



Faire le bon choix: un comparatif des technologies d'approvisionnement en eau en milieu rural.

Ref.: 2012-07-F

Série technique de GWI :
qualité des infrastructures.

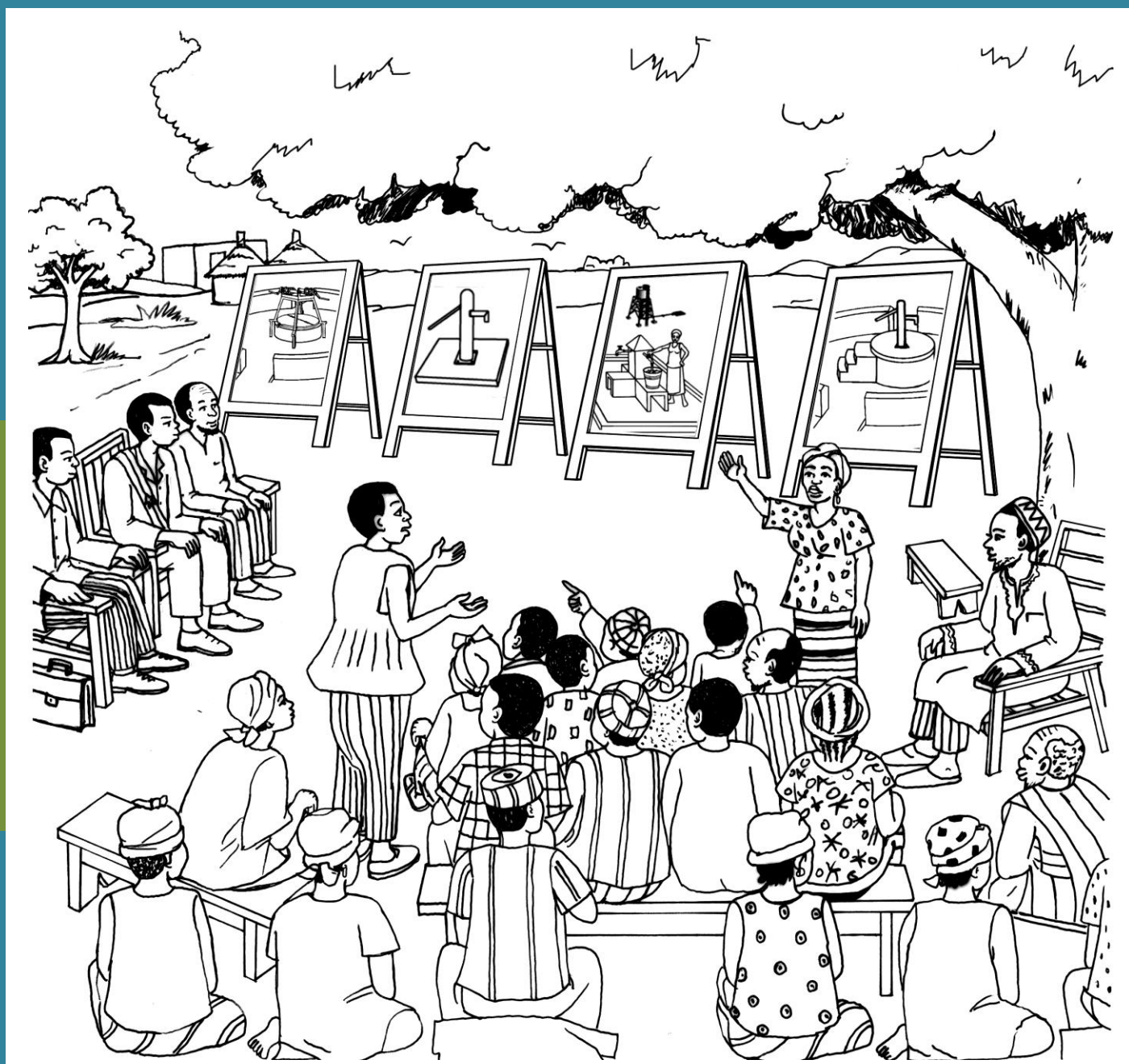


Table des matières

A PROPOS DE CETTE SÉRIE	3
REMERCIEMENTS.....	4
A PROPOS DE LA « GLOBAL WATER INITIATIVE »	4
INTRODUCTION	6
1. FORAGE EQUIPE DE POMPE A MOTRICITE HUMAINE	8
DESCRIPTION	9
NIVEAU DE SERVICE D'EAU	15
COUTS	16
COMPÉTENCES REQUISES	17
EN CONCLUSION:	18
2. MINI RESEAU D'APPROVISIONNEMENT EN EAU	19
DESCRIPTION	20
NIVEAU DE SERVICE	27
LES COÛTS	29
COMPÉTENCES REQUISES	31
EN CONCLUSION :	31
3. PUIITS MODERNE EQUIPE DE POULIES	33
DESCRIPTION	34
NIVEAU DE SERVICE	39
LES COÛTS	39
COMPÉTENCES REQUISES	41
EN CONCLUSION:	41
4. PUIITS MODERNE EQUIPE DE POMPE A MOTRICITE HUMAINE.....	43
DESCRIPTION	44
NIVEAU DE SSERVICE	49
COÛTS	51
COMPÉTENCES REQUISES	52
EN CONCLUSION:	52
BIBLIOGRAPHIE.....	54

A propos de cette série

La série technique de GWI : la qualité des infrastructures pour un accès durable à l'eau et à l'assainissement est un outil du programme « Global Water Initiative » (GWI) qui a été développé en Afrique de l'Ouest par le Catholic Relief Services et Sahel Consulting en réponse aux difficultés courantes rencontrées dans les projets d'eau et d'assainissement.

Chaque document de cette série aborde un aspect particulier : choix technologique, conception, réalisation, maintenance. Tous ces aspects sont importants dans la fourniture aux communautés de moyens fiables et durables d'accès à l'eau et à l'assainissement dans un contexte de décentralisation de plus en plus poussée.

Notre objectif est d'influencer ceux qui détiennent le pouvoir et la responsabilité de fournir l'eau et l'assainissement aux communautés rurales.

Nous voulons également influencer les communautés elles-mêmes pour qu'elles deviennent proactives et se départissent de la situation de bénéficiaires passifs dans laquelle elles se trouvaient dans le passé.

Les outils ont été conçus et testés sur le terrain en vue d'être utilisés par les communautés, les acteurs du développement et de l'aide humanitaire, les responsables communaux et les services techniques étatiques. Ils visent précisément à favoriser une meilleure compréhension qui guidera ces décideurs clés dans le choix de technologies appropriées, la supervision de la réalisation des ouvrages pour assurer la qualité, la mise en place de systèmes d'exploitation et de maintenance appropriés et l'assurance que les revenus générés sont suffisants pour maintenir ces systèmes fonctionnels.

Les outils en eux-mêmes ne constituent pas une méthode, leur utilisation suppose déjà l'engagement dans un processus participatif solide.

La série technique de GWI : la qualité des infrastructures pour un accès durable à l'eau et à l'assainissement comprend les documents suivants:

Guide pratique pour la construction de latrine à simple fosse	Réf.: 2011-01-F
Démarche qualité pour la réalisation d'infrastructures durables en Afrique de l'Ouest	Réf.: 2012-01-F
Fiches de suivi des points d'eau et de latrines	Réf.: 2012-02-F
Guide de formation des communautés au suivi des travaux de réalisation de forage	Réf. : 2012-03-F
Contractualisation de la réalisation de points d'eau: formulaires de réception provisoire et définitive	Réf. : 2012-04-F
Etapes essentielles avant la mise en service d'un forage (équipé de pompe manuelle) au profit d'une communauté	Réf. : 2012-05-F

Guide de formation des communautés au suivi des travaux de réalisation d'un mini réseau d'approvisionnement en eau à énergie solaire

Réf. : 2012-06-F

Faire le bon choix: un comparatif des technologies d'approvisionnement en eau en milieu rural

Réf. : 2012-07-F

L'utilisation de ces documents est libre. Ils peuvent être téléchargés à partir du site <http://www.crsprogramquality.org/publications/tag/water-manualsuser-guides>.

Nous serions très intéressés de recevoir vos réactions sur l'utilité de ces documents.

Cette série est publiée en Français et en Anglais. Si vous effectuez une traduction de ces documents dans une autre langue, veuillez en envoyer une copie à lambert.nikiema@crs.org, jeanphilippe.debus@crs.org et suecavanna@sahelconsulting.org.uk.

Remerciements

Ce document a été élaboré par Lambert Zounogo P. NIKIEMA (CRS), Sue CAVANNA (Sahel Consulting) et Jean-Philippe DEBUS (CRS), l'équipe Qualité des infrastructures du programme « Global Water Initiative » (GWI) en Afrique de l'Ouest.

Les équipes de tous les cinq pays GWI ont apporté leurs idées aux premiers stades de l'élaboration de ce document et plus important encore, l'ont testé sur le terrain. Nous leur en sommes redevables.

Cette publication a été rendue possible grâce au soutien généreux et aux encouragements de la fondation Howard G. Buffett.

Illustrations :

- BONKOUNGOU Y. Parfait, Ouagadougou, Burkina Faso (polyart15@yahoo.fr);
- COULIBALY François Xavier, Toussiana, Burkina Faso (illus_faso@yahoo.fr).

A propos de la « Global Water Initiative »

Le programme « Global Water Initiative » (GWI), financé par la Fondation Howard G. Buffett, cherche à relever le défi que représente la fourniture durable d'un accès à l'eau potable et à l'assainissement, ainsi que la protection et la gestion des services des écosystèmes et des bassins hydrographiques, au profit des populations les plus pauvres et les plus vulnérables qui dépendent de ces services. L'approvisionnement en eau dans le cadre de la GWI se fait à travers la sécurisation de la ressource et le développement d'approches nouvelles ou améliorées en matière de gestion de l'eau ; il s'intègre dans

un cadre plus large qui traite de la pauvreté, du pouvoir et des inégalités qui touchent particulièrement les populations les plus pauvres. Cela nécessite d'allier une orientation pratique envers les services d'assainissement et d'approvisionnement en eau à des investissements visant à renforcer les institutions, sensibiliser l'opinion et élaborer des politiques efficaces.

Le collectif régional de la GWI en Afrique de l'Ouest est composé des partenaires suivants:

- Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)
- Catholic Relief Services (CRS)
- CARE International
- SOS Sahel (UK)
- Institut International pour l'Environnement et le Développement (IIED).

Le programme GWI en Afrique de l'Ouest couvre cinq pays : le Burkina Faso, le Ghana, le Mali, le Niger et le Sénégal. Certaines activités se déroulent également autour du projet de barrage de Fomi en Guinée. Pour plus d'informations sur le programme GWI, rendez-vous sur : www.globalwaterinitiative.com.

Introduction

A qui ce guide est-il destiné?

Ce guide est destiné à ceux qui planifient la réalisation des systèmes d'approvisionnement en eau simple en milieu rural. Il a été élaboré dans le contexte de l'Afrique de l'Ouest, mais peut être adapté à d'autres régions. Il suppose une participation locale, dans laquelle les utilisateurs ne soient pas seulement des bénéficiaires, mais sont consultés dans le processus de choix d'une technologie qui convient précisément à leur communauté. Le guide vise à fournir les éléments d'informations clés qui vont permettre aux communautés de prendre une décision éclairée par rapport à la technologie et au système d'approvisionnement en eau qui sied le mieux à leur situation.

Identification des villages d'une commune qui ont le plus besoin d'un nouveau système d'approvisionnement en eau.

Pour inclure un village donné dans le programme général d'approvisionnement en eau d'une commune, les services techniques identifient les villages qui manquent le plus d'eau à partir de leur base de données. Une enquête sur le terrain concernant la zone intervient par la suite pour confirmer les villages qui sont confrontés à un faible accès à l'eau. Une liste finale des villages prioritaires pour l'année en question est établie par la commune.

L'étape suivante est la discussion au niveau du village. La communauté est visitée par les responsables élus de la commune et les techniciens en charge des questions d'eau. En collaboration avec les villageois, ils organisent des échanges guidés sur les différentes options technologiques d'approvisionnement en eau et décident de commun accord du type d'approvisionnement en eau qui répond le mieux à la situation de cette communauté.

Choisir la technologie appropriée est essentiel:

Encourager les communautés à peser soigneusement et à considérer les facteurs principaux avant de choisir une technologie est très important. La discussion doit tourner autour des variables essentielles. Celles-ci doivent comprendre la taille de la population et sa répartition géographique, le niveau de service nécessaire, les habitudes d'utilisation de l'eau au sein de la communauté (ex : un grand nombre d'animaux en concurrence avec les hommes pour l'accès à l'eau, tous ayant besoin d'importantes quantités d'eau en même temps), les endroits où il est possible de trouver de l'eau souterraine dans cette zone et les moyens possibles pour l'exhaure de l'eau, la capacité d'un type de système d'approvisionnement en eau à fournir un débit suffisamment élevé, le niveau de présence des services techniques et leur probable proximité pour aider à résoudre tous les problèmes liés à la complexité de ce type précis de système d'approvisionnement en eau, la disponibilité des compétences pour la maintenance et la réparation de toutes les parties de l'équipement de pompage et finalement les coûts

du système et l'évaluation de la capacité de la communauté à supporter ces coûts durablement, avec des appuis techniques et financiers externes: par ex ; commune, services techniques, ONGs, associations locales, membres de la diaspora, jumelage, etc.

Utilisation du guide sur le terrain:

Ce guide a été conçu pour être utilisé par les personnes qui animent ce genre de discussions dans les villages. Elles doivent déjà posséder les connaissances techniques leur permettant de comprendre ces informations ainsi que des aptitudes d'animateur pour transmettre les informations techniques aux communautés. Cela doit être fait de façon à ce que la communauté puisse comprendre entièrement les options qui s'offrent à elle et faire son choix de façon éclairée.

Les éléments clés de ce guide sont:

Chaque option d'approvisionnement en eau est présentée à travers quatre sections :

1. Une description technique simple du système d'approvisionnement en eau ;
2. Le niveau de service (qualité et quantité de l'eau, etc.) ;
3. Les considérations de coûts aussi bien pour l'investissement initial que pour les coûts du cycle de vie / le caractère abordable de la technologie ;
4. Les compétences techniques nécessaires, aussi bien au sein qu'en dehors de la communauté en ce qui concerne la maintenance et les réparations courantes.

1. FORAGE EQUIPE DE POMPE A MOTRICITE HUMAINE

Description

Il s'agit d'un ouvrage ayant un trou de petit diamètre réalisé par une foreuse et destiné à capter des eaux souterraines en quantité suffisante, ainsi il peut aller parfois jusqu'à 100 mètres de profondeur ou plus. Ce n'est pas la profondeur du forage qui détermine s'il est possible ou non d'utiliser une pompe manuelle, mais plutôt le niveau d'eau dans le forage. La plupart des pompes manuelles peuvent pomper l'eau jusqu'à une profondeur allant de 45 à 60 m. Si le niveau de l'eau est plus bas que ce niveau, une pompe manuelle n'est pas la bonne solution. Une superstructure est construite pour protéger aussi bien le forage que la pompe des dégâts et de la pollution.

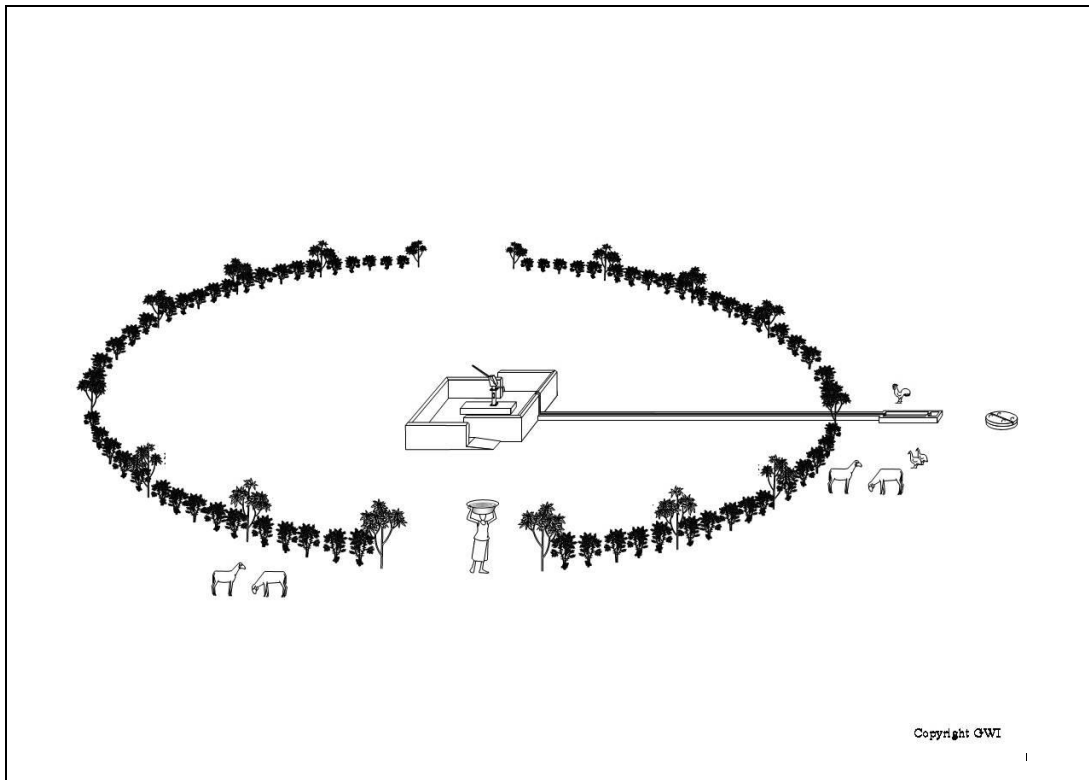


Figure 1: forage équipé de pompe à motricité humaine

Où trouve-t-on de l'eau souterraine ?

Un forage positif ne peut être réalisé au hasard. Les eaux souterraines ne peuvent pas être trouvées n'importe où. Il est nécessaire qu'un spécialiste (hydrogéologue) identifie l'endroit où potentiellement on pourrait trouver de l'eau souterraine. Le choix de cet emplacement doit être fait après de rigoureuses recherches, sans cependant garantir d'avoir un forage positif.

Par exemple en zone sédimentaire, on peut trouver plus facilement de l'eau alors qu'en zone de socle, on ne peut trouver de l'eau que dans les zones fracturées.

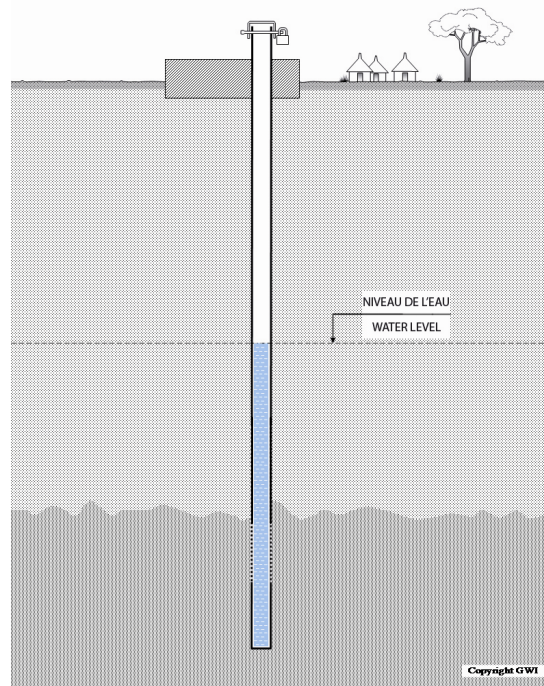


Figure 2: implantation en zone sédimentaire

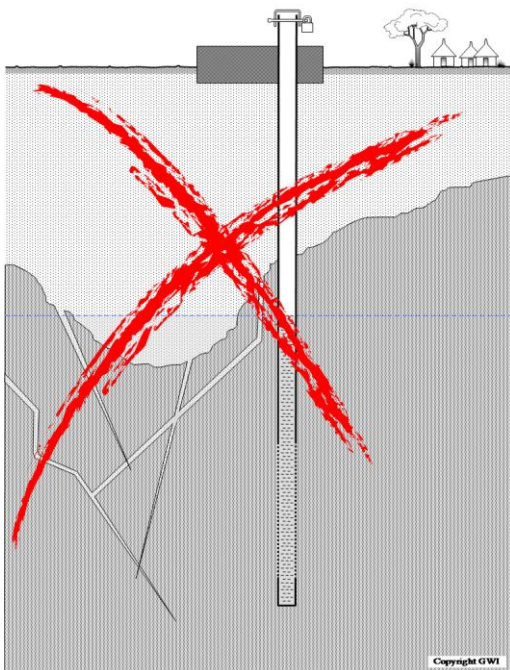


Figure 3: mauvaise implantation en zone de fracture

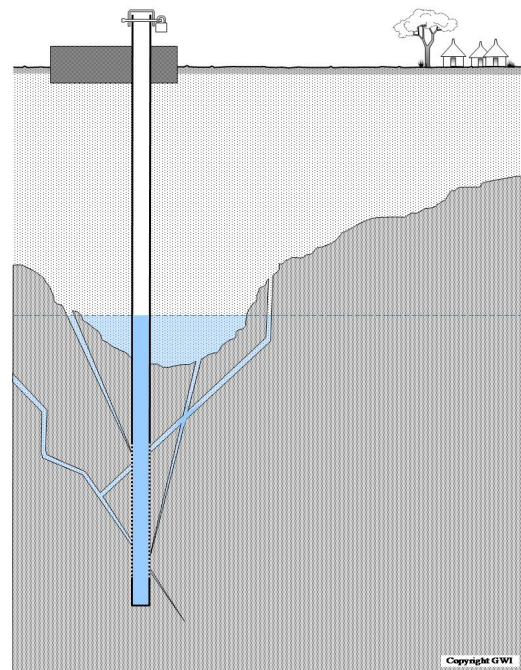


Figure 4: bonne implantation en zone de fracture

En fin foration, le débit est mesuré. Il doit respecter le minimum requis au niveau du pays (700 litres/heure au Burkina Faso) pour y justifier l'installation d'une pompe à motricité humaine. Si le débit est trop bas, le forage ne sera pas développé et sera bouché ou fermé par un capot.

Equipement du forage

Le forage est équipé d'un tubage dont les parties au droit des venues d'eau sont perforées (on les appelle des tubes crépines) pour permettre l'entrée de l'eau dans le tubage. Les autres parties du tubage et partie la plus en bas ne sont pas perforées et le fond du tubage est fermé par un bouchon.

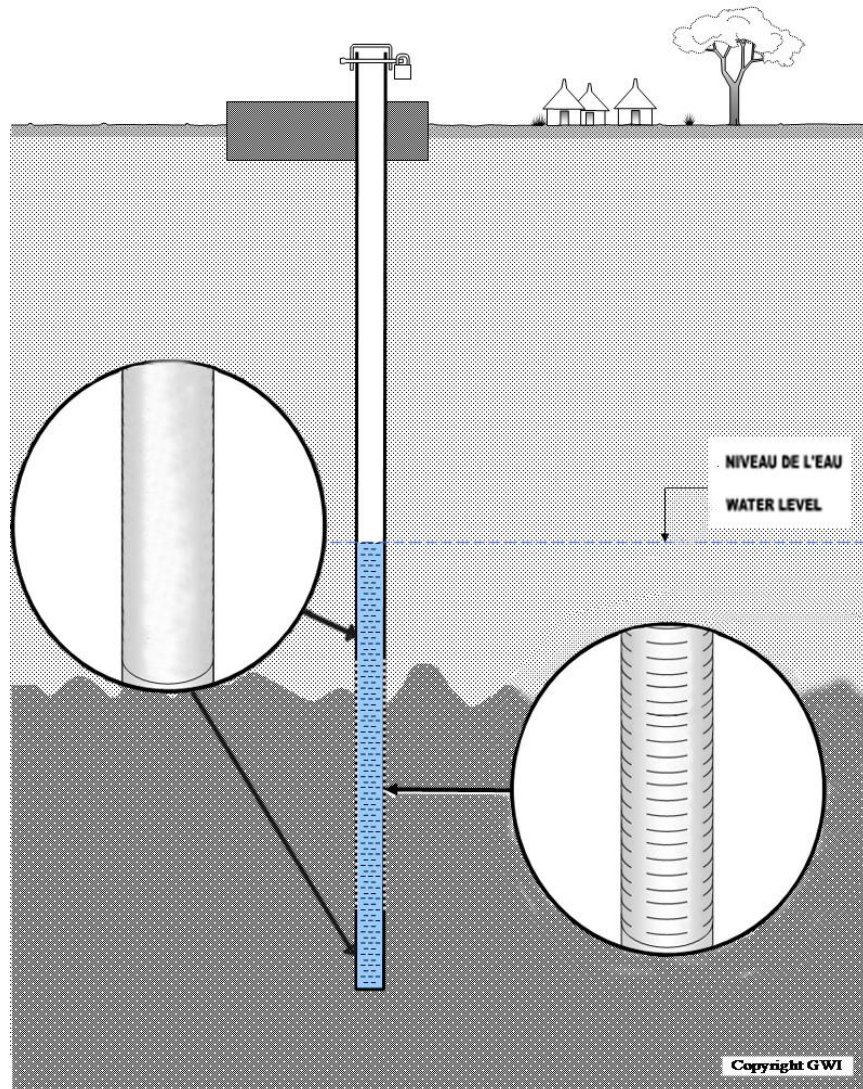
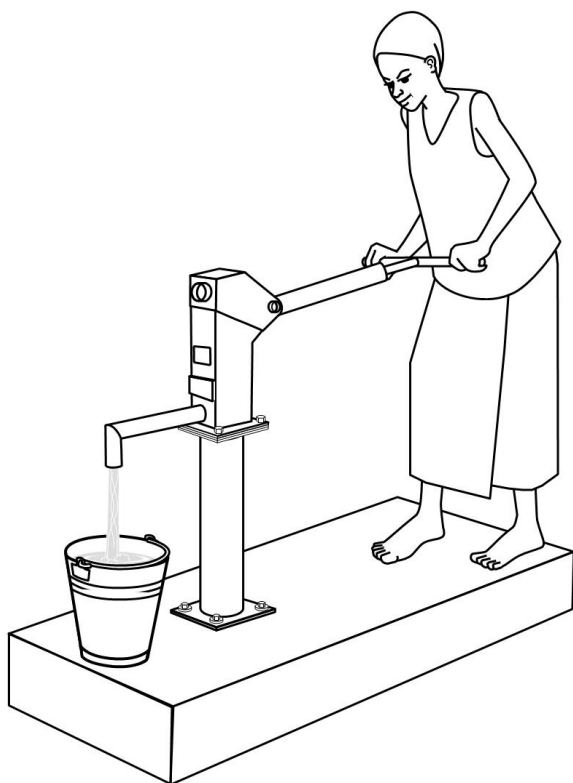


Figure 5: Tubes pleins et crépines du forage

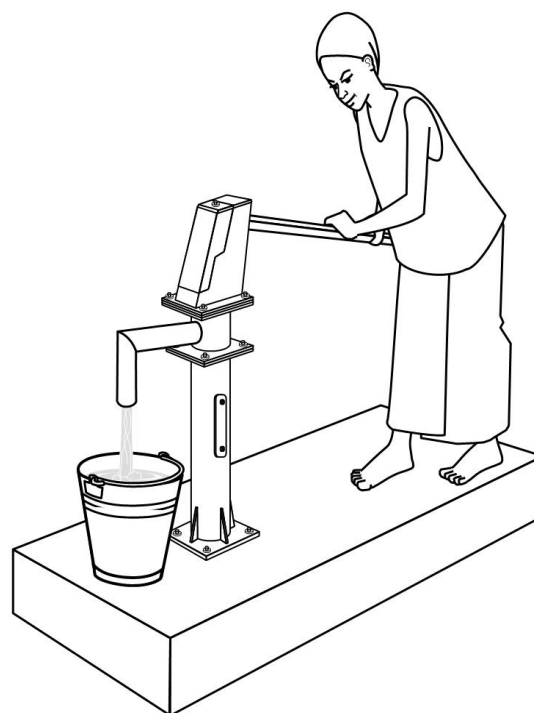
Choix de la pompe manuelle

Un dispositif de pompage tel qu'une pompe à motricité humaine permet de tirer de l'eau du forage. Plusieurs types de pompes manuelles existent. Les plus courantes en Afrique de l'Ouest sont :



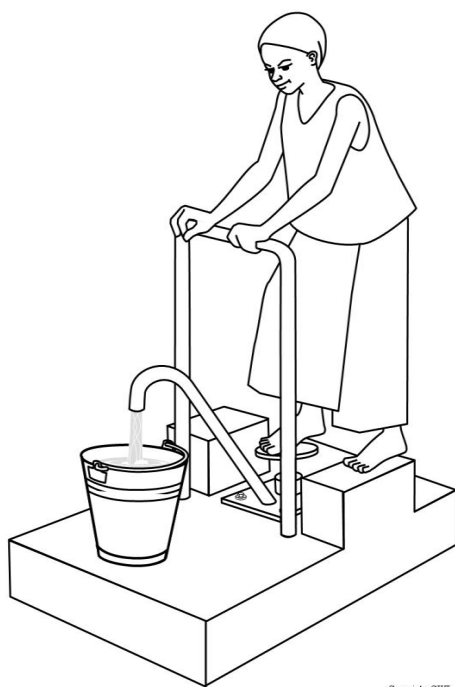
Copyright GWI

Figure 6: pompe Afridev



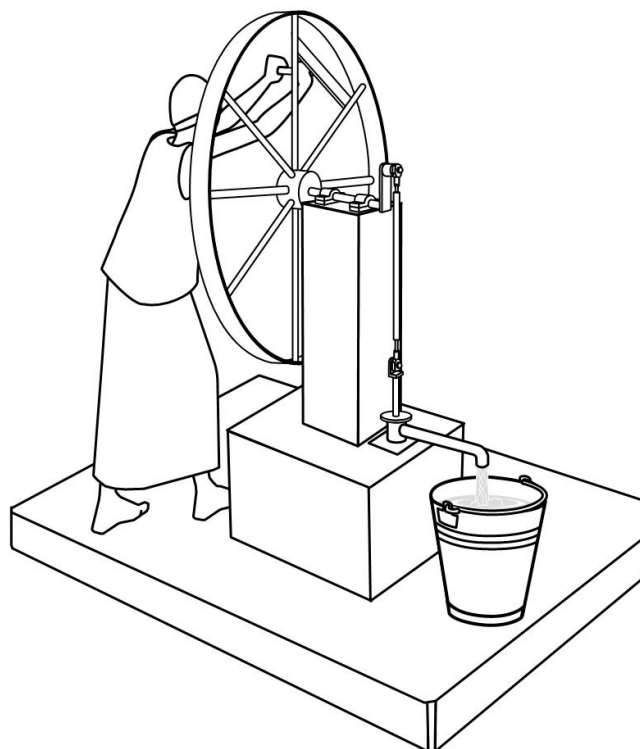
Copyright GWI

Figure 7: pompe India Mark II



Copyright GWI

Figure 8: pompe Vergnet



Copyright GWI

Figure 9: pompe Volonta

La superstructure

Une superstructure en béton est construite autour du forage et peut comprendre les éléments suivants :

- Une margelle en béton;
- Un trottoir en béton ;
- Une clôture (muret, palissade, etc.);
- Un canal d'évacuation de l'eau vers l'abreuvoir et/ou le puits perdu ;
- Un puits perdu ;
- Un abreuvoir pour le bétail.

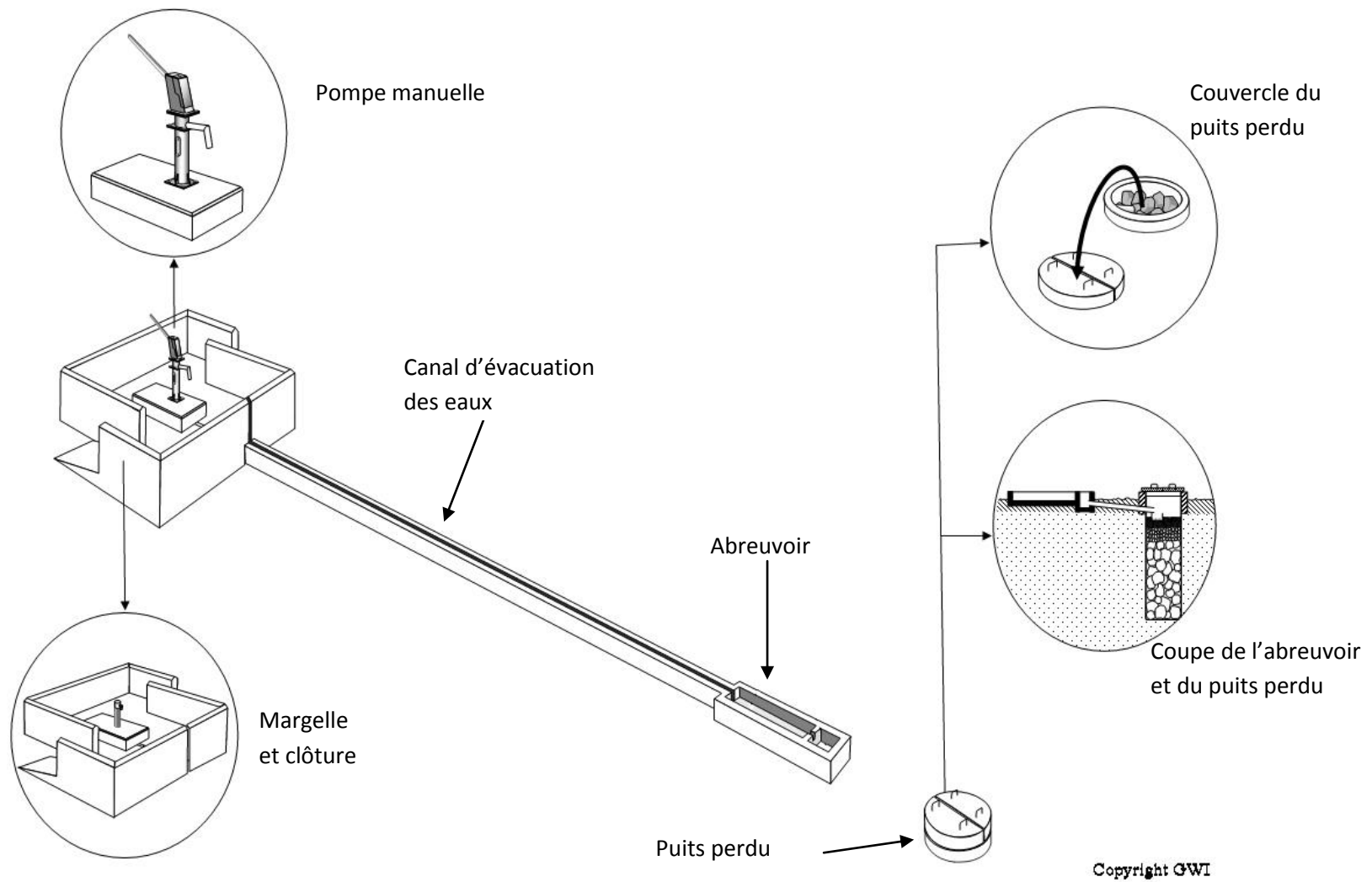


Figure 10: détails d'un modèle de superstructure

Niveau de service d'eau

Qualité de l'eau

L'eau souterraine fournie par les forages est généralement de très bonne qualité: elle provient principalement de l'eau de pluie qui s'infiltre à travers les différentes couches du sol et est ainsi filtrée. Cependant même si cette eau est sans contamination bactériologique, elle peut être inappropriée pour la consommation humaine à cause d'une contamination chimique naturelle (ex : arsenic). Il arrive aussi qu'elle soit polluée sur le plan chimique ou sur le plan bactériologique du fait d'activités humaines. En conclusion une analyse de la qualité chimique et bactériologique de l'eau est nécessaire pour s'assurer que l'eau est propre à la consommation humaine.

Débit

Le débit est la quantité d'eau qui peut être extraite du forage dans un laps de temps donné. Il varie en fonction de la nature et de la capacité de la nappe souterraine qui alimente le forage. Les données collectées pendant l'essai de pompage réalisé après que le forage ait été développé permettent de déterminer le débit maximum du forage.

Cependant la quantité d'eau qui sera extraite du forage dépendra également de la capacité de la pompe qui sera installée. A titre d'exemple, les pompes à motricité humaine peuvent fournir environ 5 à 10m³ maximum /jour (25 à 50 fûts de 200 litres par jour).

Niveau de service

Avec une pompe à motricité humaine, le puisage se fait une personne après l'autre, ce qui demande du temps aux usagers.

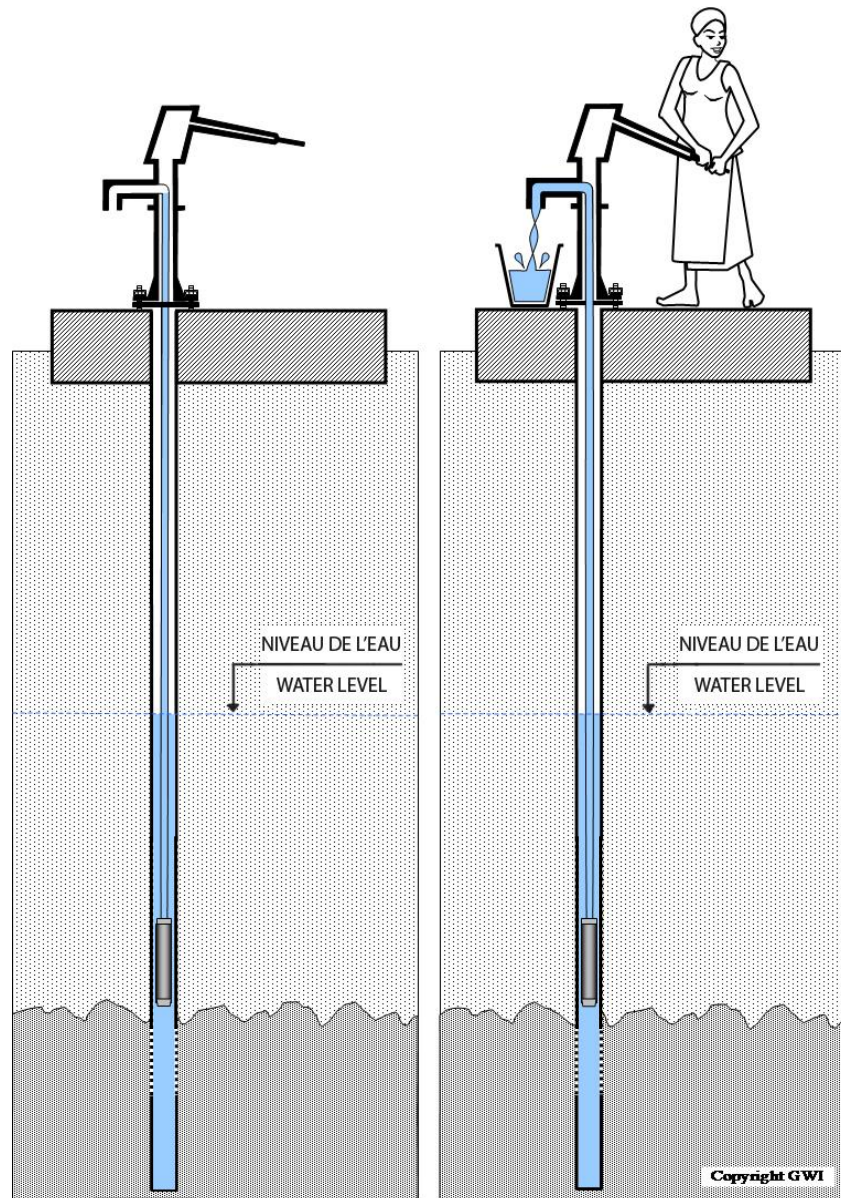


Figure 11: exhaure de l'eau

Les forages équipés de pompe manuelle servent surtout à l'usage domestique (boisson, cuisine, lessive, hygiène corporelle). Occasionnellement l'eau peut servir à l'abreuvement de quelques animaux et à l'arrosage de petits jardins.

Coûts

Les forages équipés de pompe manuelle sont coûteux non seulement par rapport à la réalisation, mais également par rapport à leur entretien. Une telle technologie d'approvisionnement est supposée durer 15 ans avant de nécessiter une réhabilitation majeure. Les charges au cours de ces 15 ans sont de la responsabilité de la communauté.

Il y a trois types principaux de coûts pour un forage équipé de pompe à motricité humaine :

Quoi?	Combien?	Quand?	Qui finance?
Coût d'investissement pour le forage et la pompe. (Capital Expenditure: CapEx).	Environ 7 000 000 f CFA (\$ 14 000 US) au Burkina Faso. Varie en fonction de la profondeur.	Ponctuel (au début).	Coûts partagés entre donateur externe et communauté.
Coûts de fonctionnement et d'entretien courant y compris les petites réparations. (Operation and Maintenance Expenditure: OpManEx).	Environ 140000 f CFA (\$280 US) / an au Burkina Faso pour une pompe India Mark II. Varie en fonction du type de pompe.	Continu dès le premier jour.	Communauté.
Grosses réparations et remplacement des pièces de rechanges. (Capital maintenance expenditure: CapManEx).		A partir de la 5 ^{ème} ou de la 7 ^{ème} année après l'installation de la pompe neuve.	Communauté, commune et autres appuis externes.

Fonctionnement et maintenance

Une pompe bien entretenue nécessitera néanmoins le changement de certaines pièces car elles s'usent. Ces coûts de remplacement sont intégrés dans les « coûts de fonctionnement et d'entretien courant » ci-dessus.

La réhabilitation d'un forage peut être très coûteuse et pourrait largement dépasser ce que la plupart des communautés seraient en mesure de payer sans aide extérieure.

Compétences requises

Une bonne organisation est nécessaire pour la gestion du point d'eau. Les groupes clés sont : l'association des Usagers de l'Eau (AUE), le Comité de Gestion du Point d'Eau (CGPE), etc.

Assurer un fonctionnement et un entretien corrects d'un forage équipé de pompe à motricité humaine requiert les tâches suivantes :

Au sein de la communauté

- Collecte de fonds en fonction d'un budget spécifique (un système transparent et redevable) ;

- Maintenance préventive de a) la pompe – entretien quotidien effectué (mécanicien de pompe villageois) et de b) la superstructure (maçon du village) ;
- L'organisation des usagers du point d'eau et informations ;
- Suivi.

A l'extérieur de la communauté

- Entretien préventif régulier, nouvelle installation, changement des pièces, réparations (Artisan réparateur) ;
- Approvisionnement en pièces de rechanges;
- Réparations importantes sur la superstructure;
- Assistance technique pour le suivi, le dépannage et la formation.

En conclusion:

Il est important de s'assurer que la communauté a compris les aspects clés de la technologie. Après avoir présenté les informations ci-dessus, les questions suivantes peuvent aider à guider la conversation avec la communauté et permettre de poser des questions spécifiques, d'exprimer des doutes et de susciter la discussion de points devant être clarifiés.

Q1. : Est-ce que l'eau d'un forage équipé de pompe à motricité humaine est toujours potable?

Q2 : Si la pompe tombe en panne, peut-on puiser l'eau du forage avec un seau?

Q3 : Combien de personnes peuvent-elles puiser de l'eau en même temps?

Q4 : Quelles sont les principaux éléments d'un forage?

Q5 : Quelle est la responsabilité de la communauté par rapport au fonctionnement et à l'entretien d'un forage?

Q6. : Quel montant la communauté doit-elle collecter chaque année pour l'entretien d'un forage?

Q7 : Quel est le nombre de ménages qui pourraient utiliser cette pompe? Combien alors chaque ménage devra t-il payer chaque année? Et combien chaque mois?

Q8 : De quelle ressources extérieures au village auriez-vous besoin pour garder fonctionnelle cette pompe ?

Q9 : Quels avantages et désavantages voyez-vous par rapport à un forage équipé de pompe à motricité humaine pour votre communauté?

2. MINI RESEAU D'APPROVISIONNEMENT EN EAU

Description

Ce système d'approvisionnement en eau potable est constitué d'une source d'eau (généralement un forage), d'une pompe électrique immergée alimentée par un générateur solaire ou par un groupe électrogène ou par le réseau public d'électricité, d'un château d'eau, d'un réseau gravitaire de distribution de l'eau et de plusieurs points de desserte (généralement des bornes fontaines). Tout cela est tributaire de la disponibilité d'un forage à gros débit (capable de fournir au minimum 5m³ par heure).

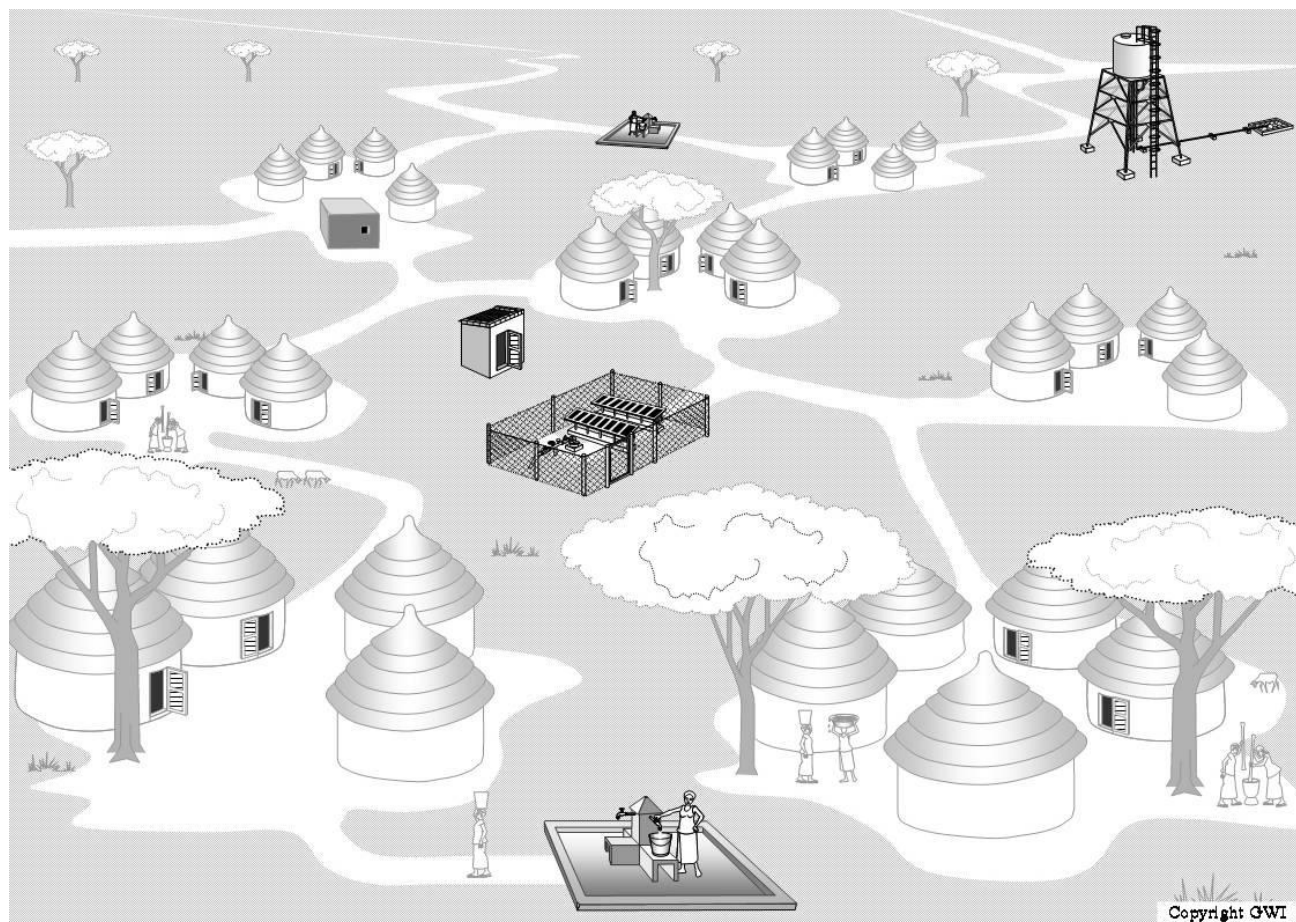


Figure 12: système d'approvisionnement en eau à énergie solaire

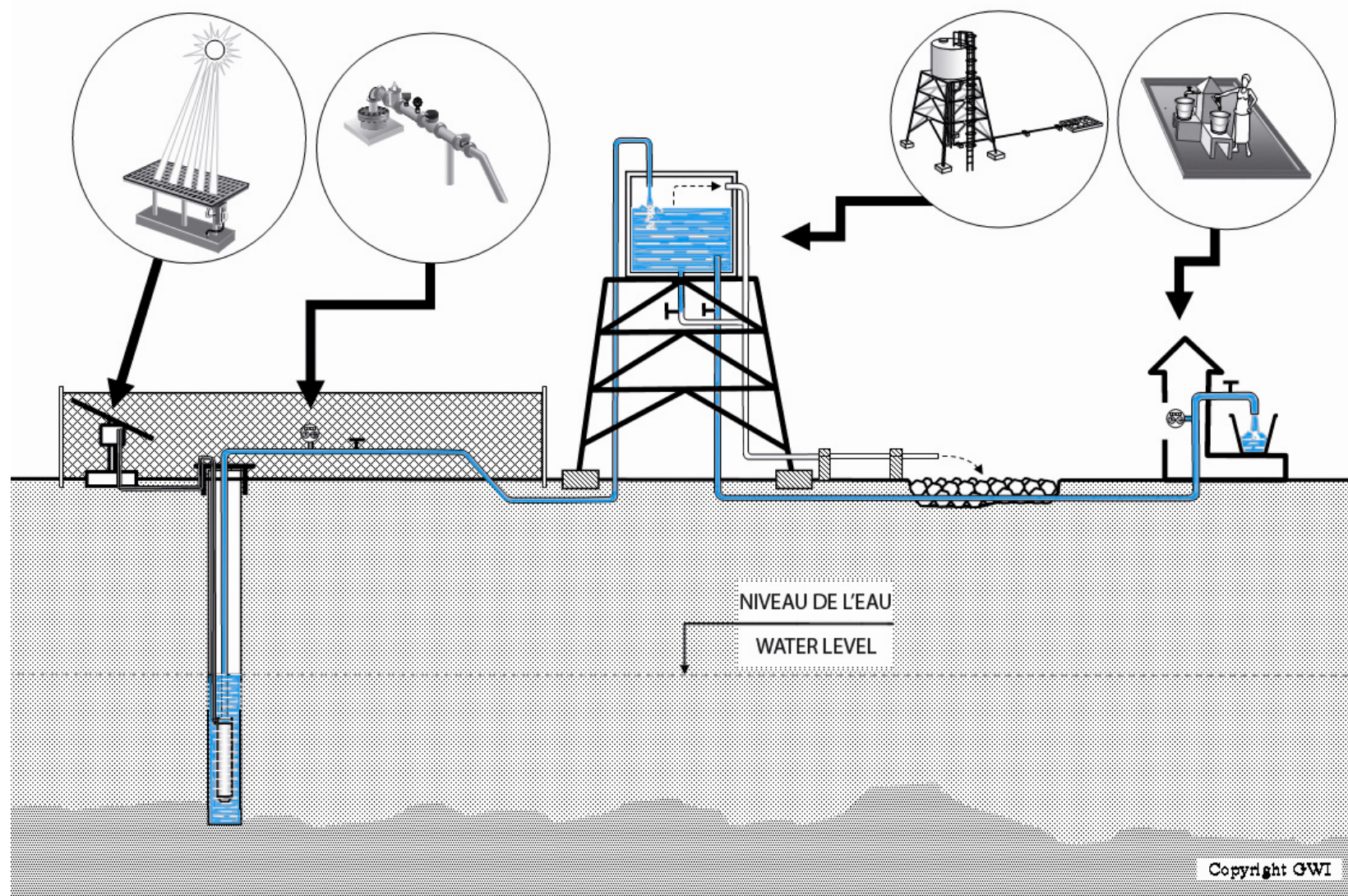


Figure 13: éléments techniques d'un système à énergie solaire

Où trouve-t-on de l'eau souterraine ?

Un forage positif ne peut être réalisé au hasard. Les eaux souterraines ne peuvent pas être trouvées n'importe où. Il est nécessaire qu'un spécialiste (hydrogéologue) identifie l'endroit où potentiellement on pourrait trouver de l'eau souterraine. Le choix de cet emplacement doit être fait après de rigoureuses recherches, sans cependant garantir d'avoir un forage positif.

Par exemple en zone sédimentaire, on peut trouver plus facilement de l'eau alors qu'en zone de socle, on ne peut trouver de l'eau que dans les zones fracturées.

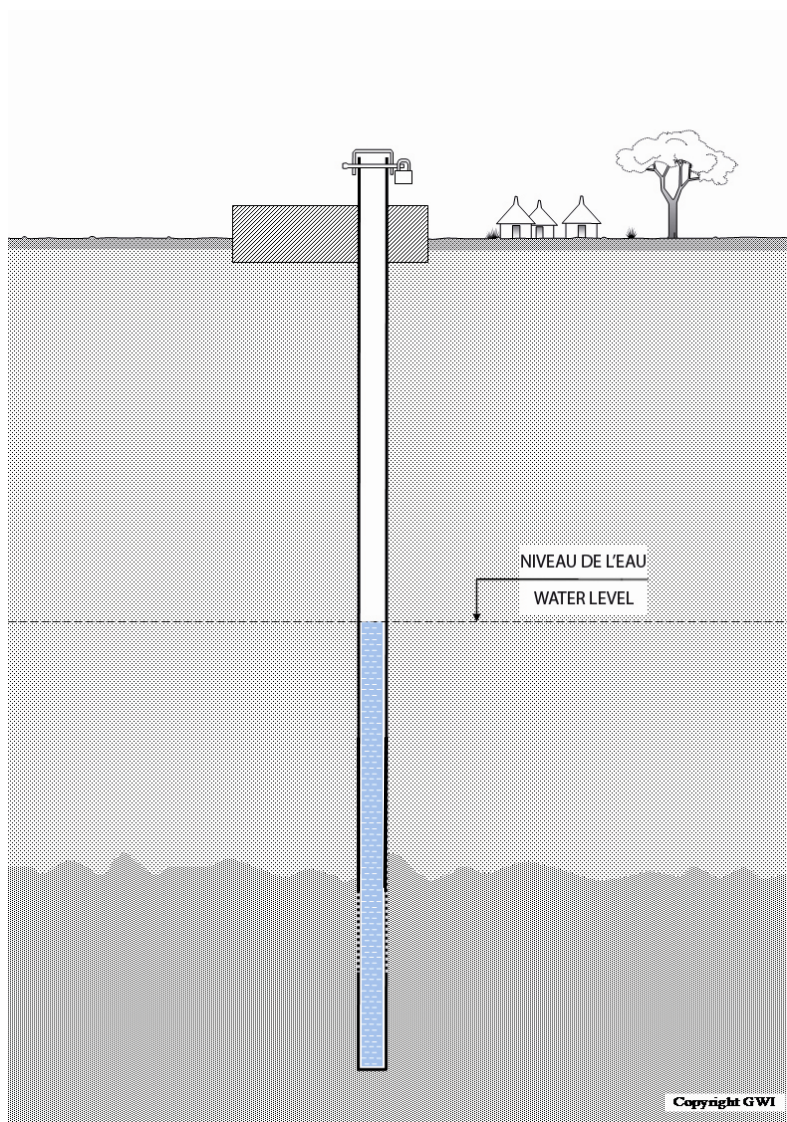


Figure 14: implantation en zone sédimentaire

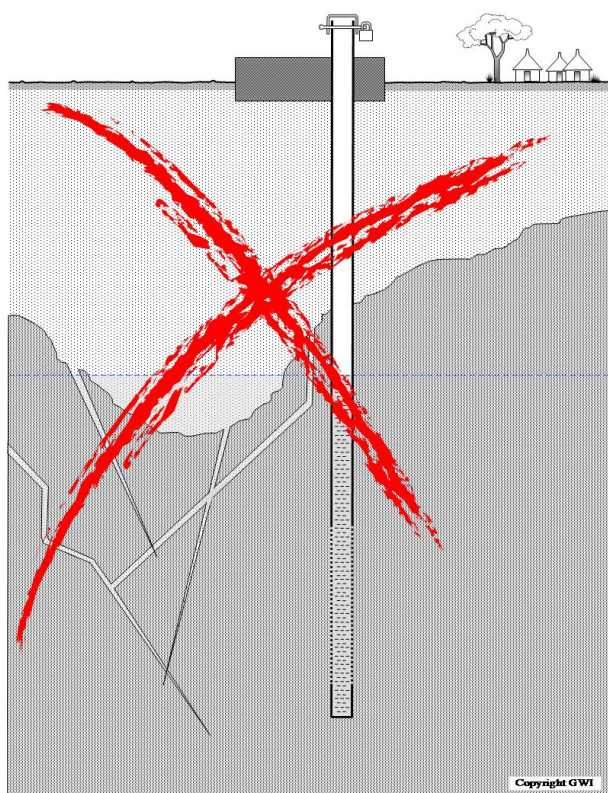


Figure 15: mauvaise implantation en zone de fracture

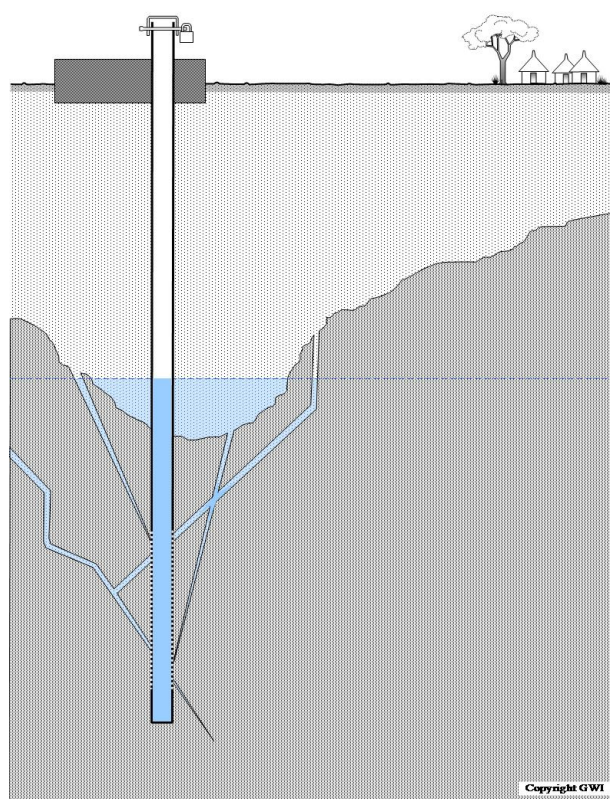


Figure 16: bonne implantation en zone de fracture

En fin foration, le débit est mesuré. Il doit être au minimum de 5m³/heure pour justifier l'installation d'une pompe électrique et la réalisation d'installations aussi coûteuses. Si un forage a un débit faible de sorte qu'il est impossible d'y installer une pompe électrique, mais que ce débit reste conforme au minimum recommandé (en général 1m³/h ou parfois moins selon le pays ou les conditions hydrogéologiques rencontrées), on pourra y installer une pompe à motricité humaine. Si le débit est trop faible de sorte qu'on ne peut installer ni une pompe électrique ni une pompe à motricité humaine, alors le forage ne sera pas développé et sera bouché ou fermé par un capot.

Equipement du forage

Le forage est équipé d'un tubage dont les parties au droit des venues d'eau sont perforées (on les appelle des tubes crépines) pour permettre l'entrée de l'eau dans le tubage. Les autres parties du tubage et partie la plus en bas ne sont pas perforées et le fond du tubage est fermé par un bouchon.

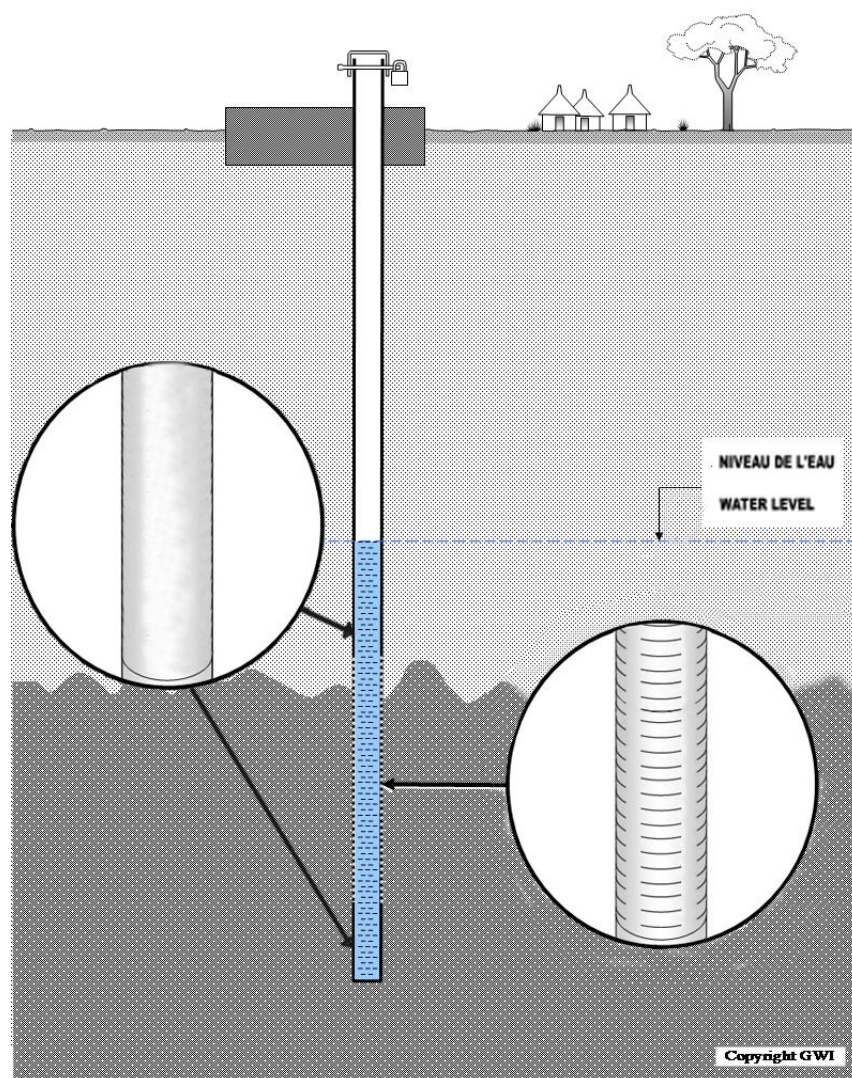


Figure 17: tubes pleins et crépines du forage

Pompe électrique immergée

Elle est immergée dans le forage d'où elle pompe l'eau pour alimenter le château d'eau à partir duquel l'eau est distribuée par gravité aux différents points de desserte à travers les canalisations.



Figure 18: pompe électrique immergée

Source d'énergie

Une source d'énergie est nécessaire pour fournir l'électricité à la pompe. Cette source d'énergie peut être solaire ou provenir d'un groupe électrogène ou du réseau public d'électricité. Plus la pompe est puissante, plus elle demandera une énergie importante.

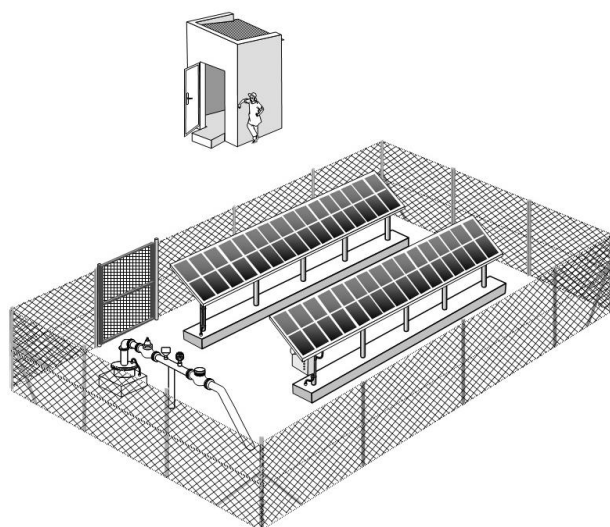


Figure 19: alimentation électrique de la pompe immergée à partir d'énergie solaire

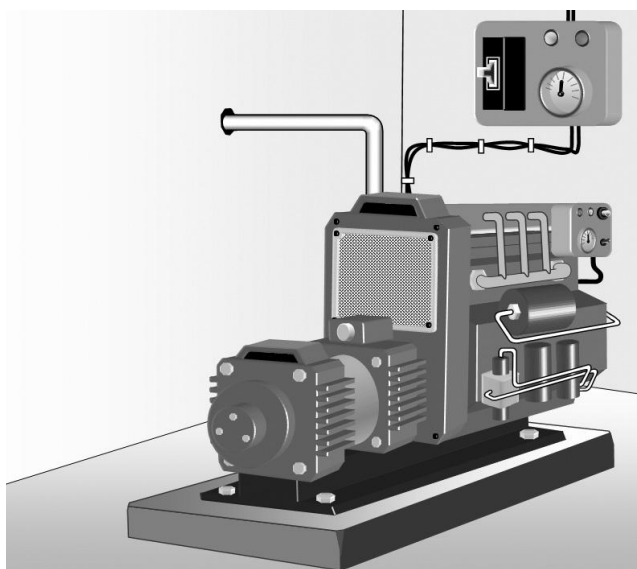


Figure 20: alimentation électrique de la pompe immergée à partir d'un groupe électrogène

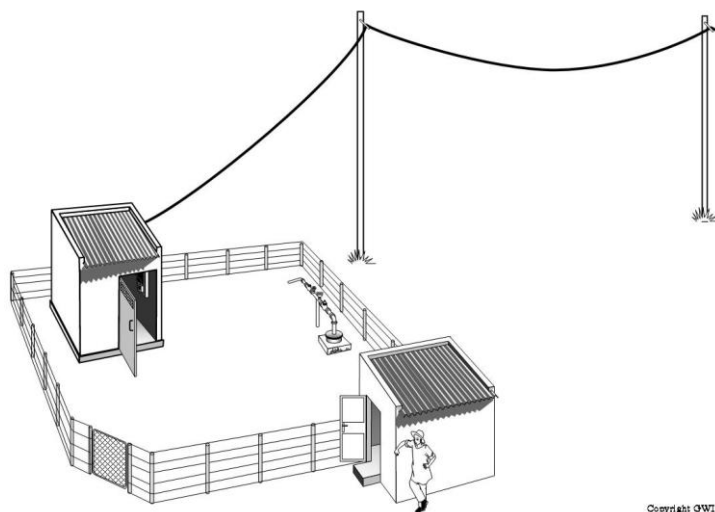


Figure 21: alimentation électrique de la pompe immergée à partir du réseau public d'électricité

Le château d'eau

Il est généralement placé sur un point haut de préférence à proximité. En terrain plat, il faut choisir entre surélever le château d'eau ou l'éloigner vers un endroit plus élevé. Il permet le stockage de l'eau et sa distribution gravitaire vers les points de desserte.

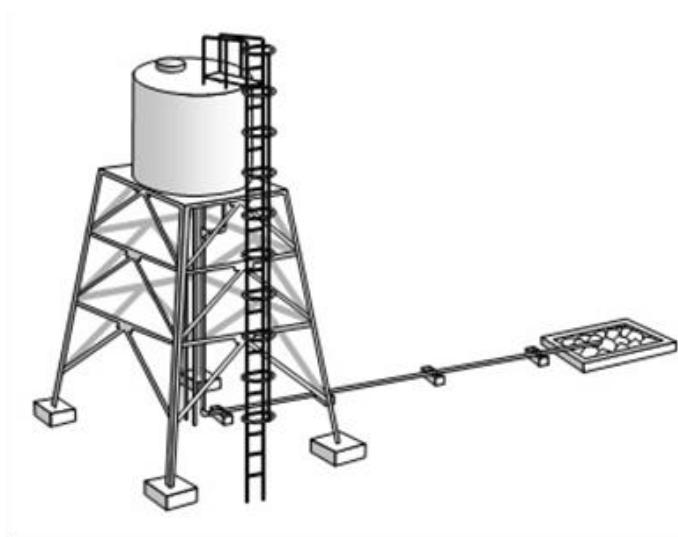


Figure 22: château d'eau avec dispositif de trop plein et système de vidange

Réseau d'adduction et de distribution de l'eau

Des conduites de longueur variable, enterrées à au moins 80 cm de profondeur permettent de conduire l'eau du forage au château, puis du château vers les points de desserte.

Les points de desserte

Des bornes fontaines sont réalisées en différents points selon la conception qui a été faite et qui prend en compte le souci d'un accès équitable à l'eau. Il y a plusieurs modèles de bornes fontaines. La meilleure d'entre elles est celle qui permet un facile puisage de l'eau. Les plus courantes sont ci-dessous illustrées.

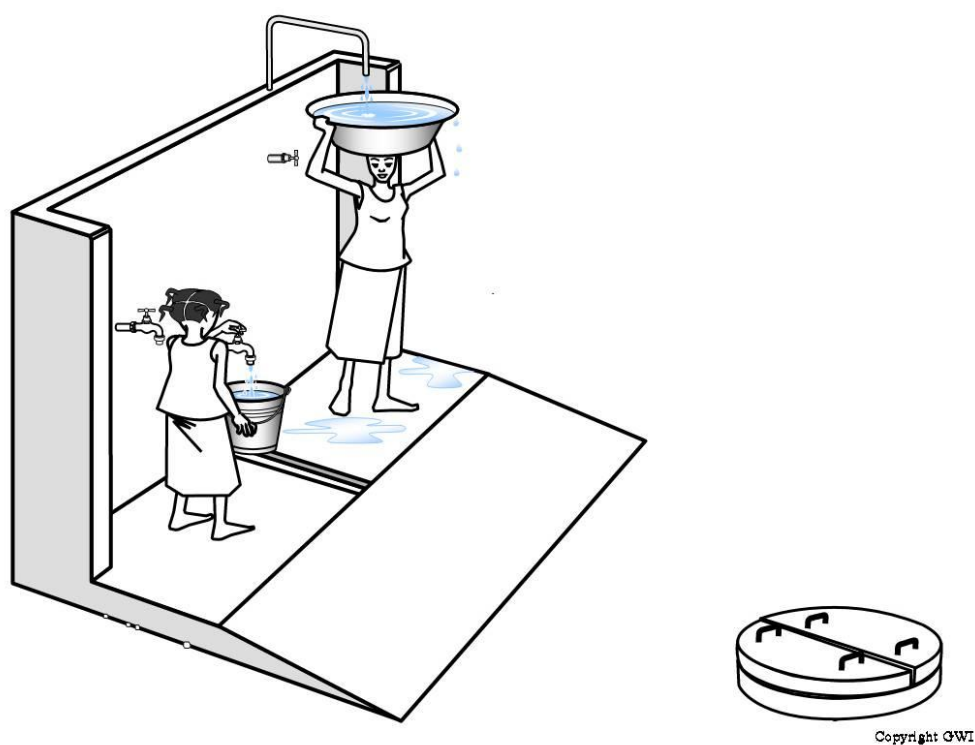
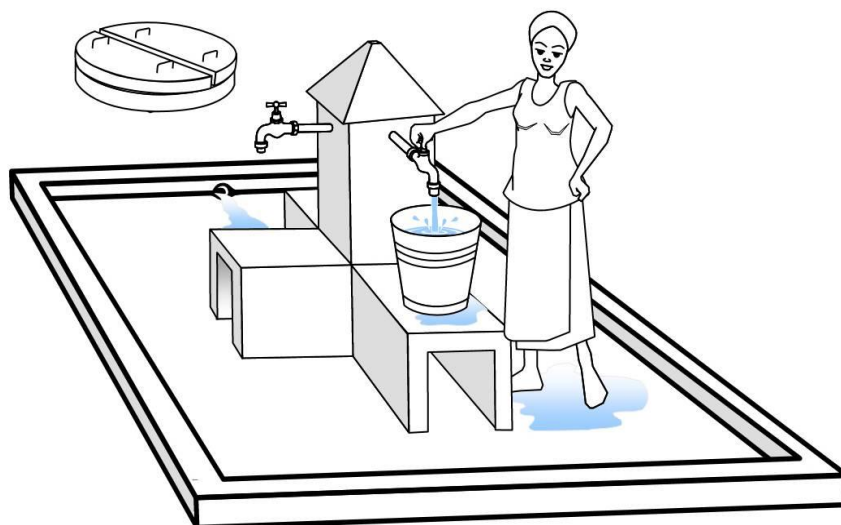


Figure 23: fontaine avec des robinets situés à des hauteurs différentes rendant le puisage plus facile



Copyright GWI

Figure 24: fontaine avec supports surélevés pour seaux

Niveau de service

Qualité de l'eau

L'eau souterraine fournie par les forages est généralement de très bonne qualité: elle provient principalement de l'eau de pluie qui s'infiltré à travers les différentes couches du sol et est ainsi filtrée. Cependant même si cette eau est sans contamination bactériologique, elle peut être inappropriée pour la consommation humaine à cause d'une contamination chimique naturelle (ex : arsenic). Il arrive aussi qu'elle soit polluée sur le plan chimique ou sur le plan bactériologique du fait d'activités humaines. En conclusion une analyse de la qualité chimique et bactériologique de l'eau est nécessaire pour s'assurer que l'eau est propre à la consommation humaine.

Débit

Le débit est la quantité d'eau qui peut être extraite du forage dans un laps de temps donné. Il varie en fonction de la nature et de la capacité de la nappe souterraine qui alimente le forage. Les données collectées pendant l'essai de pompage réalisé après que le forage ait été développé permettent de déterminer le débit maximum du forage.

Cependant la quantité d'eau qui sera extraite du forage dépendra également de la capacité de la pompe qui sera installée.

Niveau de service

Le fait d'avoir plusieurs points de desserte répartis en plusieurs endroits dans le village réduit le temps de puisage des usagers.

Types d'usages

Ce système se prête bien à des usages multiples de l'eau (domestique, abreuvement d'animaux, jardins maraîchers, etc.). Il a une production beaucoup plus élevée que celle de la pompe manuelle, et nécessite aussi une énergie que la communauté doit payer (énergie solaire, énergie provenant de groupe électrogène privé, énergie fournie par le réseau public d'électricité). Cependant une analyse des coûts doit être faite par les utilisateurs pour déterminer si l'eau peut aussi être destinée à un usage productif (bétail, agriculture, artisanat, construction).

Les coûts

Un mini réseau d'adduction d'eau potable coûte très cher, non seulement par rapport à la réalisation, mais aussi pour son entretien et sa maintenance. Un tel système est appelé à durer environ 25 ans avant qu'une réhabilitation importante ne soit nécessaire. La prise en charge des coûts au cours de ces 25 ans revient à la communauté.

Ce système génère trois types principaux de coûts:

Quoi?	Combien?	Quand?	Qui finance?
Coût de l'investissement pour l'ensemble du système. (Capital Expenditure: CapEx).	Autour de 40000000 f CFA (\$ 80000 US) à 60000000 f CFA (\$ 120000 US) au Burkina Faso pour les systèmes de petite taille.	Ponctuel (au début)	Coûts partagés entre donateur externe et communauté
Coûts de fonctionnement et d'entretien courant y compris les petites réparations. (Operation and Maintenance Expenditure: OpManEx).	Autour de 1000000 f CFA (\$2000 US) à 1500000 CFA (\$3000 US) / an au Burkina Faso pour un système utilisant l'énergie solaire.	A prendre en compte dès le premier jour.	Communauté
Grosses réparations et remplacement des pièces de rechanges. (Capital maintenance expenditure: CapManEx).		A partir de la 5 ^{ème} ou de la 7 ^{ème} année selon la source d'énergie utilisée.	Communauté, commune et autres appuis externes

Coûts d'investissement

Le coût de la conception et de la réalisation d'un mini réseau d'adduction d'eau potable est variable selon la profondeur du forage, le type d'énergie utilisée (énergie solaire, énergie provenant de groupe électrogène privé, énergie fournie par le réseau public d'électricité), la taille du réseau, la capacité du château d'eau et le nombre de points de desserte. Une indication de la périodicité de remplacement de certaines pièces est présentée ci-après:

Désignation	Durée de vie prévisionnelle
Pompe immergée	7 ans
Onduleur (cas de système à énergie solaire avec une pompe utilisant du courant alternatif)	7ans
Bornes Fontaines	20 ans
Groupe électrogène ou	5 - 7 ans
Panneaux solaires	25 ans
Réseau public d'électricité (tableau électrique)	30 ans
Château d'eau	25 ans
Réseau d'adduction et de distribution	25 ans
Forage	30 ans

Fonctionnement et entretien

Les coûts de fonctionnement incluent la gestion du point d'eau (gardien, équipe de gestionnaires du point d'eau, divers)

Ce système est complexe et nécessite un suivi régulier. Les actions suivantes sont nécessaires quant au fonctionnement et à l'entretien:

Au sein de la communauté

- Un gardien pour assurer la sécurité de l'ensemble du système ;
- Enclos des panneaux solaires et du forage : nettoyage journalier des panneaux solaires avec de l'eau, vérification de la sécurité de la porte et de la clôture... ;
- Mise en marche et arrêt de la pompe et reportage de toute défaillance ;

- Inspection générale: couvertures des regards, fuites sur le réseau, vannes, robinets de puisages, ...
- Réparations mineures sur les superstructures: maçon du village;
- Collecte du paiement de l'eau et sa sécurisation.

A l'extérieur de la communauté :

- Réparation sur le réseau d'adduction ou de distribution: un plombier;
- Grosses réparations sur la structure en béton: un maçon - sur le groupe électrogène: un mécanicien – sur le système électrique: un électricien spécialisé, etc. ;
- Peinture du château d'eau (s'il est métallique) qui protégera contre la rouille ;
- Changement des robinets défectueux ;
- Etc.

La réhabilitation d'un forage peut être très coûteuse et pourrait largement dépasser ce que la plupart des communautés seraient en mesure de payer sans aide extérieure.

Compétences requises

Une bonne organisation est nécessaire pour la gestion du point d'eau. Les éléments clés sont : l'association des Usagers de l'Eau (AUE), le Comité de Gestion du Point d'Eau (CGPE), opérateurs privés, etc.

La gestion du point d'eau inclut la collecte des fonds pour l'entretien et la maintenance, l'organisation des usagers du point d'eau, la redevabilité à l'égard de la communauté, etc.

En conclusion :

Il est important de s'assurer que la communauté a compris les aspects clés de la technologie. Après avoir présenté les informations ci-dessus, les questions suivantes peuvent aider à guider la conversation avec la communauté et permettre de poser des questions spécifiques, d'exprimer des doutes et de susciter la discussion de points devant être clarifiés.

Q1. : Est-ce que l'eau d'un forage équipé d'une pompe immergée est toujours potable?

Q2 : Si la pompe tombe en panne, peut-on puiser l'eau du forage avec un seau?

Q3 : Combien de personnes peuvent-elles puiser de l'eau en même temps?

Q4 : Quelles sont les principaux éléments du système?

Q5 : Quelle est la responsabilité de la communauté par rapport au fonctionnement

et à l'entretien du système?

Q6. : Quel montant la communauté doit-elle collecter chaque année pour la maintenance du système?

Q7 : Quel est le nombre de ménages qui pourraient utiliser cette pompe? Combien alors chaque ménage devra t-il payer chaque année? Et combien chaque mois?

Q8 : De quelles ressources extérieures au village auriez-vous besoin pour garder fonctionnel ce système ?

Q9 : Quels sont pour vous les avantages et les inconvénients d'un tel système pour votre communauté?

3. Puits moderne équipe de poulies

Description

Il s'agit d'un puits dont les parois sont revêtues de buses, équipé avec un bâti d'exhaure sur lequel peuvent être montées plusieurs poulies, d'une superstructure construite pour protéger le puits et d'un couvercle pour couvrir le puits quand il n'est pas utilisé.

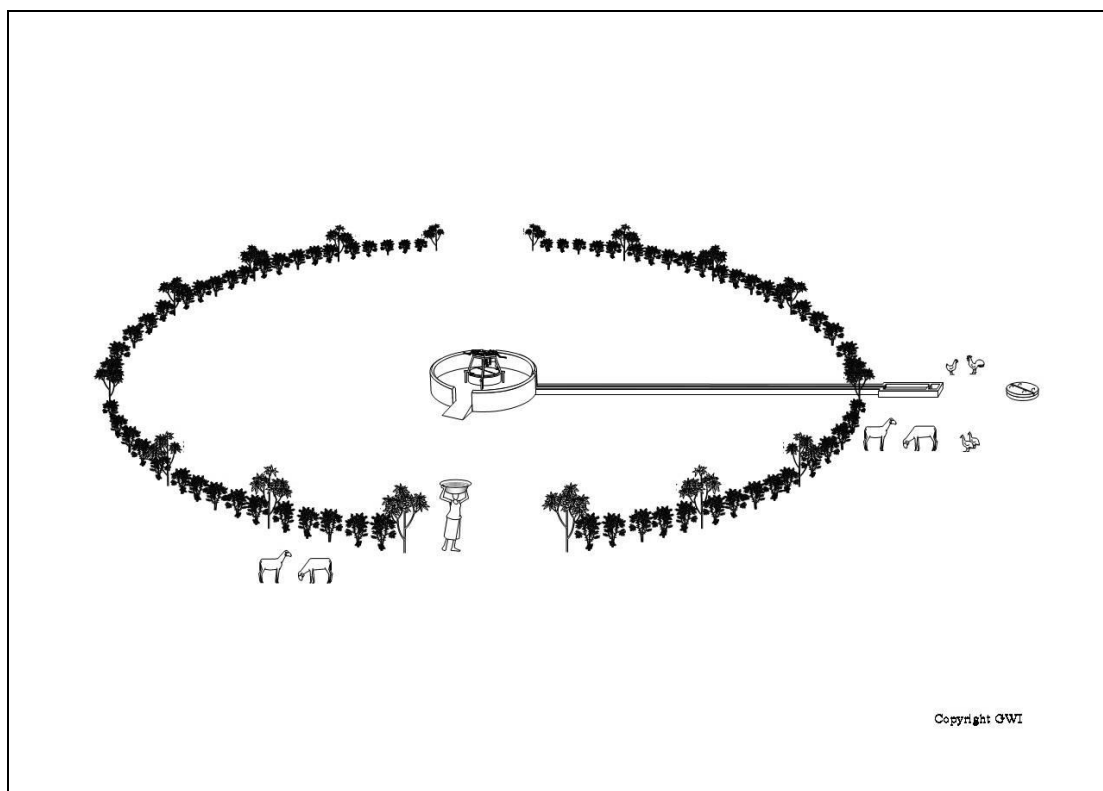


Figure 25: puits moderne équipé de manivelles

Puits busé

Le puits à grand diamètre est creusé jusque dans l'aquifère. Les parois du puits sont recouvertes de buses en béton armé sur toute la profondeur du puits.

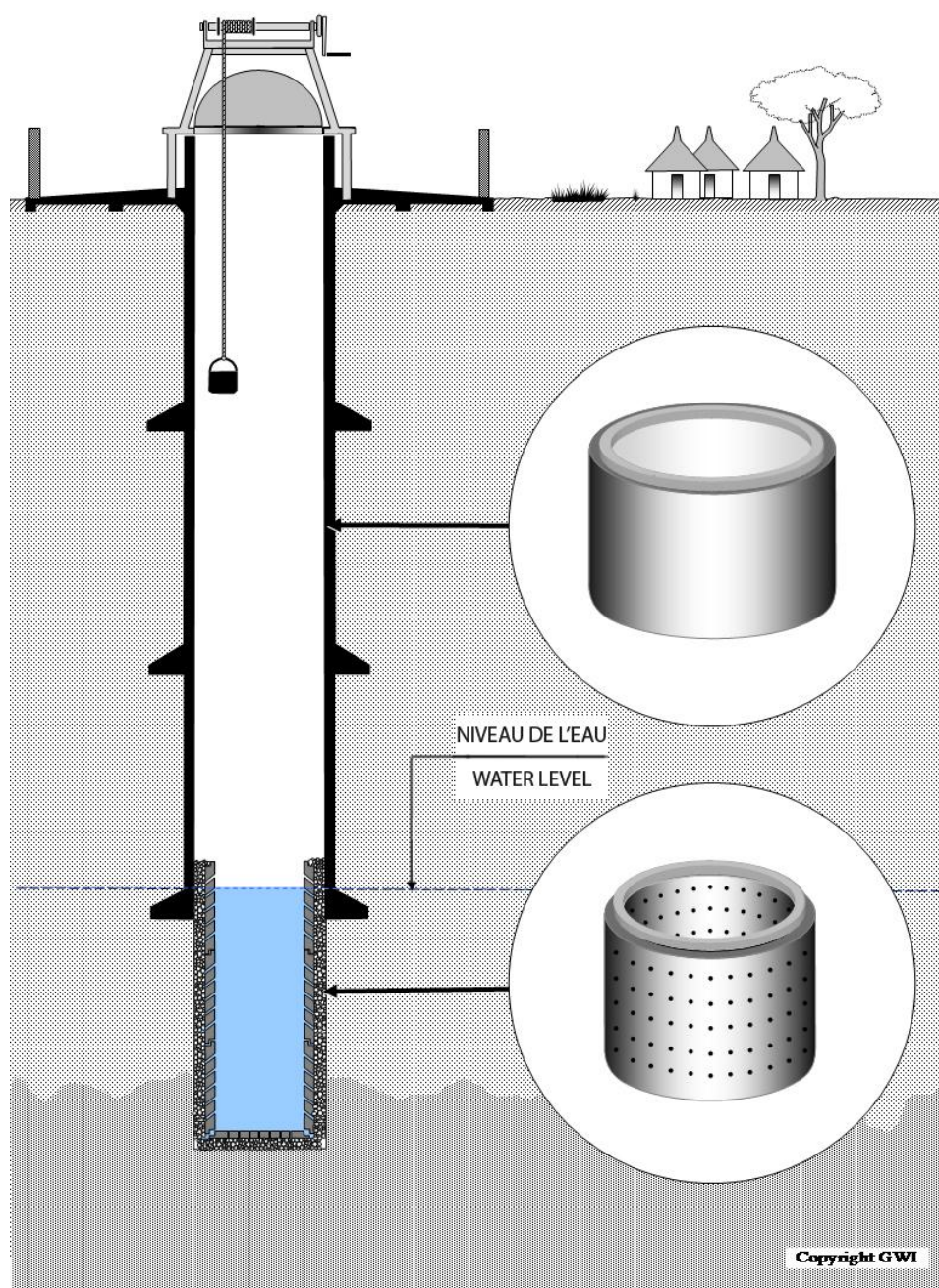


Figure 26: alimentation du puits par la nappe

Deux types de buses sont utilisés : pour les puits de 2m de diamètre, on utilise des buses pleines (qui constituent la partie appelée cuvelage) de diamètre intérieur 1.80 m au dessus de la nappe et des buses perforées (qui constituent la partie appelée captage) de diamètre intérieur 1.40 m pour la partie en dessous du niveau de l'eau.

Pour que le cuvelage soit bien soutenu, il doit être solidement ancré à la surface et à plusieurs endroits dans les parois du puits (en général tous les 10m).

Superstructure

Le puits doit être protégé par:

- une margelle avec un couvercle;
- Un trottoir en béton ;
- Une clôture (muret, palissade, etc.) ;
- Un canal d'évacuation de l'eau vers l'abreuvoir et le puits perdu ;
- Un puits perdu.

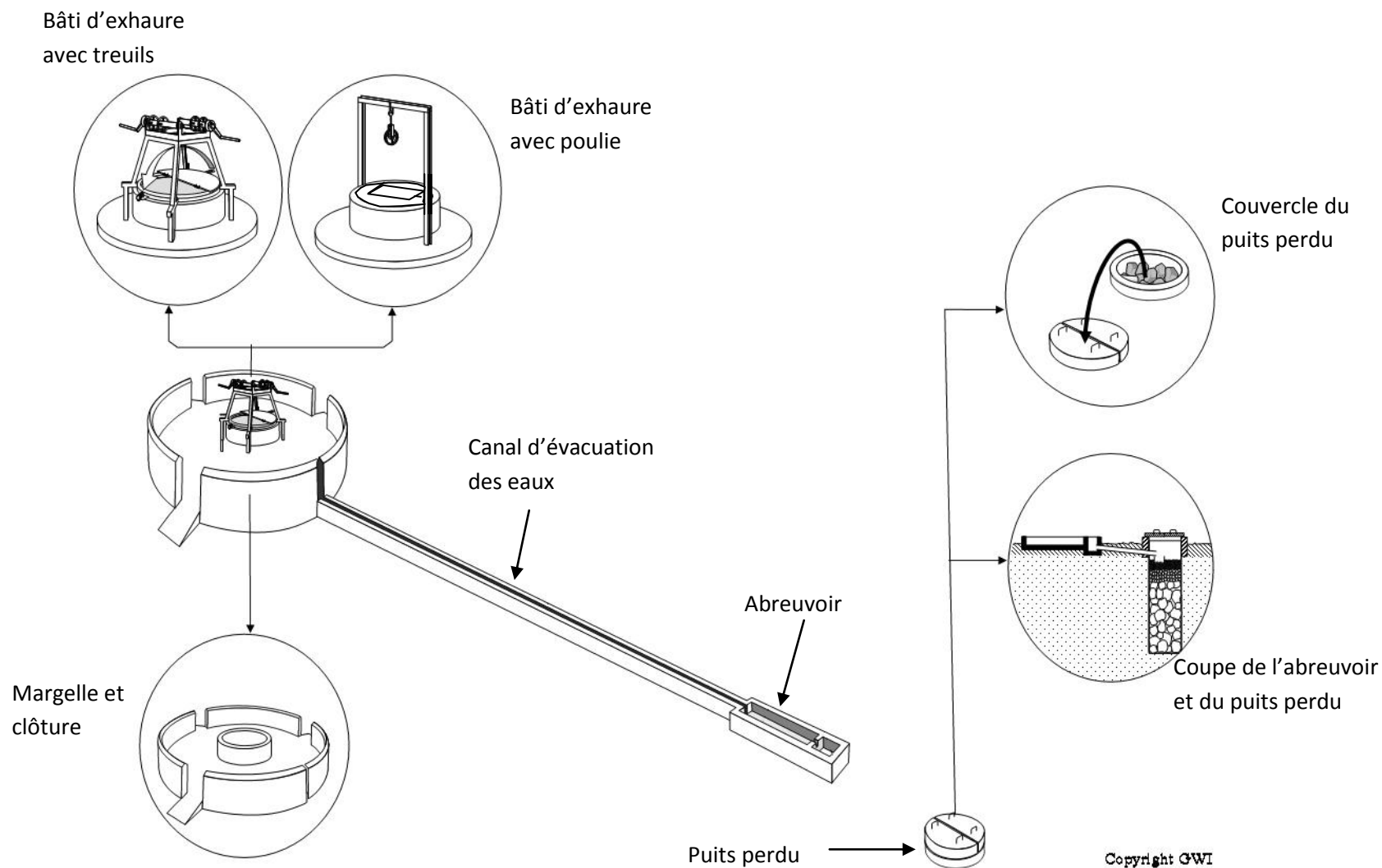


Figure 27: détails d'un modèle de superstructure

Exhaure de l'eau

Un ensemble de poulies ou de treuils montés sur un bâti permettent à plusieurs personnes de puiser l'eau au même moment.

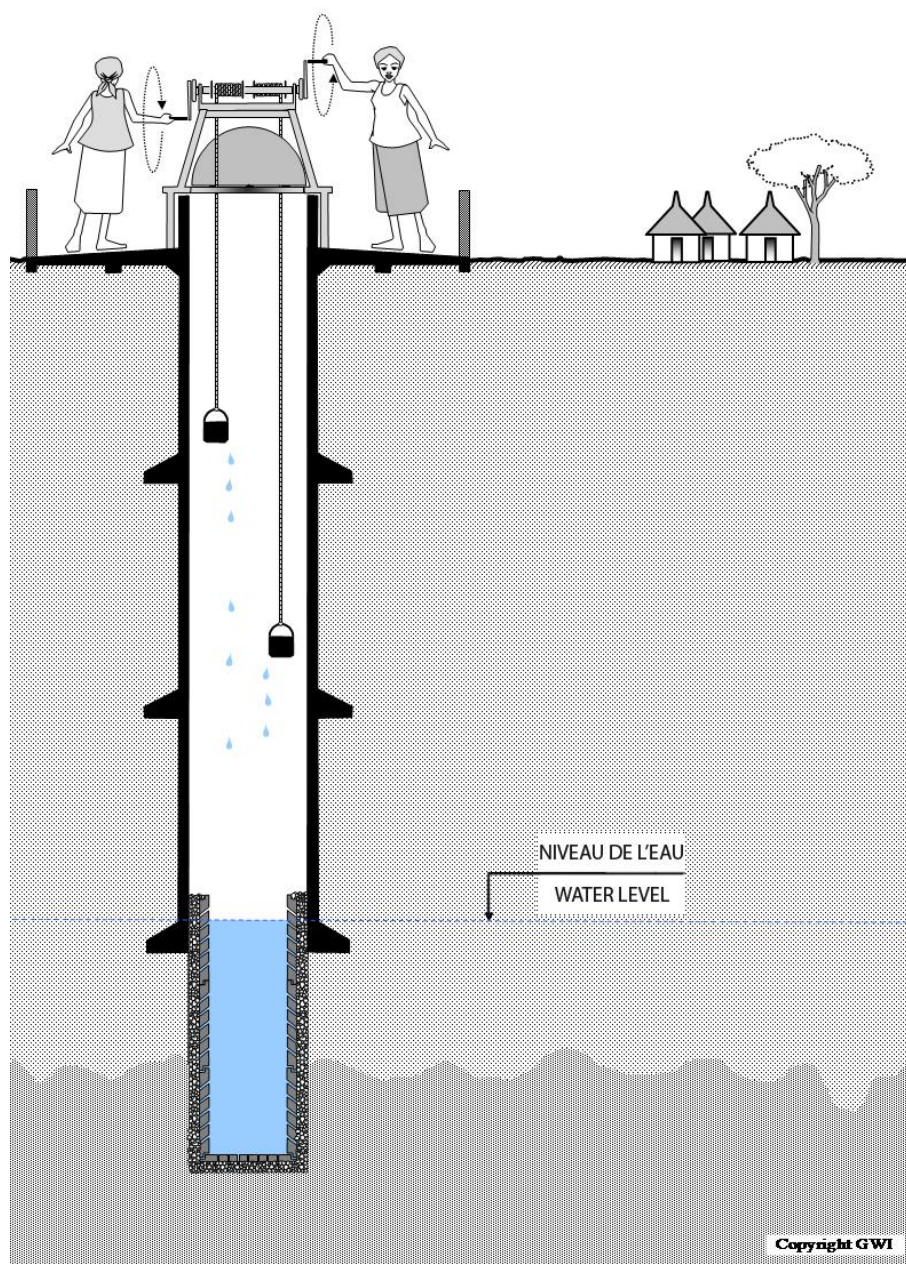


Figure 28: exhaure de l'eau avec des treuils

Niveau de service

Qualité de l'eau

L'eau souterraine exploitée par les puits est généralement de bonne qualité : elle provient principalement de l'eau de pluie qui s'infiltre à travers les différentes couches du sol et est ainsi filtrée. Cependant même si cette eau est sans contamination bactériologique, elle peut être inappropriée pour la consommation humaine à cause d'une contamination chimique naturelle (ex : arsenic). Il arrive aussi qu'elle soit polluée sur le plan chimique ou sur le plan bactériologique du fait d'activités humaines. En conclusion une analyse de la qualité chimique et bactériologique de l'eau est nécessaire pour s'assurer que l'eau est propre à la consommation humaine.

Il est important de souligner que l'eau des puits peut être facilement polluée par les cordes et les puisettes utilisées lors du puisage, la poussière et toute autre matière susceptible de tomber dans le puits.

Débit

Le débit est la quantité d'eau qui peut être extraite du puits dans un laps de temps donné. Il varie en fonction de la nature et de la capacité de la nappe souterraine qui alimente le puits. L'essai de pompage réalisé à la fin des travaux permet de déterminer le débit journalier du puits. Ce débit varie d'un puits à l'autre.

Niveau de service

La quantité d'eau pouvant être extraite du puits dépend aussi bien de la capacité de recharge de la nappe que de la vitesse à laquelle les gens peuvent puiser l'eau. Cette eau peut servir à tous les usages (boisson, cuisine, lessive, abreuvement des animaux, arrosage de petits jardins potagers) mais nécessitera parfois un traitement dans le cas d'une utilisation pour la boisson.

Cependant, compte tenu des capacités limitées de recharge de certains puits, certains usages peuvent être priorités si tous les besoins ne peuvent pas être couverts.

Les coûts

Les puits modernes sont coûteux à réaliser, mais peu coûteux en termes d'entretien et de maintenance. Il est attendu d'un tel ouvrage de durer 20 ans avant de nécessiter des travaux de réhabilitation importants. Les charges au cours de ces 20 ans sont de la responsabilité de la communauté.

Ce système génère trois types principaux de coûts:

Quoi?	Combien?	Quand?	Qui finance?
Coût d'investissement pour un puits moderne équipé de poulies ou de treuils. (Capital Expenditure: CapEx).	Environ 7500000 f CFA (\$ 15000 US) au Burkina Faso pour un puits à 30 m.	Ponctuel (au début)	Coûts partagés entre donateur externe et communauté.
Coûts de fonctionnement et d'entretien courant y compris les petites réparations. (Operation and Maintenance Expenditure: OpManEx).	Données fiables non disponibles. Les coûts doivent prendre en compte un certain nombre d'actions*	A prendre en compte dès le premier jour.	Communauté.
Grosses réparations et remplacement des pièces de rechanges. (Capital maintenance expenditure: CapManEx).		Normalement pas de réparation majeure avant 5 ans si l'ouvrage est bien construit.	Communauté, commune et autres appuis externes.

** : il s'agit du remplacement des cordages et poulies (ou treuils), de la maintenance et réparation du bâti d'exhaure, des petites réparations sur les buses et la superstructure, du curage périodique du puits suivi de désinfection, des réparations importantes sur la superstructure, le cuvelage et le captage, de l'ajout de massif filtrant, de la visite technique périodique d'examen du puits.*

Entretien et maintenance

Le remplacement de certaines pièces cruciales d'un puits moderne équipé de poulies ou de treuils doit être effectué au fur et à mesure qu'elles s'usent. Le coût de ces remplacements est intégré dans les « coûts de fonctionnement et d'entretien courant » ci-dessus.

Une réhabilitation importante peut être très coûteuse et pourrait largement dépasser ce que la plupart des communautés seraient en mesure de payer sans aide extérieure.

Compétences requises

Une bonne organisation est nécessaire pour la gestion du puits. Les éléments clés sont : l'association des Usagers de l'Eau (AUE), le Comité de Gestion du Pointu d'Eau (CGPE), etc.

Assurer un fonctionnement et un entretien correct d'un puits moderne équipé de poulies ou de treuils requiert les tâches suivantes :

A l'intérieur de la communauté

- La collecte de fonds en fonction d'un budget spécifique (un système transparent et redevable) ;
- La maintenance préventive du système d'exhaure de l'eau ;
- Les petites réparations sur la maçonnerie ;
- L'organisation et l'information des usagers du point d'eau;
- Le Suivi.

A l'extérieur de la communauté

- Curage périodique du puits suivi de désinfection ;
- Changement de certaines pièces, réparations (Artisan réparateur et maçon)
- Approvisionnement en pièces de rechanges;
- Réparations importantes sur la superstructure, le cuvelage et le captage, ajout de massif filtrant;
- Approfondissement du puits en cas de baisse importante du niveau de la nappe ;
- Assistance technique pour le suivi, le dépannage et la formation.

En conclusion:

Il est important de s'assurer que la communauté a compris les aspects clés de la technologie. Après avoir présenté les informations ci-dessus, les questions suivantes peuvent aider à guider la conversation avec la communauté et permettre de poser des questions spécifiques, d'exprimer des doutes et de susciter la discussion de points devant être clarifiés.

Q1. : Est-ce que l'eau d'un puits équipé de poulies ou de treuils est toujours potable?

Q2 : Si les poulies ou les treuils sont hors d'usage, peut-on puiser l'eau du puits avec un seau?

Q3 : Combien de personnes peuvent-elles puiser de l'eau en même temps?

Q4 : Quelles sont les principaux éléments du système?

Q5 : Quelle est la responsabilité de la communauté par rapport au fonctionnement et à l'entretien du système ?

Q6. : Quel montant la communauté doit-elle collecter chaque année pour la maintenance du système?

- Q7** : Combien de ménages utiliseront ce système? Combien alors chaque ménage devra t-il payer chaque année? Et combien chaque mois?
- Q8** : De quelles ressources extérieures au village auriez-vous besoin pour garder fonctionnel ce puits moderne?
- Q9** : Quels sont les avantages et les inconvénients d'un puits moderne équipé de poulies ou de treuils pour votre communauté?

4. PUIITS MODERNE EQUIPE DE POMPE A MOTRICITE HUMAINE

Description

Il s'agit d'un puits dont les parois sont revêtues de buses et équipé de pompe à motricité humaine. La plupart des pompes à motricité humaine peuvent pomper jusqu'à une profondeur de 45 à 60 m. Si le niveau de l'eau est plus bas que cela, il est peu probable qu'une pompe à motricité humaine soit la bonne solution. Une superstructure est construite pour protéger aussi bien le puits que la pompe de la détérioration et de la pollution.

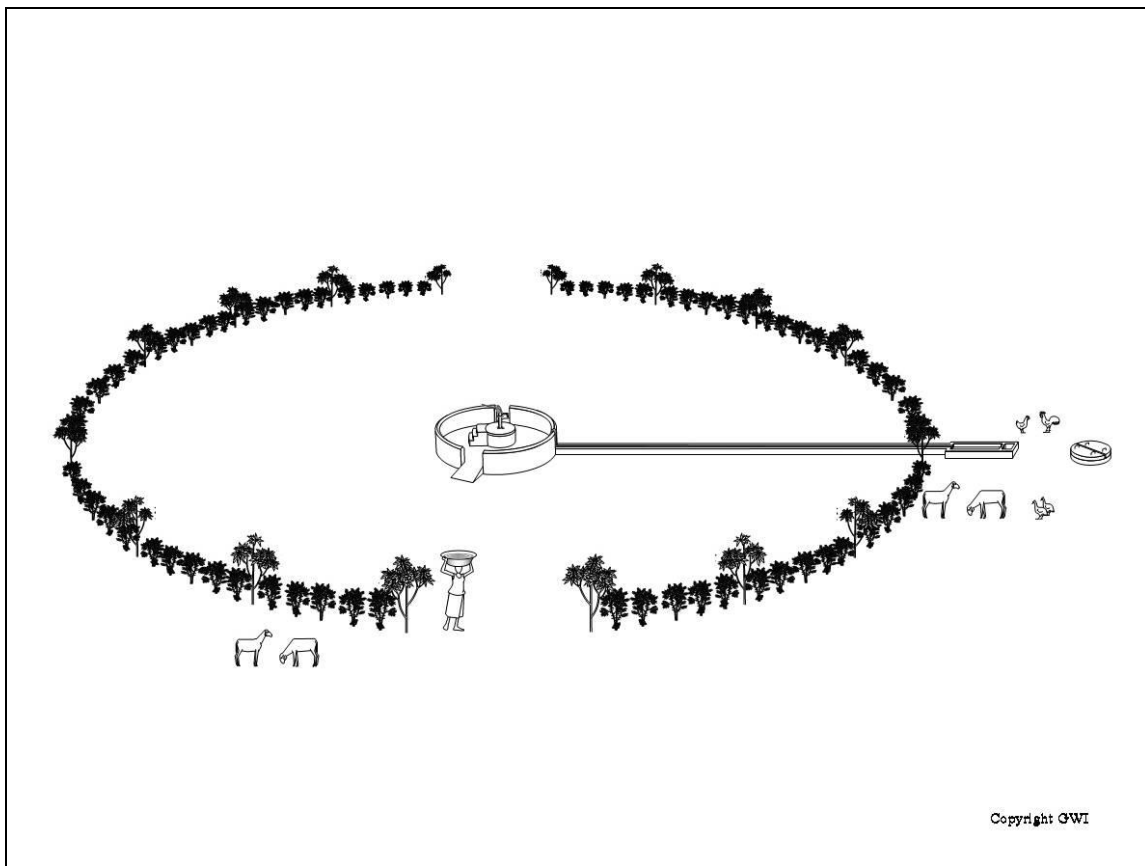


Figure 29: puits moderne équipé de pompe à motricité humaine

Puits busé

Un puits à grand diamètre est creusé jusque dans l'aquifère. Les parois du puits sont recouvertes de buses en béton armé sur toute la profondeur du puits.

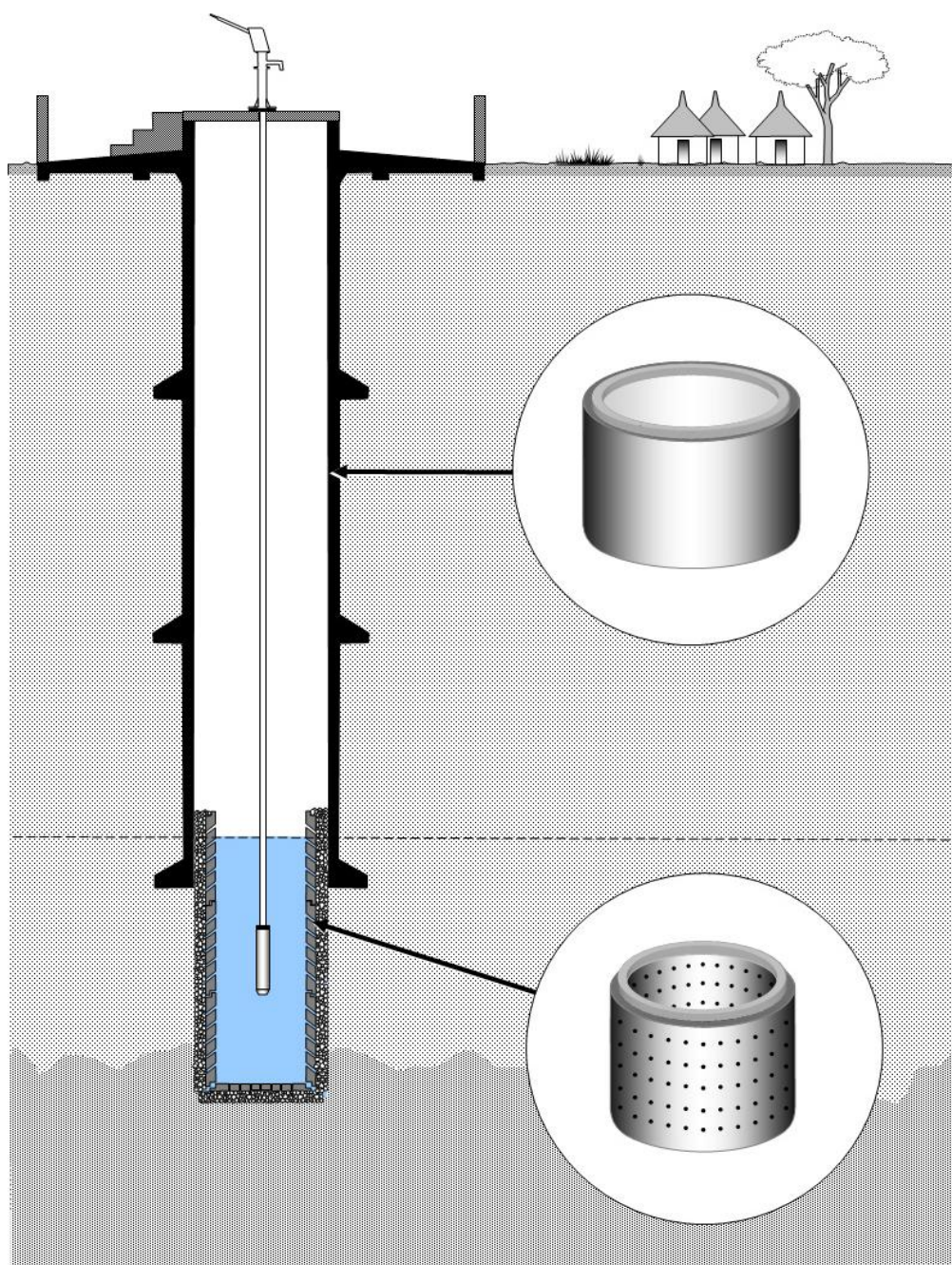


Figure 30: alimentation du puits par la nappe

Deux types de buses sont utilisés : pour les puits de 2m de diamètre, on utilise des buses pleines (qui constituent la partie appelée cuvelage) de diamètre intérieur 1.80 m au dessus de la nappe et des buses perforées (qui constituent la partie appelée captage) de diamètre intérieur 1.40 m pour la partie en dessous du niveau de l'eau.

Pour que le cuvelage soit bien soutenu, il doit être solidement ancré à la surface et à plusieurs endroits dans les parois du puits (en général tous les 10m).

Superstructure

Le puits doit être protégé par:

- une margelle avec une dalle en béton armé sur laquelle la pompe est installée;
- Un trottoir en béton ;
- Une clôture (muret, palissade, etc.) ;
- Un canal d'évacuation de l'eau vers l'abreuvoir et le puits perdu ;
- Un puits perdu.

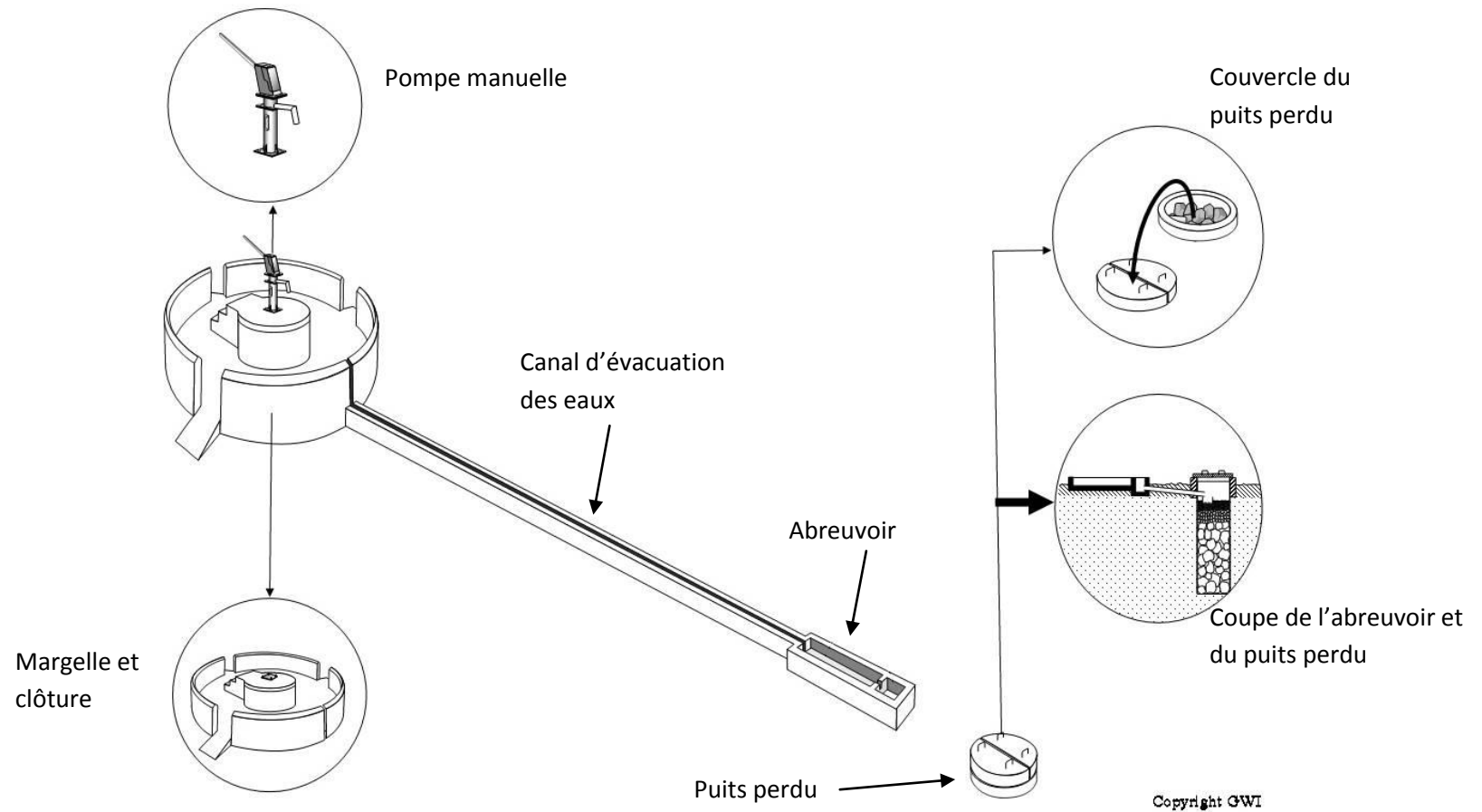
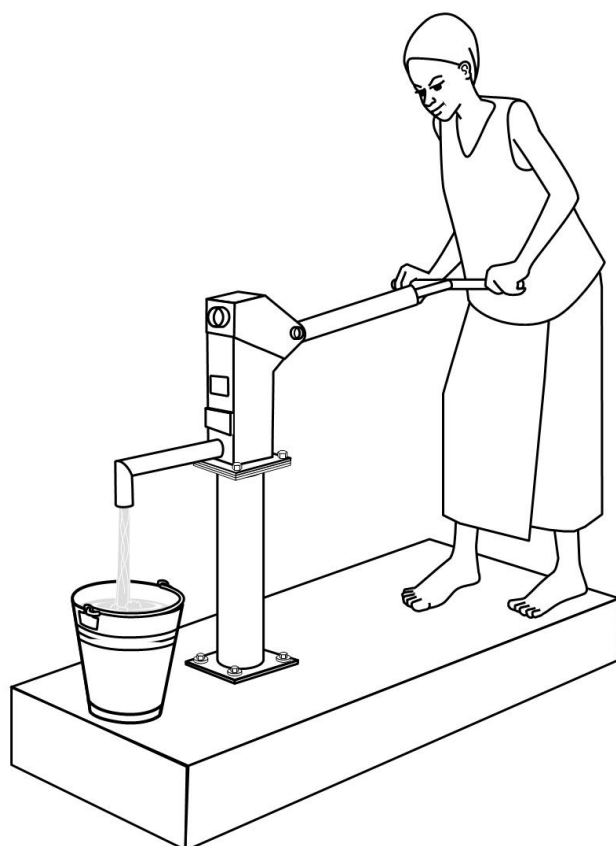


Figure 31: détails d'un modèle de superstructure

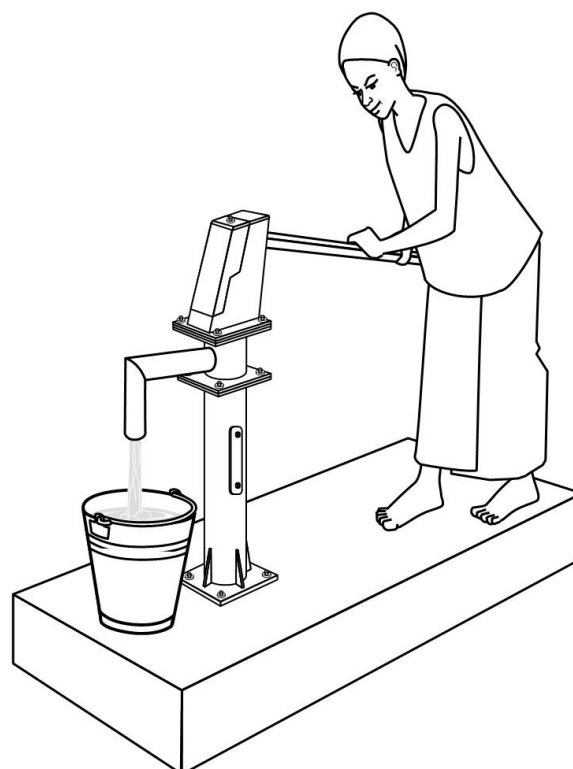
Choix de la pompe à motricité humaine

Un dispositif de pompage tel qu'une pompe à motricité humaine permet de tirer l'eau du puits. Plusieurs types de pompes manuelles existent. Les plus courantes en Afrique de l'Ouest sont :



Copyright GWI

Figure 32: pompe Afridev



Copyright GWI

Figure 33: pompe India Mark II

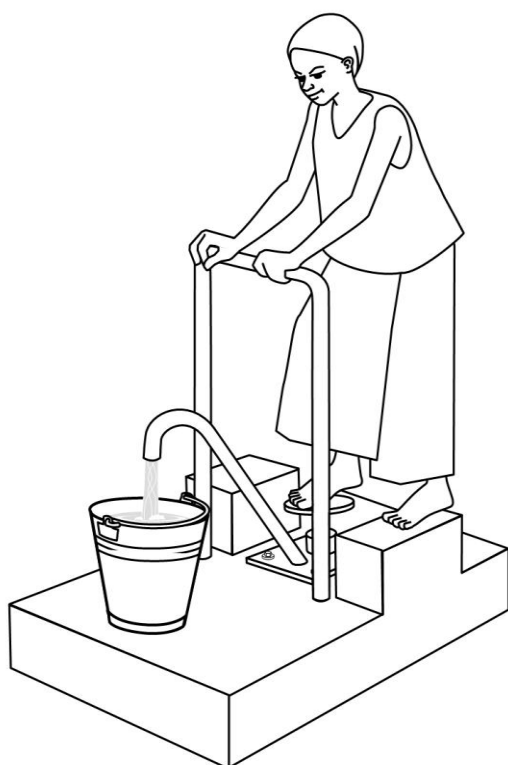
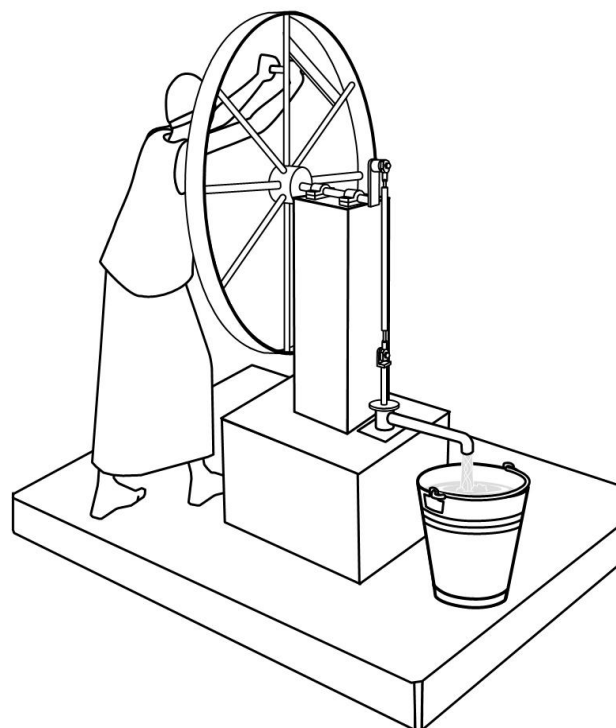


Figure 34: pompe Vergnet



Copyright GWI

Figure 35: pompe Volonta

Niveau de service

Qualité de l'eau

L'eau souterraine exploitée par les puits est généralement de bonne qualité : elle provient principalement de l'eau de pluie qui s'infiltre à travers les différentes couches du sol et est ainsi filtrée.. Cependant même si cette eau est sans contamination bactériologique, elle peut être inappropriée pour la consommation humaine à cause d'une contamination chimique naturelle (ex : arsenic). Il arrive aussi qu'elle soit polluée sur le plan chimique ou sur le plan bactériologique du fait d'activités humaines. En conclusion une analyse de la qualité chimique et bactériologique de l'eau est nécessaire pour s'assurer que l'eau est propre à la consommation humaine.

Débit

Le débit est la quantité d'eau qui peut être extraite du puits dans un laps de temps donné. Il varie en fonction de la nature et de la capacité de la nappe souterraine qui alimente le puits. L'essai de pompage réalisé à la fin des travaux permet de déterminer le débit journalier du puits. Ce débit varie d'un puits à l'autre.

Niveau de service

Avec une pompe manuelle, le puisage se fait une personne après l'autre, ce qui prend le temps des usagers.

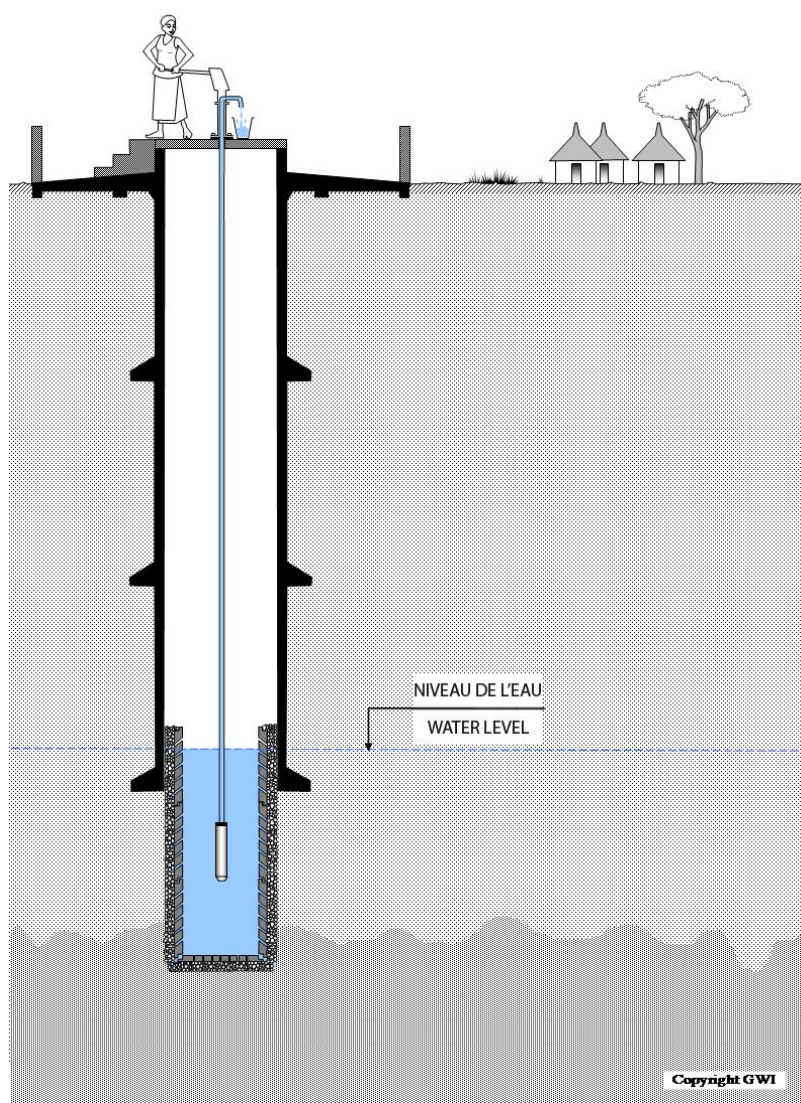


Figure 36: exhaure de l'eau

Les puits équipés de pompe à motricité humaine servent surtout à l'usage domestique (boisson, cuisine, lessive, hygiène corporelle). Occasionnellement l'eau peut servir à l'abreuvement de quelques animaux et à l'arrosage de petits jardins.

Coûts

Les puits modernes équipés de pompe à motricité humaine sont coûteux à réaliser, mais également coûteux en termes d'entretien et de maintenance. Il est attendu d'un tel ouvrage de durer 15 ans avant de nécessiter des travaux de réhabilitation importants. Les charges au cours de ces 15 ans sont de la responsabilité de la communauté.

Un puits moderne équipé de pompe à motricité humaine génère trois types principaux de coûts:

Quoi?	Combien?	Quand?	Qui finance?
Coût d'investissement pour un puits moderne équipé de pompe à motricité humaine. (Capital Expenditure: CapEx).	Environ 8500000 f CFA (\$ 17000 US) au Burkina Faso pour un puits à 30 m.	Ponctuel (au début)	Coûts partagés entre donateur externe et communauté.
Coûts de fonctionnement et d'entretien courant y compris les petites réparations. (Operation and Maintenance Expenditure : OpManEx).	Environ 140000 f CFA (\$280 US) / an au Burkina Faso pour une pompe India Mark II + coûts de maintenance du puits (*)	A prendre en compte dès le premier jour.	Communauté.
Grosses réparations et remplacement des pièces de rechanges. (Capital maintenance expenditure: CapManEx).		A partir de la 5 ^{ème} ou de la 7 ^{ème} année.	Communauté, commune et autres appuis externes.

(*): il s'agit des petites réparations sur les buses et la superstructure, du curage périodique du puits suivi de désinfection, des réparations importantes sur la superstructure, le cuvelage et le captage, de l'ajout de massif filtrant, de la visite technique périodique d'examen du puits.

Entretien et maintenance

Le remplacement des pièces d'un puits moderne équipé de pompe à motricité humaine doit être effectué au fur et à mesure qu'elles s'usent. Le coût de ces remplacements est intégré dans les « coûts de fonctionnement et d'entretien courant» ci-dessus.

Une réhabilitation importante peut être très coûteuse et pourrait largement dépasser ce que la plupart des communautés seraient en mesure de payer sans aide extérieure.

Compétences requises

Une bonne organisation est nécessaire pour la gestion du puits. Les éléments clés sont : l'association des Usagers de l'Eau (AUE), le Comité de Gestion du Pointu d'Eau (CGPE), etc.

Assurer le fonctionnement et l'entretien corrects d'un puits moderne équipé de pompe à motricité humaine requiert les tâches suivantes :

A l'intérieur de la communauté

- La collecte de fonds en fonction d'un budget spécifique (un système transparent et redevable) ;
- La maintenance préventive de a) la pompe - entretien quotidien effectué (mécanicien de pompe villageois) et de b) la superstructure (maçon du village) ;
- Les petites réparations sur la maçonnerie ;
- L'organisation et l'information des usagers du point d'eau;
- Le suivi.

A l'extérieur de la communauté

- Curage périodique du puits suivi de désinfection ;
- Maintenance régulière de la pompe, changement des pièces, réparations (Artisan réparateur)
- Approvisionnement en pièces de rechanges;
- Réparations importantes sur la superstructure, le cuvelage et le captage, ajout de massif filtrant;
- Approfondissement du puits en cas de baisse importante du niveau de la nappe ;
- Assistance technique pour le suivi, le dépannage et la formation.

En conclusion:

Il est important de s'assurer que la communauté a compris les aspects clés de la technologie. Après avoir présenté les informations ci-dessus, les questions suivantes peuvent aider à guider la conversation avec la communauté et permettre de poser des questions spécifiques, d'exprimer des doutes et de susciter la discussion de points devant être clarifiés.

Q1. : Est-ce que l'eau d'un puits équipé de pompe à motricité humaine est toujours potable?

Q2 : Si la pompe tombe en panne, peut-on puiser l'eau du puits avec un seau?

Q3 : Combien de personnes peuvent-elles puiser de l'eau en même temps?

Q4 : Quelles sont les principaux éléments du système?

- Q5** : Quelle est la responsabilité de la communauté par rapport au fonctionnement et à l'entretien du système ?
- Q6.** : Quel montant la communauté doit-elle collecter chaque année pour la maintenance du système?
- Q7** : Combien de ménages utiliseront ce système? Combien alors chaque ménage devra t-il payer chaque année? Et combien chaque mois?
- Q8** : De quelle ressource extérieure au village auriez-vous besoin pour garder fonctionnelle ce puits moderne?
- Q9** : Quels sont les avantages et les inconvénients d'un puits moderne équipé de pompe à motricité humaine pour votre communauté?

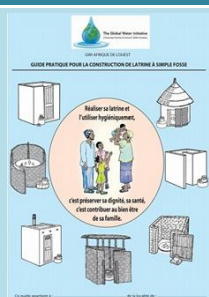
BIBLIOGRAPHIE

- Agence Française de Développement, 2011, Guide méthodologique, Réalisation et gestion des forages équipés d'une pompe à motricité humaine en Afrique subsaharienne, septembre 2011.
- Arjen van der Wal, 2009, Connaissances des méthodes de captage des eaux souterraines appliquées aux forages manuels, Fondation PRACTICA, Janvier 2009.
- Babacar Dieng, 2005, Hydrogéologie et ouvrages de captage, Groupe EIER-ETSHER, Juillet 2005.
- Burkina Faso, Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, Direction Générale des Ressources en Eau, 2006, Normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable et à l'assainissement au Burkina Faso.
- Denis Zoungrana, 2003, Cours d'approvisionnement en eau potable, EIER.
- Erich Baumann, 2003, Technology Options in Rural Water Supply, RWSN/Skat, Sept. 2003.
- François Brikké, Maarten Bredero, 2003, Linking technology choice with operation and maintenance in the context of community water supply and sanitation (World Health Organization and IRC Water and Sanitation Centre Geneva, Switzerland, 2003).
- Jimmy Royer, Thomas Djiako, Eric Schiller, Bocar Sada Sy, 1998, Le pompage photovoltaïque. Manuel de cours à l'intention des ingénieurs et des techniciens, IEPF/Université d'Ottawa / EIER / CREPA, 1998.
- République du Mali, Ministère des mines, de l'énergie et de l'eau, Direction nationale de l'hydraulique, 2004, Guide méthodologique des projets d'alimentation en eau potable, 2004.
- République du Niger, Direction Générale de l'Hydraulique, 2010, Guide des services d'alimentation en eau potable dans le domaine de l'hydraulique rurale.
- WASHCost, 2010, fiche technique n°1, Approche des coûts à long terme (CLT), Glossaire et composante des coûts, IRC International Water and Sanitation Centre, Avril 2010.
- WaterAid/Caroline Penn, Technology notes.

La série technique de GWI : la qualité des infrastructures pour un accès durable à l'eau et à l'assainissement:

Guide pratique pour la construction de latrine à simple fosse.

Réf. : 2011-01-F



Contractualisation de la réalisation des points d'eau: formulaires de réception provisoire et définitive.

Réf. : 2012-04-F



Démarche qualité pour la réalisation d'infrastructures durables en Afrique de l'Ouest.

Réf. : 2012-01-F



Les étapes essentielles avant la mise en service d'un forage (équipé de pompe manuelle) au profit d'une communauté.

Réf. : 2012-05-F



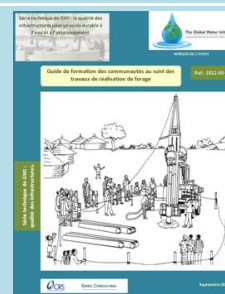
Fiches de suivi de points d'eau et de latrines.

Réf. : 2012-02-F



Guide de formation des communautés au suivi des travaux de réalisation d'un mini réseau d'approvisionnement en eau à énergie solaire.

Réf. : 2012-06-F



Guide de formation des communautés au suivi des travaux de réalisation de forage.

Réf. : 2012-03-F



Faire le bon choix: un comparatif des technologies d'approvisionnement en eau en milieu rural.

Réf. : 2012-07-F



Ces documents sont également disponibles en Anglais.

Auteurs principaux : Lambert Zounogo P. NIKIEMA (CRS), Sue CAVANNA (Sahel Consulting) et Jean-Philippe DEBUS (CRS).



The Global Water Initiative
A Partnership Funded by the Howard G. Buffet Foundation