

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

PHYSICS 311

LECTURE 1

MECHANICS

LECTURE 2

LECTURE 3

LECTURE 4

LECTURE 5

08756

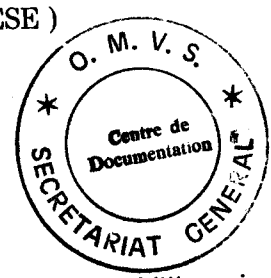


RECHERCHES SUR L'AMELIORATION DES TECHNIQUES DE COLLECTE ET DE STOCKAGE DE L'EAU DE PLUIE

(RAPPORT DE SYNTHESE)

par

Kodjo L. ATIVON



Chef du Département Hydraulique Urbaine et Villageoise



COMITE INTERAFRICAIN
D'ETUDES HYDRAULIQUES
(C.I.E.H.)
SECRETARIAT GENERAL
B.P. 369 - Tél. 334-76
335-18
OUAGADOUGOU (Haute-Volta)

-:--:-

Département de l'Hydraulique
Urbaine et Villageoise

=====

RECHERCHES SUR L'AMELIORATION DES TECHNIQUES
DE COLLECTE ET DE STOCKAGE DE L'EAU DE PLUIE
RAPPORT DE SYNTHESE

par

Kodjo L. ATIVON

Chef du Département Hydraulique Urbaine et Villageoise.

II DEUXIEME PARTIE

PROGRAMME EXPERIMENTAL DE COLLECTE DES EAUX DE PLUIE AU TOGO.

- I. PROGRAMME ET OBJECTIF.
- II. REALISATION DU PROGRAMME EXPERIMENTAL.
- III. EXECUTION DU PROGRAMME.
 1. Participation.
 2. Construction des citernes.
- IV. RESULTATS APRES UNE ANNEE D'OBSERVATION.
 1. Citerne Botswana
 2. Sac à eau.
 3. Conclusion.
- V. CONCLUSIONS GENERALES.

INTRODUCTION.

- 1 -

Depuis très longtemps, l'homme a appris à collecter et à stocker l'eau de pluie par différentes techniques, allant du simple recueil d'eau dans des récipients jusqu'aux grands barrages en passant par les citernes familiales. Cependant, quoique faisant l'objet de pratiques très anciennes, la collecte et le stockage de l'eau de pluie au niveau de la famille ou du village n'ont pas encore reçu l'usage qu'on est en droit d'attendre d'elles, même à l'heure actuelle où le ravitaillement en eau pose de plus en plus de problèmes. Les techniques traditionnelles quoique très variées n'ont pas beaucoup évolué. Cet état de choses est certainement imputable à plusieurs facteurs, en particulier au coût élevé nécessaire aux ouvrages élaborés de collecte et de stockage, incompatible avec le faible revenu des populations concernées. Aussi est-il opportun de rechercher des solutions susceptibles d'apporter quelques améliorations dans les techniques de collecte et de stockage de l'eau de pluie tout en évitant des frais trop importants. C'est dans cette optique que s'inscrivent les travaux qui font l'objet de ce document.

LES METHODES TRADITIONNELLES DE COLLECTE ET STOCKAGE DE L'EAU DE PLUIE.

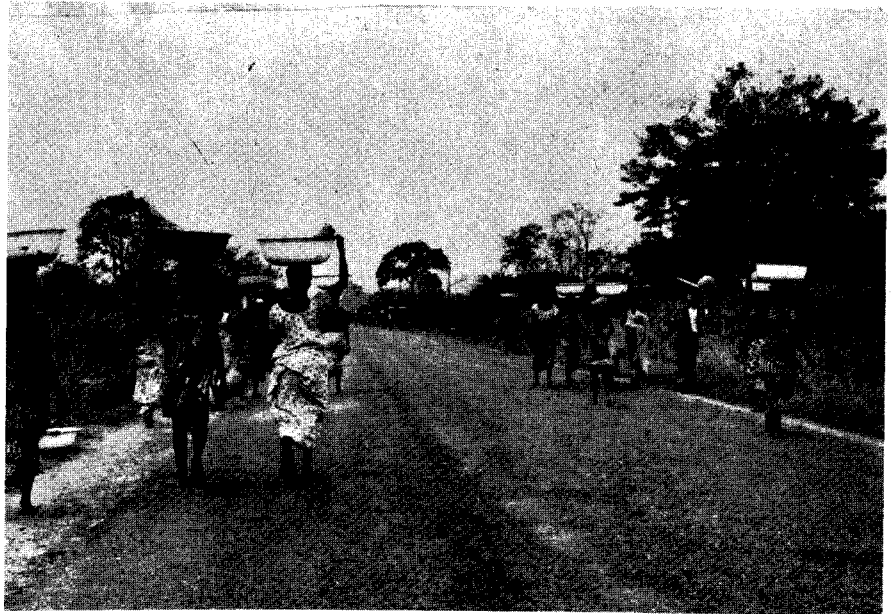
I. QUELQUES METHODES PRIMITIVES.

En effet, la collecte et le stockage de l'eau de pluie ont toujours été pratiqués de différentes manières par les populations :

Lors des averses, les villageois posent sous le toit les récipients dont ils disposent pour recueillir l'eau de pluie. Au Sénégal, un fer d'Iler planté dans un tronc de baobab sur lequel l'eau ruisselle permet le remplissage d'un canari. Dans les zones côtières de l'Afrique de l'Ouest, où existent deux saisons de pluie séparées par deux saisons sèches de plus ou moins longues durées (Côte d'Ivoire, Ghana, Togo, Bénin...), la pratique de collecte et de stockage de l'eau de pluie est très répandue et permet le plus souvent de faire la soudure entre deux saisons pluvieuses. Dans les campagnes et les champs, des palmiers aux troncs arqués constituent d'efficaces impluviums par lesquels l'eau est collectée et stockée dans une jarre judicieusement placée sous l'arbre et fermée par un couvercle de forme concave et perforé - (voir croquis). Au village, l'eau de pluie est collectée soit par des aires en terre battue ou stabilisée, mais c'est l'utilisation des toitures des maisons qui est la plus fréquente. Quant au stockage, il se fait, selon les capacités financières des familles : dans des jarres, des fûts ou des citernes cimentées ou non. Notons aussi que dans certaines régions la ménagère se contente de collecter pendant la pluie, l'eau de ruissellement avec laquelle elle remplit un certain nombre de jarres dont elle dispose pour le stockage de l'eau à divers usages.

Après décantation complète, obtenue par addition de quelques Calebasses de cendres, cette eau sera utilisée pour les besoins sauf pour la consommation directe. Elle peut l'être quelques jours après la pluie ou bien conservée pour l'être plus tard, pendant la saison sèche. Un certain nombre (plus petit) de jarres est réservé pour stocker l'eau des toitures. Cette eau servira pour la consommation sans autres formes spéciales de traitements. L'ensemble des jarres est hermétiquement fermé et la ménagère n'y a recours que pendant la période critique.

.../...



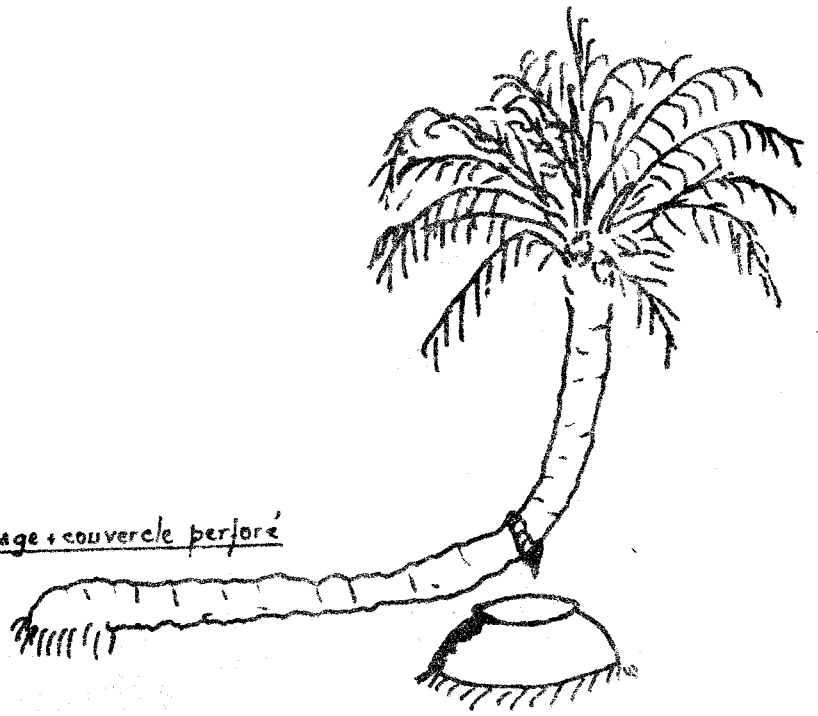
La corvée d'eau dans la région d'AHEPE-DZAFI (zone d'expérimentation).



Moyens Traditionnels de Collecte et de Stockage de l'eau de pluie dans la zone d'expérimentation



Jarre de stockage + couvercle perforé



Palmiers - impluviums

II. LES CITERNES.

Mais si cette forme de stockage était très répandue et constituait la seule ressource en eau pour de nombreux centres, elle ne se retrouve plus guère que dans certains villages mal desservis en puits. Par contre, les citernes, solution des familles relativement plus aisées, sont encore courantes. (Les fouilles pour ces citernes sont faites, pour la plupart, par les familles elles-mêmes, l'ouvrier (le maçon) n'intervient qu'au niveau des travaux de maçonnerie). Les eaux de pluie sont collectées dans ces citernes de deux manières :

a) - l'impluvium est un terrain naturel ou terrain rendu imperméable par briques ou terre stabilisée en pente.

b) - l'impluvium est constitué par la toiture d'une maison, l'eau des toitures est recueillie et conduite à la citerne par des gouttières (voir photos).

La citerne est implantée à proximité de l'habitation. Les dimensions de l'ouvrage sont déterminées presque uniquement en fonction des possibilités financières du propriétaire. La relation entre la surface de l'aire de collecte et la quantité d'eau à recueillir compte tenu de la pluviométrie et des besoins de la consommation, est souvent ignorée. Le coût de réalisation de l'ouvrage est difficile à évaluer compte tenu de la part importante qu'occupe l'investissement humain. Cette eau recueillie des toits est généralement considérée comme suffisamment propre et directement consommée.

Les propriétaires de citernes jouent de grands rôles socio-économiques. Pendant la saison sèche ces propriétaires réalisent de véritables fortunes par la vente de leurs eaux à des prix parfois exorbitants. Néanmoins on doit reconnaître que grâce à eux, des populations traversent péniblement, mais traversent tout de même, les périodes critiques.

On constate que les techniques traditionnelles ne se soucient surtout que de l'aspect quantitatif. Le plus grand effort pour la qualité ne consiste qu'à éliminer les grosses particules : grillage ou tôles perforées au bout des gouttières, couvercles perforés pour les jarres placées sous les palmiers... Par ailleurs, on peut constater à la lumière de ce qui précède, que les populations ont fait le tour de beaucoup de procédés. Elles ont en tout cas exploré toutes les possibilités offertes par les matériaux qu'elles pouvaient trouver sur place pour la collecte et le stockage de l'eau de pluie au niveau de la famille. Cependant, on s'aperçoit que des améliorations restent à apporter dans ces techniques pour les rendre plus efficaces et plus économiques. L'apparition de matériaux nouveaux, grâce aux progrès de la science, peut certainement apporter de meilleures solutions. Le CIEH, soucieux d'améliorer des conditions de vie de toutes les catégories de populations et convaincu que la collecte et le stockage rationnels des eaux de pluies constituent une solution certaine pour une grande partie de ces populations, a confié depuis 1974 à l'IRFED, la recherche d'améliorations de ces techniques déjà utilisées. Les expérimentations devraient éclaircir les points suivants :

- . La détermination des coefficients d'écoulement sur les divers types d'impluvium.

.../...

- . La détermination des variations de ces coefficients en fonction de certains éléments comme la hauteur, l'intensité des averses, l'indice d'humidité de l'impluvium et l'influence du vent.
- . La détermination du seuil moyen de ruissellement .
- . L'étude économique des différents types d'impluvium.
- . Une étude bibliographique sur le sujet.

Nous indiquerons successivement dans ce qui suit, les résultats obtenus par l'IRFED à partir des recherches réalisées à Langomak au Sénégal, Bouaké en Côte d'Ivoire, Simiri au Niger, puis le comportement des installations test d'Ahépé au Togo et enfin les conclusions qu'on peut tirer à ce stade des recherches.

TECHNOLOGIES SIMPLES POUR LA COLLECTE
ET LE STOCKAGE DES EAUX PLUVIALES (1).

Des constatations, des réflexions et des essais menés avec les paysans, notamment dans les centres ci-dessus, découlent des orientations principales des recherches faites depuis 1973 par l'IRFED sur le problème de l'eau :

COLLECTE.

Recherche de solutions simples permettant la collecte de l'eau de pluie apte à la conservation (donc propre et dépourvue de débris organiques) à partir :

- de toits en tôle (cases individuelles, bâtiments collectifs, école, etc...)
- de toits traditionnels en chaume ;
- de terrasses en banco ;
- d'impluviums (2) spécialement construits.

STOCKAGE.

Confection de citernes enterrées :

- avec un rapport prix/contenance d'un coût aussi bas que possible ;
- nécessitant peu de transports pondéreux ;
- avec une technique de construction facilement maîtrisable par les paysans ou artisans locaux.

Le tout utilisant, autant que possible, les matériaux traditionnels locaux et les outils habituels des paysans. L'aspect salubrité de l'eau ne devrait pas être oublié, conduisant à des essais de moyens d'exhaure (pompes manuelles) et de filtres simples.

x
x x

Les différentes contraintes et les essais nous ont amené à utiliser le polyéthylène pour étanchéifier plusieurs types de citernes enterrées :

- citernes parallélépipédiques obliques de 3.000 à 6.000 litres (Niger, Sénégal, Haute-Volta, Côte d'Ivoire).

.../...

(1) Travaux de Pierre Martin (IRFED).

(2) Impluvium : toute surface utilisée pour recueillir l'eau de pluie.

- citernes cylindriques "sac à eau" de 3.000 à 4.000 litres (Sénégal, Côte d'Ivoire).

- citernes type "Botswana" adaptées d'un programme mené à bien par I.T.D.G. au Botswana de 6.000 à 32.000 litres (Sénégal).

Les citernes de 3 à 6.000 litres sont alimentées par les toitures des maisons, recouvertes partiellement d'un film polyéthylène s'il s'agit de toitures de chaume ; les citernes de 6 à 32.000 litres sont alimentées soit par les toits de bâtiments publics, soit par des impluviums spécifiques en plastique, ciment, béton de terre ou terre battue. On peut aussi utiliser des eaux de ruissellement en ajoutant une tranchée filtrante à l'entrée de la citerne.

A.7

A. CONNAISSANCE DES DONNEES DE BASE.

1. LES BESOINS A SATISFAIRE.

Le minimum "absolu" de consommation humaine en pays tropical se situe autour de 4 litres d'eau par jour et par personne (1).

La consommation effective dans des conditions d'approvisionnement très difficiles se situe entre 6 et 8 litres ; les besoins essentiels (boisson, cuisine, hygiène) sont couverts à partir de 12 à 15 litres. Une ration journalière de 20 litres assure le confort minimum.

Il faut signaler que la consommation varie considérablement avec la facilité d'accès à l'eau. Lorsque l'eau est rare, un accès trop aisé (robinet) entraîne souvent du gaspillage.

Une évaluation plus fine des besoins peut faire entrer en ligne de compte :

- . Les saisons
- . Les périodes de travail intensif
- . les besoins liés aux fêtes et cérémonies
- . Les possibilités de rationnement (satisfaction des seuls besoins prioritaires pendant une période de soudure).

A l'occasion de cette enquête, il est souhaitable de savoir comment les habitants se procurent l'eau, qui (hommes, femmes, enfants) assure l'approvisionnement, comment (exhaure, transport), quel est le coût de l'eau (en argent, en temps) avec les variations saisonnières. (2).

En plus des besoins humains, il faut le cas échéant préciser les besoins des animaux (3) (en particulier petit bétail gardé et abreuvé à la concession) et en arrosage (jardin de case) (4).

2. LA PLUVIOMETRIE.

Facteur capital, car il donne :

.../...

(1) Cf Enquête de l'Enfance MARTIN, SAMOS

(2) Cf enquête Ghana PARKER (R.N.) -- (Voir Bibliographie)

(3) On estime communément 15 litres par ovin ou caprin, 40 litres par équidé.

(4) Cf Note Pitcher Farming IRFED, Note sur Irrigation par canari enterré, 1976 ép.

- la quantité d'eau de pluie totale et sa répartition.
- les périodes de pluies et celles de sécheresse.

On peut faire varier la quantité d'eau stockée ^{pour} une même quantité de pluie en faisant varier la surface de collecte.

Par contre, les périodes sèches imposent des contraintes absolues. Il ne faut pas se contenter de moyennes mais étudier les cas extrêmes (abondances et pénurie), déterminer en particulier la plus longue période sèche ; chercher sa probabilité de retour (1). Selon les conditions locales, on peut (ou non) admettre la non-satisfaction des besoins en années, ou sur 20... en ne perdant pas de vue que la couverture des besoins en années exceptionnelles entraîne un surdimensionnement des systèmes de collecte, donc une augmentation de prix de l'installation.

L'étude précise des averses renseigne aussi sur les intensités de pluie d'où découle le débit maximum fourni par l'impluvium ; il faudra calculer les conduites d'eau pour les permettre d'évacuer toute l'eau sans perte ou débordement. Nous verrons plus bas que sur certains types d'impluvium terre et béton de terre, l'intensité des averses influe sur le rendement de l'impluvium, c'est-à-dire sur le rapport pluie tombée/pluie recueillie.

Même dans des cas très simples par exemple si l'on récolte l'eau du toit d'une case conduite dans un petit réservoir pour assurer un simple appoint d'eau, la connaissance de la pluviométrie permettra de dimensionner le réservoir en fonction des apports d'eau et de la consommation journalière (2).

3. AJUSTEMENT EAU COLLECTÉE/CONSOMMATION.

Connaissant ainsi les besoins à satisfaire et les possibilités d'y faire face par la collecte des eaux de pluies, il faut rechercher la solution la plus assurée au moindre coût la fourniture de l'eau nécessaire.

Méthode graphique.

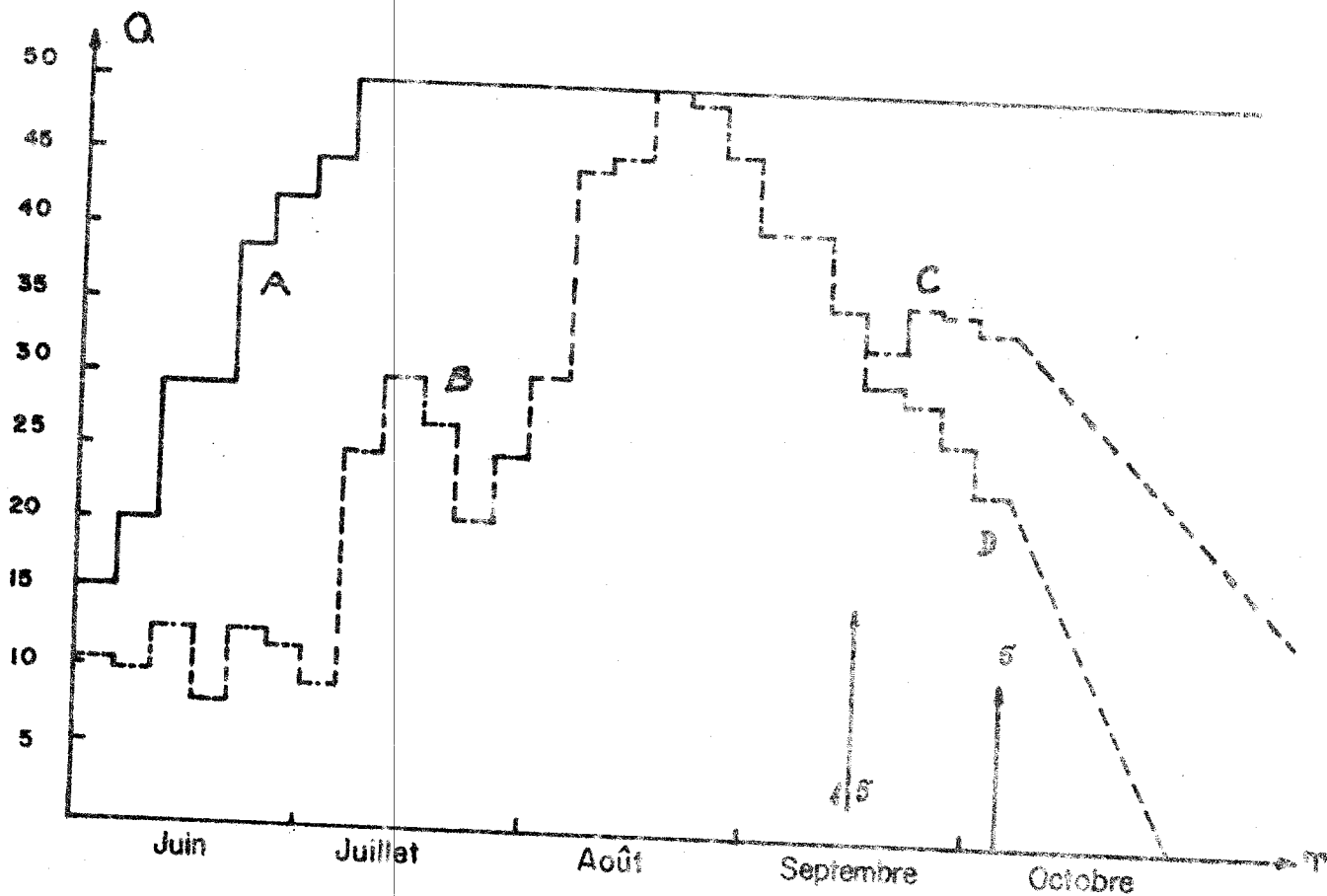
Elle consiste à tracer sur un graphique volume/durée les consommations par période, choisie (journalière, pentadaire (5 jours) décadaire...) et la courbe des entrées d'eau cumulées (ou du solde entrées sorties si la citerne est employée pour la consommation).

La dernière pluie (entrée d'eau) est à l'origine d'une droite rejointe par celle des consommations en un point qui donne en abscisse la période à laquelle l'eau de la citerne sera épuisée ; si de nouvelles pluies apportent de l'eau avant le point de rencontre, la réserve ne sera pas épuisée et la soudu-

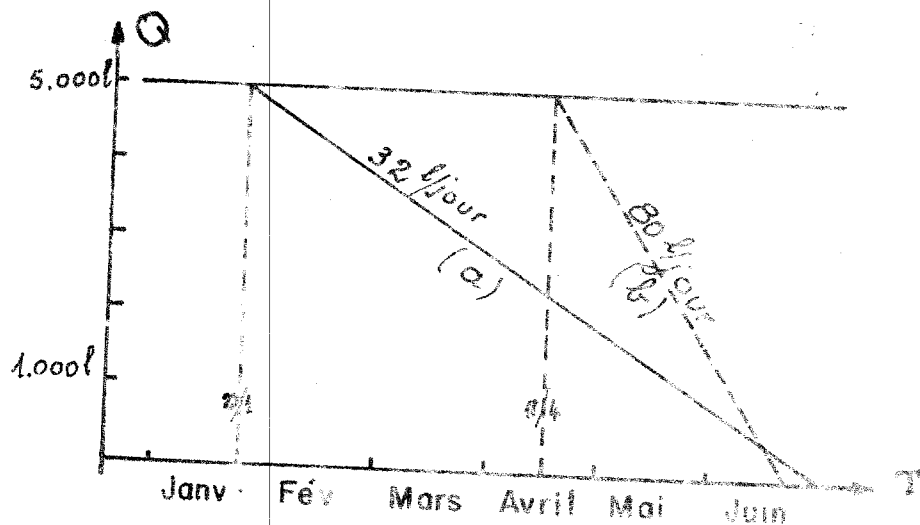
.../...

-
- (1) ORSTOM, RODIER. - Evaluation de l'écoulement annuel dans le Sahel Tropical Africain. Paris, 1975, 131 pages.
 - (2) Par exemple, toit de 30 m² pluie 500 mm, répartie sur 4 mois, quantité récoltée : 15.000 litres. Si la consommation journalière est de 200 litres en période de pluie et la décade la plus arrosée de 150 mm un réservoir de l'ordre de 4.000 litres assurera l'utilisation de toute l'eau récoltée (sauf averses exceptionnelles) - cf aussi exemple Côte d'Ivoire (Bibliographie n° 5).

AJUSTEMENT EAU COLLECTEE CONSOMATION
METHODE GRAPHIQUE



- A Courbe des entrées en citerne cumulées (sans prélèvement)
- B Courbe des soldes (entrées - sorties prélèvement de 100 l/jour)
- C à partir du 15 septembre prélèvements limités à 50 l/jour
- D 5 octobre fin des pluies prélèvements poursuivis à 100 l/jour
CITERNE asséchée fin octobre



- Mise en consommation d'une réserve de 5.000 litres devant durer
- a) jusqu'au 30 juin avec utilisation de 32 l/jour (debut 29 janvier)
 - b) " 20 juin " " de 80 l/jour (debut 18 avril)

Dans le cas où deux citernes indépendantes sont utilisées, l'une pour couvrir les besoins de saisons des pluies (période de plein emploi où les paysans n'ont pas le temps d'aller à distance, et qui se poursuit jusqu'à la récolte), l'autre pour faciliter la période de soudure, avant les pluies suivantes en ne prenant en charge que les besoins prioritaires (8 l/jour/personne), on peut déterminer sur le graphique :

- . comme plus haut, la date probable d'épuisement de la citerne I.
- . à partir d'une droite de consommation réduite, de la capacité de la citerne II et de la date présumée de la 1ère pluie la date de mise en consommation de l'eau stockée.

Méthode du Scénario.

On suppose l'équipement envisagé réalisé et on le confronte avec des séries de pluies réelles en étudiant par courtes périodes (le plus souvent 5 jours) entrées d'eau et consommation. On suit alors l'évolution du stock d'eau (dans une ou plusieurs citernes) et on peut essayer au mieux entrées et sorties d'eau par des consignes d'utilisation exemple Bouaké (1).

Ces deux méthodes ne s'excluent pas, et le scénario permet à la fois de vérifier les éléments donnés par la méthode graphique, et d'affiner les procédures d'utilisation.

B. LA COLLECTE DE L'EAU : LES IMPLUVIUMS;

Nous avons jusqu'ici considéré que toute la pluie tombée était recueillie par la surface de l'impluvium, il n'en est rien, et il se produit toujours des pertes (par évaporation, rebondissement, infiltration). Diverses études ont cherché à établir les corrélations entre la pluie et la surface réceptrice. C'est-à-dire le coefficient de ruissellement (qui serait de 100/100 si toute la pluie reçue ruisselait) (2).

Pour nous en tenir aux revêtements habituellement utilisés dans le Sahel, on peut avancer les chiffres suivants :

	Averses à faible intensité	Averses à forte intensité	Chiffre moyen
Tôle ondulée			94
Polyéthylène	88	91	90
Ciment	75	85	80
Béton de terre	60	80	70
Terre imperm. damée	43	72	60
Toit en chaume			50

.../...

(1) Voir bibliographie (5).

(2) Voir bibliographie (6) et (7).

Lorsqu'on veut calculer la surface nécessaire pour fournir une quantité d'eau donnée, il faut tenir compte du coefficient de ruissellement et majorer la surface selon l'inverse de K (1).

Il faut également tenir compte du seuil de ruissellement : les petites averses ne donnent souvent pas lieu au recueil d'eau. Les chiffres varient selon la température, la saturation, l'intensité de l'averse. En pratique, et sauf observations contraires, on éliminera des calculs les pluies de moins de 0,2 mm (tôle), 0,4 (plastique et ciment), 0,6 (béton de terre), 1 (terre damée).

CONSTRUCTION DES IMPLUVIUMS.

1/ Pour de petites citernes familiales (sac à eau).

L'impluvium est presque toujours constitué par le toit de la case ou d'une annexe (cuisine, hangar...).

Lorsque le toit est couvert en tôle, le seul problème est l'installation d'une gouttière. Outre les gouttières en PCV ou zinc que l'on trouve dans le commerce, on peut utiliser :

- des morceaux de tôle ondulée
- des plaques de fer-blanc cintrées fixées sur un bâti en bois
- des planches, recouvertes ou non de plastique
- de la gaine plastique de ϕ 20 cm tendue sur des bambous fendus ou des tiges de mil.

La première averse reçue par un toit en tôle le lave et l'eau chargée de nombreuses impuretés. Il est conseillé de ne pas stocker cette eau (5 à 10 mm de la 1ère averse). On peut prévoir un raccord en tôle manoeuvré à la main, utiliser un système automatique (2)

Sur un toit traditionnel en chaume, nous conseillons l'installation sur la moitié du toit (2 pans pour un toit à 4 pans) d'une feuille de polyéthylène anti Y.V. de 120 à 150 microns et munie de solides attaches par thermosoudure pour assurer une bonne fixation. Couvrir complètement le toit n'améliore pas sensiblement le rendement total en eau si l'on prend soin d'équiper les côtés tournés vers les pluies dominantes, mais par contre, rend la demeure plus chaude. L'eau est recueillie sur des gouttières rigides ; les essais utilisant la partie inférieure du plastique pour former la gouttière n'ont pas donné de bons résultats (sensibilité au vent).

On peut équiper les toits en terrasse (banco) avec une feuille de polyéthylène plus épais (200 microns) recouverte de 4 cm de gravillon ; cette feuille assure en outre l'imperméabilisation de la terrasse.

.../...

(1) On peut employer la formule $S = \frac{Qt}{P \times Kr}$

- S : surface de l'impluvium en m²
- Qt : volume total désiré en litre
- P : pluie en millimètres
- Kr : coefficient de ruissellement en %

(2) cf description dans BCEOM : l'alimentation en eau en milieu tropical, Paris, 1958 pp. 47-49.

2/ Pour des citernes de type "Botswana".

Difficultés techniques, durée de vie, coûts.

2.1. Le choix d'un type d'impluvium en fonction du coût et des difficultés techniques n'est pas toujours aisé : il faut prendre en compte les différentes contraintes et les pondérer selon les impératifs locaux : exemple, il peut paraître souhaitable financièrement d'édifier un impluvium cimenté, mais il n'existe pas sur place de maçon capable de réaliser ciment et enduit, le coût devra se porter sur un autre type d'impluvium.

Il est également indispensable de tenir compte de la durée de vie de l'installation, des frais d'entretien et de réparation annuelle, de remise en état pour l'hivernage, mais aussi du "rendement" de l'impluvium : on sait que pour récolter la même quantité d'eau à stocker, il faut, pour un m² de tôle ou de polyéthylène environ 1,3 m² de ciment, 1,5 m² de béton de terre, 2 m² de terre battue.

Nous avons dans le tableau suivant donné les informations recueillies au Sénégal à partir des prix et observations relevées à M'Bour et Langonak. Nous avons étudié les impluviums sur lesquels ont porté les observations de ruissellement ; pour le polyéthylène, nous avons indiqué deux hypothèses : celle d'une durée de vie de deux ans, qui n'est acceptable que si l'on utilise un polyéthylène spécial anti U.V., d'épaisseur suffisante - au moins 150 microns - et si on le stocke à l'abri du soleil dès la fin de l'hivernage pour le réinstaller au début de l'hivernage suivant.

La plupart des travaux sont réalisables avec l'outillage traditionnel local ; nous n'avons inclut que les achats à faire spécialement pour la réalisation des impluviums, en se limitant à ce qui est indispensable ; il serait bien entendu souhaitable de prévoir brouettes, griffes à gravier pour le béton, niveau, etc... qui devraient faire partie d'un outillage d'emploi plus général correspondant à un niveau technologique encore rarement atteint.

Pour ne pas compliquer outre mesure les calculs, nous avons uniformisé les prix des spécialistes indispensables pour certains travaux même lorsque les qualifications ne sont pas identiques ; on peut confier à un maçon de village occasionnel, comme il y en a presque partout, la confection du béton de terre, même s'il est réalisé grossièrement : par contre un impluvium cimenté avec couche d'enduit devra faire appel à un artisan confirmé : cependant le prix de la journée a été uniformisé dans les deux cas à 500 F CFA.

Les journées de manoeuvre indifférenciées ont été décomptées sur la base de 200 F/jour. En fait, le cultivateur qui veut construire son impluvium ne le comptabilisera pas s'il peut effectuer lui-même le travail en dehors des périodes de plein-emploi ; il n'y aura dans ce cas pas de sortie monétaire.

Les chiffres donnés sont très indicatifs ; ainsi le nombre de journées de travail ne sera pas le même si la terre imperméable provient d'une termitière située à 10 mètres ou à 100 mètres de l'emplacement choisi ; la fourniture de sable fin et lavé pour l'enduit peut aussi faire varier les estimations. Par contre, les chiffres concernant le polyéthylène, les tôles et l'outillage sont moins sujets à variation.

.../...

Dernière remarque sur les journées de travail : pour donner la quantité d'eau prévue, l'impluvium à construire doit prendre en compte pour la surface effective le coefficient $\frac{1}{Kr}$: les journées à prévoir doivent être majorées de la même manière (donc pour la terre 20 jours \times 2) pour les 100 m² nécessaires. L'investissement en journées de travail peut ainsi varier de 10 jours (plastique) à 40 jours (terre) et influencer sur le choix de l'impluvium si le réalisateur dispose de peu de temps libre ou ne peut que trouver difficilement de la main-d'oeuvre disponible.

Nous avons aussi indiqué de façon schématique les difficultés de réalisation propres à chaque type : là encore, les conditions locales doivent permettre un choix selon les possibilités en artisans qualifiés du village, maçons ou charpentiers.

Toutes les considérations évoquées plus haut rendent impossibles le choix purement financier d'un type d'impluvium ; on peut distinguer trois niveaux de prix :

économique	(terre damée (ciment
moyen	(plastique 2 ans (béton de terre
cher	(plastique 1 an (tôles.

Les investissements nécessaires dès la première année sont un facteur très important pour beaucoup de cultivateurs peu fortunés ; ils amènent un classement assez différent.

Terre damée.....	1.000 F + 40	journées de manoeuvres
Plastique 1 an.....	5.200 F + 10	" "
Plastique 2 ans.....	6.400 F + 10	" "
Béton de terre.....	6.550 F + 27	" "
Ciment.....	15.600 F + 26	" "
Tôles.....	59.500 F + 14	" "

On voit que la terre damée - selon que l'on inclut ou non dans les dépenses la main d'oeuvre nécessaire - entraîne une sortie monétaire de 1.000 ou de 9.000 F : le plastique 1 an, dans la même optique, 5.200 ou 7.200 F. ; c'est-à-dire que le choix plastique, dans ce second cas entraîne une moindre sortie d'argent.

En ce qui concerne les tôles, le cas général sera l'équipement d'une toiture, et dans ce cas tôles et charpente doivent être imputées à la construction ; le coût de l'impluvium sera nul, mais il faudra compter les frais d'achat ou de confection et de pose des gouttières et tuyaux d'amenée d'eau.

En conclusion, nous pouvons seulement répéter que le choix d'un impluvium est lié à une étude de chaque cas particulier, qu'il n'est pas possible "à priori" de préconiser ou d'exclure tel ou tel type. Signalons tout au plus que la collecte de l'eau sur les toits de tôles existants est un procédé économique, avec un impluvium de longue durée, de peu d'entretien, de rendement excellent et donnant une eau particulièrement propre.

ELEMENTS DE COUT DE DIVERS TYPES D'IMPLUVIUM (prix du Sénégal en F CFA.

Type d'im- pluvium	Matériaux achetés (50 m ²)	Matériel et outill- lage spé- cialisé	Artisan local 500 F/j.	Main- d'oeuvre pour 50 m ² (200 F/j.)	Durée de vie (ann.)	Répara- tions annuel- les	Coût brut par an (a)	$\frac{1}{Kr}$ (b)	Coût comparatif (c)	Difficultés de réalisation
Terre imperméa- ble damée	0	dame 1.000 F	0	20	5	20 %	1000 / 4000 / 5 + 800	2	3.600	+
Terre et plastic 2 ans	Polyéthyl. 5.200	0	0	10	1	0	5200 2000	1	7.200	+
Béton de terre	Ciment 125 kg 1.500 F	dame truelle 1.800	2 jours maçon	18	6	15 %	2500 / 1800 / 6 4600 + 1335	1,5	4.227	+++
Ciment	Ciment 1400 kg sable 2.000 F	dame truelle règle	4 jours maçon qualifié	20	10	5 %	10000 / 2000 / 10 6000 / + 900	1,3	3.510	++++
Tôles	32 tôles de 2 m bâti en bois 56.000 F	marteau tournevis 1.500	4 jours char- pentier	14	15	2 %	57000 / 4800 / 15 + 1246	1	5.399	+++

(a) 1ère ligne : matériaux, 2e ligne : matériel, 3e ligne : artisans + main-d'oeuvre, dernière ligne : coût des réparations et entretien annuel.

(b) 1/Kr : coefficient fonction de rendement, pour obtenir le même volume d'eau en majorant la surface de l'impluvium selon sa nature (résultats moyens arrondis).

(c) Coût tenant compte des amortissements calculés sur la durée de vie, des réparations, des surfaces nécessaires.

(d) Plus les techniques à mettre en oeuvre sont difficiles (ou s'il y a des précautions spéciales - stockage plastique -) plus il y a de croix dans la colonne.

2.2. Confection de l'impluvium.

Pente à donner à l'impluvium, volume de terrassement.

Les essais réalisés à Langomak (Sénégal) en 1974 ont montré qu'on atteignait le rendement optimal pour plastique et ciment à partir d'une pente de 8 %. Nous avons retenu pour les constructions une pente de 8 à 10 %.

Nous conseillons ce même chiffre pour les impluviums en béton de terre et en terre compactée ; l'adoption d'une pente plus forte améliorerait dans une certaine mesure les rendements, surtout par pluie de faible densité, mais augmenterait les érosions et partant la turbidité de l'eau recueillie. L'adoption d'un profil à pente décroissante d'amont vers l'aval - profil d'équilibre - rendrait la construction beaucoup plus difficile.

Les délais de la citerne fournissent les 3/4 des matériaux ; pour éviter les transports, il est souhaitable de rechercher pour l'installation une pente naturelle (au Sénégal, nous avons utilisé à plusieurs reprises d'anciennes termitières), tournée si possible face aux pluies dominantes.

Il faut d'ailleurs majorer le volume des matériaux nécessaires d'1/4 environ pour tenir compte de la pente des talus limitant l'impluvium.

Réalisations et coûts des revêtements.

Avec du polyéthylène.

Nous avons utilisé des polyéthylènes en rouleaux de largeurs différentes : 4 mètres et 7 mètres.

La seule difficulté réside dans l'amarage des bords, la solution la meilleure consiste à les enterrer dans la bordure de l'impluvium et ils sont également lestés par des sachets de polyéthylène de 12 cm de diamètre, de 50 cm de long remplis de sable ou de béton maigre.

L'impluvium doit être protégé par une clôture contre le passage des animaux ; le plastique doit être récupéré dès la fin de l'hivernage, soigneusement roulé et stocké à l'abri de la lumière. Le plastique incolore laissé sur place en 1975 est devenu cassant et s'est révélé inutilisable pour l'hivernage suivant.

Des essais sont en cours avec des plastiques noirs traités anti U.V. ; les premiers résultats montrent une meilleure tenue, qui permet d'espérer qu'avec des épaisseurs de 150 à 180 microns la durée de vie de l'impluvium serait de deux hivernages.

Coût du polyéthylène : départ France H.T..... 7,80 FF/kg (Juil. 76)
rendu Sénégal TTC.....613,36 F CFA/kg.

.../...

1 kg couvre en 100 microns d'épaisseur :	8,4 m2
120	7,0 m2
160	5,2 m2
200	4,2 m2

soit pour 54 m2 + 10 m2 bordures enterrées

en 120 microns 64 : 7 9 kg (durée un an)
en 160 microns 64 : 5,2 12,3 kg (durée deux ans).

Impluvium cimenté.

Il est nécessaire de damer sérieusement la terre avant de cimenter.

Nous avons utilisé pour l'impluvium cimenté un béton maigre, dosé à 4 kg au m2 posé à la truelle sur 3 à 4 cm d'épaisseur damé et recouvert d'un enduit au ciment pur, soit un peu moins de 5 kg de ciment au m2.

Coût du ciment..... 90 F CFA.

L'impluvium a très bien "tenu", une fissure sur un angle a été colmatée ; mais pour des surfaces plus grandes, il faudrait prévoir des joints de dilatation.

Béton de terre.

Un impluvium de 20 m2 a été réalisé à Langomak par les enfants du Foyer, avec un dosage de 1/10e de ciment ; on a ainsi utilisé 3 kg de ciment au m2 pour une épaisseur de 4 à 5 cm et aucun enduit (coût du ciment... 54 F CFA au m2).

La tenue au cours de l'hivernage a été assez bonne malgré quelques dégradations dues à un mauvais brassage du ciment et un damage insuffisant de la terre. D'autre part, plusieurs rejets d'arbustes ont traversé la couche cimentée.

Ces observations confirment la nécessité d'un débroussaillage soigneux de l'impluvium, d'un damage bien fait de la terre, d'un brassage efficace terre-ciment.

Terre battue.

Le choix de la terre revêt une grande importance. Nous avons utilisé un mélange d'argile à nodules latériques provenant du creusement d'un puits mélangé à la terre de termitière. Ce mélange a été posé sur la terre damée en couche de 3 à 4 cm tassé au pied, puis damé, lissé après arrosage à la truelle et à nouveau tassé avec planchette et marteau.

Les premières pluies ont enlevé les éléments fins, retrouvés sous forme de troubles dans l'eau recueillie, et qui se déposent rapidement. Après plusieurs pluies, la surface est recouverte des gravillons latéritiques et de sable, l'eau devenant beaucoup moins chargée.

Au soleil apparaissent des fentes de retrait qui disparaissent avec le début des ruissellements. Elles sont surtout visibles sur le revêtement récent car elles sont ensuite obstruées par le sable et les gravillons.

L'herbe pousse sur ce type d'impluvium qui nécessite un nettoyage annuel suivi d'une recharge et d'un nouveau damage tout au début de l'hivernage.

Pour éviter l'érosion du goulet de sortie, nous avons dû cimenter.

C. LE STOCKAGE DE L'EAU : LES CITERNES.

1. L'utilisation du polyéthylène donne un matériau imperméable, léger, de coût relativement bas.

Par contre, sa résistance mécanique est à peu près nulle, il est facile à percer et il vieillit rapidement lorsqu'il est exposé à la lumière (quelques mois au Sénégal).

Il est difficile à travailler ; on ne peut pas le coller de façon solide (différentes bandes adhésives rendent imperméable le raccord par superposition de deux couches plastiques à condition qu'il n'y ait pas de fortes tractions) ; il faut utiliser la thermo-soudure, ce qui nécessite un matériel et une technique particulière. Après divers essais, nous utilisons pour ces soudures le chalumeau à air pulsé LEISTER en raison de son coût modique (1.280 FF en 1976) et de sa polyvalence : soudures bord à bord de 2 à 4 épaisseurs, doublage des bordures, œillets, pose de pièces ... soudures continues ou par points.

En ce qui concerne la qualité de plastique, nous avons sélectionné une marque répondant à deux exigences : le label de qualité délivré par le C.F.E.P. et une attestation de non toxicité pour usage alimentaire. Nous avons essayé des plastiques incolores (plus faciles à travailler) et surtout des plastiques noirs anti-U.V. qui résistent mieux à la lumière.

Les largeurs utilisées varient de 3 à 9 mètres. Nous utilisons actuellement soit de la gaine de 2,225 mm à plat soit du film, en largeur de 6 à 7 mètres.

Nous avons aussi utilisé les polyéthylènes locaux : Sovolpass à Ouagadougou (limité en 1974 aux petites largeurs) et sachets Seneplat à Dakar pour la confection des boudins pour les Botswana. Au Niger, la Soniplast ne peut usiner que des petites largeurs (gaine de 0,70 m à plat).

2. Citernes parallélépipédiques obliques.

La citerne parallélépipédique en polyéthylène - la première utilisée a été presque partout abandonnée pour les raisons suivantes :

- nécessité de souder les angles pour assurer une bonne tenue de la citerne (1h à 1h $\frac{1}{2}$ de thermo-soudure par citerne) ;
- difficulté de fermeture par un couvercle étanche ;
- forte consommation en ciment pour faire une margelle cimentée sur le porteur ;
- emplacement au sol relativement important, donc plus difficile à trouver et à clôturer.

.../...

Elle peut cependant être utilisée lorsqu'il est difficile de creuser le sol (banc rocheux) ou si l'on rencontre à faible profondeur (moins de deux mètres) une nappe superficielle, permanente ou temporaire qui nuit à la solidité du sol.

Sac à eau (stockage de 3.000 à 4.000 litres).

Matériaux.

- Gaine polyéthylène de 2.225 mm à plat (diamètre 140 cm) de 150 à 200 microns d'épaisseur.
- Grosse ficelle en corde mince imputrescible.
- Grillage fin, moustiquaire, caléasse (filtre).
- Si possible ciment (margelle 10 kg, coupole 5 kg).

Emplacement.

- A proximité du toit de collecte d'eau, mais à 20 mètres au moins du mur. Eviter les creux, (prévoir l'écoulement du fossé de garde vers l'extérieur). L'emplacement doit être clos (animaux, enfants).

Construction.

- Tracer sur le sol bien nettoyé deux cercles concentriques de 0,65 et 0,80 m de rayon. Creuser une tranchée de 0,15 m de profondeur entre les deux cercles, remplir de béton maigre pour faire une margelle au ras du sol, laisser sécher. Creuser verticalement (fil à plomb) un trou cylindrique de 130 cm de large (s'il dépasse 135 cm crépir avec du banco pour ramener à la côte. Profondeur : 2,20 m pour 3.000 litres, 3,00 m pour 4.000 litres. Régulariser les bords, enlever soigneusement les cailloux, couper les racines le plus loin possible en terre. Profiler le fond en ogive et garnir de sable fin.

Superstructure.

- On peut faire une margelle (parpaing, briques de terre, banco...) rétréci à 1,35 m extérieur pour permettre de fixer la gaine (v p b) ou un dôme en briques laissant une ouverture de 50 cm de diamètre. Prévoir un couvercle (planches, tôle, natte...).

Installation du sac.

- Couper une longueur de gaine de 4,20 m (pour 3.000 litres) ou 5,00 m (pour 4.000 litres). Thermo-souder si possible la partie inférieure.

Après pliage en accordéon (partir des deux bords) faire deux ligatures. L'une à 25 cm de la base, replier vers le haut et faire une 2^e ligature au niveau de la première. Descendre le sac dans la citerne, en évitant les torsions, retourner la partie supérieure sur la margelle, ou attacher par 4 coins à des piquets.

Finitions.

- Raccorder à la gouttière (dont une partie doit être mobile pour évacuer l'eau du toit si la citerne est remplie). Installer le filtre d'entrée (calebasse percée ou entonnoir en tôle avec grillage moustiquaire). Creuser un petit fossé autour de la citerne pour éviter les flaques. Clôturer.
Faire avec 4 piquets un petit toit de protection (chaume ou plastique 2 x 2).

Après usage, le sac doit être retiré, lavé à l'eau javérisé, stocké à l'abri de la lumière. Il peut servir deux ans ; s'il est troué on peut réparer à la thermo-soudure. Une fois inutilisable, l'employer comme protection en mettant le sac à eau neuf à l'intérieur de la vieille enveloppe.

Coût de la gaine (France, décembre 1976)..... 4,20 m.... 30 Frs.
Usine, taxes comprises (160 microns)..... 4,80 m.... 35 Frs.

Citerne type "Botswana" 10 à 50 m³.

La citerne type Botswana a été utilisée dans plusieurs pays en particulier au Botswana (d'où le nom sous lequel nous l'avons propagée). Une description sommaire se trouve dans une fiche technique éditée par le GRET (fiche n° T 39 fascicule 2 de Septembre 1976) (Voir n° 8 dans la Bibliographie).

Ces citernes enterrées sont rendues étanches par des feuilles de polyéthylène protégées par des sachets, également en polyéthylène remplis d'un mélange sable-ciment (12 pour 1) (boudins ou saucisses).

Elles sont plus économiques que des citernes maçonnées ou en béton, n'exigent pas de pierres, et leur technique de construction est simple et rapidement assimilable par les paysans.

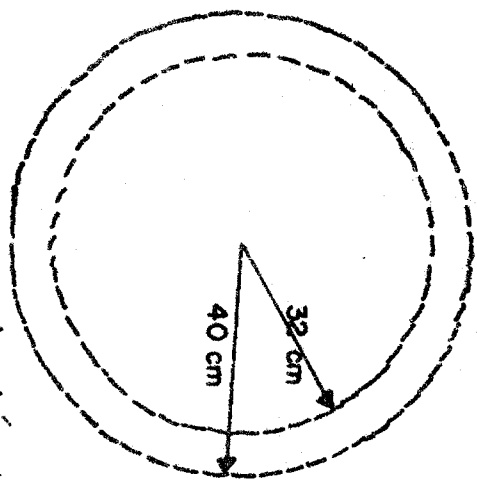
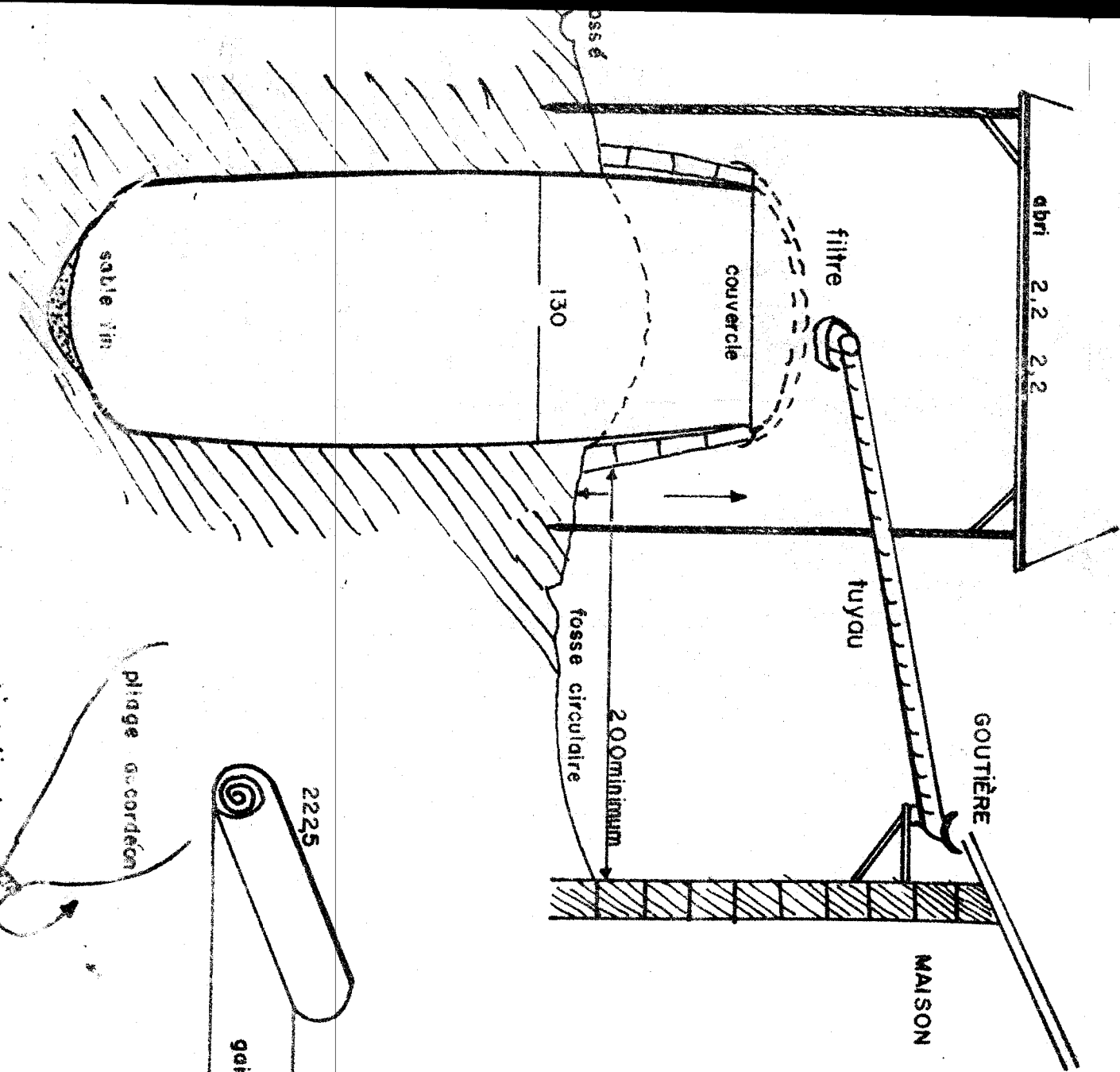
Ces modèles mis au point par le bureau DOXIADIS, ont été utilisés par I.T.D.G. au Botswana, et au Soudan.

Nous l'avons légèrement modifié avec les enseignements d'une opération "citerne" menée au Sénégal par l'Enseignement Moyen Pratique Rural.

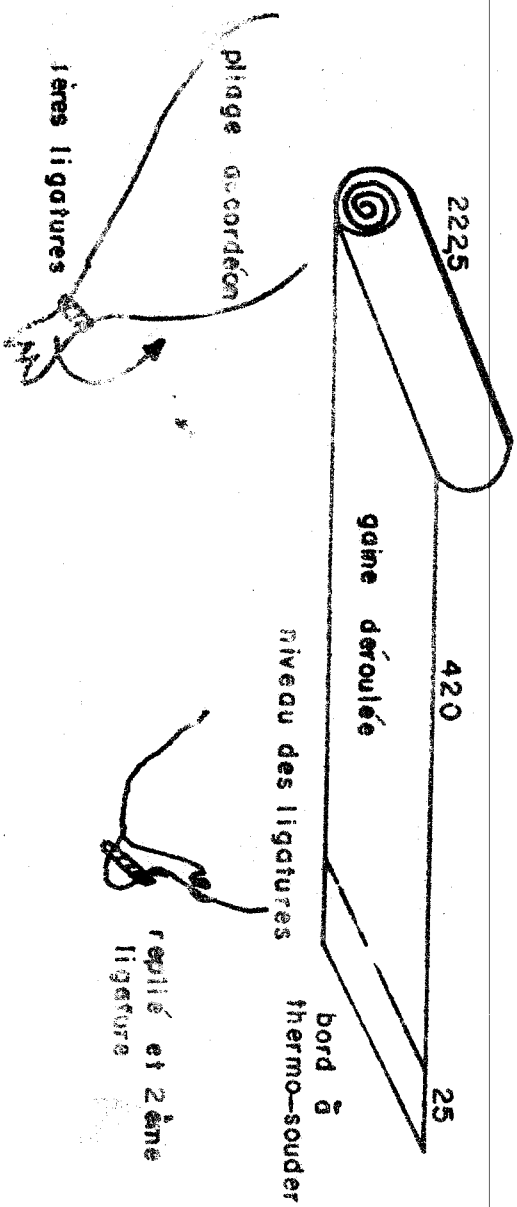
Mode opératoire.

Choix de l'emplacement : éviter les bas-fonds (submersion et surtout terrains peu consistants lorsque humides).

Piquetage et tracé : opérer comme pour des fondations d'habitation, délimiter 2 rectangles laissant entre eux 15 à 20 cm (fig. I).



tranchée de 0,15 m rebouchée au béton maigre



gaine déroulée

niveau des ligatures

bord à thermo-souder

piège au cordeau

lières ligatures

renfilé et 2ème ligature

Creuser une tranchée de 10 cm de profondeur, remplir de béton maigre (1 ciment 10 sable), laisser sécher (fig. II et III).

A l'intérieur, matérialiser le fond de la citerne en tenant compte d'une pente des bords de 70 %, creuser verticalement presque à la profondeur désirée ; abattre alors les côtés jusqu'à la margelle cimentée et régulariser la pente (fig. IV et V).

La terre des fouilles doit être rejetée le plus loin possible et si elle est reprise pour réaliser un impluvium, d'un seul côté.

Pose du plastique - garnir la fosse avec le plastique (préalablement soudé si le film n'est pas assez large, ou à la rigueur collé avec des produits spéciaux en prévoyant au moins 50 cm de recouvrement et 2 collages). Plier les angles en évitant toute tension du polyéthylène qui doit être plaqué sur les parois.

Mettre sur le fond quelques centimètres de banco.

Placer la seconde couche de plastique comme la première (on peut utiliser des bandes adhésives pour faciliter le travail et maintenir ensemble les 2 épaisseurs de plastiques).

Boudins - Remplir les boudins d'un mélange bien homogène sable/ciment proportions 12/1 ; les ligaturer avec du fil de fer fin. Percer une douzaine de trous sur une face des boudins au moment de l'utilisation, tremper quelques minutes dans l'eau et revêtir le fond puis les parois de la citerne avec ces boudins en veillant à alterner les joints. Il est bon de ligaturer plusieurs boudins sur une verticale.

Choix des matériaux.

Pour le polyéthylène en film, choisir de préférence un produit traité anti-ultra-violet en s'assurant auprès du fabricant que les charges incorporées ne deviennent pas toxiques avec le vieillissement. Nous avons utilisé des plastiques de 150 à 220 microns d'épaisseur et de largeur allant de 4 à 9 mètres (choisir la largeur en fonction de la citerne en prévoyant un débordement sur les côtés d'au moins 0,40 m).

Pour les boudins on trouve facilement des sachets coupés-soudés. Nous utilisons de la gaine de 80 microns pour un diamètre de 8 cm (12,5 cm à plat) et 90 microns pour 9 cm (14 cm à plat), longueur 70 cm (60 cm effectifs en tenant compte de la ligature : pour 8 cm il faut compter 24 boudins au m² et pour 9 cm, 20 boudins en raison d'un aplatissement assurant la stabilité - pour cela ne jamais tasser le sable-ciment dans le boudin).

Recommandations.

- . La citerne doit être soigneusement clôturée (animaux, enfants).
- . Elle doit être entourée d'un fossé de garde évitant des venues d'eaux souillées.

.../...

- . Elle doit être nettoyée dès qu'elle est vide, et à nouveau avant un nouvel emploi.
- . Prévoir éventuellement un trop-plein (cimenté, en boudins...) et un canal de décharge.
- . Une couverture est souhaitable, surtout dans les régions à forte évaporation. Aucune solution économique satisfaisante n'a encore été trouvée. Signalons :
 - le toit traditionnel en chaume (peu hygiénique),
 - un couvercle de polyéthylène (abîmé par le vent et la pluie),
 - des plaques flotantes de polystyrène.
- . Lorsque le débit à l'arrivée est grand, ou que l'eau tombe d'une grande hauteur, renforcer le point d'impact avec une deuxième épaisseur de boudins plus riches en ciment (1 pour 6).

BOTSWANA 25.000 LITRES
FICHE DE MATERIAUX ET MATERIEL

A. MATERIAUX.

- 1/ - Polyéthylène film de 8 m de large 200 microns (conditionné en rouleau 4 plis de 2 m de large)

2 fois 7 m linéaires 112 m² 21,5 kg

On peut aussi utiliser avec soudure de film en 4 m de large.

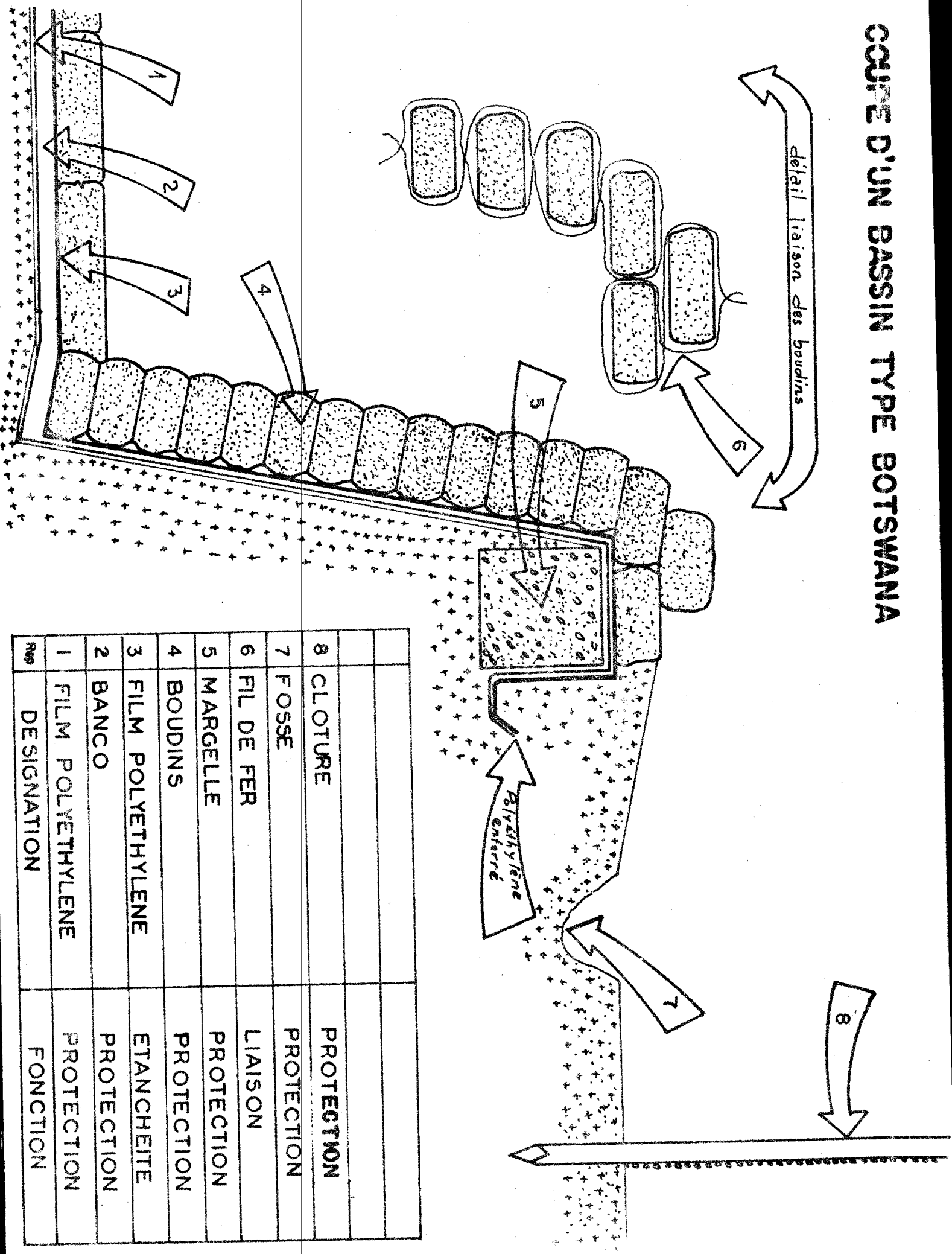
Pour les boudins
diamètre 80 mm 38 m² × 24 = 912 sachets arrondi à 1.000
poids 1,3 kg.
- 2/ - Ciment margelle 1/4 m³ béton à 300 kg 80 kg
 boudin 120 kg
- 3/ - Fil de fer 1 kg

B. OUTILS INDISPENSABLES.

mètre
pelle de terrassier
pic de terrassier
fil à plomb
pince (universelle ou coupante)
grande cuvette (ou demi-fût).

.../...

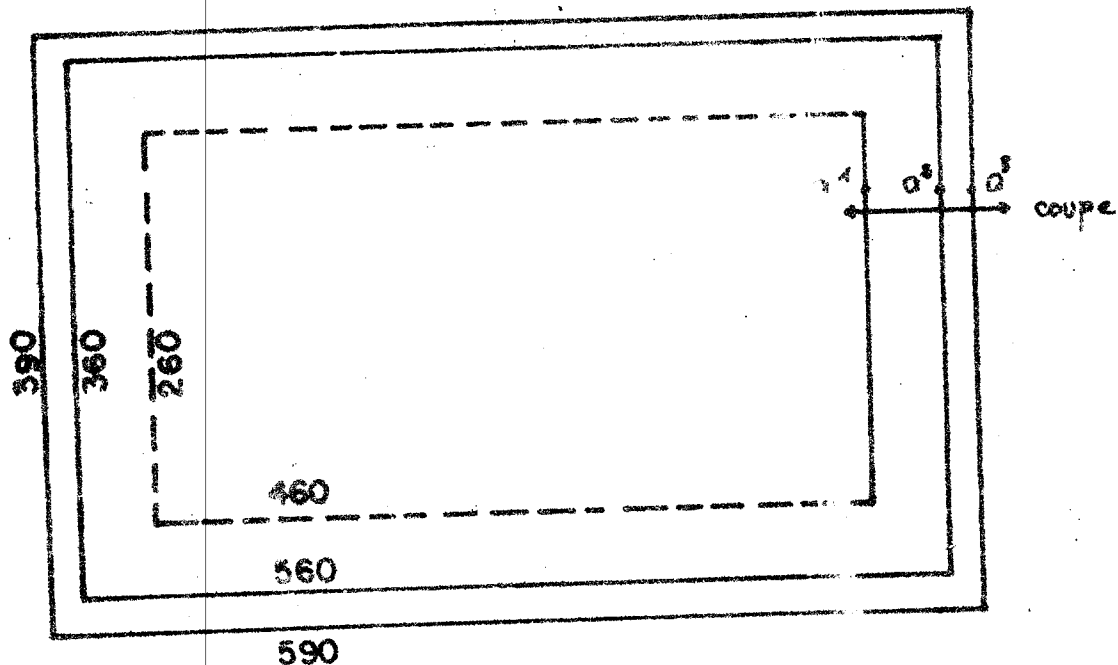
COUPE D'UN BASSIN TYPE BOTSWANA



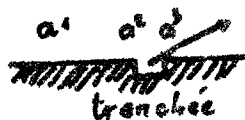
Rep	DESIGNATION	PROTECTION	FONCTION
1	FILM POLYETHYLENE	ETANCHEITE	PROTECTION
2	BANCO	ETANCHEITE	PROTECTION
3	FILM POLYETHYLENE	ETANCHEITE	PROTECTION
4	BOUDINS	ETANCHEITE	PROTECTION
5	MARGELLE	ETANCHEITE	PROTECTION
6	FIL DE FER	LIAISON	PROTECTION
7	FOSSE	LIAISON	PROTECTION
8	CLOTURE	LIAISON	PROTECTION

CITERNE BOTSWANA 25 000 LITRES

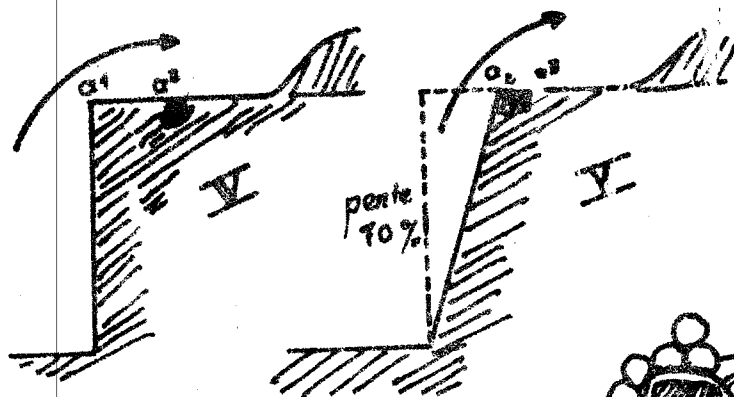
I
piquetage



II



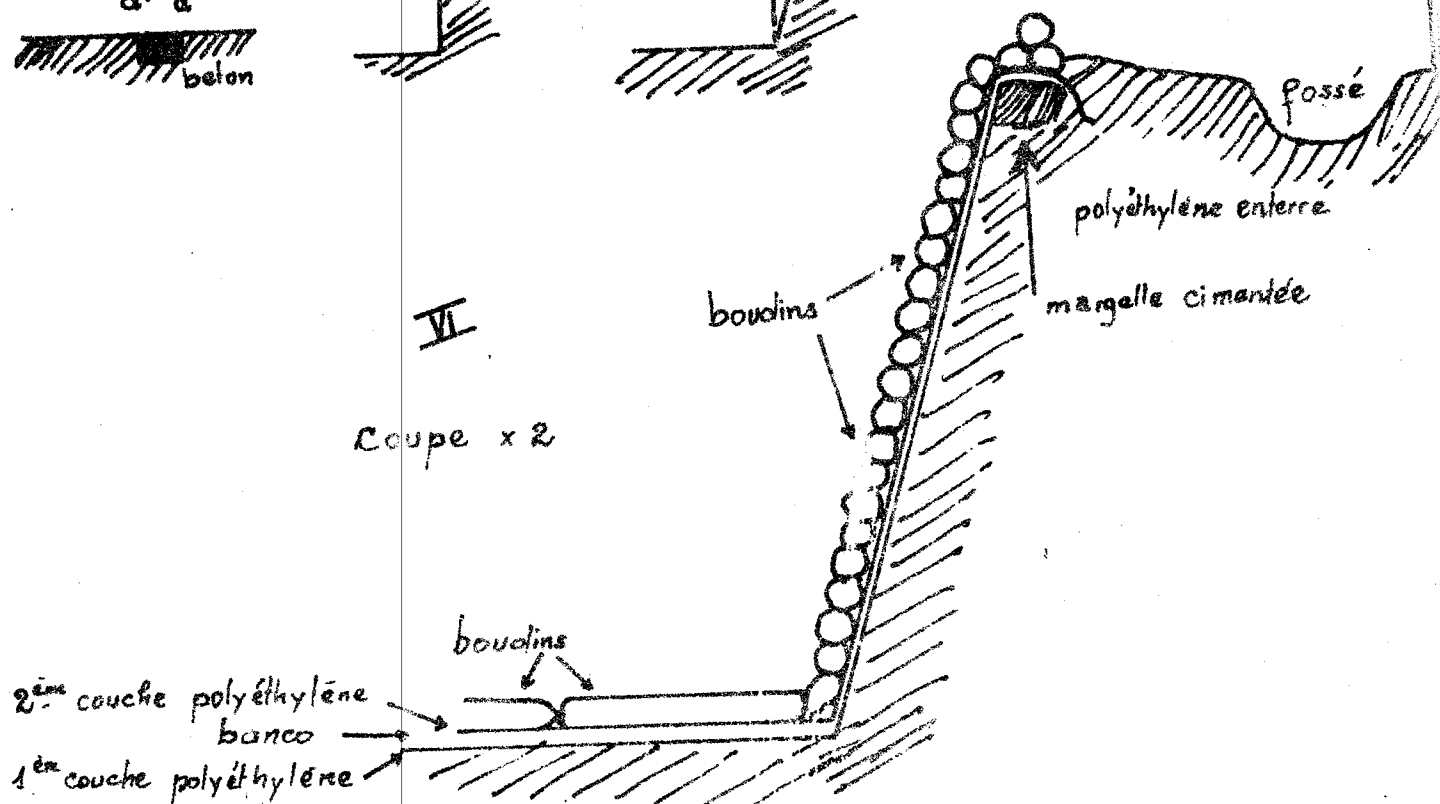
III



clôture

VI

Coupe x 2



OUTILS UTILES.

Niveau d'eau
Brouette.

<u>C. VOLUME DE TERRASSEMENT</u>	= 26,5 m ³
Sable	= 2 m ³
Banco	= 0,5 m ³

D. EXHAURE ET PURIFICATION.

La question de l'exhaure est directement liée à celle de la qualité de l'eau. Le puisage direct, avec un récipient plus ou moins propre attaché à une corde presque toujours souillée par la terre impose en outre une ouverture assez large dont la fermeture étanche est pratiquement impossible.

L'IRFED a construit pour les besoins des paysans divers modèles de pompes rustiques et de coût réduit, en particulier la pompe tubulaire (1) ("la plus simple des pompes") diffusée par VITA, peu utilisable pour les petites citernes mais adaptée au modèle "Botswana" la pompe à soupape d'ITDG (2) et effectuée des recherches pour une pompe à membrane très simple, utilisable sur les citernes "sac à eau". Les pompes à corde, et les pompes à bouchon ont été également essayées.

Un modèle simple de chadouf a été installé au Sénégal pour utiliser l'eau des Botswana.

En ce qui concerne la purification, nous avons orienté nos recherches sur l'utilisation des filtres à sables lents, qui permettent de se débarrasser des troubles et matières en suspension de combattre efficacement la pollution bactérienne. En outre, l'eau stockée en citerne fermée pour des périodes de plusieurs semaines a été traitée au chlore (pastilles d'hydrochlorazone, plus chère que le carbonate de chaux, mais d'emploi plus facile et de coût acceptable en raison des quantités relativement faibles à traiter).

Nous avons utilisé, avec succès, au Sénégal, un filtre à sable lent constitué de plusieurs bouteilles (de récupération) plastiques, avec coquillages pilés et sable donnant 1/2 litre d'eau traitée à l'heure. Des observations plus poussées sur l'efficacité de la couche biologique et des analyses sont nécessaires avant diffusion.

Des indications et des plans sont donnés par les ouvrages suivants :

.../...

NOTE : Nous renvoyons pour les descriptions de ces modèles de pompes aux fiches techniques éditées par le GRET-Paris (cf Bibliographie).

(1) Pompe tubulaire VITA, fiche n° T43 (éditée en juin 1976) opuscule n° 2.

Observation : l'amorçage de la pompe est souvent difficile (car nécessite un mouvement alternatif rapide) E, outre, le jet discontinu n'est pas facilement récupérable dans les récipients habituels de service.

(2) Pompe à piston et soupapes ITDG fiche T128 (juin 76) opuscule n° 1 satisfaisante pour une aspiration de moins de trois mètres.

Nous expérimentons aussi le modèle SALAWÉ (soupape à boulet) objet de la fiche GRET T101 (op. n° 1, juin 1976).

OMS Huisman et Wood, filtration lente sur le sable (Genève, 1975, 133 pages).

VITA, manuel technique du village (Mt RAINIER, 1976, 427 pages) (notamment pp 103 à 110).

Appropriete technology, volume n° 3, novembre 1976.

Merchant (M) An intermittent Water Filter, pp 22-23, ITDG, London 1976.

x
x x

E. INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES.

1. SAMOS (Martin) - L'eau et la santé de l'homme - L'enfant en Milieu Tropical n° 103, 1976, pp 3-22.
2. PARKER (R.N.) - Catchnet Systems for rural water supplies - Agricult South East Ghana, vol. 2, Reading 9173;
3. IRFED - Note sur irrigation par canari enterré (Pitcher Farming). Paris, 1976, 2 pages.
4. ORSTOM - RODIER (J) - Evaluation de l'écoulement annuel dans le Sahel. Tropical Africain - ORSTOM, Paris, 1975, 32 pages.
5. IRFED - MARTIN (Pierre) - Collecte et stockage des eaux pluviales en Côte d'Ivoire - Paris 1975, 32 pages.
6. Agricultural Research Service US department of agriculture - proce the Water Harvesting Symposium - Phenix Arizona, March 1974, Février 1975, 329 pages.
7. IRFED - Observation sur divers types d'impluvium langomak 1975-1976 - Pierre MARTIN, Paris, Octobre 1976, 31 p. + annexes.
8. GRET - Fichier encyclopédique du développement rural.
(Groupe de Recherches sur les techniques rurales, 34, rue Dumont d'Urville, Paris 6ème).
9. ITDG - The introduction of rainwater catchment tanks and micro-irrigation to Botswana - ITDG, Londres, Septembre 1969, 74 pages.

PROGRAMME EXPERIMENTAL DE COLLECTE

DES EAUX DE PLUIE AU TOGO (1).

Le programme est axé sur les aires de collecte et le stockage. On recherche un moyen économique et facilement vulgarisable des impluviums et du stockage de l'eau. Le matériel proposé étant le polyéthylène.

I - PROGRAMME ET OBJECTIF.

- Construction d'une citerne de 15.000 litres avec impluvium.
- Installation de deux citernes type "sac à eau" de 3.000 et 4.000 litres utilisant l'une un toit en tôle et l'autre un toit en paille recouvert d'une feuille de plastique.
- Formation de chefs de travaux et de paysans à la mise en place et à l'entretien des structures de recueil et de stockage des eaux de pluies.

La nouvelle technique vulgarisée est donc concrétisée par des modèles en vraies grandeurs en fonctionnement à titre de démonstration et de test d'efficacité.

II - REALISATION DU PROGRAMME EXPERIMENTAL

- Date et durée de la réalisation :

Prévu pour être réalisé en 15 jours le programme s'est déroulé du 16 au 31 mai malgré les fêtes et les pluies en début et fin de réalisation.

- Lieux des réalisations :

Sur proposition du service du Génie Rural et après reconnaissance de la zone d'intervention choisie il a été retenu comme lieu d'expérimentation les villages :

d'AHEPE

et ZAFI.

Compte tenu des infrastructures et des besoins villageois il a été décidé de réaliser à

- AHEPE -

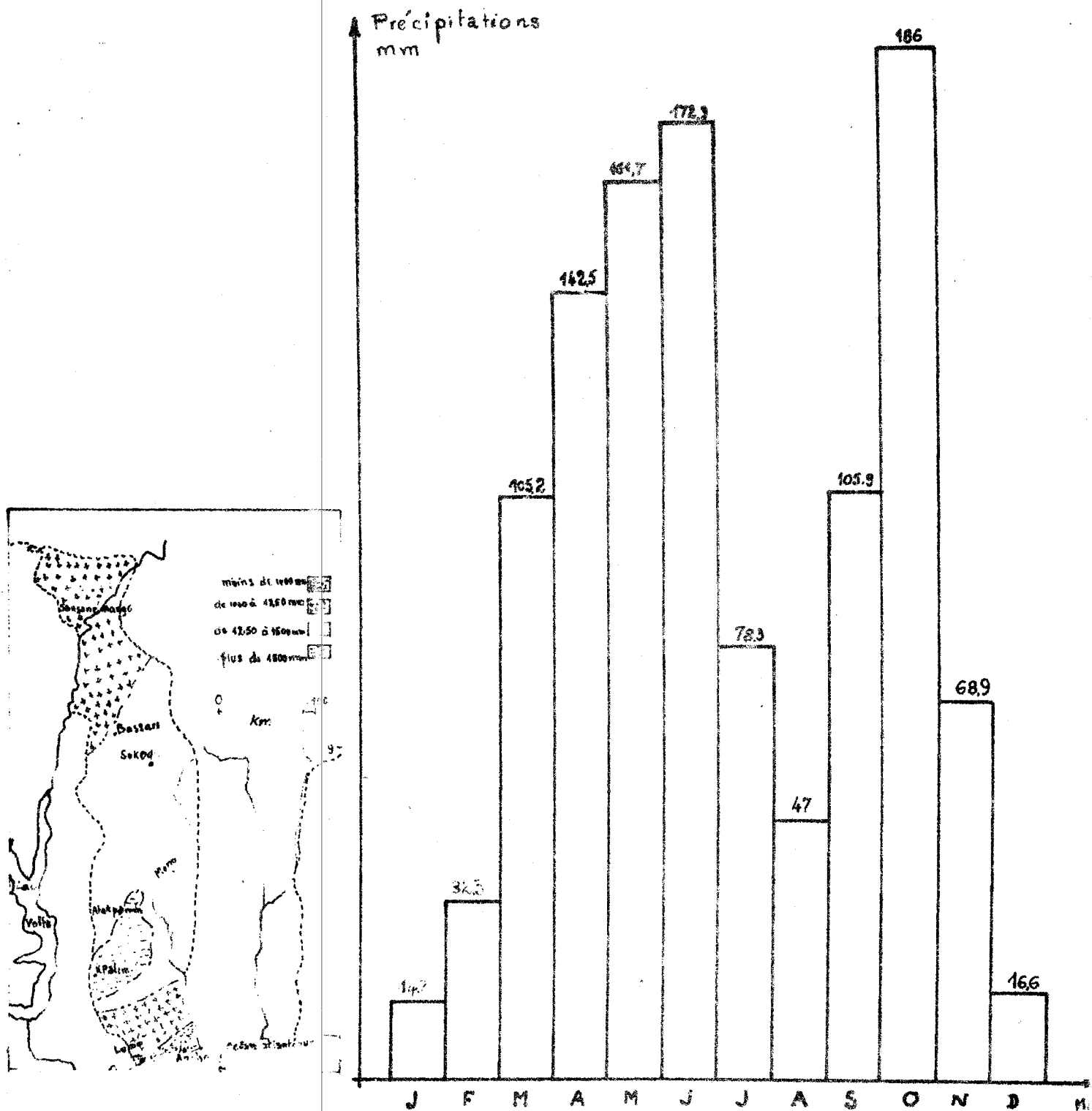
Un sac à eau de 3.000 litres utilisant pour le recueil de l'eau de pluie, un toit en paille recouvert de plastique dans la concession de Monsieur K. AZIAVE.

Un sac à eau de 4.000 litres utilisant pour le recueil de l'eau de pluie, le toit en tôle d'un bâtiment communautaire mis à notre disposition par le Chef de village Monsieur ASSIGNON à

- ZAFI -

(1) K. KATAKOU Direction du Génie Rural Togo et J.C. BARBEAUD IRFED.

CARACTERISTIQUE PLUVIOMETRIQUE DE LA ZONE D EXPERIMENTATION



Aucun poste pluviométrique officiel n'existe à ANEPE et ZAFI le poste officiel le plus proche est celui de TABLIGBO situé à 11 km le graphique ci dessus nous en donne les moyennes mensuelles arrêtées à 1970.

La construction de la citerne type BOTSWANA avec impluvium sur le terrain du C.E.G. à proximité du jardin scolaire.

III. EXECUTION DU PROGRAMME.

1/ Participation.

Outre la participation des représentants du Génie Rural, ont été associés à la réalisation :

- des artisans locaux, maçons, fabricants de gouttières.
- des villageois.
- des professeurs et élèves du CEG de ZAPI.

L'échantillon de la population ayant participé à ce programme permet de penser que les communautés villageoises possèdent les éléments techniques nécessaires pour mener à bien la réalisation de structures de recueil et stockage d'eau de pluie "type SAC A EAU" et "BOTSWANA" dans les conditions les meilleures.

2/ Construction des citernes :

a) Sac à eau de 3.000 et 4.000 litres :

- Le recueil de l'eau de pluie est fait à partir de toit en paille recouvert d'un film de polyéthylène (voir photo 6) pour le sac à eau de 3.000 litres, alors que l'impluvium est constitué par un toit en tôle pour le sac à eau de 4.000 litres. Les surfaces respectives des impluviums sont données en annexe.

- Le stockage de l'eau se fait dans un "sac" réalisé à l'aide d'une gaine en polyéthylène (noire) d'une épaisseur de 120 microns, logé dans un puits à dimensions données.

- La protection de l'eau est assurée à l'aide d'un couvercle réalisé à partir d'un morceau de gaine de polyéthylène entourant la margelle et bloqué avec une corde d'une part et ficelé à son extrémité libre d'autre part pour en permettre l'ouverture et la fermeture. (Voir fig.).

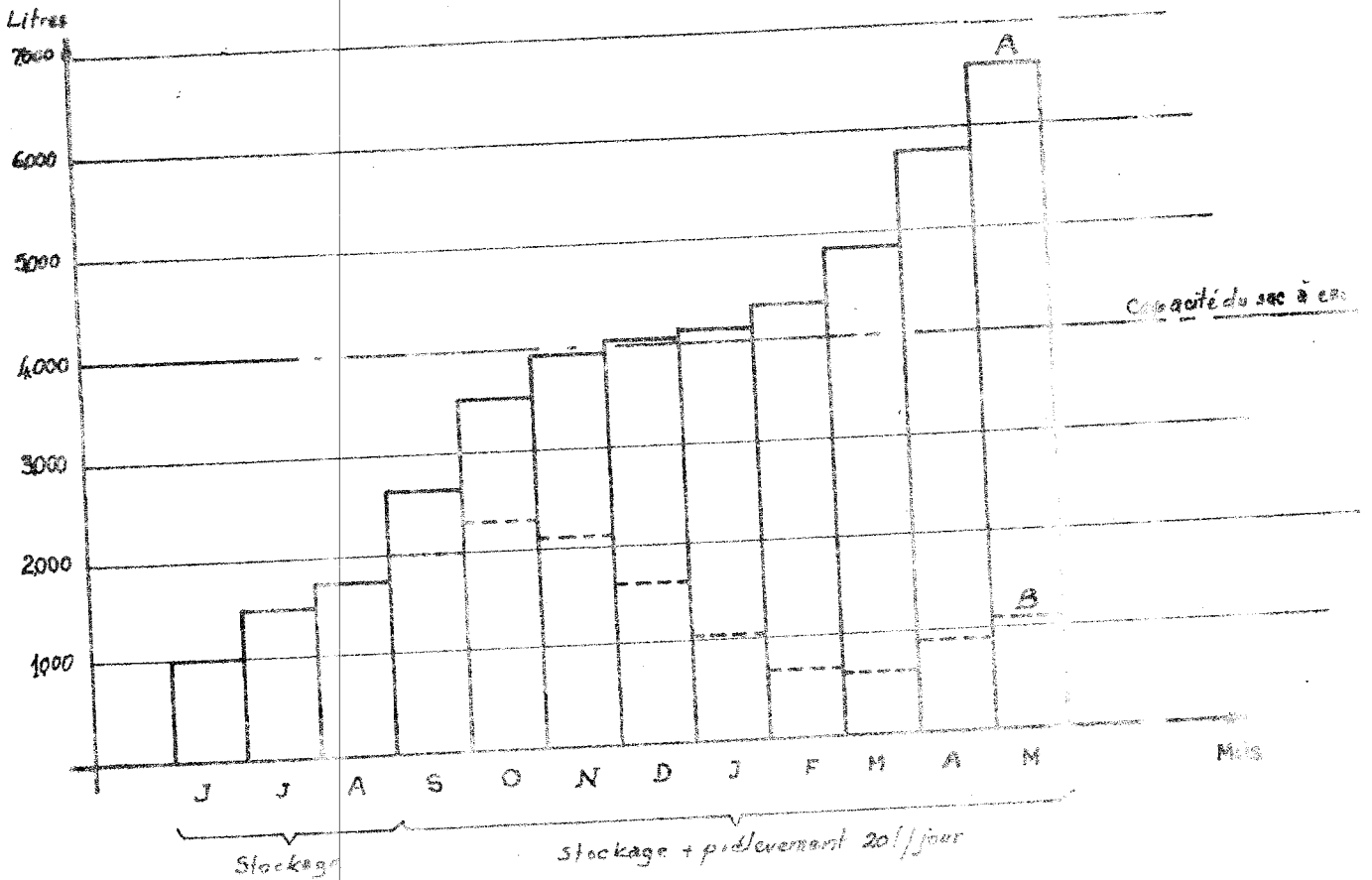
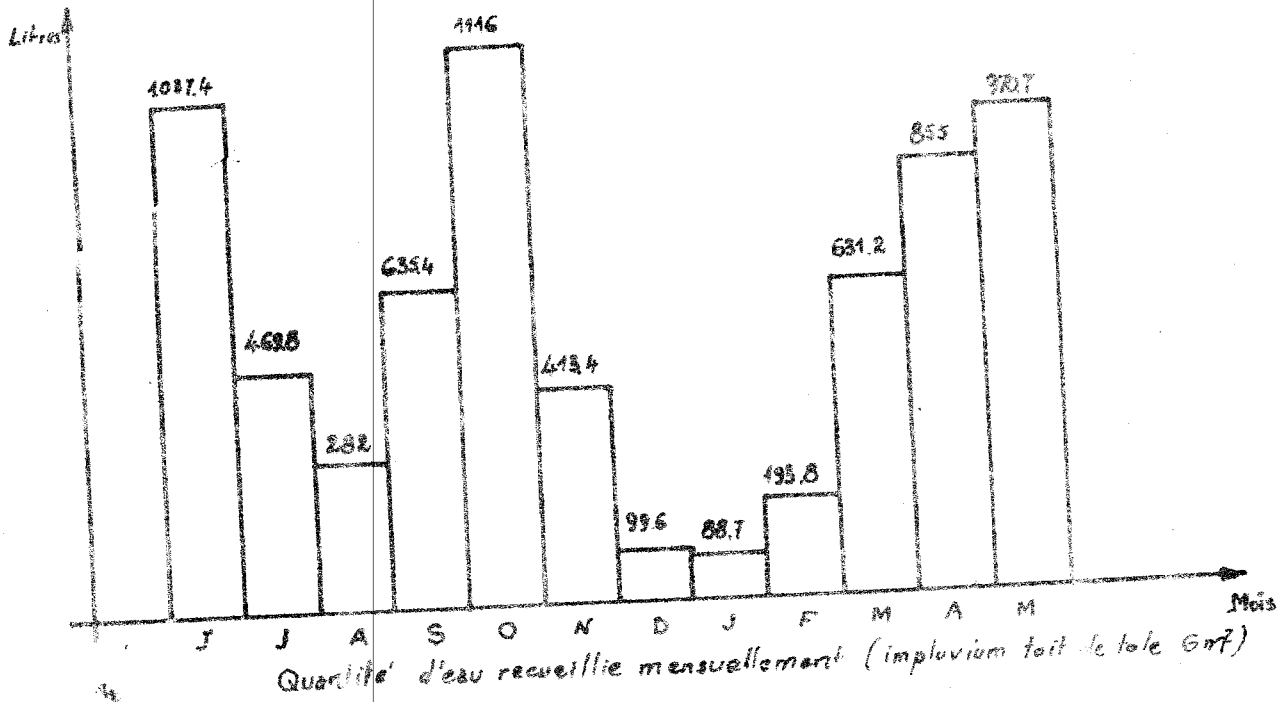
L'ouvrage est protégé par un abri et un fossé d'évacuation des eaux de ruissellement pour éviter l'éboulement éventuel du puits. On doit éviter d'utiliser des récipients taillants pour le puisage de l'eau.

A titre indicatif, les graphiques en annexe illustrent l'exemple d'utilisation de sacs à eau.

b) Citerne dite "Botswana" de 15.000 litres avec impluvium (voir plan et coupe).

- Le bassin de stockage est réalisé à partir d'une excavation talutée à 3/1 en forme d'auge recouvert de feuilles polyéthylène et de sachets de polyéthylène remplis de sable - ciment - (voir fig.).

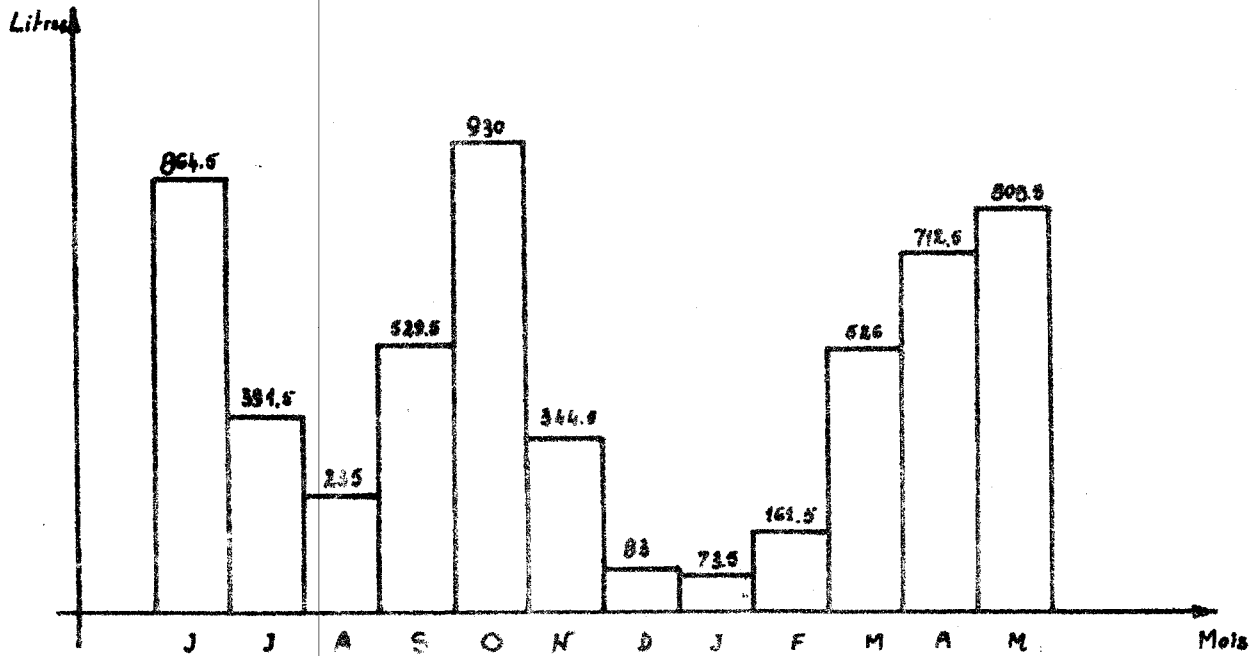
CARACTERISTIQUE 'DE STOCKAGE



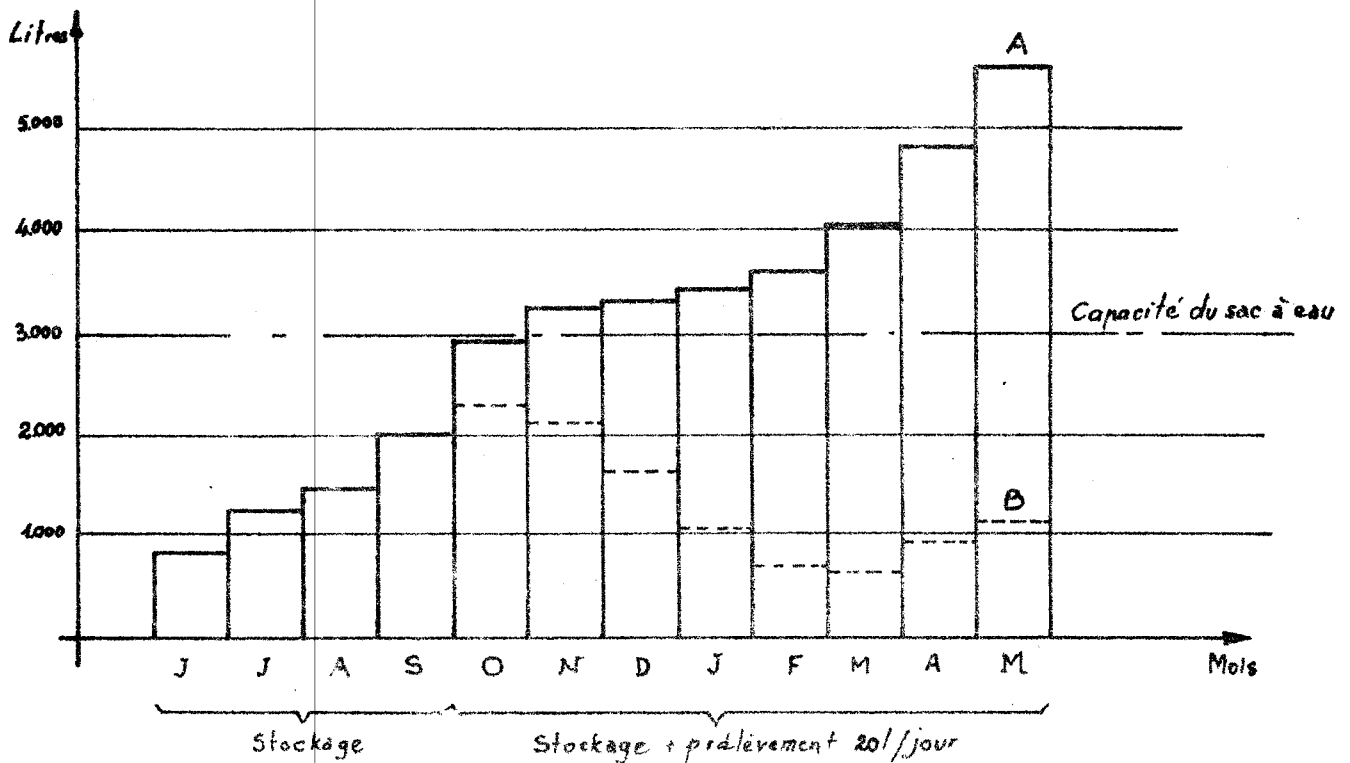
A - Courbe quantité d'eau cumulée stockée (entrées)
 B - Courbe des soldes (entrées - sorties, prélèvement 20l/jour)
 Date de mise en service 1^{er} juin 1977
 Date de prélèvement 1^{er} Octobre 1977

Exemple d'utilisation du sac à eau de 4000 litres

CARACTERISTIQUE DE STOCKAGE



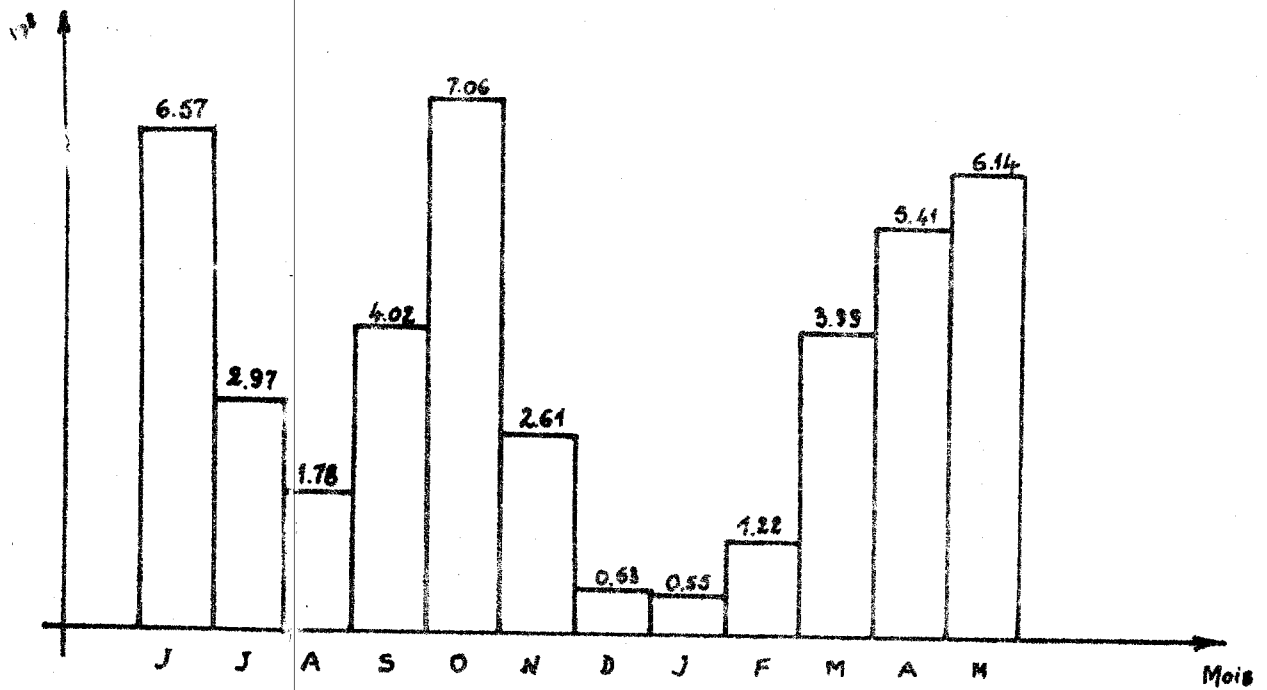
Quantité d'eau recueillie manuellement (impluvium toit en paille recouvert de polyéthylène 5m²)



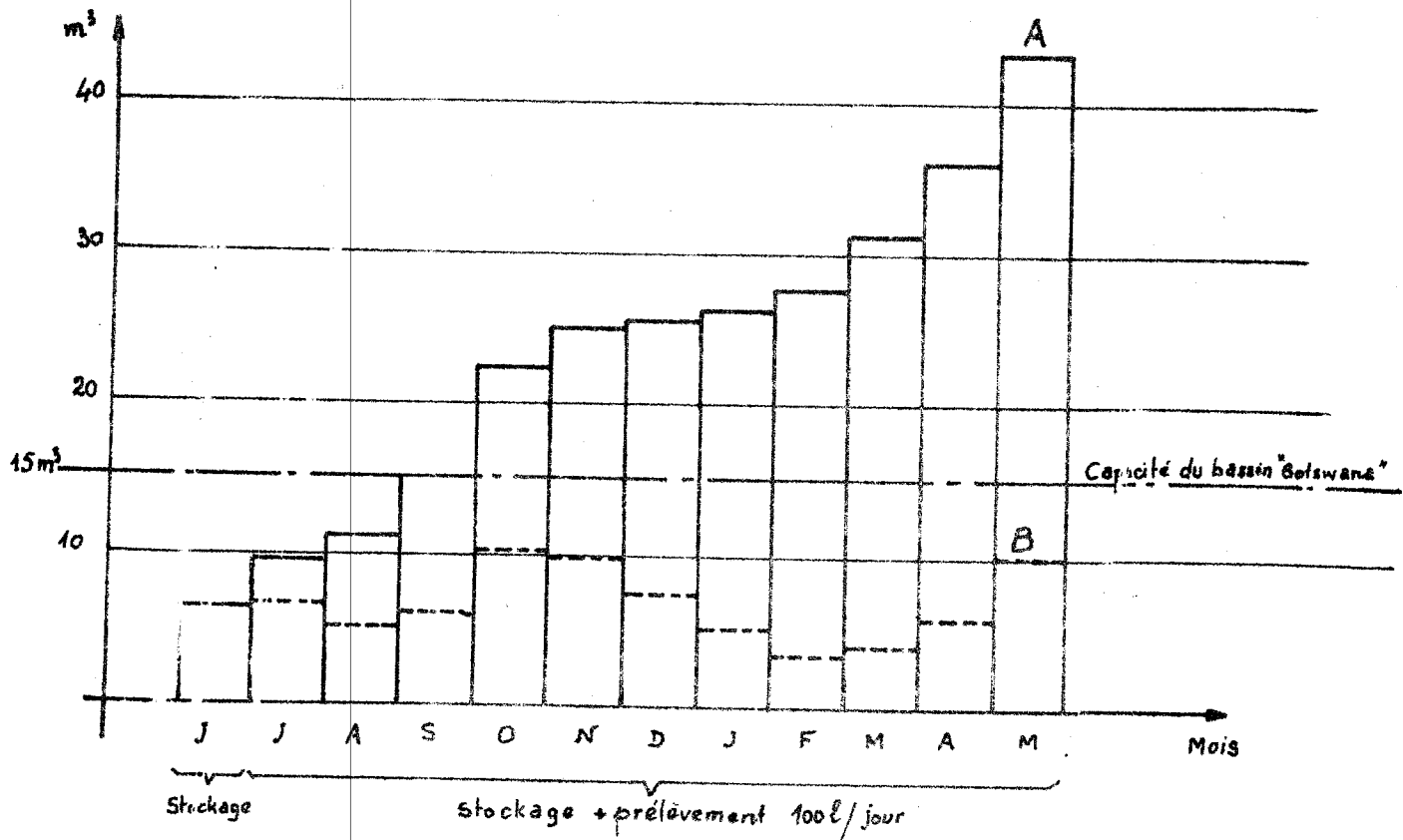
- A. Courbe quantité d'eau cumulée stockée (entrée)
 - B. Courbe des soldes (entrée - sortie prélèvement 20l/jour)
- Date de mise en service 1^{er} juin 1977
 Date début de prélèvement 1^{er} octobre 1977

Exemple d'utilisation du sac à eau de 3000 litres

CARACTERISTIQUE DE STOCKAGE



Quantité d'eau recueillie mensuellement (impluvium cimenté 38m²).



A- Courbe quantité d'eau cumulée stockée (entrée).

B- Courbe des soldes (entrée - sortie prélèvement 100ℓ/jour).

Date début du prélèvement 1^{er} juillet 1977.

Date de mise en service 1^{er} juin 1977.

Exemple d'utilisation du bassin "Botswana" de 15000 litres.

- Le recueil de l'eau se fait sur un impluvium réalisé avec les déblais du bassin et constitue une aire cimentée de 38 m² ayant une pente de 10 %.

Il est recommandé que la citerne doit être clôturée d'un fossé de garde contre les eaux de ruissellement. Elle doit être nettoyée après usage de l'eau.

Les caractéristiques de stockage et d'utilisation de cette citerne sont indiquées sur le graphique en annexe.

====C====

RESULTATS APRES UNE ANNEE D'OBSERVATION.

Un déficit pluviométrique important a été enregistré pendant la grande saison pluvieuse de l'année 1977. Les eaux stockées sont négligeables. Cependant les observations suivantes peuvent être faites sur les ouvrages :

1/ Citerne Botswana :

- a) Impluvium : le terrassement tient mais il y a eu un début d'érosion à la base de l'impluvium (voir photo).
- b) Bassin : contient une petite quantité d'eau souillée (algues, têtards, crapauds et larves de moustiques) qui est utilisée pour le jardinage de l'école avoisinante.

Les boudins périphériques s'effritent (voir photo).

2/ Sac à eau.

Les sacs à eau n'ont pas retenu d'eau. Ils ont été certainement perforés. Ce qui a conduit les responsables locaux de ces ouvrages dont l'eau doit être à utilité communautaire, à faire construire à côté du sac à eau de 4000 l (voir photos 9 et 10), une citerne enterrée en ciment de capacité plus grande.

3/ En conclusion.

Les résultats partiels enregistrés à la fin de la première campagne quant à ce qui concerne l'efficacité de l'utilisation du polyéthylène dans la construction de réservoirs de stockage de l'eau de pluie, ne sont pas très satisfaisants. Ceci est dû en particulier à la faible pluviométrie de la saison d'une part, et ^{à autre part} à la faible résistance mécanique du polyéthylène. (A noter que le "sac" en principe doit être changé tous les ans). Il apparaît déjà que le matériel en expérimentation n'aura pas l'accueil souhaité des populations qui, du reste, n'ont pas caché leur déception. Cet aspect psychologique ne doit pas être sous-estimé et il serait peut-être opportun d'orienter les recherches vers une amélioration des techniques de construction des citernes cimentées techniques très diffusée dans la zone d'essai.

CONCLUSIONS GENERALES.

À la lumière de ces expérimentations effectuées au Sénégal, en Côte d'Ivoire, au Niger et au Togo, la plupart des objectifs ont été atteints en l'occurrence : la détermination et les variations des coefficients et seuils de coefficient de ruissellement sur les divers types d'impluvium, les comparaisons économiques de différents types d'impluvium...

À l'état actuel des recherches, le polyéthylène matériau principal de la recherche et assez fragile, se révèle une solution valable plutôt pour des collectivités organisées comme les écoles, les fermes pilotes ou coopératives, les hôpitaux...

A partir des installations dans ces centres où les soins nécessaires peuvent être mieux assurés, des améliorations utiles à une meilleure tenue du matériau seront certainement obtenues. Car il apparaît à travers les observations après quelques années de fonctionnement que le polyéthylène, sous le soleil d'Afrique et dans le milieu rural où il est appelé à être utilisé, a des propriétés de résistance limitées. Par ailleurs la fréquence d'intervention indispensable pour le changement du polyéthylène (une fois par an en moyenne) devient vite fastidieux pour le paysan. Il est bien connu aussi que le paysan, qui au départ, a toute confiance aux nouvelles techniques, n'apprécie pas beaucoup d'être déçu.

En conséquence, il semble, en attendant de réduire la fragilité du polyéthylène, plus bénéfique d'orienter les recherches vers une amélioration technique et économique, des citernes en ciment car, quoique le ciment constitue un matériau relativement cher, il donne plus de satisfaction et peut même devenir compétitif si l'on se penche sur l'étude économique et aussi grâce à sa durée de vie beaucoup plus longue.

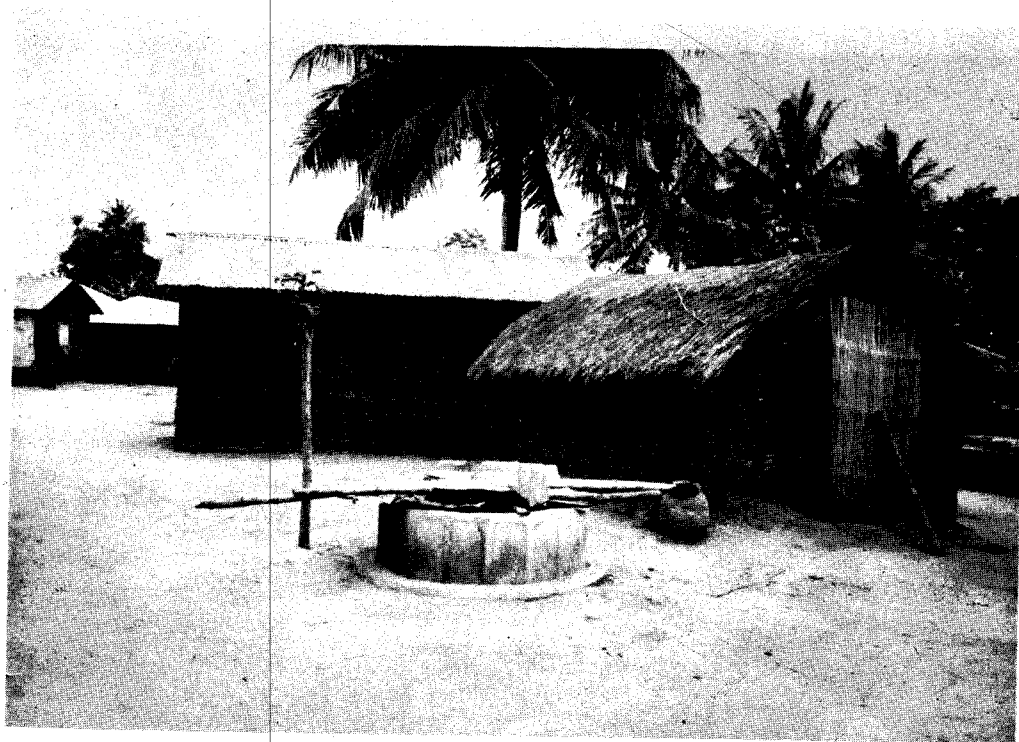
Les principaux points à développer seraient :

- Le génie civil (étanchéité du réservoir, possibilité d'utilisation de la terre stabilisée...).
- Le dimensionnement des ouvrages.
- Les moyens d'exhaure.
- L'aspect sanitaire des eaux recueillies et stockées.

ETAT DES LIEUX D'EXPERIMENTATIONS EN DECEMBRE 1979



Le Botswana et son impluvium n'existent plus . Ils se trouvent entourés des fondations d'un nouveau bâtiment du CEG de Dzafi .



Du sac à eau, il ne reste plus que le socle (au premier plan) et l'impluvium (toit en chaume) est débarrassé de son polyéthylène