance de l'eau.

A Bagara et Gueskéro, la situation diffère totalement. Dans ces centres, ni les plus pauvres, ni les plus riches n'utilisent fréquemment les porteurs. L'habitude de faire appel aux porteurs d'eau est différente entre les Hausas et les Mangas, mais leur utilisation fréquente à Bandé est aussi due au grand nombre de femmes cloîtrées dans ce centre.

### Conclusions

D'une manière générale, sur les quatre centres analysés, on voit que les plus pauvres utilisent les systèmes solaires moins souvent que les plus favorisés. Cependant, le système de paiement direct aux bornes-fontaines n'empêche pas en général les plus pauvres d'aller y chercher l'eau. Là où l'on observe une faible utilisation des bornes-fontaines, il faut en chercher la cause d'abord dans la

distance entre celles-ci et les habitations, ensuite dans la pauvreté des ménages. A Gueskéro, la faible consommation à la borne-fontaine s'explique surtout par le fait que le quartier Kourabaré où vivent presque 50 % des ménages est éloigné.

Le prix de l'eau habituellement payé joue également un rôle important dans la quantité d'eau consommée aux bornes-fontaines. Là où les porteurs d'eau sont habituellement utilisés, comme à Bandé et dans un degré moindre à Gayi, le prix de 5 FCFA pour deux canaris (0,13 FCFA par litre) à la borne-fontaine ne présente pas un grand handicap même pour les plus pauvres.

### LA POPULATION ET LES PARAMETRES D'ESTIMATION ECONOMIQUE

Y-a-t-il un niveau de population minimum en-deçà duquel l'installation d'un système AEPSS n'est pas rentable ? La méthodologie adoptée met l'accent sur quatre paramètres importants pour l'installation d'une AEPSS : la population, la consommation probable de l'eau aux bornes-fontaines, le nombre de celles-ci et le prix de l'eau imposé.

On a estimé les frais annuels d'une AEPSS à Gueskéro dans différentes conditions : avec une, deux ou trois bornes-fontaines. Suivant la méthodologie adoptée, l'économie du système s'améliore en installant par exemple deux autres bornes-fontaines et sous la condition d'une consommation en eau aux bornes-fontaines de 8 litres par personne et par jour, une condition qui semble raisonnable en considérant qu'avec trois bornes-fontaines le centre aura 163 personnes par point d'eau.

Cependant, même si la rentabilité s'améliore, les recettes n'arriveraient pas à couvrir les coûts. Même si la consommation en eau passait à 9 ou 10 litres par personne et par jour, le système n'arriverait pas à couvrir ses coûts. Par contre, si on imposait un prix de 0,25 FCFA par litre, au lieu de 0,14 FCFA comme celui qu'on a utilisé, et en conservant la situation actuelle, le système serait équilibré pour une consommation de 8 litres par personne et par jour. Pourtant à Gueskéro où la tradition des porteurs d'eau n'existe pas et où un marigot est proche du village pendant l'hivernage, il sera impossible de doubler le prix actuel.

La situation de Gueskéro amène donc à la conclusion que la population y est trop peu nombreuse pour soutenir économiquement le système installé dans les conditions actuelles. Elle l'est probablement aussi pour soutenir l'installation de quatre bornes-fontaines puisqu'il y a aussi le marigot, et pour soutenir économiquement un système avec trois bornes-fontaines avec les conditions adoptées dans ce rapport.

Cette conclusion ne veut pas dire qu'une population de 1141 personnes comme à Gueskéro sera toujours trop faible. Dans les centres où on pourrait l'imposer, comme par exemple dans la région nord du département de Zinder où les villageois paient déjà l'eau cher parce que la nappe phréatique est profonde, un prix élevé serait réaliste d'un point de vue économique. Par contre, il faudrait l'expérience du fonctionnement des centres dans les autres régions avant de pouvoir compter sur une consommation supérieure à 10 litres par personne et par jour.

Dans le tableau 9, a été estimée la population nécessaire pour soutenir économiquement un système AEPSS avec quatre bornes-fontaines. Les frais annuels ont été estimés avec les salaires moyens payés par litre vendu dans les systèmes déjà en fonctionnement. La déviation standard des salaires est 1.380 FCFA/litre/mois (voir tableau 2). De ce fait, il y a une variation potentielle de +349 personnes pour un prix de 0,13 FCFA par litre et une variation de +181 personnes pour un prix de 0,25 FCFA par litre.

Ce tableau montre donc qu'avec une consommation de l'ordre de 8-10 litres par personne et par jour et un prix de 0,13 FCFA du litre comme dans la plupart des installations en fonctionnement, l'équilibre financier de l'AEPSS est atteint avec une population minimale de 1504 personnes (1853-349) pour 10 litres consommés par personne et par jour et 1729 personnes (2078-349) pour 8 litres consommés par personne et par jour.

Si le prix du litre d'eau passe à 0,25 FCFA par litre, il faut une population minimale de 931 personnes (1112-181) pour une consommation de 10 litres par personne et par jour et une population minimale de 1048 personnes (1229-181) pour une consommation de 8 litres par personne et par jour.

**Tableau 9 : Population nécessaire pour soutenir un système AEPSS avec 4 BF à un prix de 0,13 F/CFA (125 F/CFA/m<sup>3</sup>) et de 0,25 F/CFA par litre (250 F/CFA/m<sup>3</sup>).**

Consommation l/p/j	Frais annuels A 0,13 FCFA/L	Pop. nécessaire à 0,13 FCFA/L nombre personnes	Frais annuels à 0,25 FCFA/L	Pop. nécessaire à 0,25 FCFA/L nombre personnes
6 litres	698467	2453	779888	1424
8 litres	788923	2078	897470	1229
10 litres	879379	1853	1015062	1112
12 litres	969834	1703	1132654	1034
14 litres	1060290	1596	1250271	979

## CONCLUSIONS GENERALES ET RECOMMANDATIONS

### La rentabilité globale des installations

Même si la consommation en eau des bornes-fontaines des AEPSS (Adduction d'Eau Potable Simplifiée par Système Solaire) est plus basse que celle prévue dans les études de faisabilité du Projet danois, la rentabilité de la plupart des 7 centres des départements de Zinder et de Diffa étudiés ci-dessus est presque assurée. Trois des 7 centres couvrent à 90 % les frais annuels potentiels. Ce niveau a été jugé satisfaisant, même si le bilan n'est pas encore tout à fait équilibré, du fait que l'estimation des frais annuels inclut des prévisions importantes pour l'entretien et le remplacement des matériels essentiels.

En effet l'estimation économique révisée insiste plutôt sur l'importance de l'entretien que sur le remplacement total des systèmes. Par rapport aux études de faisabilité, les réserves prévues pour l'amortissement des systèmes ont été réduites pour inclure uniquement celles demandées par la fourniture des pièces de rechange au cours des 15 premières années de fonctionnement. Le remplacement des installations plus durables comme le château d'eau, le réseau de distribution et la tête du forage n'ont pas été pris en compte dans le calcul des provisions nécessaires parce qu'il s'agit d'installations qui ne seront pas entièrement remplacées par les villageois, mais seulement réparées de temps en temps.

Deux des 7 centres, équipés par deux systèmes AEPSS, présentent un bilan financier moins satisfaisant puisque seulement 80 à 84 % des frais potentiels annuels sont couverts par les recettes de la vente de l'eau. Dans un de ces centres, il y a cependant possibilité d'améliorer ce bilan puisque le prix de l'eau y est le plus bas parmi les 7 centres. D'une manière générale, dans la plupart des centres, la rentabilité est presque assurée malgré la concurrence avec d'autres formes d'approvisionnement en eau.

C'est seulement dans le centre de Gueskérou que la situation financière est grave. L'analyse a montré que n'y avoir installé qu'une seule borne-fontaine a entraîné un mauvais bilan d'exploitation des installations. Le plus grand quartier du centre a, en effet, été exclu de l'exploitation puisqu'il est éloigné d'un kilomètre de la borne-fontaine. L'analyse a montré aussi qu'il serait possible d'améliorer le bilan de l'AEPSS de Gueskérou par l'installation d'une ou deux bornes-fontaines supplémentaires. Néanmoins, malgré cela, les recettes annuelles ne pourraient couvrir les frais à Gueskérou. D'après l'expérience actuelle, la population y est trop réduite pour financer une AEPSS.

Les villageois pauvres dans les centres analysés utilisent les systèmes solaires à un degré moindre que ceux qui sont plus aisés. Cette conclusion n'est guère étonnante. Mais un fait plus important montré par l'analyse est que les plus pauvres ne sont nullement exclus de l'utilisation de l'eau aux bornes-fontaines. D'une manière générale, dans les centres des départements de Zinder et Diffa, une grande partie des ménages, même parmi les plus pauvres, est habituée à payer l'eau plus cher chez les porteurs d'eau qu'aux bornes-fontaines. L'utilisation particulièrement faible des AEPSS par les personnes les plus pauvres et très pauvres à Gayi et Gueskérou, est sans doute due plus à la distance entre les bornes-fontaines et les habitations qu'à des considérations économiques.

Les plus pauvres apprécient donc aussi les systèmes solaires et les utilisent quand ils ont assez d'argent. Pourtant il faut constater qu'au moins 30 à 50 % de la population dans chacun des centres étudiés utilisent irrégulièrement les bornes-fontaines.

En considérant la consommation actuelle des centres et avec la méthodologie d'estimation économique proposée, l'analyse a montré que, pour équilibrer une AEPSS avec quatre bornes-fontaines fonctionnant sous les mêmes conditions que celles des centres étudiés, il faut une population de 1500 personnes au moins. Si on reste en deçà de ce chiffre, il faut imposer soit un prix plus élevé pour l'eau, soit une autre structure pour les salaires des distributeurs d'eau.

### Recommandations

En ce qui concerne les centres actuels :

L'installation de 2 bornes-fontaines supplémentaires a déjà été entreprise à Gueskérou en juillet 1991. A Yekoua, il faut considérer la possibilité d'augmenter le tarif effectif de l'eau. Dans les autres centres on ne propose aucune modification même si leur bilan n'est pas tout à fait équilibré. Il faut reconnaître qu'actuellement ces centres ont seulement fonctionné pendant une période maximale de trois ans. Il y a donc encore des expériences à faire, et il est possible que les prévisions pour entretien proposées ici soient surestimées.

En ce qui concerne les nouveaux centres, on recommande :

- i) de ne pas dépasser la limite inférieure de 1500 personnes par centre là où l'on a une importante concurrence avec des sources d'eau alternatives.
- ii) en général, dans la phase de conception du système, d'essayer toujours de maximiser le nombre des bornes-fontaines afin de réduire la distance

entre les ménages et les points d'eau. On pourra ainsi augmenter la consommation en eau aux points d'eau les plus propres.

Dans la méthodologie proposée, des bornes-fontaines supplémentaires n'alourdissent pas le budget des AEPSS et elles sont faciles à fermer si leurs recettes ne réussissent pas à couvrir les salaires des fontainiers.

iii) dans les régions nouvelles où le prix de l'eau habituellement payé est plus élevé que celui payé dans plusieurs des centres actuels, il est possible d'envisager l'augmentation du prix fixé aux bornes-fontaines. Un prix plus élevé permettrait de diminuer la limite de 1500 personnes pour la population qui rend rentable une AEPSS.

Pour les études de faisabilité futures, on recommande :

- i) pour l'estimation économique, de suivre les principes utilisés dans ce rapport, c'est-à-dire de mettre en relief l'entretien plutôt que l'amortissement total et de considérer la viabilité économique avec une perspective à 15 ans plutôt qu'à 30.
- ii) d'étudier les paramètres suivants : a) la population totale et par quartier, b) le nombre de points d'eau par quartier, c) la consommation domestique actuelle par les hommes et les animaux, d) la consommation probable par personne aux bornes-fontaines, et e) le prix par litre d'eau qu'il est possible d'imposer pour l'AEPSS.
- iii) d'essayer, dans l'étude de faisabilité, d'établir des relations entre la localisation des bornes-fontaines et les paramètres socio-économiques et techniques : population par quartier, localisation des autres points d'eau et localisation des pauvres.

# MAUVAISES PREVISIONS DE LA PARTICIPATION DE LA MAIN-D'OEUVRE A LA CONSTRUCTION DES DIGUES FILTRANTES AU BURKINA FASO

J.C. VLAAR (1), M.B. BRASSEUR (2)

---

## RESUME

L'étude de la participation de la main-d'oeuvre à la construction des digues filtrantes pour la Conservation des Eaux et des Sols afin d'accroître la production agricole dans la province du Bam (Burkina Faso) a révélé une diminution progressive de la participation au niveau des villages, malgré les avantages importants apportés par les ouvrages terminés. Cette diminution a été due principalement au fait que tous les participants n'ont pu bénéficier pour eux-mêmes d'une telle digue à cause des contraintes relatives aux droits fonciers et des possibilités limitées pour un individu de mobiliser de la main-d'oeuvre. Les projets de développement peuvent stimuler une participation accrue de la main-d'oeuvre en organisant la coopération à plus petite échelle (c'est-à-dire au niveau d'une partie du village, du «quartier», au lieu du village dans son ensemble) ou probablement avec plus de succès en mettant les moyens du projet à la disposition des paysans individuels pour leur permettre de mobiliser de la main-d'oeuvre pour la construction de digues filtrantes sur leurs propres parcelles.

**Mots-clés :** Afrique ; Burkina Faso ; Conservation des Eaux et des Sols ; Amélioration des terres ; Réforme agraire ; Digues filtrantes ; Participation ; Organisation des paysans ; Evaluation de l'intervention d'un Projet ; Recherche socio-économique.

---

## ABSTRACT

Study of the labour participation in constructing permeable infiltration dams for soil and water conservation to increase agricultural production in the Province of Bam, Burkina Faso, revealed a progressive decline in cooperation at the village level, despite the high profitability of the completed structures. This decline was mainly because not all the participating people could obtain such a dam for themselves due to constraints in rights to land and limited possibilities for an individual to mobilize labour. Development agencies can stimulate better labour participation by organizing cooperation on a smaller scale (i.e. village section or «quartier», instead of village) or, probably with more success, by putting project means at the disposal of individual farmers, to enable them to mobilize labour for constructing permeable infiltration dams on their own plots.

**Key Words :** Africa, Burkina Faso, Soil and water conservation, Land improvement, Land reform, Permeable infiltration dams, Participation, Farmers organization, Project intervention evaluation, Socioeconomic research.

**N.B. :** Article publié dans «Land Degradation and Rehabilitation» - Vol. 2, p. 301-305 (1990).

---

(1) Département d'Irrigation et de Conservation des Eaux et des Sols, Université d'Agriculture de Wageningen, Nieuwe Kanaal II, 6709 PA Wageningen, Pays-Bas.

(2) Centre pour le Développement des Services de Coopération, Université Libre d'Amsterdam, POB 7161, 1007 MC, Amsterdam, Pays-Bas.

## INTRODUCTION

En 1989, le CIEH<sup>(1)</sup> et l'UAW<sup>(2)</sup>, en liaison avec l'AFVP<sup>(3)</sup>, ont étudié les aspects socio-économiques de la construction et de la maintenance des digues filtrantes mises en place pour la Conservation des Eaux et des Sols. La recherche a été menée dans quatre villages de la Province du Bam, sur le Plateau Central du Burkina Faso. Elle a révélé que la participation villageoise à la construction de ces digues diminuait très rapidement après les premiers engagements. Il y avait une baisse graduelle du nombre de villageois qui participaient effectivement aux activités de construction ; de moins en moins de personnes se présentaient pour participer à la construction des digues ; le nombre de requêtes soumises aux bailleurs de fonds par les villageois pour la construction de digues sur leurs parcelles diminuait aussi ; l'entretien et la réparation des digues étaient négligés dans de nombreux cas. Sur la base de ces observations, les questions suivantes ont été formulées pour une étude ultérieure :

1. Pourquoi est-il devenu de plus en plus difficile pour les membres du groupe-cible de fournir de la main-d'œuvre pour la construction des digues, ce qui s'est traduit par une diminution du nombre d'ouvrages terminés ?

2. Quelles adaptations de la stratégie du Projet (relatives en particulier aux relations entre le Projet et le groupe-cible) pourraient réduire le problème de la participation de la main-d'œuvre ?

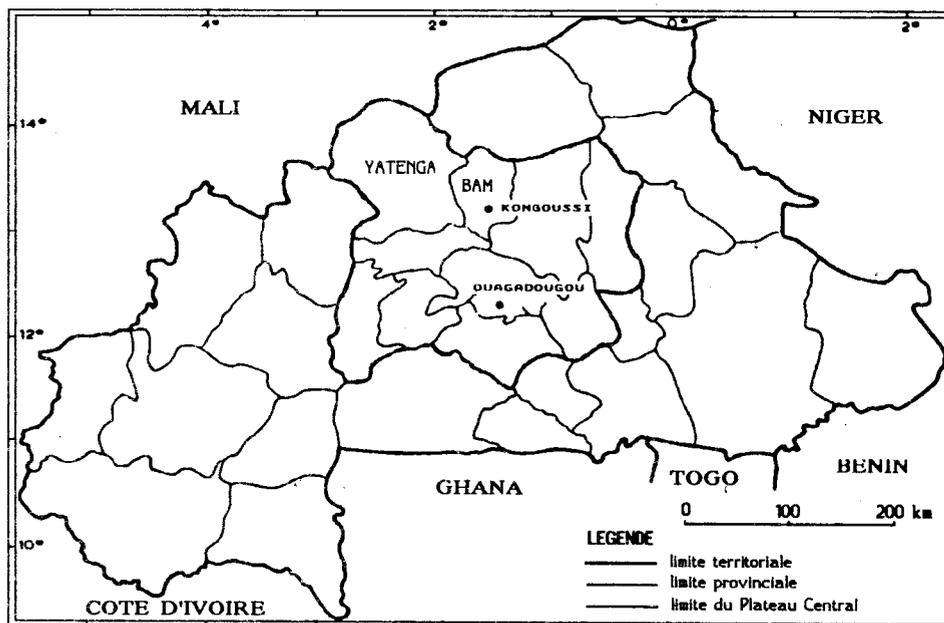
Cet article tente de répondre à ces questions.

## LA ZONE D'ETUDE ET LES TECHNIQUES UTILISEES

### La zone d'étude

La zone d'étude est située dans la partie sud de la Province du Bam, près de la ville de Kongoussi, et constitue une partie du Plateau Central du Burkina Faso, ou Plateau Mossi (voir figure 1). Le climat est caractérisé par une longue période sèche de novembre à mai et une saison pluvieuse de juin à octobre, pendant laquelle on cultive. Les précipitations totales pendant la saison culturale varient entre 400 et 900 mm avec une moyenne de 550 à 600 mm, calculée sur les quinze dernières années. La zone d'étude est relativement densément peuplée, avec plus de 50 habitants au km<sup>2</sup>, et «surexploitée», ce qui, combiné avec l'apparition régulière de sécheresses depuis 1973, a conduit à la dégrada-

Figure 1 : carte du Burkina Faso



(1) CIEH : Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques, 01 BP. 369 Ouagadougou, Burkina Faso.

(2) UAW : Université Agronomique de Wageningen. Département Irrigation et Conservation des Eaux et des Sols, Nieuwe Kanaal 11, 6709 PA, Wageningen, Pays-Bas.

(3) AFVP : Association Française des Volontaires du Progrès, 01 BP. 947, Ouagadougou, Burkina Faso.

tion des ressources naturelles. De plus en plus de terres marginales sont mises en culture. Le système traditionnel de rotation des cultures se transforme progressivement en un système plus permanent, du fait d'une diminution des périodes de jachère, diminution à laquelle le système cultural n'est pas préparé. Le résultat en est l'épuisement croissant du sol et l'érosion des terres. Les techniques traditionnelles de Conservation des Eaux et des Sols, CES, telles que les alignements de pierres et les bandes enherbées ne sont pas suffisamment utilisées et sont inadaptées pour réduire l'extension de l'érosion en cours. C'est pour cela que les Projets de développement introduisent et appuient de nouvelles techniques de CES, telles que les digues filtrantes qui sont traitées dans le présent article.

Tout en essayant d'empêcher une plus grande dégradation des terres, les organismes de développement qui interviennent dans la Province du Bam, tels que l'AFVP (Projet Rissiam) et le Projet PATECORE (Projet d'Aménagement des Terroirs et de Conservation des Ressources Ecologiques), visent aussi à accroître les revenus que les paysans tirent de l'agriculture.

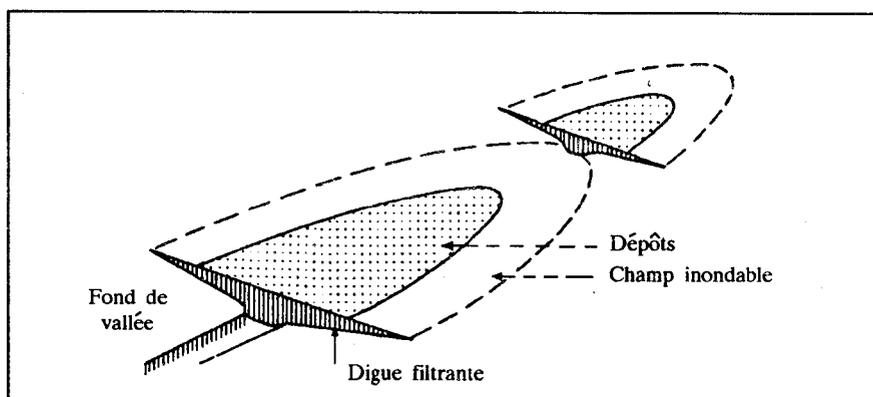
Les céréales cultivées dans la zone d'étude sont principalement le mil, le sorgho et le maïs destinés à l'auto-consommation. L'arachide et le coton sont produits à très petite échelle, comme cultures de rente et pendant la saison sèche, les paysans pratiquent un peu la culture irriguée, en particulier des légumes (haricots verts et oignons) autour du lac de Bam. Les traits caractéristiques des champs de la zone d'étude sont leur petite dimension et leur faible niveau de mécanisation : la plupart des terres sont cultivées à la main. Les autres sources de revenus de la population sont l'émigration temporaire à la ville ou à l'étranger pour chercher du travail et, sur le plan local, l'orpaillage. Il y a aussi le petit commerce des produits agricoles, pratiqué principalement par les femmes.

## Les digues filtrantes

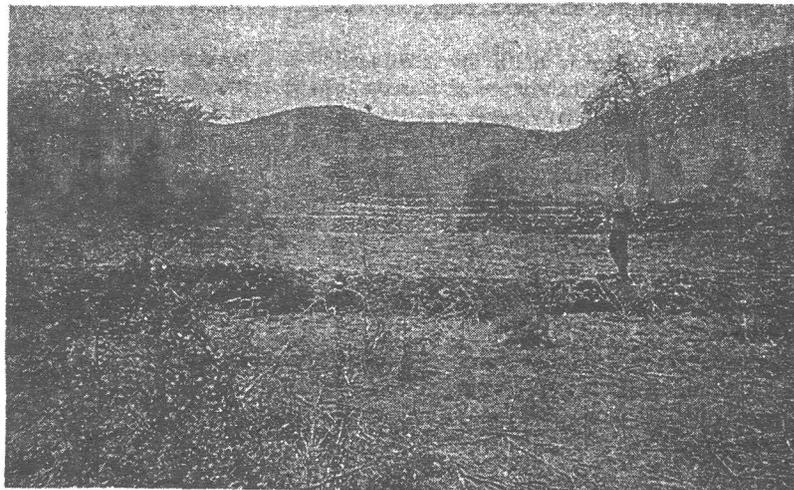
Les premières diguettes de pierres construites dans la zone en 1981 étaient initialement destinées à arrêter l'érosion en ravines et à protéger les infrastructures telles que les routes, et les champs. Cette technique cependant devint appréciée du fait de son impact positif sur les rendements agricoles, et bientôt les digues filtrantes furent construites spécialement à cet effet. Les digues sont de simples structures en pierres libres, construites dans les bas-fonds (voir figures 2 et 3). Elles peuvent atteindre deux mètres de hauteur et être longues de plusieurs centaines de mètres, selon la largeur du bas-fond. Elles sont construites pour ralentir et provoquer l'étalement de l'eau qui ruisselle pendant et immédiatement après les fortes pluies. Construites en travers des bas-fonds, les digues permettent non seulement une plus grande infiltration de l'eau, mais aussi le dépôt de matières minérale et organique dans la zone en amont de l'ouvrage. Du fait que cette zone en amont bénéficie d'un apport plus grand d'eau et de nutriments, il y a un accroissement considérable des rendements de sorgho cultivé à cet endroit. Cet accroissement peut atteindre, selon le volume de précipitations, 0,5 à 1,5 tonne de grain par hectare. De plus, en année sèche les rendements sont moins affectés que sur les champs sans digues (VLAAR et WESSELINK, 1990). Ces effets bénéfiques sont confirmés par la présente étude, bien qu'il soit apparu que dans certains cas, il n'a pas été fait mention de meilleurs rendements en amont des digues en 1988, une année de précipitations relativement élevées.

Du fait que les paysans espèrent de bons rendements sur les sols de bas-fonds, spécialement en années sèches, ils préfèrent construire des ouvrages de CES dans le bas-fond plutôt que sur les versants. Et cela malgré le fait que les sols de bas-fonds sont déjà plus productifs et aussi moins menacés que ceux des versants. Pour une

Figure 2 : digues filtrantes dans le fond de vallée



**Figure 3 :** Succession de digues filtrantes (relativement petites) dans un bas-fond du village de Rouko, à 15 km au sud-ouest de Kongoussi, pendant la saison sèche de 1988. Le relief du site est relativement accidenté avec une grande quantité de pierres disponibles. Le couvert végétal est typique de la région. L'ouvrage a été réalisé avec l'AFVP.



même surface traitée, l'investissement en main-d'oeuvre pour la construction des digues filtrantes est considérablement plus élevé que pour la construction des cordons de pierres sur les versants. Selon les résultats de la présente étude, entre 200 et 300 hommes-jours ont été investis dans la construction d'une digue pour 1 hectare d'une zone de bas-fond, alors que la construction des cordons de pierres nécessite entre 80 et 160 hommes-jours par ha. Dans les deux cas, un camion est utilisé pour le transport des pierres (voir figure 4). Il apparaît que dans la plupart des cas, le rapport coût/bénéfice pour le paysan (c'est-à-dire l'accroissement de rendement par jour de travail investi) est en faveur des digues filtrantes (VLAAR, sous presse). Pour le bailleur de fonds, le coût de construction d'une digue se situe entre 50.000 et 150.000 F CFA/ha (200 à 600 U.S.\$ par ha), si tous les coûts sont pris en charge par le Projet, exception faite du coût de la main-d'oeuvre fournie par la population.

#### LA METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Les aspects socio-économiques de la construction et de la maintenance des digues filtrantes ont été étudiés d'avril à juillet 1989. L'étude comprenait : une étude de terrain, des interviews dirigées et des observations sur le terrain. Le travail de terrain a été mené par Madame M.B. BRASSER. Les hypothèses de recherche suivantes ont été formulées :

- Quels sont les motifs qui poussent les paysans à solliciter ou non la construction d'une digue filtrante ?
- Dans quelle mesure la position socio-économique, les droits d'usage sur la terre et l'accès à la main-d'oeuvre jouent un rôle restrictif dans la motivation des paysans individuels, hommes ou femmes, pour obtenir une digue filtrante ?

- Que devraient offrir les ONG et les projets gouvernementaux pour encourager la participation des villageois à la construction et la maintenance des digues filtrantes ?

Pour répondre à ces questions, l'étude a été menée dans quatre villages auprès de paysans qui bénéficiaient d'une digue filtrante (nombre de paysans : 20) et d'autres qui n'en bénéficiaient pas (nombre de paysans : 21). Deux de ces villages collaboraient avec le Projet Rissiam et deux avec le Projet PATECORE pour la construction des digues. On a interviewé des paysans ainsi que leurs femmes. De plus, des représentants et des animateurs des deux projets susmentionnés ainsi que plusieurs représentants et «personnes-ressources» des communautés villageoises concernées ont été interrogés. Les interviews et les observations de terrain ont été menées (si nécessaire) avec l'aide d'un interprète local.

Les critères de choix des villages objets de l'étude étaient leurs relations avec l'un des deux projets et leur représentativité sur le plan social et écologique. La taille et les infrastructures des villages retenus sont représentatifs de la société Mossi sur le Plateau Central. Les principales différences écologiques entre les villages sont la quantité et la qualité des terres agricoles et la proportion des terres de bas-fond par rapport à la surface cultivable totale. Comme les digues filtrantes sont construites dans les bas-fonds, le rapport entre terres de bas-fonds et surface cultivable totale joue sur la motivation des paysans à construire des ouvrages de CES. Il y a quelques différences entre les villages sélectionnés mais dans l'ensemble, ils peuvent être considérés comme représentatifs de la zone étudiée.

Dans les quatre villages retenus, les terres de bas-fonds sont aptes à la construction de digues. Le tableau 1

indique le nom des villages étudiés et leur nombre d'habitants, ainsi que le projet avec lequel ils ont collaboré pour la construction des digues filtrantes.

**Tableau 1 : Population des villages sélectionnés et Projet (AFVP ou PATECORE) avec lequel ils collaborent.**

Nom du village	Nombre d'habitants (recensement 1985)	Collaboration avec	
		AFVP	PATECORE
Rissiam	2000	oui	non
Boalin	300	oui	non
Zoura	700	jusqu'en 1988	après 1988
Souryalla	600	non	oui

## LA POLITIQUE DES PROJETS

La politique des deux organismes, l'AFVP et le PATECORE, est basée sur le principe selon lequel la main-d'oeuvre pour la construction de digues filtrantes devrait être fournie par les paysans sans paiement de salaires, ni fourniture de nourriture ou autre de la part du projet. La philosophie qui sous-tendait ce principe était que si les gens concernés participaient eux-mêmes à la construction des ouvrages, ils seraient plus motivés pour les utiliser correctement et assurer leur entretien. On supposait que les bénéfices obtenus compenseraient largement l'investissement (en main-d'oeuvre). C'est pour cette raison que l'on a insisté sur le fait que la participation de la main-d'oeuvre devait être une contribution des paysans, alors que les investissements en capitaux seraient financés partiellement (AFVP) ou totalement (PATECORE) par le projet.

### Le Projet Rissiam - AFVP

En 1986, après plusieurs années d'expérience en matière de construction de digues filtrantes, l'AFVP commença à intervenir dans la région de Rissiam, en lançant le Projet Dignes Filtrantes Rissiam (le Projet Rissiam). L'objectif était de construire 300 digues filtrantes sur une période de trois ans. Chaque digue devait inonder en moyenne 1,0 hectare de terre agricole en amont de l'ouvrage. Plus tard, un autre objectif fut ajouté : construire de plus petits ouvrages, tels que les cordons pierreux sur les parcelles situées sur les versants (glacis) des bas-fonds. Parallèlement à ces objectifs techniques, des objectifs concernant l'organisation du Projet ont été formulés. Le Projet, quiconcerne une vingtaine de villages, devait devenir autonome sur le plan organisationnel et financier et devait prendre le statut de coopérative après une période de trois ans. C'est dans ce but qu'au début de la phase préparatoire en 1986, le Projet créa un fonds qui devait financer, pendant la phase où serait mise en place la coopérative (1990 à 1993), le salaire de l'animateur et les frais du camion. Le fonds devait être approvisionné par les contributions à payer par les villageois pour l'utilisation du camion du Projet (un camion de dix tonnes). Le fonds est sous le contrôle d'un Conseil d'Administration

composé d'un Bureau de neuf membres représentant les différents villages rattachés au Projet, le Volontaire Français de l'AFVP, l'animateur du Projet et trois représentants officiels des services provinciaux. En plus du contrôle du fonds, le Conseil a la tâche de diriger la coopérative durant la deuxième phase (1990-1993).

La procédure mise en place par le Projet pour la construction d'une digue filtrante est la suivante : les communautés villageoises des alentours de Rissiam intéressées par la construction de digues filtrantes ou d'autres ouvrages de CES, doivent adresser une requête écrite afin de bénéficier des services et avantages fournis par le Projet. Avant de donner leur accord, le Bureau, l'animateur et parfois un Volontaire de l'AFVP, organisent une rencontre avec les villageois pendant laquelle ces derniers sont informés des différentes utilisations des digues filtrantes et des cordons pierreux. Les conditions et la politique du Projet sont également débattus. Si la communauté villageoise y adhère, on lui demande de payer au Bureau un droit d'inscription non remboursable de 2.000 FCFA (8,0 \$US). Puis trois villageois sont désignés par la communauté. Ils sont chargés de tâches administratives légères liées à l'utilisation des services et avantages qu'offre le Projet et assument la responsabilité des activités menées sur le chantier. Le camion du Projet, le chauffeur et trois charrettes asines à deux roues sont mis à la disposition de la communauté. Ils restent cependant à Rissiam, où est basé le Projet. Au village, sont entreposés un niveau à eau simple, une brouette, quelques pelles, leviers, pioches et masses. Les outils sont destinés à faciliter le ramassage des pierres. Quand le village a officiellement adhéré au Projet, les villageois peuvent, en groupes ou individuellement, demander à utiliser le camion pour la construction d'une digue filtrante. Les détails de l'organisation pratique sont laissés aux villageois avec pour résultat que certains problèmes découlant de l'hétérogénéité sociale de la communauté ne sont pas débattus au niveau du Projet. Chaque ouvrage prévu est implanté à l'aide d'un niveau à eau par un formateur villageois, qui assiste l'animateur du Projet, afin de déterminer les courbes de niveau. Le Projet a assuré la formation de six formateurs villageois, chacun prenant en charge trois villages. Après le repérage des courbes de niveau, un jour est fixé en accord avec le bénéficiaire (ou les bénéficiaires) pour la venue du camion du Projet qui transportera les pierres pour la digue. Le bénéficiaire doit veiller à ce que le ramassage des pierres soit fait à temps et qu'elles soient empilées en gros tas. Le transport terminé, il doit, avec l'aide d'autres personnes si nécessaire, placer les pierres de la digue selon les courbes de niveau repérées. Les formateurs villageois et souvent aussi l'animateur sont présents sur le site et peuvent être consultés. Mis à part la fourniture d'une main d'oeuvre suffisante, chaque bénéficiaire est tenu de payer en nature un certain montant (cotisation) pour compenser les coûts entraînés par l'usage du camion (pour chaque jour d'utilisation du camion, 200 kg de sorgho ou de mil doivent être payés au Projet. Cette cotisation est payable sur une période de quatre ans). Le produit des cotisations en grain est versé dans le fonds

précédemment décrit. A la place du camion, une charrette asine peut être utilisée pour le transport des pierres. Cette charrette peut être louée pour 200 FCFA par jour (c'est-à-dire 0,8 \$US) sans conditions spéciales. Une brouette peut être louée pour 35 FCFA par jour (0,14 \$US). Le montant de la location de la charrette asine et de la brouette est collecté par l'un des responsables des trois villages et est réservé à l'achat par le Projet de nouvelles charrettes et brouettes en remplacement de celles hors d'usage. Quand des travaux d'entretien ou des réparations des digues filtrantes apparaissent nécessaires, et que le camion ou la charrette doivent être utilisés pour le transport des pierres supplémentaires, le Projet applique la même procédure que pendant la construction.

### Le Projet PATECORE

Le Projet PATECORE a été lancé en avril 1988, à la suite d'une étude menée dans la région de Kongoussi, et fait partie du Programme de Recherche intitulé «Programme Allemand au CILSS» (CILSS : Comité Inter-état pour la Lutte contre la Sécheresse au Sahel). Les objectifs du Projet sont l'accroissement des rendements céréaliers et l'augmentation de la production sylvo-pastorale. Le projet vise à élever le niveau d'autosuffisance alimentaire et à améliorer la position socio-économique de la femme. En pratique la priorité est donnée à la construction de digues filtrantes et, dans une moindre mesure, à la reforestation, l'amélioration de la gestion des pâturages, l'intensification de l'agriculture ainsi que le développement d'activités génératrices de revenus ou allégeant leurs tâches pour les femmes. Le but du Projet est de mettre en place une structure institutionnelle gouvernementale dans laquelle le pouvoir exécutif serait transféré à deux importants services gouvernementaux au niveau de la province, à savoir le Centre Régional de Promotion Agropastoral (CRPA) et la Direction Provinciale de l'Environnement et du Tourisme (DPET). Le Projet n'apportera à terme qu'un appui technique et matériel.

En ce qui concerne les digues filtrantes, le Projet PATECORE diffère du Projet Rissiam sur certains aspects. Tout d'abord, aucun droit d'inscription n'est exigé lorsqu'une communauté villageoise souhaite bénéficier des services et avantages qu'offre le Projet. Le Projet n'a pas un seul, mais trois camions à sa disposition. C'est pourquoi plus de cinquante communautés villageoises ont d'ores et déjà rejoint le Projet. Cependant, le Projet n'a

pas de charrettes asines à louer aux villages. De plus, avant que l'accord pour une aide à la construction d'une digue ne soit donné, les animateurs des deux services provinciaux mentionnés plus haut, souvent assistés d'un spécialiste européen du Projet, mènent une étude avec les représentants de la communauté villageoise intéressée. Sur la base des souhaits exprimés par les villageois et des critères techniques retenus, cette étude détermine où doivent être construits les premiers ouvrages et quelles parcelles bénéficieront d'une digue filtrante ou d'ouvrages plus petits par la suite. Ce sont les animateurs du CRPA qui implantent les ouvrages ; cependant le projet vise à former sur place des animateurs villageois pour prendre en charge ce travail à long terme. La procédure à suivre pour la construction et la réparation des ouvrages impliquant l'utilisation d'un camion est identique à celle du Projet Rissiam, à ceci près que le Projet PATECORE n'exige pas de contribution de la part des bénéficiaires, ni de frais de location pour l'utilisation des brouettes. Le camion ne peut cependant être utilisé qu'à condition que le volume de pierres à transporter et préalablement empilées représente au moins dix voyages. Cette condition est exigée afin d'obtenir le meilleur rendement possible des camions. Comme le Projet Rissiam, le Projet PATECORE laisse le choix de leurs représentants et l'organisation effective des travaux entièrement à la charge des communautés villageoises.

### LE DECLIN DE LA PARTICIPATION DE LA MAIN-D'OEUVRE APRES LES PREMIERES INTERVENTIONS

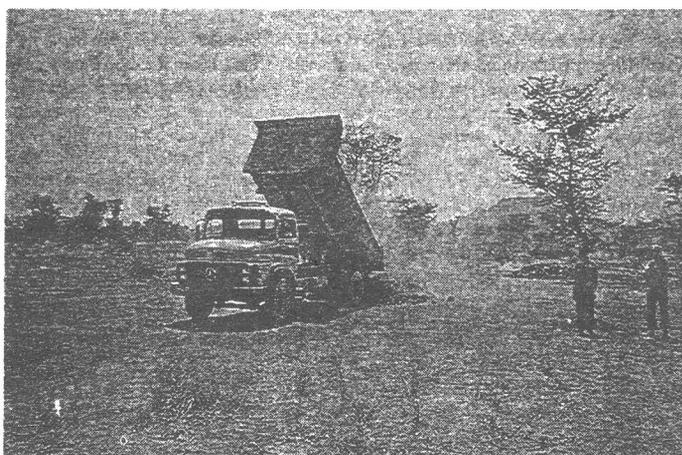
#### Rissiam

En 1981, la première digue filtrante fut construite à Rissiam avec l'assistance du Projet Petits Barrages, un projet de l'AFVP portant sur la construction de digues. Les habitants de Rissiam avaient demandé à l'équipe du Projet un ouvrage comparable aux digues habituelles mais capable aussi d'arrêter la ravine qui menaçait une route importante au centre du village. Afin de répondre à cette requête, le Volontaire qui travaillait alors pour le Projet, décida de construire une «digue filtrante» bien que ce terme n'existât pas alors. Quand on constata que l'ouvrage avait un effet bénéfique sur les rendements céréaliers du champ avoisinant, une seconde digue fut exécutée en 1982, mais cette fois-ci dans le but précis d'améliorer les cultures. Jusqu'en 1986, plusieurs digues

**Tableau 2 : Nombre de digues filtrantes construites annuellement à Rissiam, Boalin, Zoura et Souryalla entre 1981 et 1989**

Année :	81-82	82-83	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89
Rissiam	1	3	5	7	4	16	14	2
Boalin		1	2	2	1	1	6	0
Zoura					2	1	3	

**Figure 4 :** *Camion déposant des pierres pour la construction d'une digue filtrante. Photo prise dans un village à 10 km à l'est de Kongoussi pendant la saison sèche 1989. Le bas-fond est relativement large (plus de 200 m) et les pierres sont transportées sur une distance d'environ 3 km jusqu'au site (Projet PATECORE).*



furent construites chaque année avec l'assistance du Projet à différents emplacements à Rissiam et Boalin (voir tableau 2).

Différents témoignages rapportent qu'il y avait une main-d'oeuvre abondante pour participer au ramassage des pierres et au chargement du camion pour les premières digues à Rissiam et Boalin et que celles-ci étaient construites par une grande partie des villageois. Progressivement, il s'en présentait moins sur les chantiers pour la construction des digues qui suivirent les premières, bien qu'il y eût encore une main-d'oeuvre suffisante. Cependant, quand le Projet Rissiam démarra en 1986 et qu'il fallut répondre à d'autres demandes, des problèmes apparurent pour la mobilisation d'une main-d'oeuvre suffisante. Néanmoins, près de vingt ouvrages furent réalisés avec le camion pendant les deux premières saisons (voir figure 4). On doit noter cependant qu'environ un tiers de ces digues étaient relativement petites (30 à 50 m). De plus, bon nombre de bénéficiaires avaient déjà des digues filtrantes qu'ils avaient construites eux-mêmes. Le nombre de nouveaux bénéficiaires n'avait donc pas augmenté autant qu'on aurait pu le supposer au vu du nombre de nouvelles digues. Entre 1988 et 1989, le nombre de digues filtrantes réalisées tomba à deux (voir tableau II). De plus, quand les ouvrages existants eurent besoin de réparations importantes, il devint de plus en plus difficile de mobiliser de la main-d'oeuvre.

#### **Boalin**

Le succès initial à Rissiam a conduit à la construction de digues filtrantes à Boalin, situé à deux kilomètres plus au sud. Là aussi, les ouvrages étaient réalisés en collaboration avec le Projet Petits Barrages. Les premières digues construites en 1982, desservaient les parcelles de plusieurs paysans à la fois. Plus tard, des paysans construisirent de nombreuses digues, au seul bénéfice de leurs parcelles personnelles. Bien que le rythme auquel les digues étaient faites ne fût pas aussi élevé qu'à Rissiam

(qui est plus étendu), plusieurs digues filtrantes étaient réalisées chaque année. A Boalin aussi, l'enthousiasme des villageois pour participer à la construction retomba considérablement après 1986 (quand le Projet Rissiam démarra). Un nombre relativement élevé de digues a été encore construit, mais par moins de gens, pendant la saison 87-88. Comme ce fut le cas à Rissiam, de nombreux bénéficiaires avaient déjà construit une autre digue sur leurs parcelles à l'aide du camion. Cependant, pendant la saison 88-89, le nombre de demandes pour l'utilisation du camion tomba à zéro. Dans le même temps, l'entretien était largement négligé et les ouvrages qui avaient été sérieusement endommagés ne furent pas réparés.

#### **Zoura**

Initialement, Zoura avait pris des dispositions pour construire des digues filtrantes en collaboration avec une ONG de développement appelée «6S», qui lui conseilla par la suite de rejoindre le Projet Rissiam. Avec l'assistance de ce dernier, la première digue fut terminée en 1986. Elle devait tout d'abord empêcher la route menant à Kaya, qui est aussi la route d'accès à Zoura, d'être emportée par une large ravine. De plus, elle protégeait un champ collectif du village de Zoura contre l'érosion provoquée par cette ravine. Deux autres digues importantes furent construites la même année (1986) et la saison suivante ; elles furent implantées sur des parcelles qui étaient traversées, ou menacées de l'être, par deux larges ravines. Beaucoup de gens bénéficièrent de ces ouvrages. Cependant, après ces importants travaux de construction, une seule personne utilisa le camion pour construire deux petites digues dans les derniers mois de la saison 88-89. Après que le Projet Rissiam se fut retiré de Zoura en accord avec le Projet PATECORE qui prit la suite de ses activités, une seule autre requête fut soumise cette saison-là par un paysan qui voulait une digue filtrante sur sa parcelle personnelle. De plus, quand deux grands ouvrages construits pour contrôler une ravine furent sérieusement endommagés durant la saison des pluies 1987-88

(en partie à cause de défauts techniques), les réparations ne furent pas réalisées.

### Souryalla

Durant la saison 87-88, les premières digues filtrantes furent construites dans la région de Souryalla. L'une desservait les champs de deux paysans, l'autre le champ d'un seul paysan. Il y avait beaucoup de main-d'œuvre participant à la construction de ces digues. La saison suivante cependant, l'enthousiasme pour le ramassage des pierres et le chargement du camion était retombé. Néanmoins, entre 1987 et 1988, les villageois réussirent à construire six digues filtrantes. Durant la saison 88-89, le nombre de nouvelles structures tomba à deux. Contrairement aux trois autres villages étudiés, les ouvrages à Souryalla n'avaient pas subi de dégâts jusqu'en 1990.

### RAISONS DU DECLIN DE LA PARTICIPATION DE LA MAIN-D'OEUVRE

Pour mieux comprendre le déclin de la participation des paysans, nous devons examiner pourquoi initialement les villageois manifestaient autant de bonne volonté pour aider à la construction des digues filtrantes. Selon les résultats de l'étude, il apparaît que la grande assiduité initiale des villageois sur les chantiers était liée au fait qu'ils étaient récompensés de leurs efforts. La main d'œuvre mobilisée recevait des repas, non seulement quand elle construisait des ouvrages individuels, mais aussi quand les structures bénéficiaient à tous.

Pendant la période allant de 1982 jusqu'à l'installation du Projet Rissiam en 1986, des repas étaient préparés à Rissiam et Boalin pour être servis à la main-d'œuvre mobilisée sur le chantier (ils étaient composés de cous-cous et de viande de poulet hachée ou de poisson provenant de la Mission Catholique de Kongoussi, qui avait des vivres à sa disposition pour l'aide d'urgence). Du fait de la solide coopération entre la Mission et le Projet Petits Barrages, ceux qui voulaient avoir une digue filtrante pouvaient demander des vivres afin de mobiliser une main-d'œuvre suffisante. A Zoura, la main-d'œuvre mobilisée pour les premiers ouvrages s'était aussi vu offrir des repas. La nourriture provenait des stocks du groupement villageois. Cette organisation, qui est une coopérative villageoise, a été mise en place, comme dans la plupart des villages du Burkina Faso, à la fin des années 1970. Ces structures ont été initiées par le Programme National de Développement Communautaire qui pensait qu'il était nécessaire d'organiser les communautés villageoises afin d'atteindre les objectifs formulés dans son programme. L'un des objectifs les plus importants était de moderniser l'agriculture par le biais de la promotion et de l'appui à la culture attelée et à l'agriculture intensive. (Charlick et Vengroff, 1983. 48-60). A Zoura, les membres du Comité de gestion du groupement villageois avaient accumulé des stocks de vivres provenant de dons alimentaires de divers organismes de développement.

A Souryalla, on ne donna pas de repas lors de la construction des premières digues, mais on en donna plus tard pendant la construction de divers autres ouvrages. Le responsable du projet au niveau villageois avait réussi à obtenir des vivres d'une organisation donatrice appelée Cathwell. Cependant, la fourniture de vivres de la part des projets engagés dans la construction des digues dans les quatre villages cessa. L'AFVP n'autorisa pas les repas gratuits quand le Projet Rissiam démarra. A Rissiam et Boalin, le volontaire de l'AFVP s'opposa aussi aux repas gratuits. A Zoura cependant, des vivres continuèrent à être fournis pendant les activités de construction car personne ne s'y était jamais opposé du fait de l'isolement de ce village, éloigné du centre du Projet basé à Rissiam. Cependant, les distributions de vivres provenant des stocks du groupement villageois s'arrêtèrent quand on construisit des ouvrages au profit d'individus au lieu de la communauté villageoise toute entière (car les stocks appartiennent aux villageois dans leur ensemble et ne peuvent être utilisés lorsque seuls quelques individus bénéficient des ouvrages réalisés). A Souryalla, le responsable fut réprimandé à plusieurs reprises par le Projet PATECORE pour avoir distribué sur le chantier des vivres octroyés par des organismes de développement.

Quand les vivres provenant de dons ne furent plus distribués aux travailleurs dans les quatre villages, la participation des villageois se dégrada peu à peu. A l'exception des villageois de Souryalla, pratiquement personne ne voulait participer à la construction d'une digue filtrante sans que le bénéficiaire lui-même n'offrit un repas pris sur ses réserves personnelles, pendant les activités de construction. Avec cette forme de paiement, un mode traditionnel de coopération utilisé auparavant uniquement dans l'agriculture s'établissait (Kohler, 1971. 106-125). Selon les règles de cette collaboration (sosoaga), un bénéficiaire invite un groupe choisi d'amis, de voisins et quelquefois de relations en dehors de sa concession, pour l'aider dans toutes ou certaines phases de la construction. Le bénéficiaire récompense les efforts de cette bonne volonté à venir l'aider par un repas et de la bière de mil fabriquée à la maison ou une boisson faite d'eau, de farine et de miel. De même, des cigarettes et des noix de cola sont souvent distribuées sur le chantier. Cette façon de mobiliser les gens devint une pratique courante à Rissiam et Boalin à partir de la saison 1986-1987. Cependant, seul un groupe limité de personnes pouvait se permettre de construire une digue filtrante de cette manière. A Souryalla, cette forme de coopération ne dura pas. Après de longues discussions avec l'animateur du projet, les villageois déclarèrent qu'ils préféraient s'organiser entre eux par groupes d'habitants d'une même partie du village (quartier). Selon certaines personnes interviewées à Souryalla, les réserves familiales de nourriture étaient insuffisantes pour permettre la préparation de repas pour une sosoaga. Pour la même raison, la sosoaga ne fut pas un succès à Zoura. Comme alternative à la sosoaga, certains réussirent à s'entendre avec d'autres paysans intéressés par la construction d'une ou plusieurs digues sur leurs champs. Ils rassemblèrent toute la main-d'oeuvre

vre disponible à l'intérieur de leurs propres concessions, évitant ainsi d'avoir à inviter de la main-d'oeuvre extérieure nécessitant la fourniture d'un repas.

Bien que la distribution de nourriture fût d'une importance extrême dans la mobilisation des travailleurs, d'autres attentes les poussaient à se présenter en grand nombre lors de la construction des premières digues. Cela apparut lors d'une étude socio-économique menée dans la région de Rissiam en 1986. Ceux qui participaient à la construction de digues dont ils ne bénéficiaient pas eux-mêmes espéraient être pris en considération pour en obtenir une pour leur propre compte par la suite et être aidés au même titre que les autres (Minoza et al, 1987. 1-11). Le fait que tous les villageois ne puissent bénéficier d'une digue filtrante sur leurs parcelles, n'avait pas été débattu par les responsables du Projet. Pour les premières digues, cette discussion n'était d'ailleurs pas de mise, parce qu'à Rissiam, Boalin et Zoura, celles-ci ont été faites dans l'intérêt de tous les villageois. Par ailleurs, les travailleurs mobilisés dans ces villages étaient récompensés pour leurs efforts par des repas servis sur le chantier. Quand les constructions d'intérêt commun furent terminées et quand, plus tard, les repas gratuits ne furent plus servis, certaines catégories de villageois perdirent toute motivation à se consacrer à la construction d'ouvrages sur la propriété d'autrui. Ils se rendirent compte que leur assiduité ne serait récompensée ni dans l'immédiat ni à long terme par une aide en retour.

Les paysans qui ne participaient plus à la construction à moins d'être invités d'un Sosoaga (pour les raisons mentionnées ci-dessus), étaient ceux qui n'avaient pas de parcelles dans les bas-fonds. En fait, ils ne faisaient pas partie du groupe-cible visé par les activités du Projet. Selon la taille du bas-fond, seule une minorité de la population villageoise y possède des parcelles ou a un droit d'usage sur ses sols riches. La plupart des villageois cultivent leurs céréales sur les sols plus pauvres des versants. Les femmes à qui leurs maris avaient donné une parcelle à cultiver dans le bas-fond ne voulaient souvent pas construire de digues parce qu'elles devaient changer de parcelles tous les quatre ans environ dans le cadre de la rotation des cultures de leur mari. Par ailleurs, du fait de leur statut légal peu élevé et de l'insécurité par rapport à la terre, les femmes Mossi ne sont pas autorisées à construire un ouvrage de leur propre initiative. Néanmoins, un quart des femmes interviewées avaient un droit d'usage sur une parcelle équipée d'un ouvrage de CES. Cependant, ces ouvrages avaient été construits à l'initiative de leur mari ou du propriétaire qui leur avait prêté la terre. Par conséquent, la participation des femmes à la construction des digues destinées à d'autres personnes déclina, du fait de leur faible chance d'obtenir un jour un ouvrage pour elles-mêmes.

Les hommes jeunes formaient une deuxième catégorie de population qui n'avait pas, ou rarement accès aux parcelles dans le bas-fond. L'accès des hommes à la terre est

intimement lié à leur âge. Cela signifie, selon la taille du bas-fond et le nombre d'hommes d'âge mûr ayant droit à l'héritage dans une famille, que les hommes doivent souvent attendre, pour hériter d'une propriété, jusqu'à l'âge de 35 ans environ. C'est pour cette raison en particulier que les jeunes hommes célibataires n'étaient pas, à court terme, intéressés par les digues filtrantes. En effet, les jeunes gens de façon générale, ne s'intéressaient pas à l'agriculture ni à la construction d'ouvrages de CES. Ils préféraient gagner de l'argent ailleurs pendant la saison sèche.

Une troisième catégorie importante d'individus étaient ceux qui avaient peu ou pas d'attentes vis-à-vis des digues filtrantes, du fait qu'ils empruntaient les terres de bas-fond et ne pourraient jamais les avoir en héritage. Ces hommes qui avaient uniquement un droit d'usage n'avaient généralement pas l'autorisation de construire une digue car le propriétaire du terrain emprunté ne pouvait être sûr que le terrain lui serait rendu. Le droit d'usage pourrait se transformer en revendication sur la terre, si les emprunteurs avaient investi sur leur parcelle dans : main-d'oeuvre, nourriture ou cotisations, dans le cadre de la collaboration avec le Projet Rissiam. C'est pour cette raison que les propriétaires de terres prêtent habituellement celles-ci pendant une période de dix ans seulement. L'emprunteur est alors obligé de trouver une autre parcelle. Ces précautions prises par les propriétaires des terres étaient encore plus compréhensibles compte tenu de l'inquiétude suscitée par la Réforme Agraire Foncière (RAF), qui était en passe d'être appliquée au Burkina Faso, car des investissements notables sur un terrain devaient être un élément important dans la détermination du droit de propriété.

Outre le droit de propriété sur les terres de bas-fonds, il est ressorti de l'étude que disposer de main-d'oeuvre est aussi un préalable important pour la réalisation d'une digue filtrante à l'aide d'un camion. Selon la plupart des hommes interviewés (20 sur 27) l'accès à la main-d'oeuvre était fortement déterminé par le fait que le bénéficiaire disposait de vivres suffisantes pour récompenser la main-d'oeuvre mobilisée. Particulièrement vers la fin de la saison sèche, la nourriture pose souvent problème. La moitié des hommes interrogés préférait construire des digues destinées à plusieurs bénéficiaires. Comme les femmes ne peuvent compter que sur l'aide de leur mari, leurs enfants et leurs co-épouses plus jeunes, elles ne peuvent généralement pas mobiliser une main-d'oeuvre suffisante pour la construction des ouvrages de CES. Le groupement féminin ne peut pas résoudre ce problème car le processus d'émancipation de la femme n'est pas encore développé dans cette institution. Un problème d'égale importance pour les femmes est que le temps mis pour la construction d'une digue constitue une perte potentielle de revenus tirés du commerce. De plus pour elles, la participation à la construction des digues constitue un effort physique harassant qui vient en plus des lourdes tâches domestiques quotidiennes. En ce qui concerne les hommes jeunes, même s'ils pouvaient cultiver les

terres de bas-fonds, leur accès à la main-d'oeuvre était plus limité que celui des hommes plus âgés, compte tenu justement de leur âge.

Un autre facteur important pour la mobilisation de la main-d'oeuvre est le rôle joué dans certains villages par les individus qui apparaissaient comme des leaders. A Rissiam, Zoura et Souryalla, certains hommes ayant des qualités de leaders se distinguèrent dans la mobilisation de la main-d'oeuvre pour les travaux de construction. A Boalin, personne ne devint leader, bien que quelques individus ayant une certaine influence assumassent la responsabilité de l'organisation de la main-d'oeuvre. En dehors de cette organisation, ils étaient aussi chargés des relations avec les organismes pour les dons de vivres. Il apparaît cependant que l'enthousiasme des leaders pour mobiliser la main-d'oeuvre diminua de façon significative quand les dons de vivres cessèrent sur les chantiers. De plus, les leaders de Rissiam, Boalin et Zoura avaient déjà réalisé une ou plusieurs digues filtrantes sur leurs propres terres, et n'avaient donc plus d'intérêt personnel à poursuivre la mobilisation de la main-d'oeuvre. Le leader de Souryalla continue encore à travailler avec son groupement villageois, mais il avait pris soin de faire d'abord construire une digue sur ses champs.

Jusque là, nous avons traité uniquement de la participation des villageois aux travaux de construction. Le développement de la coopération ne peut cependant être totalement compris sans que nous portions notre attention sur le rôle joué par les organismes de développement.

L'AFVP et le PATECORE exigeaient des villages intéressés par les activités des projets et non encore liés à l'un d'eux, qu'ils soumettent une demande collective pour les premières constructions. On supposait qu'en exigeant une requête collective, la communauté unirait automatiquement ses efforts à travers le groupement villageois, en particulier pour l'organisation pratique des travaux. On supposait que les membres de la communauté travailleraient ensemble sur la base d'une solidarité mutuelle, ou en d'autres termes, sur la base d'une réciprocité générale : les services rendus par certains villageois à d'autres seraient compensés à un moment donné par des services en retour. Les organismes ne s'étaient pas informés auparavant de la situation réelle, à savoir qu'un village est seulement une entité territoriale et administrative. Selon Marchal (1983 ; 275-277) un village n'est pas une communauté de solidarité basée sur le principe de la réciprocité générale. Il est vrai qu'au niveau du village il y a souvent réciprocité conditionnelle sous forme de nourriture ou d'argent, mais l'esprit communautaire pré-supposé par les organismes se trouve uniquement, et jusqu'à un certain point, au niveau du quartier. Les organismes de développement ne savaient pas que les groupements villageois avaient dégénéré en instruments permettant aux individus d'obtenir des prêts des bailleurs de fonds pour acquérir du bétail ou des équipements agricoles. Par conséquent, lorsque la réciprocité directe

du système de «vivre contre travail» (food-for-work) fut terminée, la collaboration au niveau villageois pour la construction des digues, que l'on supposait traditionnelle, cessa d'exister.

On doit reprocher en partie aux deux projets d'avoir suscité l'espoir qu'une grande partie de la population pourrait obtenir une digue filtrante. Aux réunions d'information dans les villages, il avait été maintes et maintes fois répété qu'en principe chacun pourrait bénéficier d'une digue. Les projets n'avaient pas tenu compte du fait que les villageois sans droit de propriété sur les terres et ayant un accès limité à la main-d'oeuvre seraient automatiquement exclus.

La procédure adoptée par les projets a aussi influencé le processus de collaboration sur le chantier sur un autre aspect. Les premiers ouvrages faisaient l'objet d'une assistance soutenue de la part des projets. Les villageois ne reçurent pas seulement une aide technique, mais de plus on les persuadait de participer à la construction des ouvrages lors de réunions de sensibilisation. Après la construction des premières digues sans que des problèmes particuliers soient apparus, l'attention des projets se reporta sur d'autres communautés villageoises où des digues devaient être introduites. Petit à petit les projets ne portèrent plus d'intérêt particulier à la mobilisation des paysans et ceux-ci perdirent également leur enthousiasme pour participer à la construction de digues bénéficiant à d'autres. De plus, le Projet Rissiam organisa des réunions de sensibilisation pour les paysans uniquement pendant la première saison (86-87), du fait d'un désintérêt de la part des membres du Bureau du Conseil d'Administration, et l'animateur étant surchargé de travail. Pour le Projet PATECORE, le technicien du projet devait superviser plus de cinquante villages, ce qui rendait impossible un suivi prolongé et intensif. Quand il réduisit son assistance à Souryalla et Boalin, il perdit une grande partie de son autorité informelle - en tant qu'Européen - dans ces villages. A travers les interviews de paysans de Souryalla et des responsables des projets impliqués, il apparaît que les animateurs du CRPA qui devaient assurer l'assistance technique ultérieurement dans les villages sous leur responsabilité, n'accomplissaient pas leurs tâches conformément à l'attente.

Comme on l'a indiqué plus haut, la diminution de la main-d'oeuvre affecta aussi l'entretien et la réparation des ouvrages. Il apparaît que d'autres facteurs sont à prendre en compte. La communauté villageoise considérait l'entretien de la digue filtrante comme étant de la responsabilité du seul propriétaire. Souvent, elle n'était pas préparée à participer au ramassage des pierres supplémentaires pour les travaux de réparations, même si cela avait été proposé au moment de la construction. De plus, les paysans se plaignaient du manque de temps pour les réparations nécessaires pendant la saison des pluies. Cela avait pour conséquence que les petits dégâts devenaient plus graves, rendant les réparations plus difficiles. Très

souvent, l'emplacement des digues était choisi en vue d'obtenir un maximum de bénéfices pour les parcelles individuelles (à savoir : sur les limites des parcelles). Cet emplacement était dans de nombreux cas techniquement moins approprié et augmentait le risque de dégâts pour les ouvrages.

Les projets ont négligé de donner les conseils nécessaires pour l'entretien et la réparation des digues. Ils n'ont pas suffisamment souligné l'importance des mesures préventives et de l'entretien auprès des villageois qui étaient rarement formés à la pratique des travaux de réparation.

Bien qu'il ressorte clairement de l'étude que le déclin de la participation de la main-d'oeuvre est dû en grande partie aux facteurs déjà mentionnés, d'autres causes ont pu entrer en jeu. Nous devons tenir compte du fait que les Projets Rissiam et PATECORE n'étaient pas les seuls à développer des activités à haute intensité de main-d'oeuvre ; d'autres programmes menaient aussi de telles activités. Pendant la saison 88-89, une grande partie de la communauté villageoise de Zoura fut complètement prise par la construction d'une école durant deux mois. A la même époque, beaucoup de villageois de Rissiam travaillaient à la construction de latrines. Nous pouvons donc supposer que la construction des digues filtrantes n'était pas considérée à tout moment comme une priorité. L'agriculture irriguée sur les bords du Lac de Bam, et l'orpaillage sur les sites aurifères utilisaient aussi de la main-d'oeuvre. Ces activités peuvent avoir rendu indisponible la main-d'oeuvre pour la construction des digues.

## DISCUSSION

Jusqu'à présent, peu de recherches ont été faites en Afrique de l'Ouest sur la participation des groupes-cibles aux travaux de CES. La littérature disponible dans ce domaine donne très peu d'informations sur les problèmes concernant la participation villageoise.

Marchal (1986) a mené une étude très approfondie du milieu rural dans la province du Yatenga (Burkina Faso) et a fait remarquer que les problèmes d'entretien des ouvrages anti-érosifs (dans ce cas précis, des diguettes en terre) peuvent remonter à la phase de construction. Comme ces ouvrages ont été réalisés par les groupements villageois dont la main-d'oeuvre a été fournie pour les travaux de construction sur des parcelles individuelles, les paysans ne peuvent pas continuer à utiliser la main-d'oeuvre du groupe pour l'entretien des digues après le départ du Projet. Selon Marchal, l'intérêt personnel est un préalable à la participation des villageois. Il ajoute que les structures sociales développées par les actions de coopération telles que les groupements villageois sont générées par celles-ci et ne correspondent donc pas aux structures sociales traditionnelles. Il suggère ensuite de laisser les ouvrages de CES à la charge du saka (quartier) ; celui-ci, étant à la fois une unité territoriale et

sociale, pourrait éviter les problèmes de collaboration. Par rapport à la participation de la main-d'oeuvre, le saka forme, dans une certaine mesure, une unité dont les individus peuvent être mobilisés plus facilement pour l'intérêt commun (Marchal 1986, 175-177).

Sur la base d'études conduites dans des villages sélectionnés dans la province du Bam, Lund et Orum (1987) font observer que les zones de bas-fonds appartenaient principalement aux familles traditionnellement les plus influentes dans un village. Par conséquent, les paysans qui peuvent louer un camion et recruter de la main-d'oeuvre pour construire des digues filtrantes, seraient généralement assez aisés. De plus, ces auteurs ont indiqué qu'il y a concurrence avec l'orpaillage pour l'emploi de la main-d'oeuvre disponible.

Martinelli et Serpantie (1988) ont étudié les interventions techniques, y inclus les digues filtrantes, dans le village de Bidi dans la région du Yatenga. Ces études ont indiqué l'effet significatif des dons de vivres sur les chantiers. Ces auteurs font aussi observer que les activités de développement menées avec l'aide de l'étranger sont perçues par les populations villageoises comme un outil politique à utiliser pour accroître pouvoir, autorité, compétence et influence. Par conséquent, les gens sont généralement très impatients de tenter leur chance auprès d'un projet. Les demandes d'utilisation du camion étaient cependant fonction de la mobilisation de la main-d'oeuvre dans la communauté intéressée. Les auteurs mentionnent aussi le rôle des droits sur la terre (Martinelli et Serpantie 1988, 36-40).

Dans un tour d'horizon des expériences menées dans les pays sahéliens, Reij (1989) attire l'attention sur le fait que la participation à la construction des ouvrages de CES est fortement liée aux dons de vivres pour le travail fourni. De plus, il recommande pour les projets une approche fondée sur le paysan individuel car les paysans préfèrent investir leur force de travail dans des ouvrages sur les parcelles familiales plutôt que sur les champs communautaires. Reij mentionne aussi que, dans certaines zones, il y a diminution de la main-d'oeuvre du fait de l'émigration, ce qui entraîne des problèmes pour la construction et l'entretien des ouvrages de CES.

Mietton (1986), utilisant les rapports du FDR (Fonds de Développement Rural, aujourd'hui FEER) ainsi que d'autres, notamment Marchal (1983 ; 1986, pour ce qui concerne le Plateau Central du Burkina Faso surtout) fait ressortir le rôle de l'émigration qui est à son avis, avec la question des droits sur la terre, la cause majeure du mauvais entretien des ouvrages.

Sur la base de sa propre expérience de Volontaire dont le travail comprenait l'implantation de digues filtrantes dans divers villages de la Province du Bam, Schmidt (1989, 278-280) alerte les projets sur la nécessité de fournir des vivres sur le chantier afin de faciliter la

participation de la main-d'oeuvre, notamment des femmes. Il montre aussi que les problèmes concernant les droits sur la terre peuvent être en partie résolus au niveau du village. A son avis, les leaders villageois jouent un rôle décisif dans l'organisation et la participation de la population.

Les problèmes notés par les auteurs cités correspondent dans une large mesure à ceux qui ressortent de cette étude. Cependant, dans les quatre villages étudiés, il n'y a pas de relations évidentes entre l'émigration de la main-d'oeuvre et l'augmentation de la participation : dans les familles interviewées, seulement quelques personnes étaient parties en émigration. Les résultats diffèrent aussi par rapport au rôle des leaders villageois.

Il est clair que mobiliser de la main-d'oeuvre au niveau du village est un véritable tour de force. Néanmoins les stratégies d'intervention appliquées par les deux projets peuvent être adaptées pour faire face à ce problème. La main-d'oeuvre pour la construction des ouvrages sur les parcelles individuelles pourrait être mobilisée au niveau du quartier, du fait d'une base plus large de solidarité dans ce dernier. Il n'est pas nécessaire de fournir des vivres sur le chantier dans une communauté aussi petite que le quartier, du fait de sa soumission plus stricte aux règles de réciprocité. Néanmoins, il ne faut pas en attendre la panacée. A l'intérieur des quartiers, se poursuit aussi un processus d'individualisation qui a un effet négatif croissant sur la solidarité. C'est une évolution à prendre en compte avec sérieux lorsque l'on identifie les digues filtrantes à réaliser dans le futur. Si la concession reste la seule unité de solidarité, il sera plus difficile, du fait qu'elle a un accès trop limité à la main-d'oeuvre en général, d'envisager une telle digue.

Il faudrait donc porter une plus grande attention aux ouvrages plus petits à réaliser dans les champs situés sur les glacis. Ils peuvent être construits par la main-d'oeuvre disponible dans une famille en utilisant une charrette asine, moins chère que le camion. Ainsi, si les projets louent des charrettes asines pour la construction d'ouvrages plus petits, cela pourrait stimuler les villageois, au niveau du quartier de préférence, pour une meilleure collaboration. Concernant le système des vivres PAM, toutes les organisations de développement actives dans la région pourraient s'entendre sur une même politique, à savoir autoriser ou non le don de vivres. De vains espoirs d'obtenir de la nourriture ou toute autre forme de bénéfice ou d'avantage peuvent être évités si la population sait qu'aucune nourriture ne sera fournie ou, au contraire que l'on pourra répondre à ses attentes. Les projets pourraient envisager de fournir de la nourriture lors de la construction des digues filtrantes qui bénéficient à la communauté toute entière, malgré le désavantage lié au fait que les dons de nourriture ont certainement un effet néfaste sur la responsabilisation des gens en matière d'entretien des ouvrages, et malgré le fait que cela crée une certaine dépendance. La création d'une banque de céréales pour la

construction de digues peut être une expérience utile. Les paysans intéressés par une digue sur leur parcelle, mais manquant à ce moment-là de nourriture pourraient faire appel à cette banque. La nourriture empruntée pourrait être rendue à la banque après la récolte.

Depuis juin 1989, la question de la propriété foncière a largement été débattue dans la région de Kongoussi. Il est possible que la réforme agraire, telle que formulée par la RAF, soit appliquée, permettant aux paysans de construire des ouvrages sur les parcelles pour lesquels ils n'ont qu'un droit d'usage. Il est certain que des changements importants vont avoir lieu. Les projets impliqués dans la construction des digues filtrantes et des autres ouvrages de CES doivent être attentifs à cette réforme agraire.

Concernant l'entretien des ouvrages de CES, il n'y a pas d'autre alternative que d'en laisser l'entière responsabilité aux utilisateurs concernés. On doit leur apprendre de façon claire, à travers l'animation et la formation, quelles techniques d'entretien peuvent être utilisées et comment un entretien régulier peut éviter des réparations importantes. L'animation doit contenir le message comme quoi les intéressés ne peuvent espérer l'assistance du projet pour les travaux de réparation, comme cela s'est produit dans le passé.

## CONCLUSIONS

L'étude a répondu en partie aux questions formulées dans l'introduction de cet article :

1. Pourquoi est-il devenu de plus en plus difficile pour les membres du groupe-cible de fournir de la main-d'oeuvre pour la construction des digues ?
2. Comment les stratégies des Projets peuvent-elles être adaptées pour réduire le problème de la participation de la main-d'oeuvre ?

Contrairement aux résultats des études menées dans les régions avoisinantes, il apparaît que, dans cette région, une grande partie de la population active reste au village pendant la saison sèche. Néanmoins, sa mobilisation est un facteur limitant pour la construction des digues filtrantes. De nombreux paysans préfèrent apparemment d'autres activités à la construction de ces digues. Cela n'est pas dû à un désintérêt vis-à-vis de ces ouvrages en tant que tels. Au contraire, les paysans savent que les digues filtrantes sur les champs de bas-fond augmentent la production agricole et la sécurité alimentaire dans une plus large mesure que les ouvrages de CES sur les glacis moins fertiles, et donc préfèrent les bas-fonds. Cependant, tous les paysans ne peuvent pas cultiver sur les terres de bas-fonds et, parmi ceux qui le peuvent, tous ne sont pas autorisés à le faire par les propriétaires des terres. C'est pourquoi, après l'enthousiasme initial au démarrage du projet, la participation à la construction des

digues filtrantes sur les parcelles individuelles des paysans a baissé. L'influence personnelle du futur propriétaire de la digue et les conditions de travail ou les avantages accessoires qu'il offre, particulièrement les vivres PAM (food-for-work) ont commencé à jouer un rôle essentiel.

Une meilleure animation et l'utilisation des techniques de développement communautaire dans les stratégies d'intervention des Projets ne peuvent pas résoudre ce problème. Cependant, elles sont nécessaires pour améliorer l'entretien des digues. Il est possible d'accroître la participation de la main-d'oeuvre à la construction des digues filtrantes si le groupe-cible est effectivement étendu aux paysans sans droits d'usage sur les terres de bas-fonds. Il serait possible de le faire en les autorisant à utiliser l'équipement du projet servant à la construction des digues filtrantes pour des ouvrages de CES sur les glacis. La collaboration sur la base de la réciprocité pourrait simultanément être stimulée au niveau du quartier plutôt qu'au niveau du village dans son ensemble.

L'approche qui ouvre le plus de perspectives est vraisemblablement celle qui met les moyens du projet à la disposition des individus, leur permettant ainsi de mobiliser la

force de travail des autres pour leur propre bénéfice. Si les projets ne veulent pas revenir au système des dons de vivres et (par principe et pour des raisons pratiques) attendent des futurs propriétaires des digues qu'ils rémunèrent eux-mêmes la main-d'oeuvre, ils pourraient envisager un système de prêts. Une solution pourrait être la création d'une banque de céréales où l'on pourrait emprunter de la nourriture pour récompenser ceux qui participent à la construction. Une telle approche peut cependant accroître les effets néfastes du processus d'individualisation déjà observé dans les villages. La réforme agraire peut être un instrument puissant dans ce cadre, en permettant au plus grand nombre de bénéficier de digues filtrantes à l'avenir.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Docteur P. Linsdkog, sociologue au CIEH, Ouagadougou, pour son assistance durant l'étude de terrain et Monsieur B.E.J.C. Lekanne dit Deprez, Département de Sociologie du Développement Rural, Université Agronomique de Wageningen, pour ses conseils précieux durant la préparation de cet article.

## REFERENCES

- Brasser, M.B. and Vlaar, J.C.J. 1990. Aménagement de Conservation des Eaux et des Sols par Digués Filtrantes. Expérimentations dans la Région de Rissiam, Burkina Faso, 1986-1989 : tome 2 : aspects socio-économiques, CIEH/WAU/AFVP, Ouagadougou.
- Charlick, R.B. and Vengroff, R. 1983. Animation Rurale and Rural Development : the experience of Upper Volta, Cornell University Press, Ithaca.
- Kohler, J.M. 1971. Activités Agricoles et Changement Sociaux dans l'Ouest-Mossi, ORSTOM, Paris.
- Lund, C. and Orum, T. 1987. «Aspects socio-économiques : intérêts et motivation des villageois», in Les Digués Filtrantes : aménagement de conservation des eaux et des sols (part III), CIEH/AFVP, Ouagadougou.
- Marchal, J.V. 1983. La Dynamique d'un Espace Rural Soudanais Sahélien, ORSTOM, Paris.
- Marchal, J.V. 1986. «Vingt ans de lutte antiérosive au Nord du Burkina Faso», Cahier ORSTOM, sér. Pédol., 2(22) 173-180.
- Martinelli, B. and Serpantie, G. 1988. Deux Points de Vue sur la Confrontation des Paysans aux Aménageurs dans le Yatenga (Burkina Faso), «Séminaire CIRAD Aménagements Hydroagricoles et Systèmes des Productions», ORSTOM, Montpellier.
- Mietton, M. 1986. «Méthodes et efficacité de la lutte contre l'érosion hydrique au Burkina Faso», Cahier ORSTOM, sér. Pédol., 2(22) 181-196.
- Minoza, M., Perroud, M. and Orum, T. 1987, «Evaluation préliminaire du projet «digues filtrantes» dans la région de Rissiam», in Les Digués Filtrantes : aménagement de conservation des eaux et des sols. (part I). CIEH/AFVP, Ouagadougou.
- Reij, C. 1989. L'état Actuel de la Conservation des Eaux et des Sols dans le Sahel Aujourd'hui, Document d'appui D-329 à la rencontre régionale de Ségo, Mali 22-27 mai 1989, CILSS/Club du Sahel, Paris.
- Schmidt, K.-H. 1989. «Expérience n14 No-Rounou/Bam-Burkina Faso, collecte et épandage des eaux de crue et de ruissellement, pp. 261-280 in R.M. Rochette (ed.) Le Sahel en Lutte Contre la Désertification : leçons d'expériences CILSS, Ouagadougou.
- Vlaar, J.C.J. and Wesselink, A.J. 1990. Aménagement de Conservation des Eaux et des Sols par Digués Filtrantes, Expérimentations dans la Région de Rissiam, Burkina Faso 1986-1989 : tome I : aspects techniques et agronomiques, CIEH/WAU/AFVP, Ouagadougou.
- Vlaar, J.C.J. in press. Les Techniques de Conservation des Eaux et du Sol dans les Pays du Sahel, WAU, Wageningen/CIEH, Ouagadougou.

## FICHES DE LECTURE

### L'IRRIGATION VILLAGEOISE

C. CASTELLANET - Collection «Le point sur les technologies» GRET - 213 Rue La Fayette 75010 Paris. Mars 1992.

Cet ouvrage est destiné d'abord aux techniciens de terrain mais également à tous ceux qui croient au développement de l'irrigation «autogérée» en Afrique. A partir de l'expérience de 5 pays sahéliens, l'auteur s'est d'abord intéressé aux problèmes de gestion au sein des groupements et aux relations entre l'organisation de la société rurale et le périmètre irrigué : niveau familial et villageois ou régional, organisation sociale. Est ensuite abordée l'analyse économique des périmètres irrigués et rappelé que d'autres techniques plus sommaires de maîtrise de l'eau ne doivent pas être abandonnées au profit de l'irrigation : conservation des eaux et du sol, aménagement des bas-fonds, cultures de crue et décrue. L'auteur propose dans la deuxième partie des méthodes concrètes de préparation des projets, de suivi et de formation adaptées aux périmètres irrigués villageois. Les annexes techniques constituent un mémento de base auquel peuvent se référer les techniciens, lesquels feront cependant bien d'utiliser également les manuels de la collection Techniques Rurales en Afrique, s'ils veulent approfondir leurs connaissances.

Jusqu'à présent on ne disposait que d'articles publiés lors de congrès ou de livres décrivant des expériences mais pas d'un livre de synthèse avec des propositions opérationnelles. C'est pourquoi cet ouvrage, qui a été longtemps mûri, nous semble combler le manque, ressenti par les techniciens, d'une méthodologie pour l'approche des problèmes d'organisation et de gestion des périmètres irrigués villageois. Il ne reste plus qu'à espérer qu'il touchera le large public qu'il mérite.

### L'HYDROGEOLOGIE DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

Université d'Avignon, Faculté des Sciences, Laboratoire de Géologie Dynamique et Appliquée - CEFIGRE - 2<sup>ème</sup> Edition 1992. Ministère de la Coopération et du Développement, Paris. Diffusion AGRIDOC International, Paris.

Cet ouvrage est une nouvelle édition actualisée d'un document paru en 1984 sous la direction du Professeur R. Guiraud, avec l'aide de nombreux experts. L'actualisation a porté sur les derniers développements dans les méthodes de prospection et dans les connaissances relatives à la productivité des forages, l'alimentation des aquifères, la chimie des eaux. De même sont cités les nouveaux logiciels de gestion des aquifères.

Son plan aborde successivement : le cadre climatique et géomorphologique ; les méthodes d'implantation et le choix entre forages et puits ; les différents aquifères avec leur piézométrie, leur alimentation et leurs ressources ; les pompes d'essais ; les caractéristiques physico-chimiques et isotopiques des eaux souterraines ; les périmètres expérimentaux dans les zones de socle ; la gestion des aquifères (malheureusement très peu développée). Enfin, l'ouvrage se termine par des recommandations pour de nouvelles études et recherches ainsi que pour des actions de formation.

On voit que cet ouvrage déborde largement son titre et constitue une très bonne initiation à l'utilisation des eaux souterraines en Afrique de l'Ouest. Sa très importante bibliographie permettra au spécialiste de se reporter aux documents les plus importants sur le sujet qui l'intéresse.

### MEMOIRE EXPLICATIF DE LA CARTE GEOLOGIQUE ET DES CARTES HYDROGEOLOGIQUES A 1/1 500 000 DE LA REPUBLIQUE DU TCHAD

par J.L. SCHNEIDER et J.P. WOLF - Document du BRGM n° 209. Editions du BRGM, 1992.

Ce mémoire synthétise toutes les recherches effectuées et constitue un document de base, richement illustré de cartes, photos, figures et schémas, sur la connaissance et la gestion des ressources en eau au Tchad.

Dans le premier volume, après un bref aperçu de la géographie et du contexte de recherche, les auteurs retracent avec précision l'histoire géologique de la région, en s'appuyant sur de nombreux diagrammes et tableaux de données, complétés par des schémas et cartes explicatifs.

Le second volume est consacré plus particulièrement à l'hydrogéologie du pays. Les auteurs présentent des monographies hydrogéologiques régionales, après avoir introduit le contexte hydroclimatique. Ensuite, les principales formations aquifères sont décrites. Puis, l'ensemble des résultats des observations et des études menées depuis 25 ans dans le domaine des ressources en eau sont synthétisés pour définir la dynamique et le régime des eaux souterraines.

Cette mise au point des connaissances sur les principaux ensembles aquifères régionaux du Tchad et sur les caractéristiques des diverses nappes permet une évaluation des ressources en eau souterraine, une meilleure gestion en prévision des besoins, afin de satisfaire une population à croissance rapide, sans être trop dépendant des aléas climatiques.

En annexe du volume 1, les auteurs présentent les ressources minérales et énergétiques du pays. Dans le second volume, les annexes sont constituées de coupes lithostatigraphiques et schématiques, ainsi que des résultats d'analyses chimiques et hydro-isotopiques et de la surveillance piézométrique.

## NOUVELLES DU CEFIGRE

### DECLARATION SUR LE BESOIN URGENT D'UNE ACTION DE LA COMMUNAUTE INTERNATIONALE AFIN DE REDUIRE LES TENSIONS CROISSANTES RELATIVES AUX BASSINS ET AQUIFERES INTERNATIONAUX

Un atelier sur la «Gestion Environnementale des Bassins Internationaux» s'est déroulé à Sophia Antipolis, France, du 28 au 30 Avril 1992. L'atelier, organisé par l'Office International de l'Eau (CEFIGRE), était parrainé et financé conjointement par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et le Ministère Français de la Coopération et du Développement. Trente experts y ont participé, en provenance de 11 pays et de 6 Organisations Internationales.

Après avoir passé en revue divers aspects de la question de la gestion environnementale des bassins et aquifères internationaux, l'atelier est arrivé à la conclusion qu'il devient de plus en plus urgent de promouvoir et d'accentuer la prise de conscience dans les secteurs public et privé sur les pénuries d'eau au niveau international, et de concevoir des programmes internationaux visant à atténuer cette grave menace qui pèse sur le développement socio-économique mondial. En outre, tout laisse à penser que les problèmes risquent de devenir de plus en plus complexes et de se généraliser si l'on ne fait pas clairement face aux défis dès maintenant. Ce problème est dû à la croissance rapide de la demande en eau à usages municipal, industriel, agricole, énergétique et autres, résultat de la croissance démographique mondiale et de l'augmentation du niveau de vie, aggravé par les sérieuses menaces qui pèsent sur la préservation de la qualité de l'eau en raison de la pollution. Les nations partageant des bassins d'eau internationaux sont particulièrement vulnérables à ce problème. L'atelier a souligné qu'il existait plus de 200 grands bassins hydrographiques internationaux et un nombre inconnu de nappes souterraines partagées dont plus de la moitié dans les pays en développement, dont bon nombre ont besoin d'une aide internationale urgente pour résoudre ces problèmes. Cette situation fournit une occasion unique pour l'élaboration de programmes de coopération entre les pays et susceptible de générer de substantielles retombées socio-économiques capables de favoriser un développement durable.

L'atelier a étudié un certain nombre d'exemples de tensions potentielles sur des bassins et aquifères internationaux partagés qui sont en passe de devenir rapidement critiques. Parmi les initiatives qui pourraient être entreprises pour réduire ces tensions, on pourrait citer :

- un développement durable des bassins et aquifères internationaux ;
- des perspectives environnementales des bassins et aquifères internationaux ;
- l'harmonisation du développement de bases de données destinée à favoriser la coopération sur les bassins et aquifères internationaux ;
- un soutien au renforcement et à la codification du droit international de l'eau, afin de limiter les atteintes aux ressources en eau ;
- d'éventuelles structures organisationnelles pour la coopération internationale sur des bassins partagés ;
- l'identification de bénéfices mutuels afin de faciliter la coopération transfrontière sur l'eau.

L'atelier a recommandé que la communauté internationale prenne l'initiative d'études et de programmes d'action et apporte son soutien financier pour venir en aide à des pays confrontés à de sérieuses tensions transfrontalières sur l'eau.

*Sophia Antipolis, le 20 Avril 1992*

---

Pour tout renseignements complémentaires, vous pouvez contacter :

Office International de l'Eau - Direction de la Coopération Internationale - BP. 75 - 06902 Sophia Antipolis Cedex - Tél : 92 94 58 00 - Fax : 93 65 44 02 (M.N. TIXERONT).

## NOUVELLES DU C.I.E.H.

### Le CIEH a constaté le départ de :

- M. Willem VAN DRIEL, ingénieur en irrigation de l'Université Agronomique de Wageningen, UAW, le 21 Mai.
- Melle Anne Marie RAN, ingénieur en irrigation de l'UAW, le 30 Juin.
- M. Pierrick FRAVAL, ingénieur des travaux ruraux de Strasbourg, le 21 Mai.

Ces 3 ingénieurs étaient principalement affectés au projet «Mise en valeur agricole des bas-fonds au Sahel».

### Le CIEH a accueilli :

- M. Koffi WOME, ingénieur hydrologue, affecté au Service Alimentation en Eau et Assainissement le 13 Avril 1992.
- M. Lancina TAMBOURA, ingénieur géostatisticien, affecté au Service Ressources en Eau et Environnement le 13 Avril 1992.
- M. Gnouga Pascal ILBOUDO, ingénieur civil, affecté au Service Ressources en Eau et Environnement le 22 Avril 1992.

### Participation aux conférences, réunions, colloques

- MM. DIAW et DIAGANA du 20 au 30 Avril à Marrakech (Maroc) à un séminaire international sur l'hydrogéologie des milieux discontinus.
- M. DIAGANA du 6 au 10 Avril à Cotonou à un séminaire sur les mini AEP organisé par le Conseil de l'Entente.
- M. DIAGANA les 10 et 11 Juin à Paris pour la réunion du groupe de pilotage du projet II-3 (Aquifère des grands bassins) de l'Observatoire du Sahara et du Sahel.
- M. NGONINA du 4 au 11 Avril à Dakar pour représenter le CIEH au CST de l'UADE.
- M. POISSON du 21 au 25 Avril à Maradi pour représenter le CIEH à l'Atelier National sur l'état des connaissances de Ressources en Eau du Niger.
- MM. GADELLE, VAN DRIEL et RAYMOND du 24 au 27 Mars 1992 à Ouagadougou (Burkina Faso) au Comité Technique National de Recherches Agricoles sur la gestion des eaux et des sols pour une agriculture durable, organisé par l'Institut d'Etudes et de Recherche Agricole (INERA).
- MM. GINESTE et RAYMOND du 13 au 18 Avril 1992, à Saint-Louis (Sénégal) à un séminaire sur le développement de l'irrigation privée et communautaire après le désengagement de l'Etat, organisé par le GRET.
- M. RAYMOND du 28 au 30 Avril 1992 à Ouagadougou à un atelier sur la conception des aménagements hydro-agricoles en aval des barrages et sa relation avec la mise en valeur, organisé par le Ministère de l'Eau.
- M. KATAKOU du 20 au 24 Avril à Douala (Cameroun) au premier séminaire des responsables d'information des Centres de technologies appropriées d'Afrique francophone, organisé conjointement par le Centre d'Etudes et de Documentation sur la technologie appropriée dans les pays en voie de développement (ATOL) et l'Association pour la Promotion des Initiatives Communautaires Africaines (APICA) et placé sous l'égide de l'Union Mondiale pour les technologies au service de l'environnement et du développement durable (SATIS).

## Missions d'exécution des programmes

- M. DIAW du 27 Mars au 13 Avril et du 5 au 15 Juin à Dakar pour des contacts avec les autorités sénégalaises et le CRDI.
- M. DIAGANA du 31 Mai au 3 Juin à Lomé pour l'étude du vieillissement des forages en zone sédimentaire.
- M. CHATELET pour l'identification et l'évaluation de l'expertise nationale en matière d'hydraulique villageoise, d'hydrogéologie et de forages dans les Etats membres du Conseil de l'Entente : 22 au 27 Mars à Cotonou et Lomé, 19 au 29 Mai à Ouagadougou, 2 au 6 Juin à Niamey, 16 au 19 Juin à Abidjan.
- M. GADELLE du 26 Juin au 5 Juillet à Bamako pour des contacts avec le correspondant du CIEH, et à Dakar pour la rédaction de la synthèse finale du projet bas-fonds de la CCE.
- M. TRIBOULET, du 10 au 20 Mai 1992 à Paris et Montpellier pour faire le point sur l'état d'avancement de plusieurs conventions d'études financées par le FAC (modélisation hydrologique, guide des pratiques hydrométriques, estimation de l'évaporation) et par la FAO (manuel de calcul des crues et des apports).
- M. KATAKOU du 27 au 30 Avril à Yaoundé (Cameroun) pour l'évaluation du Centre de Documentation Géologique et Minière, du Ministère des Mines, de l'Eau et de l'Energie, retenu pour abriter l'antenne pilote SAINEA.

## Ateliers organisés par le CIEH (Compte rendus)

- Les 22 et 23 Juin le CIEH a organisé une réunion technique relative à l'élaboration d'un document-guide pour canalisation d'AEP (CCTG, CCTP), avec des participants du Burkina Faso (DEP/Ministère de l'Eau, PPI, GTAH, ONEA) pour la synthèse des observations et la mise en forme définitive du document.
- Les 29 et 30 Juin le CIEH a organisé une réunion technique sur l'étude comparative des systèmes d'épuration en Afrique avec des participants du Burkina Faso (DEP/Ministère de l'Eau, EIER, ETSHER) et un représentant du BCEOM chargé de préparer un rapport sur le sujet.

## Activités de formation

### 1. Formation continue

- M. GADELLE est intervenu à la session de formation continue de l'ETSHER «Surveillance de chantiers et direction de travaux» pour traiter en 2,5 heures «la surveillance des travaux» et participer 2 heures à une table ronde.
- M. NGONINA est intervenu pendant 4 heures à l'occasion de la formation continue à l'ETSHER sur le thème «Elaboration d'un cahier des charges pour AEP».
- M. DIAGANA est intervenu pendant 2 heures à l'occasion d'un stage organisé par le CREPA sur les contraintes des programmes d'hydraulique villageoise et les aspects sanitaires autour des points d'eau (30-06-92).
- M. POISSON est intervenu pendant la formation post- universitaire de l'EIER : «Maîtrise des Ressources en Eau» pour exposer l'hydraulique villageoise en 7h30 entre le 1er et le 17 Avril 1992.
- M. TAMBOURA a présenté les logiciels de l'ORSTOM, HYDROM et DIXLOI, en 2,5 heures à la session de formation continue de l'EIER : «Informatique Niveau I» les 20 et 25 Mai 1992.
- MM. GEMIN et LERAT ont assuré des Travaux dirigés en hydraulique villageoise à l'ETSHER du 18 au 21 Juin. Chacun est intervenu 20h pour présenter aux 4 groupes les plaquettes du CIEH «Essais de débit simplifiés sur forage» et «Essais de débit simplifiés sur puits».

## 2. Encadrement de stagiaires au CIEH

Projet	Sujet	Institut
<b>PEDI (M. VAN DRIEL)</b> KABORE Omer	agronomie	UdO, Institut Développement Rural IDR
<b>PATECORE (MM. RAYMOND et LINDSKOG)</b> SOURA Abdoulaye FLORIJN Arven	agronomie génie rural	Université de Ouaga, IDR Université Agronomique de Wageningen
<b>BAS-FONDS (M. VAN DRIEL)</b> FRAVAL Pierrick	génie rural	ITRTS Strasbourg
<b>ASSAINISSEMENT PLUVIAL (M. CHUZEVILLE)</b> KANE A. M'BAYE A. Tidjane	bassin Wentenga modélisation de bassins d'orage	Université de Ouaga, IDR EIER, 3e année
<b>HYDROLOGIE (M. TRIBOULET)</b> OBROU Adico J.B.	informatisation méthode CIEH pour crues logiciel pour gestion de barrage	EIER, 3e année
DIOM Oumar		EIER, 3e année
<b>INFORMATIQUE (M. POISSON)</b> POISSON Corinne HOBAN ROGOTO	logiciel de Krigeage inventaire des forages de Ouagadougou.	IUT d'ORSAY ISTE, U.d.O.

- MM. CHATELET, POISSON et TRIBOULET ont participé aux jurys de soutenance de projets de 4 élèves de la session de formation post-universitaire de l'EIER : «Informatique appliquée aux Sciences de l'Eau», 1ère Promotion, les 24 et 25 Juin 1992.

- M. VAN DRIEL a participé comme membre du jury à la soutenance du mémoire de fin d'études (en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur du développement rural) de M. SOURA Abdoulaye, le 19 juin 1992 à l'Université de Ouagadougou, IDR.

# NOUVELLES DU POLE DE L'EAU DE OUAGADOUGOU

## NOUVELLES DE L'E.I.E.R.

### Bilan de l'année 1991-92

- *Formation Initiale* : 38 élèves ressortissants de 9 Etats membres ont obtenu le diplôme d'Ingénieur de l'Equipement Rural.
- *Formations Post-Universitaires de Spécialisation* : 38 diplômés pour les 4 Spécialisations : Hydraulique Agricole, Mobilisation des Ressources en Eau, Energies pour le Développement Rural, Informatique appliquée aux Sciences de l'eau.

La spécialisation en Génie Sanitaire ne s'achève qu'en septembre 1992.

- *Formation Continue* : 7 sessions organisées, soit 130 stagiaires pour une durée totale de 28 semaines.
- *Recherche et Ingénierie*  
10 communications sur les recherches menées à l'EIER, d'autres travaux faisant l'objet de rapports non édités.  
7 doctorants préparés à l'EIER (4 enseignants et 3 boursiers chercheurs).

Formation complémentaire en FRANCE d'anciens diplômés : 3 en DEA et 1 à l'IFFI.

4 stagiaires post-diplômes en entreprise ou ONG.

Prestations extérieures des laboratoires d'analyse des eaux, et de mécanique des sols et des matériaux.

- *5 départs de cadres et d'enseignants* en juillet 1992 : A. SCHMITT, Cl. RATEL, W. RAVALASON, F. FRIGGIT, Cl. HENNION.

### Perspectives pour l'année 1992-1993

- *Formation Initiale* : 90 élèves sont attendus, avec un effectif de 35 en 1<sup>ère</sup> année, compte-tenu de l'instauration par le Conseil d'Administration d'un quota minimum de solidarité à souscrire par chaque Etat membre.
- *Formations Post-Universitaires de Spécialisation* : 56 à 60 stagiaires sont attendus.
- *Formation Continue* :

### Programme normal :

Thèmes des sessions	Dates
Gestion des projets de développement rural	28/09 au 16/10/92
Informatique niveau II : Utilisation des micro-ordinateurs	19/10 au 11/12/92
Méthodes des essais de pompage (à NIAMEY)	11/01 au 22/01/93
Techniques des gabions en équipement rural	01/02 au 12/02/93
Audit énergétique d'une entreprise industrielle	01/03 au 19/03/93
Hydrologie et Hydraulique des ouvrages d'art routiers	05/04 au 30/04/93
Aménagement du territoire, gestion des ressources naturelles (en commun avec l'ETSHER)	03/05 au 28/05/93

Hors programme, est prévue la réalisation d'un séminaire à YAOUNDE du 7 au 11 décembre 1992 sur la gestion de l'environnement urbain et industriel, en commun avec l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de YAOUNDE.

D'autres sessions hors programme sont à l'étude.

**- Recherche et Ingénierie :**

Poursuite des travaux de recherche en :

- . assainissement et potabilisation des eaux : lagunage, épuration par infiltration, épandage des eaux usées, impact des latrines sur la pollution des nappes, filtration lente sur sable ;
- . conservation des aliments : production de froid, séchage ;
- . construction de bâtiments : utilisation des matériaux locaux, froid par évaporation ;
- . management des périmètres irrigués ;
- . adduction d'eau potable des petits centres urbains ;
- . gestion de l'eau à l'échelle du bassin versant.

Prévision de 6 à 10 stages post-diplômes en entreprises, bureaux d'études ou ONG.

**Evaluation de l'Ecole**

En 1992-93 sera menée une évaluation de l'EIER, coordonnée avec une évaluation simultanée de l'ETSHER.

Cette évaluation à laquelle seront associés les principaux partenaires de l'Ecole (FRANCE, SUISSE, PAYS-BAS, Commission des Communautés Européennes), comportera les volets suivants :

- analyse dans les 14 Etats membres des besoins en formation et en qualification de cadres techniques pour l'équipement rural, le génie urbain et l'agro-industrie : ouverture au-delà du secteur public, attentes vis-à-vis des Ecoles, place de celles-ci au sein des autres centres de formation de la région;
- audits externes des Ecoles : appréciation sur la gestion, l'organisation interne, l'ouverture au monde professionnelle, les performances ;
- propositions d'orientation et de développement à moyen terme des Ecoles.

Les résultats seront examinés par les Conseils de Perfectionnement et d'Administration en mai et juillet 1993, pour arrêter et mettre en oeuvre les orientations retenues.

**NOUVELLES DU C.R.E.P.A.**

**En matière de formation :**

- tenue de séminaires de formation des ouvriers au Bénin du 4 au 16 mai 1992, au Niger du 2 au 11 juin 1992 et au Sénégal du 22 juin au 3 juillet 1992. Au total, 43 ouvriers ont été formés à la réalisation des citernes de captage des eaux de pluie et des latrines à fosse ventilée et à chasse manuelle ;
- tenue d'un séminaire de perfectionnement de techniciens d'assainissement sur les technologies d'eau et d'assainissement à faible coût à la demande des autorités maliennes du 22 juin au 5 juillet 1992. Ont pris part à ce séminaire, 4 techniciens de la Direction Régionale de la Santé Publique et de l'Action Sociale de Sikasso ;
- des séminaires de sensibilisation sur les technologies à faible coût ont été tenus au Mali (28 au 30 avril 1992) et au Tchad (28 au 30 avril 1992).

**En matière de recherche :**

- Après des essais effectués avec la collaboration du laboratoire de sols et matériaux de l'EIER, la latrine type mozambique, caractérisée par une dalle en voûte très légèrement armée est en train d'être testée dans les villages de Roumtenga et Oubriyaoghin au Burkina Faso. Ce modèle de latrine revient à environ 20.000 FCFA. En matière d'eau, mise en oeuvre d'une nouvelle unité de déferrisation dont les performances ont été évaluées avec succès par un étudiant de l'EIER, encadré par le CREPA.

- Poursuite des recherches avec les institutions CIEH (impluvium), EIER (pollution des nappes phréatiques, fosses septiques, filtration lente), ETSHER (chloration continue des puits).

#### **En matière d'information et documentation :**

##### *- films :*

- a - Activités du Crepa
- b - Construction de citernes de captage des eaux de pluie
- c - Construction de latrines dans le contexte africain.

##### *- manuels :*

- a - Construction de citernes de captage d'eau de pluie en pierre
- b - recueil de fiches techniques des ouvrages types réalisés par le CREPA.

### **NOUVELLES DE LA C.F.P.I.**

Le Comité Directeur de la Cellule de Formation Professionnelle à l'Ingénierie s'est tenu le 14 avril. Il a permis d'approuver le rapport comptable et financier 1991 et d'approuver le budget pour l'exercice 1992.

En 1991 le chiffre d'affaires s'est élevé à près de 15 millions de FCFA. Il a donc été pratiquement multiplié par trois par rapport à 1990, année de lancement de la CFPI.

En 1991 la CFPI a enregistré 25 demandes d'intervention qui se sont concrétisées par 12 opérations dans de nombreux domaines de l'hydraulique et de l'équipement rural : construction de barrages, expertise d'aménagements anti-érosifs, aménagement de bas-fonds, étude de périmètres irrigués, implantation géophysique de forages, assainissement, contrôle de travaux, contrôle géotechniques.

Les 5 jeunes professionnels de la CFPI, diplômés de l'ETSHER et de l'EIER ont été appuyés et encadrés dans ces opérations d'ingénierie par les enseignants des deux écoles et les experts du CIEH. Cet apport s'est élevé à environ 100 journées d'experts.

Les études se sont déroulées essentiellement au Burkina Faso, et ont été commanditées par des maîtres d'ouvrages variés : sociétés, organisations non gouvernementales, organismes de coopération multilatérale, bureaux d'études locaux, associations liées à la coopération décentralisée.

Compte tenu de ces résultats encourageants, le Comité Directeur a décidé de porter l'effectif de la CFPI à 6 personnes (3 ingénieurs et 3 techniciens supérieurs). En outre, chaque année, un ingénieur et un technicien seront admis à effectuer une deuxième année, ceci afin de fortifier l'expérience de la CFPI.

#### **Rappelant la vocation pédagogique de la CFPI :**

- en direction des jeunes professionnels qui la composent pour une meilleure préparation au travail en bureau d'études,
- mais également au niveau des professionnels que sont les enseignants de l'EIER et de l'ETSHER, qu'enrichissent par ce biais l'enseignement qu'ils dispensent,
- le Comité Directeur a souhaité que la CFPI continue à couvrir tous les domaines de l'équipement rural sans exception, avec les opérateurs économiques les plus variés des différents Etats membres.