



GRET
Professionnels du
développement
solidaire

© En Haut !

L'Hydraulique villageoise – quelques notions

Mathieu LE CORRE <lecorre@gret.org>

L'Hydraulique villageoise – 14 avril 2022, ENPC

1

Qu'est-ce que l'hydraulique villageoise ?

2

Les caractéristiques du monde rural

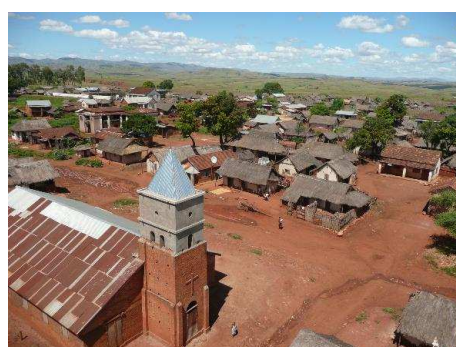
Pourquoi cette catégorie ?

Les caractéristiques du monde rural des pays en développement demande des solutions techniques et organisationnelles particulières

- Organisation plus ou moins dense de l'habitat
- Économie de subsistance avec une faible monétarisation
- Access à l'eau « traditionnel »
- Organisation sociale parfois encore « communautaire »

3

Ruralités



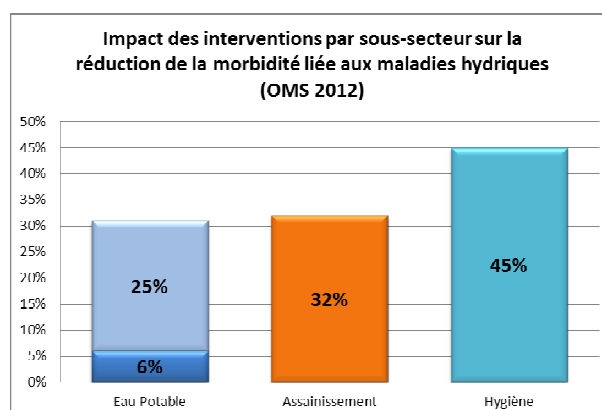
4

Pourquoi améliorer l'accès à l'eau ?

5

Du point de vue de la santé ?

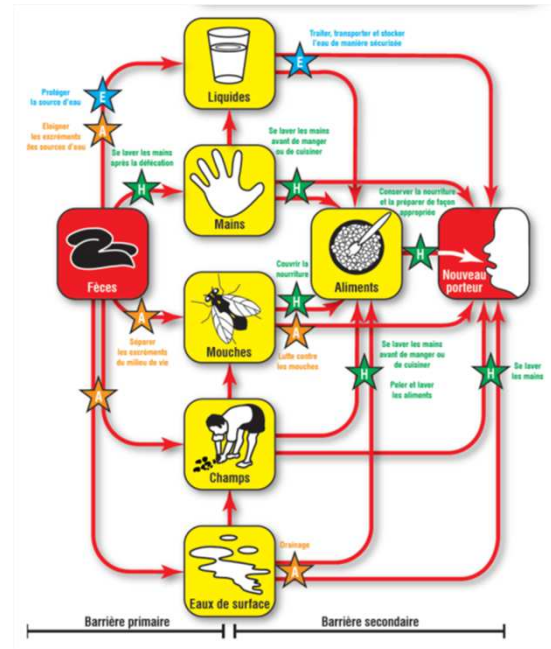
- 1,8 millions de personnes /an (90% d'enfants de moins de cinq ans) meurent de maladies diarrhéiques
- 88% des maladies diarrhéiques sont imputables à la mauvaise qualité de l'eau, à un assainissement insuffisant et à une hygiène défectueuse



6

Du point de vue de la santé ?

- Le maintenant classique diagramme de contamination féco-orale



7

Et du point de vue économique ?

Un enjeu économique

- Coût annuel des infections diarrhéiques sur la santé de 11,6 milliards de dollars (UNICEF 2012)
- 5,6 milliards de journées productives perdues à cause de la diarrhée (UNICEF 2012)
- Les pays en développement pourraient économiser jusqu'à 263 milliards de dollars par an en investissant dans l'eau et l'assainissement (UNICEF 2012)
- 1 \$ investit dans l'assainissement rapport 3 à 5 \$ (OMS 2012)

Un enjeu de dignité / un droit

8

8



Et parce que c'est une demande locale !

Mais quelle est cette demande ?

Elle est portée par qui ?

Comment peut-on la connaître ?

9

Accès : que quoi parle-t-on ?

10

C'est quoi un accès amélioré ?

Pour le suivi de l'atteinte des objectifs du millénaire pour le développement les définitions suivantes avaient été adoptées :

* **Définition d'une source d'eau améliorée** : une source qui, de par la nature de sa construction, protège de manière satisfaisante l'eau de toute contamination extérieure, en particulier par des matières fécales ». NB : Les systèmes de mesure ne permettent pas de mesurer réellement la qualité de l'eau ni les paramètres de l'accès (distance, abordabilité, etc.).

Les sources d'eau améliorées

- Branchement domestique à un réseau d'adduction d'eau (dans l'habitation, la parcelle ou la cour)
- Robinet public ou borne-fontaine
- Puits tubulaire ou forage
- Puits protégé
- Source protégée
- Collecte des eaux de pluie

Les sources d'eau non améliorées

- Puits creusé non protégé
- Source non protégée
- Charrette surmontée d'un petit réservoir/ fût
- Camion-citerne
- Eaux de surface (rivières, retenues d'eau, lacs, mares, ruisseaux, canaux, canaux d'irrigation)
- Eau en bouteille

11

Les ODD

- Ils sont issus d'un processus de concertation
- Ils concernent le monde entier (pas seulement les pays en développement)
- Ils visent 2030






12

La cible 6.1 de l'ODD 6

D'ici à 2030, assurer	Interprétation ⁷
l'accès	Implique la disponibilité à proximité du domicile d'un point d'eau fiable et approvisionné en quantité suffisante pour couvrir les besoins domestiques.
universel	S'applique à tous les contextes, y compris le domicile, les établissements scolaires, les centres de santé, les lieux de travail et les espaces publics. Adapté à l'utilisation par les hommes, les femmes, les filles et les garçons de tous âges, y compris les personnes en situation de handicap.
et équitable	Implique la réduction et l'élimination progressive des inégalités entre les sous-groupes démographiques.
à l'eau potable	Eau utilisée comme boisson, pour la préparation des aliments et des repas, et pour l'hygiène personnelle. L'eau potable est constamment exempte de tout pathogène et elle ne présente pas des niveaux élevés de contamination par des substances toxiques.
à un coût abordable	Le paiement des services ne représente pas un obstacle à l'accès à l'eau ou n'empêche pas les individus de répondre à d'autres besoins fondamentaux.

13

L'échelle de l'eau et comparaison avec les OMD

		OMD (2000-2015)	ODD (2015-2030)
Géré en toute sécurité	L'eau de boisson provenant d'une source améliorée située sur place et disponible en cas de besoin, exempte de contamination de matières fécales (et des produits chimiques d'intérêt prioritaire)	Point d'eau amélioré	Service géré en toute sécurité Cible 6.1 
Élémentaire	L'eau de boisson provenant d'une source améliorée avec un temps de collecte de 30 minutes ou moins aller-retour, incluant la file d'attente		
Limité	L'eau de boisson provenant d'une source améliorée avec un temps de collecte de plus de 30 minutes aller-retour, incluant la file d'attente.	Point d'eau non amélioré	Service non géré en toute sécurité
Non amélioré	L'eau de boisson provenant de puits creusés non protégés ou de sources non protégées		
Pas de service	L'eau de boisson collectée directement d'un cours d'eau, barrage, lac, étang, ruisseau, conduit, canal d'irrigation		

Échelle de service pour l'eau potable, avec comparaison entre OMD et ODD⁸

14

Niveaux d'accès et risque sanitaire

Quantité d'eau	Distance du point d'eau	Couverture des besoins	Risques pour la santé
Pas d'accès < 5 L/pers/jour	> 1000 m ou 30 minutes	La consommation ne peut être assurée. Les pratiques d'hygiène sont impossibles (sauf si pratiquées à la source)	Très élevé
Accès minimal : ≤20 L/pers/jour	de 100 m à 1 000 m ou de 5 à 30 minutes	La consommation peut être assurée : – lavage des mains et hygiène pour la nourriture de base possible ; – douche et lessive difficiles à assurer, sauf si prises à la source.	Elevé
Accès intermédiaire : 50 L/pers/jour en moyenne	Robinet dans la parcelle ou à moins de 100 m ou à 5 minutes	La consommation et l'hygiène sont assurées : l'hygiène pour la nourriture et tous les aspects de l'hygiène personnelle (WC, douche, lessive) sont assurés.	Bas
Accès optimal : 100 L/pers/jour et +	Approvisionnement continu, grâce à de nombreux robinets	Consommation : tous les besoins assurés Hygiène : tous les besoins assurés.	Très faible

Le caractère intermittent de l'approvisionnement en eau réduit en général la consommation et accroît le risque sanitaire.

Source : Domestic Water Quantity, Service, Level and Health - WHO/SDE/WSH/03.02 - Guy Howard et Jamie Bartram, 2003

15

Que faire ?

16

D'abord chercher à comprendre...

L'action n'est pas hors sol, comment s'insère-t-elle dans le contexte ?

- physique,
- humain,
- institutionnel,
- juridique,
- économique,
- technique...

17

Que faire ?

Les solutions ponctuelles,
domiciliaires

18

Avoir l'eau à la maison

L'approvisionnement en eau à domicile, parfois nommé « auto - approvisionnement » :

- les puits ou forages
- les aménagements de source
- le captage d'eau de pluie



19

Traiter l'eau à la maison

« Là où il y a des hommes il y a de l'eau »
... elle n'est pas nécessairement de bonne qualité !

Des solutions de traitement à domicile :

- faire bouillir
- le chlore
- la filtration



20

Une approche par les produits

Les solutions individuelles sont souvent des « produits » : un filtre, du chlore, une latrine du savon...

Leur diffusion demande un travail sur :

- La filière (fabriquant, fournisseur, artisan, distributeur...)
- Le marketing
- Et sur des dispositifs de subvention, ciblée ou non...



21

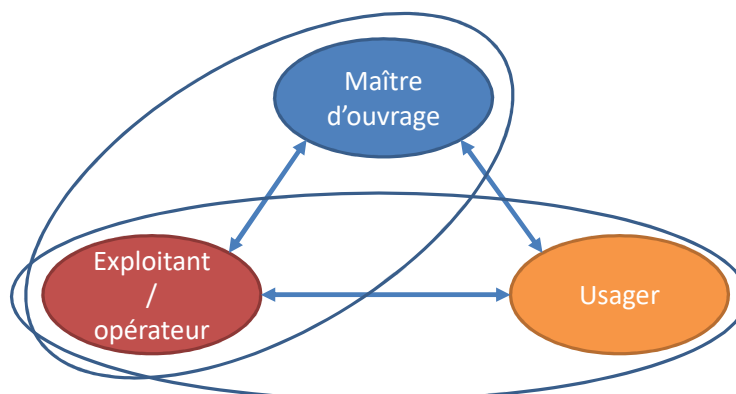
Que faire ?

Les solutions collectives –
généralités

22

Quelques remarques générales

Les solutions collectives sont collectives...
 Cela signifie qu'elles doivent être organisées,
 mises en œuvre et utilisées :



23

Un système collectif, des responsabilités partagées

FONCTIONS	MISSIONS
Pilotage stratégique sectoriel	Définit, met en œuvre et promeut la politique et stratégie nationale Définit, met en œuvre et promeut les plans d'investissement sectoriel Suit et évalue l'exécution des stratégies et plans d'investissement Définit les règles et les normes du secteur Garantit la cohérence des interventions
Maîtrise d'ouvrage	Patrimoine Propriété du patrimoine Planification des investissements neufs structurants Planification du renouvellement fonctionnel Planifie le renouvellement patrimonial Planifie les extensions de réseau Mobilise des financements Commande, recrute et suit la réalisation des études Recrute les entreprises de travaux Fait réaliser, fait suivre et réceptionne les travaux Met à jour de la connaissance patrimoniale Service Organise la gestion Met en œuvre le mode de gestion Assure le suivi du service Informe et mobilise les usagers Coordonne et anime la concertation avec les autres acteurs
Exploitation	Assure le fonctionnement du service Assure la gestion clientèle Assure la gestion comptable, administrative et financière
Régulation	Contrôle règlementaire et normatif Contrôle la mise en œuvre des modes de gestion Contrôle le respect des engagements des autres acteurs Contrôle les performances (techniques et financières) des services Arbitre les différends

24

L'exploitant

n'est pas toujours privé... (même s'il peut l'être).

Les systèmes ruraux sont très fréquemment gérés par des « comités de gestion » ou « associations d'usagers ».

Pour les systèmes simples faire gérer par des structures sociales existantes peut être intéressant.

Pour les systèmes plus complexes il faudra professionnaliser : personnalité juridique, salariés, rendu de compte...

25

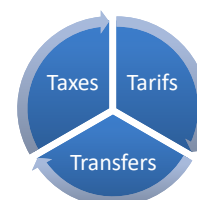
Un système collectif, des coûts partagés

Des coûts d'investissement

- Premier établissement
- Renouvellement
- Extension

Des coûts de fonctionnement

- Exploitation
- Entretien
- Maintenance



Comment sont-ils partagés ? Les 3 T !

26

Le recouvrement des coûts

Le paiement à la panne

- La solution « traditionnelle »
- Pas une si mauvaise idée pour les systèmes simples

Le paiement au forfait

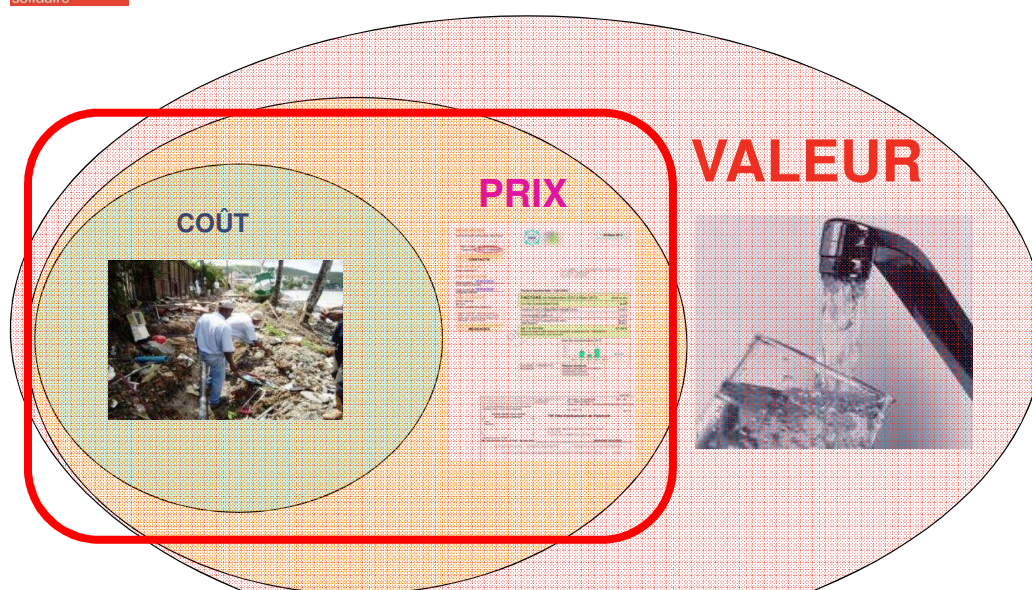
- assiette
- périodicité

Le paiement au volume

- à la prise
- périodique

27

Coût, prix, valeur...

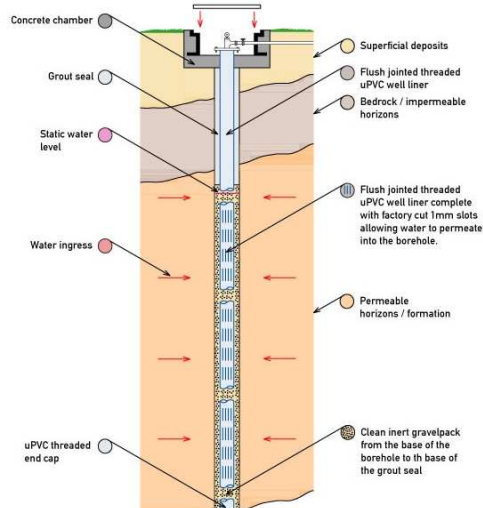


Et si le coût > au prix ?
Le prix > à la valeur ?

28

Forages

- De relatif petit diamètre
- Peut capter une nappe profonde (plus de 150 m)
- Peut fournir un débit fort (plus de 60 m³/h)
- Peut nécessiter des moyens lourds (atelier de forage)



31

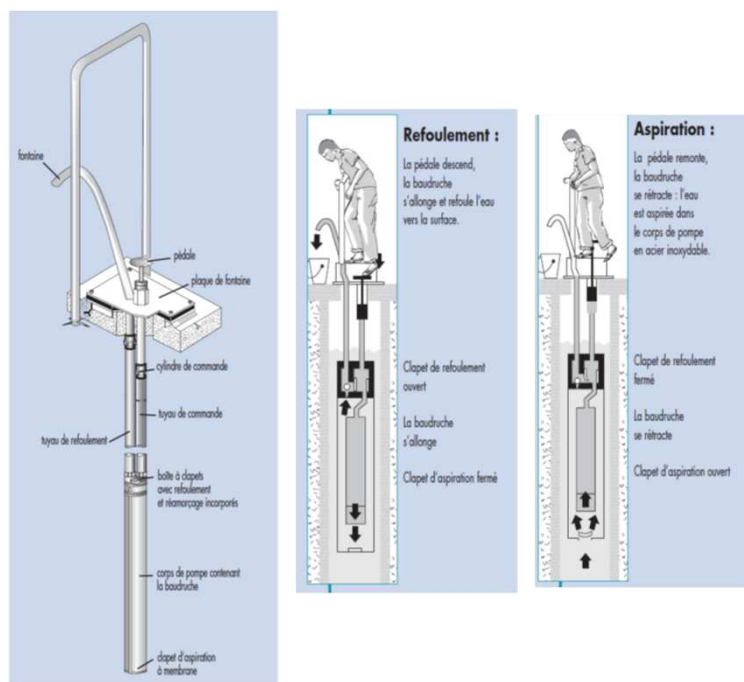
Pompes à motricité humaine

- Pour les systèmes collectifs ponctuels l'eau est remontée par pompage dit « à motricité humaine »
- Elles fonctionnent généralement par un système de piston et de clapet
- Ces pompes sont soumises à un usage intense



32

Exemple d'une pompe Vergnet



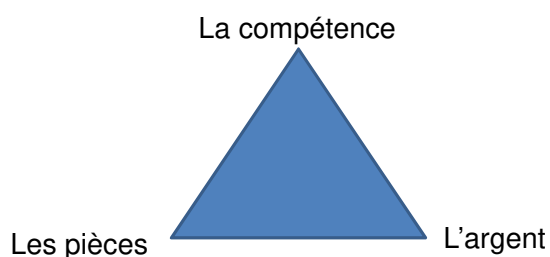
33

PMH : le triangle « vertueux »

La compétence : l'artisan réparateur (mais il lui faut une zone de chalandise)

Les pièces : un réseau de pièces détachées disponibles (mais il faut un marché)

L'argent : un comité de gestion ?



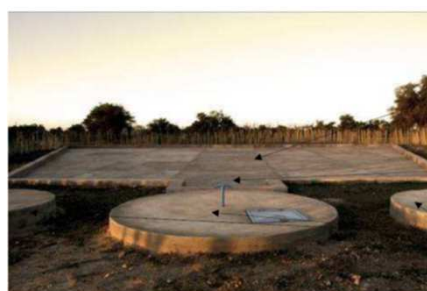
34



35

Impluviums

- Dans certains contextes particuliers la meilleure solution est de capter les eaux de pluie... pour un usage collectif
- Un impluvium est constitué d'une dalle imperméable alimentant des réservoirs de taille suffisante



Impluvium construit par Objectif Sud à Ankillabo (source : M. Renault)

Surface de récupération de l'eau de pluie
Bassin désableur
3 bassins de stockage

36

Que faire ?

Les réseaux

37



Un réseau, c'est :

Production
Transport
Traitement
Stockage
Distribution
Branchement



38

La production ou le captage

L'eau brute est :

- Souterraine (puits, forages, sources...)
- De surface (rivières, lacs, mares...)



39

Pomper ?

Selon la position du captage :

- L'eau coule naturellement vers le réservoir – c'est un **réseau gravitaire**
- L'eau doit être relevée jusqu'au réservoir – c'est un **réseau avec pompage**



40

Les énergies de pompage

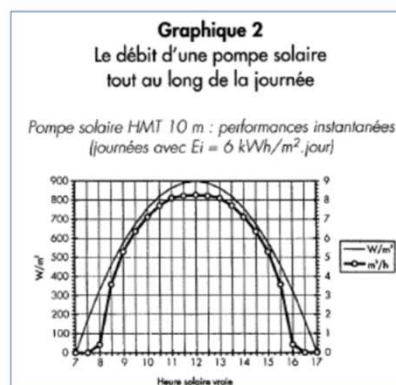
Les énergies renouvelables

- Le pompage solaire
- Le pompage éolien

Les énergies fossiles

- Le groupe électrogène diesel

Se connecter au réseau électrique...



Courbe de débit d'une pompe solaire en fonction de l'ensoleillement
(Source : Gay B., 1999)

41

Les énergies de pompage

	Solaire	Mixte solaire/ thermique	Thermique	Réseau
Sites isolés Populations ($\leq 1\ 000$ hab) Petites profondeurs de forage	Envisageable mais bien vérifier la capacité économique des usagers (cf projets Sangha p38)	Pas adapté	Peu adapté (pas intéressant sur le plan économique, difficultés d'approvisionnement)	Non reliés
Petits centres ruraux (population $\leq 3\ 000$ hab) Débits moyens et Profondeurs faibles à moyennes ($\leq 6\ 000\text{m}^3/\text{jour}$)	Adapté (cf projet Sissiki p 31 et projet Tibiri p 36)	Adapté (cf projet Makhana p 33)	Peu ou pas adapté	Non reliés
Petits centres urbains (entre 3 000 et 15 000 habitants) Profondeurs faibles à fortes (de 10 à 100m) et débits moyens	Envisageable ou peu adapté (déficit de puissance, variation journalière)	Adapté	Adapté	Rarement reliés, adapté si possibilité de connexion
Centres urbains ($>15\ 000$ hab)	Envisageable	Envisageable	Adapté	Adapté si reliés

42

Pourquoi traiter l'eau ?

- L'objectif est de fournir une eau qui peut être consommée sans risque pour la santé humaine
- Nous n'avons pas toujours le choix de la ressource (eau souterraine, eau de rivière, eau de lac...)
- Les eaux de surface sont le plus souvent de mauvaise qualité

Le traitement est une nécessité pour rendre l'eau consommable.

Il s'agit pas uniquement de la rendre consommable mais de la rendre consommée : la qualité « organoleptique » est importante.

43

Le traitement de l'eau

Dessableur / décanteur

Filtration



Chloration / désinfection



44

Le stockage d'eau

A quoi sert un système de stockage ?



Comment est produite l'eau ?

Comment est consommée l'eau ?

Le stockage permet d'équilibrer la production et la consommation d'eau, il sert de "tampon".

45

Le stockage d'eau

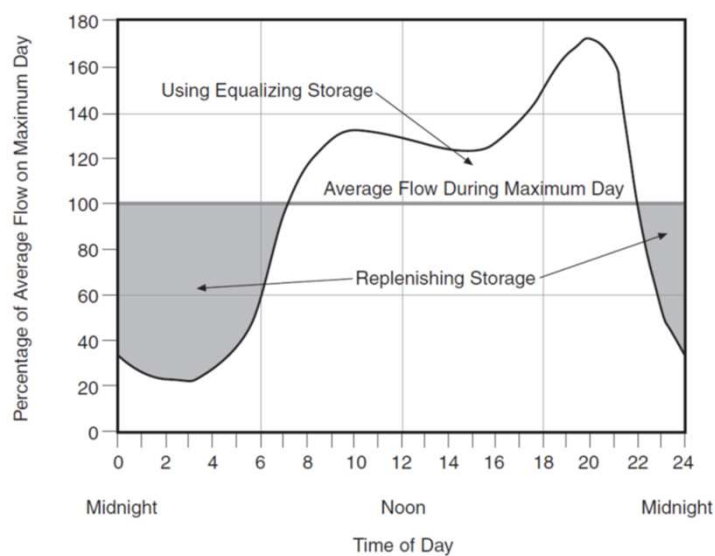
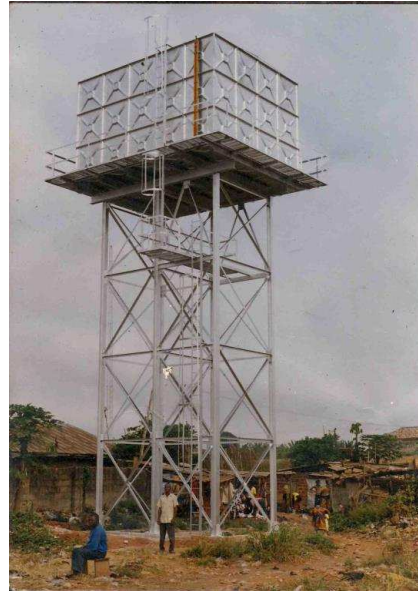


Fig. 27-2. Hourly water use variation

Source : Handbook of Public Water Systems

46

Le stockage d'eau



47

Les branchements

Le branchement permet au client de puiser son eau du réseau,

Trois types de branchement sont envisageables :

- Les bornes-fontaines ou kiosques à eau,
- Les branchements partagés,
- Les branchements privés.

48

Différents types de branchements



	Borne-fontaine	Branchement partagé	Branchement privé
Qui s'approvisionne ?	les habitants	Un groupe de familles	Une famille
Qui est responsable ?	Dépend des montages, peut être le fontainier	Une personne désignée	La famille
Qui paye ?	Les usagers au fontainier	Arrangement entre les usagers	La famille paye

49

Le branchement domiciliaire



50

Les points de puisage collectifs

Ce sont des points de puisage où la population accède à l'eau en payant soit une cotisation, soit un montant au seau.



51

Les points de puisage collectifs



52

Les enjeux du dimensionnement

Le calcul du besoin

- cohérent avec la demande solvable
- tiens compte des évolutions démographiques à horizon de projet
- tiens compte de l'évolution de la demande

L'identification de la ressource

- qualité
- quantité
- et demain ?

Étude de coûts (*capex* et *opex*)

53

Les étapes du dimensionnement

De quel niveau de détail avez-vous besoin ?

- *Diagnostic* : quel est le problème ?
- *Faisabilité* : cette solution technique est-elle faisable ?
- *APS* : voici de manière esquissée comment on pourrait faire
- *APD* : voici comment nous allons faire dans le détail

La concertation scande les étapes pour s'assurer toujours d'une adhésion locale.

54

Ponctuel, Collectif ?

55

Avantages et inconvénients

Infos : Avantages et inconvénients des différentes options techniques

Option technique	Contexte de réalisation	Avantages	Inconvénients
Puits	Localité enclavée Nappe peu profonde et généralisée	Équipement bien adapté aux besoins des troupeaux Débit unitaire important en milieu sédimentaire Technologie de réalisation simple (matériel léger)	Faible protection contre les pollutions d'origine superficielle Lenteur d'exécution
Source aménagée	Nappe résurgente	Technologie de réalisation simple	Passibles variations saisonnières du débit
Forage équipé d'une PMH	Localité de petite taille, mais néanmoins accessible pour l'approvisionnement en pièces détachées et l'intervention d'un artisan-réparateur. Toute nappe aquifère	Rapidité d'exécution Coût abordable	Technologie de réalisation sophistiquée (matériel lourd) Accès à l'eau assujéti au moyen d'exhaure
Forage et petit réseau d'eau avec générateur solaire	Localité de 1 000 à 3 000 habitants	Un confort d'exploitation considérablement amélioré par rapport au puits et aux PMH, et un entretien courant très limité	La maintenance relève d'une entreprise spécialisée (en général un opérateur intervenant à l'échelon régional ou national)
Forage et petit réseau d'eau avec groupe électrogène	Localité de plus de 3 000 habitants	Des capacités de production très importantes (plusieurs dizaines de m ³ / jour)	Le combustible, l'entretien et le renouvellement du groupe coûtent cher
Forage et petit réseau d'eau avec raccordement au réseau électrique	Exclusivement réservé aux localités connectées au réseau électrique. Selon la fiabilité du service électrique et des fréquences de coupures, un groupe électrogène d'appoint peut être nécessaire.	Une maintenance très simple, avec des capacités en électromécanique dans les cas où un groupe électrogène d'appoint est mobilisé.	Le réseau électrique ne dessert qu'un nombre limité de villages

Une série de tableaux tirés du Guide pratique pS-Eau *Accès à l'eau potable dans les pays en développement* 18 questions pour des services durables

56

Critères de choix

Infos : Les critères à prendre en compte pour apprécier la faisabilité du niveau de service (valeurs indicatives)

CRITERES	POINT D'EAU NON MOTORISE (PUITS, PMH, SOURCE AMENAGEE)	RESEAU DE DISTRIBUTION
Taille de la localité	Moins de 500 habitants par point d'eau	Plus de 1 000 habitants
Capacités d'investissements	5 000 à 50 000 euros	Plus de 100 000 euros
Capacités locales de gestion	Une formation sur le tas est suffisante	Des compétences pointues sont indispensables (électromécanique, plomberie et gestion financière)
Volonté à payer des usagers	Moins de 100 euros par an et par point d'eau	Aux alentours de 1 euro par m3
Accessibilité aux filières de pièces détachées et prestations de maintenance	Besoins faibles en maintenance et pièces détachées pour les puits et sources ; mais régulier (1 à 3 fois par an) pour les PMH	Besoins réguliers (plusieurs fois par an) pour pièces de plomberie et électromécanique et pour prestations de maintenance externes

57

Les ordres de grandeur des coûts

Infos : Ordres de grandeur des coûts d'investissement (valeurs indicatives)

	Source aménagée	Puits	Forage avec pompe manuelle	Mini réseau AEP avec pompage solaire	Réseau AEP avec pompage électrique
Montant des investissements	5 000 à 15 000 euros	10 000 à 50 000 euros	10 000 à 20 000 euros	100 000 à 150 000 euros	Plus de 200 000 euros
Nombre d'usagers	300 à 500 usagers pour une source	300 à 500 usagers pour un puits	300 à 500 usagers pour un forage	Entre 1 000 et 3 000 usagers environ	Plus de 3 000 usagers

58

Faire durer le service

59



Que faut-il pour qu'un service d'eau potable fonctionne bien et durablement ?

Des ouvrages en bon état

- Qui sont bien entretenus
- Qui sont renouvelés s'ils sont trop vieux

Des agents compétents et motivés

- Des agents techniques qui connaissent leur métier
- Des agents motivés qui ont envie de satisfaire l'utilisateur

Des moyens techniques

- Des véhicules et du carburant (selon la taille)
- Du matériel pour les travaux de réparation et d'entretien
- Des pièces de rechange en prévision des casses

60

Qu'est-ce-qu'un service d'eau potable qui fonctionne bien ?

Performances techniques

- Continuité du service : pas de coupures
- Qualité de l'eau : eau potable et de bon goût
- Rendement de réseau : pas beaucoup de fuites
- Rapidité d'intervention

Performances commerciales

- Peu de plaintes des usagers
- Pas d'erreurs sur les factures
- Réactivité aux demandes ou aux plaintes

61



Merci !

Mathieu Le Corre – lecorre@gret.org

62