

10279

COMITÉ INTER-AFRICAIN D'ÉTUDES HYDRAULIQUES

*Organisé dans le cadre de l'AFED
et dépendant de l'UNESCO
comme organe permanent
entre les régions d'Afrique et d'Asie
et du Pacifique*

PROBLEMES PRATIQUES ET D'ORGANISATION

EN MATIERE DE CONSTRUCTION DE PUITS D'EAU

EN GRAND DIAMETRE

par

René BREMOND

Décembre 1961

adresse provisoire du Bureau Technique : 31, rue Marbeuf - PARIS (8^e)

10279

PROBLEMES PRATIQUES ET D'ORGANISATION EN MATIERE DE CONSTRUCTION
DE PUITS D'EAU EN GRAND DIAMETRE

Organisation pour la Basse en Vélor
de Pétrole du Sénégal (O.P.V.S.)
Haut Commissariat
Centre Régional de l'Education
Saint-Louis

PREAMBULE -

Le titre de cet exposé nécessite une précision quant à l'expression "en grand diamètre".

Les cours sur la construction des puits enseignés dans certaines grandes écoles signalent que ces ouvrages ont un diamètre variant entre 4 et 8 mètres. Il s'agit, en général, de puits servant à l'exploitation de substances minérales qui ont une grande profondeur pouvant atteindre jusqu'à 1.200 mètres.

Fort heureusement, les nappes souterraines exploitées par puits sont en majorité situées à des profondeurs bien moindres et les ouvrages ont un diamètre qui ne dépasse pas en moyenne 2,00 m - 2,20 m. Et ce n'est que par comparaison aux forages d'exploitation d'eau, forages dont le diamètre des tubes ne dépasse généralement pas 300 mm, que l'indicatif "en grand diamètre" a pu être appliqué aux puits cimentés ou bétonnés.

La construction des puits de mine fait appel à une technique moderne très poussée. Les travaux sont exécutés par les Sociétés très spécialisées en la matière. Il n'en est pas tout à fait de même pour les puits d'eau destinés à la satisfaction des besoins des populations. Si les techniques mises en œuvre s'inspirent des cours enseignés à l'école, elles sont cependant fortement modifiées pour s'intégrer dans les conditions locales et répondre aux impératifs de la brousse. Il y a la même différence entre le puits d'eau et le puits de mine qu'entre le forage d'eau et le forage de pétrole.

De plus, ce n'est que depuis peu que des entreprises en Afrique Noire, se sont spécialisées dans la construction des puits. Avant, et même encore maintenant dans certains Etats, c'est l'Administration qui assure, en régie, la construction de ces ouvrages. Elle n'était pas organisée pour cela. Il a fallu tout créer, et c'est de la création d'une brigade de construction des puits que nous allons parler.

Dès le début les difficultés commencèrent. Devant l'ampleur des travaux, les besoins étaient immenses (ils le sont encore) et on ne trouva pas sur place le personnel compétent suffisant, qu'il s'agisse de l'encadrement ou de l'exécution. Le personnel disponible avait des méthodes de travail qui demandaient à être révisées, améliorées. Il fallait augmenter la vitesse d'exécution et rendre la réalisation moins pénible. Il fallait vaincre une certaine

.../...

d) des engins mécaniques : pompe, ventilateur, compresseur, marteau piqueur ou perforateur.

e) enfin, il commande une équipe de manoeuvres, 3 en général, L'ensemble de ces considérations fait du puisatier un ouvrier qualifié, chef d'une équipe de manoeuvres.

o

o o

Tout le monde ne peut pas être puisatier. Il faut pouvoir supporter les conditions de travail qui sont particulièrement pénibles :

- la température est anormalement élevée, et ceci d'autant plus qu'on s'approfondit.
- l'atmosphère est souvent humide et lourde ;
- les poussières sont abondantes (sable, ciment, roche pulvérisée) du fait du travail ou des déplacements des déblais ;
- l'air peut se raréfier. Dans certains cas il y a des dégagements toxiques.
- le travail est salissant corporellement. Il se pratique dans une certaine nudité.
- il comporte parfois des trépidations importantes lors de l'emploi des marteaux-piqueurs ou des marteaux-perforateurs.
- il est dangereux surtout quand il s'agit de la réfection des vieux puits.
- les positions de travail du puisatier sont pénibles, il est courbé, accroupi.
- les efforts sont répétés. Si les charges n'excèdent que rarement 50 kg , leur maniement est fréquent.

.../...

Aussi les puisatiers doivent présenter un état physique particulièrement sain. Ils doivent avoir de la force, être résistants à la fatigue, posséder une bonne vue et les deux yeux sont indispensables. Ils ne doivent pas avoir de maladies de poitrine ou être sujets aux vertiges et ils ne doivent pas être mutilés. Enfin, ils doivent réagir rapidement.

Comme on le voit, ces conditions de travail imposent une sélection des hommes au moment de l'engagement. Elles demandent aussi une surveillance périodique de la santé et de l'état physique des travailleurs.

Nous allons maintenant parler de l'organisation d'une brigade de construction des puits. Nous traiterons en premier lieu du personnel, puis nous passerons rapidement sur le matériel et pour terminer nous signalerons les techniques appliquées aux travaux pour améliorer la qualité et obtenir de meilleurs résultats.

ORGANISATION DE LA BRIGADE DES PUITS -

A - PERSONNEL -

La brigade de construction des puits comprend, sous la direction d'un chef de brigade, des équipes dites fixes et des équipes mobiles.

1/ - Les équipes fixes -

Ce sont les équipes de puisatiers qui, affectées chacune en un lieu, ont pour tâche d'exécuter un puits.

L'expérience montre qu'une équipe ne peut être inférieure à 4 personnes qui comprennent :

- le chef puisatier,
- l'aide puisatier,
- deux manœuvres.

Une question se pose quant au nombre d'équipes fixes ou autrement dit, quant au nombre de puits qui peuvent être entrepris simultanément au sein d'une même brigade. Vu sous un aspect purement technique, il semble qu'il faille tenir compte à la fois de la disposition des chantiers de puits et de la distance de ceux-ci au lieu de résidence du chef de brigade. Plus les chantiers sont éloignés de ce lieu, plus difficiles et moins efficaces seront la surveillance du personnel et le contrôle des travaux. Une disposition des chantiers

.../...

rayonnant autour de la résidence du chef de brigade paraît préférable à un alignement. L'expérience tendrait à admettre qu'avec un parcours de contrôle en brousse variant entre 100 et 150 km, on puisse exécuter entre 9 et 7 puits.

2/ - Les équipes mobiles -

Contrairement aux précédentes qui sont affectées sur le lieu d'exécution du puits, ces équipes dites mobiles sont placées près du chef de brigade et se déplacent, en fonction des besoins, d'un chantier de puits à un autre. On distingue :

a) l'équipe de transports : composée d'un chauffeur poids lourds et d'un aide chauffeur, cette équipe indispensable à la brigade, assure les transports de matériaux, matières, matériels, etc... nécessaires aux équipes de puisatiers pour leurs travaux.

Une seule équipe transports est généralement suffisante pour subvenir aux besoins d'une brigade entretenant simultanément à 9 ouvrages.

b) l'équipe de mineurs : l'équipe de mineurs ne se justifie, au sein d'une brigade, que dans le cas où les travaux de fonçage des puits sont entrepris dans des terrains durs qui ne peuvent s'abattre qu'à l'aide d'explosifs. Il faut également un certain volume de travaux réalisés dans ces conditions. Il paraît évident que, si l'on n'a qu'un ou deux ouvrages traversant des terrains durs et cela temporairement, on peut penser immobiliser sur les chantiers un ou deux compresseurs avec le matériel nécessaire aux forages des trous de mine et former l'équipe de puisatiers à ce travail. Mais, si le nombre d'ouvrages est important, on ne peut plus multiplier les immobilisations de compresseurs, ce qui serait trop coûteux, et l'on a alors intérêt à spécialiser une équipe qui, composée d'un mineur et d'un aide mineur, se déplace d'un puits à un autre, avec un compresseur porté ou tracté par un véhicule doté de tout l'outillage nécessaire et qui exécute les trous de mine ainsi que leur chargement en explosif et le sautage des mines.

c) l'équipe d'exploitation de nappes : c'est le travail le plus délicat dans la construction de puits. Souvent on arrive à assécher le puits avec les moyens usuels, au seau, au cuffat actionné soit à la main soit avec un treuil, et dans ces conditions dans la plupart des cas l'équipe de puisatiers suffit à la tâche.

Mais quand la nappe est abondante et rend ainsi difficile l'assèchement du puits pour s'approfondir, ou quand on veut obtenir un débit important, ou quand encore la nappe est contenue dans des terrains boulants, fluents, mouvants, les moyens traditionnels ne suffisent plus et l'équipe de puisatiers devient incompétente.

Il est alors intéressant de lui substituer une équipe spécialisée dans ce travail et composée généralement de 4 ouvriers dont un mécanicien pompiste. Dotée des moyens de pompage appropriés, elle arrive sur le chantier de puits au moment où l'équipe de puisatiers a atteint la nappe aquifère et elle prend la place de cette dernière pour continuer les travaux.

Cette équipe peut ne pas être employée à plein temps dans une seule brigade. On peut alors concevoir qu'elle puisse être à la disposition de deux ou trois brigades de construction de puits.

B - MATERIEL -

Nous passerons très rapidement sur le matériel et nous nous arrêterons seulement sur certains points qui demandent, à notre avis, quelques explications.

1/ - Le matériel mis à la disposition des équipes fixes -

Il y a le matériel d'usage courant : pic, pioche, pelle, truelle, auger, coffrages, etc... Il est apparu qu'il fallait améliorer les conditions dans lesquelles étaient extraits les déblais du puits afin de diminuer la fatigue des hommes et augmenter le rendement. On a substitué au seau tiré par une corde passant sur une poulie, un système élévateur. Celui-ci est un simple treuil à moteur dont la force, de l'ordre de 1.500 Kg, permet l'utilisation de cuffats de 50 et 100 litres de capacité. Ce matériel rend aussi d'appreciables services quand il faut s'approfondir dans la nappe d'eau.

2/ - Le matériel des équipes mobiles -

On doit y trouver notamment :

- une tonne à eau pour approvisionner les chantiers de puits en eau pour la consommation humaine et pour les travaux.
- un ventilateur pour aérer les puits profonds et les puits où se dégagent des gaz délétères.

- un système de descente ou d'arrachage des crêpines. On prévoit une chèvre d'une force de l'ordre de 10 tonnes et ayant une hauteur sous crochet de 4 à 5 mètres.
- des pompes d'exhaure dont les caractéristiques sont à définir en fonction des nappes exploitées.
- un ou deux compresseurs permettant non seulement l'emploi de un ou deux marteaux-piqueurs, mais aussi l'utilisation d'un marteau-perforateur.

Compte tenu des pertes de charge qui se produisent inévitablement, l'expérience tend à utiliser les compresseurs débitant environ 3.000 litres minute sous 7 kilos de pression.

- des marteaux-piqueurs.

Il convient de signaler que n'importe quel marteau ne convient pas. En effet, si l'homme doit théoriquement n'exercer qu'une faible force, de l'ordre de 8 kg, pour utiliser un marteau-piqueur horizontalement, les trépidations auxquelles il est soumis le font appuyer davantage pour chercher à amortir les secousses, et il arrive ainsi à développer une force de 20 à 30 kg. A ce point de vue, si les marteaux-piqueurs lourds sont pénibles à manoeuvrer, ils trépident beaucoup moins et étant donné que dans un puits ils sont utilisés verticalement et vers le bas, ils sont d'un emploi moins fatigant. L'utilisation des marteaux-piqueurs lourds, de 9 à 12 kg, est donc conseillée.

- des marteaux-perforateurs, à injection d'air, pour permettre l'élimination des débris et des poussières provoqués par le forage du trou de mine. On peut aussi utiliser des marteaux-perforateurs à injection d'eau. Ils présentent l'inconvénient de mouiller le chantier, ce qui n'est pas toujours apprécié par les ouvriers.

C - TRAVAUX -

Nous traiterons là de points particuliers qui, au cours des tournées que j'ai pu faire dans les Etats d'expression française, ont fait l'objet d'un intérêt marqué.

1/ - L'emploi des explosifs -

Les explosifs du commerce sont nombreux. Mais tous ne conviennent pas aux travaux de puits. Il faut faire un choix.

.../...

Les explosifs sont en général sensibles au choc. C'est un grave inconvenient quand on considère l'état des pistes sur lesquelles roulent les camions qui les transportent. On peut toujours craindre, lors des opérations de chargement ou de déchargement des caisses d'explosifs, une chute qui provoquerait une explosion prématuée. Aussi a-t-on grand intérêt à rechercher des explosifs dont l'insensibilité au choc a été augmentée dans des proportions telles que les chocs usuels sont sans effet sur eux.

Les explosifs sont généralement sensibles à l'humidité. Certains ne peuvent absolument pas être utilisés dans l'eau. Or, l'atmosphère d'un puits est toujours humide. De plus, il arrive souvent qu'on ait à tirer dans les terrains aquifères les calcaires fissurés par exemple. Il y a donc avantage à avoir des explosifs insensibles à l'humidité, mais également utilisables dans l'eau.

Les explosifs brûlent en explosant ou en déflagrant. Il est important qu'ils brûlent entièrement, car, sinon des particules explosives risquent d'être mêlées aux déblais et de causer des accidents graves au moment de l'extraction de ceux-ci. Aussi est-il opportun d'utiliser des explosifs suroxydés, c'est-à-dire ayant de l'oxygène en excès pour favoriser la combustion complète.

Les explosifs brûlent en émettant des fumées. Celles-ci peuvent être nocives. Quand elles ne le sont pas, elles peuvent causer des malaises. On conçoit combien ces malaises peuvent devenir graves quand un ouvrier descend dans un puits où l'air non renouvelé est raréfié. Il est bien sûr conseillé de ne jamais descendre dans un puits avant que les gaz et les fumées aient totalement disparu, et des moyens sont préconisés pour faciliter l'évacuation de ces fumées : envoi d'air frais par ventilateur, ou d'air comprimé, ou encore en jetant dans le puits un journal enflammé. Aussi paraît-il intéressant de chercher un explosif dont les fumées sont complètement inoffensives.

L'ensemble de ces conditions réunies éliminent, on s'en doute, bon nombre d'explosifs pour l'abattage dans les puits. Nous signalons que la grisou naphtalite ou explosif Favier présente l'avantage d'être insensible au choc, à l'eau, et les gaz produits sont complètement inoffensifs. Il y en a probablement d'autres.

Nous ne rentrerons pas dans le détail de l'utilisation des explosifs. Nous signalerons cependant que l'emploi des amorces électriques à retard présente la sécurité la plus grande et les résultats les meilleurs.

2 / - L'utilisation des matériaux pour les mortiers et les bétons -

Nous dirons quelques mots sur les sables, les pierrailles, les ciments et les fers.

a) Les sables -

Le sable ne manque pas dans les pays arides ou semi-arides, mais malheureusement tous les sables ne sont pas bons pour faire des mortiers ou des bétons. Il faut souvent aller très loin de son chantier pour trouver le sable qui convient. Or, qui connaît la nature des pistes de brousse sait les difficultés que cela présente.

Il faut lutter contre la tendance qu'ont les ouvriers à utiliser des sables argileux parce qu'ils présentent une apparente adhérence aux parois. Il faut également éliminer les sables trop fins, les poussières, ainsi que les sables trop grossiers. On peut prendre comme limite maximum de la dimension des grains de sable :

2,5 mm pour les maçonneries et les enduits

5 mm pour le béton.

b) Les pierrailles -

En ce qui concerne les pierrailles, les gravillons, il n'y a pas grand chose à dire si ce n'est que les concrétions ferrugineuses ou latérites ne doivent être utilisées que si vraiment on ne peut pas trouver autre chose.

c) Les ciments -

Les ciments à utiliser doivent présenter les qualités d'une grande rapidité de prise et de durcissement.

Dans ce cadre, on trouve dans le commerce, le ciment Portland ordinaire C.P.A. de la classe 250/315 ou mieux encore, le ciment Portland M.R.I. de la classe 315/400. Ce dernier a une durée de prise comparable au précédent mais sa vitesse de durcissement après prise est beaucoup plus rapide.

Il convient de signaler que certains fabricants de ciments de la classe 315/400 ajoutent du chlorure de calcium pour obtenir cette vitesse de durcissement. Or, le chlorure de calcium est néfaste aux conditions de

Enfin, il est possible de placer dans l'espace terrain-viroles, du gravier d'un diamètre 4 à 5 fois supérieur à celui du sable aquifère qui permet à la fois de retenir le sable de la nappe et d'obtenir de meilleurs débits.

Pour éviter la remontée du sable par le fond on place un lit de gravier sur lequel est posée une dalle perforée de trous verticaux. Le sable constitue un filtre et les trous de la dalle facilitent le passage de l'eau.

Toutefois, dans les puits soumis à un puisage intensif et où le sable aquifère est très fin il y a progressivement ensablement par les trous des viroles.

Aussi dans les ouvrages à gros débits destinés à l'alimentation en eau d'agglomérations importantes, il a été fait usage de crêpines métalliques. Celles-ci, représentées à la figure n° 4, sont constituées par deux viroles ou anneaux en tôle d'acier de 4 mm d'épaisseur, concentriques, ayant en général pour diamètre, pour un ouvrage de 2 m. de diamètre, l'une 1,90 m., l'autre 1,50 m et 1 m de hauteur. Les 2 anneaux sont reliés entr'eux par des entretoises. La liaison des crêpines entr'elles est assurée par boulons serrés sur une cornière fixée à la virole intérieure. Les deux viroles portent des fentes suivant des génératrices. Pour assurer la manutention on prévoit sur la virole intérieure des pattes d'accrochage. Enfin, la première crêpine descendue dans le puits porte une trousse coupante destinée à faciliter son enfouissement.

Du gravier calibré est placé dans l'espace interannulaire. On constitue donc le filtre sûrement. On placera également du gravier entre les parois du puits et la virole extérieure dans la mesure du possible.

On obtient là de très bons résultats. Des débits de l'ordre de 40 et 60 m³/h ont été obtenus avec une eau parfaitement claire et limpide.