

# Réalisation et gestion des forages équipés d'une pompe à motricité humaine en Afrique subsaharienne

Ouvrage collectif coordonné par :

- Karine Fouin, Agence Française de Développement  
division Eau et Assainissement  
[frouink@afd.fr](mailto:frouink@afd.fr) ou [eau\\_assainissement@afd.fr](mailto:eau_assainissement@afd.fr)
- et le Programme Solidarité Eau  
[pseau@pseau.org](mailto:pseau@pseau.org)



## Remerciements

L'Agence Française de Développement tient à exprimer ses vifs remerciements aux nombreux décideurs et experts qui ont contribué fondamentalement à la rédaction de ce guide en partageant leurs expériences de terrain.

Elle remercie également toute l'équipe du PS-Eau pour sa mission d'animation des échanges et de capitalisation des bonnes pratiques.

Enfin, l'Agence Française de Développement tient à remercier les bureaux Antea et Vergnet Hydro pour leur relecture approfondie du présent document.

# Préface

Les Nations Unies ont inscrit en 2007 l'accès à l'eau potable et à l'assainissement au cœur des Objectifs du Millénaire pour le Développement. Cet engagement se retrouve à travers l'objectif n° 7 : « Réduire de moitié, d'ici à 2015, le pourcentage de la population qui n'a pas accès de façon durable à un approvisionnement en eau potable ni à des services d'assainissement de base ». Au rythme actuel, l'Afrique subsaharienne atteindra difficilement cet objectif : 330 millions de personnes n'ont toujours pas accès à un approvisionnement en eau potable. La grande majorité d'entre elles vit en zones rurales.

Dans ces zones, les forages et les puits équipés d'une pompe à motricité humaine constituent les principaux modes d'approvisionnement en eau potable. Suite aux sécheresses des années 1970, les financements internationaux se sont multipliés : différents types de pompes ont été installés et les modes de mise en œuvre des projets se sont diversifiés. Les approches quantitatives ont été privilégiées, souvent au détriment des diligences sociales et économiques nécessaires à la durabilité des investissements. Il en résulte des ouvrages de qualité insuffisante et des modes de gestion du service non pérennes.

Le présent guide vise à capitaliser les enseignements tirés de vingt ans de financement de projets d'hydraulique villageoise, notamment par l'AFD. L'analyse cible la réalisation et la gestion des forages équipés d'une pompe à motricité humaine en Afrique subsaharienne. Le guide valorise les bonnes pratiques et souligne les erreurs constatées. Ces éléments permettront aux décideurs des pays en développement, à leurs partenaires techniques et financiers et aux bureaux d'ingénierie technique et sociale de mieux concevoir des programmes d'hydraulique villageoise répondant à la demande des bénéficiaires et de mettre en place des modes de gestion adaptés.

Dov Zerah

## Résumé

En Afrique subsaharienne, les principaux modes d'approvisionnement en eau potable en milieu rural sont les puits protégés et les forages équipés d'une pompe à motricité humaine. Pour viser les Objectifs du Millénaire pour le Développement, des efforts doivent être faits pour augmenter le rythme de réalisation des ouvrages hydrauliques, mais aussi pour mettre en place des systèmes de gestion des points d'eau améliorés plus performants et durables.

Après un rappel des principales caractéristiques des pompes à motricité humaine et des principaux facteurs déterminant la pérennité des points d'eau améliorés, le présent guide abordera successivement les principales composantes d'un programme d'hydraulique villageoise : la mobilisation sociale des usagers, l'implantation des points d'eau, l'exécution des forages et le captage des nappes, la fourniture et la pose des pompes à motricité humaine, l'aménagement des points d'eau, la formation des acteurs, et enfin la promotion des comportements hygiéniques. Certaines de ces activités sont à mettre en œuvre de façon concomitante.

En annexe, le lecteur trouvera des éléments clés devant figurer dans les termes de référence du consultant en charge de l'étude de faisabilité d'un projet d'hydraulique villageoise et dans les termes de référence de l'ingénieur conseil du projet.

## Abstract

### **Summary of the methodological guidebook: "Design, construction and management of wells with human-powered pumps in Sub-Saharan Africa"**

*Covered wells and boreholes, equipped with a human-powered pump, supply most drinking water in the rural environment of Sub-Saharan Africa. To satisfy the Millennium Development Goals, the rhythm of creating hydraulic structures should be accelerated, but it will be equally necessary to set up more successful and sustainable management systems for such improved water-supply points.*

*The present guidebook starts with a reminder of the main characteristics of human-powered pumps and of the principal factors determining the durability of improved water points, followed by successive descriptions of the main components of a water-supply programme to villages. These include: the social mobilization of the users, the siting of the water points, the drilling of wells and the tapping of aquifers, the supply and installation of human-powered pumps, the development of the water points, the training of users, and, finally, the promotion of hygienic behaviour. Some of these activities will be concomitant. In an appendix, the reader finds the key elements that should be included in the terms of reference for the consultant in charge of a feasibility study for a village-water-supply project, and in those for the engineer supervising the project.*

# sommaire

7 Introduction


## 11 1. Cadrage d'un projet

---

- 11 Les particularités d'une pompe à motricité humaine
- 12 Facteurs déterminants de la pérennité du point d'eau
- 15 Eau et santé
- 15 Articulation entre les phases du projet


## 16 2. Mobilisation sociale et modalités de participation au projet

---

- 16 Décider en connaissance de cause
- 17 Contribution financière des populations
- 20  *Idées à retenir*


## 22 3. Implantation des points d'eau

---

- 22 Les recherches bibliographiques
- 22 Les investigations géologiques et hydrogéologiques de terrain
- 23 La prospection géophysique
- 25  *Idées à retenir*


## 28 4. Exécution des forages et captage des nappes

---

- 28 Les pratiques d'exécution des travaux de foration à moindre coût
- 29 Exécution des travaux de foration
- 30 Tubage du forage et son développement
- 32 La qualité de l'eau
- 33 Quelques notions de coût d'un forage
- 34  *Idées à retenir*

## 35 5. Fourniture et pose des pompes à motricité humaine

---

- 35 Choix du modèle de pompe à motricité humaine
- 38 Une question de qualité
- 39 La passation de marché pour la fourniture de la pompe à motricité humaine
- 39 La pose de la pompe
- 40 Quelques notions de coût d'une pompe à motricité humaine
- 41  *Idées à retenir* ▶

**42 6. Aménagement des points d'eau**

---

42 Modèles de superstructures

44  *Idées à retenir*

**45 7. Gestion des points d'eau**

---

45 Les différentes organisations de la gestion des points d'eau

47 La structure de gestion des points d'eau du village

48 Le prix de l'eau et les modalités de paiement

50 La formation des gestionnaires et prestataires

56  *Idées à retenir*

**58 8. Promotion de comportements hygiéniques**

---

59 Une préoccupation disproportionnée pour la propreté de l'abord du point d'eau

59 Les techniques participatives ne peuvent compenser une démarche dirigiste

60 Conséquences pour l'animation

60  *Idées à retenir*

**62 9. Conclusion**

---

63 Animation

64 Artisans réparateurs et dépositaires de pièces détachées

64 Vers de nouveaux montages pour la mise en œuvre des projets d'hydraulique villageoise

**67 Annexes**

---

68 1. Normes pour aciers galvanisés et aciers inoxydables

69 2. Eléments de termes de références : 1) du consultant en charge de l'étude de faisabilité ; 2) de l'ingénieur-conseil du projet

**84 Références bibliographiques**

# Introduction

Les ressources en eau souterraine, provenant de systèmes aquifères plus ou moins profonds, constituent le principal mode d'approvisionnement en eau des populations rurales d'Afrique. La répartition très inégale de ces ressources (dans l'espace – selon le contexte hydrogéologique – et dans le temps – variations annuelles et saisonnières importantes) et parfois leur grande rareté sont l'un des drames du Sahel, dont la ceinture s'étend, d'ouest en est, de l'Atlantique à la mer Rouge, en passant par la Mauritanie, le Sénégal, le Mali, le Burkina, le Niger, le Tchad et le Soudan.

En Afrique subsaharienne (qui regroupe les régions d'Afrique de l'Est, d'Afrique australe, d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique centrale), les principaux points d'eau traditionnels dans de nombreuses zones rurales sont de petits étangs ou marigots et des puits non protégés. La consommation d'eau provenant de ces sites, généralement pollués et souvent temporaires (sources asséchées en période sèche), est source de maladies, notamment diarrhéiques.

Pour assurer un approvisionnement pérenne en eau, les autorités des pays d'Afrique subsaharienne réalisent depuis plusieurs décennies des projets d'hydraulique villageoise, avec des technologies de pompage très variées pour extraire l'eau souterraine. On distingue les systèmes de pompage selon leur source d'énergie :

- à motricité humaine (pompes manuelles ou à pédales) ;
- thermique (groupe électrogène) ;
- photovoltaïque ;
- mixte ;
- électrique ;
- éolien.

L'utilisation des pompes à motricité humaine est largement diffusée pour équiper les forages et les puits cimentés<sup>1</sup>, permettant de disposer d'un point d'eau potable (sous réserve des analyses physico-chimiques) et pérenne (sous réserve d'un entretien régulier de la pompe) au niveau du village. Ce sont les systèmes de pompage les plus courants en Afrique subsaharienne, même si les taux d'accès sont très variables d'un village à l'autre.

L'Afrique subsaharienne est la région du monde qui rencontre le plus de difficultés à accroître l'utilisation de points d'eau améliorés. En 2008, en Afrique subsaharienne, le taux de desserte en eau potable pour le milieu rural était de 47 %<sup>2</sup>. Et, pour plus d'un quart de la population dans plusieurs pays d'Afrique subsaharienne, la collecte de l'eau (à un point d'eau dit « amélioré »<sup>3</sup>) prend plus d'une demi-heure par voyage aller-retour<sup>4</sup>. Or les recherches montrent que ceux qui passent plus d'une demi-heure, aller-retour, par voyage, pour alimenter leur famille en eau, réduisent progressivement les quantités collectées et finissent même par ne plus couvrir

---

1. Catégorie des points d'eau dits « modernes » selon la définition de l'Organisation mondiale de la santé et de l'Unicef, Progrès en matière d'assainissement et d'alimentation en eau potable, rapport 2010.

2. Progrès en matière d'assainissement et d'alimentation en eau potable, Organisation Mondiale de et Unicef, rapport 2010.

3. Selon la définition de l'Organisation mondiale de la santé et de l'Unicef, Progrès en matière d'assainissement et d'alimentation en eau potable, rapport 2010 : « robinets ou bornes-fontaines publics, puits tubulaires ou forages, puits protégés, sources protégées ou collecte des eaux de pluie » ou « raccordement de la famille à un réseau d'adduction d'eau avec branchement dans l'habitation, la parcelle ou la cour de l'usager ».

4. Progrès en matière d'assainissement et d'alimentation en eau potable, Organisation mondiale de la santé et Unicef, rapport 2010.

## ● Tendance 2005-2015 de la desserte en eau en Afrique subsaharienne

L'Afrique subsaharienne reste la région où la situation demeure la plus préoccupante : malgré une progression de 7 % de l'approvisionnement en eau amélioré entre 1990 et 2004, le nombre effectif de personnes qui restent privées d'accès à l'eau potable a augmenté de 60 millions. L'évolution actuelle de la couverture indique que, d'ici à 2015, le nombre de personnes non desservies va augmenter de 47 millions dans cette région.

Source : Organisation Mondiale de la Santé et Unicef, 2007.<sup>6</sup>

la totalité des besoins<sup>5</sup>.

Les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) visent, entre autres, à réduire de moitié, entre 2007 et 2015, la proportion de la population qui n'a pas d'accès durable à de l'eau potable.

Pour être sur la route de réalisation des OMD pour l'eau potable, l'Afrique subsaharienne devra construire presque 43 000 points d'eau par an sur la période 2007-2015 (soit un total de plus de 385 000 forages<sup>7</sup>). Dans beaucoup de pays, cela nécessite de doubler le rythme actuel de réalisation de forages dotés d'une pompe à motricité humaine ou de puits cimentés, mais aussi, de mettre en place des systèmes de gestion des points d'eau plus performants et durables. Dorénavant, il s'agit donc de réaliser des points d'eau plus vite et mieux, tout en veillant à leur pérennité et à un réel impact sur le plan sanitaire.

Il est donc opportun de capitaliser les enseignements et bonnes pratiques issus des expériences de terrain. A cet effet, l'Agence française de Développement (AFD) a initié une étude visant à préciser les prescriptions techniques pour la

réalisation de forages équipés d'une pompe à motricité humaine au vu des principaux enseignements des vingt dernières années. Il ne s'agit pas de réécrire les stratégies sectorielles mais de valoriser les démarches qui ont fait leurs preuves, celles qui paraissent prometteuses et de mettre en exergue les erreurs basiques. Ce document présente les informations, données ou méthodes à préconiser et celles qui sont catégoriquement à exclure en raison de leur manque de pertinence, des biais qu'elles sont susceptibles de générer, ou encore des surcoûts inutiles dans le contexte de l'hydraulique villageoise.

Bien que ce guide vise plus à capitaliser sur les projets de réalisation des forages équipés d'une pompe à motricité humaine que sur les projets de réhabilitation des dites pompes ou de réalisation de puits modernes, le lecteur y trouvera de nombreux éléments opérationnels également utiles pour ces sujets (notamment sur les méthodes d'animation).

Les expériences analysées sont principalement issues de projets réalisés en milieu rural dans des pays d'Afrique subsaharienne. Néanmoins, les enseignements tirés de ces expériences peuvent avoir une portée bien plus importante en terme géographique. Certains contextes particuliers demanderaient cependant l'élaboration d'un autre guide (par exemple pour l'Asie en raison de ses caractéristiques propres en termes de densité de population, d'organisation sociale,

5. Hutton G, Haller L, *Evaluations of the cost and benefits of water and sanitation improvements at the global level*. Genève, Organisation mondiale de la santé, 2004.

6. Atteindre l'OMD relatif à l'eau potable et à l'assainissement, le Défi urbain et rural de la Décennie, Organisation mondiale de la santé et Unicef, 2007.

7. Unicef, 2009.



de développement du tissu industriel, d'électrification, etc.).

Pour produire le présent guide, l'Agence française de Développement a confié en 2005 la réalisation d'une première analyse au Programme Solidarité Eau (pS-Eau). A cette fin, le pS-Eau a consulté une vingtaine d'experts en 2006. A chacun ont été adressés des questionnaires composés de quelques questions fermées et d'une question ouverte.

La consultation a porté sur :

- les études d'implantation des points d'eau ;
- les travaux de foration ;
- la fourniture et la pose des pompes et l'aménagement du point d'eau ;
- la préparation au jeu d'acteurs pour la gestion du point d'eau et le service après-vente ;
- la participation à la réalisation du projet ;
- la promotion de l'hygiène.

Le guide méthodologique issu de ce processus de concertation a ensuite été approfondie et actualisée en 2010 par l'Agence française de Développement, avec l'appui des bureaux Antea et Vergnet-Hydro. Certaines références datant de 2004 à 2006 ont été maintenues dans le texte du fait de leur caractère intemporel. D'autres,

en particulier au Tchad, ont été mises à jour, notamment avec le concours du bureau d'études Igip-Burgeap.

Une note pratique à l'attention des responsables de projets est annexée au présent document. Elle présente des éléments de termes de référence i) du consultant en charge de l'étude de faisabilité et ii) de l'ingénieur-conseil du projet (intégrant les volets mobilisation sociale, formation et travaux).

Bien que l'exercice visait à aboutir à l'élaboration un guide le plus opérationnel possible, il connaît des limites :

- les questionnaires étaient succincts ; les experts avaient peu de marges pour faire valoir leurs préoccupations. Il ne s'agit donc pas d'un sondage, ni d'une enquête. Il en résulte que certains points n'ont pas été traités. Par exemple, les questions liées au fonçage de puits cimentés à grand diamètre et à leur aménagement n'ont pas été abordées.
- le présent guide catégorise les points discutés avec les experts selon qu'ils font l'objet, ou non, d'un consensus. Cette approche peut parfois être limitative, mais elle permet néanmoins de recentrer et faciliter les débats sur des énoncés précis.



# 1 Le cadrage d'un projet d'hydraulique villageoise

Cette partie vise à rappeler quelques notions (particularités d'une pompe à motricité humaine et facteurs déterminants de sa pérennité, rapport eau et santé) indispensables pour identifier les composantes d'un projet d'hydraulique villageoise.

Pour contribuer à ses objectifs, « une meilleure qualité de vie pour l'ensemble de la population » et plus spécifiquement « la réduction de la mortalité infantile liée aux diarrhées endémiques », le projet doit clairement afficher les résultats qui en sont attendus :

- a. des points d'eau potable pérennes sont situés à proximité des domiciles ;
- b. les acteurs en charge de la gestion et de la maintenance des points d'eau accomplissent correctement leurs rôles ;
- c. les usagers utilisent une eau saine et en quantité suffisante pour leurs besoins hygiéniques de base.

## 1. Les particularités d'une pompe à motricité humaine

Outre le fait que les pompes à motricité humaine utilisent une source d'énergie humaine (pompes manuelles ou à pédales), elles ont comme principales caractéristiques :

- un faible coût d'investissement ;
- une « facilité » d'installation et de maintenance ;
- une profondeur d'installation limitée ;
- une durée de vie assez longue estimée en moyenne à 30 ans (mais variable selon les fournisseurs) ;
- un débit d'exploitation limité qui ne permet de délivrer qu'une quantité limitée d'eau ;
- une bonne protection de la ressource si l'ouvrage est bien exécuté.

La majorité des pompes à motricité humaine sont des pompes volumétriques à piston immergé et



Forage équipé d'une pompe à motricité humaine.

commandées par une tringlerie mécanique ou hydraulique (cas de la baudruche hydraulique Vegnet-Hydro).

Certaines sont capables de refouler l'eau sur une hauteur de plus de 60 m (la partie 5.1 apporte plus d'éléments pouvant orienter le choix d'un modèle).

Les autorités des pays définissent des taux d'accès à l'eau potable sur la base d'un calcul qui prend en compte le nombre d'habitants par pompe à motricité humaine et la distance qui sépare le point d'eau du domicile de l'utilisateur final.

### ● Exemples de bases de calcul des taux d'accès à l'eau potable en milieu rural

- **Au Mali** : « Un point d'eau moderne pour 400 personnes disposant de 20 litres par jour. »
- **Au Burkina Faso** : « Un point d'eau moderne pour 300 personnes disposant de 20 litres par jour, à une distance de 1000 m au maximum de leur habitation. »

## 2. Facteurs déterminants de la pérennité du point d'eau

### ● Exemple au Tchad de forages équipés d'une pompe à motricité humaine et abandonnés

En 2006, une étude-bilan de plusieurs projets de bailleurs de fonds exécutés en 2003-2004 (G. Lafortune<sup>8</sup>) dressait un bilan négatif du fonctionnement des pompes à motricité humaine du Tchad, pour des réalisations datant de 5 à 15 ans. Si 80 % des villages disposaient d'une caisse « eau » gérée par le Comité de Gestion du Point d'Eau et alimentée par cotisation (53 % des cas), par la vente de l'eau à la consommation (39 % des cas) ou par cotisation en cas de panne (8 % des cas), dans l'ensemble des cas, le montant disponible au niveau de la caisse était insuffisant pour faire face aux réparations.

Toutefois, l'inventaire des ouvrages hydrauliques en cours en 2010-2011, montre qu'un forage en panne est d'abord abandonné parce que la population dispose de solutions alternatives pour accéder à l'eau (comme dans le sud du Tchad). Dans les régions où l'eau est rare, ou difficile d'accès et coûteuse (Est, Kanem, Bahr El Gaze), les villageois paient la réparation (cotisation à la panne) même si la caisse est vide au jour de la panne.

L'expérience montre que la pérennité du point d'eau dépend essentiellement de quatre facteurs :

- la demande solvable des usagers ;
- la réalisation du forage et l'installation de la pompe dans les règles de l'art ;
- une gestion responsable du point d'eau ;
- un service après-vente réactif et performant.

### Une demande solvable des usagers

La demande solvable dépend de la qualité du service et de l'eau en comparaison avec les caractéristiques que présentent les sources d'eau alternatives :

- la **qualité du service** est surtout considérée du point de vue de la proximité du point d'eau, du temps d'attente au point d'eau (qui dépend du débit de la pompe et du nombre d'usagers qui l'utilisent) et de la facilité d'utilisation de l'installation ;

8. Etude bilan des programmes d'hydraulique villageoise effectuée au Tchad en 2006 et cofinancée par le Pnud (programme Gedel) et l'AFD.

## ● Descriptif des forages en panne au Burkina Faso

Plus de 30 000 pompes à motricité humaine existent au Burkina Faso et leur taux de panne est de 23 % (16 % en panne et 7 % abandonnées).

Les principaux problèmes rencontrés dans la gestion des pompes à motricité humaine sont :

- le manque d'argent pour assurer la réparation en cas de panne ;
- une contribution financière des usagers uniquement en cas de panne et donc des pannes souvent longues ;
- l'absence de maintenance préventive des ouvrages

qui se détériorent et qui doivent être remplacés, alors qu'une pompe pourrait avoir une durée de vie illimitée si la maintenance était assurée de façon régulière et que les pièces usées étaient remplacées à temps. Cette absence de maintenance préventive a également l'inconvénient de renchérir le coût des réparations ;

- le manque de transparence dans la gestion par les comités de points d'eau puisqu'il n'y a pas de contrôle.

Source : Antea, 2006

- **la qualité de l'eau** est appréciée par les usagers pour son goût et sa clarté<sup>9</sup>. Généralement la perception des risques sanitaires joue peu sur le choix de créer un nouveau point d'eau (sauf dans les localités qui ont connu le choléra ou le ver de Guinée). Mais cette perception peut être amenée à évoluer suite à des actions de sensibilisation, motivant alors les usagers à utiliser le nouveau point d'eau. Une fois le choix du point d'eau effectué, la quantité d'eau utilisée dépendra à la fois de son prix de vente et des modalités de paiement.

La contribution financière des populations au projet n'est pas nécessairement un indicateur d'une réelle demande solvable (voir partie 2.2).

### La réalisation du forage et l'installation de la pompe dans les règles de l'art

La pérennité d'un forage équipé d'une pompe à motricité humaine dépend tout d'abord de la qualité de la réalisation du forage. Le forage

9. C'est-à-dire l'absence de couleur (exemple : comme le rouge provenant des éléments ferreux), et non pas la potabilité.

doit être réalisé dans les règles de l'art et équipé de façon à satisfaire une augmentation de la population si son débit le permet (voir partie 5). Ensuite, le type de la pompe à motricité humaine doit répondre aux attentes de la population et sa qualité doit être satisfaisante afin que les pannes soient les moins fréquentes possibles (voir partie 5).

### Une gestion responsable du point d'eau

La gestion d'un point d'eau dépend de quatre facteurs :

- **Le leadership de l'autorité villageoise** dépend à la fois du respect inspiré par la chefferie traditionnelle mais aussi de sa volonté d'améliorer les conditions de vie du village.
- **Les pouvoirs publics** sont l'Etat et les collectivités territoriales. Le maire – si les compétences en matière d'eau et les ouvrages hydrauliques lui ont été transférés – assure un rôle de maître d'ouvrage. Des assistants à maîtrises d'ouvrages (Etat ou structures privées) peuvent permettre au maire d'acquiescer plus rapidement des capacités de gestion des points d'eau.



Une association des usagers de l'eau (une couleur par groupe de représentants des quartiers du village) discutant avec les autorités communales au Burkina Faso.

Source : Support visuel du Programme d'Application de la Réforme, Burkina Faso, 2004-2009.

## ● L'exemple d'un échec en Guinée

En Guinée, en 1998, à l'issue de quatre projets financés par l'Agence française de Développement, 1661 pompes à motricité humaine ont été installées, 85 artisans-réparateurs ont été formés et huit dépôts de pièces de rechange ont été ouverts. Quelques années plus tard, plus de 80 % des pompes fonctionnent, le réseau d'artisans-réparateurs semble opérationnel et les magasins sont régulièrement approvisionnés.

En revanche, les comités de gestion des points d'eau ne semblent pas assumer le rôle qui leur a été dévolu et la majorité des artisans-réparateurs sont motivés par le sentiment qu'ils ont d'accomplir un devoir plutôt que par celui d'exercer un nouveau métier. Pour les usagers, le retour aux points d'eau traditionnels en saison des pluies est quasi systématique. Très clairement, les objectifs en termes (i) de responsabilisation des populations et (ii) de santé n'ont pas été atteints.

Source : *Evaluation rétrospective des projets d'hydraulique villageoise réalisés en Guinée, 1998*

- Les membres de la structure de gestion<sup>10</sup> doivent se montrer responsables (reconnaissent l'intérêt de la maintenance préventive, de la salubrité du point d'eau) et capables de rendre compte (restituer les états des recettes et dépenses, sécuriser l'épargne, etc.).
- La cohésion sociale du village peut s'avérer un facteur déterminant. Si la cohésion sociale est forte, les règles d'utilisation (comme le paiement de l'eau) sont mieux respectées. Il y a un risque qu'elles ne le soient pas s'il y a des conflits entre sous-groupes du village (conflits entre grandes familles, générations, autochtones et nouveaux arrivants, castes ou ethnies, etc.).

## Un service après-vente réactif et performant

Aux yeux des usagers, la qualité d'un service après-vente se mesure avant tout au savoir-faire de l'artisan-réparateur, à sa réactivité et au rapport qualité/prix de sa prestation :

- l'artisan-réparateur doit être tout simplement capable de réparer une pompe, et de veiller à son entretien préventif. Son savoir-faire s'avère primordial. Son savoir-être (ses relations avec les usagers) s'avère également, très souvent, être à la base des relations de confiance qu'il bâtira avec les usagers ;
- les facteurs qui déterminent la réactivité de l'artisan-réparateur sont : son mode de déplacement (par rapport à l'étendue du territoire qu'il a à couvrir), la disponibilité des pièces détachées et la certitude d'être rémunéré pour la tâche accomplie.

10. Souvent appelée Comité de Gestion des Points d'eau ou Comité de Point d'Eau mais parfois Associations d'Usagers de l'Eau, avec des différences sensibles en terme de composition et d'organisation.

### 3. Eau et santé

Les études épidémiologiques démontrent clairement que l'accès à 25 litres d'eau potable par jour et par personne a une incidence directe sur le taux de prévalence du choléra, de la dracunculose et de certains parasites intestinaux. Aussi, c'est le lavage des mains (avant de manger et après défécation) qui réduit significativement l'incidence des diarrhées endémiques (souvent fatales pour les enfants de moins de cinq ans). Par ailleurs, le lavage du visage et des yeux réduit

l'incidence de la conjonctivite. Le fait de se laver régulièrement et de maintenir propre sa cuisine et plus largement son habitation, nécessite une quantité suffisante d'eau propre.

Les facteurs qui motivent les usagers pour se procurer la quantité d'eau nécessaire aux mesures d'hygiène sont essentiellement la distance qui sépare le point d'eau du ménage (proximité) et le temps d'attente au point d'eau.

### 4. Articulation entre les phases d'un projet d'hydraulique villageoise

Les facteurs déterminants de la pérennité des équipements et de l'amélioration des conditions sanitaires sont à prendre en compte à chacun des temps forts qui jalonnent la mise en œuvre d'un projet d'hydraulique villageoise, en l'occurrence :

- a. la mobilisation sociale (partie 2) ;
- b. l'implantation des points d'eau (partie 3) ;
- c. l'exécution des forages et le captage des nappes (partie 4) ;
- d. la fourniture et la pose des pompes à motricité humaine (partie 5) ;
- e. l'aménagement des points d'eau (partie 6) ;
- f. la formation des acteurs (partie 7) ;
- g. la promotion des comportements hygiéniques (partie 8).

Les liens existants entre les étapes du projet et les facteurs déterminants de la pérennité des équipements et des gains sanitaires (numérotés de a à g) sont multiples.

**Tableau 1.** Liens entre les étapes de la mise en œuvre d'un projet d'hydraulique villageoise et facteurs déterminants de la pérennité des équipements et des gains sanitaires.

Mise en œuvre du projet	a	b	c	d	e	f	g
<b>Facteurs déterminants</b>							
Proximité du point d'eau	♦	♦	♦				
Durée d'attente au point d'eau				♦	♦		♦
Risques sanitaires	♦	♦	♦			♦	♦
Prix de vente de l'eau	♦	♦	♦	♦			♦
Modalité de paiement de l'eau		♦					♦
Leadership du village	♦				♦	♦	
Capacité de la structure de gestion						♦	♦
Cohésion sociale du village	♦					♦	♦
Savoir faire de l'artisan-réparateur						♦	♦
Réactivité de l'artisan-réparateur					♦		♦
Disponibilité des pièces détachées						♦	♦

## 2 Mobilisation sociale et modalités de participation au projet

La "mobilisation sociale" vise à (i) informer la population, les responsables villageois et les pouvoirs publics de l'existence du projet et des conditions pour en bénéficier et (ii) les impliquer pour faire émerger une demande solvable sur la base d'un choix informé.

Cette étape est déterminante pour atteindre certaines conditions de pérennité du point d'eau présentées à la partie 1.2 : une demande solvable

des usagers, une gestion responsable du point d'eau et un service après-vente réactif et performant. La participation des populations et responsables villageois à un projet se traduit trop souvent seulement par le fait de choisir un type d'équipement (puits cimentés, pompe à motricité humaine, etc.), d'apporter une contribution financière et de s'engager à recouvrer les coûts d'exploitation.

### 1. Décider en connaissance de cause

Pour que les usagers et les responsables locaux puissent accepter de participer au projet en connaissance de cause, l'équipe chargée de la mobilisation sociale est appelée à informer les responsables villageois :

- **des options techniques** possibles dans leur localité en fonction de la nature de la ressource en eau et de la population à desservir, tout en s'alignant sur les normes techniques existantes dans la politique nationale sectorielle le cas échéant ;
- **des coûts des réalisations et du montant de la contribution financière des populations** ;
- **des frais récurrents** qui sont entièrement à la charge des usagers et du "prix de l'eau" qui en découle ;
- **des modalités de paiement** possibles (paiement au volume ou cotisation forfaitaire périodique) ;

- **de la clé de répartition des coûts de renouvellement** entre le village et la puissance publique (Etat et collectivités territoriales).

Ce travail consiste essentiellement à transmettre et expliquer aux usagers les renseignements et les données issus des études technico-économiques préliminaires, notamment le compte d'exploitation prévisionnel et le montant des provisions annuelles pour le renouvellement de l'équipement de pompage. Les données transmises sont spécifiques à chaque contexte (type d'exhaure, profondeur, qualité de l'eau, etc.).

L'exercice ne doit pas susciter des attentes irréalistes par rapport au prix de l'eau, ni engendrer une "négociation malsaine" avec les représentants communautaires.

Malheureusement les résultats ne sont pas toujours à la hauteur des attentes. Par exemple :



- la chefferie ou l'autorité territoriale peuvent décider d'adhérer au projet sans connaître/comprendre les frais récurrents qui seront à la charge des usagers ;
- l'accompagnement du projet consiste trop souvent à récupérer la contribution financière du village plutôt qu'à former et suivre le travail de la structure de gestion (cf. partie 2.2) ;
- la diversité des opinions, sur un même sujet, entre les différents groupes cibles démontre à quel point les messages véhiculés par les animateurs ne sont pas bien compris par la communauté.

Souvent la démarche du projet se limite à vérifier que, parmi un ensemble de localités retenues à

priori, les usagers sont réellement demandeurs d'un point d'eau amélioré qu'ils acceptent de prendre en charge. Cela s'explique en partie par le nombre très limité de solutions techniques pour un lieu donné. En effet, même si un village préfère un puits à grand diamètre à un forage équipé d'une pompe à motricité humaine (car plus facile à utiliser et à entretenir et mieux adapté à des usages multiples), les « projets » ne satisfont pas toujours leur demande et les « incitent » à accepter un forage doté d'une pompe à motricité humaine pour des raisons de santé publique (l'eau du forage est moins susceptible d'être polluée).

## 2. Contribution financière des populations

Un apport financier de la part des usagers est souvent un prérequis au déclenchement de l'investissement public. Parfois, une contribution financière peut être demandée à la collectivité territoriale et non aux usagers, mais au final, c'est toujours les usagers qui la payent. Le montant n'est pas déterminant puisqu'il n'est en général pas indispensable à l'équilibre financier du projet. Le montant est rarement utilisé pour le financement des investissements mais souvent pour alimenter une caisse d'entretien et de maintenance de la pompe à motricité humaine installée et parfois pour le suivi-post projet.

Les contributions financières des populations sont en principe destinées à financer les travaux. Des facteurs limitent l'application de ce principe :

- il y a parfois des incertitudes sur les montants qui seront réellement perçus ;
- les contributions sont réunies progressivement, au fur et à mesure de l'avancement de l'animation et des travaux et même après ; il est donc difficile d'envisager qu'elles puissent financer les entreprises ;
- le dispositif comptable ne permet pas toujours l'apvisionnement des contributions sur un compte

commun servant à recevoir les financements et à payer les prestataires ou entreprises.

Selon les projets, les modalités de dépôt des fonds varient : sur un compte projet, sur un compte trésor, ou sur autant de comptes de caisses bancaires de proximité qu'il existe de structures de gestion.

*Source : Rapport de capitalisation du Programme d'application de la réforme, Burkina Faso, mai 2010*

D'une manière générale, les contributions financières demandées sont le plus souvent forfaitaires (de l'ordre de 2 à 5 % au maximum du coût de l'investissement) et définies par la politique nationale sectorielle. Elles ne sont généralement pas différenciées par des orientations politiques (par exemple pour favoriser des zones déshéritées ou un type d'ouvrage préférentiel).

En pratique, au village, il semble qu'inévitablement l'animation se focalise sur la collecte de la contribution financière. Sont relégués au second plan les aspects suivants :

- le montant annuel des frais récurrents à recouvrer sur le « prix de l'eau » pour chacune des options techniques possibles ;

**Tableau 2.** Exemples de contributions financières des populations à un projet.

Modalités de participation	Avantages et inconvénients
<p>L'achat de la pompe se fait par le village auprès du revendeur de pièces détachées.</p>	<p>Risque que les forages ne soient pas équipés. Pompe répondant au souhait des populations mais pas nécessairement au meilleur rapport qualité-coût. Pour les fournisseurs de pompes, cette procédure impose un rythme aléatoire de pose des pompes et donc du paiement associé à la réception provisoire.</p>
<p>La structure de gestion reçoit un carnet de bons d'achats, à utiliser auprès de l'artisan-réparateur ou du distributeur de pièces détachées, en contrepartie de la contribution financière. Le montant du carnet varie d'une valeur de 80 000 Fcfa à 100 000 Fcfa.</p>	<p>Ce système appliqué autrefois au Tchad, n'a pas fait ses preuves car dans plus de 25 % des cas, le bon n'a pas été reconnu par l'artisan-réparateur ou le revendeur de pièces détachées.</p>
<p>Dans l'est du Tchad, les 150 000 Fcfa de la participation initiale sont répartis de la manière suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 25 000 Fcfa pour rémunérer l'artisan-réparateur qui installe la pompe en présence du fournisseur ;</li> <li>- 25 000 Fcfa remis à l'Association d'Usagers de l'Eau lors de la formation à la gestion</li> <li>- 45 000 Fcfa servent à financer le kit de pièces détachées ;</li> <li>- 20 000 Fcfa pour les visites d'entretien (2 fois par an) ;</li> <li>- 20 000 Fcfa pour les deux premiers mois de salaires du fontainier (10 000 Fcfa/mois) ;</li> <li>- 15 000 Fcfa pour le fond de caisse.</li> </ul>	<p>L'utilisation de la participation initiale est transparente pour l'Association des usagers de l'Eau. A chaque étape de l'animation correspond une utilisation d'une partie de la participation initiale. De plus, un kit de pièces détachées est disponible sur place.</p>
<p>Le montant de la contribution villageoise est affecté au suivi post-projet.</p>	<p>Le cas de référence est celui du Service national d'aménagement des points d'eau (Snape) qui est fortement soutenu par l'Unicef en Guinée : le suivi post-projet est assuré par le Snape, une entité publique à autonomie financière. Au Burkina, dans le cadre d'un projet d'hydraulique villageoise sur financement AFD, les contributions villageoises ont permis la prise en charge d'un consultant pour un suivi post projet.</p>
<p>Affectation de la contribution financière à la mise en réseau des acteurs de la maintenance :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pose pompe : 25 000 Fcfa ;</li> <li>- formation bureau : 25 000 Fcfa ;</li> <li>- 2 visites de maintenance préventive + kit pièces d'usures : 25 000 Fcfa ;</li> <li>- acquisition d'une pièce vitale pour la pompe : 75 000 Fcfa.</li> </ul>	<p>L'argent est utilisé pour des paiements concrets de prestations qui font vivre les relations prestataires-clients entre les acteurs post-projet.</p>

- les modalités de paiement de l'eau (paiement au volume ou cotisation forfaitaire périodique) ;
- la clé de répartition qui définit la part qui incombe aux usagers pour le renouvellement des équipements et la part revenant à la puissance publique (Etat et collectivités territoriales).

Le fait qu'un village s'acquitte de sa contribution initiale n'est pas nécessairement un indicateur d'une réelle demande solvable de la part des usagers car c'est souvent un notable, un migrant ou un petit groupe d'individus qui s'acquitte de la somme demandée. Les ingénieurs-conseils devraient renforcer leur capacité d'analyse de la demande et leur créativité en la matière.

Le fait qu'un groupement villageois ne parvienne pas à mobiliser la contribution initiale illustre son incapacité à mobiliser des montants importants ou son refus de participer au projet (mais n'informe pas sur la solvabilité des ménages car les plus pauvres, par exemple, ayant une disponibilité monétaire réduite peuvent être capables de payer des petits montants quotidiennement).

Les moyens nécessaires pour récupérer et comptabiliser la somme convenue auprès des villages sont importants et cette activité est consommatrice de temps. Certains projets ont passé plus de temps à relancer les usagers pour rassembler les contributions financières des populations cibles qu'ils en ont consacré au renforcement des capacités des structures de gestion à gérer l'équipement collectif.

La mobilisation de la contribution financière aux investissements auprès des villages, le suivi des dépôts sur des comptes, les remboursements des trop-versés sont des opérations coûteuses en terme de mobilisation de ressources humaines.

Pour mobiliser le montant des contributions, la plupart des villages activent leur réseau de relations ou utilisent une épargne existante. Il est très rare qu'ils procèdent à la collecte de cotisations auprès des ménages. La relation entre la qualité de la prise en charge des ouvrages et le versement de contributions aux investissements n'est pas prouvée.

Le transfert aux communes de la maîtrise d'ouvrage des infrastructures d'alimentation en eau potable introduit un changement de perspectives. Si les communes ont la propriété et la responsabilité des ouvrages, il sera sans doute nécessaire de leur transférer également la responsabilité de mobiliser les contributions aux investissements.

*Source : Rapport de capitalisation du Programme d'Application de la Réforme, Burkina Faso, mai 2010*

En définitive, pour valider la demande, l'indicateur « contribution initiale des usagers » est biaisé dans la majorité des cas.

En revanche, la contribution financière des usagers est souvent révélatrice de leur capacité à s'organiser (qualité de la chefferie, cohésion sociale, etc.). Elle constitue une porte d'entrée pour favoriser les discussions sur l'importance ou non, d'avoir un point d'eau et le fait que l'information circule ou non parmi les usagers.

En Guinée, le programme d'appui aux collectivités villageoises a défini des règles en termes de participation du village et de la collectivité rurale de développement au financement des travaux : 20 % à la charge des collectivités locales, dont 5 % à la charge de la collectivité rurale de développement (en espèces et inscrit à son budget), et 15 % à la charge du village (en nature ou en espèces).

*Source : COLLIGNON et DIALLO, 2004*

Aujourd'hui, le principe d'une contribution financière est remis en cause par les pouvoirs publics car le résultat en est discutable. Dans de nombreux projets, les montants versés diffèrent selon les villages, symptomatique du fait que l'encadrement est défaillant et/ou du fait du manque de motivation du village et/ou du fait du manque de disponibilité monétaire des ménages.

L'apport en nature a tendance à disparaître car il est peu adapté à la mise en œuvre des projets de grande envergure et n'a pas démontré de meilleurs résultats que la contribution financière en termes d'appréciation de la demande.

### Idées à retenir

#### Consensus existant

- **L'étude de référence** (éléments des termes de référence en Annexe 2.B), menée préalablement à l'étape de mobilisation sociale devra permettre de :

- caractériser les catégories socio-économiques de l'ensemble des usagers afin de mieux apprécier la diversité de la demande et de sa solvabilité ;
- faire ressortir les spécificités de chaque village, notamment en ce qui concerne les éventuels conflits internes.

- **Lors de la mobilisation sociale**, l'animation devrait se focaliser sur les thèmes suivants :

- pour chacune des options techniques possibles, le montant annuel des frais récurrents à recouvrir sur le « prix de l'eau » ;

- les modalités de paiement de l'eau : paiement au volume ou cotisation forfaitaire périodique ;

- la clé de répartition qui définit la part qui incombe aux usagers pour le renouvellement des équipements et celle revenant à puissance publique (Etat et collectivités territoriales).

- **Participation : adhésion au projet.**

- En cas de contribution forfaitaire, le montant sera fixé en fonction du niveau de service (puits cimentés, pompe à motricité humaine ou pom-

page mécanisé, etc.), et dans le cas de la pompe à motricité humaine, il pourrait être établi en fonction du prix de la pièce détachée la plus chère de la pompe (ou selon les dispositions nationales le cas échéant).

- La remise de la contribution financière du village doit se manifester par son déplacement auprès du projet ou autre structure/compte désigné par le projet (exemple : caisse bancaire de proximité). Cela démontre un premier signe d'adhésion.

- Le montant de la contribution financière devrait « quitter le village » et être déposé dans un compte bancaire avec double signature (structure de gestion et maire par exemple) au nom de la structure de gestion.

- **Les erreurs à éviter**

- Lors de la mobilisation sociale, rencontrer uniquement la chefferie du village qui décide d'adhérer au projet sans connaître et comprendre les frais récurrents qui seront à la charge des usagers.

- Focaliser l'animation sur la mobilisation de la contribution financière auprès des usagers.

- Prévoir une contribution en nature pour la réalisation d'un point d'eau.

- Remettre la contribution financière du village directement à l'animateur du projet.

- Verser la contribution financière dans un seul et même compte désigné par l'équipe projet pour l'ensemble des villages participant au projet (proximité avec les usagers nécessaire). Mais si tel est le cas, il est nécessaire de fédérer les structures de gestion d'une même zone pour

décider d'une utilisation commune de ce fonds.

– Verser la contribution financière des usagers dans la « caisse de maintenance » de la structure de gestion (s'il en existe au moment du paiement de la contribution financière) sans y définir un usage immédiat (l'effet en est le plus souvent néfaste : la pompe est neuve donc son entretien ne coûte pas cher, la caisse de maintenance est pleine et chacun se démobilise).

– Imposer une seule solution technique dans un projet.

### Absence de consensus

- **Rôle des pouvoirs publics et contribution financière au projet** : les usagers – à titre individuel – peuvent être dispensés d'une cotisation financière directe au projet. Il revient alors à la collectivité territoriale de contribuer financièrement au projet pour le compte des usagers, quitte à ce qu'elle organise une contribution au niveau du village ou des ménages, tout en faisant jouer la solidarité au profit des plus démunis.

- **Les aménagements** (puisard d'infiltration, muret de protection, dispositif d'épandage, etc.) peuvent être financés par la contribution financière des usagers.

- Chaque fois que les conditions hydrogéologiques et d'accès au site le permettront, **il sera plus judicieux de réaliser un forage à la place d'un puits cimenté**, car il offre une bien meilleure sécurité vis-à-vis de la qualité de l'eau.

## 3 Implantation des points d'eau

Puisque la proximité au point d'eau est l'un des indicateurs primordiaux de qualité du service (voir partie 1.2) et gage à la fois de la pérennité de son fonctionnement et de son impact sur le plan sanitaire, l'enjeu primordial est de réaliser un (ou plusieurs) point(s) d'eau à proximité du village avec un débit adapté non seulement au fonctionnement d'une pompe à motricité humaine mais aussi au nombre d'habitants à desservir.

Dans le cas contraire, les femmes limitent le volume d'eau puisé et ramené à domicile. C'est autant d'eau qui n'est pas à « portée de main » pour des comportements clés comme le lavage des mains avec du savon avant de manger et après défécation.

Très généralement, en Afrique subsaharienne, dans les zones de socle, l'eau est difficile à trouver et souvent peu abondante, ce qui constitue une contrainte pour le positionnement des points d'eau par rapport aux lieux d'habitation. En revanche dans les zones sédimentaires, l'implantation d'un point d'eau est souvent plus aisée en raison d'un aquifère généralisé. Pour autant, l'aquifère peut être très profond (exemple : certaines régions du Niger) et donc l'eau peu accessible.

Pour réduire les risques de forage sec tout en recherchant une implantation la plus proche possible du village, les études bibliographiques, les investigations géologiques et hydrogéologiques de terrain et la prospection géophysique précèdent l'implantation des forages<sup>11</sup>.

Malgré un effort de prospection important, les taux d'échecs des forages peuvent dépasser 50 % dans les aquifères discontinus du socle, lequel couvre près de 62 % de l'Afrique centrale et orientale.

Source : Diagona, 1990.

### 1. Les recherches bibliographiques

Il s'agit de collecter toutes les données existantes sur le contexte hydrogéologique de la zone d'intervention, auprès des administrations, des collectivités territoriales, des ingénieurs conseils, des foreurs, etc. Les éventuelles bases de données existantes mises à jour, les cartes hydrogéologiques<sup>12</sup> ainsi que les photographies aériennes (voire l'imagerie satellitaire) sont très utiles.

### 2. Les investigations géologiques et hydrogéologiques de terrain

Les investigations géologiques et hydro-géologiques de terrain visent :

- la localisation d'accidents géologiques dans les formations à porosité de fracture (calcaires, granites, grés, etc.) ;
- la précision de la structure géologique des formations alluviales (épaisseur du recouvrement, localisation du substratum et détection de paléochenaux) ;
- la localisation de nappes salées ;

11. Nous n'abordons pas ici l'implantation de puits cimentés.

12. De nombreuses régions du continent africain sont dotées de cartes hydrogéologiques mais elles ne sont pas toujours complètes.

- la mesure des niveaux statiques des forages environnants ;
- la localisation des zones préférentielles de ré-alimentation ;
- etc.

#### Exemple au togo

Au Togo, deux grandes formations hydrogéologiques se partagent les eaux souterraines : le socle (couvrant 94 % du pays) et le bassin sédimentaire côtier.

Le socle est composé de roches granito-gneissiques et de roches sédimentaires anciennes (indurées) déterminant des aquifères discontinus dans les fractures ou les zones d'altération.

Le bassin sédimentaire côtier comprend un système multicouches. Les aquifères côtiers surexploités deviennent irrémédiablement salés par intrusion d'eau de mer, ce qui est déjà le cas de l'aquifère autour de Lomé.

Source : Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, 2010. <sup>13</sup>

### 3. La prospection géophysique

La prospection doit être initiée après réception d'une demande formelle des villageois marquant leur adhésion aux conditions du projet. En fonction du contexte et des données disponibles, l'hydrogéologue apprécie la nature de la formation souterraine et évalue son aptitude à contenir de l'eau. A cet effet, il dispose d'un arsenal de méthodes d'investigations géophysiques.

Utilisée classiquement depuis les années 50, la méthode des résistivités électriques à courant continu ou traînés consiste à estimer la résistivité

des terrains. Le sondage électrique permet une investigation en profondeur pour explorer la succession des couches du sous-sol. Le traîné électrique permet d'identifier, à profondeur d'investigation constante, les variations horizontales du sous-sol. La réalisation de plusieurs traînés permet de dresser des cartes de résistivités qui font ressortir les zones les plus favorables sur le plan des potentialités hydrauliques. Traînés et sondages électriques sont le plus souvent complémentaires. Il est difficile de dire qu'une méthode est plus satisfaisante que l'autre. En pratique, dans une zone donnée, si la profondeur de la nappe n'est pas connue, le sondage électrique d'étalonnage permet d'identifier au préalable la profondeur d'investigation du traîné.

Ces dernières années, de nouvelles méthodes sont apparues, avec pour objectif d'améliorer la qualité des études :

- **l'électromagnétisme léger (EM31 et EM34)** remplace les traînés électriques de différentes longueurs de ligne. Pour l'hydraulique villageoise, seul l'EM34 est adapté. Il permet une double investigation sans problème de contact d'électrode au sol, avec de très faibles effets latéraux et avec une réponse type pour les conducteurs verticaux (failles, filons, etc.). Il s'agit d'une méthode beaucoup plus rapide et performante que celle des traînés. Malheureusement, il existe peu ou pas d'appareil en état en Afrique actuellement et cela nécessite l'importation temporaire ou l'achat de ces équipements ;

- **le TDEM (Time Domain Electro Magnetism) et la MT (Magnétotellurie)** sont des méthodes de sondage électromagnétique à source contrôlée et/ou naturelle. Ces méthodes utilisent la propriété qu'ont les champs magnétiques variant dans le temps, d'induire des courants dans les sols conducteurs. Ces courants induits engendrent à leur tour des champs magnétiques secondaires que l'on mesure en surface. La méthode MT n'est adaptée qu'aux grandes profondeurs (tranche des 200 à 1 000 m). Le TDEM est adapté aux

13. [www.fao.org/nr/water/aquastat/countries/togo/indexfra.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries/togo/indexfra.stm)

## 4 Implantation des points d'eau

terrains très conducteurs (biseau salé, zones argileuses, etc.) ;

- le **VLF (Very Low Frequency)** est une autre méthode électromagnétique dont la source d'émission est indépendante de l'opérateur. TDEM et VLF peuvent être utilisées, si les niveaux superficiels ne sont pas trop conducteurs, c'est à dire argileux et/ou humides, mais dans la pratique, leur emploi reste marginal ;
- la **méthode des panneaux électriques (2D ou 3D)** fournit une coupe de la répartition des résistivités qui sont interprétées en fonction de la profondeur. Les panneaux sont très performants mais compliqués à mettre en œuvre (lourds à manipuler et donc plus coûteux à mettre en œuvre) et nécessitent une formation spécifique de qualité ;
- la **RMP (résonances magnétiques des protons)** est une méthode encore en développement qui n'a guère eu d'échos en dehors du milieu universitaire. Particulièrement adaptée dans les zones de biseau sec (périphérie de nappe), son coût reste prohibitif pour l'hydraulique villageoise ;
- la **polarisation spontanée** permet d'étudier la propagation des courants naturels liés à l'électro-filtration. Elle est très adaptée en contexte volcanique ;
- la **méthode Radon** ne semble pas avoir significativement fait ses preuves actuellement. Les gaz mesurés peuvent migrer sous une couverture argileuse et sortir latéralement, loin de la verticale de la zone de meilleure circulation sous-jacente. De plus, cette méthode reste chère et est tributaire de nombreux paramètres ;
- la **méthode électrosismique** n'a pas fait la preuve d'une véritable fiabilité à ce jour ;
- la **sismique réflexion** n'est adaptée qu'à de rares contextes de nappes alluviales reposant sur des substratum résistants (sables sur marno-calcaires, galets sur granite ou calcaire franc, etc.). De plus, elle nécessite l'utilisation d'explosifs au-

delà de 15 m d'investigation, ce qui la rend très délicate à mettre en œuvre dans certains pays ;

- la **sismique réflexion** communément utilisée en prospection pétrolière est préférentiellement utilisée pour la recherche de forages à gros débits et à très grandes profondeurs. Elle coûte chère et est donc inadaptée au contexte de l'hydraulique villageoise ;
- la **microgravimétrie** n'est adaptée qu'à certains contextes géologiques très rarement en lien avec l'hydraulique villageoise.

Le tableau 3 (cf. page 28) propose une classification des méthodes les mieux adaptées en fonction du contexte hydrogéologique. Attention, il ne s'agit que d'une approche méthodologique générale qui ne doit jamais devenir une méthodologie en soit.

Pour la pose d'une pompe à motricité humaine, un débit de 1 m<sup>3</sup>/heure sera considéré comme satisfaisant. En réalité, dans certaines zones ou



Sondage électrique



les sources alternatives sont rares, un forage pourrait être équipé s'il fournit un débit de seulement 500 litres/heure. En conséquence, les méthodes dites électriques (sondage et traîné) s'avèrent souvent suffisantes et elles comptent parmi les méthodes les moins coûteuses. Le recours à des méthodes alternatives, souvent plus coûteuses, doit nécessairement être justifié par l'ingénieur-conseil sur la base d'un argumentaire solide (zones peu fracturées et faible pluviométrie notamment).

Quelle que soit la méthode utilisée (électrique ou magnétique), seul le recours à un hydrogéologue ayant une expérience prouvée de la zone

d'investigation permettra d'estimer quelle méthode est réellement adaptée à la problématique posée et - dans bien des cas - de réduire le taux de forages négatifs.

Attention aux implantations qui ne seront pas acceptées par les villageois, dans les cimetières, une zone fétiche ou sacrée ou encore une propriété privée par exemple. Pour éviter cela, l'équipe chargée de la mobilisation sociale devra prévoir un temps fort permettant au village de valider les zones préférentielles d'implantations par rapport à des considérations sociales. Et ce, avant que le village ait « payé » sa contribution financière.

## Idées à retenir

### Consensus existant

- Etablir avec des méthodes participatives une carte du village, dessinée à main levée, sur laquelle apparaissent les principaux quartiers et les sources d'eau existantes, les sites d'implantation possibles, les secteurs non pourvus et les emplacements préférés par les villageois.
- La structure de gestion est chargée d'identifier les meilleurs lieux d'implantation du point d'eau (et de valider la contreposition éventuelle des experts en fonction des contraintes hydrogéologiques) et d'en définir les règles d'accès (en lien avec les dispositions nationales le cas échéant).

Exemple de carte de localisation des points d'eau, de l'habitat et des infrastructures, réalisée à main levée.



- Bien définir le programme de géophysique (méthodologie, quantitatif et explication détaillée du contexte). Il est de la responsabilité d'un hydrogéologue. Après ce stade, le projet est rarement modifiable et la campagne d'hydraulique villageoise, si elle part sur de mauvaises bases, est plus ou moins condamnée en termes de taux de succès.

- Privilégier l'usage des méthodes dites électriques (sondage et traîné). D'autres méthodes alternatives doivent être justifiées par un argumentaire solide.

- Privilégier le recours à un hydrogéologue ou géophysicien expérimenté ayant une expérience dans la zone d'investigation.

- Privilégier la formation et l'encadrement des géophysiciens locaux.

- Privilégier la réalisation systématique d'une implantation au plus près du village.

- Si le cahier des charges de l'équipe d'implantation impose la méthode électrique pour réaliser la prospection, il précisera la longueur des lignes AB maximales (ce qui oblige les entreprises à utiliser un matériel d'une puissance suffisante pour réaliser les mesures). La longueur des lignes AB dépendant de la profondeur du socle, les entreprises préciseront leur méthodologie et quel pas elles retiennent à AB constant (plus le pas est petit, plus le diagnostic est précis).

- Le cahier des charges de l'équipe d'implantation ne doit jamais préciser le matériel ou le logiciel à utiliser, mais les résultats attendus<sup>14</sup>.

- Pour rendre compte des résultats, le prestataire indiquera :

- les conditions de réception des sondages présentant une longueur des lignes AB inférieure aux spécifications demandées ;

- la direction des lignes AB par rapport aux fractures étudiées ;

- le nombre minimal de mesures à réaliser par site d'implantation.

- Pour parer aux implantations inadaptées, les zones d'implantation retenues devront être

"validées" par les responsables villageois, avant la campagne géophysique.

De façon générale, l'ingénieur-conseil doit :

- fournir les coordonnées géographiques des sites relevées au GPS (pour pallier un éventuel problème de non-concordance entre la toponymie des sites dans les listes des termes de références et la toponymie des bases de données disponibles).

- éventuellement mettre à jour une carte d'exploitabilité des eaux souterraines à l'échelle régionale.

- remettre les données brutes au client sous format électronique pour pouvoir les traiter, le cas échéant, avec un autre logiciel, afin de réaliser des analyses statistiques.

#### Absence de consensus

- L'efficacité de la méthode des panneaux électriques est telle qu'elle en vaut le surcoût (le choix de cette méthode est finalement dicté par le niveau de difficulté de la zone).

- Les prérequis pour initier une démarche technique au niveau du village :

- « validation » par les responsables du village des lieux d'implantations du point d'eau auprès de l'équipe d'implantation ;

- avant le démarrage des travaux de foration (partie 4), la structure de gestion ou la chefferie du village remet à l'équipe de foration un avis favorable sur les sites retenus (présenté sous forme de simple procès verbal).

- privilégier la réalisation systématique de deux implantations au plus près du village.

14. Toute spécification de marque pourrait être considérée comme une entrave à la concurrence.

**TABLEAU 3.** Classification des méthodes de prospection géophysiques les mieux adaptées en fonction du contexte hydrogéologique

Contexte hydrogéologique	Méthodes de prospection								Commentaires
	Trainés électriques	Sondage électrique	Panneaux électriques	Electromagnétisme léger	Time Domain Electromagnetism - TDEM	Very low Frequency - VLF	Microgravimétrie	Polarisation spontanée	
Socle fissuré	+++	+++	+++	+++	☐	++	☐	+	Méthode de l'électromagnétisme léger : les trainés électriques avec au moins 2 longueurs de ligne (par exemple lignes AB = 100 et 200 m) sont dans la plupart des cas suffisants. Si la profondeur de la nappe n'est pas connue, le sondage électrique permet d'identifier au préalable la profondeur d'investigation du trainé. Méthodes TDEM et VLF : les profondeurs d'investigation sont faibles si l'horizon supérieur est conducteur (10 à 20 m). Ce sont deux méthodes intéressantes en saison sèche pour des épaisseurs d'altération faibles, en milieu sahélien ou saharien.
Zones sédimentaires	+	+++	+++	+++	☐	☐	☐	☐	Méthode de l'électromagnétisme léger : sondage électrique avec lignes AB allant jusqu'à au moins 6 fois la profondeur de forage envisagée (mesure superflue si la profondeur de la nappe est connue).
Biseau salé	☐	++	++		+++		☐	☐	
Biseau sec			+++	++				+	Méthode RMP*, mais très chère, il faut une justification forte d'un hydrogéologue.
Zones alluviales	++	+++	++	++	☐	☐	☐	☐	Etablissement de cartes de résistivités à partir des trainés pour identifier les chenaux résistants non argileux.
Zones alluviales épaisses	++	+++	++	++	☐	☐	+++	☐	En zones alluviales reposant sur des horizons résistants (du type oueds grossiers sans fines reposant sur des calcaires ou des laves).
Eaux minéralisées	+		++	+	+++	☐	☐	++	
Contexte volcanique	++	++	++	++	☐	☐	☐	+++	Situation typique du Cap-Vert mais aussi du Cameroun.

\* RMP : Résonances Magnétiques des Protons ☐ à proscrire • + acceptable • ++ satisfaisant • +++ méthode adaptée

## 4 Exécution des forages et captage des nappes

C'est le poste budgétaire le plus important (de l'ordre de 50 à 60 %) d'un projet d'hydraulique villageoise.

### 1. Les pratiques d'exécution des travaux de foration à moindre coût

Développer l'accès à l'eau souterraine est une priorité fondamentale pour l'Afrique subsaharienne. La réduction des coûts de forages classiques et de leur équipement est un moyen d'y parvenir. Les principales méthodes qui permettent d'atteindre cet objectif sont les suivantes :

- la mise en place de façon systématique d'un tubage provisoire de soutènement (non définitif, en acier cimenté et ancré dans le socle - qui viserait, entre autres, à éviter l'infiltration des eaux supérieures et à retenir mécaniquement les terrains traversés) ;
- la pose d'un massif de gravier dit « massif filtrant » (entre la crépine<sup>15</sup> et le terrain aquifère – massif d'épaisseur et de granulométrie données) vise, non pas à « filtrer », mais surtout à « caler » la colonne de captage (du fait de l'absence de tubage définitif).

15. La crépine est un tube perforé que l'on met en place dans un aquifère. Celui-ci a pour fonction de permettre le passage de l'eau, tout en retenant les particules fines de tension.

### Éléments constitutif des puits cimentés

Les caractéristiques essentielles d'un puits cimenté sont sa profondeur, la hauteur d'eau et le débit qu'il peut fournir. Construit en béton armé, il se compose d'un cuvelage (qui sert à consolider les parois du puits et à éviter la contamination de l'eau du puits par les infiltrations d'eau superficielle), un captage (pour la pénétration de l'eau de la nappe dans le puits) et de son équipement de surface. Il faut obtenir une hauteur d'eau suffisante (5 m) pour éviter le tarissement pendant la période de saison sèche (ce qui constitue un défaut fréquent des puits traditionnels).

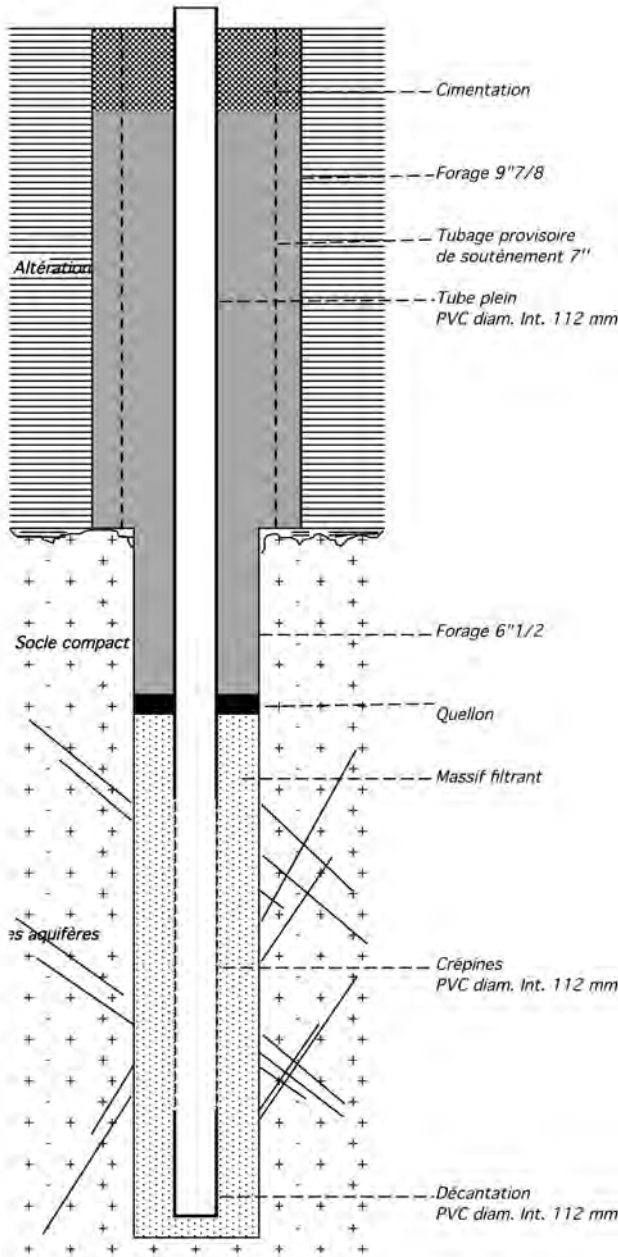
Il y a deux modèles de puits :

- le puits mono-colonne : le cuvelage et le captage sont réalisés dans une même colonne de béton, descendue à l'avancement du fonçage. Il est possible de surcreuser le captage avec des buses de plus faible diamètre.
- le puits en deux colonnes : le captage est constitué de buses descendues « en télescope » à travers le cuvelage.

Source : Adaptés de COLLIGNON et DIALLO, 2004

Même si ces méthodes ne sont pas en adéquation avec les normes internationales en vigueur, dans la pratique, elles sont tout de même satisfaisantes et répondent aux contraintes financières auxquelles l'Afrique subsaharienne fait face.

### Exemple de coupe technique d'un forage en zone de socle



## 2. Exécution des travaux

Deux techniques de foration sont communément utilisées en hydraulique villageoise :

### • Forage rotary

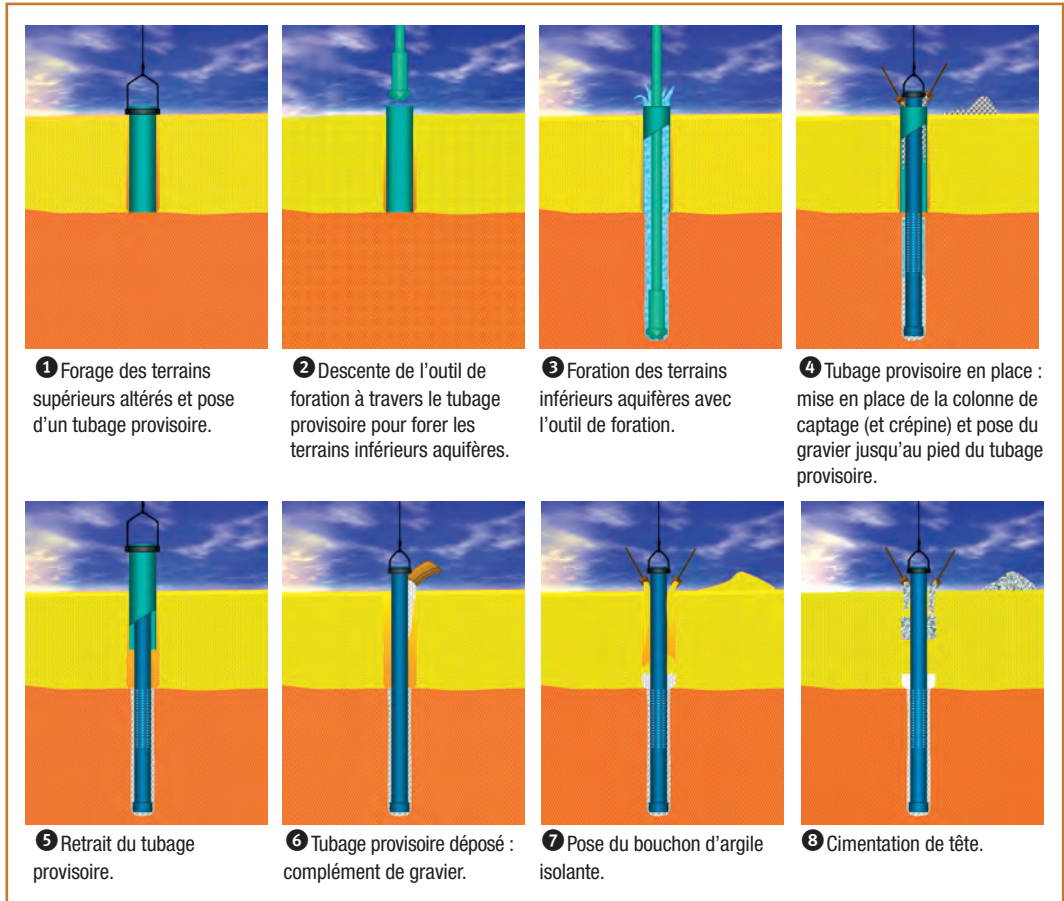
Utilisé dans les terrains sédimentaires et très souvent dans les terrains supérieurs d'altération du socle, le creusement est assuré par abrasion du terrain (avec un trilame et/ou un tricône en rotation à l'aide d'un fluide de forage). Les cuttings (copeaux) de terrain découpés sont remontés à la surface par la circulation de la boue de forage.

### • Marteau fond de trou

Pour traverser les terrains durs (socle), le forage en percussion à l'air comprimé (marteau fond de trou ou *Down hole Hammer*) est particulièrement adapté. L'air comprimé permet le fonctionnement du piston du marteau et sert en même temps à remonter les cuttings à la surface.

Généralement, les politiques nationales sectorielles fixent entre 250 et 400 le nombre d'habitants par forage équipé d'une pompe à motricité humaine et un débit souhaité d'environ 1 m<sup>3</sup>/heure. Dans certaines conditions (absence de source alternative pour un petit village), le maître d'ouvrage pourrait se contenter du scénario "minimal", par exemple un forage localisé entre 500 et 1 000 mètres du village débitant 500 litres par heure.

### Les étapes de la réalisation d'un forage



Source : Jos Besselink, 2007

La technique de la fracturation hydraulique peut permettre d'augmenter la productivité d'un forage (par exemple, accroître le débit de 400 litres/heure, avant hydro-fracturation à 600 litres/heure, ce qui peut être suffisant pour installer une pompe à motricité humaine). Mais une opération d'hydro-fracturation peut parfois s'avérer aussi coûteuse que la réalisation d'un nouveau forage. Ainsi, avant de procéder à ce type de traitement très coûteux, l'ingénieur-conseil aura à démontrer au maître d'ouvrage l'intérêt de l'hydrofracturation dans la formation géologique visée.

### 3. Tubage du forage et son développement

- Le captage en trou nu raccourcit significativement la durée de vie des forages. Jusqu'à la fin des années 80, de nombreux forages dans les systèmes aquifères fissurés étaient seulement tubés en face des formations géologiques de recouvrement, le système aquifère étant capté en trou nu. Le « tubage partiel » des forages permettait d'augmenter les cadences d'exécution et de réduire le coût unitaire des forages. En revanche, cette technique

ne permettait pas d'assurer la stabilité de leurs caractéristiques hydrauliques. Leur durée de vie était réduite, plus ou moins rapidement, par des éboulements comblant et colmatant progressivement la partie inférieure captant le système aquifère.

Pour éviter une usure prématurée des pièces de la pompe à motricité humaine à installer, l'eau du forage doit être claire et dépourvue de particules solides. Si les "fines" ne sont pas évacuées du forage, elles "useront" le matériel et les villageois auront à remplacer certaines pièces prématurément. Il faut donc prévoir un soufflage du forage. Le développement du forage par soufflage permet d'éliminer les particules solides du terrain liées au creusement et débarrasser les fractures et fissures en périphérie de l'ouvrage. Il permet en même temps d'estimer le débit maximal d'exploitation (Q<sub>max</sub>) du forage.

Dans les sols qui ne sont pas susceptibles de produire du sable, le massif filtrant est un surcoût inutile. Si le forage a été réalisé au marteau fond de trou, la technique de soufflage utilisée pendant le creusement n'a colmaté aucun élément du forage et a au contraire contribué au développement du forage. Un soufflage supplémentaire n'est donc pas nécessaire (et risque dans certains cas de provoquer des affaissements de sol autour des crépines).

Un forage doit être suffisamment vertical pour que le tubage descende bien et que la pompe ne frotte pas contre le tubage. Cette verticalité est suffisamment bien attestée par la bonne mise en place du tubage. La mesure de la verticalité (une procédure courante en forage profond) n'est absolument pas indispensable pour les forages d'eau de moins de 200 mètres de profondeur<sup>16</sup>. C'est un surcoût inutile dans le contexte de l'hydraulique villageoise.

Dans certains cas, la taille d'un village et sa croissance démographique laissent supposer que, dans un délai de quelques années, le village aura une population suffisamment importante pour

recourir à un système motorisé. C'est pourquoi, lorsqu'un forage d'hydraulique villageoise en cours de réalisation laisse prévoir une bonne productivité, il ne faut en aucun cas arrêter la foration dès l'obtention d'un débit de 1 m<sup>3</sup>/heure (débit minimal optimum nécessaire pour la pose d'une pompe à motricité humaine), mais forer quelques mètres de plus afin d'être sûr de ne pas passer à côté d'un débit de 2 à 5 m<sup>3</sup>/heure (fourchette minimale pour la pose d'une pompe motorisée)<sup>17</sup>.

**Normes internationales relatives au diamètre du forage et du tubage**

Diamètre forage en pouces	Diamètre tubage ou équipement en pouces
17 ½	13 3/8
12 ¼	9 7/8
8 ½	6 ou 4 en captage et 7 en tubage
6 ½	4

Lorsque la motorisation ultérieure est envisageable, les forages d'hydraulique villageoise devraient être forés et tubés selon des diamètres adaptés. Cela implique que le cahier des charges de l'entreprise lui impose différents types d'équipements (tubages et outils de foration aux diamètres requis). L'équipement du forage en diamètre pouvant recevoir une pompe électrique suppose que l'essai de débit soit satisfaisant. Si la pose d'une pompe motorisée est envisagée, la durée requise de l'essai de pompage, dit « de

16. A l'exception cependant de certains ouvrages mixtes d'hydraulique pastorale (forages en contrepuits) où une bonne verticalité est impérative.

17. Cette pratique est spontanément répandue chez les foreurs qui s'arrêtent rarement à la première venue d'eau, mais il peut être nécessaire de le préciser dans le cahier des charges de l'entreprise en charge de la réalisation des forages.



Tubage d'un forage

longue durée à débit constant », est de 72 heures<sup>18</sup>. Il doit être précédé d'un essai, dit « de courte durée à débit variable », de 24 heures, pour déterminer les caractéristiques du forage ou courbe caractéristique de l'ouvrage (afin de déterminer le débit d'exploitation qui sera testé en longue durée). Cette procédure évitera de déplacer une nouvelle fois une station et une équipe de pompage lorsque le temps d'installer une pompe électrique sera venu.

- Le **pompage d'essai** permet de connaître le débit et la durée de pompage autorisés par le forage ainsi que la profondeur d'installation de la pompe. A cet effet, un pompage d'essai simplifié est suffisant pour l'hydraulique villageoise. Trois pompages successifs (correspondant à trois paliers) sont réalisés, à débits croissants.

S'il s'agit de la réhabilitation d'un forage existant, l'objectif de ces essais est d'apprécier la capacité actuelle de l'ouvrage à partir de sa courbe caractéristique. La comparaison des valeurs de niveaux dynamiques actuelles avec les données initiales permettra d'évaluer le vieillissement de l'ouvrage et l'éventuelle évolution de la nappe.

18. La durée de 72 heures correspond à la durée classique des essais de nappe dans des zones de socle.



Réalisation d'une margelle

- La **margelle** est réalisée par l'entreprise en charge de la réalisation des forages car elle permet de poser la pompe dans de courts délais et sans attendre la réalisation de la superstructure. La margelle en béton armé sera de 0,8 mètre de hauteur. Elle sera adaptée au type de pompe retenue.

Enfin, il faut clairement pouvoir « identifier » un forage (plaque d'identification indiquant les caractéristiques principales de l'ouvrage) car les services techniques des pouvoirs publics doivent être en mesure de repérer et reconnaître l'ouvrage.

Au Burkina Faso, dans la région du Sahel et province de la Gnagna, le taux de succès moyen des forages est de 58 % sur l'ensemble des tentatives. Par province, ce taux évolue de 39 % pour l'Oudalan à 68 % pour la Gnagna. Ces taux sont directement liés aux contextes géologique et hydrogéologique (socle cristallin) et leur variation en fonction des provinces est conforme à celle habituellement observée, même si par ailleurs les critères de choix des villages (taux d'accès) ont conduit le programme à tenter des forages dans des villages sans point d'eau, donc dans des villages où l'on peut supposer qu'un certain nombre de forages négatifs avaient déjà été exécutés.

Source : Rapport de capitalisation du Programme d'Application de la Réforme, Burkina Faso, mai 2010



## 4. La qualité de l'eau

L'Organisation mondiale de la santé a défini des directives internationales relatives à la qualité de l'eau qui servent de base à l'élaboration de réglementations et de normes dans les pays du monde entier.

Une analyse bactériologique et physico-chimique (pour apprécier notamment le degré de corrosivité) de l'eau du forage doit être réalisée en respectant les règles de prélèvement et d'échantillonnage et de conservation jusqu'au laboratoire. L'ingénieur-conseil indiquera le laboratoire retenu et fournira les références garantissant la qualité des analyses qui seront effectuées.

## 5. Quelques notions de coût d'un forage

Les coûts de réalisation d'un forage se composent généralement en quatre principaux éléments : installation et désinstallation, forage, développement et pompage d'essai, analyses d'eau.

L'importance absolue et relative de ces éléments varie considérablement d'un forage à l'autre, mais chacun contribue pour une part substantielle au coût total d'un forage donné.

Les comparaisons simplistes des coûts des forages sont dangereuses. En Afrique subsaharienne, les distances, la faiblesse des infrastructures routières, le nombre limité des machines de foration, la faible compétition entre les entreprises, les condi-

tions difficiles de forage, l'enclavement de certains pays avec des conséquences sur les prix des pièces détachées et les obstacles à l'activité économique concourent aux coûts élevés des forages d'eau. Le secteur privé se développe néanmoins sous l'effet de la demande et de la hausse des investissements. Cette expansion devrait stimuler à son tour la concurrence dans le secteur et amener inévitablement une amélioration du rapport qualité/prix des forages.

- Au Burkina Faso, dans la région du Sahel et province de la Gnagna, le coût moyen d'un forage positif équipé d'une pompe inox et d'une superstructure (avec un taux de succès moyen du forage de 58 %) ressort à environ 6,5 millions de Fcfa HT HD sur l'ensemble des cinq provinces d'intervention. Ce coût n'inclut pas l'implantation, le suivi et le contrôle, l'animation et les coûts d'ingénierie en général.

*Source : Rapport de capitalisation du Programme d'application de la réforme, Burkina Faso, mai 2010*

- On estime à environ un million le nombre de nouveaux puits dont l'Afrique subsaharienne aura besoin pour assurer la couverture intégrale des services d'approvisionnement en eau. Si l'on pouvait diminuer de 10 % le coût moyen des forages d'eau, estimé de 10 000 à 15 000 \$US dans de nombreuses régions africaines, l'économie réalisée s'élèverait à plus d'un milliard de dollars. Cette somme permettrait de donner accès à l'eau potable à 30 millions de personnes supplémentaires.

*Source : Le forage d'eau à faible coût en 10 étapes, Etude des coûts de forage en Ethiopie, Water and Sanitation Program, octobre 2006.*

### Idées à retenir

#### Consensus existant

• Pour équiper les forages, il est nécessaire de prévoir systématiquement :

– le tubage sur toute leur longueur (même dans les roches cristallines) ;

– la mise en place d'un massif filtrant dans l'annulaire au droit des tubes crépinés (dans le sable, les roches sédimentaires et le grès tendre).

• Si le forage est réalisé au rotary et à la boue, il est nécessaire de nettoyer les parois du forage colmatées par la boue de forage. Un lavage des parois par injection d'eau propre depuis la surface est souvent suffisant mais l'emploi de produits destructeurs du gâteau de boue (*cake*) qui se forme sur les parois du forage au moment du fonçage s'avère parfois indispensable.

• Pour connaître le débit et la durée de pompage autorisés ainsi que la profondeur d'installation de la pompe, chaque forage fera l'objet d'un pompage d'essai simplifié (trois pompages successifs à débits croissants).

• Si l'équipement du forage est amené à évoluer d'une pompe à motricité humaine vers une pompe motorisée :

– le forage et le tubage doivent avoir un diamètre adapté ;

– toujours forer quelques mètres de plus afin d'obtenir, si possible, un débit de 2 à 5 m<sup>3</sup>/heure ;

– l'essai de pompage consistera en un pompage « de courte durée à débit variable » de 24 heures (lectures de remontée) puis en un pompage « de longue durée à débit constant » de 72 heures.

• Fracturation hydraulique : l'ingénieur-conseil devra démontrer au maître d'ouvrage l'intérêt des hydro-fracturations. Cet item devra apparaître dans le bordereau des prix de l'entreprise en charge de la réalisation des forages<sup>19</sup>.

• La pose d'une plaque d'identification du forage permettant sa reconnaissance ultérieure est nécessaire ainsi que le relevé de ses coordonnées par GPS.

• Sauf dans le cas particulier de certains ouvrages pastoraux, la mesure de la verticalité est un surcoût inutile dans le contexte de l'hydraulique villageoise. Les diagraphies instantanées ou différées (qui consistent à mesurer, à l'aide de différentes sondes, les caractéristiques des terrains traversés au moment de leur foration ou après leur foration) peuvent se justifier dans des terrains sédimentaires ou à grande profondeur pour positionner les tubes crépinés au droit des formations productrices d'eau.

• Pour améliorer la productivité des forages les traitements chimiques (polyphosphates et surtout acidification) dans le socle cristallin ne sont pas indiqués.

• La margelle est réalisée par l'entreprise en charge des forages car elle permet de poser la pompe dans de courts délais et sans attendre la réalisation de la superstructure. La margelle en béton armé sera de 0,8 mètre de hauteur. Elle sera adaptée au type de pompe retenue.

#### Absence de consensus

Pour éviter la détérioration prématurée des pièces d'usure de la pompe – et ne pas fragiliser les relations entre la structure de gestion et l'artisan-réparateur – le marché de foration devra systématiquement prévoir :

– le tubage complet et un massif filtrant ;

– le soufflage du forage.

19. Tout en tenant compte des possibilités locales de mobilisation de ce type de technique, qui n'est pas accessible à toutes les entreprises.

## 5 Fourniture et pose des pompes à motricité humaine

Si de nombreux modèles de pompes à motricité humaine ont pu être installés durant les années passées, avec une dispersion des modèles liée en particulier à la clause d'origine des bailleurs de fonds bilatéraux qui favorisaient les productions nationales, force est de constater aujourd'hui que seuls quelques modèles (modèles dits *Village Level Operation and Maintenance*) sont le plus souvent installés dans les programmes d'hydraulique villageoise (par exemple : Afridev, India MKIII, et l'hydropompe Vergnet).

Si diverses expériences ont été menées pour favoriser le choix du type de pompes par les usagers eux-mêmes, ces approches assez consommatrices de temps n'ont pas été développées à grande échelle, bien qu'aucune véritable étude n'ait été menée pour évaluer leur pertinence en matière d'appropriation du point d'eau par les usagers.

Il existe sur le marché de nombreuses pompes à motricité humaine avec chacune des caractéristiques propres. Le choix d'une pompe s'effectue selon des critères techniques et socio-économiques.

### 1. Choix du modèle de pompe à motricité humaine

#### Selon son débit d'exploitation

Les débits d'exploitation sont fonction de la profondeur d'installation et du type de pompe à motricité humaine.

**TABLEAU 4.** Exemples de débit d'exploitation de pompes à motricité humaine

<b>Aquadev</b>	1,4 à 1,8 m <sup>3</sup> /heure à 15 mètres de profondeur
<b>Pompe aspirante</b>	1,5 à 1,8 m <sup>3</sup> /heure à crépine installée à 6 mètres de profondeur
<b>HPV 60 Vergnet</b>	1 m <sup>3</sup> /heure à 40 mètres de profondeur

Les débits moyens sont donnés par les constructeurs en fonction de la cadence de pompage (nombre de coups par minute).

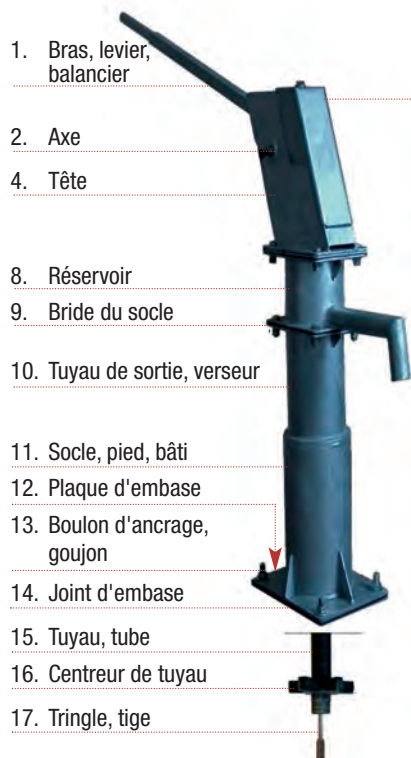
#### Selon le niveau dynamique de l'eau

Les pompes à main sont classées en fonction de leur profondeur d'installation :

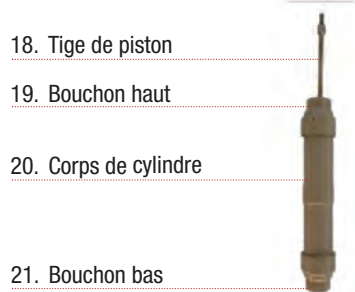
- les pompes aspirantes pour des niveaux dynamiques inférieurs à 7 mètres (pompes installées en surface ; leur crépine d'aspiration est positionnée dans l'eau) ;
- les pompes refoulantes pour les niveaux dynamiques supérieurs à 7 mètres ;
- les pompes adaptées aux grandes profondeurs de pompage (> à 35 mètres).

### Eclaté d'une pompe à motricité humaine : exemple de la pompe MKII standard

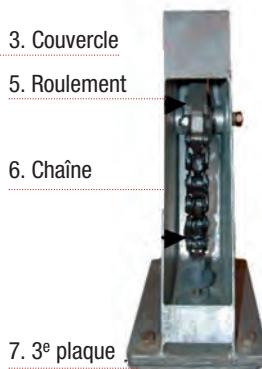
#### Principaux éléments



#### Cylindre complet



#### Intérieur de la tête (vue de face)



#### Détail du cylindre



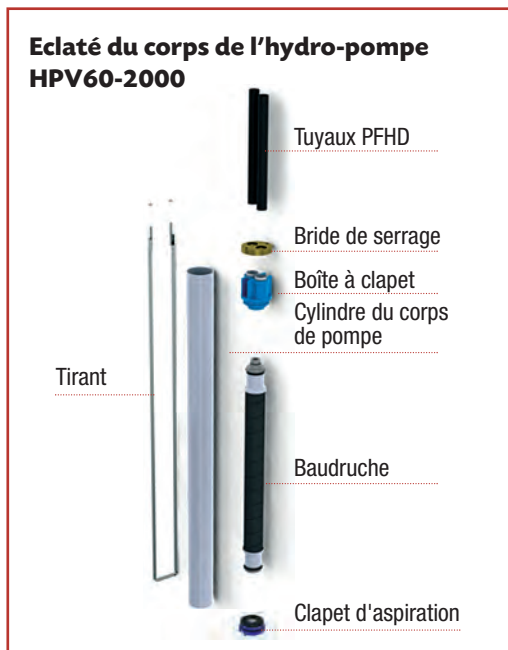
#### Détail du piston



#### Détail du clapet de pied



Source : Jos Besselink, 2007.



**TABLEAU 5.** Plage de fonctionnement de quelques types de pompe à motricité humaine

0 < ND < 8 m	Pompes aspirantes
8 < ND < 20 m	Tara, Vergnet HPV 30
10 < ND < 40 m	Aquadev, India, Kardia, Vergnet HPV60, Vergnet HI, Volonta
40 < ND < 60 m	Vergnet HPV 60, Vergnet HI, Volonta
60 < ND < 130 m	Vergnet HPV 100

ND = Niveau dynamique

### Selon le diamètre de tubage

**TABLEAU 6.** Quelques exemples de diamètre de tubage minimal pour installer les pompes

Type de pompe	Diamètre du tubage
Pompe aspirante	2" – 50 mm
HPV 30	3" – 75 mm
Kardia K65	4" ½ – 112 mm

Source : Action Contre la Faim ([www.watersanitationhygiene.org](http://www.watersanitationhygiene.org))

### Selon des critères socio-économiques

Par souci d'uniformiser le parc de pompes à motricité humaine, afin de renforcer les capacités des artisans-réparateurs pour la réparation d'un type de pompe plus particulièrement (compétences et outils demandés différents) et de favoriser un service après-vente performant, de nombreux pays précisent dans leur stratégie sectorielle les types de pompes éligibles (Bénin, Mali, Ghana, Guinée, Togo, etc.).

Dans ce cas, la consultation des fournisseurs est limitée aux types de pompes à motricité humaine retenues dans la politique nationale sectorielle. En l'absence d'une telle politique de standardisation officielle, il est le plus souvent indiqué explicitement dans le dossier d'appel d'offres pour la fourniture de pompes à motricité humaine, le type de pompes retenu, sélectionné sur la base des pompes *Village Level Operation and Maintenance* existantes dans la zone du projet, ou pour le moins dans le pays.

**TABLEAU 7.** Critères pour le choix d'une pompe à motricité humaine

Critères techniques	Critères socio-économiques
Profondeur du pompage et débit souhaité, diamètre du tubage	Pompe éprouvée et acceptée par les populations
Installation et maintenance	Cout d'investissement et charges récurrentes
Résistance et fiabilité	Pompe déjà installée dans la zone
Type de pompage, en particulier : – refoulement dans un réservoir – entraînement avec une courroie + moteur	Existence d'un réseau de pièces détachées  Compétences et équipements des artisans-réparateurs

Certains organismes internationaux prônent le recours à d'autres technologies. C'est le cas de la *Rope pump* (pompe à godet dotée d'une corde). L'idée de base est de trouver une solution technique quasi familiale dont les pompes à

motricité humaine pourraient être fabriquées en Afrique.

L'expérience est en cours au Ghana, mais les expériences similaires précédentes ont toutes été des échecs en Afrique.

## 2. Une question de qualité

Les constats du terrain restent empiriques mais néanmoins inquiétants : certaines pompes – en provenance d'Inde, du Ghana, de Chine, du Nigeria ou des pompes à motricité humaine issues de programmes de réhabilitation et recyclées – présentent des matériaux de piètre qualité mais à bon prix.

### La galvanisation

Toutes les pièces galvanisées ne sont pas de qualité égale. Par exemple, la « galvanisation à froid » se résume à une simple peinture galvanisée qui ne résiste que quelques années avant de « s'écailler », notamment suite à un choc. Ensuite, la corrosion s'installe et fragilise les éléments affectés, entraînant prématurément leur rupture. Le dossier d'appel d'offres pour la fourniture des pompes à motricité humaine doit donc spécifier un revêtement par « galvanisation à chaud » sur produits finis ferreux (qui consiste à former un revêtement de zinc par immersion de pièces en acier dans un bain de zinc en fusion, dans le but de les protéger contre la corrosion<sup>20</sup>).

Lorsque l'eau s'avère corrosive, les colonnes d'exhaure et les tringles « en fer » devront répondre à la norme inox 304L. Pour résister à la

### • La pompe India MKII

La marque n'est pas protégée par un brevet formellement déposé. Pour faire concurrence au prix de la pompe India MkII standard, les fabricants économisent en utilisant des matériaux et des couches protectrices de surface de moindre qualité et en réduisant l'épaisseur des tôles utilisées. Les épaisseurs sont faciles à mesurer. Cependant, pour déterminer la qualité et la conformité des matériaux utilisés et des couches protectrices appliquées, l'analyse par un laboratoire bien équipé et spécialisé est indispensable.

Source : La pompe India MKII au Burkina Faso, Programme d'Application de la réforme, février 2007.

traction, les tringles ont un diamètre minimal de 12 mm. Pour les tubes, l'absence de précision dimensionnelle pose problème. Il est important que les tubes soient d'épaisseur minimale 2,5 mm, sinon le tube a tendance à se sectionner au niveau du filetage.

Dans le dossier d'appel d'offres pour la fourniture des pompes à motricité humaine, il est donc opportun d'indiquer les spécifications techniques souhaitées pour les matériaux (acier, PVC, etc.) pour

20. Le procédé est défini par la norme NF EN ISO 1461 qui définit les épaisseurs minimales du revêtement. Il existe des appareils pour déterminer l'épaisseur d'un revêtement des composantes conçu pour la mesure rapide, simple et précise de l'épaisseur.

éviter les risques de contrefaçon (les normes pour les aciers galvanisés et aciers inoxydables sont indiquées en Annexe 1). Bien entendu, il ne suffit pas

de préciser la norme : le maître d'ouvrage pourra vérifier que les normes sont respectées en procédant, dès réception, au contrôle du matériel.

### 3. La passation de marché pour la fourniture de pompes à motricité humaine

Bien que le recours systématique à l'appel à concurrence puisse poser problème du fait de la limitation du nombre de types de pompes autorisés par certaines politiques sectorielles nationales, il faut néanmoins envisager des appels d'offres ouverts pour ne pas favoriser une envolée des prix.

Le contrat de fourniture des pompes doit intégrer une part importante de prestations pour le renforcement des capacités des micro-entreprises rurales. Il ne s'agit pas seulement de fournir et installer un matériel d'exhaure, mais également de mettre en place (en créant ou en renforçant l'existant) une filière d'approvisionnement des pièces détachées et un service après-vente. C'est

un travail de renforcement des capacités de micro entreprises, en l'occurrence visant les revendeurs des pièces détachées et les artisans-réparateurs.

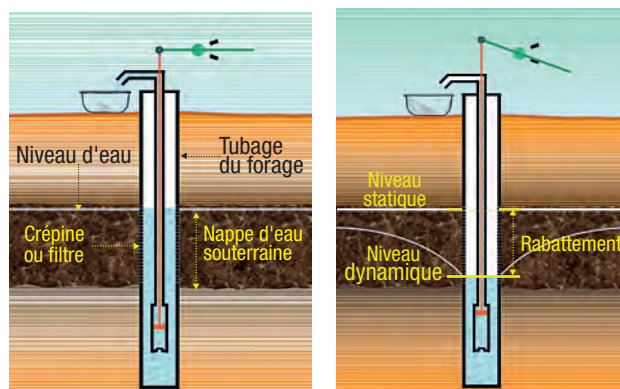
C'est dans ce sens que la Banque Arabe pour le Développement Economique en Afrique prône des appels d'offres avec pondération des notes techniques et financières : 70 % pour la note technique et 30 % pour la note financière. Par ailleurs, ce type de notation a été utilisé par l'AFD, la KfW et l'Union Européenne (UE) pour la fourniture des pompes sur le projet dans le Ouaddai Biltine au Tchad. Mais ce type de notation nécessite une large concurrence entre les entreprises.

### 4. La pose de la pompe

L'ingénieur-conseil veillera à ce que le fournisseur installe la pompe à la bonne cote en fonction du niveau d'eau dynamique supposé en saison sèche. Le phénomène de battement saisonnier de la nappe peut être très important dans certains contextes, en saison sèche.

La pose de la pompe est une opération qui doit concilier des objectifs parfois contradictoires : faire jouer la garantie du fabricant ou du fournisseur sur le matériel, tout en impliquant au maximum l'artisan-réparateur lors de la pose des équipements.

#### Phénomène de rabattement de la nappe lors du pompage



Source : Jos Besselink, 2007

Le fournisseur intervient donc dans une logique de fourniture et de formation. Il lui revient d'organiser la pose des équipements : la pose de la pompe est effectuée par l'artisan-réparateur sous le contrôle et avec la garantie du fournisseur. Le fournisseur est aussi tenu d'initier un jeu de rôles qui valorise le travail de l'artisan-réparateur aux yeux de la structure de gestion (l'artisan devient alors le référent technique de la structure de gestion).

Les modalités de règlement du marché s'apparentent davantage à celles d'une commande de biens, et non à celles de fourniture de prestation.

Le règlement s'effectuera de préférence, par exemple, en trois temps : 30 % à la commande, 40 % à l'expédition de la marchandise et 30 % à la pose des pompes, à la formation des artisans-réparateurs et à la mise en place d'une filière d'approvisionnement des pièces détachées.

### 5. Quelques notions de coût d'une pompe à motricité humaine

---

Comme pour le coût d'un forage, il serait trop simpliste de fournir des coûts moyens par marque pour la fourniture et l'installation d'une pompe à motricité humaine.

Même s'il peut être plus aisé de comparer les coûts fournisseurs (hors transport), ces derniers dépendent non seulement des caractéristiques techniques de chaque pompe mais aussi et surtout des taxes douanières en entrée dans le pays (les pompes initiales sont importées Hors Taxe mais les pièces détachées en Toutes Taxes Comprises), des obstacles à l'activité économique et du secteur privé concurrent.

• **Au Burkina-Faso**, dans la région du Sahel et province de la Gnagna, le coût moyen d'une pompe à motricité humaine Inox avec margelle est de 1,2 million de Fcfa HT HD.

*Source : Rapport de capitalisation du Programme d'Application de la Réforme, Burkina Faso, mai 2010*

• **Au Tchad**, on constate des prix de l'ordre de 1 M.Fcfa HT HD pour des pompes de 30 à 60 mètres de profondeur et de l'ordre de 1,5 M.CFA HT HD pour des profondeurs entre 80 et 100 mètres. S'y ajoutent les coûts de pose et de formation des artisans-réparateurs, éminemment variables selon la région d'exécution (distances à parcourir, densité du réseau d'artisans-réparateurs).



## Idées à retenir

### Consensus existant

#### • Choix de la pompe

Choisir des marques en accord avec les modèles de pompes prescrits par la politique sectorielle nationale (lorsque celle-ci existe).

Choisir la pompe selon des critères techniques et socio-économiques.

Ne pas favoriser les appels d'offres au moins-disant, ce qui revient à considérer l'achat d'une pompe comme une simple fourniture de matériel sans tenir compte des efforts à consentir pour le renforcement des capacités des revendeurs de pièces détachées et des artisans-réparateurs.

#### • Les fournisseurs de pompes à motricité humaine spécifieront dans leur offre sous forme de tableaux :

- la durée de vie des pièces de rechange (désignation, références, durée) ;
- le nombre moyen annuel d'intervention ;
- les frais récurrents liés à l'entretien de la pompe à motricité humaine (nature de l'opération, types de pièces à changer, périodicité, coûts unitaires).

#### • Concernant la qualité des matériaux

Le fournisseur s'engage à respecter les normes prescrites liées à l'épaisseur minimale des colonnes d'exhaure, la qualité de la galvanisation, l'épaisseur de la tuyauterie en inox ou en PVC.

Le maître d'ouvrage procédera à une mesure de l'épaisseur de revêtement de l'acier galva (cf. Annexe 1) et contrôlera le certificat matière du fournisseur pour l'inox.

#### • Pose de la pompe

Le fournisseur intervient à la fois comme régisseur et superviseur des travaux et dans une logique de fourniture et de formation. Il lui revient donc d'organiser la pose des équipements (planning, logistique, etc.). Il est aussi tenu d'animer un jeu de rôles qui établit la relation post-projet qui existera entre l'artisan-réparateur et la structure de gestion. La pose de la pompe est effectuée par l'artisan-réparateur sous le contrôle du fournisseur afin de faire jouer la garantie.

L'artisan-réparateur est étroitement associé à l'opération et est valorisé dans son rôle de référent technique de la structure de gestion qui le rémunère pour son intervention.

Ne pas confier la fourniture et la pose de la pompe à l'entreprise chargée des travaux de forages.

#### • Modalités de calcul de la note finale

Le calcul de la note d'une offre appliquera une pondération de 70 % à l'offre technique et de 30 % à l'offre financière. Les critères techniques à prendre en compte sont décrits dans l'Annexe 2B.5 (avec, à titre d'exemple, le nombre maximal de points qui pourrait y être attribué).

### Absence de Consensus

• Du fait de la limitation du nombre de types de pompes autorisés par certaines politiques sectorielles nationales, « les bailleurs de fonds ne devraient pas imposer, de manière systématique, l'appel à concurrence ». Une telle position exige cependant que le maître d'ouvrage accepte de réviser de temps à autre la liste d'attribution des équipements ou définisse un certain nombre d'indicateurs représentatifs de l'évolution du prix de la pompe (indices matière).

• La notation des offres pour la fourniture de pompes pourrait être davantage détaillée.

# 6 L'aménagement des points d'eau

## Modèles de superstructures

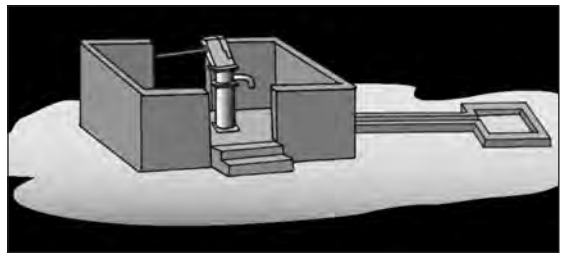
Les travaux de génie civil clôturant l'exécution du forage comprendront un aménagement minimal du pourtour du forage (la dalle anti-bourbier et le muret de protection) qui ne pourra se faire qu'après réalisation de la margelle et consultation préalable des usagers (et selon les normes nationales).

Il est également préférable de réaliser la superstructure après la pose de la pompe car l'eau de la pompe facilitera la réalisation du béton.

Pour un puits moderne, la superstructure évite que l'on tombe dans le puits et limite la pollution de l'eau. L'aire assainie empêche l'eau de stagner aux abords du puits. La superstructure peut être aménagée de manière à y accrocher une ou plusieurs poulies (barre de traverse pour accrocher la ou les poulies).

La fonctionnalité de l'aménagement est un élément important pour les utilisatrices et de ce fait, un critère de qualité du service. Mais très souvent, l'état de propreté des points d'eau n'est pas satisfaisant.

## Schéma de superstructure d'un forage équipé d'une pompe à motricité humaine



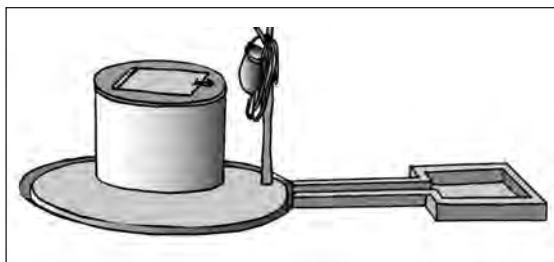
Source : Guide du maire en approvisionnement en eau potable, Burkina Faso, 2010

## Exemple de superstructure d'une pompe à motricité humaine



- a. canal d'évacuation des eaux vers le puisard
- b. dalle anti-bourbier (pente minimale de 2 %)
- c. mur de clôture
- d. pompe à motricité humaine
- e. margelle
- f. joint assurant la stabilité du mur

### Schéma de superstructure d'un puits moderne



Source : Guide du maire en Approvisionnement en Eau Potable, Burkina Faso, 2010

### Exemple de puisards



a. mur de clôture  
b. canal d'évacuation des eaux

c. puisards ou puits perdu  
d. moellons

Les puisards souvent mis en place au bout du canal d'évacuation des eaux sont rarement efficaces longtemps. Le fait de prescrire l'usage des moellons pour le remblai du puisard entraîne des coûts d'approvisionnement très importants en zone de non socle et/ou une forte mobilisation de main-d'œuvre locale (c'est pourquoi certains puisards n'ont jamais été remplis de moellons).

*Remarque.* Les superstructures sont généralement conçues sans concertation avec les usagers. Elles sont parfois réalisées à grand coût, souvent de l'ordre du prix d'une pompe à motricité humaine neuve mais parfois plus (par exemple, environ 2 millions de Fcfa au Tchad et au Mali, soit environ deux fois le prix d'une pompe à motricité humaine). Généralement, quand leur réalisation est associée à celle des forages, ce poste ne fait pas l'objet de discussion, ni sur le design, ni sur le prix.

Au Burkina Faso, dans la région du Sahel et province de la Gnagna, le coût moyen d'une superstructure est de 665 mille Fcfa HT HD sur l'ensemble des cinq provinces d'intervention.

Source : Rapport de capitalisation du Programme d'application de la réforme, Burkina Faso, mai 2010.

### Idées à retenir

#### Consensus existant

##### L'aménagement du point d'eau

- Définir avec la structure de gestion les usages envisagés.
- Par la suite, définir un aménagement minimal qui sera réalisé par une entreprise et un (ou des) aménagement(s)-type(s), ou utiliser le modèle type de la politique sectorielle nationale le cas échéant.
- L'aménagement minimal du pourtour du forage comprend la dalle anti-bourbier et le muret de protection : il est à réaliser par une entreprise de génie civil. La dalle anti-bourbier doit être en béton armé dosé à 350 kg et d'un diamètre de l'ordre de 3 mètres. Le muret de protection, d'une hauteur généralement de 1 mètre, sera fabriqué en parpaings.
- Proscrire des aménagements trop complexes et diversifiés car la standardisation permet une meilleure qualité (en utilisant des moules) et elle facilite l'écriture d'un cahier des charges précis et donc le suivi des chantiers.
- Ne pas surdimensionner les aménagements.
- L'aménagement d'un puits perdu rempli de moellons s'avère inefficace comme dispositif pour la résorption des eaux de puisage.
- Proscrire les abreuvoirs trop près de la superstructure (risque de contamination de l'eau par les animaux).
- Dans les zones sahéniennes, proscrire l'usage du bois pour confectionner l'enceinte du point d'eau (pratique courante).

L'aménagement d'un puits cimenté comporte une margelle (0,8 mètre de haut), une dalle anti-bourbier (1 mètre de large) et un dispositif d'épandage situé à plus de 5 mètres du puits. Il devrait être doté d'une superstructure pour faciliter le puisage et protéger le puits des dépôts éoliens (les éléments d'un modèle type et ses variantes restent à définir).

#### Absence de consensus

- Ne pas réaliser de rigole d'écoulement et un puisard rempli de moellons.
- La structure de gestion pourrait concevoir les aménagements autour du point d'eau au-delà de l'aménagement minimal.
- L'aménagement d'un point d'eau, hors margelle, pourrait être confié à la structure de gestion (avec une assistance technique et financière de la part du projet).
- L'opération pourrait être conduite comme un exercice dans le cadre de la formation des usagers que fournira un organisme local d'appui au développement – s'étalant, par exemple, sur une période d'un an suite à la pose de la pompe.
- La structure de gestion pourrait faire appel à une entreprise locale pour la réalisation des travaux.
- Les aménagements (aire d'infiltration, muret de protection, dispositif d'épandage, etc.) pourraient être financés avec la contribution financière des usagers.
- Des éléments de la superstructure en fer ou en tôle (couvercle, traverse, etc.) pourraient être fournis par l'entreprise de génie civil (ou autre marché spécifique).

# 7 Gestion des points d'eau

Le bon fonctionnement des pompes à motricité humaine dépend directement de quatre acteurs qui doivent être liés entre eux par des contrats définissant leurs obligations :

- **une structure de gestion**, qui mobilise les usagers pour payer régulièrement l'eau, visant à couvrir principalement les frais de réparations et le renouvellement de certains équipements ;
- **un artisan-réparateur local**, en charge d'assurer les réparations de quelques dizaines de pompes et rémunéré par les villageois ;
- **un fournisseur de pièces détachées** qui tient à la disposition de l'artisan-réparateur un stock de pièces de rechanges régulièrement renouvelé ;
- **un maître d'ouvrage** (pouvoirs publics : Etat et/ou collectivités territoriales) qui doit contrôler le bon fonctionnement du service de l'eau sur son territoire.

Mais en réalité, la pérennité du fonctionnement des pompes à motricité humaine s'avère fragile en raison de quatre grandes catégories de problèmes : (i) l'épargne n'est pas sécurisée et suf-

fisante pour financer les besoins en entretien et maintenance ; (ii) les institutions et acteurs ne jouent pas leur rôle ; (iii) l'activité d'entretien et de maintenance des pompes à motricité humaine est peu rentable et les artisans-réparateurs ne sont pas des professionnels (rémunération additionnelle à une autre activité le plus souvent) ; et (iv) les fournisseurs de pièces détachées n'ont pas une grande disponibilité de pièces et vendent des pièces de moins bonne qualité à moindre coût (répondant mieux aux attentes de la population).

Au Burkina Faso, le transfert aux communes de la propriété et de la gestion des pompes à motricité humaine implique la contractualisation de la délégation de gestion des pompes à motricité humaine aux associations des usagers de l'eau avec une définition des rôles et des obligations des parties contractantes, des délibérations communales sur le mode de paiement et le prix de l'eau, des dispositions pour l'organisation de l'exploitation et la gestion financière du service de l'eau, etc.

*Source : Rapport de capitalisation du Programme d'Application de la Réforme, Burkina Faso, mai 2010*

## 1. Les différentes organisations de la gestion des points d'eau

En Guinée, avec un soutien financier pluriannuel de l'Unicef, le Service national d'aménagement des points d'eau a pu assurer un taux de fonctionnement des pompes à motricité humaine des plus élevés d'Afrique (80 à 90 % selon les régions).

Le chiffre d'affaires de la vente de pièces détachées

est de 4 à 17 € par an et par pompe, soit un flux annuel de 100 000 € pour l'ensemble du pays.

En revanche, la maintenance des pompes à motricité humaine effectuée par les services de l'Etat eux-mêmes (en régie directe) s'est révélée très coûteuse.

Faute d'un système de maintenance clairement établi, de nombreux pays ont vu leurs pompes tomber en panne les unes après les autres, puis être abandonnées.

De nouveaux schémas ont vu le jour mais n'ont pas encore fait leurs preuves. En voici des exemples. :

- **Le leasing** : un opérateur économique loue une pompe à motricité humaine à la structure de gestion. La pompe reste la propriété de l'opérateur à qui la structure de gestion verse de 1 à 5 dollars par famille et par an. La structure de gestion ne paye rien d'autre pour l'entretien et la maintenance (renouvellement des équipements non couvert par le prix de l'eau). En cas de défaut de paiement, l'opérateur peut retirer la pompe. C'est le cas à Lubango, en Angola du Sud. Une société d'eau exploite un parc d'environ 50 pompes Volanta, chaque pompe desservant environ 50 familles ;
- **le contrat de garantie totale** : La structure de gestion verse un loyer annuel à un opérateur privé (qui peut être un artisan-réparateur performant) qui couvre le changement des pièces défectueuses et le coût de la main-d'œuvre en cas de panne. Ce système a été testé en Mauritanie, au Burkina Faso et en République centrafricaine : le constat général est une diminution très forte de l'adhésion des usagers après la phase projet. Problème de compréhension du principe ? Problème d'intérêt des usagers pour un service d'un coût trop élevé (100 € à 110 €/an au Burkina Faso par pompe, 150 €/an en République Centrafricaine avec un engagement sur une durée de 10 ans) ? Problème de délai d'accompagnement pour ancrer le dispositif plus solidement ?

**Au Burkina Faso**, la réforme de la maintenance des ouvrages hydrauliques prévoit que les communes recrutent un maintenancier (agrée par les services déconcentrés de l'Etat) en charge du suivi

### ● Expériences de maintenance durable des pompes à motricité humaine au Burkina Faso

Plusieurs expériences de maintenance durable ont été tentées au Burkina Faso.

En se basant sur le fait que les pompes sont constituées de plusieurs éléments dont la durée de vie est très longue, plusieurs projets et ONG ont tenté de mettre en place des dispositifs d'entretien durables basés sur un entretien préventif de qualité et le changement des pièces usagées dans les règles de l'art. Il s'agit principalement de contrat d'entretien préventif avec changement régulier des pièces d'usure et de contrat d'entretien en garantie totale.

Les contributions annuelles pour une garantie totale varient de 60 000 Fcfa à 70 000 Fcfa.

Les systèmes d'entretien préventif de 25 000 à 35 000 Fcfa en fonction des pièces d'usure prises en compte.

Aucune de ces expériences n'a réussi à survivre longtemps après le projet. Souvent, les villages se sont progressivement désengagés à l'exception de ceux qui avaient effectivement des problèmes graves avec leurs forages. Parfois, l'opérateur privé s'est accaparé les moyens de l'entreprise (compresseurs, véhicules et stocks de pièces détachées).

*Source : Antea, 2006*

et de l'entretien des pompes à motricité humaine sur le périmètre communal. Les prestations de ce maintenancier sont payées en partie par la commune (2 tournées de suivi/village/an) grâce à des redevances versées par les usagers et en partie par les Associations d'Usagers de l'Eau mises en place dans chaque village (réparations).

**Au Bénin**, Helvetas envisage une « approche business » qui s'appuie sur la délégation d'un parc de pompes à motricité humaine à un opérateur privé sur le territoire communal. C'est donc la

commune qui délègue la gestion de son parc de pompes à un opérateur économique. A ce jour, cette alternative n'a pas pu être validée sur le terrain, faute de financement. Le schéma proposé ne répond toutefois que partiellement aux problèmes de disponibilité des pièces détachées.

**Au Ghana**, il avait été décidé de mettre en place un réseau national unique de pièces détachées pour l'ensemble des modèles de pompes, géré par une entreprise privée, sélectionnée après appel d'offres. Du fait de la très faible rentabilité de la seule activité de vente de pièces détachées, le réseau de pièces détachées est très peu développé et se limite à quelques points de vente à l'échelle nationale, amenant les magasins à des distances très importantes des usagers. L'entreprise n'a aujourd'hui aucune incitation à étendre son réseau qui apparaît déficitaire.

**Au Cameroun**, la coopération allemande (DED, 2004) a proposé une stratégie dans laquelle le matériel du projet serait mis à la disposition des artisans-réparateurs moyennant la facturation

d'un loyer pour leur entretien et leur renouvellement. Se déplaçant en moto, l'artisan-réparateur serait chargé d'effectuer les petites réparations, d'examiner le fonctionnement des pompes et d'évaluer les interventions à prévoir pendant la tournée d'entretien des pompes à motricité humaine. Les pièces détachées seraient tenues en stock chez une entreprise dans des conditions qui seraient négociées à l'échelle de 6 départements. Une commission départementale de régulation du service public de l'eau en zone rurale regrouperait le sous préfet, le délégué départemental du ministère chargé de l'eau, et le(s) maire(s) d'une (ou plusieurs) commune(s). Cette commission pourra ainsi prendre des mesures adaptées et, éventuellement, des sanctions.

Force est de constater qu'à ce jour, aucun modèle entièrement satisfaisant n'a pu être développé pour améliorer l'efficacité du trio « structure de gestion/artisan-réparateur/fournisseurs de pièces détachées ».

## 2. La structure de gestion des points d'eau du village

On constate généralement que :

- la gestion au quotidien est souvent le fait d'un petit groupe qui n'est pas toujours représentatif des utilisateurs, ni mandaté par eux (Sardan, 2000). En effet, les membres de la structure de gestion sont trop souvent désignés par le seul chef du village (Antea/Bress, 2005) ;
- des structures de gestion sont régulièrement mises en place au niveau d'un seul point d'eau et non au niveau d'un village ou d'une commune par exemple, ce qui ne permet pas une mutualisation des recettes et dépenses ;
- les épargnes cumulées ne sont pas sécurisées sur un compte bancaire (soit les sommes en question ne le méritent pas, soit le réseau ban-

caire n'existe pas ou n'est pas adapté à la gestion de faibles épargnes). Au Tchad, le lieu de sécurisation de la caisse eau demeure le trésorier de la structure de gestion dans 82 % des cas. ;

- après le projet, les membres du bureau de la structure de gestion, nouvellement désignés, n'ont pas la possibilité de bénéficier de formations.

Sans remettre en cause le modèle « communautaire », il est nécessaire de comprendre les échecs et d'éviter les dérapages et dysfonctionnements si souvent constatés.

Ces dérapages sont, pour partie, dus au manque de compréhension du rôle de la structure de gestion et de ses règles de fonctionnement (statuts et règlement intérieur, relations avec les

autres acteurs, etc.) par les villageois eux-mêmes.

Au Tchad, dans 83 % des cas, les membres des comités de gestion des points d'eau sont élus par la population en assemblée générale. Des femmes sont présentes dans tous les comités (responsables de la propreté du point d'eau dans 78 % des cas). Sur les questions relatives au fonctionnement des points d'eau (contribution financière, création

d'une caisse d'eau, participation des femmes, paiement de l'eau, etc.), l'étude-bilan du secteur de l'hydraulique au Tchad conclut que l'adhésion de la population est toujours plus élevée que dans des projets où le chef du village désigne les membres de la structure de gestion. Les projets ont donc intérêt à cibler davantage la population et à ne pas se limiter à la seule opinion des chefs.

Source : Lafortune, 2006.

### 3. Le prix de l'eau et les modalités de paiement

#### Le prix de l'eau

Dans la plupart des cas, les pouvoirs publics sont en charge de la réalisation du forage, de l'installation d'une pompe à motricité humaine neuve et du contrôle de la qualité de l'eau.

Le prix de l'eau doit couvrir :

- l'entretien et le renouvellement de toutes les composantes de la pompe ;
- les tournées de suivi (éventuellement) et les réparations effectuées par l'artisan-réparateur ;

#### ● Deux exemples de prix de l'eau à la pompe

**Au Burkina Faso**, le coût d'entretien d'une pompe à motricité humaine varie en fonction de la marque et de l'âge de la pompe. Cependant dans l'objectif de mettre en œuvre une gestion intégrée de l'eau au niveau de la commune et des villages ou secteurs, la Réforme du système de gestion des ouvrages hydrauliques préconise une cotisation de 2 500 Fcfa/ménage/an (à collecter tous les mois, 3 ou 4 mois), soit un montant de 75 000 Fcfa /PMH/an (sur une base de 300 habitants). Mais, plus une pompe est utilisée, plus elle s'use vite et plus son entretien est cher. Le coût d'entretien d'une pompe doit donc être calculé en fonction du nombre de ménages qui l'utilise.

• *Premier exemple* : 300 habitants (30 ménages utilisent une même pompe). Cotisation : 2 500 Fcfa/ménage/an, soit 75 000 Fcfa/an.

• *Second exemple* : 600 habitants (60 ménages utilisent une même pompe). Cotisation : 2 500 Fcfa/ménage/an, soit 150 000 Fcfa/an.

Source : Programme d'application de la réforme, Burkina Faso, 2004-2009

**Dans l'Est du Tchad**, les trois quart des associations d'usagers de l'eau payent l'eau au forfait (250 Fcfa par mois et par famille). Toutes les associations excluent du forfait les plus indigents, qu'elle considèrent comme « normal » de prendre en charge. Un quart des associations recouvre un montant de 5 à 15 Fcfa par seau de 20 litres.

Source : rapport final projet Almy Nadif 2009



- les charges de fonctionnement de la structure de gestion.

### Modalités de paiement de l'eau

Selon certains, il n'est pas essentiel d'imposer une vente rigoureuse de l'eau à la pompe, il est préférable de privilégier des cotisations *ad hoc* au moment où survient une panne. Mais les expériences montrent que (i) le coût des entretiens réguliers d'une pompe à motricité humaine est moins élevé que le coût des entretiens curatifs, que (ii) l'efficacité des structures de gestion à assurer la réalisation des entretiens préventifs limite la durée des pannes. Dès lors, il est maintenant admis que les entretiens réguliers préventifs des pompes sont à encourager. Ainsi, seuls les paiements réguliers (paiement au volume ou cotisation forfaitaire périodique) sont soutenables.

Pour certains, seul le paiement de l'eau au volume permet un degré d'équité.

Mais le paiement de l'eau au volume pourrait avoir des effets indésirables : certaines enquêtes suggèrent en effet qu'il existe une corrélation<sup>23</sup> entre le mode de paiement et le volume d'eau consommé : au Tchad, les femmes qui achètent l'eau au volume à la pompe puisent de 40 à 80 litres par jour pour une famille ; lorsque le paiement est forfaitaire, elles puisent environ 160 litres par jour (Lafortune, 2005). Il semblerait donc que le « paiement au volume » ait pour effet de réduire la quantité d'eau puisée. Au Tchad, sur la base de cinq personnes par ménage, le paiement de l'eau au volume réduirait la quantité d'eau prélevée en dessous du niveau qui, d'après les études épidémiologiques, permettrait de réaliser un impact sanitaire, c'est-à-dire, 25 litres par jour et par personne.

Toutefois, dans l'Est du Tchad, ce niveau de 25 litres par jour et par personne n'est atteint que

23. Une étude statistique permettrait de confirmer qu'il s'agit bien d'une relation de cause à effet.

### ● Modalités de paiement Burkina Faso

L'important est que le paiement de l'eau devienne régulier et puisse subvenir aux principales pannes des pompes. Le maire, par délibération communale, fixe le prix de l'eau mais la réforme préconise, pour tenir compte des pratiques et des habitudes locales, de laisser aux associations d'usagers de l'eau la possibilité de fixer elles-mêmes les modalités du paiement.

dans les camps de réfugiés et ne correspond pas toujours à la disponibilité des ressources en eau disponibles. Les équipes actuellement sur le terrain, dans le cadre du projet d'appui à la stabilisation de l'Est du Tchad, constatent plutôt une consommation moyenne de 5 à 10 litres par jour et par personne.

De surcroît, le paiement au volume pose un second souci : il est communément admis que les paiements journaliers reviennent à l'épouse, tandis que c'est très souvent l'époux qui se charge du règlement d'une somme forfaitaire à payer périodiquement. Le paiement de l'eau au volume peut donc avoir comme autre effet d'engendrer une dépense supplémentaire pour les femmes au détriment du budget alimentaire.

Dans tous les cas, l'eau doit rester accessible aux plus démunis (prix social).

Au Burkina Faso, pour une consommation supérieure à 3 litres/jour, l'eau vendue au volume est plus chère que l'eau vendue par cotisation.

**TABLEAU 7.** Prix de l'eau au volume au Burkina Faso

Au volume	Prix	Equivalent
Seau de 10 litres	5 Fcfa	500 Fcfa/m <sup>3</sup>
Bidon de 20 litres	5 Fcfa	250 Fcfa/m <sup>3</sup>
Bidon de 20 litres	10 Fcfa	500 Fcfa/m <sup>3</sup>
Barrique de 200 litres	50 Fcfa	250 Fcfa/m <sup>3</sup>
Barrique de 200 litres	100 Fcfa	500 Fcfa/m <sup>3</sup>

Source : Programme d'application de la réforme, Burkina Faso, 2004-2009

Au Burkina Faso, les usagers paient l'eau au gestionnaire de la pompe à motricité humaine, qui assure l'encaissement des recettes de la vente de l'eau en respectant le prix et les modalités de paiement de l'eau définis par l'associations des usagers de l'eau.

*Support visuel du Programme d'application de la réforme 2004-2009, au Burkina Faso.*



## 4. Les formations

### Pratiques courantes des projets

Force est de constater un déséquilibre entre les aspects techniques et les aspects sociaux dans les projets d'hydraulique villageoise.

L'artisan-réparateur bénéficie souvent d'une formation d'une durée de 5 à 7 jours et est souvent impliqué dans la pose des pompes sous forme de formation-action. Les artisans-réparateurs sont couramment formés d'abord par un projet puis recyclés par un autre. En revanche, les structures de gestion des points d'eau reçoivent une formation beaucoup plus légère : 1 à 3 jours généralement, totalisant quelques heures de "cours" seulement. Cette durée n'est certainement pas suffisante pour acquérir les compétences et pratiques de gestion et choisir le niveau de service adapté (type de contrat avec l'artisan-réparateur et/ou avec la commune).

### Pistes de réflexion

Au Tchad, en 2006, 28 % des comités de gestion des points d'eau disent utiliser le fonds de la caisse eau comme moteur de développement du village (fonds de roulement pour la création de banques de céréales, paiement des maîtres des écoles communautaires,

### ● Exemple de formation des comités de gestion au Tchad

Au Tchad en 2006, selon l'étude-bilan du secteur de l'hydraulique, seulement 39 % des comités de gestion des points d'eau avaient reçu une formation d'un seul jour ; 96 % des comités étaient cependant prêts à refaire le projet aux mêmes conditions et ils estiment que le projet a respecté les us et coutumes. Ils déplorent cependant, le manque de formation et de disponibilité des pièces et des outils.

Aujourd'hui, la plupart des projets mettent en œuvre une formation plus importante. Ainsi dans le cadre du projet Almy Nadif (terminé en 2009), dans l'Est du Tchad, 100 % des associations des usagers de l'eau ont bénéficié de 5 formations d'une journée, et le bureau de l'association d'une formation de 3 jours. La direction de la connaissance du Domaine hydraulique du ministère de l'Eau estime le parc de pompes à motricité humaine à 8 200 contre 4 500 en 2006 et le taux de formation à 60 % en tenant compte des disparités entre anciens et nouveaux projets.

fonds de garantie, etc.). Les comités de gestion des points d'eau qui laissent dormir l'argent évoquent comme raison de non-utilisation de cette épargne l'absence d'encadrement pour la mise en œuvre des activités ou le manque de fonds. En effet, sans accompagnement, les comités de gestion des points d'eau réussissent rarement à valoriser l'épargne.

A cet égard, dans le cadre du projet Almy Nadif de l'Est du Tchad, le village peut utiliser librement cet « impôt local », pour servir l'intérêt communautaire. Mais il est conseillé au Bureau de garder un fonds de caisse suffisant pour pouvoir payer les visites d'entretien et les pièces de rechange. Il a d'ailleurs été constaté que plus il y a de mouvement sur le compte d'épargne en entrée (cotisation, ventes au détail) et en sorties (salaires du fontainier, réparations, etc.), plus les villages cotisent et l'association dégage des réserves financières.

Sauf cas particulier (par exemple, caisses d'épargne de la région de Sarh au Tchad), l'absence de système bancaire adapté à la gestion de faibles montants, amène donc à s'interroger sur le maintien et la pertinence du principe de « l'eau paye l'eau ». Certains pensent que pour favoriser le paiement régulier de l'eau par les usagers, l'épargne pourrait servir à autre chose que l'entretien du point d'eau, comme la contribution à des projets d'équipements sociaux dans le village ou la spéculation sur le prix des céréales.

Plus généralement, ne faudrait-il pas revoir la conception des projets d'hydraulique villageoise en intégrant l'intervention d'un opérateur chargé d'accompagner chaque structure de gestion pour un suivi post projet après la pose de la pompe ? Le mandat de cet accompagnement visant à former la structure de gestion serait de type « appui au développement local » sur la base du *learning by doing*. Les objectifs de cet accompagnement pourraient être de :

### ● Le suivi technique et financier (Stefi) des services publics de l'eau, au Mali

Dans la région de Kayes au Mali, depuis 2005, la direction nationale de l'Hydraulique a donné mandat au bureau d'études 2AEP pour assurer les prestations de Suivi technique et financier (Stefi) d'environ 80 adductions d'eau potable. Le Stefi consiste en la vérification des comptes des associations d'usagers de l'eau tous les six mois. Les arrêtés de comptes ont lieu en janvier et juillet de chaque année.

Le suivi technique porte sur le contrôle des installations techniques d'approvisionnement en eau (pompes immergées, groupes électrogènes, installations solaires, réseau, etc.). Cette prestation est financée par une redevance sur le prix de l'eau payé par les usagers.

Ce modèle pourrait être appliqué aux pompes à motricité humaine.

Source : [www.2AEP.com](http://www.2AEP.com)

- maîtriser le fonctionnement de la structure de gestion (statuts, règlement intérieur et relations avec les autres acteurs) ;
- concevoir et réaliser les aménagements autour d'un point d'eau et entretenir ses abords ;
- maîtriser les opérations quotidiennes liées au fonctionnement et à l'entretien de la pompe ;
- savoir tenir un cahier de recettes et dépenses et rendre compte du montant de l'épargne ;
- comprendre le contrat de maintenance et connaître les réparations principales.

L'accompagnement pourrait comprendre, d'une part des formations classiques, et d'autre part un apprentissage « sur le tas ».

Le fait de mobiliser un opérateur de proximité spécialiste du développement local et de la formation pourrait, à la longue, favoriser un degré de standardisation des modules, une capitalisation des expériences et l'émergence d'un réel marché de la formation continue (opérant hors logique projet).

Le mandat de l'ingénieur-conseil se terminerait alors à la pose de la pompe, où il recentrerait son rôle sur la supervision. L'opérateur de développement local serait chargé d'accompagner la structure de gestion sur une durée plus longue (d'au moins 2 ans).

Des structures similaires au Stefi malien sont aujourd'hui en place au Tchad (cellule de conseil et d'appui à la gestion, notamment à Moundou) et au Niger (service d'appui conseil, notamment dans la région de Maradi).

### Le service après-vente

En Guinée, le réseau de maintenance des ouvrages donne satisfaction dans la majorité des cas. Les artisans-réparateurs réalisent des tournées trimestrielles et interviennent, à la demande des villages, en cas de panne de leur pompe à motricité humaine. Les artisans-réparateurs se plaignent cependant d'un manque de moyens de déplacement et d'une sous-rémunération de leurs interventions par les villages qui est de l'ordre de 7 € par an et par pompe (Coquart, 1999).

De l'étude-bilan du secteur hydraulique au Tchad (Lafortune, 2006), il ressort que :

- les artisans-réparateurs sont en mesure de réparer les pompes du parc hydraulique tchadien. Devant un manque de disponibilité des pièces détachées auprès du dépositaire, l'artisan-réparateur se déplace auprès d'un autre dépositaire de pièces détachées dans 40 % des cas, essaye de réparer temporairement la pompe dans 36 % des cas, se rend à la capitale dans 20 % des cas et essaye de réparer la pompe à motricité humaine chez un forgeron dans 4 % des cas ;
- la durée moyenne d'une intervention est de 1 à 2 jours dans 96 % des cas ;
- 60 % des artisans-réparateurs éprouvent des difficultés à se faire payer par les comités de gestion des points d'eau – surtout en raison du manque d'argent ou de l'absence du trésorier lors du passage de l'artisan-réparateur ;

*Un maintenancier équipé d'une moto et d'une caisse à outils au Burkina Faso*



*Source : Support visuel du Programme d'Application de la Réforme 2004-2009, au Burkina Faso.*

- 36 % des artisans-réparateurs possèdent un moyen de déplacement pour lequel ils ont reçu un appui de la part d'un projet ;
- Le caractère saisonnier des activités des artisans-réparateurs les oblige à avoir des activités complémentaires.

Pour favoriser la viabilité financière du métier d'artisan-réparateur il apparaît nécessaire de créer une « masse critique de pompes » (avec des marques harmonisées si possible car les outils nécessaires pour les réparer sont limités dans l'espace et ne sont pas les mêmes) sur un périmètre donné et de favoriser des synergies de maintenance de l'ensemble des services de l'eau en milieu rural (pompes à motricité humaine, mini adductions d'eau potable, réseaux gravitaires, etc.).

Au Burkina Faso, pour parvenir à la professionnalisation des maintenanciers, il est nécessaire qu'ils disposent d'un volume d'activité suffisant et sécurisé. Le programme a estimé qu'un parc de 75 à 100 pompes à motricité humaine permet d'atteindre cet objectif.

*Source : Rapport de capitalisation du Programme d'application de la réforme, Burkina Faso, mai 2010.*

Des interventions régulières aideraient à professionnaliser les artisans-réparateurs et à pérenniser leur savoir-faire.

## ● La libre concurrence entre prestataires : l'exemple du projet Almy Nadif au Tchad

Un marché a obligé le fournisseur de pompes (Vergnet) à assurer la fourniture de pièces détachées sur Abéché pendant 10 ans ; 90 % des visites d'entretien ont été payées par les villageois.

Tous les artisans-réparateurs se fournissent à Abéché. Aucun n'a reçu un moyen de transport. Il a même été constaté le cas d'un artisan-réparateur qui a débuté sans moyen de déplacement et qui a commencé avec son cheval en 2005 et travaille en moto en 2011.

Un artisan-réparateur qui s'occupe d'un parc de 40 pompes se fait payer par l'association des usagers de l'eau 25 000 Fcfa pour l'installation, donc dès sa première année d'activité il gagne près d'un million de Fcfa net, car il se déplace avec un représentant du fournisseur de pompes (déplacement gratuit). Le projet a instauré cette méthode pour que l'artisan-réparateur puisse se payer lui-même un moyen de locomotion de son choix la première année.

En rythme normal, l'artisan-réparateur, avec ses visites d'entretiens qu'il effectue deux fois par an (périodes d'octobre/novembre et mai/juin), dégage un chiffre d'affaires de 800 000 Fcfa pour environ 3 mois de travail, ce qui est un bon rendement. A cela se rajoute les interventions pour réparations (10 à 15 % du chiffre d'affaires en plus).

L'artisan-réparateur doit être pluriactif. Son activité de réparateur est considérée comme un complément de revenu. Mais s'il parvient à augmenter son parc de pompes (arrêt d'un collègue, meilleure prestation reconnue par les villageois, nouvelles installations de pompes dans sa zone, etc.), il pourra alors en faire son activité principale.

Chaque année, le fournisseur de pompes forme et assure la remise à niveau des artisans-réparateurs. Le représentant de Vergnet dans la zone Est du Tchad a été recruté parmi les artisans-réparateurs.

Les premiers critères de sélection des artisans-réparateurs sont la compétence technique et une activité pluridisciplinaire, le troisième indispensable est le lieu de résidence qui ne doit pas être à plus de 40 km des pompes les plus éloignées dont il a la charge. Les artisans-réparateurs sont sous la responsabilité du fournisseur des pompes (Vergnet).

Les artisans-réparateurs sont des acteurs économiques libres et fonctionnent avec les associations des usagers de l'eau sur une base de clientèle – prestataire. Les associations des usagers de l'eau peuvent, en cas de non satisfaction du service fourni, faire appel à un autre artisan-réparateur.

*Source : Note au dossier de l'ingénieur-conseil, Igip Burgeap, janvier 2011*

## La filière d'approvisionnement en pièces détachées

En général, la disponibilité en pièces détachées par le biais d'un réseau de magasins suffisamment décentralisés, dépendant d'un importateur de la place et la qualité des artisans-réparateurs installés à une distance raisonnable des villages sont

satisfaisants. Ces réseaux fonctionnent correctement malgré le faible niveau des ventes et l'absence fréquente de moyens de déplacement pour les artisans-réparateurs (AFD, 1999).

Le faible intérêt financier pour les acteurs des marchés de maintenance et de pièces détachées est un problème qui reste entier. La vente de pièces détachées pour les pompes à motricité

### ● Le système après-vente mis en place par Vergnet Hydro

Le service après-vente de Vergnet Hydro est organisé par pays et repose sur la base de 4 acteurs principaux : le représentant de Vergnet Hydro, les revendeurs (qui disposent d'un magasin dans une zone géographique où sont recensées des pompes Vergnet), l'artisan-réparateur (technicien formé par Vergnet Hydro et accrédité à intervenir sur les pompes, il est doté d'une trousse à outil lui permettant de procéder à toute intervention sur la pompe et du manuel technique de la pompe) et le réparateur villageois (également formé par Vergnet Hydro, il n'est autorisé qu'à intervenir sur les parties aériennes de la pompe et la pédale, soit sur l'ensemble des pièces dites « d'usure »).

Une fiche d'entretien récapitulant les opérations les plus régulières de maintenance est remise à la réception de l'installation de la pompe à la structure de gestion responsable de l'exploitation de l'équipement.

Au Togo, les pièces Vergnet sont disponibles dans 26 magasins locaux couvrant le territoire national. Le représentant de la marque est tenu de réaliser 2 à 3 tournées par an auprès de ses revendeurs pour s'assurer que les stocks de réserve minimale n'ont pas été atteints et que les commandes de pièces détachées ont été transmises.

*Source : Vergnet Hydro, août 2010.*

humaine est une activité saisonnière qui ne fonctionne bien que pendant 4 à 5 mois de l'année. C'est pourquoi, les revendeurs de pièces détachées ont souvent, comme les artisans-réparateurs une activité parallèle.

Sur le modèle de service après-vente développé par l'entreprise Vergnet, une marge sur la vente des pièces détachées des pompes à motricité humaine (environ 10 % selon les pays) revient aux représentants nationaux afin de les soutenir financièrement. Une partie du coût de la filière est donc intégrée dans le prix des pièces détachées. Le fonctionnement du réseau de pièces détachées est lié à la prise en compte, de manière significative, de cet « effort commercial » dans les critères de sélection du fournisseur.

Il ne faut pas obliger les membres des structures de gestion à se procurer les pièces uniquement auprès des revendeurs. Très souvent, les artisans-réparateurs revendent les pièces auprès des usagers, ce qui a pour avantages, (i) grâce à l'ex-

pertise préalable de l'artisan-réparateur, la fourniture de pièces aux structures de gestion plus adaptées aux réparations à réaliser ; et (ii) cela évite que les villageois aient à se déplacer. En outre, l'artisan-réparateur devrait pouvoir bénéficier de prix réduit auprès du commerçant de par sa connaissance du marché et du fait de son degré de fidélisation (même en y incluant sa marge).

Pour satisfaire les villageois et tenir compte de leurs faibles capacités financières, les revendeurs sont amenés à proposer des pièces adaptables à moindre coût qui ont des conséquences directes sur le fonctionnement des pompes et l'efficacité des interventions de l'artisan-réparateur. Certains revendeurs proposent également des pièces usagées reconditionnées : fontaines, bras, etc.

La qualité des pièces détachées disponibles (contrefaçons ou réutilisation de pièces usagées) est un problème grandissant, compte tenu d'une demande plus forte des villageois pour des pièces

à moindre coût, quelque soit leur qualité et durée de vie. Pour éviter la réutilisation de pièces usagées défectueuses – souvent issues de campagne de réhabilitation de forages équipés d'une pompe à motricité humaine – les projets ayant une composante « réhabilitation de pompes à motricité humaine » doivent au préalable s'assurer de la gestion des pièces usées (ne pas les laisser dans les villages ou chef lieux et les rendre inutilisables en les cassant).

Au Burkina Faso, dans la région du Sahel et province de la Gnagna, l'inventaire du stock de pièces détachées chez chaque dépositaire a permis de constater qu'il y a peu de pièces de contrefaçon ou de récupération mises en vente (quelques pièces d'usure de la marque India). L'utilisation de pièces de récupération est donc le fait d'artisans-réparateurs ou des comités de points d'eau qui récupèrent des pièces lors de campagne de réhabilitation.

Les pièces de la marque India importées au Burkina Faso correspondent rarement aux normes et au standard officiel définis par l'Inde concernant la qualité de la matière, les dimensions et les tolérances ainsi que

la protection contre la corrosion. Elles sont fabriquées uniquement pour l'exportation par des entreprises indiennes. Ni les vendeurs, ni les maintenanciers ne font la différence entre les pièces conformes aux standards indiens et les pièces de moindre qualité.

*Source : Rapport de capitalisation du Programme d'application de la réforme, Burkina Faso, mai 2010.*

Les revendeurs des pièces détachées déplorent (Antea 2005) :

- le fait que les achats ponctuels de pompes par les projets leur échappent ;
- les nombreuses réhabilitations qui font diminuer leur chiffre d'affaires à court et moyen terme.

La mise en place d'une filière de pièces détachées demande une appropriation de la démarche par le maître d'ouvrage et le fournisseur de pompes, pour qu'ils jouent le jeu de cet apprentissage et acceptent que les circuits d'approvisionnement durant les activités du projet passent par les points de vente, amenant une certaine complexité et des délais plus longs d'intervention. Néanmoins, le surcoût d'une telle démarche est minime.

## Idées à retenir

### Consensus existant

#### ● Mise en place d'une structure de gestion

◆ Une structure de gestion, représentative de l'ensemble des usagers, est mise en place au niveau de chaque village et non au niveau de chaque point d'eau du village (mutualisation des recettes et des charges et équité vis à vis des quartiers non équipés qui peuvent faire valoir leurs droits).

◆ C'est en assemblée générale que le village élit les membres de la structure de gestion et décide du prix et des modalités de paiement de l'eau (sauf dispositions contraires de la puissance publique, comme par exemple lorsque le prix de l'eau et éventuellement les modalités de paiement sont fixé(s) par la commune ou l'Etat).

◆ La structure de gestion est d'autant plus performante qu'elle est constituée de femmes (nécessairement alphabétisées pour les postes clés).

◆ Produire un guide, illustré en langue vernaculaire, pour exposer les statuts et le règlement intérieur de la structure de gestion, la ventilation

des charges de la pompe à motricité humaine, les coupes techniques des éléments constitutifs du forage et de la pompe à motricité humaine, une liste des prix des pièces détachées, etc.

### ● Formation des membres de la structure de gestion

- ◆ Les équipes d'animateurs de l'équipe projet ne doivent pas dispenser les modules de formation des membres du bureau des structures de gestion, car ils n'ont pas les compétences de bons « formateurs ».
- ◆ Les thèmes qui sont à aborder prioritairement sont : le rôle de la structure de gestion, l'entretien de la pompe et ses abords, la tenue de la caisse, les modalités du contrat avec l'artisan-réparateur (niveau de service et tarif de l'artisan-réparateur) et avec la commune le cas échéant.
- ◆ Ne pas imposer un prix de l'eau, ni même des modalités de paiement pour le service de l'eau.
- ◆ Examiner avec les responsables les aménagements possibles autour du point d'eau et les règles d'usages (exemple : interdiction de porter les chaussures en entrant sur l'aire de distribution, l'usage d'un raccord sur le bec de la pompe pour éviter que l'eau se déverse, etc.).
- ◆ Lors du projet, la formation des membres des structures de gestion devrait insister davantage sur les résultats escomptés (comme la continuité du service) et moins sur les moyens (paiement au volume, à la cotisation, tenue de la caisse).
- ◆ Le maître d'œuvre fournira une preuve de la mise en place d'une structure de gestion (comme le procès verbal de réunion dûment signé par le président de la structure de gestion et visé par le chef du village ou le maire). Il spécifiera le nombre de femmes ayant participé aux délibérations.

### ● Organisation de la formation

- ◆ Mobiliser un professionnel de la formation qui se chargera de définir la méthode pédagogique (contenu et déroulement des sessions).
- ◆ Pour la formation des artisans-réparateurs : exiger un programme détaillé qui privilégie des exercices pratiques pour le montage et le démontage de pompes à motricité humaine, des simulations des pannes les plus courantes, etc.
- ◆ Privilégier la mise en place d'équipes d'animation mixtes homme/femme qui se déplacent sur le périmètre du projet et séjournent au village. L'organisation des réunions doit concorder avec la disponibilité des usagers. Cela nécessite une présence dense sur le terrain et à des heures contraignantes.

### ● Renforcement du service après-vente

- ◆ L'évaluation des capacités de l'artisan-réparateur doit être réalisée par l'ingénieur-conseil mais le choix de l'artisan-réparateur revient à la structure de gestion ou aux pouvoirs publics selon les cas. A la suite de la formation des artisans-réparateurs, l'opérateur qui en a la charge devra valider ce choix ou formuler ses réserves par écrit.
- ◆ La corporation (c'est-à-dire une décision d'homologation promulguée par les services techniques déconcentrés) sur un territoire donné pourrait alors conforter l'artisan-réparateur dans son rôle.
- ◆ Des moyens de locomotion devraient être mis à la disposition des artisans-réparateurs, éventuellement sur prêt, ainsi qu'un matériel d'intervention.
- ◆ Financer (sur le projet au départ) des visites de maintenance préventive par l'artisan-réparateur pour développer une relation de confiance avec les usagers et faire valoir la notion de maintenance préventive. Financer (sur le projet au départ,



éventuellement sur prêt) le premier dépôt de pièces détachées que le revendeur pourra commercialiser. La marge qu'il réalisera constituera une subvention au démarrage de son activité.

- ◆ Informer les structures de gestion sur la localisation des dépositaires de pièces détachées, leurs contacts et tarifs. A cet effet, l'opérateur chargé du renforcement du service après-vente fournira des supports écrits et illustrés.

- ◆ Organiser le dispositif pour fixer des barèmes de prestations en prenant en compte les pratiques réelles.

- ◆ Eviter le financement de campagnes de réhabilitation ou de mise à niveau des points d'eau s'appuyant sur les brigades publiques de maintenance de l'Etat.

- ◆ Proscrire les larges campagnes de réhabilitations, sans critère de sélection des pompes

à réhabiliter : seules les anciennes pompes (plus de 10 ou 15 ans par exemple) peuvent être réhabilitées sur des financements extérieurs au village et dans l'optique d'instaurer un système de gestion pérenne. Dans le cas contraire, cela serait contre productif par rapport au système de gestion déjà mis en place (aucune incitation des usagers à payer l'eau).

#### Absence de consensus

- ◆ Proscrire les contrats de maintenance du type « garantie totale ».

- ◆ L'artisan-réparateur "retenu" par la structure de gestion devrait-il payer sa mallette d'outils et son moyen de déplacement ?

- ◆ Quel rôle revient aux services techniques déconcentrés ? Et à la commune ?

## 8 Promotion de comportements hygiéniques

Il n'est pas évident que les habitudes des usagers évoluent dans le bon sens. Certes, la draconculose a été jugulée - excepté au Soudan. En revanche, dans de nombreux pays d'Afrique, la mortalité infantile et juvénile est en hausse (Académie des Sciences, 2005). Dans certains cas, le Sida explique, au moins en partie, cette évolution. Il est donc opportun de s'interroger sur les causes de la persistance des diarrhées au regard des efforts réalisés en matière d'accès à l'eau et des comportements liés à l'hygiène.

Aujourd'hui, les bailleurs de fonds affichent plus clairement comme objectif spécifique la prévention des diarrhées endémiques. Pour favoriser le changement de comportements par rapport à l'alimentation en eau potable, les activités d'information, de formation et de communication devront *"tenir compte des attitudes culturelles vis-à-vis de l'eau (...) en assurant en particulier une bonne protection de l'eau le long de la chaîne de transport et de stockage jusqu'à l'utilisation"* (AFD, 2004).

Pourtant, il est communément admis que :

- la transmission des agents pathogènes se fait par les aliments ou l'eau de la jarre (souillée par des mains sales) et moins souvent lors du transport de l'eau (du point d'eau au domicile) ;
- les excréments des nourrissons contiennent plus d'agents pathogènes que ceux des adultes ;
- l'approvisionnement en eau potable empêche des épidémies comme le choléra mais a peu d'effet sur les diarrhées endémiques. Pour éviter ce

type de maladies diarrhéiques, un ménage doit disposer d'une quantité d'eau suffisante pour que chacun puisse, au minimum, se laver les mains avant de manger et après défécation. Lorsqu'un projet s'efforce de promouvoir un comportement adapté sur le plan de l'hygiène, on peut s'attendre à une réduction de 33 % de l'incidence des maladies diarrhéiques, soit un niveau deux fois plus important que si l'intervention se limitait uniquement à l'aménagement d'un point d'eau moderne (Esrey, 1992) ;

- en outre, ce n'est qu'au-delà d'une consommation journalière de 25 litres par personne et par jour qu'il y a un effet sur les diarrhées endémiques grâce à une meilleure hygiène personnelle.

A la lumière de ces faits, l'objectif que doit viser la promotion de comportements hygiéniques est la prévention des diarrhées endémiques. Les comportements clés à promouvoir sont les suivants (Curtis & Cairncross, 2002) :

- se laver les mains avec du savon, après défécation et avant de manger ;
- recouvrir d'un couvercle la jarre où est stockée l'eau de boisson ;
- utiliser une louche à manche long pour puiser l'eau de la jarre ;
- utiliser systématiquement les sanitaires, que ce soit à domicile, à l'école ou dans les lieux publics (marchés, gares routières et centres de santé).

67 % des décès d'enfants sont liés à des maladies diarrhéiques et infections respiratoires aiguës (Banque Mondiale, 2001)<sup>24</sup>. Or, une étude (Curtis & Cairncross, 2003) indique que le lavage des mains au savon, en particulier après un contact avec des excréments, peut réduire l'incidence diarrhéique de 42 à 47 %, alors qu'une autre étude (Rabie et al.) signale qu'une réduction de 30 % des infections respiratoires est possible grâce au lavage des mains.

### Une préoccupation disproportionnée pour la propreté de l'abond du point d'eau

L'étude bilan du secteur hydraulique au Tchad (Lafortune, 2006) montre que *"la clarté et le goût de l'eau sont les qualités recherchées par l'ensemble des usagers d'un forage. Dans 89 % des cas, on reconnaît que l'eau du forage possède ces qualités. L'eau du forage est donc généralement reconnue comme étant de bonne qualité. Néanmoins, lors de l'hivernage, les usagers ont quasi systématiquement recours aux points d'eau traditionnels"*.

Autre problème constaté au Mali (Antea/ Bress, 2005) : la création de bourbiers autour du point d'eau peut être due au fait que (i) l'on lave à grande eau l'aire de propreté, (ii) les femmes rincent leurs seaux et les vidant sur la dalle ou par-dessus le muret, (iii) les femmes font déborder l'eau qu'elles puisent ou pompent, surtout si le contenant est un bidon. Mais cela a probablement peu d'incidence directe sur la qualité de l'eau ramenée à domicile.

Il semble relativement facile de faire respecter l'interdiction de garder les chaussures sur l'aire d'assainissement. Mais l'enjeu n'est pas là : il s'agit de comprendre les facteurs qui motivent une personne à consommer une eau propre, à laver la jarre de stockage et le seau dans lequel l'eau est transportée, à se laver souvent les mains.

### Les techniques participatives ne peuvent compenser une démarche dirigiste

Les idées suivantes illustrent de façon anecdotique les faiblesses constatées :

- la mode est aux méthodes : la *Méthode Active en Recherche Participative* (MARP), la méthode *Système d'analyses des effets sociaux des projets d'aide au développement* (SWAP), la méthode *Groupe de Recherche et d'Appui pour l'Autopromotion des Populations* (GRAAP) et les "boîtiers à images". Elles ont certes leurs avantages mais leur usage doit obligatoirement s'inscrire dans une approche participative ;
- la notion de communication se traduit parfois par la distribution de t-shirts imprimés et de prospectus de couleurs. Calqué sur la logique d'une communication institutionnelle ou d'entreprise, ce type d'action ne contribue en rien aux effets sanitaires escomptés ;
- les animateurs et animatrices se cantonnent à organiser, à chaque visite, une ou deux réunions avec la population du village ou une réunion avec les hommes et une réunion avec les femmes. Toutefois, dans les villages de grande taille, les femmes ne sont pas sans intérêts divergents. Elles ne sont pas toutes solidaires entre elles. Une seule femme ne peut prétendre représenter les intérêts d'autant de sous-groupes qu'il y a de classes d'âge, d'ethnies et de rangs sociaux. L'heure et le lieu de la réunion sont également importants. Les réunions organisées précipitamment au milieu de la journée ne sont pas propices à une participation élargie. Les gens sont plutôt disponibles en début de journée ou en fin d'après midi. Mais les animateurs et animatrices rechignent souvent à passer la nuit au village et le projet ne prévoit pas toujours les moyens pour le faire.

24. Source : le manuel de l'initiative de lavage des mains, BM, BNWP, WSP.

### Conséquences pour l'animation

Pour multiplier les discussions avec les groupes spécifiques et rencontrer les femmes très tôt le matin ou tard dans la soirée, les animateurs doivent séjourner au village. Pour cela, il faut accepter les « temps morts » dans la journée, consacrés au repos des habitants, qui seront aussi les heures de repos des animateurs. Par ailleurs, les animateurs devront faire plusieurs jours de tournée en allant d'un village à l'autre sans retourner à leur logement.

Les équipes d'animation sont constituées généralement d'un binôme homme-femme. Ils travaillent ensemble ou se répartissent le travail sur le terrain suivant la nature des activités. Les animatrices pourront plus librement discuter avec les femmes sur des thèmes délicats, comme ceux touchant à la santé et à l'hygiène des

femmes, leurs sources de revenus ou leur participation au budget familial. Pour certains projets, il est très difficile d'avoir de vraies équipes mixtes qui séjournent plusieurs jours de suite sur le terrain ou qui se déplacent en moto. Pour d'autres, cela est tout à fait possible. Les difficultés relèvent de contraintes qu'impose le projet en termes de calendrier d'exécution et de moyens.

Les animateurs doivent faire preuve d'un savoir-être et, avant tout, d'une capacité d'écoute. Ils doivent avoir la capacité et la volonté de séjourner sur le terrain et de passer du temps auprès des habitants. C'est souvent plus important que les connaissances en techniques d'animation ou que le nombre de formations reçues. C'est pourquoi il est généralement plus efficace de travailler avec moins d'animateurs pendant plus de temps que de multiplier les membres de l'équipe.

### Idées à retenir

#### Consensus existant

- Caractériser les segments d'utilisateurs de la communauté (segmentation des données lors de l'étude de référence – cf. Annexe 2B.1). Ne pas seulement présenter des valeurs moyennes mais décrire les segments d'utilisateurs de la communauté qui se distinguent les uns des autres.
- Pour chacun des groupes d'utilisateurs (exemple : groupes sexo-spécifiques, par tranche d'âge, notamment les jeunes mères ou nourrices), l'ingénieur-conseil identifiera les pratiques à

risque, les comportements qui sont à promouvoir, les facteurs qui motivent le changement de comportement, les voies de communication adaptées au groupe en question.

- Construire l'argumentaire des animateurs en fonction des références culturelles des utilisateurs (causes possibles de la diarrhée, affections liées à l'eau, traitement traditionnel, notion de potabilité et de propreté, etc.) et des facteurs de motivation au changement (beauté, bien-être, statut social, intimité, dignité, sex-appeal, gains financiers, etc.).
- Prévoir de rencontrer les villageois par catégorie socio-économique, ou par segment de la population. Multiplier les rencontres, en petits groupes, avec les différentes catégories de femmes et d'hommes.

Toucher toutes les couches de population en intervenant à plusieurs niveaux : auprès des décideurs et anciens lors des assemblées générales ; auprès des femmes lors des causeries sur leurs lieux de travail et autour des points d'eau, etc.

- Privilégier le séjour des animateurs au village afin de renouer avec la palabre pour déceler les conflits « cachés ».
- Collaborer avec des groupes stratégiques (agents de santé, enseignants, chefs religieux, etc.) pouvant contribuer à la promotion de comportements hygiéniques.
- La demande prévisible devrait être étudiée à partir de la variance des revenus, de l'état de l'offre et de la volonté à payer. Des enquêtes périodiques a posteriori, permettant d'identifier les facteurs de satisfaction des usagers et leurs « seuils d'indifférence à l'offre », devraient être plus systématiquement réalisées.

- Eviter les messages universels qui sont ciblés uniquement sur la notion du péril fécal (sans référence à des facteurs de motivation positifs comme le respect, la séduction, la modernité, etc.) et ceux qui ne s'adressent pas à un groupe d'utilisateurs bien précis.

- Eviter une multitude de messages qui noient le message primordial.

### Absence de consensus

- Disposer d'équipes mixtes qui séjournent plusieurs jours de suite sur le terrain (question de moyens financiers).
- L'approche par la demande exclut de fait les villages les plus pauvres qui sont sans eau. Chaque projet ne devrait-il pas prévoir un quota de réalisations qui s'inscrit dans une logique « d'aide humanitaire/sociale » pour remplacer les points d'eau qui tarissent dans les villages qui périclitent ?

# Conclusion

Pour conclure, la majorité des problèmes rencontrés allant à l'encontre de la pérennité des forages équipés d'une pompe à motricité humaine en Afrique subsaharienne sont d'ordre :

- administratifs (absence d'autorité locale) ;
- financiers (réalisation des forages et achat des pompes à moindres coûts) ;
- économiques (secteur peu rémunérateur, économie non monétaire et principalement saisonnière),
- techniques (absence de maintenance, matériel défectueux, manque de formation) et,
- culturels (utilisation des sources d'eau alternatives en saison des pluies).

L'émergence des collectivités territoriales, en cours dans de nombreux pays d'Afrique subsaharienne, devrait permettre, grâce à des compétences « eau » plus décentralisées, d'améliorer la gestion de ces infrastructures. Ces collectivités jouent en effet un rôle prépondérant dans le nécessaire suivi des acteurs de proximité impliqués dans la gestion d'un service de base.

La capitalisation des enseignements et bonnes pratiques issus des expériences de terrain permet de retenir les idées forces suivantes (traduites de manière opérationnelle dans l'annexe 2) :

- les forages – qui seront dotés d'une pompe à motricité humaine – doivent être réalisés au plus près des village ;
- les forages seront réalisés de manière à prolonger au maximum leur durée de vie (tubage, soufflage, massif filtrant si nécessaire) et en tenant compte de l'équipement d'exhaure et de son évolution face à l'évolution de la demande ;
- la limitation des types de pompes à motricité humaine dans une zone géographique donnée est un facteur de pérennité ;
- la gestion des équipements repose toujours sur une approche communautaire (du fait d'une organisation sociale qui renforce la solidarité entre individus) en lien avec un réseau technique intégrant un artisan-réparateur et un dépositaire de pièces détachées. Force est de constater que la montée en puissance du secteur privé local, pour une offre de service plus structurée et diversifiée, peine à se mettre en place ;
- l'implication financière des usagers est nécessaire ;
- des actions simples et qui ont fait leurs preuves ne doivent pas être oubliées, comme la pose de la pompe par l'artisan-réparateur sous le contrôle du fournisseur ;
- l'effort consacré à la formation initiale et continue des structures de gestion doit être augmenté et plus efficient ;
- la promotion de comportements hygiéniques par segment d'usagers, en misant sur les facteurs qui motivent l'abandon des comportements à risque et l'adoption de pratiques adaptées, doit être systématisée.

A cela, il est indispensable de mieux cibler les objectifs des campagnes de réhabilitation de forages équipés de pompe à motricité humaine (caractéristiques des pompes réhabilitables), afin d'éviter les effets contreproductifs à une bonne gestion des pompes.

Le retour d'expérience met en évidence la difficulté pour les structures de gestion à intégrer durablement le jeu d'acteurs mis en place trop rapidement dans le cadre des projets.

Cela implique très certainement de modifier le partage des tâches entre acteurs-projets pour l'ensemble des acteurs concernés. Il faudrait faire émerger une capacité de gestion communautaire d'un équipement collectif mais également des comportements de service s'inscrivant dans une logique de filière commerciale viable. Cela implique une plus grande exigence dans le rôle des différents prestataires de projet qui doivent intégrer systématiquement dans leur intervention les acteurs pérennes du service d'eau potable. Il faut peut-être séparer dans les projets, les activités techniques (forage, fourniture) avec leur rythme propre et les activités de développement local.

Les coûts et les bénéfices des interventions visant à élargir l'accès à une eau de qualité varient considérablement selon le type de technologie retenue. Pour être en mesure de prendre une décision rationnelle en connaissance de cause, il est donc indispensable de procéder à une évaluation financière rigoureuse des diverses possibilités qui se présentent dans différents contextes.

Si l'hydraulique villageoise peut sembler « figée » dans un modèle unique mis au point durant les années passées, il apparaît aujourd'hui nécessaire d'aborder ce secteur « désuet » avec une ambition retrouvée. Cette nouvelle dynamique, poussée par les Objectifs du Millénaire pour le Développement, doit reposer sur la capitalisation des acquis, et intégrer les évolutions méthodologiques nécessaires pour mieux insérer les investissements dans une logique de développement local.

Une étude montre que la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) relatifs à l'eau et à l'assainissement serait financièrement avantageuse, puisque, selon les régions, le retour sur un investissement de 1 \$US serait de trois à quatre dollars. Pour atteindre l'objectif, il faudrait, en plus des investissements actuels (2004), consentir un investissement supplémentaire annuel d'environ 11,3 milliards de dollars, moyennant quoi l'on pourrait escompter une réduction moyenne de 10 pour cent des épisodes diarrhéiques dans le monde et un bénéfice annuel d'un montant total de 84 milliards de dollars.

*Source: Hutton G, Haller L, Evaluations of the cost and benefits of water and sanitation improvements at the global level. Genève, Organisation mondiale de la santé, 2004.*

## 1. Mobilisation et formation des acteurs

Il pourrait être préférable de confier à deux équipes séparées, d'une part la mobilisation sociale, et d'autre part la formation des structures de gestion et la promotion des comportements liés à l'hygiène :

- l'ingénieur-conseil voit donc son mandat se recentrer sur la supervision de la démarche projet et le contrôle des prestations. L'ingénieur-conseil serait ainsi chargé de l'animation mobilisatrice. Sa mission s'étend à la pose de la pompe et à la réalisation de la superstructure ;
- la formation pourrait être couplée au suivi post projet, et dans ce cas confiée à une ONG spécialiste de développement local ou un professionnel de la formation capable de fournir une offre de formation continue. La formation des structures de gestion s'inscrit dans un accompagnement de longue durée qui privilégie un travail de fonds. Il s'agit de recentrer l'action sur l'apprentissage des méthodes comptables et sur les notions de gestion (elles sont souvent actuellement occultées par le paiement de la contrepartie financière).

## 2. Artisans-réparateurs et dépositaires de pièces détachées

L'un des temps fort est celui de la pose de la pompe. A ce moment, il faut amorcer la relation commerciale entre la structure de gestion et l'artisan-réparateur. Le prestataire-projet (le fournisseur) chargé de la supervision ne doit pas soustraire au prestataire-post-projet (l'artisan-réparateur) le rôle qui est le sien.

Il serait souhaitable d'impliquer - ou le cas échéant de mettre en place - les dépôts de pièces détachées dans le cadre de la mise en œuvre du projet, en fournissant la pompe, les kits de pièces détachées aux dépositaires, afin de favoriser une formation « sur le tas » des acteurs.

La contribution des usagers au financement des investissements du service de l'eau peut en particulier être efficacement utilisée pour favoriser cette mise en place du jeu d'acteurs, avec par exemple :

- paiement des prestations de l'artisan-réparateur lors de la pose de la pompe à motricité humaine ;
- achat de pièces détachées au magasin.

## 3. Vers de nouveaux montages pour la mise en œuvre des projets d'hydraulique villageoise.

Pour s'adapter aux capacités de réaction des communautés et des collectivités locales, les calendriers d'animation doivent être suffisamment longs et flexibles. Il serait préférable de mettre en place des « projets processus ». Cette nouvelle articulation des phases opérationnelles aurait pour conséquences :

- une augmentation relative des coûts « immatériels » ;
- une perspective d'intervention relativement plus longue mais sur des zones géographiques limitées ;
- une supervision rigoureuse sur la base de cahiers de charges bien précis.

Mais pour atteindre les Objectifs du Milénaire pour le Développement tout en prenant en compte l'évolution de la croissance démographique, les besoins d'investissements sont importants et en augmentation. Une habile articulation est donc à définir entre ingénierie technique et ingénierie sociale.

**TABLEAU 8.** Chronogramme type de la mise en œuvre d'un projet d'hydraulique villageoise

Années	1	2	3	4	5	6	7
Réalisation de l'étude de faisabilité	◆						
Information des villages et mobilisation sociale		◆	◆				
Réalisation de l'étude de référence		◆					
Réalisation de la prospection hydrogéologique		◆					
Réalisation des travaux de foration			◆	◆			
Fourniture de pompe et renforcement de la filière maintenance				◆	◆		
Formation du service après-vente			◆	◆	◆		
Promotion de comportements hygiéniques			◆	◆	◆		
Etude terminale						◆	
Suivi et accompagnement post projet						◆	◆



**TABLEAU 9.** Mandat d'intervention par types d'acteurs

Documents contractuels	Acteurs du projet									
	MO	IC	E-TF	E-BTP	CF ou ONG	FP	RV	AR	SG	AGV
Etude de faisabilité	CS	E					P	P	P	P
Mise en œuvre	CS	SC	E	E	E	E	P	P	P	P
<b>Fourniture et travaux</b>										
Implantation des forages	CS	E								P
Etudes techniques détaillées forage	CS	E								
Travaux de foration	CS	SC	E							
Aménagement minimal de la margelle	CS	SC	E							
Fourniture de pompe	CS	SC				E				
Pose de la pompe						E	E	E	P	
Aménagement du pourtour du point d'eau					SC				E	
<b>Les mesures d'accompagnement</b>										
Etudes de référence	CS	E								P
Mobilisation sociale	CS	E							P	
Renforcement du service après-vente	CS	E				E	P	P	P	
Formation des structures de gestion	CS				E				P	P
Suivi – accompagnement post-projet	CS				E		P	P	P	P
Promotion de comportements	CS				E				P	
Etude finale et de capitalisation	CS	E								

E. exécute • CS. contractualise et supervise • SC. supervise et conseil • P. participe

MO. maître d'ouvrage

IC. ingénieur-conseil

E.TF. entreprise de travaux de forage

E.BTP. entreprise de BTP (locale)

CF Centre de formation

FP. fournisseur de Pompes

RV. revendeur de pièces détachées

AR. artisan-réparateur

SG. structure de gestion des points d'eau du village

AGV. assemblée générale villageoise



# Annexes

# Annexe 1. Normes pour aciers galvanisés et aciers inoxydables

Pour les aciers inoxydables, la norme européenne prévoit deux désignations :

- la désignation symbolique commence par la lettre "X", suivie par la teneur en carbone en 0/000, puis par les symboles chimiques des éléments d'alliage dans l'ordre décroissant de leurs teneurs. Les teneurs moyennes en ces éléments sont ensuite indiquées en pourcentages, séparées par des tirets, dans le même ordre décroissant ;
- la désignation numérique, provenant de l'ancienne norme DIN, comporte 5 chiffres et commence par 1.4 ; le troisième chiffre correspond à une famille particulière de nuances et tient compte de la composition chimique.

Comme pour les tringles, il faut prescrire de l'inox 304 pour les colonnes d'exhaure des pompes à tringles.

Il est important de demander des tubes d'épaisseur minimale 2,5 mm. Cela évitera la fourniture de tubes en inox 304 très fins, qui répondent au cahier des charges en l'absence de précision dimensionnelle et sont moins chers, mais qui ne tiennent pas dans le temps.

La qualité « alimentaire » des plastiques PVC ou PE n'est pas à négliger (pour la colonne d'exhaure par exemple). En revanche, cette caractéristique n'est pas nécessaire pour les matériaux inox et galva. On peut prescrire du 304 et non du 304L ; sinon, le coût des éléments serait excessivement élevé.

**TABLEAU 10.** Norme pour éléments galvanisés

Epaisseur de la pièce	Epaisseur minimale revêtement	Masse minimale revêtement
Acier ≥ 6 mm	70 µm	505 g/m <sup>2</sup>
6 mm > acier ≥ 3 mm	55 µm	395 g/m <sup>2</sup>
3 mm > acier ≥ 1,5 mm	45 µm	325 g/m <sup>2</sup>
1,5 mm > acier	35 µm	250 g/m <sup>2</sup>

**TABLEAU 11.** Désignation des normes INOX

Désignation européenne		AISI	Exemples d'applications
X12Cr MnNIN 17-7-5	1.4372	201	Toutes pièces embouties et découpées
X5Cr Ni 18-10	1.4301	304	Tringles
X6Cr NITI 18-10	1.4541	316.TI	Tubes flexibles
X2Cr NI 19-11	1.4306	304L	Fontaine

## Annexe 2. Éléments de termes de références

Destinée aux responsables de projets d'hydraulique villageoise, cette annexe se décompose en deux parties :

- la première partie (A) synthétise les éléments clés devant figurer dans les termes de références du consultant en charge de l'étude de faisabilité ;
- la seconde partie (B) synthétise les éléments clés devant figurer dans les termes de références de l'ingénieur-conseil du projet.

L'ensemble des recommandations sont présentées sous forme de liste de contrôle qui permet au

responsable d'un projet de vérifier que chacune d'entre elles a bien été prise en compte.

**Ces listes, non exhaustives, sont indicatives. Des éléments seront à rajouter ou à supprimer au cas par cas en fonction des contextes spécifiques de chaque projet.**

Chaque partie comporte des "extraits types" à insérer dans les termes de références des consultants et dans les dossiers d'appels d'offres à lancer durant le projet .

### A. Éléments de termes de références du consultant en charge de l'étude de faisabilité

• **Le consultant devra réaliser un diagnostic de la situation existante** de l'ensemble de la zone du projet en matière d'accès à des points d'eau améliorés. Ce diagnostic devra comporter :

– une **typologie des villages existants** sur le territoire du projet (population, taux de croissance démographique, taux d'accès à l'eau et à l'assainissement, distribution spatiale de l'habitat) ;

– une **typologie des catégories socio-économiques** et la liste des villages concernés par chacune d'elles ;

– les **modes d'alimentation en eau** par village et la situation existante relative à la concurrence entre les différentes sources d'eau (nombre de sources d'eau alternatives et gratuites, et pour chacune, son état, son usage (domestique, agricole, pastoral), la qualité de l'eau, la pérennité de

l'ouvrage et sa distance par rapport aux ménages) et les différents usages de l'eau (domestique, agriculture, l'élevage) ;

– une **analyse de la demande** au vu de la satisfaction des usagers pour les points d'eau existants (proximité, débit, durée d'attente, pérennité, potabilité, etc.) ;

– l'**incidence des diarrhées endémiques** dans la zone du projet (taux de morbidité infantile) ;

– les **pratiques à risque** favorisant la transmission des agents pathogènes liés aux diarrhées endémiques ;

– une **classification des villages par priorité d'intervention** selon une évaluation multicritères comme la population, la pérennité des points d'eau existants, la pénibilité de la corvée d'eau,

• **La potabilité des modes d'alimentation en eau existants, la capacité des structures de gestion à gérer un équipement collectif, etc.**

Le consultant devra préciser les modalités d'échantillonnage et la méthodologie d'enquête utilisée. Cette étude permettra d'actualiser le plan de développement communal d'approvisionnement en eau potable le cas échéant.

• **Fort de cette analyse, le consultant émettra des recommandations relatives aux aspects suivants :**

– les options techniques possibles (puits cimenté, forage équipé d'une pompe à motricité humaine, mini adduction en eau potable, réseau gravitaire, etc.), l'évolution prévisible des équipements et les charges récurrentes estimées par option technique et par type de village (par exemple selon la profondeur de la nappe ou la distance d'un centre secondaire) ;

– les méthodes géophysiques pour l'implantation des points d'eau (méthodologie, quantitatif et explication détaillée du contexte) : en cas de non utilisation des méthodes dites électriques (sondage et traînés électriques), le consultant devra justifier par un argumentaire solide le recours à des méthodes alternatives ;

– les méthodes d'exécution des forages. Le recours à la méthode de l'hydro-fracturation devra être argumenté ;

– les rôles et responsabilités des acteurs-projet et post-projet ;

– la viabilité des activités de maintenance sur les points d'eau envisagés par le projet (en particulier les capacités et les équipements des artisans-réparateurs, le parc de pompes actuel et à venir sera-t-il suffisant pour garantir une activité lucrative pour un ou plusieurs artisans-réparateurs ?, disponibilité, coût et qualité des pièces détachées, etc.) ;

– le niveau de tarification afférent ;

– les mesures de solidarité sociale à mettre en place pour assurer un accès à l'eau aux groupes vulnérables (comprenant au minimum les femmes chefs de ménage, veuves, vieux et invalides) ;

– les pratiques à risques et les comportements à promouvoir que devront analyser et traiter l'équipe chargée de la promotion de comportements hygiéniques.

– les relais de communication – les agents et les institutions au plus proche des populations – soit pour étendre la portée des actions de communication du projet, soit pour cibler le groupe prioritaire.

• **En vue d'une éventuelle évaluation ex-post**, l'étude de faisabilité chiffrera le coût de l'étude de référence compte tenu du fait qu'elle devra fournir des données socio-économiques de départ désagrégées par genre et relatives :

– au gain de temps ;

– au nombre d'usagers par point d'eau amélioré ;

– à l'évolution des comportements liés à l'hygiène ;

– à l'évolution des charges financières liées à l'eau entre époux et épouses ;

– à l'impact sur la scolarisation des garçons et des filles ;

– à l'équité d'accès aux services améliorés, par exemple la répartition des usagers, pour le milieu rural, par modes d'approvisionnement et par catégories socio-économiques.

Pour finir, le consultant définira les objectifs et les résultats attendus du projet, identifiera les principales composantes du projet et une articulation entre elles, et évaluera le coût estimatif du projet tout en spécifiant les moyens humains et financiers nécessaires à sa mise en œuvre.

## B. Éléments des termes de référence de l'ingénieur-conseil du projet

La mise en œuvre d'un projet d'hydraulique villageoise se résume à un savant compromis entre l'ingénierie technique et sociale. Les préoccupations sont nombreuses et souvent contradictoires, par exemple :

- faire avancer les travaux de manière à éviter les pénalités liées à l'immobilisation de l'atelier forage ;
- respecter le rythme des prises de décisions des villageois tout en associant les collectivités territoriales.

### L'ingénieur-conseil a pour missions :

- la réalisation d'une étude de référence ;
- la mise en œuvre des activités de mobilisation sociale ;

- l'implantation des points d'eau ;
- le suivi-contrôle de l'exécution des forages et du captage de la nappe ;
- le suivi-contrôle de la fourniture et de la pose des pompes à motricité humaine et la mise en place d'un service après-vente ;
- le suivi-contrôle de l'aménagement des points d'eau ;
- la formation des acteurs ;
- la promotion de comportements hygiéniques ;
- la rédaction d'un rapport final et de capitalisation.

Mais certaines de ces activités pourraient être exécutées par un centre de formation ou une ONG, comme indique dans le Tableau 9 (p. 67).

### 1. La réalisation d'une étude de référence

#### L'étude de référence vise trois objectifs :

1. valider les orientations de l'étude de faisabilité en concertation avec les pouvoirs publics (exemple : périmètre d'intervention, choix des villages éligibles, démarche et méthode) ;
2. concevoir l'intervention de l'équipe projet (définir la démarche du projet et les méthodes à utiliser) ;
3. fournir les données de base (étude point zéro) en perspective du rapport final de l'ingénieur-conseil et d'une évaluation ex-post.

Les données "point zéro" seront recueillies auprès de chaque village concerné par le projet et non sur la base d'un échantillon.

Ces données seront ensuite désagrégées par segment de population. Selon les exigences du pro-

jet, ces données segmentées seront recueillies pour chaque village, sur la base d'un échantillon de villages ou encore sur la base d'un échantillon de ménages.

#### Termes de référence de l'ingénieur-conseil

##### • Pour chaque village, l'ingénieur-conseil s'emploiera à préciser :

- la population par village tout en spécifiant le taux de croissance démographique et la distribution spatiale de l'habitat ;
- le nombre des sources d'eau alternatives et gratuites, et pour chacune son état, son usage (domestique, agricole, pastoral), la qualité de l'eau, la pérennité de l'ouvrage et sa distance par rapport aux ménages ;

- la répartition des usagers par modes d'approvisionnement et par catégorie socio-économique (revenus faibles, intermédiaires et élevés pour le milieu rural) ;
- la demande solvable pour un service amélioré, par village et par catégorie socioéconomique ;
- les facteurs qui motiveraient les usagers à utiliser (ou pas) un service amélioré ;
- le gain de temps lié à un service d'eau amélioré et son impact potentiel (positif ou négatif) ;
- les équipements sanitaires privatifs et collectifs existants et l'usage qui en est fait (exemple : latrines dans les écoles) ;
- les centres de pouvoirs du village, les processus d'alliances et de conflits entre groupes spécifiques, les relais d'informations et de médiation, etc.

Pour l'ensemble des villages concernés, l'ingénieur-conseil devra procéder par échantillonnage pour mettre en exergue :

- les préoccupations des groupes sociaux dits "vulnérables" ou marginalisés par rapport au projet ;

- les éventuels effets négatifs découlant de l'intervention du projet qui pourraient les affecter.

Pour l'ensemble des ménages concernés, l'ingénieur-conseil devra procéder par échantillonnage pour mesurer :

- la distance qui sépare le ménage du point d'eau actuel (sources alternatives) ;
- le temps consacré à la corvée d'eau ;
- le volume d'eau utilisé par jour pour les usages domestiques, agricoles et pastoraux ;
- combien le ménage paye pour l'alimentation en eau ;
- le nombre d'équipements sanitaires privatifs ;
- la demande en matière d'équipements sanitaires, par catégorie socio-économique ;
- définir à qui – l'époux ou l'épouse – il incomberait de payer la contribution financière du projet le cas échéant et les frais récurrents du service de l'eau.

## 2. La mise en œuvre des activités de mobilisation sociale

### Résultats attendus de la mobilisation sociale

- Les responsables locaux (chefferie traditionnelle ou élus locaux) connaissent le projet, ses conditions d'intervention et ses modalités d'appui. Ils choisissent d'adhérer au projet en connaissance de cause (les solutions techniques possibles, le coût des investissements et le montant de la contribution initiale, les frais récurrents à prendre en charge par les usagers etc.). Ils participent à l'identification des sites d'implantation des points d'eau.
- Les usagers (hommes et femmes) sont informés des conditions d'éligibilité du projet (contribution

initiale, recouvrement des coûts récurrents). Les usagers comprennent l'intérêt à mettre en place une assemblée générale représentative et les procédures pour désigner leurs représentant(e)s. En matière d'assainissement, les usagers pourront faire un choix informé parmi l'éventail des solutions techniques qui leur sont proposées. Ils connaissent les principes régissant la gestion du point d'eau collectif.

Le maître d'œuvre fournira une preuve de l'établissement d'une structure de gestion (comme le procès verbal de réunion dûment signé par le président de la structure de gestion et visé par le chef du village). Il spécifiera le nombre de femmes ayant participé aux délibérations.



Le travail d'animation de proximité auprès des différentes catégories d'usagers permet de produire :

- . des fiches types retranscrivant les préoccupations et les attentes de chacune de ces catégories ;
- . une carte du village, dessinée à main levée, sur laquelle apparaissent les sites d'implantation possibles et les emplacements préférés par les villageois.

### Termes de référence de l'ingénieur-conseil

#### • Information des populations pour l'adhésion au projet

Pour que les usagers et les responsables villageois puissent accepter de participer au projet en connaissance de cause, l'ingénieur-conseil devra mobiliser une équipe d'animateurs chargée spécifiquement de la mobilisation sociale et appelée à informer les responsables villageois sur :

- les options techniques possibles dans le village en fonction de la nature de la ressource en eau et de la population à desservir (puits cimenté, forage équipé d'une pompe à motricité humaine, mini-adduction d'eau potable, réseau gravitaire, etc., avec type de pompe à motricité humaine et sources d'énergie envisageables – manuelle, solaire ou thermique – les cas échéants), tout en prenant en compte les normes techniques existantes dans la politique nationale sectorielle le cas échéant ;
- pour chacune des options techniques possibles, les coûts des réalisations et le montant de la contribution financière du village, le cas échéant, ainsi que l'affectation concrète et immédiate qui en sera faite ;
- le montant annuel des frais récurrents qui sont entièrement à la charge des usagers et le prix de l'eau qui en découle ;
- les modalités de paiement possibles (paiement au volume ou cotisation forfaitaire périodique) ;
- la clé de répartition qui définit la part qui

incombe aux usagers pour le renouvellement des équipements et celle revenant aux pouvoirs publics (collectivités territoriales ou Etat).

#### • Contribution financière des bénéficiaires

Dans le cadre des activités d'animation pour l'adhésion du village au projet, l'équipe en charge de la mobilisation sociale doit informer les bénéficiaires des dispositions suivantes :

- pour chaque village, une contribution financière des bénéficiaires sera un prérequis pour le démarrage du projet (étape du projet à préciser par le consultant). Le montant de la contribution financière sera fixé en fonction du niveau de service (puits cimentés, pompe à motricité humaine ou pompage mécanisé, etc.), et dans le cas de la pompe à motricité humaine, en fonction du prix de la pièce détachée la plus chère (ou selon les dispositions nationales le cas échéant). La contribution demandée sera préférentiellement forfaitaire (selon politique nationale sectorielle). Elle sera versée par le village (un représentant) dans les locaux du projet (directement au chef de projet ou à son représentant) ou autre structure/compte désigné par le projet (exemple : caisse bancaire de proximité). Ce déplacement auprès du projet est un premier signe d'adhésion.
- l'argent versé par chaque village sera soit affecté à la caisse de maintenance du village pour une utilisation dans les plus brefs délais (paiement de l'artisan-réparateur par exemple), soit placé sur un compte bancaire (idéalement deux comptes : entretien et renouvellement). Il s'agira d'un compte à deux signatures. Si le principe de cosignature n'est pas envisageable, l'ingénieur-conseil devra en expliquer les raisons et proposer un autre montage.

#### • Création d'une structure de gestion des points d'eau

L'équipe chargée de la mobilisation sociale devra également accompagner l'émergence d'une struc-

ture de gestion, représentative de l'ensemble des usagers, au niveau du village (structure de gestion des points d'eau du village) et non au niveau de chaque point d'eau du village (mutualisation des recettes et des charges et équité vis-à-vis des quartiers non équipés qui peuvent faire valoir leur droit).

Les informations à transmettre auprès des usagers sont les suivantes :

- c'est en assemblée générale que le village élit les membres de la structure de gestion et décide du prix et des modalités de paiement de l'eau (sauf dispositions contraires de la puissance publique) sur la base des éléments donnés par l'ingénieur-conseil (frais récurrents liés à l'entretien d'un point d'eau, frais de renouvellement des équipements à la charge de usagers pour chaque type de pompes, etc.) ;

- la structure de gestion sera d'autant plus performante qu'elle sera constituée de femmes (nécessairement alphabétisées pour les postes clés).

Au préalable de l'élection des membres du bureau de la structure de gestion, l'équipe d'animation présentera les rôles et responsabilités de

chaque poste de la structure de gestion et encouragera la représentativité des différents types d'usagers au sein du comité (notamment par la présence de femmes).

### • Principes méthodologiques à mettre en œuvre pour la mobilisation sociale

En lien avec l'organisation et les méthodes de travail de l'équipe d'animation, il est attendu des activités de mobilisation sociale de :

- privilégier une organisation permettant à des équipes d'animation mixtes homme/femme de se déplacer sur le périmètre du projet et de séjourner au village ;

- toucher toutes les couches de population en intervenant à plusieurs niveaux : auprès des décideurs et anciens lors des assemblées générales ; auprès des femmes lors des causeries sur leurs lieux de travail et autour des points d'eau, etc. ;

- établir avec des méthodes participatives une carte du village, dessinée à main levée, sur laquelle apparaissent les principaux quartiers et les sources d'eau existantes, les sites d'implantation possibles et les emplacements préférés par les villageois.

## 3. L'implantation des points d'eau

L'enjeu premier est de créer le point d'eau, si possible, à moins de 300 mètres des ménages.

### Termes de référence de l'ingénieur-conseil

Pour réduire les risques de forage sec tout en recherchant une implantation la plus proche possible du village, la prospection hydrogéologique précèdera l'implantation des forages. Elle sera initiée après réception d'une demande formelle des villageois marquant leur adhésion aux conditions du projet.

La structure de gestion est chargée d'identifier les meilleurs lieux d'implantation du point d'eau (et de valider les contrepropositions éventuelles des experts en fonction des contraintes hydrogéologiques) et d'en définir les règles d'accès (en lien avec les dispositions nationales le cas échéant).

En fonction du contexte et des données disponibles, l'hydrogéologue de l'équipe de l'ingénieur-conseil appréciera la ou les méthodes à utiliser parmi celles disponibles (lecture des cartes hydrogéologiques, interprétation des photogra-

phies aériennes et / ou satellites, reconnaissances de terrain, mesure des niveaux statiques des forages environnants, géophysique, etc.).

Pour la réalisation des études géophysiques, l'hydrogéologue privilégiera les méthodes électriques (trainés et sondages électriques) qui sont dans de nombreux cas suffisantes pour des projets d'hydraulique villageoise. Dans l'appel d'offres pour le recrutement du prestataire en charge de la réalisation des études hydrogéologiques sera alors précisée la longueur des lignes AB maximales (ce qui oblige les entreprises à utiliser un matériel d'une puissance suffisante pour réaliser les mesures). Toute autre option technique devra faire l'objet d'un argumentaire détaillé. L'appel d'offres ne précisera pas le matériel ou le logiciel à utiliser<sup>25</sup>, mais les résultats attendus.

Il est attendu de l'hydrogéologue qu'il propose un programme de géophysique détaillé (méthodologie, quantitatif et explications détaillées du contexte). Si le recours à un géophysicien ayant une bonne expérience dans la zone d'investigation est déterminant pour garantir le succès de la campagne de forages, l'hydrogéologue veillera à collaborer avec des géophysiciens locaux pour les encadrer et éventuellement les former si le besoin s'en fait sentir<sup>26</sup>.

Il est attendu du prestataire en charge de la réalisation des études hydrogéologiques qu'il présente :

- les conditions de réception des sondages pré-

sentant une longueur des lignes AB inférieure aux spécifications demandées ;

- la direction des lignes AB par rapport aux fractures étudiées ;
- le nombre minimal de mesures à réaliser par site d'implantation.

L'hydrogéologue de l'équipe de l'ingénieur-conseil veillera à privilégier la réalisation systématique d'une implantation au plus près du village. Pour parer aux implantations inadaptées (cimetière, bosquet sacré ou une propriété privée), les sites d'implantation retenus devront être "validés" par les responsables villageois, avant la campagne géophysique.

Au terme de l'étude géophysique, l'ingénieur-conseil remettra au maître d'ouvrage :

- les coordonnées géographiques des sites (pour pallier un éventuel problème de non-concordance entre la toponymie des sites dans les listes des termes de références et la toponymie des bases de données disponibles) ;
- éventuellement la mise à jour d'une carte d'exploitabilité des eaux souterraines à l'échelle régionale ;
- les données brutes sous format électronique pour pouvoir les traiter, le cas échéant, avec un autre logiciel afin de pouvoir réaliser des analyses statistiques.

25. Toute spécification de marque pourrait être considérée comme une entrave à la concurrence.

26. A retenir comme implication pour la notation des offres.

## 4. Le suivi-contrôle de l'exécution des forages et du captage de la nappe

### Termes de référence de l'ingénieur-conseil

L'ingénieur-conseil définira la/les technique(s) de foration envisagée(s) (rotary ou marteau fond de trou) en la/les justifiant.

Un forage sera considéré comme positif pour un débit minimal de 1 m<sup>3</sup>/heure (ou selon dispositions nationales en vigueur). Néanmoins, dans le cas d'une implantation au plus proche du village ou si le contexte hydrogéologique s'avère difficile, le débit minimal pourra être abaissé à 500 litres/heure. Dans tous les cas, le choix d'un forage présentant un débit inférieur à 1 m<sup>3</sup>/heure devra être dûment justifié par l'ingénieur-conseil.

Dans les villages qui présentent une évolution future de la pompe à motricité humaine vers une pompe motorisée, et si le forage en cours de réalisation laisse prévoir une bonne productivité, il conviendra de ne pas arrêter la foration dès l'obtention de 1 m<sup>3</sup>/heure. Le foreur devra poursuivre quelques mètres de plus afin d'obtenir de 2 à 5 m<sup>3</sup>/heure (fourchette minimale pour la pose d'une pompe motorisée).

La fracturation hydraulique est un traitement très coûteux. Si l'ingénieur-conseil envisage d'y avoir recours, il aura à démontrer au maître d'ouvrage l'intérêt de l'hydro-fracturation dans la formation géologique visée.

L'ingénieur-conseil sera particulièrement attentif à inscrire les éléments suivants dans les dossiers d'appels d'offres pour le recrutement de l'entreprise en charge de la réalisation des forages et à suivre et contrôler la réalisation de ces activités :

- il est nécessaire de prévoir systématiquement le tubage des forages sur toute leur longueur –
- il est nécessaire de prévoir systématiquement la mise en place d'un massif filtrant dans l'annulaire au droit des tubes crépinés (dans le sable, les roches sédimentaires et le grès tendre) ;

- si le forage est réalisé au Rotary et à la boue, il est nécessaire de nettoyer les parois du forage colmatées par la boue de forage. Un lavage des parois par injection d'eau propre depuis la surface est souvent suffisant mais l'emploi de produits destructeurs du gâteau de boue (*cake*) qui se forme sur les parois du forage au moment du fonçage s'avère parfois indispensable ;

- le bordereau des prix de l'entreprise en charge de la réalisation des forages précisera l'item « hydro-fracturation » ;

- l'entreprise de forages exécutera un développement sur chaque forage afin d'éliminer les particules solides du terrain liées au creusement et d'estimer le débit maximal d'exploitation ;

- une analyse bactériologique et physico-chimique (pour apprécier notamment le degré de corrosivité) de l'eau du forage sera réalisée en respectant les règles de prélèvement et d'échantillonnage et de conservation jusqu'au laboratoire. L'ingénieur-conseil indiquera le laboratoire retenu et fournira les références garantissant la qualité des analyses qui seront effectuées.

- un essai de pompage simplifié est suffisant et trois pompages successifs (trois paliers) sont réalisés, à débits croissants, selon le protocole suivant :

- i. *Phase de repos* : le forage n'est pas exploité durant au moins 24 heures ;

- ii. *Palier n° 1* : un pompage de 2 heures est réalisé à un débit Q1 compris entre 0,7 et 1 m<sup>3</sup>/heure. Le rabattement est mesuré en fin de pompage ;

- iii. *Palier n° 2* : un pompage de 1 heure est réalisé à un débit  $Q2 = (Q1 + 0,7 \cdot Q_{max})/2$ . Le rabattement est mesuré en fin de pompage ;

- iv. *Palier n° 3* : un pompage de 1 heure est réalisé à un débit  $Q3 = 0,7 \cdot Q_{max}$ . Le rabattement est mesuré en fin de pompage.

– si l'équipement du forage est amené à évoluer d'une pompe à motricité humaine vers une pompe motorisée :

- i. le forage et le tubage doivent avoir un diamètre adapté ;
- ii. toujours forer quelques mètres de plus afin d'obtenir si possible un débit de 2 à 5 m<sup>3</sup>/heure ;
- iii. un essai de pompage à 3 paliers permettra de définir les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage : il consistera en un pompage dit « de courte durée à débit variable » de 24 heures (lectures de remontée) pour déterminer les caractéristiques du forage ; puis en un pompage

dit « de longue durée à débit constant », de 72 heures pour déterminer les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe et repérer si possible des limites à son alimentation.

- la pose d'une plaque d'immatriculation du forage permettant sa reconnaissance ultérieure ainsi que le relevé de ses coordonnées par GPS ;
- la margelle est réalisée par l'entreprise en charge des forages car elle permet de poser la pompe dans de courts délais et sans attendre la réalisation de la superstructure. La margelle en béton armé sera de 0,8 mètre de hauteur. Elle sera adaptée au type de pompe retenue.

## 5. Le suivi-contrôle de la fourniture et de la pose des pompes et la mise en place d'un service après-vente

### Termes de référence de l'ingénieur-conseil

#### • Fourniture de pompes

Par souci d'uniformiser le parc de pompes à motricité humaine afin de renforcer les capacités des artisans-réparateurs pour la réparation d'un type de pompe plus particulièrement (compétences et outils demandés différents) et de favoriser un service après-vente performant (facteur déterminant de la pérennité), les marques de pompes éligibles dans le cadre du projet seront celles retenues par la stratégie sectorielle (en l'absence d'une telle information dans la stratégie, le type de pompes retenu sera sélectionné sur la base des pompes *Village Level Operation and Maintenance* existantes dans la zone du projet, ou pour le moins dans le pays).

Les fournisseurs spécifieront dans leur offre sous forme de tableau :

- la durée de vie des pièces de rechange (désignation, références, durée) ;

- le nombre moyen annuel d'intervention ;
- les coûts récurrents liés à l'entretien de la pompe à motricité humaine (nature de l'opération, types de pièces à changer, périodicité, coûts unitaires).

Le fournisseur s'engage à respecter les normes prescrites liées à l'épaisseur minimale des colonnes d'exhaure, la qualité de la galvanisation, l'épaisseur de la tuyauterie en inox :

- les pièces galvanisées de la pompe auront fait l'objet d'une « galvanisation à chaud » sur produits finis ferreux, conformément à la norme NF EN ISO 1461 qui définit les épaisseurs minimales du revêtement ;
- si les analyses réalisées révèlent une eau corrosive, les colonnes d'exhaure et les tringles « en fer » devront répondre à la norme inox 304L ;
- les tringles ont un diamètre minimal de 12 mm ;
- les tubes auront une épaisseur minimale de 2,5 mm.

### • Pose des pompes

Le fournisseur interviendra à la fois comme régleur et superviseur des travaux et dans une logique de fourniture et de formation. Il lui revient donc d'organiser la pose des équipements (planning, logistique, etc.).

Il est aussi tenu d'animer un jeu de rôles qui établit la relation post-projet qui existera entre l'artisan-réparateur et la structure de gestion. La pose de la pompe sera effectuée par l'artisan-réparateur sous le contrôle du fournisseur afin de faire jouer la garantie. L'artisan-réparateur sera rémunéré par le village pour son intervention. Le fournisseur de pompes supervise les travaux et apporte son appui technique dans l'esprit d'une formation sur le tas.

### • Service après-vente et filière de pièces détachées

Le prestataire retenu pour la fourniture et pose des pompes devra également mettre en place (en créant ou en renforçant l'existant) une filière d'approvisionnement des pièces détachées et un service après-vente.

### • Notation des offres

Afin de mettre en avant la mission d'accompagnement des acteurs et de service après-vente qui revient de fait à l'entreprise de fourniture de pompe, la notation des offres sera pondérée de la manière suivante : 70 % pour la note technique et 30 % pour la note financière, selon le modèle du Tableau 12.

**TABLEAU 12.** Désignation des critères d'évaluation des offres "fourniture et pose de pompes" et nombre de points maximal

Référence du soumissionnaire dans un ensemble de pays donnés (nombre de pompes installées dans les pays voisins ; existence de réseaux de distribution et de vente de pièces détachées, présence effective d'une représentation locale)	15
Référence du soumissionnaire dans le pays (nombre de pompes installées dans les pays ; existence de réseaux de distribution et de vente de pièces détachées, présence d'une représentation locale)	15
Engagement pour la mise en place d'un réseau de distribution et de vente de pièces détachées dans la zone projet	5
Fabrication de pièces détachées dans le pays ou la sous région	5
Conformité aux spécifications techniques (tête de pompe, colonne d'exhaure, corps de pompe), tenant compte de la résistance à la corrosion	15
Courbe de performance (relative au débit pour une profondeur donnée)	10
Caractéristiques <i>Village Level Operation and Maintenance</i> (nécessité ou non d'un moyen de levage lourd)	10
Coûts récurrents relatifs au fonctionnement et à l'entretien de la pompe	5
Durée de la garantie (1 point par an)	4
Engagement pour la formation des artisans-réparateurs (contenu des modules de formation, méthode pédagogique privilégiant les travaux pratiques, curriculum vitae du personnel formateur)	6
Divers (à préciser)	10

## 6. Le suivi-contrôle de l'aménagement des points d'eau

### Termes de référence de l'ingénieur-conseil

Les travaux de génie civil clôturant l'exécution du forage comprendront un aménagement minimal du pourtour du forage (la dalle anti-bourbier et le muret de protection) qui ne pourra se faire qu'après réalisation de la margelle par l'entreprise en charge de la réalisation des forages et qu'après consultation préalable des usagers (et en fonction des normes nationales). Il sera réalisé par une entreprise de génie civil. La dalle anti-bourbier doit être en béton armé dosé à 350 kg et d'un diamètre de l'ordre de 3 mètres. Le muret de protection, d'une hauteur généralement de 1 mètre, sera fabriqué en parpaings.

L'aménagement d'un puits cimentés comporte :

une margelle (0,8 mètre de haut), une dalle anti-bourbier (1 mètre de large), un dispositif d'épandage situé à plus de 5 mètres du puits. Il devrait être doté d'une superstructure pour faciliter le puisage et protéger le puits des dépôts éoliens (les éléments d'un modèle type et ses variantes restent à définir).

#### • L'ingénieur-conseil doit définir :

- avec la structure de gestion, les usages envisagés de l'aménagement des points d'eau ;
- un aménagement minimal qui sera réalisé par une entreprise et un (ou des) aménagement(s)-type(s), ou utiliser le modèle type de la politique sectorielle nationale le cas échéant.

## 7. La formation des acteurs

### Termes de référence de l'ingénieur-conseil

• **Les formations** ne seront pas assurées par les animateurs en charge de la mobilisation sociale mais par des formateurs spécialisés qui se chargeront de définir la méthode pédagogique la plus adaptée (contenu et déroulement des sessions). Ces formateurs s'appuieront sur un guide, illustré en langue vernaculaire. Ce dernier contiendra notamment : les statuts et règlement intérieur de la structure de gestion, la ventilation des charges de la pompe à motricité humaine, des coupes techniques des éléments constitutifs, une liste des prix des pièces, etc.

L'ingénieur-conseil mettra en œuvre des modules de formation spécifiques à l'attention des délégués des usagers des structures de gestion afin qu'ils maîtrisent le fonctionnement des

institutions chargées du service de l'eau (statut et règlement intérieur de la structure de gestion notamment, les modalités qui assurent une représentativité des groupes de femmes et des groupes minoritaires, etc.). Les résultats attendus de ces formations sont :

- les délégués des usagers comprennent la nécessité d'équilibrer le compte d'exploitation ainsi que le calcul permettant de fixer le tarif de l'eau (déterminé par les pouvoirs publics ou la structure de gestion selon les cas) ;
- les délégués connaissent les principes régissant les services essentiels et les mesures de solidarité sociale ;
- les délégués connaissent les voies de communication pour signaler un dysfonctionnement et les voies de recours en cas de litiges.

L'ingénieur-conseil assurera une formation des membres du bureau de la structure de gestion dont les objectifs pédagogiques viseront les thèmes suivants :

- le prix de l'eau et les différentes modalités de paiement envisageables ;
- les acteurs de l'entretien et de la maintenance (artisans-réparateurs, revendeurs de pièces détachées, collectivités territoriales, Etat, etc.) : rôles et responsabilités, agrément le cas échéant et contractualisation ;
- la clé de répartition qui définit la part qui incombe aux usagers pour le renouvellement des équipements et celle revenant aux pouvoirs publics (collectivités territoriales ou Etat) ;
- la tenue d'un cahier de recettes et de dépenses ;
- la gestion du/des compte(s) d'épargne pour l'entretien, la maintenance et le renouvellement des équipements ;
- le compte rendu de la gestion de l'épargne aux usagers et à la collectivité territoriale ;
- le fonctionnement de la structure de gestion (statuts et règlement intérieur, relations avec les autres acteurs) ;
- le rôle et les responsabilités de chacun des membres du bureau ;
- le rôle et les responsabilités des membres de l'assemblée générale ;
- les aménagements et l'entretien des abords des points d'eau, et les règles d'usage ;
- les coupes techniques des éléments constitutifs du forage et de la pompe à motricité humaine et la liste des pièces détachées ;
- la localisation des dépositaires de pièces détachées, leur contact et tarifs ;
- la localisation de l'artisan-réparateur du village, son contact et le prix des réparations ;
- les opérations quotidiennes liées au fonctionnement et à l'entretien de la pompe ;
- les objectifs de la structure de gestion, qui sont avant tout des objectifs de résultats (comme la

continuité du service et la propreté des points d'eau).

#### • Les résultats attendus de ces formations

Les membres du bureau de la structure de gestion sont à l'écoute des usagers du service public de l'eau.

Ils ont des bases de comptabilité suffisantes pour appliquer le prix de l'eau permettant de recouvrir les coûts d'entretien, de maintenance et de renouvellement et ont les capacités pour gérer le(s) compte(s) d'épargne.

Ils s'engagent et sont capables de restituer périodiquement en assemblée générale et auprès des pouvoirs publics les résultats du compte d'exploitation.

Ils sont force de proposition pour favoriser les groupes vulnérables (femmes chefs de ménage, veuves, vieux, jeunes invalides) à travers des mesures de solidarité pour l'accès à l'eau gratuite. Ils savent appliquer avec discernement les mesures nécessaires pour neutraliser les mauvais payeurs.

L'ingénieur-conseil s'efforcera de mettre en place :

- l'obligation de restituer ouvertement en assemblée générale les résultats d'exploitation ;
- les voies de communication pour signaler un dysfonctionnement ;
- les voies de recours en cas de litiges.

Pour les collectivités territoriales, l'ingénieur-conseil visera les objectifs pédagogiques suivants :

- le prix de l'eau et les différentes modalités de paiement envisageables ;
- les acteurs de l'entretien et de la maintenance (artisans-réparateurs et revendeurs de pièces détachées, collectivités territoriales, Etat, etc.) : rôles et responsabilités, agrément le cas échéant et contractualisation ;



- la clé de répartition qui définit la part qui incombe aux usagers pour le renouvellement des équipements et celle revenant aux pouvoirs publics (collectivités territoriales ou Etat) ;
- le contrôle de la qualité du service ;
- les mesures à prendre en cas de défaillance du service de l'eau ;
- la promotion de l'hygiène et de l'assainissement.

Pour les services déconcentrés des divers ministères concernés (chargé de l'Eau, de la Santé, des collectivités territoriales), l'ingénieur-conseil abordera les thèmes suivants :

- les liens entre la réduction de l'incidence des diarrhées endémiques et l'accès à l'eau et les comportements adaptés ;
- les acteurs de l'entretien et de la maintenance (artisans-réparateurs et revendeurs de pièces détachées, collectivités territoriales, Etat, etc.) : rôles et responsabilités, agrément le cas échéant et contractualisation ;
- la clé de répartition qui définit la part qui incombe aux usagers pour le renouvellement des équipements et celle revenant aux pouvoirs publics (collectivités territoriales ou Etat) ;
- les mesures d'appui auprès des acteurs (collectivités territoriales notamment).

Pour les acteurs du service après-vente (artisans-réparateurs et dépositaires de pièces détachées), l'ingénieur-conseil fournira un programme de formation détaillé qui privilégiera des exercices pratiques. Au préalable de la réalisation de la for-

mation des artisans-réparateurs, l'ingénieur-conseil évaluera les capacités de chaque artisan-réparateur (mais le choix de l'artisan-réparateur revient à la structure de gestion ou aux pouvoirs publics selon les cas). Lors de la formation des artisans-réparateurs et des dépositaires de pièces détachées, les thèmes à aborder sont les suivants :

- les acteurs de l'entretien et de la maintenance (artisans-réparateurs et dépositaires de pièces détachées, collectivités territoriales, Etat, etc.) : rôles et responsabilités, agrément le cas échéant et contractualisation ;
- les relations commerciales que les artisans-réparateurs et dépositaires de pièces détachées devront entretenir avec la structure de gestion (niveaux de prestations, tarification, délais d'intervention, etc.) ;
- les coupes techniques des éléments constitutifs du forage et de la pompe à motricité humaine et la liste des pièces détachées ;
- le prix des réparations et des pièces détachées ;
- les tournées de suivi et d'entretien des pompes ;
- les opérations fréquentes liées au fonctionnement de la pompe à motricité humaine (montage et le démontage de la pompe, simulations des pannes les plus courantes) ;
- la qualité du service ;
- la facturation des services rendus ;
- la filière d'approvisionnement en pièces détachées ;
- la qualité des pièces détachées.

## 8. La promotion de comportements hygiéniques

### Termes de référence de l'ingénieur-conseil

L'objectif de cette composante du projet est la réduction de la mortalité liée aux diarrhées endémiques et aux parasites intestinaux, en ciblant tout particulièrement les groupes cibles prioritaires (par exemple les mères avec nourrissons, les écoliers et écolières).

• **Résultats attendus** des activités d'animation pour la promotion de comportements adaptés :

- les usagers adoptent des comportements hygiéniques ;
- l'ensemble des usagers saisit les enjeux sous-jacents à un service d'eau viable et un meilleur assainissement.

• D'abord, l'ingénieur-conseil caractérisera les segments d'usagers de la communauté (cf. 2B.1).

• Ensuite, l'ingénieur-conseil identifiera, pour chacun des groupes d'usagers jugés d'une importance cruciale (parmi les groupes sexo-spécifiques par tranche d'âge, notamment les jeunes mères ou nourrices) :

- les pratiques à risques et les conceptions à l'origine de ces pratiques ;
- les comportements à promouvoir ;
- les facteurs qui motivent le changement de comportement ;
- les voies et supports de communication adaptés au groupe en question.

A minima, les comportements concernés sont :

- la préservation d'une eau de qualité (durant l'exhaure, le transport et le stockage) ;
- le lavage des mains avec du savon (avant de manger et après défécation) ;
- et l'utilisation régulière des sanitaires.

• **L'ingénieur-conseil construira l'argumentaire des animateurs** en fonction des références culturelles des usagers (causes possibles de la diarrhée, affections liées à l'eau, traitement traditionnel, notion de potabilité et de propreté, etc.) et des facteurs de motivation au changement (beauté, bien-être, statut social, intimité, dignité, sex-appeal, gains financiers, etc.).

Dans chaque établissement scolaire, l'ingénieur-conseil engagera une action spécifique de nature à susciter un partage plus équitable des tâches et des responsabilités liées à l'eau et à l'assainissement ainsi qu'un accès équitable à des formations et fonctions relatives à la gestion technique et financière des ouvrages. Il s'agira de :

- promouvoir des comportements adaptés sur le plan de l'hygiène ;
- motiver les jeunes à un partage plus équitable des tâches et responsabilités liées à l'eau et à l'assainissement ;
- équiper l'établissement de blocs sanitaires qui sont séparés par sexes et alimentés en eau pour le lavage des mains et l'entretien des sanitaires.

• **L'ingénieur-conseil expliquera** la méthode qu'il entend mettre en œuvre pour rencontrer les villageois par catégorie socio-économique, ou par segment de la population et pour collaborer avec des groupes stratégiques (agents de santé, enseignants, chefs religieux, etc.) pouvant contribuer à la promotion de comportements hygiéniques. L'ingénieur-conseil multipliera les rencontres, en petits groupes, avec les différentes catégories de femmes et les différentes catégories d'hommes. Il privilégiera le séjour des animateurs au village afin de renouer avec la palabre pour déceler les conflits « cachés ».

Tout en collaborant étroitement avec les responsables locaux, l'ingénieur-conseil veillera à ce que les lieux jugés d'utilité publique (mosquée, centre de santé, marché, gare routière, etc.)

soient desservis en eau et équipés de sanitaires selon l'avis et la demande des acteurs concernés ; et que ceux-ci conviennent des procédures pour l'acquittement des factures. Pour chaque type

d'abonné (notamment les services publics et les camps militaires), l'ingénieur-conseil appréciera le risque de non-paiement de l'eau et proposera des mesures adaptées.

## 9. Le rapport final et de capitalisation de l'ingénieur-conseil

### Termes de référence de l'ingénieur-conseil

Dans son rapport final, l'ingénieur-conseil restituera les données (indicateurs) mises à jour de l'étude de référence afin de mesurer la différence entre la situation avant et après projet ainsi que les impacts de ce dernier.

Pour chacun des villages dans une zone donnée, l'étude indiquera clairement si :

- les points d'eau existants produisent une eau potable et sont pérennes ;
- de par leur proximité et leur débit, elles favorisent un approvisionnement en quantité suffisante pour une hygiène personnelle et domestique.

L'ingénieur-conseil précisera également :

- le taux de morbidité infantile ;
- la population par village tout en spécifiant le taux de croissance démographique et la distribution, le nombre de sources d'eau alternatives et gratuites, et pour chacune, son état et son usage (domestique, agricole, pastoral) ;
- le nombre de personnes ayant gagné un accès pérenne à une source d'eau potable améliorée ;
- le nombre de personnes dont la qualité du système d'alimentation en eau potable est améliorée ;
- la capacité de production d'eau potable financée ;

– la répartition des usagers par modes d'approvisionnement et par catégorie socio-économique (revenus faibles, intermédiaires et élevés pour le milieu rural) ;

– la distance moyenne entre la pompe à motricité humaine et les ménages ;

– le gain de temps lié à la réalisation d'une/des pompe(s) à motricité humaine et son/leur impact potentiel (positif ou négatif) ;

– le volume d'eau potable consommé par jour et par personne pour les usages domestiques, agricole et pastoraux ;

– le prix de l'eau et les modalités de paiement ;

– le nombre de villages ayant élu au moins une femme au niveau du bureau de la structure de gestion ;

– le nombre d'équipements sanitaires privatifs ;

– qui, de l'époux ou l'épouse, a payé la contribution financière du projet le cas échéant, et qui paie les frais récurrent du service de l'eau ;

– le volume financier du projet (en pourcentage) accordé au renforcement des capacités des acteurs (toutes forme d'assistance technique, hors maîtrise d'œuvre).

• **En termes de capitalisation**, il est attendu de l'ingénieur-conseil un rapport qui met en exergue les bonnes pratiques afin d'améliorer la politique sectorielle et l'efficacité de l'aide.

# Références bibliographiques

- Arlosoroff, S. et al. (1988). *Approvisionnement en eau des collectivités : l'option « pompes manuelles »*. Banque Mondiale, Washington DC, USA.
- Académie des Sciences (2005). *Communication à l'occasion d'un forum sur "La hausse de la mortalité des jeunes enfants en Afrique"*. Paris, France.
- AFD (2000). *Note d'orientation opérationnelle en matière d'hydraulique de proximité*. Note interne. Agence française de Développement, Paris, France.
- AFD (2001). *L'AFD et la réduction de la pauvreté et des inégalités*. Note interne. Agence française de Développement, Paris, France.
- AFD (2004). *Constat secteur hydraulique villageoise : CIS EAU*. Document de travail non publié. Agence française de Développement, Paris, France.
- Antea (2005). *Analyse d'application de la réforme du système de gestion des infrastructures hydrauliques d'AEP en milieu rural et semi-urbains*. Propositions d'actions du PAR – Burkina Faso.
- Antea / BREESS (2005). *L'approche Genre dans le projet d'hydraulique villageoise en 3<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> régions du Mali*. Rapport de mission Antea / BREESS sur Financement AFD. Direction Nationale de l'Hydraulique, Bamako, Mali.
- Collignon, B. (1997). *Des hommes pour faire jaillir l'eau : la promotion des artisans puisatiers en Afrique*. Association française des volontaires du progrès. Montlhéry, France.
- Curtis et Cairncross. Unicef, (2002).
- Coquart, P. et M. Vaillant (1999). *Evaluation rétrospective de projets d'hydraulique villageoise réalisées en Guinée*. Agence française de Développement, Paris, France.
- Coquart, P. et G. Verdelhan-Cayre (1998). *Evaluation rétrospective de projets d'hydraulique villageoise réalisés au Niger*. Agence française de Développement, Paris, France.
- DED (2004). *Programme Provillage Cameroun - Mission d'expert pour l'élaboration d'un concept de maintenance*. Cameroun.
- Esrey SA, et al. (1991). *Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhoea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma*. Bull. World Health Org.; 69:609-21

- Ikin, D. et E; Bauhmann. (non daté) *Setting up viable Supply Chains for Hand Pumps in Vietnam*. SKAT, HTC, SDC.
- Collignon, B. (Hydroconseil) ; et M. Diallo (Bureau Laforêt). (2004). *Manuel de procédures et le suivi des projets dans le secteur de l'hydraulique rurale en Guinée*. PACV, Conakry, Guinée.
- IRC (1990). *Pompes à main : questions relatives aux programmes d'approvisionnement en eau des collectivités rurales*. Documents techniques 25.IRC, La Haye, Pays Bas.
- Lafortune, G. (2006). *Portrait de familles : Etude bilan du secteur hydraulique au Tchad*.
- OMS – Mali (1995). *Eléments d'aménagement des points d'eau*. Direction nationale de la Santé publique. Bamako, Mali.
- RITA 1993. *Pompes manuelles au Burkina Faso. Réseau d'information des Terres Arides*. Livret n°4. Dakar, Sénégal.
- De Sardan, O. (2000) *La gestion des points d'eau dans le secteur de l'hydraulique villageoise au Niger et en Guinée*. Etude de l'AFD. Paris.
- Srinivasan, L. 1990. *Tools for Community Participation*. PROWWESS/UNDP. New York, USA.
- SEI Stockholm Environment Institute (2005). *Sustainable Pathways to Attain the Millennium Development Goals*. Stockholm. Norway.
- Vailleux, (2004). *Histoires de développement. Réflexions sur un demi-siècle d'aide au développement*.
- WSP (2005). *Access e-newsletter n° 35*.
- Coran (???)** Hervé et Etienne Janique, *A quoi sert draider le Sud*, dirigé par Serge Michailot, itions Economica, AFD, 2006.

Graphisme : Solange Münzer. Photographies : Karin Frouin.

Impression : ...