

Solutions vers la réduction du coût des puits d'eau en milieu rural Africain

Environ 256 millions d'habitants du milieu rural africain n'ont pas accès aux systèmes d'approvisionnement en eau potable là où cela aurait pu être possible grâce aux puits à pompe manuelle. Cette note de terrain soutient l'idée qu'en ne changeant que les caractéristiques des puits réalisés en Afrique, le coût actuel peut être réduit de moitié. Il suffirait d'en réduire le diamètre ce qui permettrait d'utiliser du matériel facile à manier et par conséquent peu coûteux.



Résumé

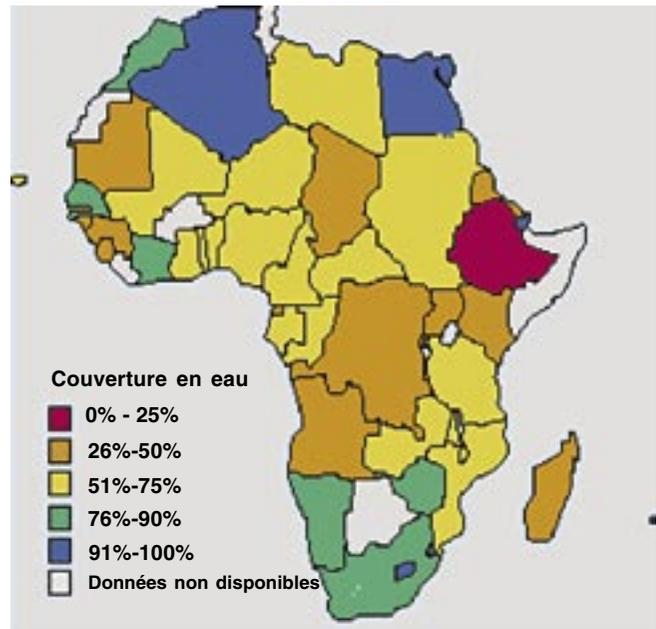
La nappe phréatique est généralement une source facilement accessible un peu partout dans le continent africain. Cependant, le taux d'accroissement de l'accès à l'eau reste faible en raison du coût élevé de construction de puits. Ce coût élevé est, en grande partie, dû à l'utilisation de matériels de forage à spécifications bien plus grandes que celles dont on a besoin en Afrique pour la grande majorité des puits.

On dénombre peu de nouveaux puits en raison des outils et du matériel d'appui utilisé qui sont onéreux, rendant ainsi leur prix de revient élevé. Les derricks et autres matériels prévus pour la réalisation de ces puits sont si peu utilisés que les frais généraux augmentent considérablement ce qui entraîne une hausse spectaculaire des coûts.

Cette note de terrain soutient l'idée que le coût actuel des puits réalisés en Afrique peut être réduit de moitié, juste en simplifiant leurs caractéristiques. Il suffirait de réaliser des puits à petit diamètre avec du matériel facilement maniable et moins coûteux. Le coût moyen de forage d'un puits peut être ainsi réduit de 6.000 à 3.000 dollars américains, et certains choix technologiques pourraient réduire le coût à moins de 1.000 dollars américains. Ces importantes réductions des coûts pourraient aider l'Afrique à atteindre les Objectifs de Développement du Millénaire (ODM) en matière d'approvisionnement en eau et d'assainissement¹, et rendre meilleure la vie de millions des africains vivant en milieu rural.

Il est évident qu'il faut une nouvelle approche pour parvenir à réaliser un million de puits ou plus pour aider l'Afrique à atteindre les Objectifs de Développement du Millénaire (ODM) en matière d'approvisionnement en eau et d'assainissement. Pour se faire, il faudra:

Figure 1. Afrique: Couverture géographique d'approvisionnement en eau:



Source: Rapport mondial d'évaluation du secteur d'approvisionnement en eau et d'assainissement, 2000

- Examiner et revoir les normes nationales traditionnellement établies, et qui sont en faveur des modèles conventionnels de puits.
- Mettre en place un réseau efficace de petites entreprises, constitué de contractants africains du domaine de forage en milieux ruraux, et vivant avec les communautés qu'ils sont appelés à servir.
- Promouvoir les nouvelles technologies appropriées de forage.
- Assurer la continuité des travaux au sein des entreprises locales.

¹ A l'échéance 2015, réduire de moitié la proportion des personnes sans accès durable à l'eau potable et à un assainissement amélioré

Qui effectue les forages en Afrique?

Pour bien comprendre la problématique des forages en Afrique il faut en connaître les agents impliqués aussi bien dans les différentes activités que dans les zones d'interventions, de même que le type de matériel utilisé. Malgré le fait que la plupart des derricks sont, à travers le continent, directement ou indirectement à la disposition des gouvernements, ils sont beaucoup moins utilisés que ceux des autres opérateurs. Les organisations non gouvernementales (ONG) ainsi que les différents contractants du secteur possèdent environ la moitié du reste des machines en

usage. Malgré la prévalence des disparités significatives sur le marché, la plupart des puits forés sont l'œuvre des contractants privés.

Départements des services publics

Bien que les départements gouvernementaux chargés des travaux de forage assurent généralement l'approvisionnement en matériel grâce aux dons d'organisations d'appui extérieures, il arrive toutefois, qu'ils manquent de compétences en gestion et de ressources requises pour soutenir un programme de forage de haut niveau de productivité. Dans bien des cas, l'appui extérieur ne répond pas favorablement aux besoins de formation, de mise en

œuvre des activités, d'entretien et d'approvisionnement en pièces de rechange. Dans pareilles circonstances, les machines ayant la capacité de forage annuelle allant jusqu'à 200 puits, finissent par tomber en panne faute de pièces de rechange en stock et de prévision budgétaire prévue à cet effet, condamnées ainsi à être définitivement déclassées.

ONG internationales ou locales

Le processus de forage entrepris par les ONG présente de nombreux inconvénients. En effet, en cas d'insuffisance de dispositions réglementaires, il peut s'avérer nécessaire à une ONG entreprenant un programme de forage quelconque de définir sa

Figure 2: Afrique: Couverture géographique en eau

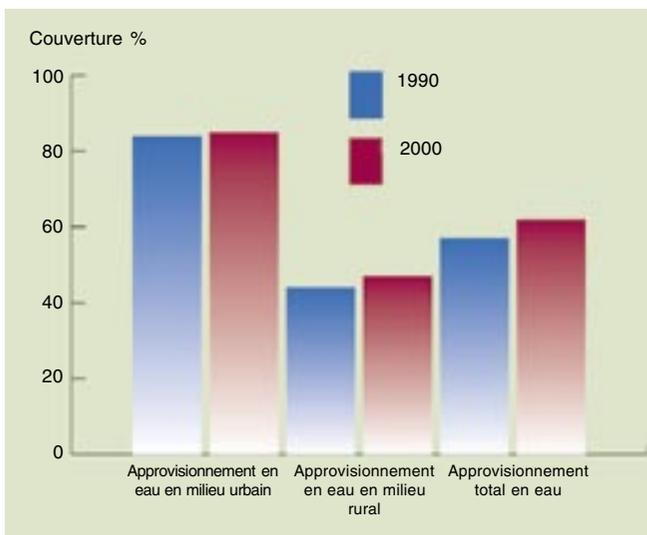
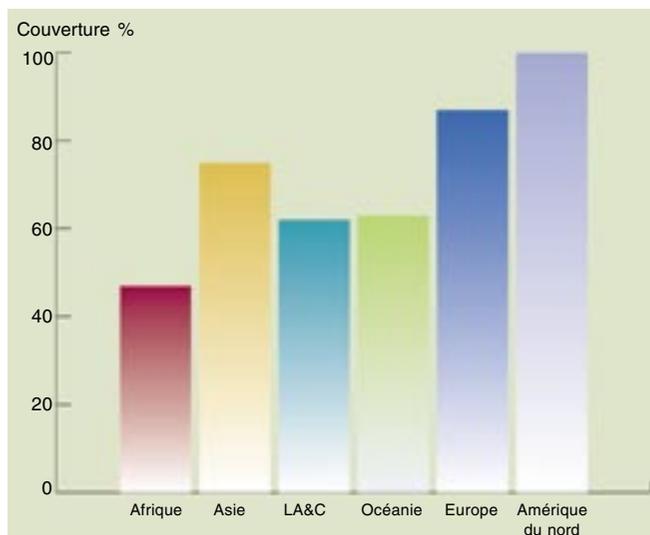


Figure 3: Couverture géographique en eau en milieu rural par région



Source: Rapport mondial d'évaluation du secteur d'approvisionnement en eau et d'assainissement, 2000

propre politique, y compris des critères de mesures et de construction, ainsi que des normes de qualité. La coordination entre l'administration publique et les diverses agences pose souvent des problèmes là où les ONG fonctionnent de manière indépendante et autonome.

Une concurrence déloyale peut s'établir entre une ONG et d'autres contractants locaux du secteur privé, étant donné que certaines d'entre elles bénéficient de l'exonération d'impôts et taxes à l'importation, et qu'elles peuvent travailler sans payer de taxes. Ceci leur confère un avantage notable sur le coût vis-à-vis des concurrents du secteur privé qui doivent payer des droits de douane obligatoires à l'importation, ainsi que des impôts sur le revenu. Ces derniers considèrent ces avantages dont jouissent les ONG comme étant une injustice.

Certaines ONG sont en mesure d'intervenir rapidement en cas d'urgences et de manière indépendante, à travers l'approvisionnement en matériels de forage et la fourniture d'eau aux populations déplacées et en détresse. Bon nombre de ces programmes sont mis en place pour faire des interventions miracles, et continuent à fonctionner sur cette base pendant plusieurs années encore.



Cimetière de matériel de forage

Contractants internationaux

Les contractants internationaux sont généralement de nationalités étrangères, des entreprises commerciales dirigées par des expatriés qui transfèrent les bénéfices réalisés hors des pays dans lesquels ils opèrent. Il y a trop de convoitises tant le montant des contrats est élevé.

Le pays hôte reçoit systématiquement des

programmes complets de forage de puits, et peu d'employés locaux parviennent à bénéficier de formation. L'importance du professionnalisme et le niveau d'investissement y affèrent absorbent souvent la capacité des ONG qui, généralement, n'entrent pas en concurrence à ce niveau.

Dans le meilleur des cas, ces entreprises gagnent les contrats sur la base de leurs compétences particulières en gestion d'entreprise et de leurs aptitudes à

faire face à la concurrence dans un marché donné. Au pire, ils reçoivent du travail à cause des liens visibles ou invisibles au financement conditionnel des bailleurs de fonds.

Contractants locaux

Certaines entreprises locales peuvent saisir les opportunités qui leur sont offertes dans le domaine de forage de puits et avoir des compétences requises pour gagner et influencer le processus de passation des marchés. Mais elles rencontrent souvent des difficultés pour mobiliser le matériel, l'équipement et le personnel compétent requis pour entreprendre un programme soutenu de construction. Les risques commerciaux qui accompagnent le travail de contractant en matière de forage contribuent à augmenter les coûts déjà élevés d'emprunts dont on a besoin pour financer une telle entreprise.

Les périodes de contrat de forage sont souvent incertaines, et cela offre une sécurité limitée de perspectives de travail, étant donné le nombre réduit des puits à réaliser. Dans le contexte d'un tel marché imprévisible, les institutions de prêt manquent à leurs engagements en exigeant une garantie de 100% de recouvrement en nantissements sous forme d'hypothèque de propriété, de terre ou de sécurités extérieures.

Le nombre des contractants africains compétents continue sans cesse d'augmenter au niveau local, bien que leur capacité de fonctionnement se trouve encore fort limitée. Bien d'autres initiatives échouent en raison d'inconvénients et de risques élevés sur la voie de succès. La question préoccupante est celle qui se rapporte à la passation des marchés sur la base de liens politiques ou d'incitations en termes de liquidité, plutôt que sur la base de l'habileté à respecter les termes du contrat.

Quels sont les outils de forage de puits en Afrique?

Un puits est un trou rond qui va de la surface de la terre jusqu'à la nappe phréatique souterraine. L'eau est pompée à partir de cette nappe vers un point quelconque de distribution se trouvant en surface. Un système approprié de revêtement, de récupération, d'assainissement et d'évacuation de puits s'avère nécessaire pour l'extraction d'une eau potable.

Un derrick est un outil qui, à travers un mouvement de rotation, fait tourner le tube de forage en lui permettant de descendre en sous-sol et de remonter à la surface. Il est constitué essentiellement d'un châssis métallique, d'un mécanisme de rotation du tube de forage, et d'un appareil de levage. Certains derricks fonctionnent

avec des systèmes hydrauliques, mécaniques, pneumatiques ou électriques complexes. Chose intéressante, les services de forage ont généralement fait prévaloir les spécifications techniques du matériel de forage plutôt que le travail en question. Tout au long des travaux de l'industrie de forage, une importance exagérée est accordée au fonctionnement du derrick, en détournant l'attention de l'essentiel même du travail pour lequel il est destiné – en l'occurrence le forage de puits (Encadré 1).

La préoccupation autour de spécifications des derricks contribue à minimiser l'impact que les puits à diamètre réduit peut avoir sur la réalisation des Objectifs de Développement du Millénaire en matière d'approvisionnement en eau et d'assainissement.

Presque tous les contractants du gouvernement et du secteur privé en Afrique utilisent les engins lourds de forage sur camion. La particularité de ce matériel est de creuser en profondeur et en largeur, pouvant généralement aller jusqu'à 500 mètres, et de plus de 200 millimètres de diamètre. Cependant, ce matériel est souvent utilisé pour des forages ne pouvant atteindre que 30 à 80 mètres de profondeur.

Outre cette spécificité technique aberrante du matériel, la taille du

véhicule le rend inapproprié pour répondre aux besoins des communautés rurales.

Au cours de quatre dernières décennies, deux améliorations technologiques ont permis de révolutionner le forage de puits destinés à l’approvisionnement en eau. Il s’agit notamment du marteau-piqueur, et du tube extrudé en plastique.

Marteau-piqueur

Les marteau-piqueurs sont des outils à pneumatique qui transfèrent une haute puissance à partir d’un compresseur d’air monté à la surface à une série des boutons tangstènes souterrains et pulvérisant la roche dure. Les marteaux DTH étaient initialement conçus pour les carrières des roches, comme moyen rentable de forage des trous des mines pour des charges explosives.

La mise au point et l’utilisation de la technologie du marteau-piqueur, sont encore dominées par les demandes d’exploitations minières et des industries de construction, où les marteau-piqueurs sont utilisés pour des forages des trous allant de 50 à 1.000 millimètres de diamètre². Et pourtant, des milliers de puits d’approvisionnement en eau n’auraient pas vu leur émergence en Inde sans l’existence de cet outil.

Tube extrudé en plastique

Le tube extrudé en plastique peut être utilisé comme moyen alternatif à l’acier pour certaines applications de construction générale. La facilité de production, les rapports entre résistance et poids, la résistance à la corrosion, le coût réduit par unité de longueur, la flexibilité, et la facilité avec laquelle ils peuvent être joints, enfilés, et encastrés montrent que l’utilisation du plastique présente plus d’avantages que celle de l’acier dans la tuyauterie. Ils sont en plus faciles à manipuler et à transporter. De manière plus pragmatique, les outils et matériaux actuels de promotion de la technologie

d’exploitation des eaux souterraines proviennent encore des marchés déjà existants dans d’autres secteurs industriels.

Qu’est-ce qui détermine le coût de forage?

Quatre éléments entrent en compte dans la détermination du coût de forage d’un puits:

1. Les coûts d’investissement du matériel de construction – le derrick, les outils et le transport du derrick. Le financement total comprend les coûts de transport du matériel vers le pays d’utilisation, y compris les

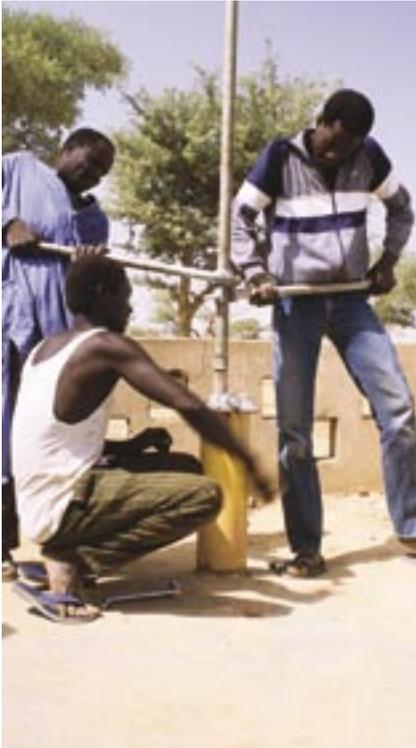
Encadré 1. Modèle d’appel d’offre des services de forage

‘Un derrick monté sur camion tout terrain, avec un mat d’une capacité de 15.000 Kg, capable de fonctionner avec un tube de forage de 6 mètres. Un compresseur de bord, avec un moteur diesel à refroidissement par eau, capable de livrer de 750 pieds cube d’air la minute par 20 bars...’

Au lieu de décrire le matériel, cet avis d’appel offre peut être reformulé de la manière suivante:

‘Un ensemble d’équipements mobiles est requis pour le forage des puits de 80 mètres de profondeur et de 4 pouces de diamètre sur un sol en roche cristalline, capable de s’accommoder avec un tuyau de revêtement en plastique de surface, et avec un système de pompage en profondeur allant jusqu’à 25 mètres. Les soumissionnaires seront appelés à faire un rapport détaillé du matériel à utiliser et à en assurer le transport pour entreprendre le forage de 1.000 puits durant une période de quatre ans’.

² Gamme de produits Halco, 2001



Techniques de forage manuelles à bas coûts

taxes à l'importation et les charges financières y afférentes. Ce prix initial d'achat est amorti tout au long de la durée de vie du matériel, qui est généralement de 3 à 10 ans. La somme totale est ensuite divisée par le taux de production annuelle pour déterminer le coût par puits ou par mètre.

2. Les coûts du matériel ou des consommables – Le matériel de revêtement, le ciment, la boue excavée, les gravillonnages des crépines (le cas échéant), le carburant, le

lubrifiant, et l'entretien. Ces postes de dépenses sont repris sur la liste et calculés par puits.

3. Les coûts de la main-d'œuvre pour l'équipe de constructeurs.
4. Les frais généraux – la dotation pour les dépenses d'investissement, l'administration, et la logistique. La somme totale est divisée par le taux de production annuel afin de déterminer le coût par puits ou par mètre. A supposer que la plupart des organisations entreprennent le forage de plus d'un puits, une méthode pour calculer le revenu total d'une opération particulière de forage à partir du revenu global est requise.

Où se trouve la nappe phréatique en Afrique?

Les principales formations géologiques d'eau souterraine en Afrique sont examinées dans les paragraphes ci-dessous, avec une brève analyse des potentialités qu'elles offrent.

Socle précambrien ou roches cristallines

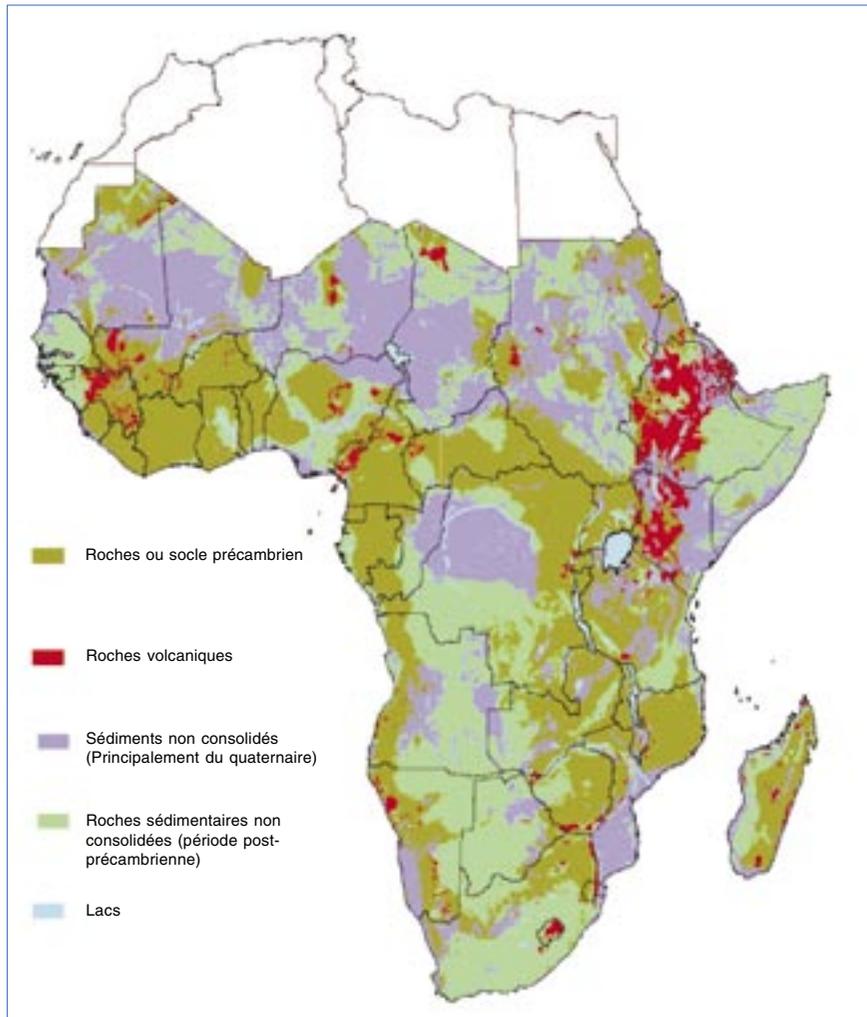
Le socle précambrien (ou les roches cristallines) s'étend sur le sous-sol africain occupé par environ 220 millions d'habitants du milieu rural.

La nappe phréatique se trouve, dans la plupart des cas, en réserve dans les roches de recouvrement vétustes et se faufile à travers les fissures des roches sous-jacentes. Un bon chantier de forage doit cependant être placé sur une profondeur adéquate du sol altéré. Il doit y avoir également de fortes chances d'accéder à une couche fissurée des roches sous-jacentes. Dans certains endroits, le vieillissement est prononcé et les roches sont profondément fissurées, et cela facilite les opérations de forage. Dans d'autres, le vieillissement peut être superficiel et les fissures des roches difficiles à localiser ; ce qui pourrait mener à un faible taux de réussite. La géophysique peut ainsi aider à la localisation des sites de forage de puits, à travers l'identification des zones de vieillissement profond et probablement fissurées, mais ceci devrait se faire conjointement avec un bon sens commun d'évaluation et de localisation des sites. La bonne option est de forer en zones de vieillissement profond et des fissures de faible profondeur: car le forage en profondeur ne constitue pas une solution en soi.

Roches volcaniques

Il s'avère difficile de dresser un tableau des caractéristiques de forage pour les roches volcaniques – sur lesquelles environ 45 millions

Figure 4: Domaines hydrogéologiques de l'Afrique sub-saharienne



d'africains habitent – comme cela arrive souvent dans les zones montagneuses. Généralement, la nappe phréatique pourrait se situer entre les zones d'écoulements de lave ou dans celles profondément faillées ou même poreuses. Parfois, l'eau peut se trouver à une profondeur très grande, et être de mauvaise qualité. Une évaluation

géologique spécialisée, parfois même avec l'aide des géophysiciens, peut aider à localiser de bons sites de forage.

Roches sédimentaires consolidées

Environ 110 millions d'habitants en Afrique vivent en zones des

roches sédimentaires consolidées composées de calcaire et de grès, et contenant de l'eau dans la plupart du temps. Il est plus judicieux de comprendre d'abord la géologie générale d'une zone pour savoir à quelle profondeur se situe l'eau, que de sélectionner un site de forage sur la base des fissures. Dans cette classification des types des roches, il y a des variétés de roches qui ne contiennent pas d'eau souterraine. Il est donc souhaitable de faire davantage d'investigations approfondies impliquant la géophysique.

Les sédiments non consolidés

Près de 60 millions d'africains en milieu rural vivent sur les sédiments non consolidés là où l'eau sera localisée dans les couches des sables ou dans les graviers. Quand les sédiments non consolidés couvrent une zone large, il est facile de procéder fréquemment au forage de bons sites en creusant assez profondément dans le sable ou dans la couche des graviers. Il y a également une gamme importante des sites basés sur les sédiments bien localisés (dans les petites vallées de rivière, par exemple), particulièrement dans les socles rocheux, étant donné que ceux-ci peuvent mettre en réserve des quantités considérables d'eau à partir des couches sédimentaires relativement peu profondes.

Encadré 2. Coûts et efficacité des puits

Un puits est défini à partir de son diamètre et de sa profondeur, calculés en termes de volume. Le volume du travail de construction est proportionnel au volume du puits. L'aire de la surface du puits d'un diamètre de 4 pouces est proche de la moitié du puits d'un diamètre de 6 pouces. Multiplié par sa profondeur, ceci sera égal à 4 pouces qui constituent la moitié du volume du puits de 6 pouces de diamètre.

L'avantage du forage des puits sur des roches est effectif dans ce sens qu'il assure le nettoyage en soufflant l'air comprimé dans l'espace compris entre le tuyau de forage et le puits foré (surface annulaire). L'air comprimé doit se répandre plus vite (les foreurs s'y réfèrent comme étant 'la vélocité de la foration montante'), en vue d'atteindre un niveau acceptable d'avantage. Ceci signifie qu'il y a un ratio direct entre le flux de l'air comprimé et le diamètre du puits (Un puits de 6 pouces diamètre exige deux fois le volume d'air comprimé que celui de 4 pouces).

Le même ratio s'applique au coût direct de la construction d'un puits de 4 pouces de diamètre qui devra constituer la moitié du coût d'un puits de 6 pouces de diamètre au moment de la sélection adéquate du matériel. Ceci parce que le puits de 4 pouces de diamètre représente la moitié du travail d'un puits de 6 puits. Le diamètre de forage a un effet réduit sur le volume d'eau disponible à partir des puits. Il a été établi que chaque fois que le diamètre des puits est multiplié par deux, l'afflux d'eau disponible n'augmentera que de 10%. (Driscoll 1986).

Qu'apporte la technologie actuelle en Afrique?

Diamètre des puits

La technologie du marteau-piqueur s'est taillée clairement une niche dans la carrière, et elle présente plusieurs avantages dans l'exploitation des eaux souterraines. Dans la carrière, les opérateurs ont appris que – là où le carburant et l'acquisition et l'entretien des biens d'équipement coûtent cher, ils peuvent réduire les coûts de fonctionnement en réduisant les diamètres de leurs puits et en améliorant la force de leurs charges explosives (Encadré 2).

En déterminant un diamètre de l'alésage convenable pour un puits d'eau, les principes fondamentaux

d'un bon modèle de forage devraient être observés. En principe, une salle appropriée est requise pour installer la pompe d'eau et la doter d'un flux qui correspond à sa productivité maximale. La technologie MKII de l'Inde, qui est à sa troisième décennie de performance, exige un diamètre minimum de 4 pouces (10,2 centimètres) pour l'insertion. Les nouveaux cylindres MKII combinés avec la pompe manuelle Afridev conviendront aux puits avec un diamètre de moins de 4 pouces, et il est pratique de mettre en place des installations de puits¹ de 3 pouces (soit 7,6 centimètres).

Tradition

Le marteau-piqueur demeure encore une technologie

relativement nouvelle dans une industrie manifestement conservatrice. A part le marteau-piqueur, il existe encore deux autres possibilités de pénétration de la roche. La première possibilité consiste à utiliser un trépan tricône avec un collier de forage lourd et un couple de serrage. Mais, pour obtenir un poids suffisant d'acier dans un puits à faible profondeur, le diamètre optimal devra être au moins de 6 pouces (soit 15,2 centimètres). Une autre possibilité est celle qui consiste à utiliser l'outil de forage au câble disposant d'un ciseau à fendre et d'une barre de surcharge. Cette mise en place nécessite une masse critique similaire, et conduit également à l'utilisation du trépan de 6 pouces ou plus. Avant l'introduction de la technologie du marteau-piqueur, il était plus facile

Tableau 1: Les coûts représentatifs des puits pour les derricks de forage classiques et de diamètre réduit

	Derrick classique en Afrique	Coûts d'achat en \$ EU	Par Puits	Derrick de diamètre réduit en Afrique	Coûts d'achat en \$ EU	Par puits
Coût d'investissement d'un ensemble de matériel de construction des puits	Derrick	150.000		Derrick	25.000	
	Véhicule de montage	80.000		Outils de forage	15.000	
	Outils de forage	70.000		Compresseur 250 pieds cubes à la minute par 10 bars	25.000	
	Compresseur 750 pieds cubes à la minute par 15 bars	80.000		Camionnette	30.000	
	Camion de soutien	60.000		Total	95.000	
	Camionnette	30.000				633
	Total	470.000				
	Amortissement de 30 puits par an pendant 5 ans=150 puits			3.133	Amortissement de 30 puits par an pendant 5 ans=150 puits	
Consommables de forage	Colonne de surface de 6 pouces et 20m de profondeur 20 \$EU par mètre	400		Colonne de surface de 4 pouces 20m de profondeur 10 \$EU par mètre	200	
	Recouvrement en ciment & radier. 10 sacs à 8 \$EU par sac	80		Recouvrement en ciment & radier. 10 sacs à 8 \$EU par sac	80	
	Sable & agrégat pour vanne	120		Sable & agrégat pour radier	120	
	Consommateur de c à raison de 400 litres à 0.80 dollars américains par litre	320		Consommation carburant à raison de 200 litres à 0.80 \$EU par litre	160	
	Recouvrement du trépan & Consommables pour derrick	250		Recouvrement du trépan & Consommables pour derrick	125	
	Pompe manuelle	600		Pompe manuelle	600	
	Total			1.770	Total	
Coûts de la main-d'œuvre	Foreur			Foreur		
	Chauffeurs X 2			Chauffeurs X 1		
	Assistants Opérateurs du derrick X 4			Assistants Opérateurs du derrick X 2		
	Maçons X 2			Maçons X 2		
				600		
Frais généraux	Le matériel est sous la responsabilité d'un bureau avec un personnel de 50 personnes – 2 derrick – 6 équipes de forage manuel de puits et une équipe de 5 personnes pour l'entretien de la pompe. La base a 6 bureaux, les installations d'entrepôts et d'entretien + 5 véhicules de soutien		Par an	Le matériel est utilisé sur un terrain ou dans un atelier de plomberie de la cité –le propriétaire vit dans sa parcelle et emploie 6 personnes dans son atelier et ses entrepôts		Par an
	Dépenses totales en frais généraux	300.000		Dépenses totales en frais généraux	30.000	
	En supposant que cela génère un revenu de 1 million de \$EU par an. 30 puits à 10.000 \$EU chacun = Un revenu de 300.000 \$EU			En supposant que cela génère un revenu de 300.000 \$EU par an. 30 puits à 3.000 \$EU chacun = Un revenu de 90.000 \$EU		
	30% des frais généraux de assigné au coût du derrick	100.000		30% des frais généraux de assigné au coût du derrick	10.000	
	Divisé par la production de 30 puits			3.333	Divisé par la production de 30 puits	
COUT TOTAL PAR			8.837 \$EU PUIITS	COUT TOTAL PAR		2.652 \$EU PUIITS

et bon marché de procéder au forage de puits de 6 pouces de diamètre ou plus que de forer des puits de diamètres plus réduits.

Les réglementations et normes de forages, au niveau mondial, sont basées sur l'application de ces technologies qui sont, à l'heure actuelle, considérées comme dépassées. Avec la technologie du marteau DTH, il est, cependant, plus facile et beaucoup moins cher de procéder au forage de puits de diamètre réduit. Une technologie du marteau-piqueur produira, dans une certaine mesure, le coût le plus bas par mètre dans la roche dure. Une disposition importante a été prise et qui consiste à maintenir le taux de production doit demeurer élevé afin d'amortir les coûts élevés d'investissements consentis pour l'approvisionnement en matériel (Tableau 1).

Droit acquis

Il est évident que l'adoption des modèles alternatifs de construction de puits en faisant recours au petit matériel s'appuie sur la pratique existante, et pourrait aboutir à la disparition du matériel cher, et des contrats de grande valeur. Un réalignement des marchés actuels pourrait s'en suivre et le matériel hors de portée, excessif et trop coûteux

pour la réalisation de diverses opérations tomberait en désuétude.

Bien qu'un tel scénario serait bénéfique en terme de couverture des services, il ne peut visiblement pas échapper à une opposition quelconque quant à son adoption. Le réalignement radical du contexte commercial en faveur du petit matériel obligerait les propriétaires des derricks et des contractants établis à procéder à un choix judicieux – s'adapter au changement ou tourner le dos aux affaires. Des opportunités non

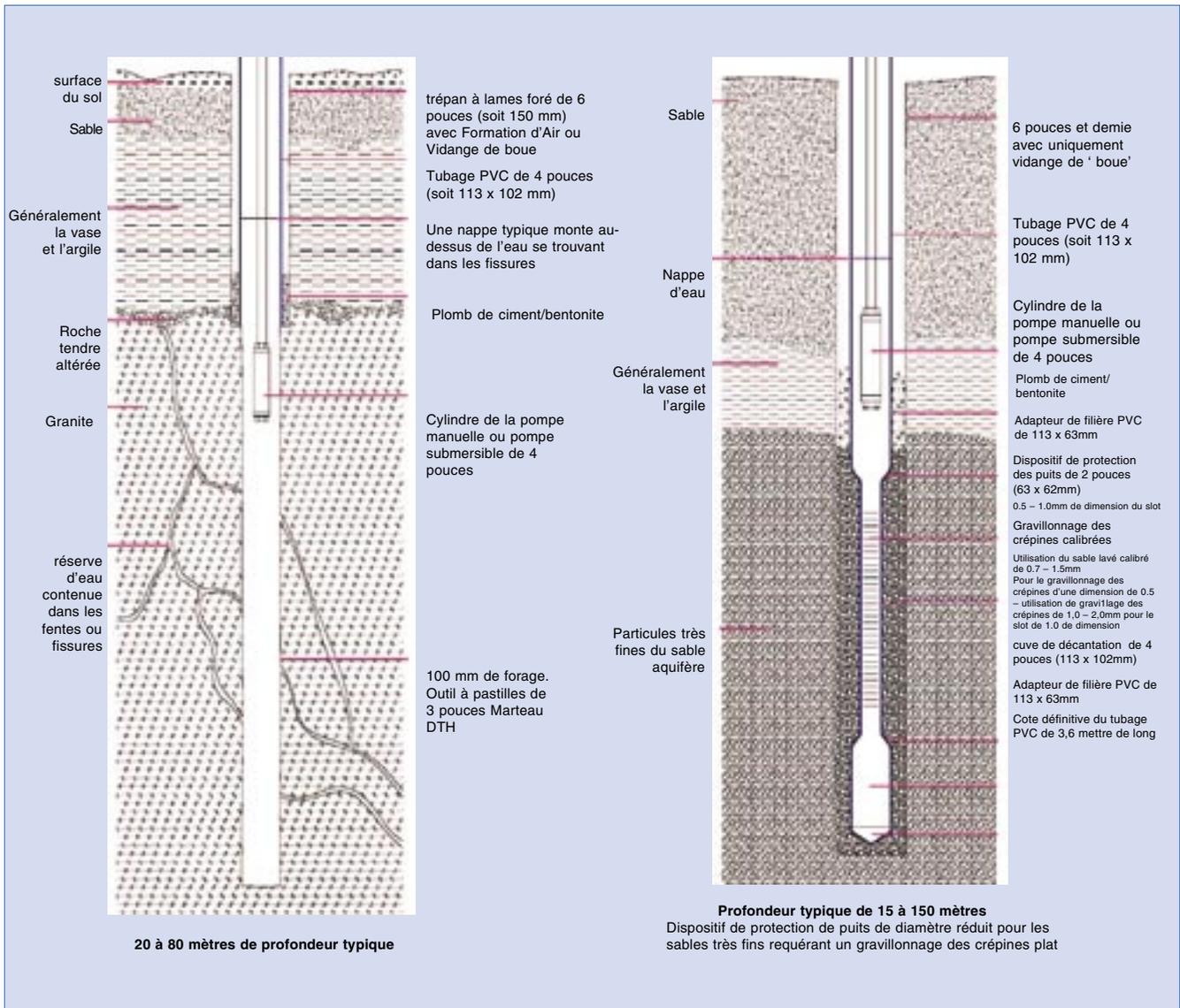
négligeables de gagner des contrats seront offertes aux nouveaux investisseurs, ce qui exigent une portion des ressources requises actuellement. L'émergence des forages à diamètre réduit pourrait favoriser l'implantation des contractants africains basés en milieu rural qui feraient eux-mêmes des forages dans l'intérêt de leurs propres communautés.

Le diamètre du marteau-piqueur détermine le diamètre du tube de forage, la capacité du compresseur, la puissance du



Un derrick à diamètre réduit en pleine activité

Figure 5 & 6: Modèles des puits à coût réduit pour les roches cristallines et le matériel non consolidé



moteur, et la dimension du derrick, y compris le poids et le mode de transport. En principe, le mode de transport du compresseur, en camionnette ou en camion tout terrain, dépend du diamètre du puits et le coût de revient du

derrick s'élève à 60.000 ou 150.000 dollars américains. En adoptant des nouveaux modèles de puits spécifiant des diamètres réduits, le matériel de grande envergure est effectivement rendu économiquement peu

efficace, même un tuyau de calibre réduit peut encore être utilisé sur un derrick assez grand. L'utilisation accrue des contractants du domaine commercial de forage pourrait mener aux programmes plus efficaces et efficients de

construction, comparativement aux activités directes de la main-d'œuvre de plusieurs gouvernements. Si cela est renforcé par la révision des normes de forage en faveur des puits à diamètre réduit, cette politique de mobilisation des ressources extérieures peut également promouvoir le réajustement par l'industrie de forage aux demandes du marché restructuré. Les contractants commerciaux pourraient alors écarter progressivement des derricks de grande envergure, en faveur du matériel de dimension réduite et d'une rentabilité beaucoup plus élevée.

Modèle de puits dans les roches dures

L'utilisation de la technologie du marteau-piqueur a facilité l'accès au système d'approvisionnement en eau dans les roches dures. En effet, un forage à grand diamètre avec les technologies classiques revenait très cher. Il valait donc mieux forer dans les sédiments plus tendres pour avoir de l'eau et les surfaces sus-jacentes. Cependant, l'approvisionnement en eau dans le sol instable requiert un système de protection de puits, afin d'empêcher les éboulements du sol. Dans certains pays, les réglementations anciennes sont garanties par des conventions, et les normes établies au niveau national insistent sur le revêtement en

profondeur de tous les puits. Ces réglementations ne tiennent pas compte de la force inhérente des formations sous-jacentes des roches dures que les marteau-piqueurs peuvent percer. Après avoir foré à l'intérieur des fissures et atteint un approvisionnement de 1.000 litres par heure d'eau limpide cristallisée, le foreur se doit de protéger le puits des eaux de ruissellement.

Un tuyau ouvert doit d'abord être enchâssé dans la zone d'abstraction, et un rideau de graviers est placé par la suite entre la fissure et le tuyau. Toutes ces mesures aident à réduire sensiblement le flux d'eau disponible et permettent de mettre en place une structure susceptible d'être congestionnée à la longue par l'action des produits chimiques ou des effets microbiologiques. Dans pareilles circonstances, aucune mesure n'a le pouvoir d'améliorer le caractère limpide de l'eau originale.

En Afrique, il n'est point besoin de revêtir en profondeur les puits creusés dans le socle ou les roches cristallines. En Inde, environ trois millions de puits à pompes manuelles ont été creusés dans des roches dures, et aucun n'a été revêtu ni protégé. C'est le dispositif de protection et le gravillonnage des crépines qui empêchent les eaux de ruissellement de se déverser dans les puits.

Les quelques rares puits forés dans les roches requérant en réalité un système de protection et le gravillonnage des crépines pour la production d'eau potable peuvent encore se servir du matériel de télescopage pour réduire le coût de forage.

Sédiments tendres

Un nombre important de puits est foré dans les sédiments tendres en se servant de pompes et de fosses à boue pour faciliter la circulation des liquides de forage. La dimension de la pompe à boue à utiliser, ainsi que la quantité d'eau à extraire et à stocker sur le site de forage sont fonction du volume du puits foré. La réduction du diamètre d'un puits présente donc être un processus qui comporte des avantages réels en termes de coût, même dans le cas où la technologie du marteau-piqueur n'est pas requise.

Le forage de puits dans les sédiments nécessite habituellement un bon système de protection (et peut-être les gravillonnages des crépines), servant de filtre permettant ainsi d'obtenir une eau de puits potable et limpide. Par convention, le diamètre du puits est généralement le même de la surface au bas-fond. Cependant, les dimensions télescopiques offrent toutes sortes de possibilités pour minimiser les diamètres de puits forés. Chose intéressante, les

modèles issus des procédés télescopiques devraient également contribuer de manière substantielle à une meilleure performance d'un PVC non plastifié soutenu à la base pour remonter le dispositif de la tuyauterie principale des pompes manuelles qui, en principe, se trouve encastré en profondeur.

Matériel adéquat

En déterminant les conditions minimales requises pour un approvisionnement en eau basé

plus sur l'accès à la nappe phréatique que sur le matériel à utiliser, le contractant local aura la latitude de déterminer comment le puits doit être construit. Lorsque la nappe phréatique se trouve à une faible profondeur, et que le niveau d'eau est relativement stable pendant les saisons sèches, un puits creusé à la main demeure la meilleure option. S'il est difficile d'accéder à la nappe phréatique, il existe un certain nombre des méthodes tridimensionnelles d'opérations manuelles de forage, offrant des quantités d'eau tout à

fait acceptables, à un prix modique à 20 mètres de profondeur .

Plus on creuse profondément, plus on a besoin de grosses machines pour pénétrer les roches dures. Ces machines pourraient répondre aux besoins de construction de puits à grand diamètre, tandis que pour les puits à diamètre réduit, il suffirait d'utiliser un derrick et du matériel d'appui beaucoup plus léger.

Par définition, les couches aquifères de roches dures ont de



Un atelier de forage portable équipé de DHT

faibles potentiels de recharge, et il est plus facile de les utiliser démesurément, comme cela a été le cas en Inde au cours de deux dernières décennies. Les puits à grand diamètre nécessitent l'utilisation des pompes à moteur, l'abstraction de volumes importants d'eau et l'abaissement substantiel de niveau – hors de la portée de la plupart des pompes manuelles. Le plaidoyer en faveur des puits à diamètre réduit cadre également avec les principes du respect de l'environnement, car les pompes manuelles n'altèrent pas les couches aquifères.

Conclusion

Cette analyse des techniques de forage de puits d'eau qu'il est possible de réaliser un plus grand nombre de puits, augmenter la couverture en eau en milieu rural à travers toute l'Afrique.

Simplifier les normes nationales devenues obsolètes sur lesquelles l'on se base pour construire les modèles classiques de puits

Il est recommandé de réaliser des puits à diamètre réduit pour réduire le coût du matériel de construction et de la charpente. Les modèles de puits devraient tenir compte des variations géologiques, de la disponibilité de la nappe phréatique, et des

innovations technologiques dans ce domaine.

Mettre en place un réseau efficace de petites entreprises, constitué de contractants africains dans le domaine du forage basés en milieu rural, et vivant parmi les communautés qu'ils sont appelés à servir.

Le choix d'une technologie alternative permet de réduire sensiblement le coût des opérations de forage de puits pour l'approvisionnement en eau, mais, cette technologie nécessite d'être habilement utilisée en se basant sur les connaissances disponibles et les expériences vécues. L'idéal serait d'avoir de petites entreprises basées en milieu rural qui se serviraient des machines de forage pour l'approvisionnement en eau des communautés locales. Ce genre d'entreprises élaboreraient de nouveaux plans et seraient dotées des capacités nécessaires pour entreprendre des activités de réhabilitation des puits, d'amélioration de la qualité des pompes, et d'entretien.

Cependant, le manque des compétences techniques et d'aptitudes commerciales spécifiques limite la capacité des entreprises locales à entreprendre ce genre d'activités. Des programmes de lancement de nouvelles initiatives qui permettraient d'assurer la

formation technique et commerciale à l'intention des entrepreneurs, y compris les possibilités d'accès au crédit pour l'approvisionnement en biens d'équipement augmenteraient les chances de réussite de ce genre d'entreprises.

Promouvoir les nouvelles technologies appropriées de forage

Des installations acceptables de puits devraient être établies et mises à l'échelle pour l'utilisation des machines simples, capables de répondre à ces normes. Les seuils minima de contrôle de qualité doivent être fixés pour tous les modèles nouveaux ou modifiés de puits.

Assurer la pérennité des activités des entreprises locales

Des cadres contractuels susceptibles d'assurer la continuité des activités des petites entreprises devraient être mis en place. Cela aurait pour avantages la maximisation de l'utilisation et la disponibilité des machines dans les limites des frais généraux, et l'augmentation du niveau de confiance des institutions de prêts à l'égard des entreprises locales de forage. Un tel niveau de confiance sera renforcé à travers la formation et d'autres méthodes de contrôle de la qualité des infrastructures de forage.

Références et autres documents utiles

MacDonald, A. M., and J. Davies. 2000. A Brief Review of Groundwater for Rural Water Supply in Sub-saharian Africa. Nottingham: British Geological Survey (Technical report WC/00/33).

Driscoll, F. G. 1986. Groundwater and Wells. St Paul, Minnesota: Johnson Division.

USCS Open File Report 97-470A, 1997

UNTCD, Groundwater in North and West Africa, 1998

UNTCD, Groundwater in Eastern, Central and Southern Africa, 1988

Foster SSD, African groundwater development- the challenges for hydrogeological science, IAHS 144, 1984

Guiraud R. L'hydrogéologie de l'Afrique, Journal of African Earth Sciences, 7 519-543, 1988.

A propos de l'auteur

Peter Ball, PAT-Drill Europe Ltd.

Peter Ball a travaillé durant plus de 30 ans comme ingénieur dans le domaine de forage des puits artésiens aussi bien pour le compte des ONG que des contractants internationaux et nationaux en Afrique. Il s'est spécialisé dans les approches de la technologie rudimentaire de forage des puits d'approvisionnement en eau, la conception du matériel et la mise en œuvre des programmes de construction, permettant de réduire de manière spectaculaire les niveaux de la technologie et les coûts de construction.



Programme pour l'Eau et l'Assainissement
Le Programme pour l'Eau et l'Assainissement est un partenariat international pour renforcer les politiques, les pratiques, et les capacités à servir les populations défavorisées dans le secteur de l'eau et de l'assainissement.



The Rural Water Supply Network - RWSN (le Réseau pour l'approvisionnement en eau en milieu rural) est un réseau mondial pour la promotion des meilleures pratiques d'approvisionnement d'eau en milieu rural.

Novembre 2004

Le réseau d'approvisionnement en eau en milieu rural

Le RWSN est un réseau mondial de connaissances visant à promouvoir les meilleures pratiques d'approvisionnement en eau en milieu rural. Ce réseau est né de la nécessité de se concentrer davantage sur les défis d'approvisionnement en eau en milieu rural et d'encourager l'échange des expériences et des connaissances issues des meilleures pratiques des agences publiques et privées, ainsi que des ONG impliquées dans les activités de développement du secteur d'approvisionnement en eau.

Le secrétariat du RWSN

SKAT-Fondation, Vadianstrasse 42
CH-9000 St. Gallen
Switzerland

Téléhone: +41 71 288 5454
Fax: +41 71 288 5455
Email: rwsn@skat.ch
Site web: www.rwsn.ch

REMERCIEMENTS

Cette Rapport de terrain a été préparée par Peter Ball. Elle a fait l'objet d'une révision par les pairs, grâce au concours de Jon Lane (Consultant indépendant), Rupert Talbot (Consultant à l'UNICEF), Bob Roche (Banque Mondiale), Julian Jones et Erich Baumann (tous deux de RWSN/SKAT). Cette note a également bénéficié de la collaboration de Joseph Narkevic (Directeur de projet) et Piers Cross (Chef d'équipe, PEA-Afrique), à travers leurs conseils précieux pour la production de ce document.

Editeurs: Melanie Low et Toni Sittoni.

Photos: Peter Ball, PAT-Drill Europe and Enterpriseworks
Editeur: PEA-Afrique