

ALIMENTATION EN EAU DES VILLAGES

DE COTE D'IVOIRE

Rapport de M. ORTAIS

Mars 1953

SCHEMA DE L'EXPOSE

- I°) - Introduction - Principes généraux
 - II°) - Cas des villages installés en pays schisteux imperméable - généralités:
 - A) Villages où existent des puits permanents
 - B) Villages où n'existent pas de puits permanents
 - 1) Il n'existe pas de marigots dans les environs
 - 2) Il existe un marigot permanent ou non, et les alluvions en sont épaisses et perméables.
 - 3) Il existe un marigot permanent ou non, et les alluvions en sont nulles ou insuffisamment importantes.
 - III°) - Cas des villages installés en pays granitique - généralités:
 - A) Villages où n'existent ni produits, ni produits de décomposition
 - B) Villages où existent des produits de décomposition
 - 1) Exploitation par drainage
 - 2) Exploitation par puits
 - C) Villages où existent à proximité un marigot avec alluvions.
 - IV°) - Cas des villages installés sur la zone sédimentaire côtière
 - V°) - Cas des villages installés sur le cordon lagunaire
 - VI°) - Conclusion - Processus d'études et de mise en oeuvre - Personnel et Matériel nécessaires.
 - VII°) - Annexe - Plans et devis types.
-

ABIDJAN, le 21 Mars 1953

PLAN QUADRIENNAL 1953-1957.-

ALIMENTATION EN EAU DES VILLAGES EN COTE-D'IVOIRE

I^{er} - INTRODUCTION - PRINCIPES GENERAUX.-

Le présent exposé est basé sur des observations continues effectuées pendant un cycle d'un an sur l'ensemble de la Côte-d'Ivoire. Il est destiné à étudier les principes de travail pour les travaux du plan quadriennal et leur mode de mise en oeuvre. Il établit notamment les différences essentielles entre la Côte-d'Ivoire et l'ensemble des autres territoires de la Fédération en ce qui concerne l'hydraulique souterraine, et explique pourquoi les études entreprises en 1952-1953 ont amené à envisager des techniques nouvelles, nécessitées par les conditions géologiques et hydrogéologiques caractérisant le territoire.

+ + +

La consommation d'eau par habitant peut être prise égale à 30 litres par jour. Dans certains cas difficiles, on essaiera d'assurer, en période sèche, un minimum de 15 ou 20 litres.

Ces chiffres peuvent paraître un peu larges, comparés aux consommations de certains territoires d'A.O.F., mais il faut tenir compte des habitudes et du caractère des habitants des villages de brousse en Côte-d'Ivoire.

Le problème comporte certaines données, parfois très quantes, mais qui sont essentielles dans le cas précis qui nous occupe :

-Les villageois aiment beaucoup l'eau et en dépensent de grandes quantités lorsqu'elle se trouve à proximité ; ils se lavent entièrement, eux et leurs vêtements, plusieurs fois par jour quand ils en ont la possibilité.

-Les villageois n'accepteront pas, en général, d'utiliser un puits public non couvert. Ils préféreront le transformer en dépôt d'ordures, même s'ils manquent d'eau, et iront chercher celle-ci à une mare ou un marigot : les puits indigènes sont presque tous fermés par une porte en bois ou en tôle, fixée par un cadenas ou un fil de fer.

R.S.V.P.

-Les puits devront donc être fermés par une dalle et leurs abords aménagés pour éviter toute stagnation d'eau. Ils seront équipés avec une pompe.

-Il ne faut pas espérer faire fonctionner une installation mécanique, même avec la surveillance périodique d'un mécanicien européen ou africain. De nombreux exemples prouvent qu'un moteur ne fonctionnera en moyenne que cinq à six mois. Le Génie Rural en a fait la coûteuse expérience avec l'installation en brousse de groupes moto-désertiqueurs pour le café. Le groupe motopompe cessera de fonctionner, sera envahi en quelques semaines par la brousse et les villageois retourneront chercher l'eau là où ils allaient auparavant.

-Deux conclusions s'imposent donc : la première est que la pompe devra être une pompe à main robuste. Le système à levier ne semble pas convenir, alors que la pompe à chaîne ou à godets paraît pouvoir s'implanter dans les mœurs locales. La pompe LEMAIRE, beaucoup plus coûteuse que les types similaires, semble devoir être retenue, avec quelques modifications de détail, parce qu'elle résiste beaucoup mieux que les autres. Cette observation ne repose que sur l'examen, d'une dizaine de cas, et mérite d'être contrôlée de plus près. Or, une trentaine de pompes de trois types différents seront posées et en service lors de la mise en route du plan quadriennal et une décision pourra être prise à ce moment.

La deuxième conclusion est plus difficile à admettre car elle est directement opposée à un principe universellement admis, et, à juste titre, c'est l'impossibilité de faire fonctionner, dans les villages de moins de 1.500 ou 2.000 habitants, un appareil mécanique de traitement de l'eau, si simple soit-il. D'abord, à cause des difficultés techniques insurmontables que cela pose : fonctionnement, entretien, nettoyages périodiques, stockage des produits et leur utilisation régulière ; ensuite, à cause des frais de fonctionnement : les habitants de la brousse ne comprendront pas avant de longues années qu'ils soient obligés de payer l'eau. De plus, dans l'ancien système, c'étaient les femmes qui allaient chercher l'eau, et dans le nouveau, ce sont les hommes qui paieront : les hommes préféreront pendant longtemps l'ancien système.

Il n'est évidemment pas question que l'Hydraulique mette à la disposition des villages une eau dangereuse à boire. Cela serait encore plus grave que de mettre à leur disposition une installation qui ne fonctionnera que peu ou pas du tout.

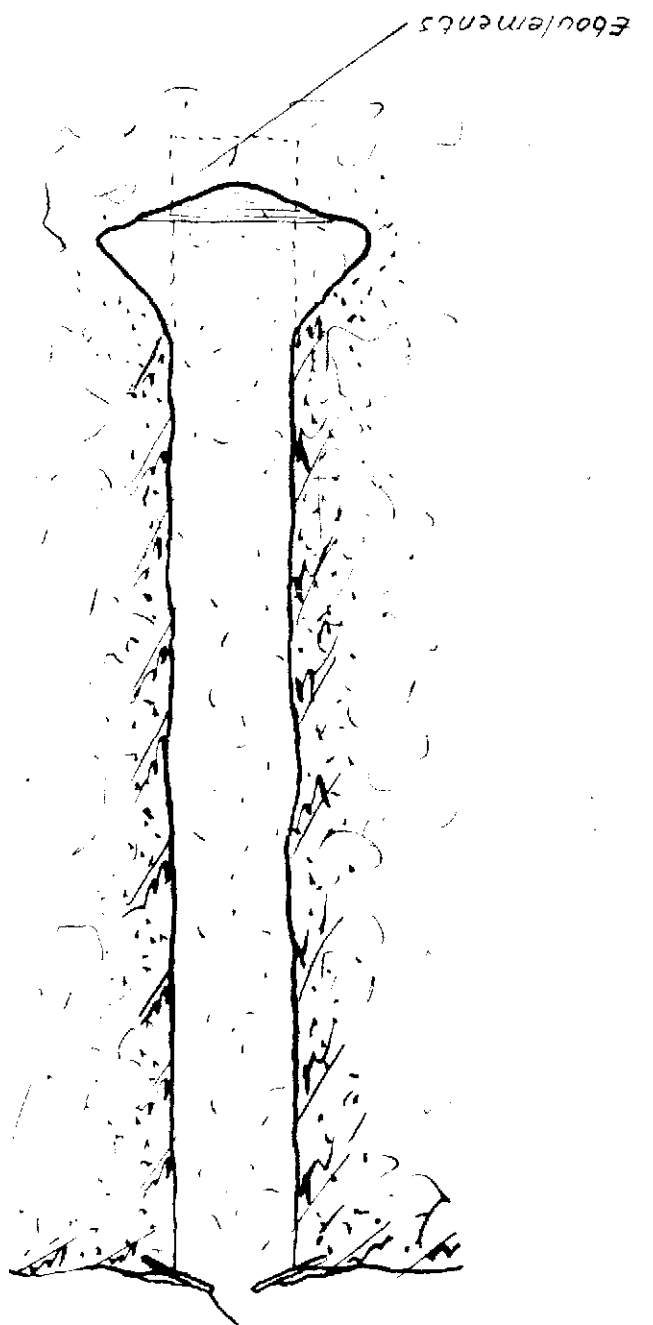
Il faut donc mettre au point un système qui :

- 1°) donne une eau acceptable ;
- 2°) fonctionne pratiquement "tout seul" ;
- 3°) n'entraîne pas de frais de fonctionnement.

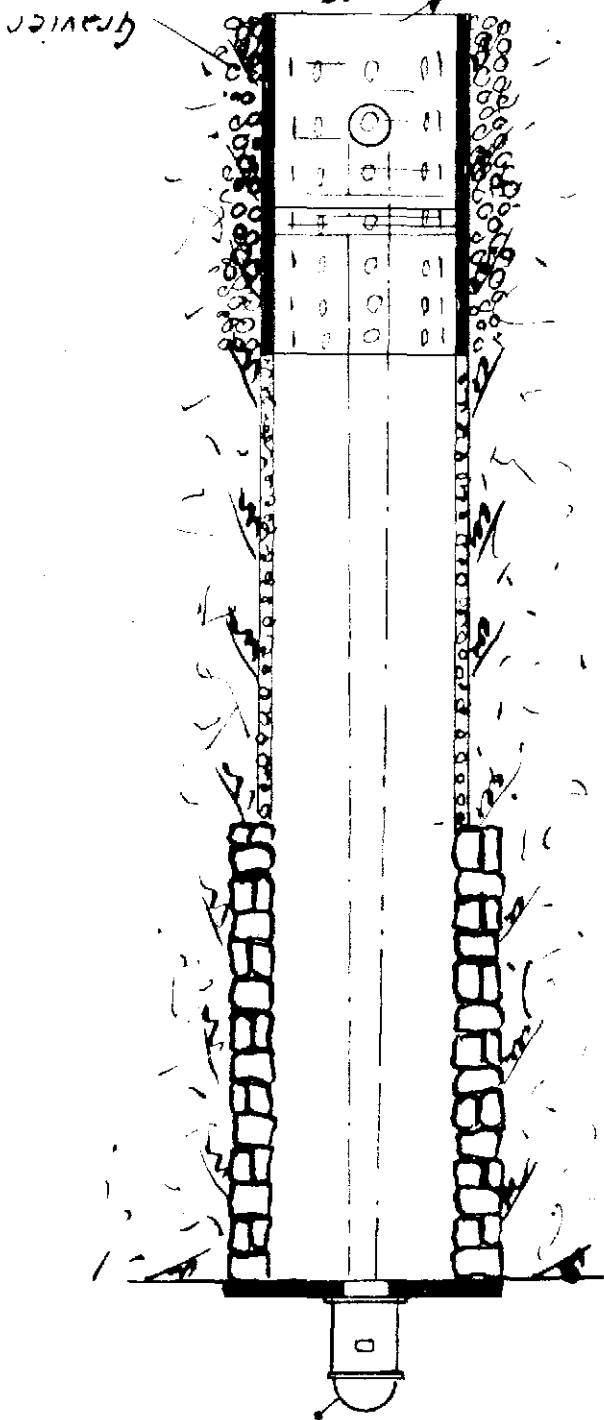
Nous allons donc examiner les différents cas possibles en essayant de nous rapprocher au maximum des trois conditions idéales énumérées ci-dessus.

REPRISE D'UN PUIS INDIGÈNE.

AVANT
 \varnothing 0.80 m.



APRÈS
 \varnothing 1.20 m.



II.- CAS DES VILLAGES INSTALLES EN PAIS SCHISTEUX IMPERMEABLE.-

Les formations schisteuses du birrimien recouvrent au moins un quart du territoire. Il s'agit au point de vue hydrogéologique d'un terrain complètement imperméable où l'eau ne circule pas. Les villages installés sur ce terrain peuvent être partagés en deux groupes étant bien entendu que les nuances intermédiaires peuvent se rencontrer assez fréquemment.

A)- VILLAGES OU EXISTENT DES PUIITS PERMANENTS.-

Les schistes sont parcourus de filons de quartz ou de pegmatite, disposés au hasard, d'importance et de fréquence très variables. Il arrive souvent que des puits rencontrent ces filons qui sont en général aquifères.

Des puits creusés dans ce terrain par la Section de l'Hydraulique donnent des débits variant de 2 à 5 m³/heure. L'eau est claire, non polluée si le puits est bien établi, et ne demande donc aucun traitement pour être potable. Son acidité (pH compris entre 5,5 et 6) et sa teneur en sels de fer ne sont des inconvénients que pour les conduites d'eau dont il n'est pas question ici.

Ces filons sont très nombreux, mais inégalement répartis : une longue campagne de sondage à Dimbokre, effectuée par un puistier expérimenté, n'a conduit qu'à des insuccès répétés.

D'autre part, il n'existe pas, à ma connaissance, de technique permettant de savoir si en un point donné ces filons seront recoupés par un puits et s'ils seront aquifères.

Une campagne de recherches lancée uniquement au hasard serait longue, coûteuse et probablement infructueuse, et la seule solution semble être la suivante :

Pour l'alimentation en eau d'un village où existent déjà des puits soit permanents, soit tarissant pendant une année exceptionnelle, il conviendrait :

- 1)- de curer soigneusement deux ou trois de ces puits ;
- 2)- d'observer les venues d'eau et de mesurer les débits ;
- 3)- si les résultats sont satisfaisants, le puits retenu sera élargi, bûé ou cimenté, muni à sa base d'un petit massif filtrant, formé par une dalle, équipé d'une pompe à godets et transformé en puits public.

-Un tel puits sera réalisé pratiquement de la façon suivante :

-La zone aquifère sera garnie de buses crépinées au marteau-perforateur de 12,20 de diamètre par exemple, la feuille ayant par conséquent enviroq 12,40 de diamètre.

au-dessus et jusqu'à trois mètres du sol, le puits sera cimenté ainsi : la partie intérieure du moule à buse servira de coffrage et on bouchera l'espace annulaire de béton de gros cailloux, en remuant le coffrage intérieur au fur et à mesure de la prise du ciment.

Pour les trois premiers mètres, la feuille aura été descendue en 2 m de diamètre, et on placera autour une maçonnerie de moellons *Atangha* réduisant le diamètre à 1 m, 20. On peut se servir encore du moule à buse, l'espace annulaire étant alors bouché de béton de gros cailloux mélangé de moellons.

Le pompage dans un tel puits peut être considéré comme s'effectuant d'une façon continue pendant huit heures, ce qui correspond à douze heures de service effectif. Le débit moyen d'une pompe à godets est environ deux mètres cubes à l'heure. Le débit journalier du puits sera donc quinze mètres cubes. Il pourra alimenter cinquante habitants.

On voit qu'il suffira d'une veine d'eau débitant onze litres par minute pour alimenter ce puits à condition qu'il soit assez profond et assez vaste pour servir une réserve d'eau de 9 m³.

Il pourrait dans être construit, par exemple, par des buses de 1,50 m de diamètre, le fond du puits se trouvant à 5, 60 m sous le niveau statique en saison sèche, ou par des buses de 1,20 m, avec 7,75 m sous le niveau statique.

Il conviendrait de noter que ces chiffres sont donnés dans le cas le plus défavorable où la veine d'eau débite en vingt-quatre heures juste le débit suffisant pour cinquante habitants.

On peut, à ce propos, signaler un cas extrême : si le village ne possède qu'un seul puits et que celui-ci soit bien alimenté, le débit est limité par celui de la pompe à godets ; la solution simple et efficace consiste à mettre deux pompes sur le même puits, qui sera fait alors avec une buse continue de 2,50 m de diamètre et une profondeur sous l'eau de 3,60 m au minimum.

2°- VILLAGES OU N'EXISTENT PAS DE PUITES PERMANENTS.-

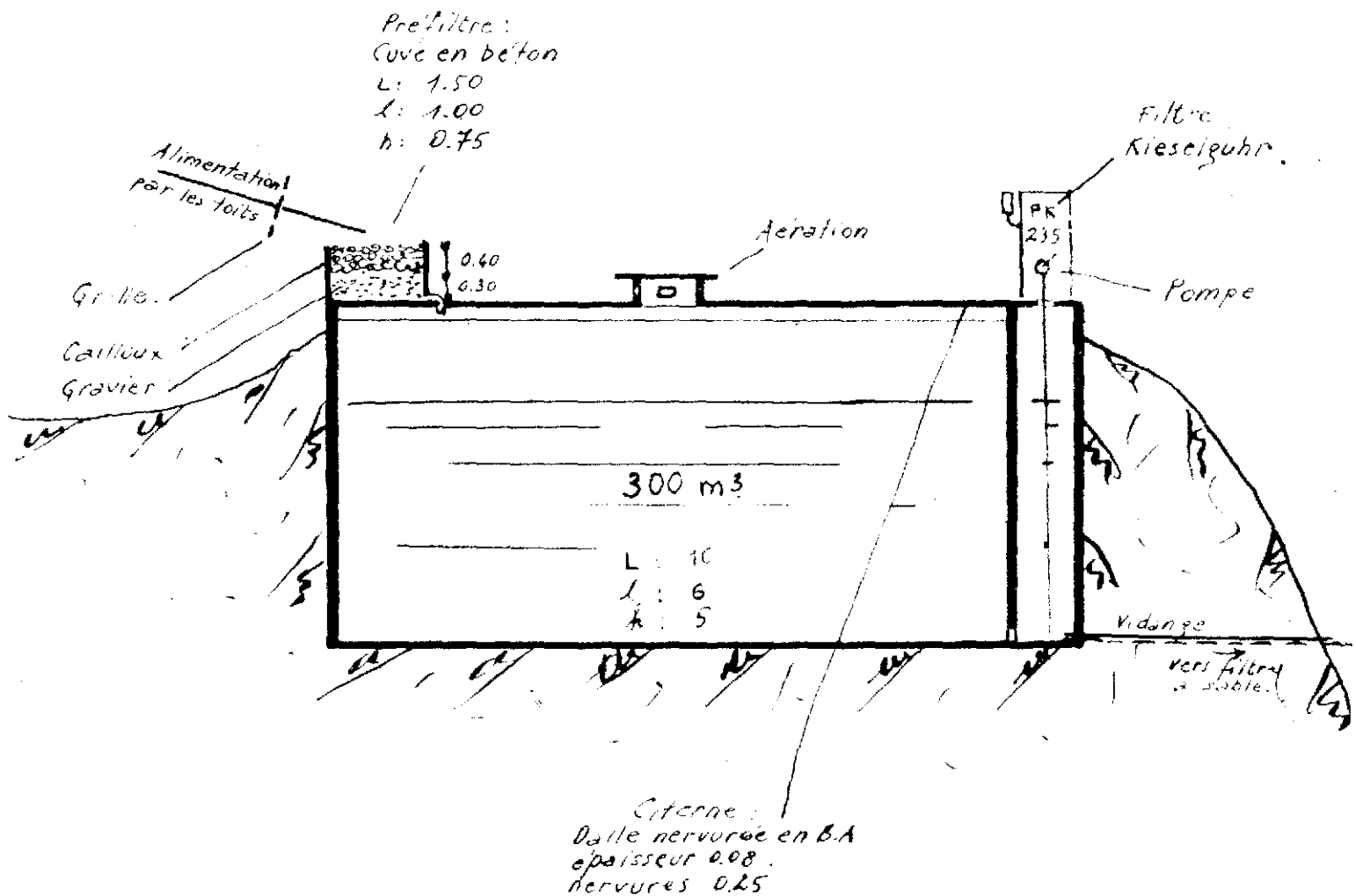
Il peut arriver que les puits n'aient pas remonter de filon de quartz ou que ceux remontés n'étalent pas aquifères ou peu alimentés (cas de la région de la Boule du Gado).

Dans l'impossibilité de tirer l'eau du sol, force est de recueillir l'eau de ruissellement.

Il faut donc utiliser une réserve naturelle ou artificielle devant de l'eau en saison sèche et recueillir cette eau de façon à ce qu'elle soit acceptable et en quantité suffisante.

CITERNE POUR 200 HABITANTS

AVEC FILTRE A KIESELGUHR



Pompe JAPY avec filtre à Kieselguhr ou
conduite vers filtre à sable non immergé.

-5-

Disons tout d'abord un mot sur les caractéristiques des eaux de surface en Côte-d'Ivoire :

-Elles ne sont pas acides (pH compris en 6,7 et 7). En perdant leur acide carbonique libre, leur pH est remonté, et, au contact de l'air, elles ont perdu beaucoup de leurs sels de fer.

-Elles ne sont pas turbides en général.

-Elles sont presque toujours colorées par des matières organiques végétales en suspension colloïdale. Ces matières fermentent dans l'eau en lui donnant cet aspect et cette odeur peu engageants qui caractérisent les eaux de surface de Côte-d'Ivoire.

-Elles ne semblent pas être agent de véhiculation d'aspersion (sauf peut-être pour la lèpre qui augmente à chaque crue importante de la Comoé).

-Les germes pathologiques qu'elles transportent semblent tous arrêtés par une filtration correcte.

Le traitement minimum de ces eaux peut donc être fixé ainsi :

- Filtration
- Javellisation

Les méthodes à employer varieront naturellement suivant la façon dont on recueillera l'eau.

On admettra comme base de départ que le point d'eau devra être à moins d'un kilomètre du village et au maximum à deux kilomètres.

I) Il n'existe pas de marigots dans les environs.--

La seule solution est alors la construction d'une citerne.

C'est une solution barbare et très coûteuse. L'expérience montre qu'elle revient environ à 5.000 francs le mètre cube d'eau brute ammagasiné.

D'autre part, l'eau est à coup sûr polluée et croupissante, et il faut sans hésitation rejeter cette solution quand il existe la moindre possibilité d'en adopter une autre. Si cependant cette solution est la seule possible, il ne faudra jamais distribuer l'eau brute de la citerne.

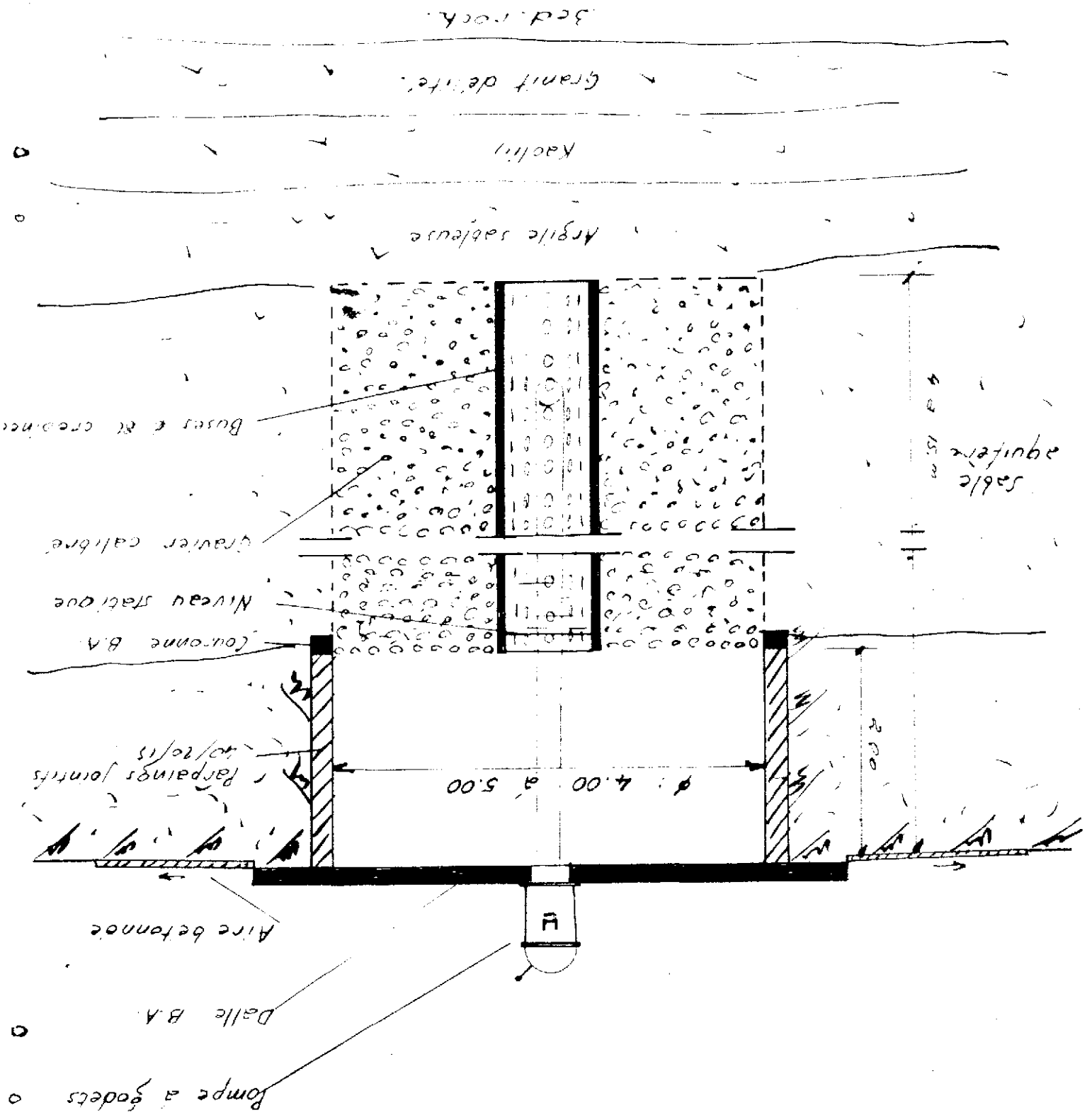
Deux systèmes de filtration sont à envisager :

-Utilisation d'un appareil du genre Filtre à KIESKLOUHR FK 235 de la Maison DEGREMONT, à condition que l'Administrateur veille en permanence au fonctionnement correct de cet appareil et l'approvisionne régulièrement en pastilles stérilisantes et en matières filtrantes.

Il paraît très difficile de faire adopter une telle sujétion aux villageois, sauf pour des collectivités telles qu'hôpitaux, etc...

.../...

PUITS / DANS LES ALLUVIONS / OU LES SABLES /



Le débit théorique est de 300 litres d'eau potable à l'heure.

On pourrait penser mettre à la disposition des habitants, d'une part l'eau de boisson, soit trois ou quatre litres par jour, et, d'autre part, l'eau brute pour les autres usages. La première eau seulement étant traitée et stérilisée, mais il est certain que, dans ce cas, seule l'eau brute sera utilisée parce que plus facile à obtenir et, en plus de l'investissement devenu inutile, le but cherché n'aura pas été atteint.

-Utilisation d'un filtre à sable non immergé : c'est, semble-t-il, la solution la meilleure quoiqu'un peu plus onéreuse de premier établissement. Son principe est exposé ci-dessous. Le nettoyage simple de ce filtre très efficace permet d'espérer un fonctionnement correct.

De toute façon, l'éducation des villageois en ce qui concerne la potabilité de l'eau ressort du Service de Santé.

2) Il existe un marigot permanent ou non dans les environs et les alluvions de ce marigot sont épaisses et perméables.

C'est le cas de la ville de BOGANDA et celui du village d'AGNISILI.

Dans ce dernier cas il n'existe pas d'autre point d'eau qu'un fleuve sans alluvions et non permanent à 7 Km, et un petit filet d'eau non permanent à proximité de la ville mais qui coule sur des alluvions sableuses importantes et assez perméables.

Alors que les deux ou trois-mille habitants actuels vont chercher l'eau par camion à 35 Km pendant trois mois de l'année, certains villageois ne manquent jamais d'eau parce qu'ils creusent des puits dans les alluvions pendant la saison sèche, en un endroit d'ailleurs assez mal choisi. Ces puits, descendus en même temps que s'abaisse la nappe, ne manquent jamais d'eau.

La solution dans ce cas est la suivante :

-Forage de puits filtrants de diamètre approprié au débit désiré, en fonction de la perméabilité des alluvions.

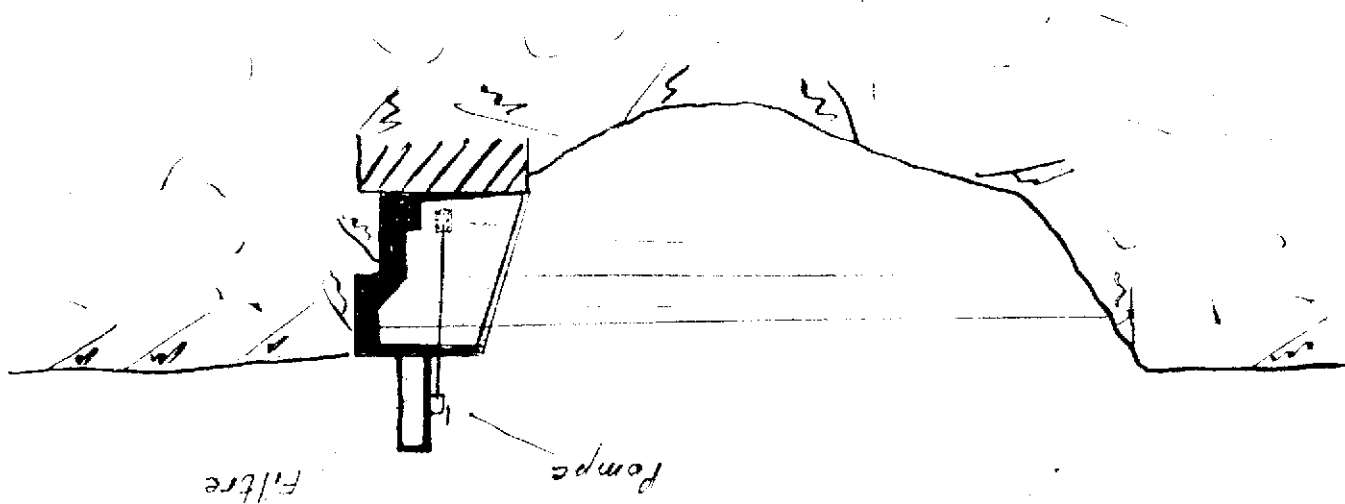
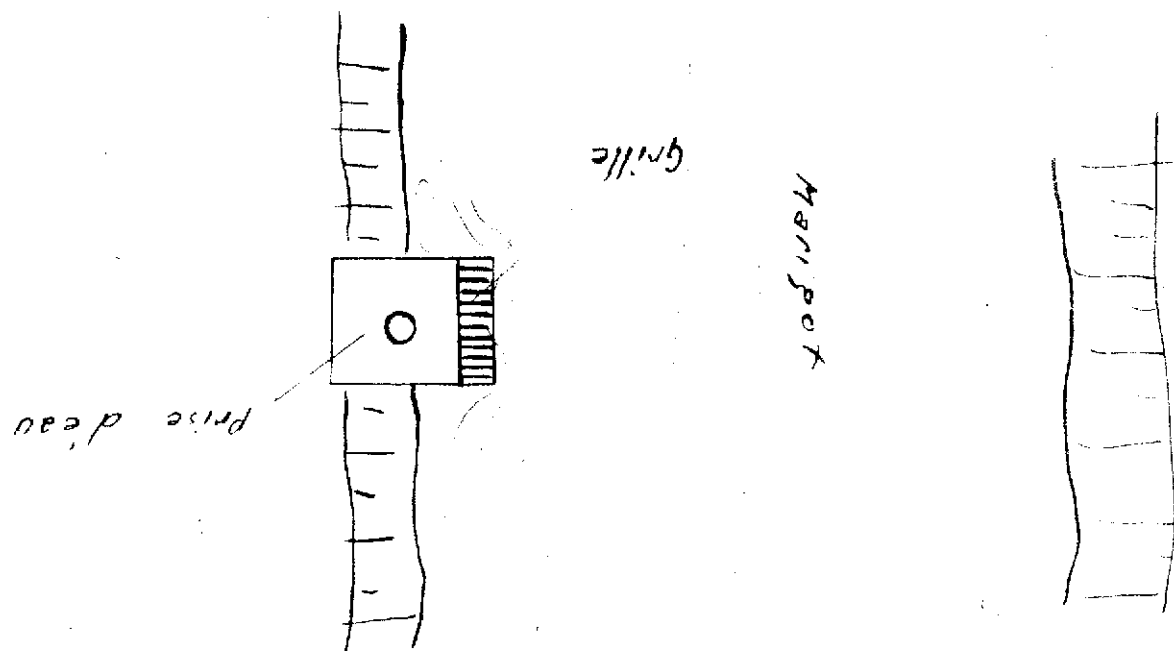
De tels puits seront établis de la façon suivante :

-Une maçonnerie de parpaings ou de moellons étanche est descendue sur deux mètres environ, reposant sur une couronne

Le rôle de cette maçonnerie, que l'on a déjà vue pour la reprise des puits, est d'empêcher l'entrée dans le puits des eaux de ruissellement.

Ensuite, on continue le puits en descendant par havage un cylindre de tôle, jusqu'au fond de la couche aquifère.

PRISE D'EAU EN RIVIÈRE



-7-

On place au centre du puits ainsi constitué une fille de buses perforées de diamètre approprié au mode de pompage : 80 cm pour une pompe à godets ou 30 à 40 cm dans le cas d'un pompage mécanique.

Enfin, on remonte le cylindre de tôle tout en garnissant l'espace annulaire de gravier calibré formant filtre.

Naturellement, comme toujours, le puits sera fermé par une dalle de béton.

L'eau recueillie peut alors, soit être distribuée sans traitement par une ou plusieurs pompes à godets, soit être refoulée mécaniquement dans un réservoir après un traitement rapide pouvant être réduit à une simple javellisation, dans le cas d'une agglomération importante, et distribuée par un embryon de réseau comportant en moyenne une borne-fontaine pour cinq-cents habitants.

Il est à noter une remarque d'ordre général en cas de pompage : la durée de celui-ci doit être réduite au maximum, malgré l'augmentation du prix l'installation, et des frais de fonctionnement qui en résulte, et ceci pour éviter une usure trop rapide d'un moteur mal entretenu qui tournera dans une atmosphère humide et chaude. Les administrateurs sont unanimes à ce sujet.

On prévoira, par exemple, deux pompages journaliers de quatre heures chacun, au maximum.

3) Il existe dans les environs un marigot, permanent ou non, dont les alluvions sont nulles ou insuffisamment importantes.--

Comme dans le cas des citernes, le terrain ne joue pas son rôle de filtre naturel, et il faut y remédier d'une façon simple.

Il faut également s'assurer d'une réserve suffisante.

Autrement dit, il faut d'abord avoir l'eau nécessaire, et ensuite il faut la rendre potable.

La première condition se satisfait aisément si le débit d'étiage du marigot ou du fleuve est suffisant.

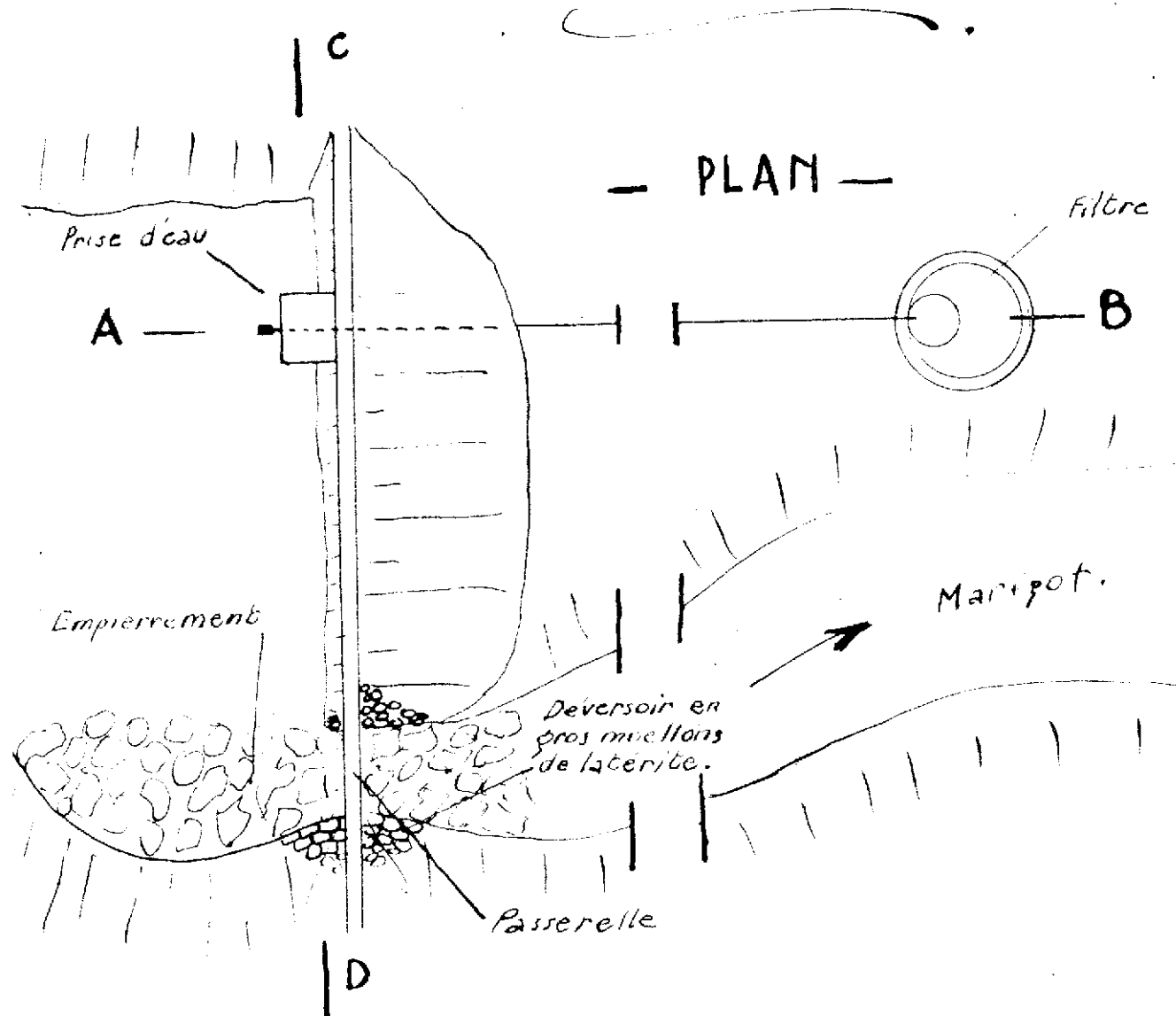
Par exemple, une communauté de deux-mille habitants aura besoin de 80 m³ par jour recueilli en 8 heures, soit un débit nécessaire de 2,8 litres par seconde.

Au-dessus de ce débit, aucun ouvrage spécial n'est nécessaire.

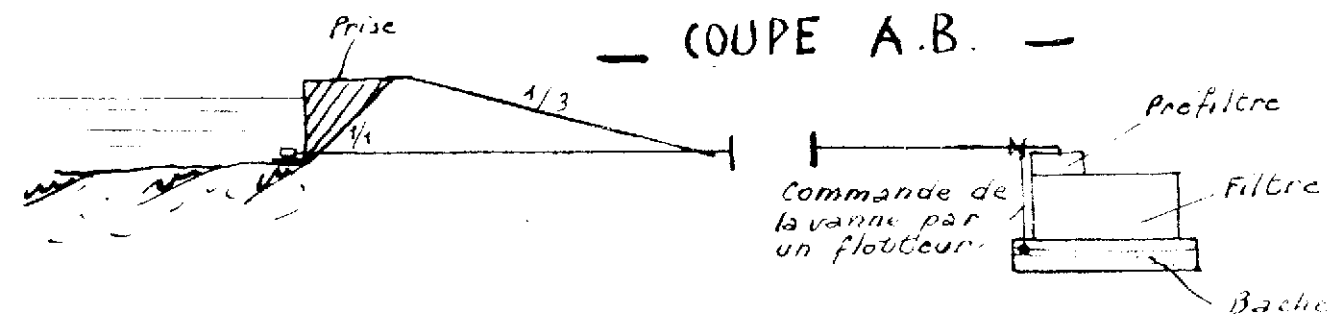
.../...

BARRAGE EN TERRE AVEC FILTRE A SABLE NON IMMERGE

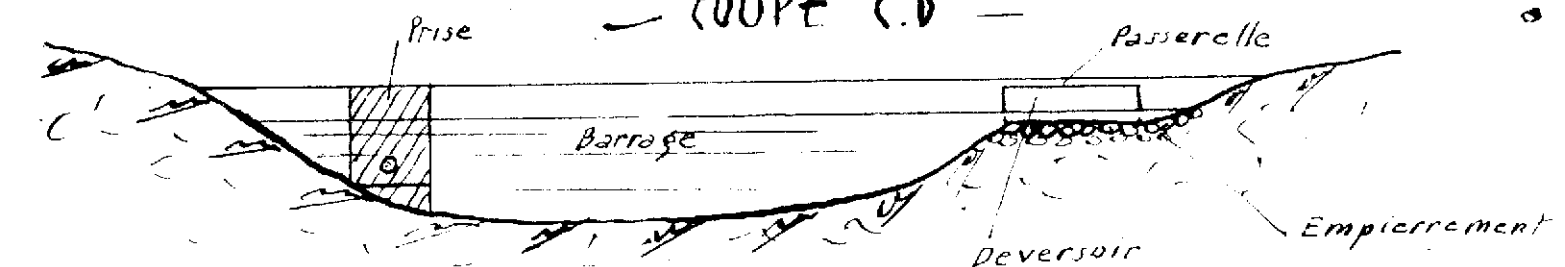
— PLAN —



— COUPE A.B. —



— COUPE C.D. —



Au-dessous, il faut constituer une réserve artificielle par un barrage de retenue, calculé d'une part pour emmagasiner la quantité nécessaire, d'autre part pour résister au débit maximum d'une crue que l'on peut prendre, si on la connaît, égal à la crue decennale.

Le calcul du volume de la retenue se fait théoriquement en se basant sur le débit du marigot à partir du moment où il devient insuffisant et en totalisant le déficit. Or, en fait, on ne dispose, dans la presque totalité des cas, d'aucuns renseignements sûrs quant au régime du marigot étudié. Les renseignements oraux sont, en général, contradictoires.

Si l'en est sûr que l'étiage est largement suffisant, il n'y a aucune difficulté. Sinon on s'efforcera d'observer le marigot en fin de période sèche et d'appliquer un coefficient de sécurité : on risque toujours de tomber sur une année particulière, ou un cas particulier. Par exemple, la saison sèche 1952-1953 a commencé très tard et fini très tôt. Il est très difficile de se baser sur les observations faites pendant cette période puisque le niveau des fleuves et marigots a commencé à remonter dès la fin février, ce qui est exceptionnel.

Il faudra prendre un coefficient de sécurité assez large, sans toutefois trop augmenter le prix de revient, pour tenir compte de l'incertitude quant au régime du marigot en année très sèche, des infiltrations toujours importantes à travers un barrage de terre, de l'évaporation qui devient notable à partir de la latitude de Bouaké, en dehors de la zone de forêt.

Les observations faites indiquent, comme raisonnable, en première approximation un coefficient variant de 2 à 2,5.

De même, la quantité d'eau que l'on peut normalement espérer voir couler en un an du débouché d'un bassin versant est environ un cinquième de la hauteur d'eau tombée pendant l'année, avec un coefficient de retard très faible en pays schisteux.

Pour éviter tout risque d'accident, le barrage devra comporter un déversoir simple, sans système de vane d'aucune sorte, conçu de façon à éliminer au maximum les risques d'embouteillage par tronc d'arbre ou autres matériaux dérivant pendant les crues.

Ainsi que le signale le rapport de Monsieur ARCHAMBAULT de 1950, le barrage réservoir de Toumodi est un excellent exemple.

+ + +

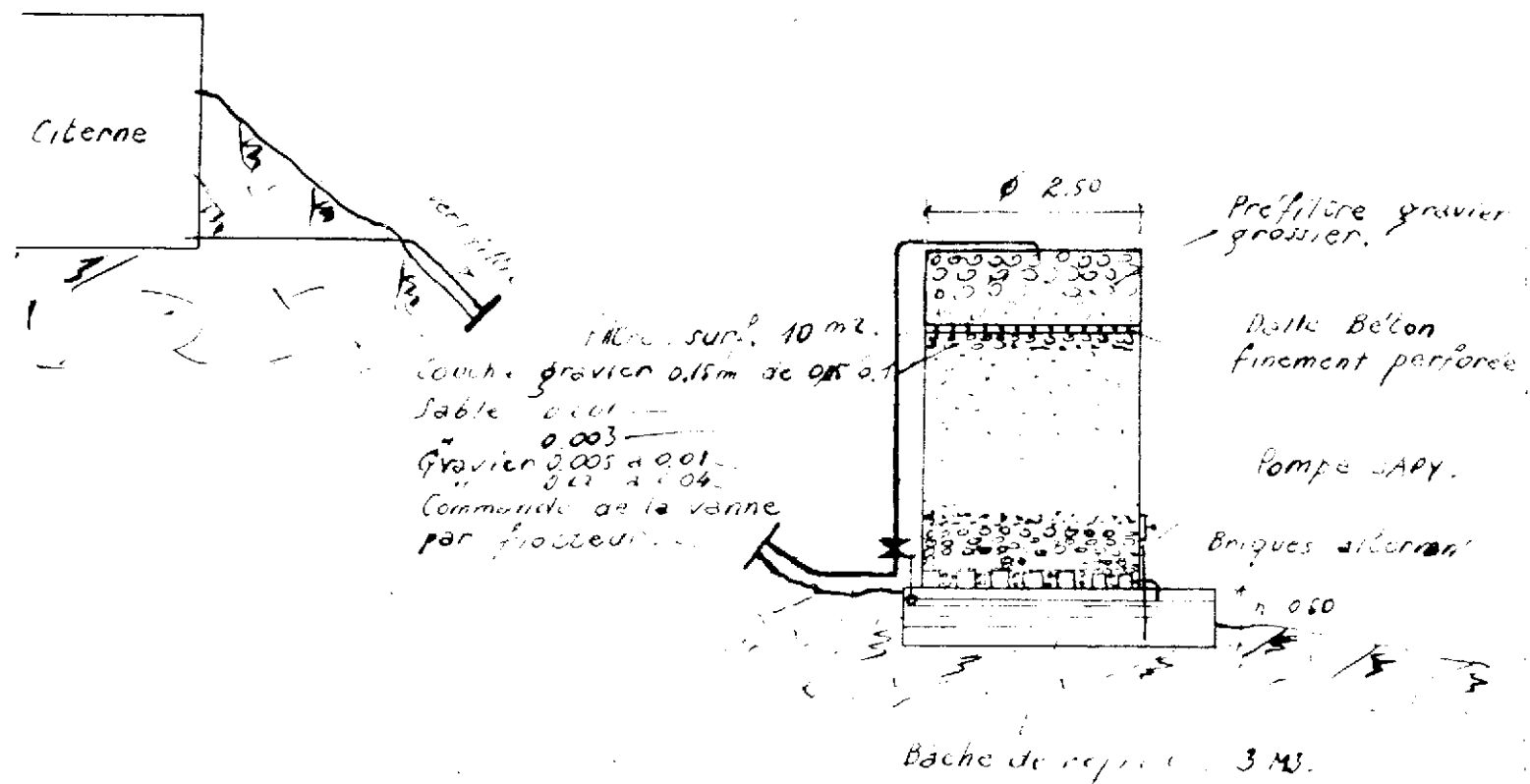
La plus grosse difficulté consiste à rendre potable, l'eau mise en réserve.

Cette eau est arrivée déjà chargée de suspensions colloïdales qui ne se déposent pas, et fermentent au soleil, comme dans le cas de la citerne.

Les parasites, tels que le ver de Guinée, y prolifèrent, en général.

.../...

CITERNE POUR 200 HAB.^{TS} AVEC FILTRE A SABLE NON IMMERGE.



Le système de filtration sur sable immergé est le plus simple, mais nous lui préférons, malgré sa simplicité un peu plus grande, le filtre à sable non immergé, beaucoup plus efficace pour l'élimination des bactéries.

Le schéma sera alors le suivant :

-L'eau sortira du barrage par une conduite en fonte située à 50 cm au-dessus du fond, environ, et, après traversée d'un massif de gros cailloux et graviers servant de préfiltre, sera due sur une plaque de ciment finement perforée.

-Elle coulera en filets sur un amas de graviers, destiné à diviser ces filets, le gravier étant posé sur le sable formant le filtre lui-même.

-L'eau filtrée sera recueillie dans un bac où les villageois viendront la puiser, directement ou, de préférence, par une pompe.

Ce bac de puisage comportera la seule partie mécanique du système, à savoir un flotteur commandant la vanne de fermeture d'arrivée d'eau sur le préfiltre, afin d'éviter que la partie inférieure du filtre ne trempe dans l'eau filtrée, l'eau devant toujours être en mouvement dans un tel appareil.

Le débit admissible devra être compris entre 100 et 200 litres par heure et par mètre carré de filtre.

En supposant un filtre de cinq mètres carrés, le bac de recette pourra assurer un certain volant, cet appareil donnera de 12 à 20 m³/jour, soit l'eau nécessaire à un village de 400 à 700 habitants, ce qui est un cas très courant.

On pourrait donc envisager la construction de ces filtres en série, avec des éléments standard préfabriqués en ciment armé ou ébénite ou tout autre matériau bon marché et solide, pour éviter l'installation de nombreux chantiers disséminés en brousse dans des endroits souvent difficiles.

On peut aussi se contenter de coffrages standardisés, ce qui éviterait les risques de casse pendant le transport.

La méthode qu'emploierait en pareil cas les puisatiers de l'Hydraulique étant donné le matériel dont ils disposent, est la suivante :

Avec un moule à buse continue de 2,50 m de diamètre intérieur, ils constituent une sorte de tour verticale, posée sur une dalle solide et de 3 mètres environ de hauteur.

Le fond, prolongé par une avancée permettant le pompage, forme le bac de reprise, de 60 cm de profondeur, soit environ une réserve de 3 m³. Au-dessus, une dalle de B.A. perforée supporte le filtre proprement dit. Le sommet de la tour est fermée par une dalle étanche formant toit.

La conduite d'amenée, de 60 mm de diamètre, ou même moins, sera munie en plus d'un robinet-vanne réglé une fois pour toute, en fonction de l'installation, de façon à limiter, dans tous les cas, le débit maximum

.../...

à deux ou trois litres minute.

Il faut noter que le système préconisé entraînera une perte de charge de 2,50 à 3 mètres à partir de la prise dans le barrage, ce qui entraînera sans doute dans certains cas à augmenter la longueur de la conduite d'amenée pour trouver dans le terrain naturel la dénivellation nécessaire.

A moins que l'on admette que l'installation sera construite en terre, l'eau étant reprise par une pompe. Il faudra craindre, dans ce cas, l'envasement de la fouille par les eaux d'infiltration, ce qui entraîne des dépenses supplémentaires par construction d'une cuve étanche, et des difficultés d'accès pour les nettoyages périodiques du filtre.

En cas de marigot à débit d'étiage suffisant, il n'est plus utile de faire un barrage mais, simplement, un petit ouvrage de captage en rivière d'un type courant, analogue par exemple à ceux utilisés naguère pour l'alimentation en eau de GONAKHY.

XII* - CAS DES VILLAGES INSTALLES EN PAYS GRANITIQUE.-

On a vu précédemment que les caractéristiques physiques des eaux de surface en Côte-d'Ivoire nous amenaient, encore plus qu'ailleurs, à leur préférer pour l'alimentation les eaux souterraines, malgré leurs trois défauts principaux :

- Acidité
- Teneur importante en sels de fer
- Difficulté d'exploitation.

Le problème de l'exploitation des nappes souterraines en terrain granitique a fait l'objet d'études et de recherches systématiques qui se sont poursuivies depuis Juin 1952 jusqu'en février 1953.

Ce problème s'est révélé infiniment plus complexe qu'il n'était prévu au départ et a obligé à rechercher et mettre au point des méthodes obtenues à la suite d'une série de tâtonnements et d'échecs qui ont beaucoup retardé l'ère des réalisations proprement dites.

Le problème est très différent de celui posé par les terrains schisteux.

Dans ce dernier cas, il était difficile de trouver de l'eau, mais son exploitation était facile.

Dans les granites, on trouve toujours de l'eau, sauf dans un cas que nous verrons plus loin, mais la difficulté réside dans son exploitation.

Ces roches étant massives et par elles-mêmes imperméables, il n'y a de l'eau que dans les fissures et interstices (généralement étroits) ou dans les produits meubles de désagrégation (éboulis) ou de décomposition (latérites, arènes). Les sources, soit qu'elles proviennent du déversement d'une fissure dans un vallon, soit qu'elles suintent d'un amas d'éboulis ou d'arènes, sont généralement faibles et desseminées (Imbeaux).

Nous allons examiner les différents cas rencontrés en Côte-d'Ivoire.

A) - VILLAGES OU N'EXISTENT NI PRODUITS D'EROSION NI PRODUITS DE DECOMPOSITION.-

Un tel village se trouve donc construit sur le vieux socle archéen, le bedrock, qui est soit apparent en grandes dalles ou en gros rognons, soit recouvert d'une légère couche d'humus.

C'est le cas de partie haute de BREDUMI, de celle de TOURMBI, de N'DOUGI, etc...

Il n'y a aucune chance d'y trouver de l'eau en quantité notable.

Dans les régions où il a existé jadis une ou plusieurs périodes glaciaires, le sommet du bed-rock s'est cassé et fracturé en failles, en général suivant deux directions perpendiculaires, dans lesquelles, près de la surface, on a des chances de trouver de l'eau, quelquefois même artésiennes.

Des interstices analogues existent aussi en Côte-d'Ivoire, d'origine différente (attaque chimique ou physique), mais trop fins pour être exploitables. Nous n'avons observé qu'une seule source notable en saison sèche, sortant d'une faille d'un massif granitique non décomposé, sur la route de Touba à Iffilé.

Heureusement, les cas de villages entièrement construits sur le granite sain sont assez rares. Le plus typique à ce sujet est le village de N'DOUGI, mais on peut y trouver des produits de décomposition ou des alluvions dans un rayon de 1 kilomètre au maximum.

On est donc ramené à un des cas suivants, avec l'inconvénient soit d'augmenter la longueur du refoulement, dans le cas de pompage mécanique, soit d'avoir un point d'eau un peu éloigné du village. Mais ce dernier inconvénient est souvent bien plus prononcé en pays schisteux.

B)- VILLAGES OU EXISTENT DES PRODUITS DE DECOMPOSITION.-

Les terrains où le bed-rock a été altéré, se présentent schématiquement de la façon suivante :

- Une couche de terre végétale de 0,25 à 0,50 mètre
- Une couche de terrain latéritique de 5 à 10 mètres
- Une couche de kaolin plus ou moins mélangé de mica et de quartz de 2 à 20 ou 30 mètres
- Une couche de granit délité en boule de 0,20 à 0,30 mètre
- Le granit en place.

La nappe phréatique se trouve en général, en saison sèche, à un ou deux mètres plus bas que le sommet de la couche de kaolin.

On trouve très souvent le granit délité en boules à 17 ou 18 mètres de la surface. Cette distance doit correspondre à la vitesse de décomposition du granit dans certaines circonstances généralement rencontrées en Côte-d'Ivoire.

Mais parfois aussi l'attaque par l'eau a été plus vive ou plus lente et on se trouve, en fait, devant trois cas distincts à la limite correspondants chacun à une technique particulière d'exploitation de la nappe. La méconnaissance de ces distinctions qui apparaissent maintenant comme essentielles et dont il n'a pas encore, je crois, été question dans les autres territoires de la Fédération, a beaucoup retardé les réalisations "Puits" en Côte-d'Ivoire.

Les puits indigènes creusés dans ces terrains sont en général arrêtés dès qu'ils rencontrent l'eau sur 10 ou 20 cm, puis s'écroulent au bout d'un ou deux ans par suite des éboulements dans le kaolin. Les indigènes et même beaucoup d'européens parlent de courants souterrains, de rivières, etc..., ce qui est totalement faux : on se trouve seulement en présence de terrains gorgés d'eau et infiniment plus fluents que les sables éoliens du

Des interstices analogues existent aussi en Côte-d'Ivoire, d'origine différente (attaque chimique ou physique), mais trop fins pour être exploitables. Nous n'avons observé qu'une seule source notable en saison sèche, sortant d'une faille d'un massif granitique non décomposé, sur la route de Touba à Iffilé.

Heureusement, les cas de villages entièrement construits sur le granite sain sont assez rares. Le plus typique à ce sujet est le village de N'DOUGI, mais on peut y trouver des produits de décomposition ou des alluvions dans un rayon de 1 kilomètre au maximum.

On est donc ramené à un des cas suivants, avec l'inconvénient soit d'augmenter la longueur du refoulement, dans le cas de pompage mécanique, ou d'avoir un point d'eau un peu éloigné du village. Mais ce dernier inconvénient est souvent bien plus prononcé en pays schisteux.

B)- VILLAGES OU EXISTENT DES PRODUITS DE DECOMPOSITION.-

Les terrains où le bed-rock a été altéré, se présentent schématiquement de la façon suivante :

- Une couche de terre végétale de 0,25 à 0,50 mètre
- Une couche de terrain latéritique de 5 à 10 mètres
- Une couche de Kaolin plus ou moins mélangé de mica et de quartz de 2 à 20 ou 30 mètres
- Une couche de granit délité en boule de 0,20 à 0,30 mètre
- Le granit en place.

La nappe phréatique se trouve en général, en saison sèche, à un ou deux mètres plus bas que le sommet de la couche de kaolin.

On trouve très souvent le granit délité en boules à 17 ou 18 mètres de la surface. Cette distance doit correspondre à la vitesse de décomposition du granit dans certaines circonstances généralement rencontrées en Côte-d'Ivoire.

Mais parfois aussi l'attaque par l'eau a été plus vive ou plus lente et on se trouve, en fait, devant trois cas distincts à la limite correspondants chacun à une technique particulière d'exploitation de la nappe. La méconnaissance de ces distinctions qui apparaissent maintenant comme essentielles et dont il n'a pas encore, je crois, été question dans les autres territoires de la Fédération, a beaucoup retardé les réalisations "Puits" en Côte-d'Ivoire.

Les puits indigènes creusés dans ces terrains sont en général arrêtés dès qu'ils rencontrent l'eau sur 10 ou 20 cm, puis s'écoulent au bout d'un ou deux ans par suite des éboulements dans le kaolin. Les indigènes et même beaucoup d'Européens parlent de courants souterrains, de rivières, etc..., ce qui est totalement faux : on se trouve seulement en présence de terrains gorgés d'eau et infiniment plus fluents que les sables éoliens du

Niger, par exemple ; puisque le kaolin, dilué dans l'eau, forme une sorte de suspension colloïdale qui donne "l'eau blanche" (ou bleutée), et dont il est difficile de se débarrasser dans un puits : l'eau est bonne, mais n'est pas limpide et inspire donc des inquiétudes aux utilisateurs. Ils ont tort du point de vue chimique ou bactériologique, mais leur méfiance se comprend très bien.

L'exploitation de cette eau peut se faire, soit au point bas de la nappe, par drainage des matériaux de décompositions fonctionnant alors comme une éponge s'égouttant à sa base, soit par puits.

1) Exploitation par drainage.-

L'eau de pluie s'infiltré dans le sol, pénètre dans le kaolin, l'imprègne, coule à la surface du bed-rock, sous le kaolin, suivant la ligne de plus grande pente pour finir par alimenter un marigot ou une série de petites sources généralement en un point où le granit affleure.

Cette circulation, qui active d'ailleurs la décomposition du feldspath et du mica, a une autre conséquence très heureuse remarquée notamment à

Bouaké en Juin 1952 et à Adzopé en Avril 1953. Le courant d'eau lessive le terrain dans lequel il circule ; le kaolin se trouve entraîné à sa base sur une certaine épaisseur variant en général de 0,50 à 3 ou 4 mètres ; et il ne reste plus en place que les cristaux de quartz qui donnent une couche souve-
très étendue de circulation privilégiée, formée d'un sable blanc, régulier très perméable où l'eau est facilement exploitable.

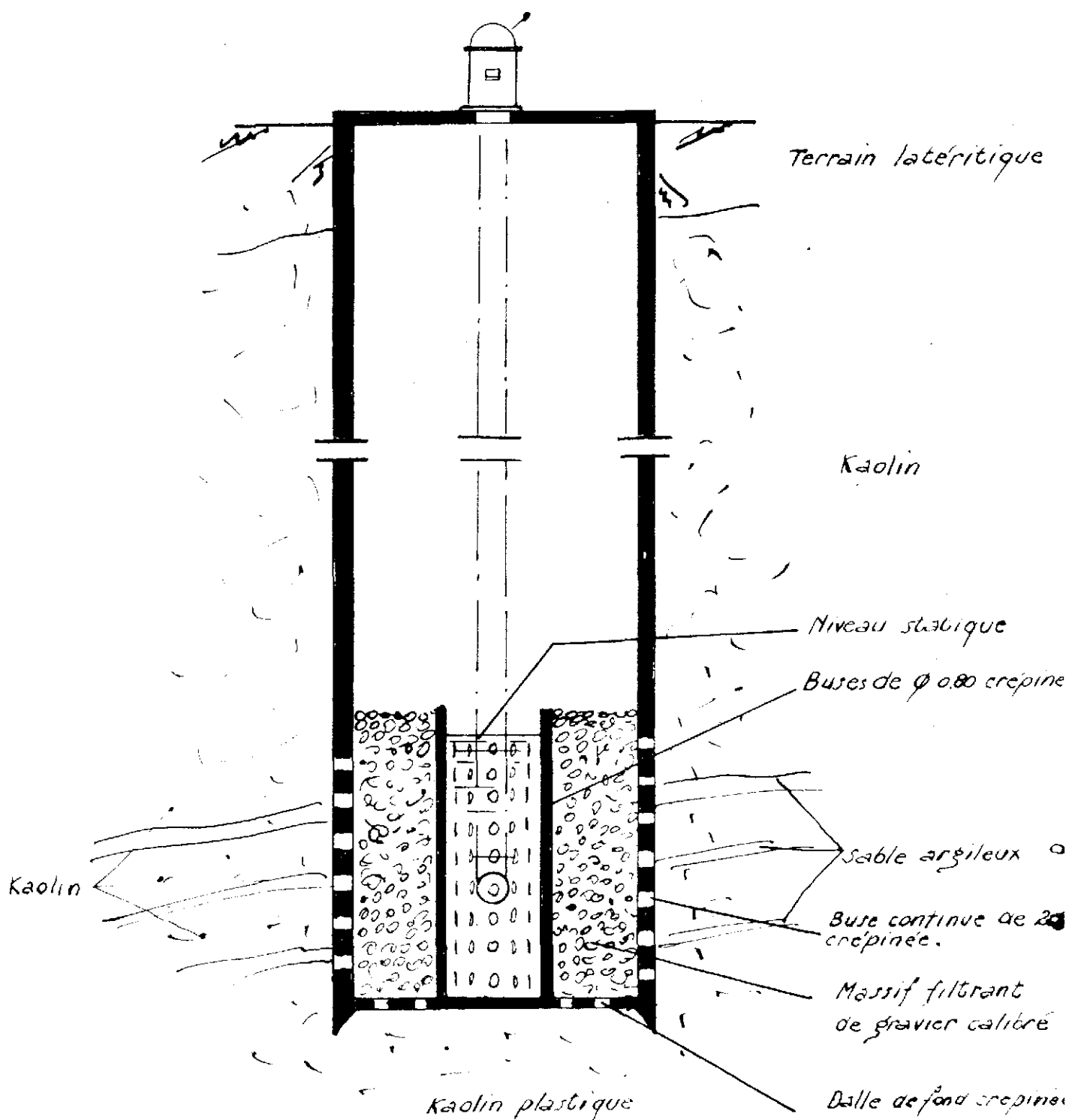
Cette heureuse circonstance se retrouve surtout dans les vallées, près des marigots, là où la circulation d'eau est la plus importante, donc le lavage le plus énergique.

Il faut bien remarquer toutefois que le processus décrit ci-dessus est encore un cas extrême. Entre le kaolin humide qui se présente sous la forme d'un mastic un peu sableux complètement imperméable et le sable blanc lavé, il existe toutes les gammes de perméabilité.

Le problème consiste donc à rechercher cette couche de circulation privilégiée qui domine le bed-rock, mais qui, parfois, se trouve comprise entre deux tranches de kaolin ; ensuite, à y creuser à un endroit suffisamment alimenté un ou plusieurs puits filtrants qui, creusés dans le sable aquifère, ne présentent en général pas de difficultés d'exécution. Ces puits sont analogues à ceux creusés dans les alluvions de marigots. Cependant, il ne s'agit pas dans ce cas d'alluvions, mais d'alluvions.

Les débits obtenus, avec un puits d'un diamètre suffisant, sont en général importants et peuvent atteindre dix litres par seconde (puits des bananes à BOUAKÉ) ; et la seule préoccupation, qui restera, est celle relative au bassin versant.

Les ondulations du bed-rock ne coïncident pas en général avec celles du terrain naturel et pour l'alimentation d'une grande ville (BOUAKÉ ou SIKOUKIA), il est nécessaire de les étudier, par exemple par des procédés géophysiques mais lorsque l'on a à faire à des villages, si le bassin



versant apparent est suffisant, on n'a pas besoin de recourir à de telles méthodes.

Ce cas de zone de circulation privilégiée est le cas le plus favorable que l'on puisse espérer en terrain granitique.

L'eau obtenue est en général très limpide, agressive (gaz carbonique libre), assez chargée en sels de fer, peu minéralisée, donc dangereuse pour les installations mécaniques et de génie civil, mais bonne pour la consommation humaine.

2) Exploitation par puits.

Dans le cas d'une ville importante, on peut se permettre d'aller chercher l'eau à une certaine distance, là où les conditions favorables énumérées ci-dessus sont remplies.

C'est rarement possible dans le cas d'un village qui, d'autre part, demande des débits plus faibles ; et on est amené à chercher l'eau dans le kaolin lui-même là où n'existe pas la couche de sable lavé.

Il s'agit alors de descendre un puits dans le terrain de surface latérique d'abord, ce qui est facile ; ensuite, dans la masse du kaolin, masse épaisse, fluente, gluante même, qui ne présente aucun point d'appui. C'est une opération très difficile et dangereuse qui demande de gros moyens mécaniques et un personnel exercé.

Ce n'est qu'après six mois d'effort qu'une technique a pu être mise au point.

Il faut en effet :

- a) que le puits "tienne" pendant 20 ou 30 ans
- b) que le débit soit suffisant
- c) que l'eau obtenue soit limpide.

La solution finalement retenue, en principe, est la suivante :

-Descente par havage d'une buse continue de 2,50 m de diamètre intérieur ; cette buse est formée de 15 cm d'épaisseur de ciment armé. A cause de l'adhérence du terrain qui fait ventouse et de la fluidité du kaolin, la descente par havage, qui semble être la seule solution, est cependant très difficile et délicate.

-Lorsqu'il n'est plus possible de descendre, après avoir fait, par exemple, 6 à 10 mètres dans le terrain aquifère, le fond de la buse est fermé par une dalle solide, on se trouve alors en présence d'une sorte de grande cuve étanche dans l'axe de laquelle on place une file de buses de 0,80 de diamètre abondamment percée de trous.

-Ensuite, au marteau perforateur la grande buse extérieure est également abondamment crépinée pour laisser entrer l'eau ; et l'espace annulaire autour de la petite buse est bourré de

.../...

gravier de quarts soigneusement calibré (1 à 3 cm) et lavé.
Le travail, dont la description est très simple, demande pour
un puits à 20 mètres (nappe aquifère à 20 mètres) un travail
continu variant de six semaines à cinq mois.

Les sondages effectués ont montré que le kaolin était rarement
homogène. Il existe en général des horizons sableux assez argileux mais
où l'eau circule mieux. Ces horizons, de 15 à 20 cm d'épaisseur, sont
enserrés dans des couches d'argile pure, à peu près imperméable ; et on
observe fréquemment des effets d'artésienisme pouvant aller jusqu'à 5 ou
10 mètres au-dessus de la sône sableuse.

Le débit obtenu dépend de la surface sur laquelle sont recoupées
de telles sônes.

Dans le kaolin légèrement sableux (ADZOPÉ, BROUMI), le débit est de
l'ordre de cinq litres par minute et par mètre carré de puits, soit pour
une buse de 2,50 mètres, un demi litre par seconde par mètre d'enfoncement.

Avec deux ou trois passes sableuses, le débit peut monter, avec
une telle buse, à 3 ou 4 litres/seconde, ce qui est très satisfaisant.

En conclusion, ces puits sont possibles et donnent de l'eau, mais
il faut insister sur leur extrême difficulté d'entretien. A cause des
nombreux aléas d'entretien ("on ne sait jamais où en va") ; il est peu
probable que ces travaux puissent être faits à l'entreprise.

+ + +

Un troisième cas se présente encore fréquemment : le granit, protégé
par une couche de latérite, n'est décomposé que sur une faible épaisseur,
un mètre par exemple.

On a alors presque toujours de l'eau, en faible quantité, mais il
faut faire très attention au bassin versant. C'est dans ce terrain que
sont forés les seuls puits indigènes solides en terrain granitique ;
mais ils sont alors rarement permanents.

Le puits sera constitué comme dans le cas d'un puits en terrain
schisteux avec veines de quarts, c'est-à-dire un puits FERRY jusqu'à
l'eau, puis une file de buses largement crépinées et cimentées entre
elles assises sur le rocher en place.

-Si on ne trouve pas le rocher en place, ces puits ne dureront
pas plus de deux ou trois ans.

+ + +

En conclusion, on a donc trois genres de puits très différents en
terrain de décomposition granitique, suivant l'état de décomposition,
d'abord ; et suivant l'histoire des arènes, ensuite.

Pour une décomposition faible, puits facile en buse de 1,20 m par exemple, sans développement, profondeur moyenne 6 à 10 mètres, débit faible, risque de tarissement en saison sèche.

Pour une décomposition sur grande épaisseur, puits très difficile, système de buse continue de 2,50 m, profondeur moyenne de 25 à 35 mètres, débit moyen, et à peu près constant, quelle que soit la saison.

Pour une décomposition importante ou non, mais bien lavée par la circulation d'eau, en général sur trois à cinq mètres, puits formé d'une couronne de B.A. descendue par lavage jusqu'à la même lavée, et surmonté d'une maçonnerie étanche, puis descente d'une couronne de tôle épaisse, exactement comme dans le cas des alluvions.

* * *

C)- VILLAGES OU EXISTENT A PROXIMITE UN MARLOOT AVEC ALLUVIONS EPAISSSES ET PERMEABLES

L'objectif à atteindre est toujours de trouver en abondance de l'eau ayant les qualités chimiques de l'eau de surface (non agressive et débarrassée des sels de fer) et ayant les qualités physiques des eaux du sous-sol (limpidité et absence de fermentation organique).

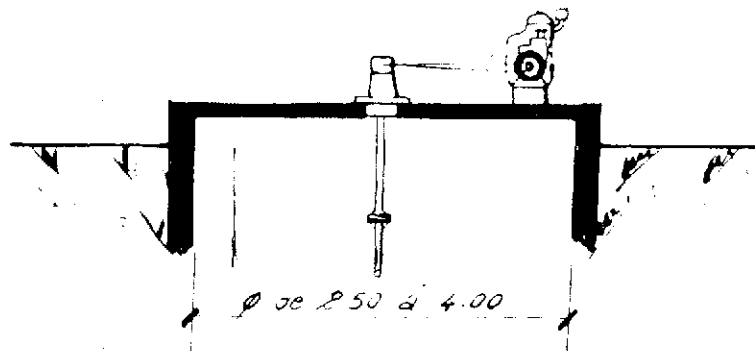
Ces qualités se trouvent réunies dans les eaux extraites des alluvions et, comme en terrain schisteux, on aura intérêt à y recourir d'une façon presque générale. Le mode de captage est exactement le même que pour l'exploitation des arènes granitiques bien lavées ou que pour celles des alluvions en terrain schisteux.

En résumé, pour l'alimentation d'une agglomération avec pompage et refoulement, on aura recours dans tous les cas possibles aux alluvions fluviales si elles sont bien alimentées et pas trop éloignées.

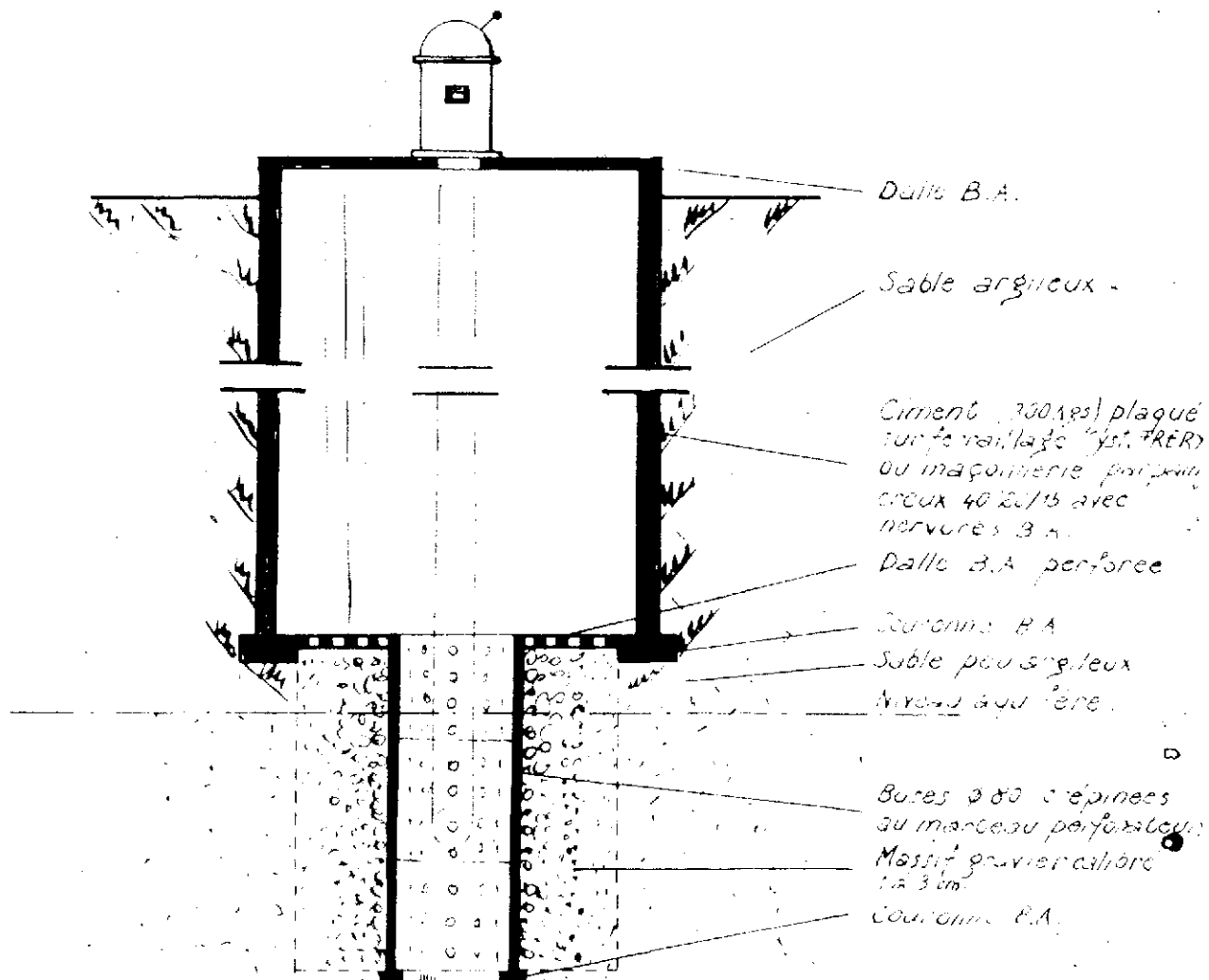
* * *

PUITS GRAND DÉBIT DANS LA ZONE SÉDIMENTAIRE CÔTIÈRE

POMPE VERTICALE OU IMMERGÉE POUR PROFONDEUR SUPÉRIEURE
À 20 M ET DÉBIT SUPÉRIEUR À 3 M³/H.



POMPE À GODETS POUR PROFONDEUR INFÉRIEURE À 20 M.
ET DÉBIT INFÉRIEUR À 3 M³/H.



IV- CAS DES VILLAGES INSTALLES SUR LA ZONE SEDIMENTAIRE COULEE--

Cette zone est à peu près le seul terrain à forage du territoire.

Une nappe d'eau continue s'y rencontre partout, à des profondeurs variant, suivant l'altitude, de 15 à 40 mètres. Il s'agit là d'une nappe phréatique coulant sur des lits d'argile imperméable, tout au moins près de la côte. Sous ces lits d'argile, il existe une nappe artésienne, qui n'est peut-être pas continue, mais que l'on retrouve en plusieurs points (BARCO, BAROU, à six kilomètres d'ORRAFF).

Le terrain est formé de sable argileux perméable, ce qui explique que le réseau hydrographique soit très pauvre.

Les villageois, qui ignorent le puits FERRI, ne sont pas capables de creuser des puits solides, et la disette d'eau est grande à quelques dizaines de mètres d'une eau abondante.

Il n'y a pas de problème, cependant : il suffit de descendre ~~assez bas~~ pour obtenir une eau claire et abondante.

Il s'agit seulement de savoir, dans chaque cas, les prix de revient respectifs du puits et du forage d'exploitation.

Il semble que le puits soit plus intéressant lorsque le plan d'eau n'est pas à plus de trente mètres (cas de BAROU).

7^o - CAS DES VILLAGES SUR LE GORON LAGUARIE.

Il n'y a pas de problème pour ces villages construits sur le sable et la nappe phréatique est à 1 ou 2 mètres au maximum.

Cette nappe est formée d'une lentille d'eau douce flottant sur l'eau de mer, en reposant sur une couche d'argille bleue imperméable et celle-ci est au-dessus du niveau d'équilibre eau douce-eau salée.

En définitive, il y a risque d'arrivée d'eau salée si le pompage est trop intense. Ce cas ne se présente pas pour les villages où le forage doit être réparti dans une multitude de puits disséminés sur la zone.

Le rôle des Poudres Publiques est d'installer des puits médians, c'est-à-dire basses avec une margelle, et situés sur une légère hauteur pour éviter le retour direct dans le puits des eaux de ruissellement.

Les puits actuels, en effet, presque toujours dans une courbe, sont constitués par de vieux fûts en tôle servant de coffrage. Ils ne présentent aucune défense contre la pollution et fournissent, en fait, une eau qui risque d'être dangereuse (nitrites, colibacilles).

Il n'y a pas de problème d'eau mais il y a un grave problème d'hygiène.

♦
♦
♦

**VI^e - CONCLUSION - PROCESSUS D'ETUDES ET DE MISE EN
OEUVRE - PERSONNEL NECESSAIRE--**

Les différents moyens de créer un point d'eau potable présentés dans le présent rapport sont dans les suivants :

- Récupération et élargissement de puits existants.
- Construction de citerne avec filtration sur KIESELGUHR ou sable non immergé.
- Etablissement de barrage en terre avec filtre à sable non immergé.
- Captage direct dans marigot avec filtre à sable non immergé.
- Puits à grand diamètre descendu par lavage dans les alluvions ou les arènes bien lavées.
- Puits en buse continue descendu dans le kaolin.
- Puits FREY avec buse busée et développement.

Il convient d'abord de distinguer ceux qui, d'une manière générale, peuvent être exécutés par l'entreprise privée.

Il faut en effet alléger au maximum le travail en régie effectué par l'Hydraulique, le rôle de ce service devant être un rôle d'organisation des programmes et d'études, surtout, et de contrôle technique. Les puisticiers de l'Hydraulique n'interviendront que lorsque le travail à effectuer présentera des difficultés techniques telles que les entreprises ne seront plus intéressées par manque de matériel spécial, très coûteux, ou par manque de spécialistes.

Les puisticiers auront également, chacun dans un secteur de deux ou trois Cercles, à jouer le rôle d'agent technique auprès des Administrateurs effectuant en régie des travaux d'hydraulique, que ce soit pour l'alimentation humaine, pour l'Agriculture ou pour l'élevage.

On peut admettre que presque tous les travaux énumérés ci-dessus peuvent être confiés à une entreprise, à condition d'être suffisamment groupés, et de faire partie d'un programme suffisamment important pour justifier l'immobilisation, sur un groupe de trois ou quatre chantiers, d'un entrepreneur européen spécialisé ; et l'achat, au départ, du coûteux matériel nécessaire.

La récupération et l'élargissement des puits existants peuvent être confiés à l'initiative des Administrateurs sous la surveillance technique constante d'un chef-puisticiers de l'Hydraulique.

Enfin, les puits à buse continue descendus dans le kaolin ne peuvent être exécutés que par des chefs-puisticiers de l'Hydraulique, avec un personnel indigène entraîné et tout le matériel approprié.

Il s'agit là en effet d'un travail délicat, assez dangereux à exécuter, et, surtout, d'un déroulement trop sujet à des surprises désagréables pour qu'une entreprise, quelle qu'elle soit, accepte de se lancer dans une opération aussi aléatoire posant, presque chaque jour, des cas particuliers à résoudre vite et sur place.

Malheureusement, on peut dire que plus du tiers des points d'eau à creuser en Côte-d'Ivoire seront de ce type. Et cela seul suffit à justifier le développement du corps des chefs-puisticiers dans le territoire.

La réalisation du plan quadriennal, en ce qui concerne l'alimentation des villages de brousse, se présente donc ainsi : un programme des travaux doit être établi de façon à grouper ceux-ci par région et par catégorie, et ceci dans un but évident.

Une entreprise ne s'intéressera à ces travaux que dans la mesure où ils présenteront un avantage commercial, c'est-à-dire immobilisation minima du personnel de maîtrise et du matériel nécessaire couteux : il faut à une entreprise quatre ou cinq ouvrages analogues groupés dans un rayon de cinq à dix kilomètres, et ceci répété plusieurs fois, huit ou dix, pour que l'affaire soit intéressante.

Les mêmes conditions de groupement et de fréquence sont souhaitables pour obtenir du chef-puisticiier un rendement normal. D'après un calcul effectué en Novembre 1952, les frais d'amortissement et d'entretien du matériel confié à un chef-puisticiier, y compris la solde de celui-ci, reviennent à près de cinq-millions par an.

Le programme doit être précédé d'une étude rapide sur place, par région pour déterminer à quel genre de puits on aura à faire.

Il faudra, ensuite, lancer un appel d'offres concernant tous les travaux à effectuer sur la première tranche du plan, appel d'offres faisant ressortir l'échelonnement des travaux et leur groupement par genre et par région. Il est indispensable que tous les travaux à confier à l'entreprise soient annoncés au plus tôt les premiers préparatifs de mise en route du plan quadriennal. C'est la seule façon :

- 1)- d'avoir quelques chances de voir des entrepreneurs s'intéresser à l'affaire ;
- 2)- d'obtenir des prix qui ne soient pas prohibitifs.

En ce qui concerne les chefs-puisticiers, une remarque préliminaire s'impose : Nous avons vu que la raison d'être principale des puisticiers était de faire les puits dans le kaolin parce qu'il n'y aura d'entreprises qui acceptera ce travail trop aléatoire et trop spécialisé qui exige de plus un matériel couteux.

Il est dans l'intérêt de nos intérêts de nous en tenir à l'essentiel et de ne pas nous laisser distraire par des considérations secondaires. Il est dans l'intérêt de nos intérêts de nous en tenir à l'essentiel et de ne pas nous laisser distraire par des considérations secondaires.

L'essentiel est de nous en tenir à l'essentiel et de ne pas nous laisser distraire par des considérations secondaires. Il est dans l'intérêt de nos intérêts de nous en tenir à l'essentiel et de ne pas nous laisser distraire par des considérations secondaires.

L'essentiel est de nous en tenir à l'essentiel et de ne pas nous laisser distraire par des considérations secondaires. Il est dans l'intérêt de nos intérêts de nous en tenir à l'essentiel et de ne pas nous laisser distraire par des considérations secondaires.

PLAN QUADRIENNAL 1953 - 1957

EQUIPEMENT EN EAU POTABLE DES VILLAGES DE CÔTE D'IVOIRE.

NOTE SUR LES PUITES EN BUSE CONTINUE DE 2m,50 DE DIAMETRE - MODE DE CONSTRUCTION

GENERALITES

Les puits en buse continue de 2m,50 de diamètre ont été mis au point au début de 1953 pour répondre aux exigences suivantes :

Fouage dans le kaolin d'un puits solide.
Filtration de l'eau pompée
Rapidité et économie d'entretien.

Les expériences faites en 1952 - 1953 ont montré la mobilité et la fluidité extrême du kaolin.

Il n'est pas possible d'y descendre un puits suivant la méthode Frery en général possible dans le reste du territoire.

Les efforts considérables de traction et de flexion imposés par le terrain à la machinerie conduisent à abandonner le système classique des buses descendues les une après les autres et reliées ensuite.

La suspension dans l'eau pulvé des éléments de kaolin donne à cette eau une apparence blanchâtre qu'il faut éliminer par un massif filtrant de gravier. Il n'est pas possible dans ce terrain d'utiliser la méthode du déval ponté, le massif de gravier se dispersant dans le sol en quelques semaines.

Au point de vue sécurité, les pluies de Côte d'Ivoire ne permettaient jusqu'alors le fouage de puits que pendant une période de sept mois environ les risques d'éboulement en période des pluies rendant tous les travaux très dangereux.

Les irrégularités dans la constitution du terrain, dont chaque cas est un cas particulier, exigent la présence presque continue sur un seul chantier d'un chef puisatier européen pour prendre, souvent en quelques heures, les dispositions qui s'imposent pour éviter l'écroulement du puits en cours. En plus d'un nombreux personnel nécessaire, un matériel important devait être immobilisé pour passer à toutes éventualités.

L'emploi des buses continues permet de résoudre ainsi ces différents problèmes :

Les buses forment dans le sol une poutre de B.A. de section annulaire, de 250 cm de diamètre intérieur et de 15 cm d'épaisseur. Les armatures sont formées d'un quadrillage de ϕ de 10 m/m espacés de 10 cm. On ne risque donc de voir la buse se rompre ni sous son propre poids, ni sous une pression latérale du terrain.

Grâce à un artifice décrit ci-dessous, le massif filtrant de gravier se trouve enfoncé à l'intérieur de la buse, donc à l'abri de tout mouvement du terrain. De plus, le diamètre choisi permet d'assurer un débit de 2,2 m³/heure par mètre de buse crépinée avec une vitesse d'entrée des filets d'eau inférieure à 0,1 m/m par seconde.

Le principe même d'existence du puits en buse continue évite tous les risques d'éboulement quelque soit le terrain rencontré à aucun moment on ne fait appel à la cohésion propre du sol; la buse s'enfonce dans le sol exactement comme le tubage d'un forage de faible diamètre :

Au point de vue économique, les principaux avantages sont les suivants:
- réduction importante de la main d'œuvre, la plupart des opérations s'effectuant à la machine, sauf le remplissage et le vidage des buses.

- les ouvriers travaillant avec moins de risques travailleront plus vite et mieux.

- réduction importante du temps de travail :

la durée des travaux sera ramenée de six mois à deux mois environ pour un puit de vingt cinq mètres (nappe d'eau à vingt mètres)

- Le chef puisatier européen peut s'occuper de deux ou trois chantiers à la fois, les opérations étant toujours semblables et les aides réduits au minimum.

MODE DE CONSTRUCTION

1) Forage et crépinage.-

La buse sera précédée d'une trousse coupante destinée à faciliter la descente par havage, d'une part, et d'autre part à asséoir la dalle du fond.

La trousse, en B.A. aura les caractéristiques suivantes :

Diamètre extérieur	280 cm
" intérieur	240 cm
Hauteur	25 cm

suyvant le schéma joint, soit un volume de 0 m³,250 .

Elle sera simplement faite en creusant une rigole adéquate dans le sol y disposant le ferrailage, en ayant bien soin de laisser, tous les 10 cm, un fer de ϕ 10 en attente pour créer une liaison étroite avec la buse : si pendant la descente la jonction buse -trousse coupante travaillera en compression elle travaillera en tension en service normal puisque, comme on la verra, elle supportera le poids du massif filtrant.

Sur cette rigole sera posé la moule de la buse, de 50 cm de hauteur.

Cette hauteur a été choisie à rendre le moule relativement maniable. Il pèse alors, au 550 Kgs. Un moule de un mètre de hauteur aurait permis, sans doute, un travail plus rapide au début et un meilleur séchage du béton, mais il aurait été difficilement maniable. De toute façon, il est très facile d'assembler les moules deux par deux sur le chantier au début du forage.

Lorsque le premier élément est coulé, après une quinzaine d'heures de prise, le moule est desserré, et on commence le forage par lavage.

Pour cela, une compresseur actionné dans la période de terrain latéritique sèche un marteau béche. Plus tard, le compresseur actionnera également pendant la coulée du béton, trois vibrateurs fixés sur la paroi du moule afin d'accélérer la prise et de permettre une économie sensible sur le grès en élevant du béton. La terre sera chargée par deux pelletoyeurs dans une benne basculante de 150 litres, relevée par un derrick du type actuellement utilisé en Côte d'Ivoire. La benne, arrivée en haut sera vidée pendant qu'une deuxième benne descendue avant la remontée de la première, sera en cours de chargement.

On voit donc qu'il y aura en permanence dans le puits, pour la traversée du terrain sec, trois ouvriers et une benne. Il faut que les ouvriers puissent travailler sans se gêner. Le diamètre de 350 mètres est un minimum et cette considération a contribué à son choix.

En somme, l'opération se passera théoriquement de la façon suivante :
- Le matin, descente par lavage de la portion de buse coulée la veille, soit 45 cm pour une buse simple ou 90 cm 95 pour une buse double.

En même temps, évacuation de la terre et préparation du béton. Deux des bétonnières de 120 litres actuellement en service à l'hydraulique de Côte d'Ivoire doivent permettre d'assurer la production en béton, dosé à 300 Kgs.

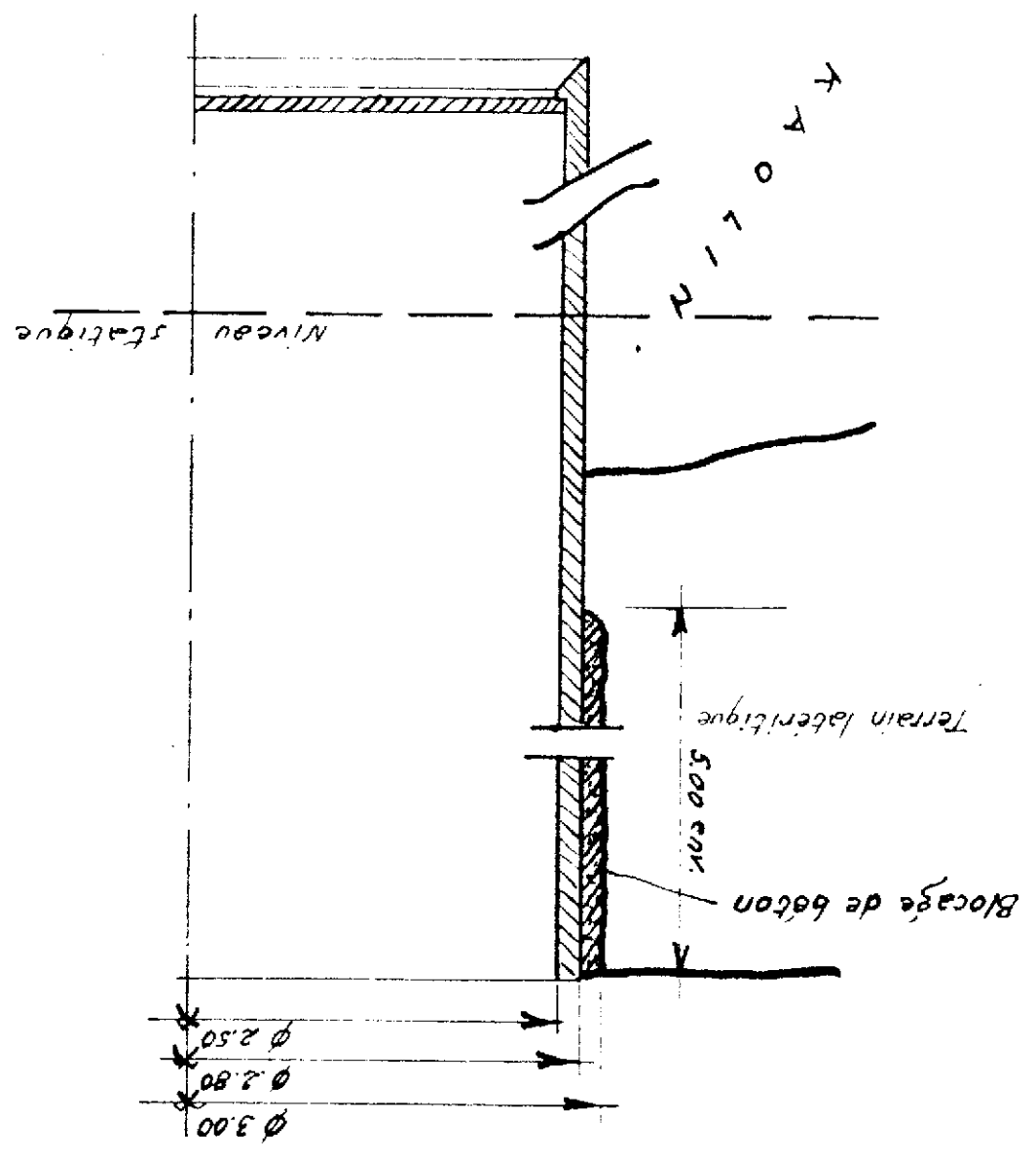
L'après-midi, coulage du béton en laissant dépasser le plus possible d'armature en attente, pendant que l'on prépare, le cas échéant, le ferrailleur pour lendemain.

Au fur et à mesure de la descente de la buse, un ouvrier la perforera d'un grand nombre de trous crépillage, sur 5 ou 10 mètres de hauteur à porter de la troussé coupante, moyen d'un marteau perforateur léger, également actionné par le compresseur. Les trous, disposés en quinconce, ne devront pas être distants de plus de 10 cm d'axe en axe.

Un inconvénient de ce forage après coup est la risque de demander de nombreuses fois le fer de l'armature. Il sera possible après expérience sur le chantier de limiter ce maximum est incident, en fait peu grave, puisque cette partie inférieure de la buse ne supporte que peu d'efforts de traction du fait du béton situé plus bas, ou de flexion de la part du sol terrain.

Lorsqu'on arrivera au bœuil, la pelle-bêche sera inutile et celui-ci est qu'il faut. Elle sera remplacée par une pompe Thor qui de temps en temps, effectuera les époussettes nécessaires.

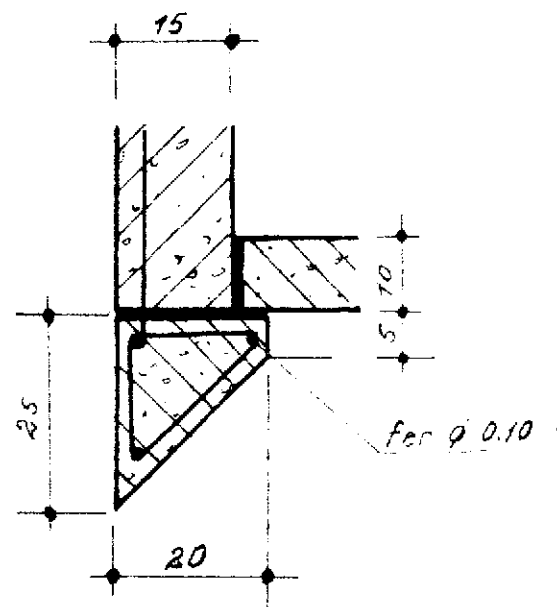
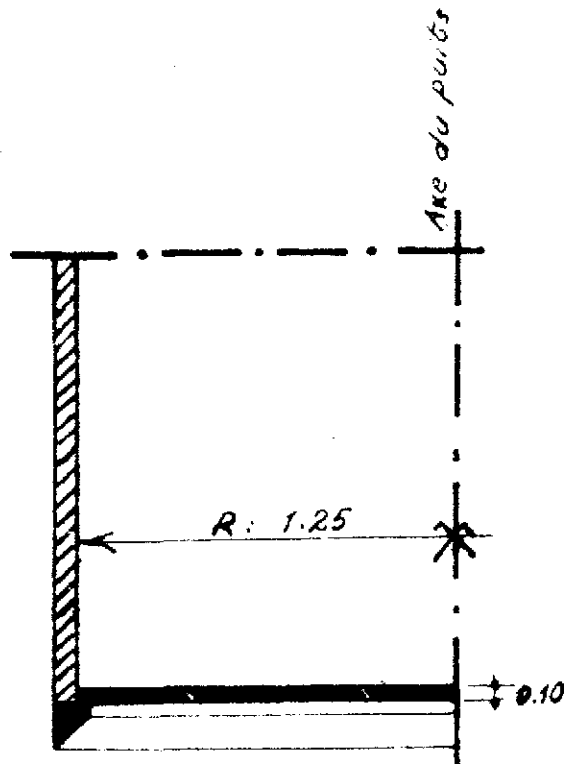
BLOCAGE DE LA BUTTE (CONTINUÛ).



1/2 coupe.

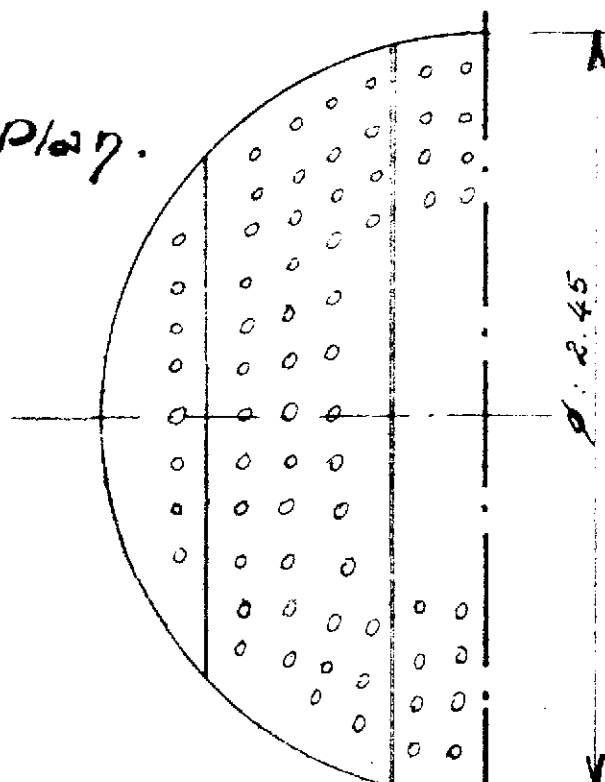
DALLE DE FOND ET TROUVE COUPANTE.

1/2 Coupe .

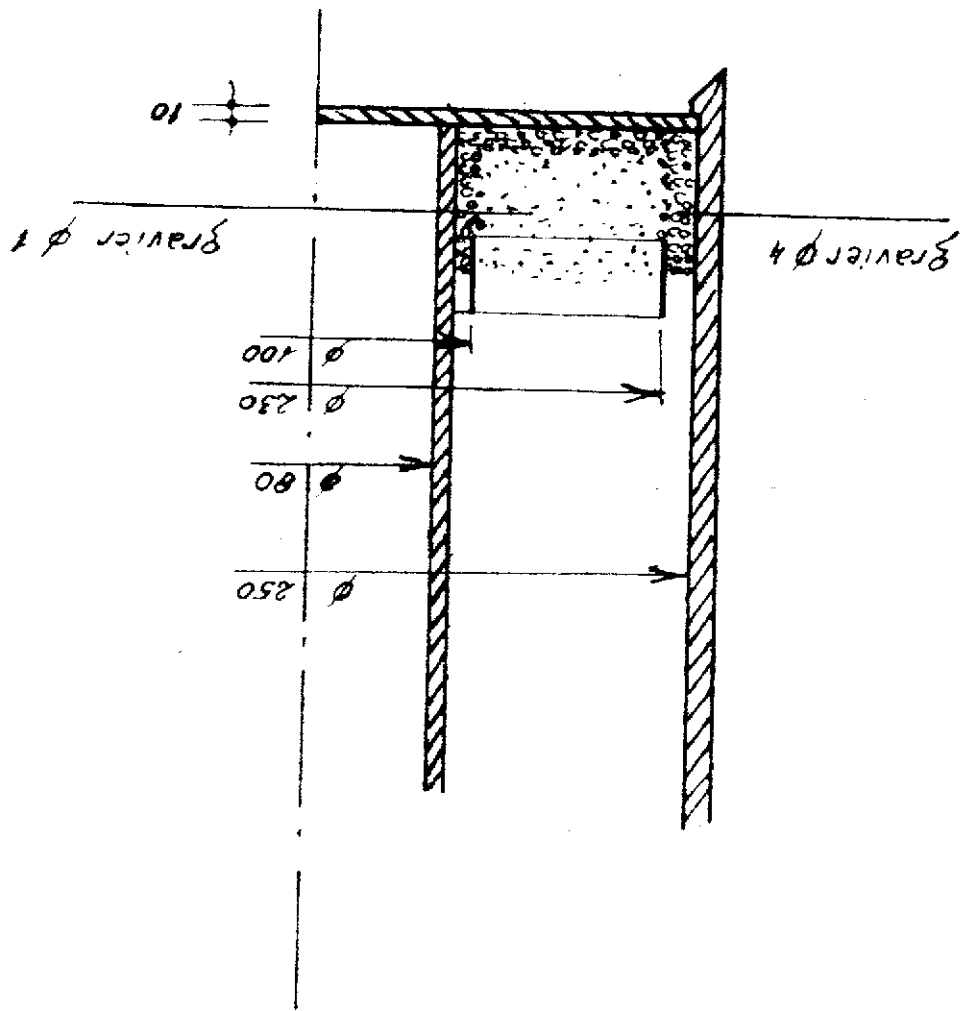


Coupe.

1/2 Plan.



MASSIF FILTRANT



1/2 coupe.

A partir de ce moment, d'ailleurs, la descente de la buse se ralentira de plus en plus malgré son poids croissant (3 tonnes par mètre). Le kaolin humide est en effet une substance collante, plastique et gluante qui freine la buse et il arrivera un moment où pour 10 cm3 de kaolin extrudé, la descente ne sera plus que de quelques décimètres, puis quelques centimètres, pour s'arrêter ensuite complètement.

A ce moment, on considère la buse comme terminée, si le débit est suffisant, et non, on essaye par tous les moyens de descendre encore : attente de plusieurs jours, semaines, infection d'eau par en haut entre la buse et le terrain etc.

Si on admet la descente comme satisfaisante, on bloque la buse dans le terrain. Pour cela, on aura largement dégagé sous la trousses coupante pour les 5 ou 6 premiers mètres de descente, de façon à laisser, par exemple, 5 ou 10 cm entre la buse et le terrain. Dans cet espace on coulera alors un béton de cailloux assez liquide qui scellera la buse au terrain.

2) DALLE DU FOND.-

On a vu plus haut que la trousses coupante faisant tout autour de la buse une saillie intérieure de 5 cm. C'est sur cette saillie que sera assise la dalle de fond. C'est dalle, en béton armé, aura préparée à l'avance sous forme de 5 "planches" de B.A., taillées en biseau pour s'ajuster les unes sur les autres, et crépindées comme la buse, sauf au centre sur un diamètre de 1 mètre environ.

Les éléments, descendus un par un celui du centre en dernier, se logeront facilement au à leur place comme il ne sera plus possible à ce moment de rebattre la nappe en dessous du "noyau" de la dalle, on ne pourra pas la sceller à la buse : son crépillage, en évitant toujours soigneusement l'empêchement de se soulever d'autant plus qu'en service elle sera chargée du massif filtrant.

On posera alors, au centre une fille de buses de faible diamètre, 60 à 80 cm, crépindées au marteau perforateur, et dans lesquelles se fera le pompage proprement dit. C'est pour éviter une entrée directe de l'eau du terrain dans cette buse que le centre de la dalle de fond n'est pas crépilé.

3) MISE EN PLACE DU MASSIF FILTRANT.-

Nls enfin, on disposera le massif filtrant.

Si pour le béton de la buse on aura employé du granit concassé ou du gravillon latéitique il est obligatoire, pour le massif filtrant, de n'utiliser que du gravier de quart, même s'il faut aller le chercher loin du chantier (35 km à Adzopé).

On commencera à garnir le fond y compris le fond de la petite buse, avec du gros gravier de 3 à 4 cm, sur 10 cm d'épaisseur.

Puis on descendra deux couronnes de toile de 4 m/m, de 50 cm de hauteur la première de 2m,30 de diamètre et la deuxième de 20 cm de plus que le diamètre extérieur de la petite buse.

Entre les deux couronnes, on mettra du gravier bien collé, de 10 à 15m/m, et entre les couronnes et les buses, du gros gravier de 3 à 4 cm.

Au fur et à mesure on remontera les deux colonnes et on continuera ce massif filtrant jusqu'au dessus du niveau maximum de la nappe d'eau.

Le but du gros gravier est d'éviter le colmatage des trous de crépillage par du gravier fin, ces trous obtenus au perforateur étant toujours assez gros.

Il ne restera plus qu'à fermer le puits par une dalle de 10 cm d'épaisseur, armée de ϕ 10 tous les 10 cm, supportant en son centre soit une pompe à godets pour des débits nécessaires de moins de 2m³/heure à moins de 20 mètres de profondeur, soit une pompe à moteur dans un autre cas.

MATERIEL ET PERSONNEL NECESSAIRES.

Le matériel nécessaire pour l'exécution d'un puits sera tout d'abord un moule à buse continue. Seront nécessaires en plus :

- Un compresseur 35/40 CV
- Un camion bêche
- Une pompe à air comprimé (Thor 381 T) et une pompe électrique type superposé avec son groupe électrogène.
- Une grue derrick avec câble anti-chock
- Deux bennes basculantes de 150 litres
- Un camion benne T 45
- Deux betonnières 200/160 litres
- Pelles, pioches, trousseaux, outillage de chantier divers.
- Un moule à buse de 80 cm
- Un perforateur avec accessoires

Le personnel comprendra :

- Un chef puisatier européen
- Un chef de chantier
- Six puisatiers
- Un treuiliste
- Un mécanicien
- Dix manœuvres
- Un chauffeur

PRIX DE REVIENT MOYEN.

Il faut compter que le chef puisatier sera partagé entre trois chantiers analogues, chacun durant environ huit semaines de 6 jours. Calculons prix de revient pour un puits arrêté à 25 mètres de profondeur.

1) DEPENSES DE FOURNITURES ET MAIN-D'OEUVRE.

BETON:	Buse 2m, 50 :	78.000 Kgs
	Buse 6m, 80 x 6m :	2.000
	Dalle supérieure	1.600
	" inférieure	1.600
	Blocage	11.400
	Total	94.600 Kgs béton à 300 Kgs
	Soit	11.400 Kgs ciment
	Acier environ	4 tonnes

Gruvier : pour le beton : 31 m3
pour le filtre : 82 m3
53 m3
Soit environ 80 Tonnes

Engins :- Camion : estimé 400 litres
Pick-up pulsatier 250 litres
Groupe électrogène 100 litres
750 litres

Gas-oil Compresseur 1.000 litres

Graisse divers entretien : majoration de 15 %

Soit en fournitures :

Ciment : 12 Tonnes x 10.000 Fr = 120.000
Sable : 4 Tonnes x 45.000 = 180.000
Goudron pour , compris dans frais de transport et main d'œuvre.

Essence : 750 x 30 Fr = 22.500
Gas-oil 1000 x 25 Fr = 25.000
Graisse, divers entretien: 15% 3.750
31.250

Main d'œuvre :

48 x 300
6x 250
200
400
10x150
300
48 x 4. 150 = 204.000

AMORTISSEMENT DU MATERIEL :-

Pick-up pulsatier 48 x 2.100 = 33.600
3
Camion benne 48 x 3.000 = 144.000
Compresseur 48 x 1.600 = 76.800
Grue derpick 48 x 500 = 24.000
Marteau bêche 48 x 250 = 4.000
3
Pompe Thor 2 48 x 1.000 = 32.000
3
Bennes 150 litres 2x48 x 12 = 1.150
Bégnières : 2x48 x 340 = 32.650
Moule 2x, 50 48 x 300 = 14.400
Moule 0x, 50 48 x 50 = 400
Pompoteur 8 x 350 = 2.800
Outillage divers ; 25.000

390.800
Chef-pulsatier 48 x 2.400 = 38.400

Somme à valoir pourre imprévus

167.175

1.200.000

Le total se décompose ainsi :

- Main d'œuvre et fournitures :	603.625	soit : 50,3 %
- Amortissement du matériel	390.800	" 32,5 %
- Surveillance chantier	38.400	" 3,2 %
- Imprévus	167.175	" 14,0 %

R. CERTAIS.