

A wide-angle photograph of a rural landscape in a semi-arid region. The foreground is dominated by dry, yellowish-brown soil with sparse, low-lying vegetation. A single, tall, thin tree stands prominently in the middle ground. In the background, there are several small, simple dwellings with thatched roofs, scattered across a flat plain under a clear blue sky.

LES MINI-RÉSEAUX : DES SOLUTIONS À EXPLORER POUR AMÉLIORER DURABLEMENT L'ACCÈS À L'EAU POTABLE DANS L'ANDROY

Synthèse de l'étude menée dans le district de Tsihombe
Février 2022

LE GRET EST UNE ORGANISATION DE SOLIDARITÉ INTERNATIONALE CRÉÉE EN 1976.

Son objectif est d'améliorer les conditions de vie des populations les plus vulnérables et de promouvoir la justice sociale, tout en préservant notre planète. Ses implantations territoriales permettent au Gret de développer une connaissance fine des contextes et de nouer des partenariats durables avec les sociétés civiles, les autorités publiques et les acteurs économiques locaux.

Présent à Madagascar depuis 1988, son équipe de 120 professionnel·le·s agit pour lutter contre la malnutrition chronique, développer l'agroécologie, renforcer l'accès à l'eau potable et à l'assainissement, améliorer la gestion des déchets, préserver la biodiversité marine et terrestre,

et développer l'électrification en milieu rural. Le Gret est présent dans le Grand Sud depuis 20 ans.

Le Gret défend le principe de l'universalité de l'accès à l'eau potable et à l'assainissement. Il accompagne depuis 30 ans la mise en place de services permettant d'étendre l'accès à l'eau potable, avec une attention particulière portée à leur accessibilité financière et leur viabilité économique. À Madagascar, il intervient notamment pour renforcer les capacités des acteurs locaux de l'eau (en particulier les communes, et les petits opérateurs privés délégataires de service); appuyer la mise en place de modes de gouvernance inclusifs (à travers l'appui à des associations d'usagers) et identifier des solutions techniques adaptées au contexte et aux besoins locaux.

CONTACTS :

Claire Kabore, représentante du Gret à Madagascar. E-mail : kabore@gret.org

Mamisoa Andriamihaja, représentant adjoint du Gret à Madagascar, responsable du programme Eau potable et assainissement. E-mail : andriamihaja.mg@gret.org

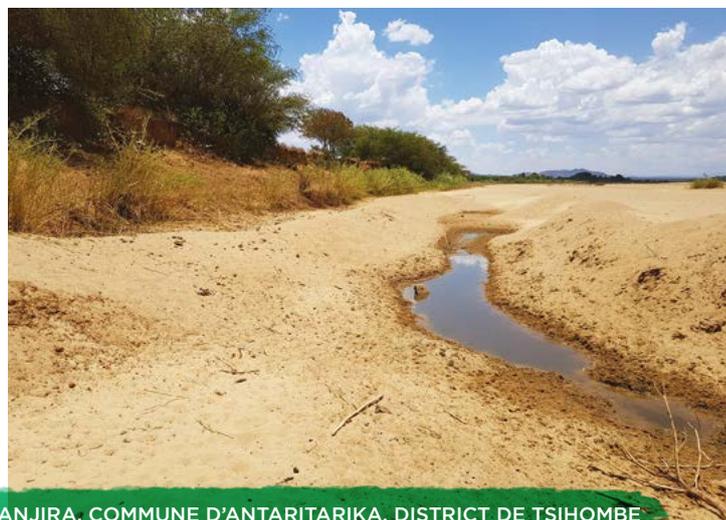
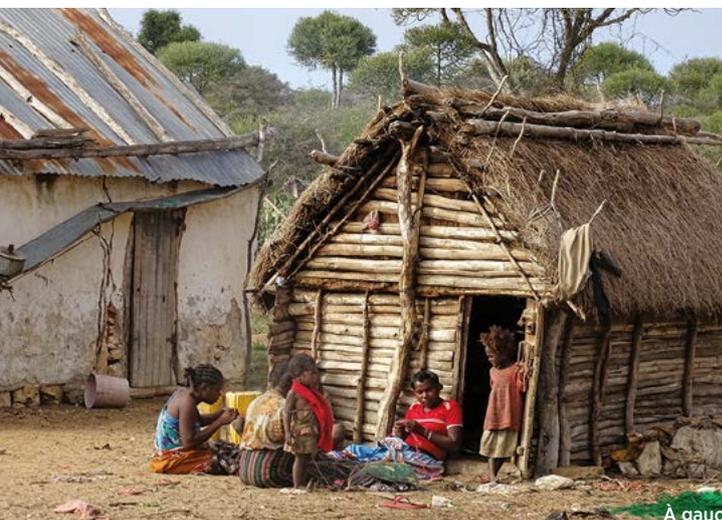
Photos : © Gret, sauf mention spécifique.

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| ■ ENJEUX ET CONTRAINTES DE L'ACCÈS À L'EAU DANS L'ANDROY | 3 |
| Deux secteurs économiques prépondérants soumis à de fortes contraintes | 4 |
| Un accès à l'eau limité et des perspectives inquiétantes sur la pluviométrie | 4 |
| Un nouvel épisode de « kere » depuis 2020 et la recherche de solutions innovantes d'accès à l'eau | 7 |
| ■ QUELLES SOLUTIONS POUR GARANTIR DES SERVICES DURABLES ET ADAPTÉS AUX BESOINS DES MÉNAGES ? | 8 |
| Methodologie utilisée | 8 |
| Synthèse des solutions proposées : les mini-réseaux d'eau | 9 |
| Focus sur deux sites | 12 |
| - Site d'Anjira | 13 |
| - Site d'Ambarovoahasy | 16 |
| Modalité de gestion | 19 |
| ■ CONCLUSION | 20 |

ENJEUX ET CONTRAINTES DE L'ACCÈS À L'EAU DANS L'ANDROY

Dans le Grand Sud¹ de Madagascar, l'Androy, « pays des épineux » en langue locale, s'étend sur une superficie d'un peu moins de 20 000 km² et abrite une population d'environ 750 000 personnes². Majoritairement basé sur l'agriculture et l'élevage, le développement socio-économique de la région est contraint par des conditions climatiques très rudes et un accès largement insuffisant aux infrastructures et services de base, notamment en eau. L'Androy est ainsi la région où les indices de développement humain sont les plus faibles du pays. Le **taux de pauvreté** atteint **97 %**³, et **40,9 %**⁴ de la population est touchée par la **malnutrition chronique**. Cette situation est aggravée par des périodes de longue sécheresse, entraînant des crises alimentaires aigües connues sous le nom de « kere » en langue locale.



À gauche : ANJIRA, COMMUNE D'ANTARITARIKA, DISTRICT DE TSIHOMBE
À droite : FLEUVE MADRARE À AGNARAFALY

1. Le Grand Sud désigne trois régions malgaches : Atsimo-Andrefana, Androy et Anosy.
2. L'Androy représente 17 % de la surface du Grand Sud, 3,3 % à l'échelle du pays. La population de l'Androy représente 27 % des habitants du Grand Sud et 3,4 % de la population du pays. *Source : Institut national de la statistique de Madagascar, 2014.*
3. BAD, Instat Madagascar, *Dynamique de la pauvreté à Madagascar de 2005 à 2013*, Groupe de la Banque africaine de développement, Instat, 2013, 36 p.
4. ONN, BNGRC, Ministère de la Santé, PAM, *Enquête nutritionnelle et de sécurité alimentaire ponctuelle, 10 districts en urgence du Sud de Madagascar, janvier 2022.*

DEUX SECTEURS ÉCONOMIQUES PRÉPONDÉRANTS SOUMIS À DE FORTES CONTRAINTES

L'élevage et l'agriculture sont souvent l'unique activité des familles de l'Androy et leur principal moyen de subsistance. Leur développement est cependant entravé par plusieurs contraintes.

- L'insuffisance de zones de pâturage et de cultures fourragères, et la pénurie d'eau (qui réduit le nombre d'abreuvoirs fonctionnels), limitent fortement le développement de l'**élevage**. Par ailleurs, s'il offre des possibilités intéressantes aux familles pour satisfaire une partie de leurs besoins alimentaires et générer des revenus, ses produits sont cependant surtout destinés aux pratiques et cérémonies coutumières. Les familles accumulent ainsi des zébus, ovins, caprins pendant toute leur vie, en prévision de leurs funérailles.
- Le développement de l'**agriculture** se heurte également à de nombreuses contraintes : les conditions climatiques semi-arides et les périodes de sécheresse que connaît la région sont aggravées par la fréquence de vents violents et desséchants qui érodent les sols et détruisent les cultures, et par la déforestation (qui augmente de 0,66 % par an). Les pratiques agricoles basées sur le labour à la charrue accentuent le phénomène de dégradation, par l'érosion éolienne, des sols sableux de la zone littorale. De ce fait, l'agriculture ne présente qu'une activité économique modeste : les surfaces irriguées utilisées pour les rizières sont rares en Androy et insuffisamment exploitées faute de maîtrise de l'eau, tandis que les autres produits alimentaires (manioc, maïs, patate douce, haricot) proviennent de cultures pluviales qui subissent les aléas de la pluviométrie : la moindre perturbation du calendrier des pluies provoque des ruptures de production, pouvant parfois entraîner des famines.

Malgré ces contraintes, des initiatives offrent de réelles perspectives pour freiner ce **cycle d'appauvrissement et de dégradation de l'environnement**. On citera en particulier les blocs agroécologiques développés par le Centre Technique Agroécologique du Sud (CTAS) en partenariat avec le Gret. Grâce à une meilleure intégration de l'agriculture et de l'élevage, à la diffusion de semences locales, et à l'association de plusieurs types de cultures alimentaires (céréales, tubercules, légumineuses, etc.), fourragères et d'arbres (brise vents, bois d'œuvre, bois de construction, bois de chauffe, fruitiers, etc.), ces blocs permettent de freiner l'érosion, de restaurer la fertilité des sols, et d'apporter aux familles des ressources alimentaires, y compris en période de sécheresse⁵.

UN ACCÈS À L'EAU LIMITÉ ET DES PERSPECTIVES INQUIÉTANTES SUR LA PLUVIOMÉTRIE

L'Androy est soumise à un climat de type tropical semi-aride à aride avec deux saisons tranchées : la saison des pluies (été austral) et la saison sèche (hiver austral). La région reçoit des quantités d'eau très faibles : entre 300 à 600 mm par an, ce qui correspond à des niveaux observés au Sahel (contre un maximum de 5 m/an sur la côte nord-est du pays, dans la baie d'Antongil par exemple). Ainsi, à une longue saison sèche (de 7 à 9 mois), succède une brève saison des pluies souvent très irrégulière et toujours pauvre en précipitations. Ces faibles pluies s'infiltrent vite dans les sols sablonneux de la région et sont très rapidement évacuées vers des exutoires en mer.

5. Voir le site du CTAS : <https://ctas.mg/> et le cahier projet « Stratégie de développement de l'agro-écologie dans le Grand Sud malgache », Éditions du Gret, 2020.



PAYSAGE À L'INTÉRIEUR D'UN BLOC AGROÉCOLOGIQUE

© Tahina Raharison



TAMARINIERS INCLINÉS PAR LES VENTS SECS, FRÉQUENTS DANS LA RÉGION



L'ÉLEVAGE, UNE DES PRINCIPALES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES DANS L'ANDROY

En termes hydrologiques⁶, les accès à l'eau proviennent :

- d'une part de ressources dites « de surface », avec **trois fleuves** issus des plateaux dont les écoulements sont exploitables (quoique quasi-nuls en saison sèche), et une poignée de lacs dont les petits volumes rendent leur exploitation vaine ;
- d'autre part de ressources dites « souterraines », avec des **aquifères** aux puissances, profondeurs et potabilités variables selon qu'ils se situent dans l'espace montagneux, au niveau des plateaux ou à proximité des côtes. Les eaux de ces aquifères sont très souvent saumâtres, ce qui rend leur exploitation difficile pour la fourniture d'eau potable.

À la sévérité du climat et à la situation hydrologique défavorable de l'Androy, s'ajoute la contrainte d'un **habitat rural dispersé**, qui rend difficile – et coûteux – la mise en place de services au plus près des populations.

Pour toutes ces raisons, l'accès à l'eau potable pour les habitants est un véritable défi quotidien. Il repose sur les principaux dispositifs suivants⁷, qui présentent chacun leur lot de contraintes :

- la récupération d'eau de pluie grâce à des **impluviums** connectés à des **citernes** pour le stockage : s'il a pu soulager la situation ces dernières années, les prévisions de diminution de la pluviométrie laissent à penser que ce dispositif atteindra bientôt ses limites ;
- la construction de **pipe-lines** pour transporter l'eau à travers la région : ces pipe-lines ne couvrent pas la totalité du Grand Sud et sont confrontés à des problèmes récurrents de financement du carburant (nécessaire pour le pompage et la distribution) ;

6. Monographie région Androy, CREAM, 2013.

7. Schéma directeur de mise en valeur des ressources en eau du Grand Sud de Madagascar, ANDEA, 2003 ; y compris une actualisation des dispositifs par l'équipe du Gret dans le cadre de cette étude.

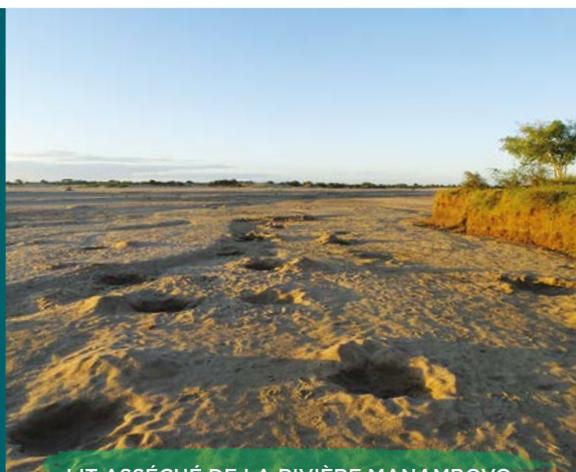
- des réseaux d'approvisionnement en eau par **camion-citerne** depuis Ambovombe : l'exploitation de ce dispositif est difficile, en raison des coûts de fonctionnement ; en plus des coûts de carburant, les infrastructures routières dégradées impliquent un entretien coûteux des camions et leur remplacement fréquent ;
- quelques **puits** ou **forages** fournissent un bon service, mais ils ne sont pas assez nombreux et délivrent souvent une eau saumâtre impropre à la consommation ;
- la mise en place de petits réseaux d'eau avec **captage** (dans une source ou dans une rivière), stockage intermédiaire puis distribution aux ménages dans de petits et moyens bourgs : cette solution est intéressante lorsque la ressource est disponible à proximité, cependant les modalités de gestion doivent prendre en compte les contraintes d'habitat très dispersé en milieu rural et les enjeux de pérennisation du service.

Ces difficultés d'accès à l'eau poussent les habitants à **exploiter des ressources non appropriées** telles que les eaux stagnantes (mares et flaques d'eau après les pluies), ce qui a un impact majeur sur leur **santé** (maladies diarrhéiques et augmentation des maladies vectorielles comme le paludisme ou la dengue) et par voie de conséquence sur leur état nutritionnel.

La quantité d'eau potable disponible par jour et par personne, en saison sèche particulièrement, est réduite à sa portion congrue et ne permet pas de garantir un niveau satisfaisant d'hygiène. **Le « coût humain » de l'accès à l'eau dans l'Androy, lorsqu'on considère le temps et les moyens financiers consacrés par les ménages pour s'approvisionner tant bien que mal en eau potable, est considérable.**

Les effets des changements climatiques, étudiés à l'échelle mondiale mais également par les spécialistes malgaches⁸, laissent entrevoir un avenir plutôt sombre pour les régions du Grand Sud : la **pluviométrie baisse** (en valeur absolue, bien qu'en intensité elle puisse augmenter ponctuellement), et la période de pluie tend également à se réduire (3 à 4 mois/an maximum) et à se décaler dans le temps (en commençant seulement en janvier au lieu de novembre), tandis que la température augmente. Ces tendances combinées augmentent le phénomène d'évapotranspiration, ce qui accroît mécaniquement le **déficit hydrique** : diminution des débits d'étiage, tarissement des sources, baisse du niveau des nappes et augmentation de l'intrusion saline.

En un mot : **selon les données disponibles actuellement, les phénomènes de sécheresse, et leur corollaire le « kere »,**



LIT ASSÉCHÉ DE LA RIVIÈRE MANAMBOVO

risquent de s'accroître dans les prochaines années si des solutions ne sont pas développées rapidement, et à grande échelle, pour renforcer la résilience alimentaire des familles, et développer des services et infrastructures essentiels.

8. Nous citons ici Jean-Donné Rasolofoniaina (spécialiste Eau Assainissement Hygiène et Génie rural), dans sa présentation du 28 janvier 2021 à l'occasion de la réunion institutionnelle du réseau Madagascar organisée par le pS-Eau et Ran'Eau.

UN NOUVEL ÉPISODE DE « KERE » DEPUIS 2020 ET LA RECHERCHE DE SOLUTIONS INNOVANTES D'ACCÈS À L'EAU

Les **épisodes de sécheresse**, liés à l'insuffisance de pluie et à la rareté des ressources en eau disponibles, sont récurrents dans l'Androy : cinq épisodes majeurs ont eu lieu en trente ans (entre les années 1970 et 2000), entraînant de **graves pénuries alimentaires**.

La gravité de ces crises, et la mobilisation médiatique qui les accompagne, tendent cependant à masquer ce qui se passe dans « l'entre deux » : la malnutrition et la pauvreté sont des phénomènes chroniques, que les périodes de sécheresse aggravent, en poussant les familles à consommer des aliments impropres, à vendre à vil prix les biens (notamment le bétail) qui leur permettraient de générer des revenus et de se relever des crises, ou à migrer vers le Nord et des perspectives incertaines.

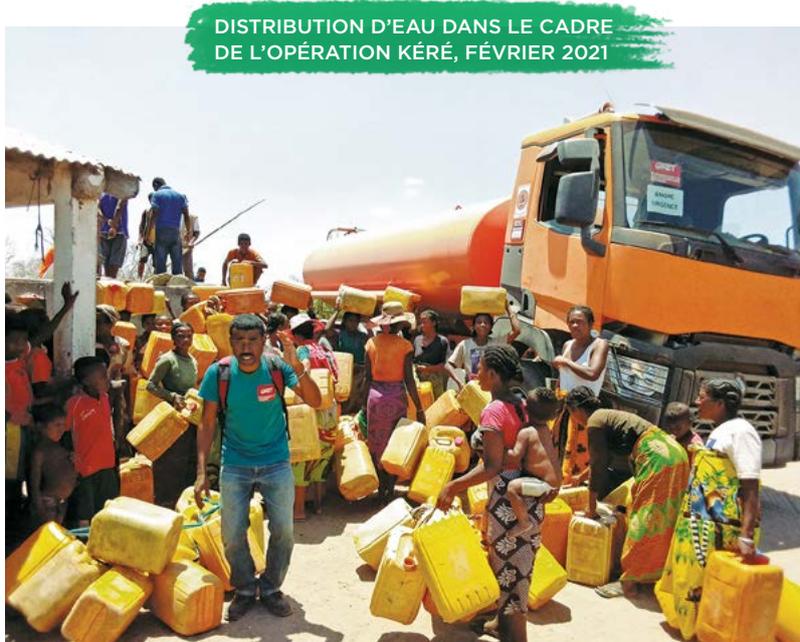
La sécheresse en 2020 et 2021 a été particulièrement forte, mettant en péril la vie et la santé de centaines de milliers de personnes. Fin 2021, les Nations unies estiment que 1,3 million de personnes ont besoin d'une aide d'urgence⁹.

Face à ce constat, les équipes du Gret à Madagascar, soutenues par l'association Kéré (basée sur l'île voisine de La Réunion), ont cherché à formuler de nouvelles solutions durables d'accès à l'eau potable. Au-delà de l'aide d'urgence dont bénéficie régulièrement le Sud de la Grande Ile, l'enjeu est en effet de mettre en place des dispositifs permettant de fournir un **accès sûr et dans la durée à une eau potable de qualité**, pour améliorer significativement les conditions de vie des populations et contribuer au développement social et économique local.

La **durabilité** étant l'enjeu central, l'étude a porté une attention particulière à :

- l'analyse des dispositifs existants, ainsi que de leurs forces et leurs faiblesses : l'enjeu étant de s'assurer de la **complémentarité** entre les infrastructures existantes et celles à mettre en place, et de souligner la nécessaire diversité des solutions requises pour répondre aux contraintes multiples que connaît la région ;
- l'évolution de la situation dans l'Androy, en particulier les effets des changements climatiques sur la pluviométrie et la **dégradation - en quantité et en qualité - des ressources en eau** ;
- la pérennité des services, ce qui implique de se préoccuper tant des choix techniques d'infrastructures constitutives du système d'approvisionnement, que de leurs modalités d'**exploitation** et de **maintenance**, car ces dernières ont un impact majeur sur la tarification de l'eau pour les usagers et donc sur l'accessibilité de l'eau à tous. Les **critères socio-économiques** et de **gestion** adaptés aux capacités et besoins locaux sont cruciaux dans l'équation.

9. Analyse IPC de l'insécurité alimentaire aiguë, avril-décembre 2021.

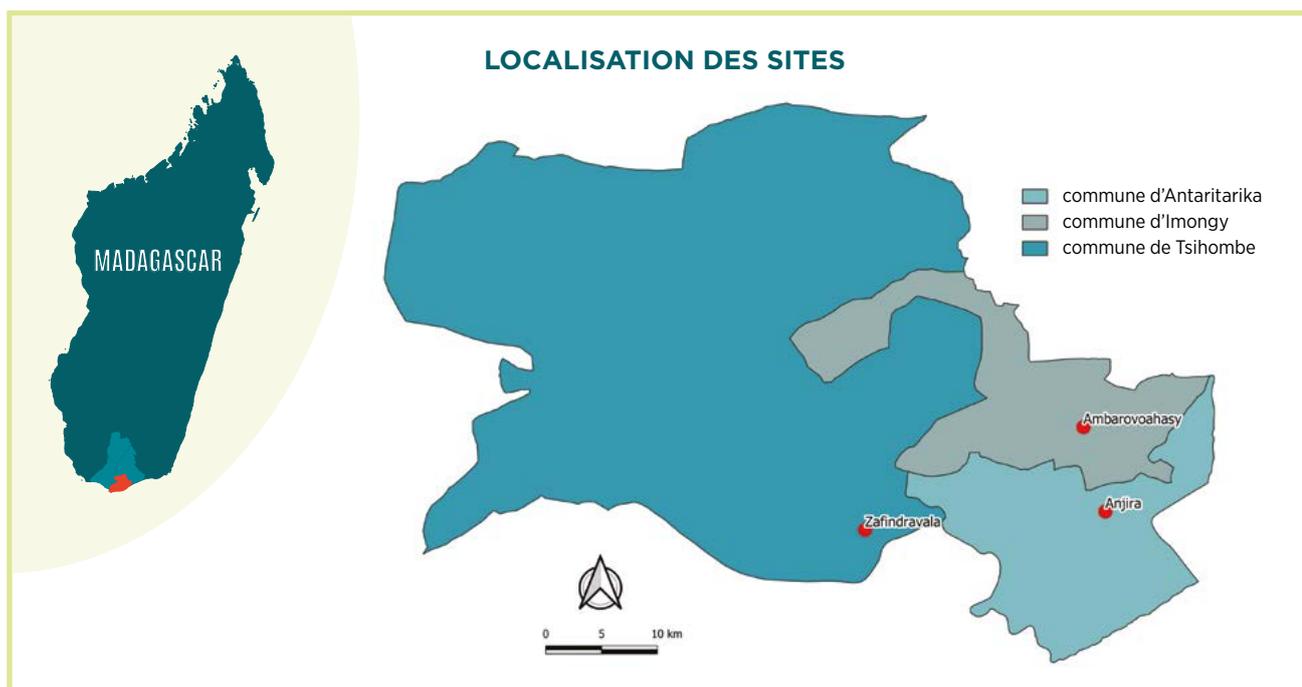


QUELLES SOLUTIONS POUR GARANTIR DES SERVICES DURABLES ET ADAPTÉS AUX BESOINS DES MÉNAGES ?

MÉTHODOLOGIE UTILISÉE

L'étude a été menée par le Gret dans **trois sites** du district de Tsihombe, répondant à trois critères :

- zones touchées par les problèmes d'accès à l'eau potable mais où la **ressource** en eau demeure potentiellement **exploitable** ;
- zones dans lesquelles les **ménages** sont identifiés comme **particulièrement vulnérables**, en habitat dispersé et faisant face à un déficit d'équipements (infrastructures en général, territoires enclavés) ;
- possibilité de définir une **diversité de solutions** d'accès à l'eau dans un contexte contraint, c'est-à-dire répondant à une configuration **réplicable dans la région Androy** en général.





DISPOSITIF DE POMPAGE SOLAIRE SUR LE MINI-RÉSEAU D'AMPASIMBE MANANTSATRANA
DANS LA RÉGION ANALANJIROFO

Dans chacun des trois sites, la méthodologie appliquée comportait les étapes suivantes :

- revue bibliographique, recueil des attentes des parties prenantes (autorités locales et sectorielles) ;
- enquêtes techniques : recueil des données sur la ressource disponible, inventaire des infrastructures et points d'eau existants, évaluation des potentialités techniques, cartographie des localités ;
- enquêtes socio-économiques : dénombrement des ménages ciblés, puis recueil des données socio-économiques (enquêtes auprès des ménages sur un échantillon représentant la moitié de l'effectif total, groupes de discussions dirigées et interviews semi-structurées) portant sur le système de lignage, la situation actuelle d'accès à l'eau (pratiques de collecte et de consommation, tarification en vigueur), et la volonté et capacité à payer pour la mise en place d'un service durable ;
- traitement des données collectées, élaboration des options techniques (schémas synoptiques) et détermination des coûts associés à chaque option, en termes d'investissement, de fonctionnement, et de gestion (tarification de l'eau), puis confrontation des options (avantages et inconvénients).

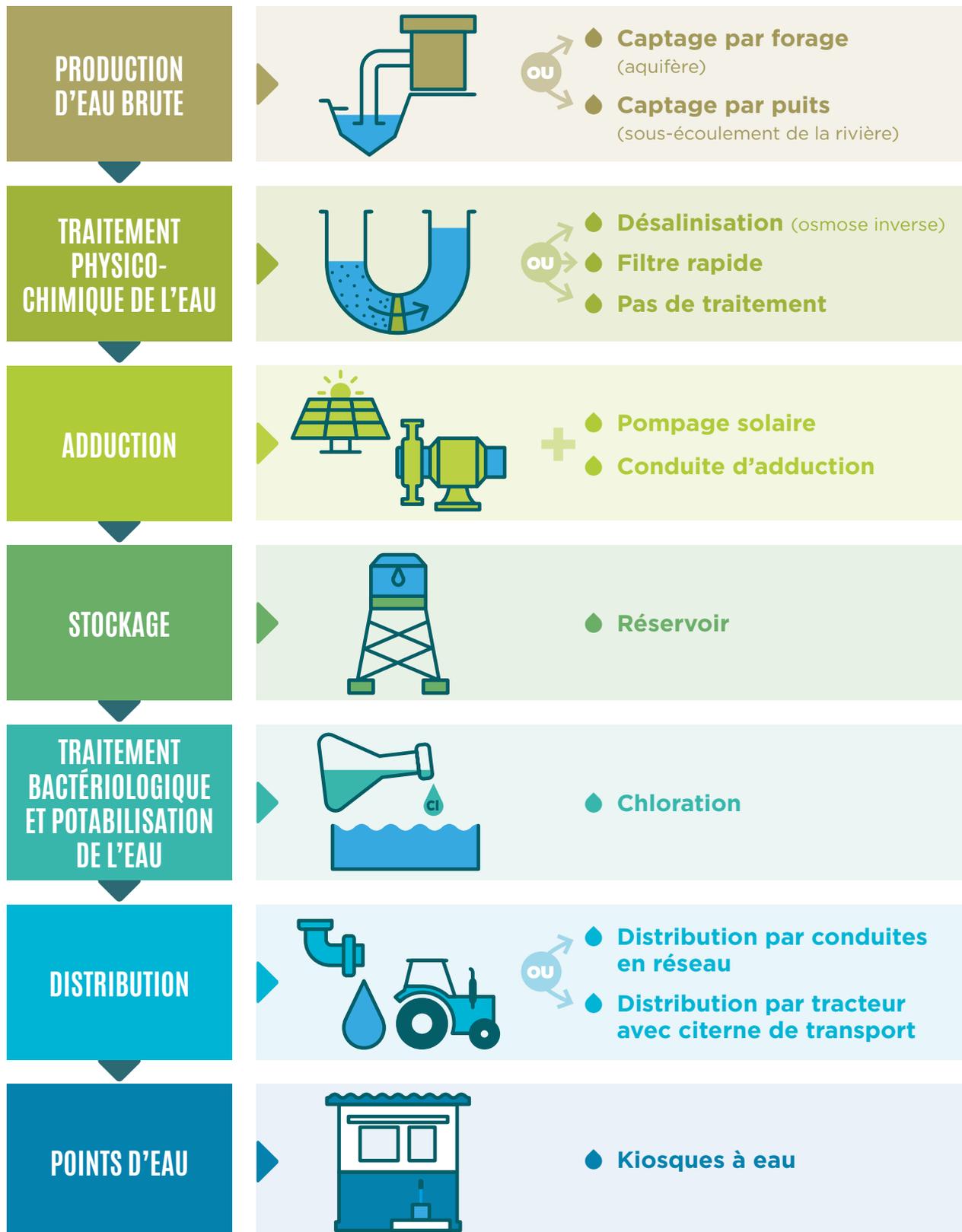
■ SYNTHÈSE DES SOLUTIONS PROPOSÉES : LES MINI-RÉSEaux D'EAU

Nous avons choisi d'investiguer les solutions consistant à mettre en place **des petits réseaux d'eau avec captage** (d'eaux souterraines ou de rivières) : ce sont celles qui répondent le mieux aux caractéristiques des sites étudiés, à savoir la disponibilité de la ressource en eau à proximité, et un milieu rural à l'habitat très dispersé. Elles sont compatibles avec les enjeux de pérennisation du service, en mobilisant un opérateur qui sera responsable de l'exploitation du réseau d'eau, et dont la tarification aux usagers sera contrôlée par les autorités locales et sectorielles.

Le synoptique ci-après présente les éléments constitutifs de ces petits réseaux d'eau, leurs principales caractéristiques, ainsi que l'impact à prévoir sur les coûts d'investissement et d'exploitation.

LE SYSTÈME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE PAR MINI-RÉSEAU

Synoptique « type » des solutions envisagées



| SYNOPTIQUE | DISPOSITIF | DESSCRIPTIF | VARIABLES IMPACTANT LE COÛT D'INVESTISSEMENT | VARIABLES IMPACTANT LE COÛT D'EXPLOITATION |
|---|---|--|--|---|
| PRODUCTION D'EAU BRUTE | Captage par forage (aquifère) | Ouvrage permettant de prélever une ressource en eau dans son milieu (ici dans le sous-sol : forage atteignant un aquifère). | Profondeur du forage. Volume d'eau à produire par jour. | Maintenance du forage. |
| | ou Captage par puits (sous-écoulement de la rivière) | Ouvrage permettant de prélever une ressource en eau dans son milieu (ici pour un écoulement à surface libre type rivière : puits à proximité du lit de la rivière). | Volume d'eau à produire par jour. | Maintenance du puits. |
| TRAITEMENT PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU | Désalinisation (osmose inverse) | Traitement qui assure la transformation d'une eau saumâtre en eau douce (séparation de l'eau et des sels dissous au moyen de membranes semi-perméables sous l'action de la pression). Également traitement de la dureté de l'eau, la turbidité et les chlorures. | Qualité de l'eau brute. Volume d'eau à produire par jour. | Maintenance de l'osmoseur. Fréquence de renouvellement des membranes. |
| | ou Filtre rapide | Traitement mécanique de la turbidité. | Qualité de l'eau brute. Volume d'eau à produire par jour. | Maintenance du filtre rapide. |
| | ou Pas de traitement | Lorsque les propriétés physico-chimiques de l'eau brute correspondent aux normes de potabilité, il n'est pas nécessaire d'y appliquer un traitement à cette étape. | | |
| ADDUCTION | Pompage solaire¹⁰ | Pompe l'eau du forage ou du puits (eau brute) pour l'envoyer dans la conduite d'adduction vers l'unité de traitement physico-chimique. Pompe l'eau en sortie de traitement/désalinisation pour l'envoyer dans le réservoir de stockage. | Puissance de la pompe et des panneaux solaires. | Pompe et panneaux solaires : - maintenance et entretien ; - fréquence de renouvellement. |
| | Conduite d'adduction | Achemine l'eau pompée du forage vers l'étape de traitement, <i>via</i> des tuyaux de différents diamètres. | Longueur et diamètre des conduites. | Maintenance du réseau d'adduction. |
| STOCKAGE | Réservoir¹¹ | Ouvrage permettant de stocker l'eau avant l'étape de distribution. | Volume de stockage Nombre de réservoirs sur le réseau. | Maintenance du réservoir. |
| TRAITEMENT BACTÉRIOLOGIQUE ET POTABILISATION DE L'EAU | Chloration | Permet de détruire les agents pathogènes présents dans l'eau, et d'empêcher une re-contamination durant le stockage ou la distribution. | Qualité de l'eau brute. Volume d'eau à produire par jour. | Renouvellement du consommable (chlore). |
| DISTRIBUTION | Distribution par conduites en réseau | Achemine l'eau traitée du réservoir vers les points de distribution d'eau du réseau : tuyaux de différents diamètres. | Longueur et diamètre des conduites. | Maintenance du réseau de distribution. |
| | ou Distribution par tracteur avec citerne de transport | Achemine l'eau traitée du réservoir vers les points de distribution d'eau du réseau : tracteur équipé d'une motopompe, d'une citerne de transport et, dans certains cas, d'un réservoir de stockage au plus proche des localités. | Puissance de la motopompe. Nombre de réservoirs supplémentaires. Volume de stockage. | Tracteur et motopompe : - consommables (carburant, lubrifiant) ; - entretien et maintenance ; - fréquence de renouvellement. Maintenance du réservoir (le cas échéant). |
| POINTS D'EAU | Kiosques à eau | Permet la distribution d'eau aux usagers et le contrôle du paiement au volume par un fontainier. | Nombre de kiosques à eau. | Nombre de fontainiers. Maintenance des kiosques à eau. |

10. Le pompage solaire est privilégié pour réduire les coûts d'exploitation (comparé à un groupe électrogène fonctionnant avec du carburant).

11. En raison de la topographie contraignante ne permettant pas un écoulement gravitaire naturel, il est surélevé.

FOCUS SUR DEUX SITES

L'étude détaillée de trois sites a permis de mettre en évidence l'**architecture type de solutions possibles** (illustrées schématiquement dans l'infographie précédente) pour répondre aux contraintes locales. Elle est ensuite déclinée en plusieurs options pour chaque site.

Trois grandes variables devront orienter les choix entre ces options :

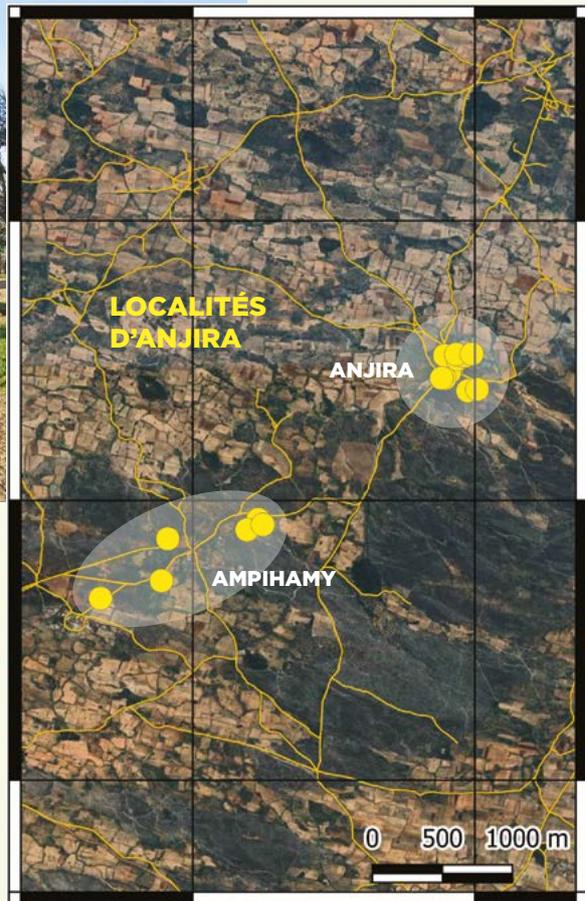
- la première variable est d'ordre **naturel** : il s'agit de la **qualité de la ressource en eau disponible** sur chaque site, et de la nécessité, ou non, de lui appliquer un traitement physico-chimique (allant jusqu'à l'osmose inverse) avant un traitement systématique au chlore pour la rendre potable. Cette variable a un impact très significatif sur le coût final de l'eau pour les familles car les systèmes de traitement à mobiliser font appel à des technologies avancées et sont coûteux, non seulement à l'investissement, mais aussi à l'entretien ;
- la deuxième variable est d'ordre **politique** : le **poids financier de l'accès à l'eau** doit-il se reporter sur les ménages ou sur les bailleurs ? En d'autres termes, les efforts financiers portent-ils plutôt sur l'investissement ou sur l'exploitation (qui impacte directement le coût de vente de l'eau) ?
- la troisième variable correspond à des **enjeux environnementaux**, et en particulier à ceux liés aux changements climatiques : si techniquement, il est difficile de proposer des solutions d'accès à l'eau totalement neutres en émission de gaz à effet de serre¹², de surcroît dans un territoire aussi contraignant que l'Androy, l'accent a été mis sur l'apport énergétique nécessaire au fonctionnement des dispositifs. C'est pourquoi nous avons fait le choix systématique du pompage solaire. D'autre part, l'étude propose deux options de distribution de l'eau (réseau avec des conduites ou acheminement par tracteur), dont l'impact environnemental est significativement différent.

Nous proposons de mettre en regard les solutions étudiées pour deux sites en particulier, afin d'illustrer la diversité des paramètres initiaux (qualité de l'eau brute, degré de dispersion de l'habitat, existence ou non d'infrastructures) et leur impact sur les coûts globaux (investissement et exploitation).

Les données présentées ci-après indiquent que les solutions les plus coûteuses à l'investissement sont également les plus soutenables socialement (tarification de l'eau qui sera supportée par les ménages), techniquement (réduction des coûts d'exploitation à moyen terme), et sur le plan environnemental (réduction d'émission de gaz à effet de serre).

12. On peut citer par exemple l'impact que représente la production de béton (et en particulier le ciment), couramment utilisé pour les ouvrages en génie civil tels que les réservoirs/citernes de stockage d'eau.

SITE D'ANJIRA



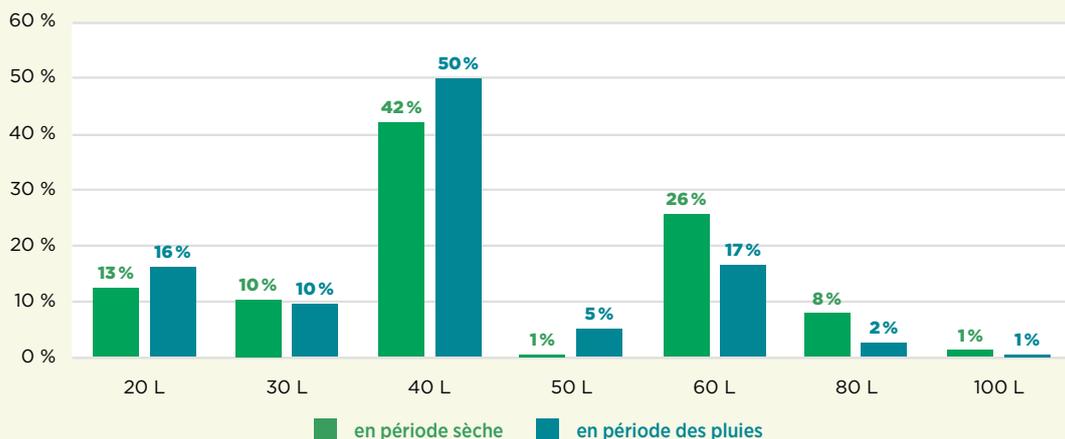
Données socio-économiques d'Anjira

La localité d'Anjira compte 1 365 habitants, soit 336 ménages. Elle se caractérise par un **habitat très dispersé**.

Les enquêtes menées auprès de 168 ménages fournissent les renseignements suivants :

- 81 % des ménages indiquent s'approvisionner en eau au niveau de la rivière, et 19 % des ménages font appel à des livreurs d'eau ;

QUANTITÉ D'EAU COLLECTÉE EN SAISON DES PLUIES ET EN SAISON SÈCHE EN LITRE PAR MÉNAGE PAR JOUR



Ces chiffres sont à mettre en regard avec les recommandations de l'État malgache¹³ : « *Le volume moyen journalier de 15 à 45 litres/individu/jour couramment prescrit est le volume de référence* ». D'après ce graphique, en ramenant les données à l'unité « individu », plus de 95 % des ménages interrogés disposent en moyenne de moins de 15 litres/personne/jour.

13. Directive nationale pour les infrastructures d'alimentation en eau potable résistantes aux aléas climatiques, 2015.

- en saison sèche, **98 % des personnes interrogées déclarent parcourir plus de 5 km pour s'approvisionner en eau** (le pourcentage en saison des pluies reste très élevé, à hauteur de 69 % des ménages)¹⁴ ;
- l'utilisation de l'eau collectée est quasi exclusivement réservée à l'usage de boisson et de préparation des repas : **les usages pour l'hygiène et l'assainissement sont de fait particulièrement restreints** ;
- 98 % des ménages interrogés déclarent payer entre **1 000 et 1 500 Ariary** pour un bidon de 20 litres. Les ménages déclarent également un **revenu hebdomadaire autour de 5 000 Ariary**¹⁵, ce qui ne permet mathématiquement pas de couvrir les coûts actuels d'accès à l'eau, et qui contraint les ménages à utiliser des quantités journalières d'eau très faibles (67 à 75 % des ménages déclarent collecter au grand maximum 40 litres par jour, respectivement en saison sèche et en saison des pluies). **La part du budget familial pour accéder à une eau - non potable de surcroît - est donc considérable.**



VUE DE LA LOCALITÉ D'ANJIRA

Comparaison des options

VOIR LE TABLEAU CI-CONTRE

Les données socio-économiques sont formelles : **en raison d'un coût humain trop élevé** (pénibilité pour accéder à l'eau - non potable par ailleurs, prix de l'eau dont le poids est considérable dans le budget familial), **les ménages appliquent une restriction drastique de leur consommation en eau**. Les deux options présentées pour le site d'Anjira permettent de réduire le coût de vente de l'eau, dont la potabilité sera assurée dans tous les cas :

- l'**option 1** stabilise le montant maximum, en saison sèche, à 350 Ariary pour un bidon de 20 litres : c'est donc l'option qui **prend le mieux en compte la faible capacité à payer des ménages**. Ce tarif est obtenu en réduisant les coûts de maintenance et d'entretien du réseau d'eau (autour de 280 millions d'Ariary sur 5 ans), et cette réduction est possible grâce à des choix techniques (deux réseaux indépendants avec des conduites de distribution) qui se reportent sur des coûts d'investissement plus conséquents (1 365 millions d'Ariary) ;
- l'option 2, quant à elle, conduit à un montant de 700 Ariary pour un bidon de 20 litres en saison sèche (soit le double du tarif de l'option 1). Cette option reporte sur le prix de vente de l'eau une partie des coûts d'exploitation, qui s'élèvent à 415 millions d'Ariary sur 5 ans (soit près du double des coûts de l'option 1). Ces coûts d'exploitation élevés s'expliquent par le choix technique d'un acheminement de l'eau par tracteur, entraînant une diminution des coûts d'investissement initiaux (85 % inférieurs à ceux de l'option 1).

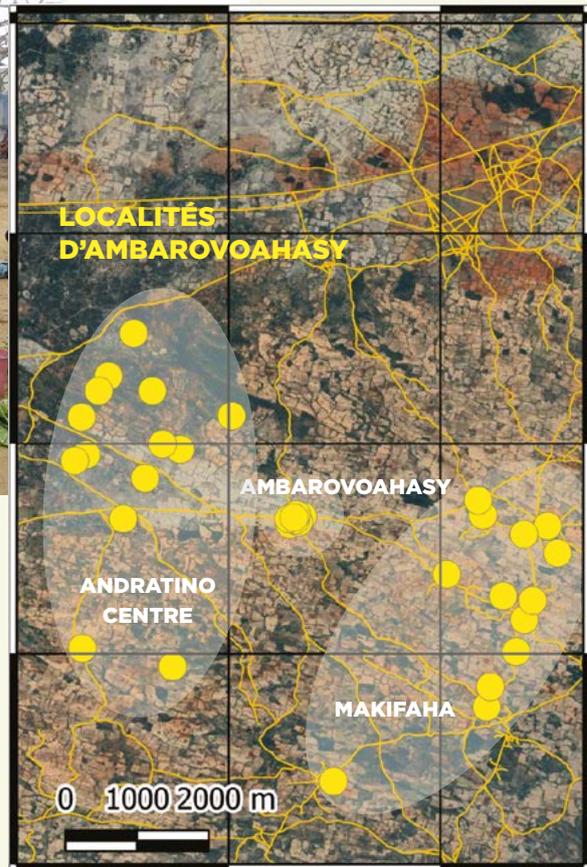
14. Cette donnée confirme qu'actuellement les critères d'accès amélioré à l'eau ne sont pas satisfaits : en particulier, la durée de collecte aller-retour (attente comprise au point d'eau) doit être inférieure à 30 minutes.

15. Certains ménages indiquent déployer des stratégies pour améliorer leur capacité financière en vendant du bois de chauffage ou du charbon, ce qui peut leur permettre d'atteindre un revenu consolidé mensuel autour de 30 000 Ar.

| SITE : ANJIRA | OPTION 1 | OPTION 2 |
|---|---|--|
| Nombre de ménages ciblés | 336 | |
| LES PRINCIPAUX CHOIX TECHNIQUES | | |
| Habitat dispersé | <p><i>Le site Anjira est scindé en plusieurs localités comprises dans un périmètre de 3,5 km de diamètre.</i></p> <p><i>La topographie défavorable entre les localités d'Anjira et d'Ampihamy empêche un raccordement gravitaire des deux localités.</i></p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> → 2 captages et 2 réseaux indépendants, un dans chaque localité principale. → Pompage obligatoire. | <ul style="list-style-type: none"> → 1 captage + 1 réseau dans une localité. → 1 dispositif de transport de l'eau captée vers la deuxième localité principale. → Pompage obligatoire. |
| Qualité de l'eau brute | <p><i>Forage existant à Anjira : réalisé en 2006, eau saumâtre dès la première année d'exploitation, puis eau devenue tellement salée qu'elle ne pouvait plus être utilisée que pour la lessive. Forage non fonctionnel depuis 2007.</i></p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> → Réalisation d'un nouveau forage, incluant : <ul style="list-style-type: none"> - traitement physico-chimique par osmose inverse obligatoire ; - traitement bactériologique et potabilisation par chloration. | |
| Volume de stockage nécessaire | → 2 réservoirs, 21 m ³ au total. | → 2 réservoirs, 29 m ³ au total. |
| Distribution de l'eau traitée vers les points d'eau | → 2 réseaux de conduites de part et d'autre de chaque localité principale. | <ul style="list-style-type: none"> → 1 réseau de conduites dans la localité du captage. → 1 acheminement par tracteur vers la deuxième localité. |
| MONTANT DES INVESTISSEMENTS (en millions d'Ariary) | | |
| Ouvrages génie civil (captage, réservoir, kiosque à eau) | 352 + 467 = 819 | 388 |
| Pompage solaire | 64 + 67 = 131 | 91 |
| Désalinisation | 200 + 200 = 400 | 200 |
| Conduites d'adduction | 4 + 5,7 = 9,7 | 6 |
| Conduites de distribution | 4,6 + 0,2 = 4,8 | 7,2 |
| Transport par tracteur + citerne + motopompe | X | 115 |
| Montant total | 1 365 (625 + 740) | 737 |
| Montant total en euros* | 305 000 euros | 165 000 euros |
| COÛT DE LA GESTION DU SYSTÈME (en millions d'Ariary) | | |
| Coût de la maintenance et de l'entretien par an | 56 | 83 |
| Coût de la maintenance et de l'entretien sur 5 ans | 280 | 415 |
| Coût de la maintenance et de l'entretien sur 5 ans en euros* | 63 000 euros | 93 000 euros |
| COÛT DE VENTE DE L'EAU | | |
| Saison des pluies | 300 Ar / 20 L | 350 Ar / 20 L |
| Saison sèche | 350 Ar / 20 L | 700 Ar / 20 L |

* Les montants en euros sont arrondis.

SITE D'AMBAROVOAHASY



Le site comporte trois localités ciblées : Ambarovoahasy (localité où l'eau est produite), Makifaha et Andratino centre (localités où l'eau est distribuée, en plus d'Ambarovoahasy).

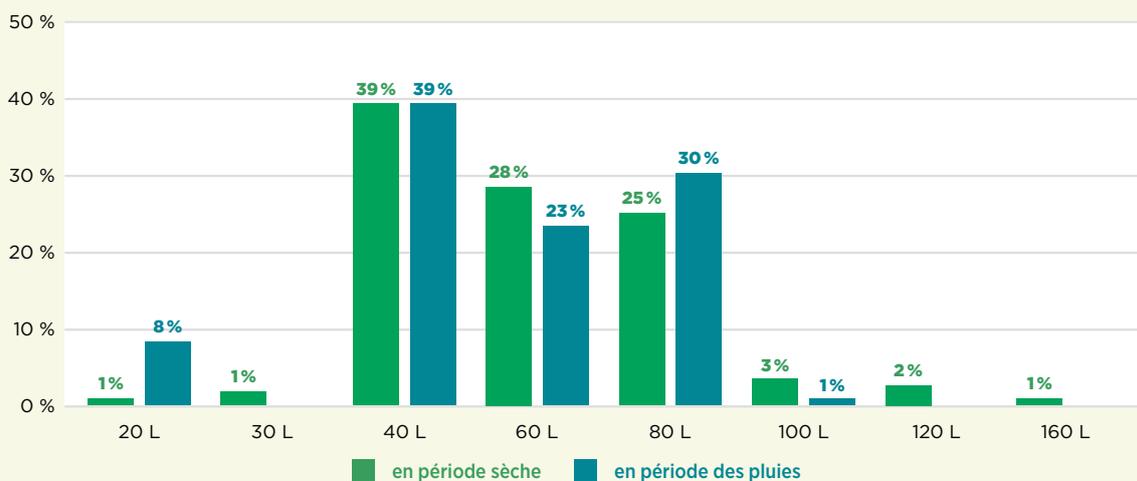
Données socio-économiques d'Ambarovoahasy¹⁶

La localité d'Ambarovoahasy compte 1 128 habitants, soit 224 ménages. Les enquêtes menées auprès de 122 ménages fournissent les renseignements suivants :

- 100 % des ménages indiquent s'approvisionner en eau au niveau des forages et puits de la localité (3 forages fonctionnels, 3 puits fonctionnels (sur 7 existants) mais qui ne remplissent pas les normes de potabilité) ;

QUANTITÉ D'EAU COLLECTÉE EN SAISON DES PLUIES ET EN SAISON SÈCHE

EN LITRE PAR MÉNAGE



16. Seule cette localité a été enquêtée : ce n'est que dans un second temps que les deux autres localités ont été intégrées à ce site, en remarquant qu'il était possible de distribuer l'eau depuis Ambarovoahasy vers d'autres localités à proximité pour lesquelles les conditions d'accès à l'eau étaient complexes.

- plus de 80 % des personnes interrogées déclarent parcourir **moins d'1 km** pour s'approvisionner en eau, quelle que soit la saison;
- 100 % des ménages interrogés déclarent payer **200 Ariary pour un bidon de 20 litres**. Ce coût uniformisé s'explique par le fait que l'approvisionnement payant en eau est exclusivement délivré au niveau de trois forages avec PMH (pompe à motricité humaine) de type India Mark III : l'entretien des PMH est peu coûteux, et le fontainier en charge des PMH ne semble pas financé par les revenus de la vente d'eau (ce qui nous amène à questionner la durabilité du service);



POMPE À MOTRICITÉ HUMAINE À AMBAROVOAHASY

- l'utilisation de l'eau collectée est majoritairement réservée à l'usage de boisson et de préparation des repas : **les usages pour l'hygiène et l'assainissement sont certes réduits, mais pas inexistant** (en raison de la relative « facilité » à se procurer de l'eau, tant en termes de distance que de coût).

Comparaison des options

VOIR LE TABLEAU PAGE SUIVANTE

Contrairement au site d'Anjira, les ménages d'Ambarovoahasy ont aujourd'hui accès à une eau à 200 Ariary par bidon de 20 litres, *via* les forages équipés de PMH. Cependant, **d'autres localités dans un périmètre de 2,5 km de diamètre ne disposent d'aucun accès à l'eau** et sont confrontées à un coût humain très élevé. Le projet propose ainsi de couvrir l'approvisionnement en eau potable de ces trois localités, à partir des ressources disponibles à Ambarovoahasy, renforcées par une production augmentée avec trois forages supplémentaires, et *via* un dispositif de distribution de l'eau au plus proche des deux autres localités. Dans le détail :

- les coûts d'investissement entre les deux options sont assez proches (l'option 2 étant toutefois 20 % moins élevée);
- par contre, **les coûts d'entretien et de maintenance présentent une différence significative**, avec près de **cinq fois plus pour l'option 1** par rapport à l'option 2. **Cela se répercute mécaniquement sur le coût de vente de l'eau**, avec 400 Ariary pour un bidon de 20 litres en saison sèche (option 1), soit le double du prix au niveau des forages et PMH existants à Ambarovoahasy. L'option 2, quant à elle, propose un coût de vente de l'eau **en tout point inférieur au coût actuel** : 50 Ariary en saison des pluies, 150 Ariary en saison sèche.

| SITE : AMBAROVOAHASY | OPTION 1 | OPTION 2 |
|---|--|--|
| Nombre de ménages ciblés | 2 257 | |
| LES PRINCIPAUX CHOIX TECHNIQUES | | |
| Les éléments existants qui seront complémentaires | <p>3 forages fonctionnels, équipés avec des PMH (donc sans possibilité de traitement ni de stockage par réservoir). Ils délivrent une eau potable, majoritairement pour les ménages d'Ambarovoahasy (224 ménages).</p> <p>→ La production d'eau brute issue de ces trois forages existants est comptabilisée dans la production totale d'eau brute pour le projet, qui cible plus largement 2 257 ménages.</p> | |
| Habitat dispersé | <p>Le site « Ambarovoahasy » est à équidistance de deux localités (Makifaha et Andratino centre), sur un périmètre de 2,5 km de diamètre.</p> <p>Topographie défavorable entre ces trois localités, empêchant un raccordement gravitaire d'Ambarovoahasy vers les deux autres localités.</p> <p>→ Trois captages (forages) supplémentaires à Ambarovoahasy.</p> | |
| | <p>→ 1 réservoir principal à Ambarovoahasy.</p> <p>→ 2 réservoirs intermédiaires dans chaque localité.</p> | <p>→ 1 petit réservoir à Ambarovoahasy.</p> <p>→ 2 conduites d'adduction vers les 2 localités excentrées + 1 réservoir intermédiaire dans chaque localité.</p> |
| Qualité de l'eau brute | <p>3 forages existants à Ambarovoahasy : 2 depuis 2017 et 1 en 2020.</p> <p>Eau douce, claire, non turbide et sans odeur, conductivité inférieure à la valeur maximale admissible de 3 000 µS/cm pour les trois forages.</p> <p>→ Pas de traitement physico-chimique à prévoir.</p> <p>→ Traitement bactériologique et potabilisation par chloration.</p> | |
| Volume de stockage nécessaire | → 3 réservoirs, 91 m ³ au total. | → 3 réservoirs, 49 m ³ au total. |
| Distribution de l'eau traitée vers les points d'eau | → Distribution par tracteur vers les réservoirs intermédiaires des deux localités Makifaha et Andratino centre. | → Distribution par réseau vers les réservoirs intermédiaires des deux localités Makifaha et Andratino centre. |
| MONTANT DES INVESTISSEMENTS (en millions d'Ariary) | | |
| Ouvrages génie civil (captage, réservoir, kiosque à eau) | 311 | 229 |
| Pompage solaire | 67 | 76 |
| Désalinisation | X | X |
| Conduites d'adduction | 2,2 | 166 |
| Conduites de distribution | 0,7 | 0,7 |
| Transport par tracteur + citerne + motopompe | 202 | X |
| Montant total | 583 | 472 |
| Montant total en euros* | 130 000 euros | 105 000 euros |
| COÛT DE LA GESTION DU SYSTÈME (en millions d'Ariary) | | |
| Coût de la maintenance et de l'entretien par an | 180 | 37 |
| Coût de la maintenance et de l'entretien sur 5 ans | 900 | 185 |
| Coût de la maintenance et de l'entretien sur 5 ans en euros* | 201 000 euros | 41 000 euros |
| COÛT DE VENTE DE L'EAU | | |
| Saison des pluies | 350 Ar / 20 L | 50 Ar / 20 L |
| Saison sèche | 400 Ar / 20 L | 150 Ar / 20 L |

* Les montants en euros sont arrondis.

MODALITÉ DE GESTION

Le choix consistant à proposer la mise en place de petits réseaux d'eau avec captage répond à la durabilité d'exploitation de la ressource : face à une pluviométrie en baisse, les captages offrent de meilleures garanties quant au maintien d'un niveau de production d'eau brute permettant de couvrir les besoins en eau des ménages.

Les enjeux autour de la gestion des infrastructures sont forts : il ne suffit pas de mettre en place des dispositifs techniques adaptés, encore faut-il que ces dispositifs puissent être exploités dans le temps, c'est-à-dire entretenus et maintenus fonctionnels.

Ces petits réseaux d'eau comportent des éléments dont l'entretien et la maintenance requièrent une attention particulière : les unités de désalinisation, le pompage solaire, les conduites d'adduction et de distribution (veille sur les pertes en eau), ainsi que le matériel roulant (tracteur). **Il est essentiel qu'un acteur spécifique et qualifié assure la responsabilité des opérations d'entretien et de maintenance.**

La vente d'eau est proposée *via* des kiosques à eau, impliquant la présence d'un fontainier dans chacun d'entre eux, qui aura la responsabilité de la distribution de l'eau et du recueil des montants liés à la vente d'eau au volume.

Ainsi, nous préconisons la sélection d'un **petit opérateur privé**, issu des localités ciblées dans le meilleur des cas, ou dont la qualification technique et financière serait adaptée à la prise en charge de la gestion de services d'eau en milieu rural. Et, dans un contexte fortement contraint comme celui de l'Androy, **il serait préférable qu'un même opérateur puisse gérer un ensemble de mini-réseaux**, optimisant ainsi sa mobilisation et le déploiement de ressources humaines qualifiées. Cette modalité existe déjà dans plusieurs régions de Madagascar, et se révèle particulièrement pertinente dans les petits bourgs ruraux (inférieurs à 1 000 ménages en moyenne). Elle s'accompagne systématiquement d'un contrat de délégation de service, et d'outils de gestion, parmi lesquels un plan d'affaire à horizon 5, 10 ou 15 ans permet d'anticiper le comportement technique et financier du réseau dans le temps. Dans le cas présent, les hypothèses de gestion ont été calculées à horizon 5 ans, puisque le point mort est atteint avant cette période : **toutes les options présentées font état d'une gestion « gagnant-gagnant », avec d'une part un bénéfice pour le gestionnaire, et un coût de vente de l'eau globalement plus abordable pour les usagers du service** (certaines options étant plus abordables que d'autres, résultant de choix de conception/d'investissement impactant l'exploitation).

CONCLUSION

Face au coût humain particulièrement élevé de l'accès à l'eau pour les habitants de l'Androy, il est nécessaire de mettre en place des dispositifs pérennes prenant en compte les contraintes intrinsèques au territoire (tendance à la raréfaction de la ressource en eau, habitat particulièrement dispersé) et les moyens financiers limités des ménages.

Déclinés dans cette étude sur plusieurs sites représentatifs de l'Androy, les **mini-réseaux d'eau** combinent critères techniques, sociaux et de gestion pour fournir un accès à une eau potable à un coût optimisé. Le Gret accompagne des dispositifs similaires dans plusieurs régions malgaches depuis une quinzaine d'années, avec des résultats très encourageants : les réseaux fonctionnent dans la durée, l'eau est payée au volume, la qualité du service est améliorée. Les outils de gestion tels que les plans d'affaire facilitent la pérennisation des services, en impliquant les autorités locales et sectorielles dans la régulation (fixation d'un prix de l'eau maximum, contrôle des gestionnaires).

À l'échelle macro, ces dispositifs de mini-réseaux d'eau pourraient être appliqués à environ 500 localités de l'Androy, pour un coût brut d'investissement moyen d'environ 80 millions d'euros.



Étude réalisée grâce au soutien de l'association Kéré.



L'étude dont est extraite cette synthèse a été réalisée avec l'appui technique du Ministère de l'Eau, de l'Assainissement et de l'Hygiène.



Le contenu du présent document relève de la responsabilité exclusive du Gret et ne saurait en aucun cas être considéré comme reflétant la position du financeur ou du Ministère.