

MADAGASCAR

Cahier technique



Le suivi de la qualité de l'eau à Madagascar



programme
Solidarité-Eau

Le suivi de la qualité de l'eau à Madagascar



Coordination et rédaction : Liana Rajaonary (pS-Eau), Pierre-Marie Grondin (pS-Eau)

Contributions et relecture : Marina Andriambanona (MEAH), Mamisoa Andriamihaja (GRET), Albert Angeli (Ghimao), Luke Barrett (Ranontsika), Alexandra Bastaraud (IPM), Perrine Bouteloup (pS-Eau), Adeline Mateus (pS-Eau), Pierre Mondy (D.CO), Yves Mong (CNRE), Christian Rafaralahimboa (MEAH), Joel Rajaobelison (INSTN), Lova Rakotoarisoa (Ranontsika), Pascale Rakotomahanina (Jirama), Hery Abraham Rakotomanantsoa (ECAbraham), Jean Herivelo Rakotondrainibe (WSSCC), Michaël Rakotonindrina (Sandandrano), Voahirana Ramarason (INSTN), Vero Ramiandrasoa (IPM), Serge Ranaivojaona (BushProof), Honoré Randrianantoandro (GRET), Philippe Randretsa (D.CO)

Crédits photos : BushProof, D.CO, Ghimao, GRET, Institut Pasteur de Madagascar, pS-Eau, Ranontsika

Photo de couverture : Unité de traitement de la Jirama à Ambalavao, région Haute Matsiatra

Illustrations et mise en page : HYBRID Impression :

Pixartprinting

Document finalisé en Décembre 2018

La publication est également disponible en version numérique depuis le site internet Ran'Eau : www.raneau.org

RAN'EAU

À Antananarivo

T. +261 34 86 366 24

www.raneau.org | raneau@raneau.org

PROGRAMME SOLIDARITÉ EAU

À Paris : 32, rue Le Peletier 75009 Paris

T. +33 1 53 24 91 20

À Lyon : 80, cours Charlemagne 69002 Lyon

T. +33 4 26 28 27 91

À Toulouse : 26-28 rue Marie Magné 31300 Toulouse

T. +33 6 20 23 85 47

www.pseau.org | pseau@pseau.org

Table des matières

Préambule	7
1. Le cadre réglementaire malgache relatif à la qualité de l'eau	8
1.1 Les textes et organismes concernés	9
1.2 La politique de la qualité de l'eau	11
2. Connaître la qualité de la ressource	12
2.1 Les données disponibles à Madagascar	15
2.2 Les moyens de définir la qualité de l'eau	16
2.3 Adapter les traitements à la qualité de l'eau constatée	17
2.4 Des filières adaptées à chaque contexte	26
3. Contrôler la qualité de l'eau distribuée	30
3.1 Les obligations	31
3.2 Les moyens d'analyse de la qualité de l'eau	33
3.3 Le coût du suivi de la qualité de l'eau	38
3.4 Adapter le suivi aux réalités de terrain	39
4. Exploiter et diffuser les données	44
4.1 Les obligations	45
4.2 L'importance de la mise à disposition de l'information	46
Conclusion	48
Annexes	50
Pour aller plus loin	58



Ce cahier technique est le fruit d'un travail de réflexion mené au sein du réseau Ran'Eau. Ateliers d'échanges, études et réunions du groupe de travail sur la thématique de la qualité de l'eau ont permis d'aboutir à ce document. Nous tenons à remercier les différents acteurs du secteur de l'eau, l'assainissement et l'hygiène à Madagascar, et plus particulièrement les membres du groupe de travail sur la qualité de l'eau, sans qui ce guide n'aurait pas vu le jour.

Les différents documents de travail sur la thématique sont disponibles en ligne :
www.raneau.org/fr/groupe-travail-sur-qualite-leau

Liste des abréviations

ANDEA	Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement
CCIFM	Chambre de Commerce et d'Industrie France Madagascar
CNEAGR	Centre National de l'Eau, l'Assainissement et le Génie Rural
CNRE	Centre National de Recherches sur l'Environnement
COFRAC	Comité Français d'Accréditation
DREAH	Direction Régionale en charge de l'Eau, l'Assainissement et l'Hygiène
EAH	Eau, Assainissement et Hygiène
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Point
INSTN	Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires
IPM	Institut Pasteur de Madagascar
LHAE	Laboratoire d'Hygiène des Aliments et de l'Environnement
MEAH	Ministère en charge de l'Eau, de l'Assainissement et de l'Hygiène
MES	Matières En Suspension
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
SOREA	Société de Régulation de l'Eau et de l'Assainissement



Préambule

« Toute eau livrée à la consommation humaine doit être potable. Une eau potable est définie comme une eau destinée à la consommation humaine qui, par traitement ou naturellement, répond aux normes organoleptiques, physico-chimiques, bactériologiques et biologiques fixées par décret ».

Le respect de cette disposition sur l'ensemble du territoire malgache n'est pas aisé. La répartition et la qualité des ressources en eaux sont liées à la géologie et au climat. À Madagascar, cette répartition diffère très fortement d'une zone à l'autre, ce qui rend difficile la prise de mesures qui soient à la fois globales et adaptées aux contextes régionaux.

En outre, il y a une réelle difficulté à appréhender cette qualité sur l'ensemble du territoire, les principales organisations qui assurent à Madagascar les analyses de l'eau étant centralisées à Antananarivo. L'Institut Pasteur est le seul laboratoire accrédité (COFRAC) pour réaliser les analyses bactériologiques des eaux et, au-delà de celles concernant les paramètres de base, certaines analyses chimiques fines.

Cette absence de moyens d'analyse suffisants dans chaque région de Madagascar ne permet pas de vérifier si la distribution d'une eau de qualité à toutes les populations est effective.

Pour permettre l'accès à une eau saine sur tout le territoire malgache, de nombreuses mesures sont à prendre, depuis la potabilisation à la source jusqu'au suivi de la qualité de l'eau dans le temps et dans l'espace tout au long de la filière de distribution.



Périmètre du guide

Dans ce guide, nous traiterons de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine et délivrée par les services d'eau potable. Néanmoins, pour permettre l'accès à une eau saine sur l'ensemble du territoire, de nombreuses questions concernant la ressource et les contextes dans lesquels se développent ces services méritent d'être évoquées.

- Quelles qualités de la ressource ?
- Comment connaître et suivre la qualité de l'eau distribuée ?
- À qui rendre compte et diffuser les données ?

1. Le cadre réglementaire malgache relatif à la qualité de l'eau

The slide features a solid blue background. In the bottom-left corner, there is a decorative graphic consisting of several overlapping, curved, light-blue shapes that resemble stylized waves or ripples, extending towards the center of the slide.



Le cadre réglementaire malgache relatif à la qualité de l'eau

1.1 Les textes et organismes concernés

Le service public de l'Eau et de l'Assainissement à Madagascar est régi par différents textes réglementaires. Sur la thématique spécifique de la qualité de l'eau, les principaux textes de référence sont les suivants :

- Loi n°98 – 029 portant Code de l'Eau¹ ;
- Décret n°2003 – 191 portant création des agences de bassin et fixant leur organisation, attributions et fonctionnement ;
- Décret n°2003 – 192 fixant l'organisation, les attributions et le fonctionnement de l'Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement ;
- Décret n°2003 – 792 relatif aux redevances de prélèvements et de déversements ;
- Décret n°2003 – 793 fixant la procédure d'octroi des autorisations de prélèvements d'eau ;
- Décret n°2003 – 940 relatif aux périmètres de protection ;
- Décret n°2003 – 941 modifié par le décret 2004-635 du 15 Juin 2004 relatif à la surveillance de l'eau, au contrôle des eaux destinées à la consommation humaine et aux priorités d'accès à la ressource en eau ;
- Manuel de procédures pour la mise en place de projet eau et assainissement, 2005.

1. Dans l'attente de l'adoption d'un nouveau Code de l'Eau, l'Assainissement et l'Hygiène et de la promulgation de nouveaux décrets, le Code de l'Eau et les décrets de 2003 s'appliquent.

Ce cadre réglementaire prévoit l'implication de plusieurs entités, publiques et privées. Les organismes intervenant dans le domaine de la qualité de l'eau sont les suivants :

- Le Ministère en charge de l'eau, l'assainissement et l'hygiène et ses représentations ;
- Le Ministère en charge de la santé publique et ses représentations ;
- L'Autorité nationale de l'eau et de l'assainissement (ANDEA)^{*2} ;
- La Société de régulation de l'eau et de l'assainissement (SOREA)^{*} ;
- Les agences de bassins^{*} et les comités de bassins^{*} ;
- Les communes et les services techniques de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène (STEAH);
- Les porteurs de projets, ONG/associations, bureaux d'étude ;
- L'exploitant du service d'eau potable ;
- Les laboratoires agréés.

Un document de synthèse a été élaboré dans le cadre du groupe de travail sur la qualité de l'eau du réseau Ran'Eau, par M. Jean Herivelo Rakotondrainibe. Cet outil, disponible en ligne³, précise les organismes impliqués, les rôles et responsabilités qui leur incombent et les textes de loi y faisant référence. À noter cependant que, malgré l'existence d'un cadre légal détaillé, de nombreuses dispositions ne peuvent être appliquées correctement, notamment en raison de la non-opérationnalité de certains organismes, pourtant clés dans le domaine du suivi de la qualité de l'eau.

2. Les organismes marqués d'un astérisque (*) ne sont à ce jour pas opérationnels.

3. **Rakotondrainibe Jean Herivelo** (2016), *Le suivi de la qualité de l'eau par l'application du cadre légal et réglementaire du secteur de l'eau, assainissement et hygiène.*

1.2 La politique de la qualité de l'eau

La politique malgache de la qualité de l'eau poursuit deux missions précises :

- Veiller à la protection et à la conservation des ressources en eaux ;
- Assurer la protection de la santé des consommateurs d'eau.

Ces deux missions impliquent de respecter certains principes et pratiques rappelés par les textes de loi. L'exigence de veiller à la protection et à la conservation des ressources en eaux renvoie au principe de gestion intégrée des ressources en eaux (GIRE), principe se préoccupant de la quantité et de la qualité des ressources disponibles. En effet, les pressions sur la ressource en eau étant nombreuses, il est nécessaire d'adopter une approche globale concernant sa gestion. Ainsi, des mesures nationales doivent être prises pour éviter le tarissement et la dégradation de la ressource en eau.

Le Code de l'Eau s'applique à toutes les eaux dépendant du domaine public, les eaux de surface et les eaux souterraines. D'après l'article 28, les priorités d'accès à la ressource en eau, aussi bien de surface que souterraine, sont définies par voie de décret en fonction des conditions spécifiques de la ressource en eau des régions considérées. Il est en revanche prévu qu'en cas de limitation de la ressource, la priorité est donnée à l'approvisionnement en eau potable. Le cadre réglementaire impose également de prendre des dispositions

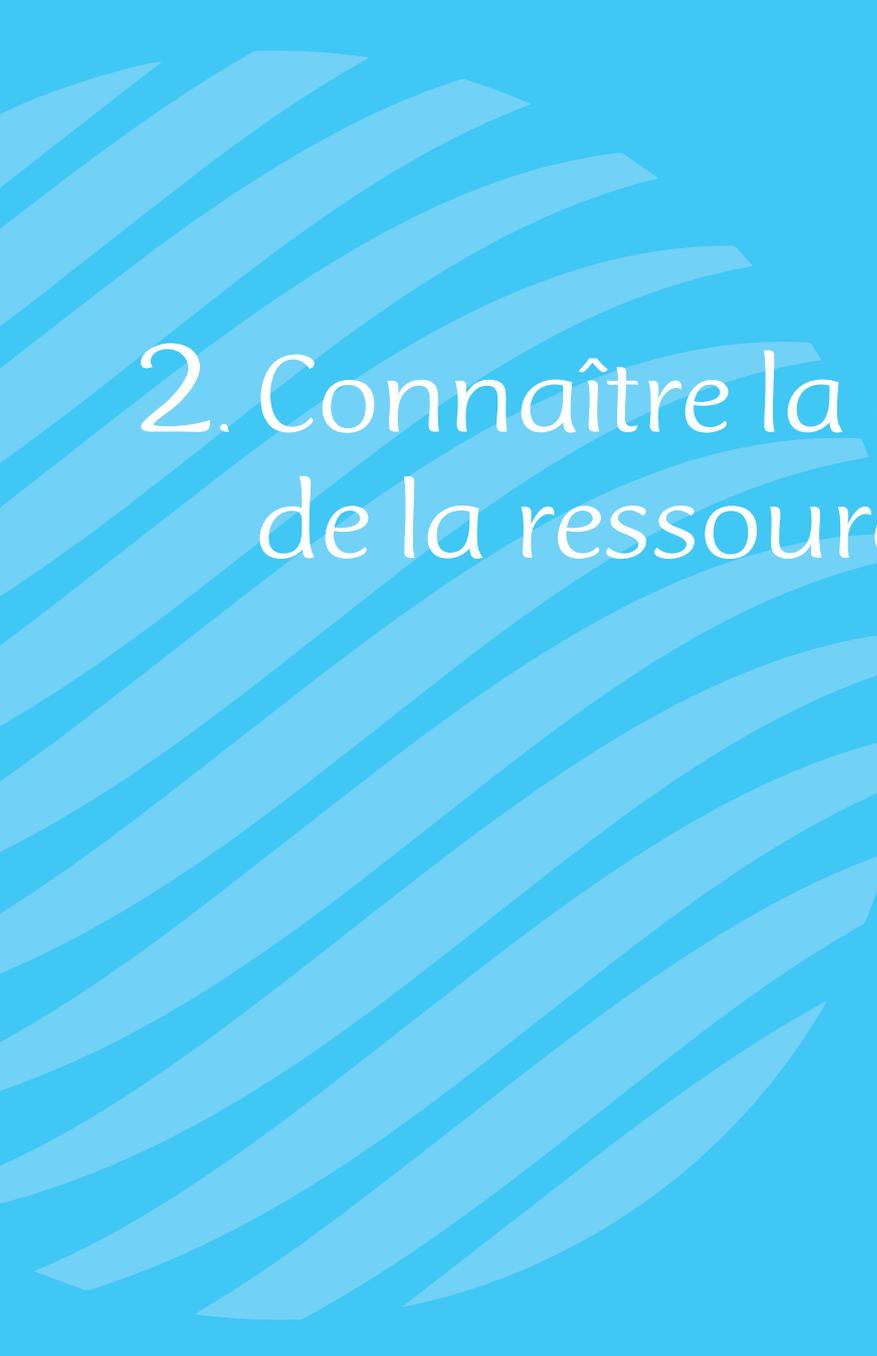
pour limiter le gaspillage et l'utilisation irrationnelle de l'eau. De plus, conformément aux dispositions du Décret n°2003-940, des périmètres de protection (immédiat, rapproché, éloigné) doivent être mis en place pour préserver la quantité et la qualité de la ressource⁴.

L'objectif de protéger la santé des consommateurs exige que toute eau livrée à la consommation soit potable⁵, en quantité suffisante (un minimum de 30L/jour/personne est défini) et accessible à tous. Il est donc recommandé d'avoir recours à des solutions techniques simples, économiques et adaptées à chaque situation, ce qui, dans le cas de la qualité de l'eau, incite à privilégier des ressources en eau ne nécessitant pas ou peu de traitement. La politique malgache de la fourniture en eau impose également que l'eau distribuée soit constamment conforme aux normes de potabilité définies par les textes. Un suivi de la qualité de l'eau est donc indispensable.

Le Décret n° 2003 – 941 modifié par le décret n° 2004 – 635 présente les normes de potabilité (organoleptiques, physiques, chimiques et bactériologiques) retenues par l'État malgache. Un tableau comparatif des normes recommandées par l'OMS et des normes imposées par la réglementation malgache peut être consulté en annexe de ce cahier technique (p.51-54).

4. Seules quelques zones de captage sont à ce jour réellement protégées par des périmètres à Madagascar.

5. Eau Potable : Désigne une eau destinée à la consommation humaine qui, par traitement ou naturellement, répond à des normes organoleptiques, physico-chimiques, radioactives, bactériologiques et biologiques fixées par décret pris en Conseil de Gouvernement



2. Connaître la qualité de la ressource

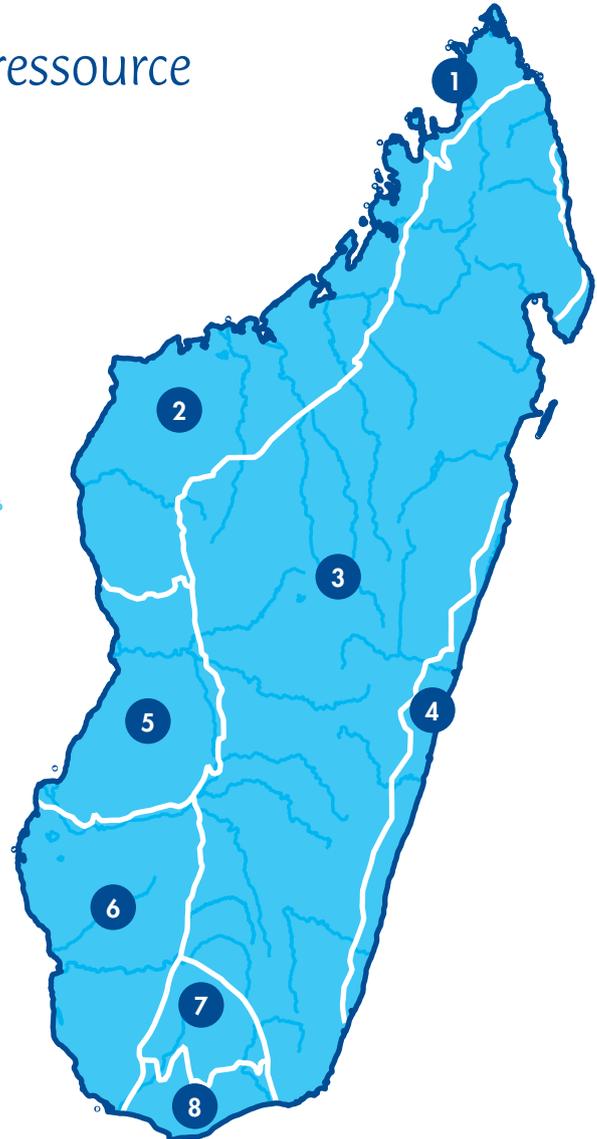


Connaître la qualité de la ressource

L'adoption d'une filière de potabilisation passe par la connaissance de la ressource qui sera exploitée, sa quantité, sa qualité et la constance de ses caractéristiques. Suivant les contextes, la ressource aura des qualités extrêmement différentes et les paramètres à surveiller plus particulièrement varieront également considérablement.

Catégorisation des ressources en eaux souterraines à Madagascar⁶

- 1 Bassin sédimentaire d'Antsiranana
- 2 Bassin sédimentaire de Mahajanga
- 3 Hauts plateaux à pluviométrie élevée (Nord et Centre)
- 4 Bassin sédimentaire de la côte Est
- 5 Bassin sédimentaire de Morondava
- 6 Bassin sédimentaire de Toliary
- 7 Hauts plateaux à pluviométrie faible (partie Sud)
- 8 Bassin sédimentaire de l'extrême Sud



6. Source : www.bdeah-sesam.mg

Des particularités liées à la qualité de l'eau ont été observées selon les milieux hydrologiques et hydrogéologiques du territoire malgache. Ainsi à titre d'exemple⁷, et en se référant à la carte précédente :



Sur les Hauts Plateaux

- Les sources ont généralement une bonne qualité physico-chimique et sont peu minéralisées ;
- La ressource exploitée (eaux de surface issues des résurgences de nappes) montre souvent une augmentation de sa turbidité, du fait des forts ruissellements sur les pentes dénudées des bassins versants causées par la déforestation, des pratiques agricoles par les feux de brousse non maîtrisés, etc., qui provoquent de fortes érosions des sols ;
- Les eaux souterraines sont en général de bonne qualité physico-chimique, faiblement minéralisées mais sont souvent riches en fer ;
- Les puits sont souvent contaminés par des matières fécales ;
- La protection des zones de captage est peu assurée (problèmes fonciers fréquents, absence de périmètre de protection, non application correcte des décrets n° 2003-793 et 2003-940).



Dans les zones sédimentaires

- Les eaux de surface, que l'on retrouve dans les zones côtières, ont une bonne qualité chimique sauf pour le cours inférieur de certaines rivières, pouvant présenter une forte salinité en période d'étiage. On observe également pour ces eaux une forte teneur en particules argileuses, nécessitant un traitement spécifique. De même, un traitement par chloration est systématiquement recommandé.
- Les eaux souterraines sont de qualité variable. Elles sont généralement minéralisées, pouvant être salées dans les nappes profondes du Sud⁸ et les nappes en bordures de mer. On note également une présence fréquente de fer, manganèse et soufre, pouvant être traités par augmentation du pH, aération, filtration. Une chloration peut être requise pour les eaux souterraines si les périmètres de protection ne sont pas respectés, mais incontournable pour les eaux issues de nappes peu profondes.

7. Données fournies par MM. Jean Herivelo Rakotondrainibe (WSSCC) et Yves Mong (CNRE).

8. Source : www.unicef.org/madagascar/rapports/cartographie-de-la-salinite-C3%A9-de-leau-des-forages

2.1 Les données disponibles à Madagascar

Pour les responsables de projets, la démarche initiale est de mener une étude bibliographique et d'échanger avec les interlocuteurs susceptibles de les renseigner sur les spécificités de la localité ciblée.

Le site internet du réseau Ran'Eau⁹ et la bibliothèque en ligne du Ministère en charge de l'Eau, de l'Assainissement et de l'Hygiène¹⁰ centralisent à travers des bases de données de nombreux documents pouvant être utiles.

Des monographies des 22 régions de Madagascar ont été réalisées par le Ministère de l'Intérieur et de la Décentralisation, présentant le milieu physique, social, économique et environnemental de chaque région, ainsi que des cartes (notamment géologique, hydrographique, pluviométrique, etc.). Ces documents sont disponibles auprès du Ministère et en ligne¹¹.

Les ouvrages *Fleuves et rivières de Madagascar*¹², et *Synthèse de l'hydrologie, de la géologie et de l'hydrogéologie de Madagascar*¹³ offrent des informations utiles, le premier sur l'état des ressources en eau de surface, le second sur celui des eaux souterraines à Madagascar et leur variabilité spatio-temporelle. Ces documents, disponibles en ligne, permettent donc de disposer d'un panorama précis pouvant contribuer à la planification de programmes de développement.

Des documents sont également disponibles dans différents centres de documentation à Madagascar :

- **Centre de documentation du CCIFM**
Ambohimandra près de la Villa Berlin, derrière la BNI (Antananarivo)
- **Centre de documentation du CNEAGR**
Route d'Ambatobe, Nanisana (Antananarivo)
- **Centre de Documentation du MEAH**
Immeuble ex-DAIEC, Rue Tsiombikibo Ambohijatovo Ambony (Antananarivo)

Les différentes ressources bibliographiques peuvent être complétées par des entretiens avec les représentants du MEAH et des directions régionales¹⁴, qui disposent d'une connaissance précise des contextes locaux et éventuellement de documentation complémentaire.

9. www.raneau.org

10. www.bdeah-sesam.mg/seam/index.php/accueil

11. www.pseau.org/outils/ouvrages/ps_eau_monographies_des_22_regions_de_madagascar_2013.pdf

12. P. Chaperon, J. Danloux, L. Ferry, IRD Editions (1993), *Fleuves et rivières de Madagascar*. Ouvrage disponible en ligne.

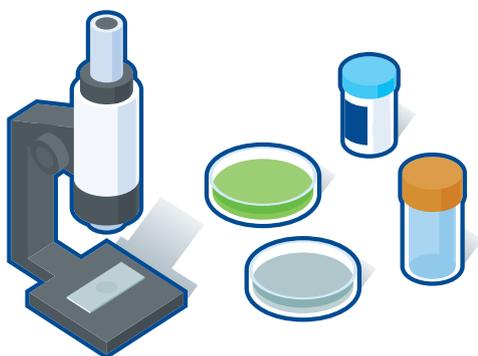
13. Rakotondrainibe Jean Herivelo (2016), *Synthèse de l'hydrologie, de la géologie et de l'hydrogéologie de Madagascar*.

14. Contacts disponibles auprès du réseau Ran'Eau.

2.2 Les moyens de définir la qualité de l'eau

Une fois l'étape de collecte d'informations complétée, il est nécessaire d'effectuer des analyses de la qualité de l'eau.

Selon le contexte géologique et hydrogéologique ainsi que les caractéristiques géophysiques de la zone et selon l'exposition potentielle de la ressource aux pollutions, les analyses suivantes sont préconisées :



• Analyses bactériologiques

Nécessaires partout, elles sont obligatoires lorsque la ressource exploitée est peu protégée.



• Analyses physico-chimiques

Des résultats fiables peuvent être obtenus par l'utilisation de kits et auprès de laboratoires déconcentrés sur les principaux éléments minéraux présents dans l'eau. Il ne sera par contre pas possible de faire rechercher les éléments traces et métaux lourds par les utilisateurs de kits ou les laboratoires déconcentrés (matériel coûteux et non disponible). Cette recherche devra se faire par les laboratoires agréés (à Antananarivo pour certains éléments, à l'étranger pour d'autres).

2.3 Adapter les traitements à la qualité de l'eau constatée

Dans le cas d'eaux de très grande qualité, telle que l'eau souterraine provenant d'aquifères confinés, la protection de l'eau de source et du réseau de distribution est suffisante pour garantir la sécurité sanitaire de l'eau. Plus généralement, un traitement de l'eau est nécessaire pour éliminer ou détruire des micro-organismes pathogènes. Dans de nombreux cas (par exemple, mauvaise qualité de l'eau de surface), de multiples étapes de traitement sont requises, notamment, par exemple la coagulation, la floculation, la sédimentation, la filtration et la désinfection.

Selon la qualité de l'eau constatée après analyse, il conviendra d'adapter le traitement. Pour cela, différents dispositifs, souvent complémentaires, peuvent être mis en place pour s'assurer d'améliorer ou préserver la qualité de l'eau.



Une adduction d'eau potable dans la région Menabe

2.3.1 Les dispositifs collectifs

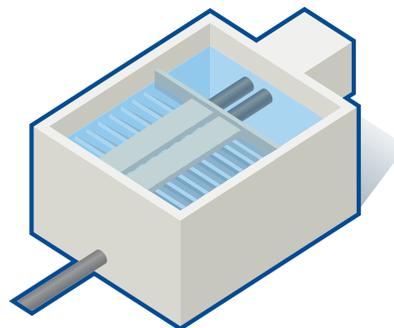
Positionnés au niveau d'un point d'eau ou d'un réseau, les dispositifs collectifs permettent de traiter l'eau pour plusieurs ménages ou institutions. Ils peuvent être installés dès la construction des infrastructures (filtre à sable lent, unité de déferrisation, etc.) ou être ajoutés périodiquement (chlore, etc.) pour garantir aux usagers une eau de qualité. La gestion et l'entretien de ces dispositifs revient à l'exploitant du point d'eau ou du réseau, qui doit alors suivre la qualité de l'eau distribuée pour s'assurer du bon fonctionnement des procédés utilisés. La liste ci-dessous, non exhaustive, présente quelques procédés collectifs pouvant être utilisés à Madagascar, de manière combinée. À noter que ces dispositifs sont plus ou moins courants sur l'île. Ainsi, on retrouve le plus souvent les décanteurs lamellaires et les filtres sous pression au niveau des grands centres gérés par la Jirama et/ou les sites industriels. Les filtres à sable rapides seront plus fréquemment utilisés que les filtres à sable lents pour les adductions d'eau de plus petites tailles comme les captages de sources, que l'on rencontre assez fréquemment à Madagascar, notamment sur les hautes terres. En ce qui concerne les dispositifs de déferrisation ou de traitement du manganèse, ils sont utilisés pour certaines eaux de nappes exploitées par forages sur les plateaux et les zones côtières.

En termes de désinfection, des dispositifs de chloration sont de plus en plus installés par les exploitants pour garantir la qualité microbiologique de l'eau distribuée. Il reste en revanche actuellement rare que l'on ait recours aux dispositifs de désinfection par UV, sauf quelques cas d'entreprises commercialisant l'eau traitée en jerrycans.

La décantation et la filtration

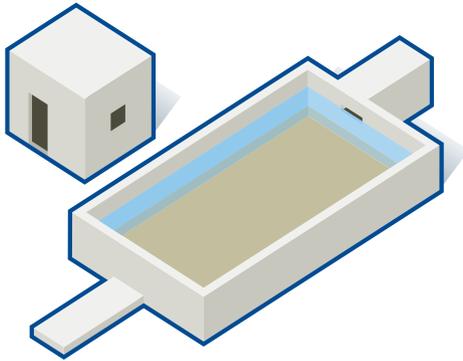
Les particules en suspension peuvent être éliminées de l'eau brute par des filtres à sable gravitaires rapides, horizontaux, sous pression ou lents. La filtration lente sur sable est essentiellement un procédé biologique tandis que les autres sont des procédés de traitement physique.

La décantation est nécessaire avant la filtration, elle peut être obtenue soit par l'ajout de réactif soit par des procédés mécaniques. Nous n'évoquerons ici que les décanteurs lamellaires, dispositifs mécaniques provoquant une décantation efficace avant filtration.



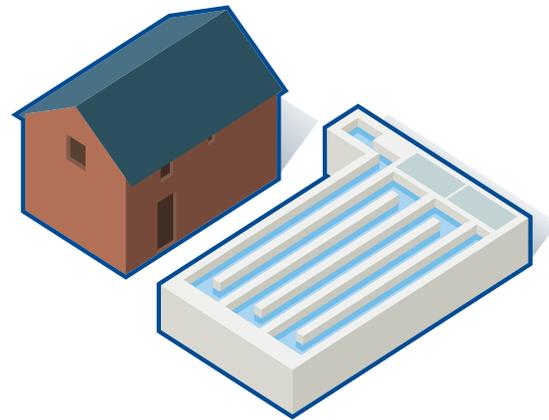
► Les décanteurs lamellaires

La décantation lamellaire est mise en œuvre pour séparer les pollutions véhiculées dans les eaux de ruissellement. Bien que les décanteurs lamellaires soient des ouvrages compacts leur surface de décantation importante leur confère des performances élevées. Le procédé mis en œuvre le plus efficace et le plus répandu est la séparation liquide-solide à contre-courant. Dans une structure lamellaire fonctionnant à contre-courant, la chute des particules solides, que l'on veut séparer, et le sens de circulation de l'eau entre les lames sont opposées. L'eau remonte le long des lames du bas vers le haut, tandis que les particules plus denses que l'eau redescendent vers le bas.



◀ Les filtres dégrossisseurs

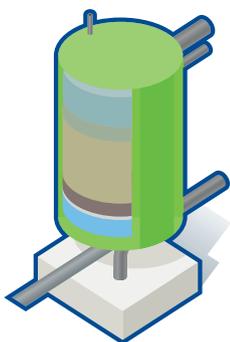
Ils peuvent être utilisés pour une pré-filtration avant l'application d'autres procédés tels que la filtration lente sur sable. Les filtres dégrossisseurs constitués d'une couche de gravier grossier ou de pierres concassées permettent de traiter efficacement une eau de turbidité élevée. Leur principal avantage est de permettre une élimination des particules par filtration et sédimentation gravitaire.



◀ Les filtres à sable lents

Les filtres à sable lents sont habituellement des réservoirs contenant du sable (granulométrie effective 0,15 – 0,3 mm) d'une profondeur comprise entre 0,5 et 1,5 m. L'eau brute s'écoule vers le bas, l'élimination de la turbidité et des micro-organismes se produisant principalement dès les premiers centimètres de la couche de sable. Un filtre biologique, appelé « schmutzdecke », se développe à la surface du filtre et permet d'éliminer efficacement les micro-organismes. L'eau traitée est collectée dans des drains ou des canalisations situés en bas du filtre. Les premiers centimètres de sable contenant les particules solides accumulées sont éliminés et remplacés périodiquement.

Ils sont plus appropriés pour une eau de faible turbidité ou une eau qui a été pré-filtrée. Ils sont utilisés pour éliminer les algues et les micro-organismes, notamment les protozoaires, et s'ils sont précédés d'un micro-tamissage ou d'une filtration grossière pour réduire la turbidité (notamment les produits chimiques adsorbés). La filtration lente sur sable est efficace pour l'élimination de certains produits chimiques organiques, notamment certains pesticides ainsi que l'ammoniaque.



◀ Les filtres à sable rapides

Les filtres à sable gravitaires rapides sont des réservoirs contenant du sable siliceux, d'une profondeur comprise entre 0,6 et 2,0 m. L'eau s'écoule vers le bas et les solides restent concentrés dans les couches supérieures du lit. L'eau traitée est collectée via des buses de sortie placées dans le plancher du filtre. Les solides accumulés sont périodiquement évacués par lavage à contre-courant avec l'eau traitée.

À Madagascar, différents entrepreneurs sont en mesure de mettre en place ces dispositifs, plus particulièrement les filtres à sable lents et rapides. À titre d'exemple, l'entreprise Bushproof propose des installations adaptées aux différents contextes pouvant être rencontrés sur l'île. Elle a ainsi déjà été amenée à construire des filtres à sable lents et filtres à sable rapides dans différentes régions de Madagascar (Atsimo-Andrefana, Vatovavy Fitovinany, Amoron'i Mania, etc.) sur des réseaux pouvant desservir de 2000 à 10 000 usagers.



◀ Les filtres sous pression

Les filtres sous pression sont quelquefois utilisés lorsqu'il est nécessaire d'éviter une perte de charge et d'éviter ainsi un pompage dans le système d'approvisionnement. Le lit filtrant est inclus dans une enveloppe cylindrique. Leur fonctionnement et leurs performances sont généralement les mêmes que pour le filtre gravitaire rapide et des installations similaires sont nécessaires pour assurer un lavage à contre-courant et l'élimination de la boue diluée.



Filtre à sable lent construit par l'entreprise Bushproof à Andemaka (Vatovavy Fitovinany)



La déferrisation et l'élimination du manganèse

Les eaux souterraines en anaérobiose peuvent contenir du fer ferreux à des concentrations allant jusqu'à plusieurs milligrammes par litre sans changement de couleur ou de turbidité de l'eau quand elle est pompée directement à partir d'un puits. Cependant, quand il est exposé à l'air, le fer ferreux s'oxyde en fer ferrique conférant alors une coloration rouge-brun indésirable à l'eau. De même, à des niveaux excédant 0,1 mg/l, le manganèse présent dans les approvisionnements en eau peut conférer un goût désagréable aux boissons et colorer la faïence sanitaire et le linge. La présence de manganèse dans l'eau de boisson, comme celle de fer, peut aussi entraîner l'accumulation de dépôts dans le réseau de distribution.

Des dispositifs d'aération sont utilisés pour l'oxydation et la précipitation du fer et du manganèse. Les dispositifs d'aération en cascade ou étagés les plus répandus sont conçus de façon à permettre l'écoulement de l'eau en film mince. Cependant, l'aération en cascade peut entraîner une perte de charge significative.



La fabrication de chlore et la chloration

La chloration est une des méthodes les plus largement utilisées pour assurer la désinfection de l'eau. Le chlore élimine les organismes pathogènes à condition d'assurer un temps de contact suffisant (minimum 30 mn). Selon l'OMS, l'eau de boisson doit contenir entre 0,2 et 0,5 mg/l de chlore résiduel¹⁵ libre. Si l'eau est débarrassée de ses matières en suspension (filtrée) et stockée dans de bonnes conditions (réservoir opaque et fermé), ce chlore résiduel éliminera tout risque de nouvelle contamination après traitement. Outre son pouvoir désinfectant, le chlore a des effets rémanents : une fois la chloration réalisée son pouvoir de désinfection peut durer plusieurs jours.

À Madagascar, le chlore est disponible sous différentes formes : solide (tablettes de dichloroisocyanurate de sodium ou DCCNa) ou liquide (eau de javel ou hypochlorite de sodium) et peut être produit localement selon divers procédés. Ces produits commerciaux ont souvent des niveaux de dilution variables. Il convient donc de suivre scrupuleusement les instructions des fabricants adaptées à chaque produit et/ou process de fabrication.

15. Le chlore a des caractéristiques rémanentes : une fois l'ajout du chlore réalisé dans l'eau, le pouvoir de désinfection peut durer plusieurs jours selon le dosage réalisé. La partie restante dans l'eau est appelée chlore résiduel.



Le traitement par ultra-violet

Contrairement aux méthodes de désinfection de l'eau par les produits chimiques, l'irradiation par lumière UV inactive rapidement et efficacement les microorganismes par un processus physique. Lorsque les bactéries, les virus et les protozoaires sont exposés aux longueurs d'ondes germicides de la lumière UV, ils deviennent incapables de se reproduire et perdent leur pouvoir d'infection.

Le rayonnement UV est particulièrement efficace pour l'inactivation de *Cryptosporidium*, qui est extrêmement résistant à la chloration. Ce mode de désinfection n'assure cependant pas une désinfection résiduelle, et il est souhaitable d'ajouter une petite dose de désinfectant persistant, tel que le chlore ou la chloramine comme agent de préservation pendant la distribution.

Si l'investissement de départ dans le dispositif permettant le traitement est plus ou moins important, ce traitement est ensuite l'un des moins chers existants. Sa consommation énergétique est faible et les lampes à UV seront à changer toutes les 10 000 à 15 000 heures.

Une seule condition limite ce procédé de désinfection : la qualité de l'eau à traiter. Elle doit impérativement être assez claire pour que la désinfection soit efficace et ne limite pas l'action du rayonnement UV. Au niveau du consommateur, les UV ont l'avantage de ne pas avoir d'effet sur le goût et les odeurs, de bénéficier d'une absence de corrosion et de produits chimiques dangereux.



Une illustration de dispositif compact collectif : Naïade

Naïade : un produit de la firme néerlandaise Nedap, est une unité compacte, permettant la filtration et le traitement par lampe UV de 3 500L d'eau par jour. Il comporte 2 sacs de filtration de 25 et 10 microns respectivement, une lampe à ultraviolets et un réservoir de 100L. Son utilisation vise essentiellement la production d'eau de boisson pour des groupes de 300 à 400 personnes. Équipé de pré-filtres et d'un panneau solaire, il fonctionne de manière autonome et permet de traiter des eaux brutes turbides dans des endroits très enclavés. Coût : 1 960 Ar/m³ d'eau traitée.

2.3.2 Les dispositifs de traitement à domicile

La conservation et le traitement de l'eau à domicile sont des termes qui comprennent les différentes pratiques adoptées par les ménages et usagers pour améliorer et préserver la qualité de l'eau à la maison ou dans une institution. Il existe une littérature importante sur le sujet¹⁶, permettant d'appréhender les enjeux majeurs mais offrant également des conseils pratiques et adaptés au contexte malgache. Nombre de ces procédés sont d'ailleurs déjà bien ancrés dans les habitudes de la population malgache, aussi bien en milieu urbain que rural.

D'après une étude¹⁷ menée par la fondation Practica en juin 2011 sur les techniques de potabilisation utilisables en milieu rural isolé (ce qui correspond à de nombreuses situations à Madagascar), parmi les procédés de potabilisation testés, ceux qui sont le plus rustiques et les plus adaptés sont de manière générale des procédés de clarification des eaux complétés par un procédé de filtration, chloration ou autres (les bactéries, protozoaires et autres s'accrochent aux matières en suspension et sont ensuite éliminés).



Plaquette de comprimés de chlore Sûr'Eau

16. www.pseau.org/traitement-eau-domicile, www.resources.cawst.org

17. www.formad-environnement.org/2011-medair-practica_technologies_eau_potable_pour_madagascar.pdf

Tableau récapitulatif de dispositifs de potabilisation à Madagascar

Produit/Méthode	Type d'usage ¹	Échelle	Qualité du traitement				Débit d'eau traité/heure	Coût/volume d'eau traitée ²
			T	B	V	P		
Graine de moringa	Permanence	Ménages Communautés	**	*			Illimité	Très faible
Watermark™	Urgence	Ménages	**	**	**	**	Illimité	15 000 Ar/m ³
Sûr'Eau	Permanence	Ménages Communautés		**	**	**	Illimité	200 Ar/m ³
Eau de javel 10°	Permanence	Communautés		**	**	**	Illimité	210 Ar/m ³
WATA® standard	Permanence	Communautés		**	**	**	2,6 m ³	20 Ar/m ³
Filtre Lifestraw familial	Urgence	Ménages	**	**	**	**	9 l	5 000 Ar/m ³
Filtre Lifestraw individuel	Urgence	Ménages	**	**	**	**	10 l	19 600 Ar/m ³
Filtre céramique BushProof	Permanence	Ménages	**	**		**	3 l	3 320 Ar/m ³
Tulip Filter	Permanence	Ménages	**	**		**	5 l	4 300 Ar/m ³
Filtre céramique SANITEC	Permanence	Ménages	**	*		*	2 l	2 780 Ar/m ³
Biofiltre à sable	Permanence	Ménages	**	*	*	**	27 l	340 Ar/m ³
Ébullition classique	Permanence	Ménages		**	**	**	30 l	7 500 Ar/m ³
Système Jompy	Permanence	Ménages		**	**	**	20 l	4 630 Ar/m ³
Aquapak	Urgence	Communautés		**	**	**	1 l	9 000 Ar/m ³
SODIS	Urgence	Communautés		**	**	*	160 ml	190 Ar/m ³
Naïade	Urgence	Communautés		**	**	**	300 l	1 960 Ar/m ³

T : Turbidité, B : Bactéries, V : Virus, P : Protozoaires.

1. Vu les conditions locales (ensoleillement, AEP, etc.)

2. L'étude datant de 2011, une évolution des tarifs indiqués est à prendre en compte.

 Sans effet
 * Efficace
 ** Très efficace

2.4 Des filières adaptées à chaque contexte

Selon les contextes auxquels ils sont confrontés, les acteurs ont recours à différents dispositifs de traitement de la ressource mobilisée afin de s'assurer de distribuer une eau de qualité. Quelques cas illustrent ce processus de choix.



L'expérience du dispositif AURA dans des structures de santé d'Antananarivo

L'entreprise SOLEA a développé un système autonome AURA permettant de produire une solution chlorée d'hypochlorite de sodium à base d'eau et de sel à différentes concentrations en fonction de l'usage fait du produit.

Une phase de tests de cet équipement a été réalisée à Madagascar en partenariat avec l'entreprise DCO, durant laquelle deux dispositifs fonctionnant à l'énergie solaire ont été installés dans le Centre de Santé de Tsaralalana et l'Hôpital public HJRA à Antananarivo afin de tester en conditions réelles la production de chlore à des fins sanitaires et médicales. Les agents de santé en charge du fonctionnement des dispositifs, qui ont bénéficié d'une formation spécifique initiale par les techniciens de DCO, mettent en avant sa simplicité d'utilisation et sa fiabilité. De plus, l'accès à un produit de qualité, à moindre coût et disponible sans être dépendant d'un approvisionnement extérieur permet aux responsables des services de santé de mettre en place une politique à long terme dans le domaine de l'asepsie. En effet, la solution obtenue d'une concentration de 5g/L, équivalant à « l'eau de dakin », est employée chaque jour dans la lutte contre les infections en général et post-opératoires en particulier.

La solution chlorée est également utilisée pour le traitement de l'eau : un litre de solution permet de traiter 2,5m³ d'eau, soit une concentration de 2g/m³ au point d'injection (d'après les recommandations OMS). Grâce au système AURA 8 litres, il est donc possible d'obtenir une quantité suffisante de solution chlorée pour traiter jusqu'à 40m³ d'eau les jours de fort ensoleillement.

INFOS +

- Après de l'entreprise **DCO** :
Yves Popieul : popymada@dco.mg
Philippe Randretsa : philippe@dco.mg
- Après de l'entreprise **SOLEA** :
Franck Bernage : f.bernage@sireagroup.com

Le dispositif WATA dans des établissements scolaires de l'île Sainte-Marie et l'île aux Nattes

Le programme Rano Madio, lancé en novembre 2016, se poursuit avec 4 partenaires : l'association française GHIMAO, la Fondation suisse Antenna, l'association malgache Cétamada / Anjaranay et la Circonscription scolaire de Sainte-Marie. Ce programme permet à des écoliers de l'île Sainte-Marie et de l'île aux Nattes, d'accéder à une eau potable, grâce à une technologie développée par la Fondation suisse Antenna. Ainsi, l'appareil WATA permet, par électrolyse d'une eau salée, de produire à moindre coût de l'hypochlorite de sodium, lequel injecté dans une eau polluée, élimine ou rend inactifs 99 % des micro-organismes pathogènes et évite toute re-contamination ultérieure.

Sur ces deux îles situées au large de la côte Est de Madagascar, bien que les ressources en eau ne manquent pas, il reste difficile pour les populations locales de consommer de l'eau potable. Les nappes phréatiques sont souvent salées à cause des infiltrations de l'eau de mer. Les écoles sont donc équipées de dispositifs de récupération des eaux de pluie. Un agent chlorateur, formé dans le cadre du projet, est en charge de produire la solution chlorée et de l'injecter dans des cuves d'eau à potabiliser. Un suivi spécifique, impliquant toutes les parties prenantes du projet, a été mis en place pour s'assurer du bon fonctionnement et de la pérennité de l'initiative. Des analyses ont d'ailleurs été effectuées auprès de l'Institut Pasteur de Madagascar, qui ont permis de confirmer la bonne qualité de l'eau distribuée aux enfants.

Testé initialement dans 5 établissements regroupant 1 400 élèves, le dispositif est déployé progressivement, avec pour objectif en 2021 de permettre aux enfants de 17 établissements scolaires des 2 îles, soit 4 000 enfants, d'accéder à une eau potable.



L'agent chlorateur formé dans le cadre du projet Rano Madio

INFOS +

- Site internet de **GHIMAO** : www.ghimao.com

La production d'eau potable en régions Atsinanana et Analanjirofo

Fondée en 2014, l'ONG Ranontsika a pour but d'améliorer la santé de la population malgache par la promotion de l'accès à l'eau potable à travers un modèle novateur de micro-franchise.

Ranontsika installe des micro-stations de production d'eau potable dans des petits centres urbains et villages des régions Atsinanana et Analanjirofo (côte Est de Madagascar), pouvant produire jusqu'à 5 000 litres d'eau de boisson chaque jour. Les volumes produits sont volontairement limités afin que la plateforme Ranontsika et les gestionnaires de stations soient en mesure d'assurer une attention méticuleuse au traitement et à la surveillance de la qualité de l'eau produite.

Toutes les stations sont équipées d'une salle de clarification de l'eau et d'une salle de production. Dans la salle de clarification, les eaux souterraines sont pompées par un forage sécurisé, alimenté à l'énergie solaire. L'eau brute est clarifiée par des processus traditionnels utilisant la coagulation, la floculation, la sédimentation, la filtration rapide sur sable et/ou sur charbon actif. L'eau clarifiée est traitée à travers des filtres micron, suivie d'une désinfection par UVC. Dans la salle de production, les jerricans sont recyclés par nettoyage et désinfection, pour passer ensuite au remplissage de l'eau traitée.

L'eau est disponible à la vente à la station ou par livraison à domicile à un prix abordable. Les stations sont gérées par des opérateurs ou entrepreneurs recrutés localement. La pérennité économique de leur entreprise dépend entièrement des ventes d'eau. En termes d'appui et d'assistance aux entrepreneurs exploitants, la plateforme Ranontsika offre un accompagnement, un suivi mensuel des activités, des analyses mensuelles de la qualité de l'eau (physico-chimiques et bactériologiques), ainsi qu'un service de maintenance

technique. Après une période d'incubation, les entreprises de distribution d'eau potable paient des frais d'assistance à Ranontsika. Quatorze stations desservent actuellement des localités d'Atsinanana et d'Analanjirofo.



Un entrepreneur local en charge de la gestion d'une station

INFOS +

- Sur la page Facebook **Ranontsika**

Le traitement du fer et du manganèse à Antsampanana

Le chef-lieu de la commune d'Antsampanana, (district de Brickaville, région Atsinanana), est approvisionné en eau potable depuis 2012. Le réseau d'eau a été construit dans le cadre du projet Meddea, mis en œuvre par l'ONG GRET.

Le système alimente environ 800 ménages grâce à trois kiosques à eau et une centaine de branchements privés. Un gestionnaire privé, Action et Développement, gère le service pour une durée de quinze ans.

L'eau brute provient de deux puits à faible profondeur (6 m) creusés dans le lit majeur d'un ruisseau. Un débit de 6 m³/h est refoulé par une pompe immergée vers un réservoir de 60 m³ situé sur un relief ; la production journalière actuelle est de 50 m³. Durant l'exploitation, le gestionnaire s'est aperçu de la coloration de l'eau : une analyse par un laboratoire spécialisé (coût d'une analyse environ 320 000 Ar) a permis de déceler des dépassements de la norme concernant le manganèse (un taux compris entre 0,7 et 1,2 mg/l) et du fer (0,4 mg/l).

Les premières solutions envisagées se basaient sur une élimination physico-chimique du manganèse par une oxydation au chlore et une filtration soit sur un filtre à surface libre soit sur des filtres sous-pression. L'analyse du marché des filtres de piscine à Madagascar et leur coût élevé ont conduit à abandonner la solution sous-pression.

Les cinétiques de réaction de l'oxydation du manganèse au chlore étant lentes, qui plus est à faible pH, un traitement biologique du manganèse a finalement été préféré.

La filière de traitement retenue comprend :

- Rectification du pH à la chaux (pour atteindre un pH de 7,5) ;
- Aération par cascade ;
- Passage par une bâche de contact de 7 m³ environ ;
- Filtration sur sable (surface de filtration de 2,25 m², couche filtrante de 80 cm d'épaisseur) ;
- Désinfection au chlore.

Le surcoût généré par ce traitement est chiffré à 170 Ar/m³ d'eau traitée, incluant le prix de la chaux et le coût du nettoyage du filtre.

Le contrat de délégation rappelle l'obligation du gestionnaire à réaliser des analyses de l'eau au moins deux fois par an dans un laboratoire, et de remettre les résultats à la commune et au Ministère en charge de l'eau. Il a également été recommandé au gestionnaire d'afficher publiquement ce résultat.

INFOS +

- Auprès du **GRET** : www.gret.org
Honoré Randrianantoandro :
rivoson.madagascar@gret.org

3. Contrôler la qualité de l'eau distribuée



Contrôler la qualité de l'eau distribuée

3.1 Les obligations

Nous nous bornerons dans ce chapitre aux obligations de l'exploitant, les rôles des autres intervenants (Ministère, Direction Régionale, SOREA, ANDEA, commune) sont préconisés dans le Code de l'eau et synthétisés dans un document réalisé dans le cadre du groupe de travail Ran'Eau sur la qualité de l'eau¹⁸.

Le décret N° 2003-941 modifié par le décret 2004-635 du 15 Juin 2004 relatif à la surveillance de l'eau, au contrôle des eaux destinées à la consommation humaine et aux priorités d'accès à la ressource en eau détaille l'ensemble des obligations faites à l'exploitant. Tout est contenu dans l'obligation première de l'exploitant de l'infrastructure d'adduction en eau potable, qui est de s'assurer que l'eau fournie au public est potable.

Dans ce décret il est précisé plusieurs obligations incombant à l'exploitant. Ainsi, il est tenu de :

- Disposer d'une autorisation de prélèvement d'eau, obtenue auprès des autorités compétentes (article 9) ;
- Distribuer une eau conforme aux normes de potabilité adoptées à Madagascar (articles 5 et 6) ;
- Prendre en charge les frais de prélèvements d'échantillons d'eau pour la réalisation du programme d'analyse (articles 12 et 14) ainsi que les frais d'analyses (article 15) ;
- Surveiller en permanence la qualité de l'eau distribuée (article 17).

18. Rakotondrainibe Jean Herivelo (2016), *Le suivi de la qualité de l'eau par l'application du cadre légal et réglementaire du secteur de l'eau, assainissement et hygiène.*

L'analyse des échantillons d'eau prélevée dans les conditions fixées par l'article 14 est réalisée par des institutions agréées par l'État, selon un programme d'analyse défini par le Ministère de la Santé (article 12). Les prélèvements d'échantillons d'eau pour la réalisation de ce programme, et pour les analyses complémentaires (article 13), sont effectués par les agents de la Direction Provinciale de la Santé, les agents d'un ou plusieurs laboratoires agréés par l'État, et désignés par le Ministère de la Santé ou par les agents des services communaux d'hygiène qui exercent effectivement la vérification des eaux destinées à la consommation humaine.

Dans les faits, il n'existe à ce jour pas de programme d'analyse défini par les autorités malgaches. De ce fait, les analyses sont le plus souvent menées dans le cadre de projets et programmes d'adduction en eau potable par les partenaires de mises en œuvre ; les autorités malgaches ne disposant pas de moyens pour effectuer de contrôles. Une fois les réseaux mis en place, ce sont les exploitants qui se chargent d'effectuer le suivi de la qualité de l'eau qu'ils distribuent en ayant recours à des kits d'analyses ou des laboratoires. Cette pratique n'est cependant pas la norme.



Distribution d'eau potable en région Analamanga

3.2 Les moyens d'analyse de la qualité de l'eau

Pour savoir si la fourniture en eau potable est assurée il faut pouvoir en mesurer la qualité.

Le premier défi est de partager la connaissance des moyens d'analyses des eaux existants à Madagascar avec les autorités, les exploitants et les usagers.

Un dialogue a été lancé pour voir quelles solutions apporter aux coûts importants que représentent ces analyses et renforcer la compétence des acteurs dans ce domaine. Les autorités nationales comme régionales malgaches sont à la recherche de solutions pour améliorer la couverture du territoire.

En 2015 une première étude¹⁹ faite par un bureau d'études a permis :

- D'avoir un aperçu de l'offre et de la demande en analyse de l'eau ;
- D'effectuer une analyse de l'existant en vue de recommandations ;
- De proposer des perspectives de recherche action permettant d'améliorer la couverture en matière d'analyse de l'eau.

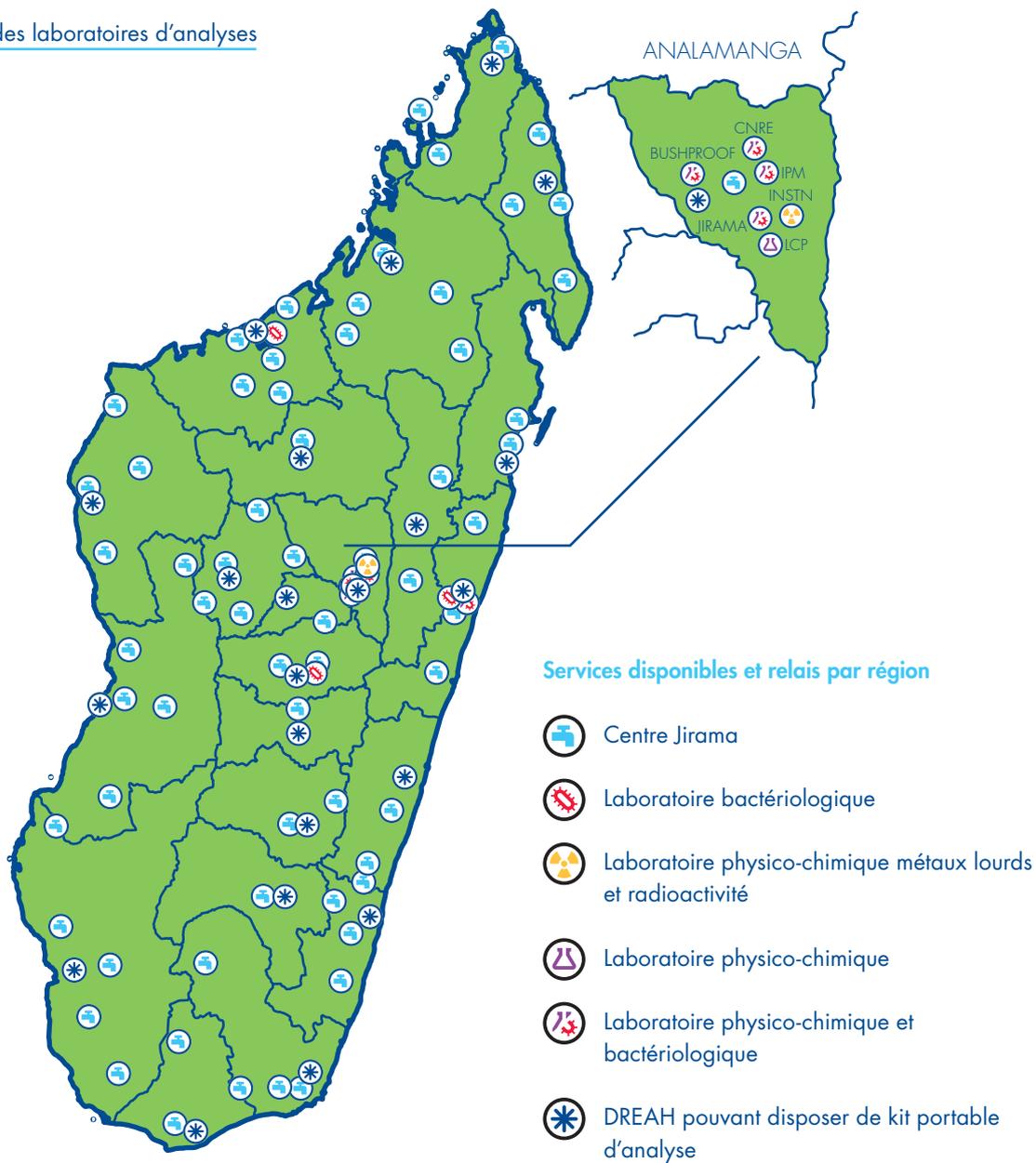
Les principaux établissements qui assurent à Madagascar les analyses de l'eau sont centralisés à Antananarivo, notamment le CNRE (Centre National de Recherches sur l'Environnement) et la Jirama pour les analyses physico-chimiques classiques, l'INSTN (Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires) pour les analyses physico-chimiques et les métaux lourds ainsi que l'Institut Pasteur pour les analyses bactériologiques et physico-chimiques. Les laboratoires déconcentrés de la Jirama sont présents au niveau des 66 centres et quelques laboratoires sont également présents en régions, liés notamment à l'industrie alimentaire.

Pour pallier à cette centralisation des moyens, des dispositifs plus légers (kits portables) d'analyses des eaux permettent de réaliser une partie des analyses bactériologiques et physico-chimiques. De nombreux projets ont recours à ces dispositifs pour leur contrôle en interne, et certaines Directions régionales de l'EAH en sont dotées.

Deux organisations se dégagent très nettement de l'étude, le LHAÉ et le Laboratoire central de la Jirama, les autres offres ont également été répertoriées. Une liste non-exhaustive de laboratoires proposant des services d'analyse de la qualité de l'eau de boisson est disponible en annexe (p.55).

19. www.raneau.org/fr/fr/comptes-rendus-des-groupes-travail

3.2.1 Focus sur des laboratoires d'analyses



Le Laboratoire d'Hygiène des Aliments et de l'Environnement de l'Institut Pasteur

Le Laboratoire d'Hygiène des Aliments et de l'Environnement (LHAE) est un laboratoire dont les activités de diagnostic sont axées sur la surveillance des risques sanitaires liés à l'alimentation, aux eaux et à l'environnement. Il est en capacité d'accompagner les acteurs de la filière hydraulique pour la réalisation des analyses microbiologiques et physico-chimiques de l'eau²⁰.

Accrédité COFRAC notamment sur la microbiologie et la chimie des eaux et sur les prélèvements²¹, il est un appui technique pour le secteur « WASH », Eau, Santé et Assainissement.

Il collabore avec les professionnels pour un renforcement des capacités analytiques au plan national, notamment par des formations organisées auprès des laboratoires d'autocontrôles ou des ONG qui font des prélèvements et les premières analyses sur site. Le laboratoire continue à développer une expertise locale dans le domaine de la sécurité sanitaire des eaux et des aliments. Il participe ainsi à la surveillance et au contrôle des principales maladies entériques infectieuses liées à l'alimentation. Le laboratoire a obtenu en mars 2017, l'extension de son accréditation sur la chimie des eaux (LAB GTA 05) et sur les échantillonnages d'eau et essais physico-chimiques sur site (LAB GTA 29)²².

Le LHAE bénéficie également d'un laboratoire mobile pouvant se déplacer dans les districts à la demande de projets, notamment lors de création de puits ou de captage pour

alimenter des zones enclavées. Il a pour objectif en 2019, la mise en place d'un laboratoire de micropolluants permettant de compléter l'offre disponible pour les analyses réglementaires du « permis environnemental ».

Depuis le 4^{ème} trimestre 2017, une annexe au LHAE est mise en place à Toamasina pour accompagner les professionnels (consommables de prélèvements, réception des échantillons, etc.). Les analyses en microbiologie et physico-chimie des eaux sont donc plus accessibles pour le Grand Est.



Un agent du LHAE

20. Une description des services offerts par l'Institut Pasteur de Madagascar est disponible sur www.pasteur.mg

21. Portée disponible sur www.cofrac.fr

22. Idem.



Le département « Qualité Eau » de la Jirama

La Jirama²³ possède un Département « Qualité Eau » au sein de sa Direction « Exploitation » pour les 66 centres qu'elle gère actuellement.

La mission du Département porte sur :

- La gestion de la qualité des eaux : ressources, installations et traitements des réseaux de distribution jusqu'au robinet du consommateur ;
- La surveillance de la qualité des eaux, des huiles lubrifiantes et combustibles.

Ses objectifs sont :

- D'obtenir de manière régulière des informations sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, de même que les informations sur l'efficacité du traitement des eaux potables des 66 centres Jirama ;
- D'appliquer les normes relatives aux contrôles des eaux : fréquence annuelle d'échantillonnage, exigence de qualité utilisée pour la production d'eau pour la consommation humaine²⁴, etc. ;
- De valider l'auto-surveillance par des analyses des eaux distribuées par un laboratoire agréé ;

- De mettre à la disposition des entreprises alimentaires, bureaux d'études, associations, exploitants miniers, universitaires, ONG, autorités, etc., leurs compétences en matière d'analyses des eaux.

La Jirama dispose d'un laboratoire central d'analyses à Mandrozeza (Antananarivo) qui effectue les analyses physico-chimiques de l'eau. En tant que service public, le laboratoire agit dans le respect de la réglementation, de l'impartialité et de la confidentialité, et s'organise autour des pôles suivants :

Un pôle « Physico-chimie » pour :

- Les analyses des eaux de consommations ;
- Eaux industrielles ;
- Huiles lubrifiantes et combustibles ;
- Ingrédients pour le traitement des eaux.

Un pôle « Bactériologie des eaux » pour la recherche des indicateurs de contamination fécale :

- Bactéries Coliformes ;
- Coliformes thermorésistants (*Escherichia coli*) ;
- Entérocoques intestinaux ;
- Spores de Bactéries sulfito-réductrices.

23. La Jirama produit, transporte et distribue l'électricité à Madagascar, en même temps qu'elle assure l'alimentation en eau potable et industrielle à travers le pays. www.jirama.mg

24. Selon décret n°2003 – 941 modifié par le décret 2004-635 relatif à la surveillance de la qualité des eaux de consommation.

3.2.2 Les kits portables d'analyse de la qualité de l'eau

Compte tenu de l'enclavement important de nombreuses localités à Madagascar et de la centralisation des laboratoires d'analyse à Antananarivo, de nombreux acteurs ont recours à des kits portables d'analyse de la qualité de l'eau. Grâce à ces dispositifs, il est donc possible d'avoir accès à un premier niveau d'information sur la qualité de l'eau captée et/ou distribuée.

Pour disposer de retours d'expériences d'utilisation de ces dispositifs portables, une étude²⁵ a été menée en 2017 auprès d'acteurs dotés de kits, dans différentes régions de Madagascar. Ce document a permis de disposer d'un premier état des lieux de la situation et de dégager quelques recommandations sur le recours à ces outils.

À noter que certaines Directions régionales de l'EAH²⁶ ont été dotées de kits portables dans le cadre de programmes ou projets spécifiques. Cependant, elles n'ont pas systématiquement bénéficié de formations à l'utilisation des dispositifs, et ne sont donc pas toutes en capacité de les utiliser. De plus, les moyens des DREAH étant fortement limités, il leur est compliqué de se fournir en produits et réactifs, mais également de se rendre sur le terrain pour effectuer les analyses, notamment si les localités sont trop éloignées du chef-lieu de région. Les kits positionnés au niveau des DREAH sont donc le plus souvent opérationnels lorsqu'un programme d'envergure est en cours dans la région, et sont essentiellement utilisés pour mener des analyses physico-chimiques. Les analyses sont alors effectuées de manière aléatoire, les DREAH n'étant pas autorisées à proposer une offre de service payant.



25. L'étude est disponible en ligne : www.pseau.org/outils/ouvrages/cite_ps_eau_etude_sur_les_retours_d_experiences_d_utilisation_des_kits_portables_d_analyse_de_la_qualite_de_l_eau_a_madagascar_2017.pdf

26. Liste exhaustive non disponible

3.3 Le coût du suivi de la qualité de l'eau

Suivre et analyser la qualité de l'eau peut engendrer des coûts importants pour l'exploitant du système d'adduction en eau. Des analyses devant être réalisées périodiquement, il est nécessaire que l'exploitant inclut les frais liés à ce suivi dans ses charges d'exploitation.

Chaque laboratoire dispose de sa propre grille tarifaire, ainsi, les prix pratiqués sont très variables. De plus, selon l'importance de la campagne d'analyses, les prix pratiqués par analyse peuvent varier considérablement. À titre indicatif, pour les analyses bactériologiques, les prix oscillent entre 20 000Ar (5€) et 290 000Ar (75€) par analyse d'élément. Pour les analyses physico-chimiques, les tarifs varient entre 20 000Ar et 585 000Ar (150€) par analyse d'élément. L'importante différence de prix peut s'expliquer par le type d'élément recherché lors de l'analyse : les techniques diffèrent par élément, ainsi à titre d'exemple, il est plus onéreux d'effectuer des analyses d'éléments traces que des analyses physico-chimiques de base.

Il faut souligner que ces fourchettes de prix indicatifs concernent uniquement l'analyse de l'échantillon. Il faut donc ajouter à ces coûts les frais éventuels de prélèvement et de transport jusqu'au laboratoire.

Dans le cas d'analyse avec les kits portables, au-delà du coût d'investissement initial pour acquérir le dispositif, il faut également prendre en compte les coûts liés à l'achat de consommables. S'approvisionner en réactifs à Madagascar reste une difficulté majeure, de même pour se fournir en pièces de rechange lorsque le kit est endommagé. Par ailleurs, selon

le modèle de kit portable, il n'est pas possible de réaliser certaines analyses, pourtant essentielles pour s'assurer de la potabilité de l'eau.

Quel que soit le dispositif d'analyse retenu, les coûts restent conséquents. Dans le cas de réseaux d'eau exploités par des gestionnaires privés, les dépenses peuvent être intégrées aux charges d'exploitation et recouvrées par les recettes engendrées. En revanche, cela devient plus compliqué, voire peu envisageable dans le cas de petits systèmes en gestion communautaire. En effet, les cotisations des usagers, parfois partiellement collectées, parviennent déjà difficilement à couvrir les dépenses courantes permettant la pérennité des systèmes. La question du suivi de la qualité de l'eau devient alors un vrai défi.



3.4 Adapter le suivi aux réalités de terrain

L'établissement et la promulgation de réglementations ne garantiront pas à eux seuls la protection de la santé publique. Les réglementations doivent être étayées par des politiques et des programmes appropriés. Pour cela, il faut veiller à ce que les autorités de réglementation, tels que les organismes chargés de faire respecter la loi, disposent de ressources suffisantes pour assumer leurs responsabilités et que des appuis appropriés en termes de politiques et de programmes soient en place pour aider les parties impliquées à se conformer aux réglementations. En d'autres termes, les appuis appropriés doivent être en place de telle sorte que ceux qui sont soumis aux réglementations et ceux qui sont responsables de leur application ne soient pas mis en situation d'échec.

Dans les grandes villes, la Jirama a le monopole de la distribution de l'eau potable. On observe cependant dans de nombreux centres urbains desservis par la Jirama la coexistence d'un ou plusieurs approvisionnements canalisés importants, desservant une partie des ménages et les bâtiments publics, en association avec divers autres types d'approvisionnements en eau de boisson, notamment des sources ponctuelles et des vendeurs d'eau. Le service n'est pas toujours continu et les risques de détérioration de la qualité pendant la collecte, le stockage et l'utilisation restent importants.

La Jirama s'efforce de distribuer une eau de qualité en la contrôlant régulièrement par ses propres moyens notamment par son laboratoire central d'analyses à Mandrozeza. Pour se conformer à la législation elle fait d'autre part effectuer des contrôles ponctuels par des laboratoires indépendants comme l'Institut Pasteur de Madagascar.

Dans les petites villes, l'approvisionnement est le plus souvent géré par une grande diversité d'opérateurs privés ou public. Ces opérateurs ont les plus grandes difficultés à se conformer à la législation du fait de l'absence de laboratoire à proximité et du coût élevé des analyses au regard d'un tarif de l'eau distribuée qui reste faible.

Comme expliqué plus haut, la solution la plus courante est le recours à des kits d'analyse qui permettent de réaliser la plupart des analyses de base. Certaines DREAH en sont dotées mais de manière inégale, ce qui incite les exploitants à s'équiper de kits pour réaliser leurs propres analyses, et éventuellement proposer ce service localement. Très généralement les analyses obligatoires sont faites sur la ressource mobilisée et lors de la mise en œuvre du service. Elles sont ensuite peu pratiquées, sauf en cas d'évènements particuliers affectant la santé publique de manière évidente.

Un recensement régulier des moyens d'analyses existants dans chaque région de Madagascar et la mise à disposition de l'information aux gestionnaires des services devraient amener une amélioration du suivi de la qualité de l'eau distribuée par ces opérateurs. L'absence de proposition de service constant et de qualité entraîne une absence de contrôle de la qualité de l'eau distribuée. Cette qualité des services offerts aux gestionnaires privés ou publics pourrait être vérifiée régulièrement par une organisation agréée comme l'IPM.

En milieu rural isolé, l'OMS recommande une approche de surveillance des risques basée sur l'observation. Il sera impossible de systématiser le suivi par analyses régulières dans ces zones enclavées, avec de petites adductions d'eau desservant un nombre très limité de ménages à faibles revenus. Ce sont généralement des réseaux canalisés simples ou une série de sources ponctuelles, telles que des forages équipés de pompes manuelles, des puits ordinaires ou des sources protégées.

Toujours selon l'OMS, l'expérience provenant des pays développés, comme des nations en développement, montre que la surveillance des approvisionnements en eau de boisson gérés par des communautés peut être efficace lorsqu'elle est bien conçue. Cela implique d'orienter les objectifs de la surveillance davantage vers un rôle d'appui, visant à améliorer la gestion communautaire, plutôt que vers la mise en œuvre de la contrainte, pour imposer la conformité aux règles de l'approvisionnement.

À Madagascar, les autorités responsables du contrôle pourraient avoir pour objectif de visiter chaque approvisionnement sur une base périodique (l'OMS préconise une fois tous les 3 à 5 ans au minimum), en procédant à un échantillonnage aléatoire pour sélectionner les approvisionnements à visiter. Chaque visite devrait comprendre une inspection sanitaire et une analyse de la qualité de l'eau, destinées à obtenir une évaluation rapide de la contamination éventuelle et de ses causes.

À l'occasion de chaque visite, une analyse de l'eau conservée dans les habitations devrait être faite sur un échantillon de ménages. L'objectif de ces analyses serait de déterminer si la contamination intervient principalement à la source ou à domicile. Elles permettront d'évaluer la nécessité d'investir pour améliorer l'approvisionnement ou la formation aux bonnes pratiques d'hygiène concernant le traitement et le stockage sans risque de l'eau à domicile. Les analyses effectuées à domicile peuvent aussi servir à évaluer l'impact d'un programme d'éducation à l'hygiène spécifique.

Le service mobile d'analyses de l'eau de l'Institut Pasteur de Madagascar

Le laboratoire d'Hygiène des Aliments et de l'Environnement est accrédité COFRAC sur la microbiologie des eaux et des aliments et sur la chimie et l'échantillonnage des eaux. Le laboratoire analyse les eaux issues d'adductions, ainsi que les eaux embouteillées du pays (Ministère de la Santé Publique) mais est également un appui technique pour les acteurs des secteurs de la santé et EAH malgaches.

Compte tenu de la difficulté à mener des analyses dans les zones enclavées de Madagascar, l'Institut Pasteur a développé une offre de service mobile d'analyses des eaux. Ainsi, il est possible pour le LHAE de proposer des services décentralisés grâce à des équipements adaptés aux mesures sur le terrain (Spectrophotomètre Palintest 8000, Conductimètre 3210, Thermosealer IDEXX).

Les prélèvements peuvent être effectués soit par un agent habilité du laboratoire, soit directement par le client en suivant les recommandations de prélèvement et d'acheminement de l'IPM²⁷. Les analyses sont obligatoirement effectuées par un agent habilité, en laboratoire mobile ou sur terrain à la demande du client et selon le paramètre demandé. Le tarif d'analyse dépend du nombre de paramètres à analyser : l'analyse d'un paramètre physico-chimique est en moyenne de 20 000Ar et 43 000Ar pour l'analyse microbiologique.

De nombreux acteurs des secteurs de la santé et de l'EAH à Madagascar ont régulièrement recours à ces services, ainsi que des professionnels opérant dans le secteur minier et l'industrie alimentaire.



Un dispositif portable d'analyse de la qualité de l'eau

27. www.pasteur.mg

Le suivi de la qualité de l'eau par l'entreprise ECAbraham dans la commune d'Anosimena

Dans le cadre du programme Ratsantanana porté par Helvetas Swiss Cooperation Madagascar, la commune d'Anosimena dans le district de Miandrivazo, a bénéficié d'un appui institutionnel et technique pour équiper en eau potable son chef-lieu, le fokontany de Masiakampy.

L'entreprise malgache ECAbraham a été sélectionnée pour gérer le réseau avec pompage solaire mis en place, pour une durée de 15 ans. Afin de suivre la qualité de l'eau distribuée, le gestionnaire procède chaque année à une analyse bactériologique de la qualité de l'eau : un technicien sur le terrain est donc chargé de prélever un échantillon d'eau selon les procédures recommandées par l'Institut Pasteur de Madagascar et avec du matériel spécifique pouvant être fourni par le laboratoire. Le délai entre le prélèvement et l'analyse ne devant pas dépasser 24 heures, l'échantillon est acheminé par taxi-brousse de nuit pour que celui-ci soit pris en charge le lendemain matin par le laboratoire. L'analyse bactériologique s'élève à 120 000 Ar hors frais d'acheminement et indemnités de l'agent en charge du prélèvement.

Les résultats des analyses sont par la suite partagés au Service Technique de l'Eau, l'Assainissement et l'Hygiène de la commune ainsi qu'à la Direction régionale en charge de l'Eau, l'Assainissement et l'Hygiène du Menabe.

La procédure de suivi de la qualité de l'eau de l'entreprise Sandandrano

L'entreprise Sandandrano gère depuis des années des réseaux d'eau potable dans 7 sites à Madagascar, avec des contrats de délégation de services en accord avec les textes réglementaires.

Les procédures de suivi de la qualité de l'eau sont organisées comme suit :

Suivi quotidien :

- Contrôle systématique de la qualité de l'eau par Sandandrano : turbidité, pH, chlore résiduel en bout de réseau ;
- Association des usagers de l'eau : interlocuteur direct entre le gestionnaire et les usagers par rapport à la qualité de service en général.

Suivi périodique :

- Analyse bactériologique semestrielle par Sandandrano dans un laboratoire agréé ou systématique après évènement ou cataclysme pouvant détériorer ou affecter la qualité de la ressource en eau ;
- Les résultats des analyses sont affichés au niveau des bureaux concernés.

INFOS +

- +261 (0)32 07 780 69 / +261 (0)327712794



File d'attente avant l'heure d'ouverture d'une borne fontaine

4. Exploiter et diffuser les données



Exploiter et diffuser les données

4.1 Les obligations

En termes d'exploitation et de diffusion des données issues des analyses, c'est également le décret n° 2003-941, modifié par le décret 2004-635 du 15 Juin 2004, qui définit les obligations de chacun.

Ainsi, une fois les analyses réalisées par les agents des autorités et organismes compétents, les résultats doivent être partagés par les laboratoires au Directeur provincial de la Santé et à l'exploitant. Par la suite, il est à la charge du Directeur provincial de la Santé de mettre à disposition des mairies et des autorités concernées les résultats des analyses (article 16).

Par ailleurs, l'exploitant étant tenu de surveiller en permanence la qualité de l'eau qu'il distribue (article 17), il doit tenir à disposition des autorités compétentes les résultats des vérifications qu'il a opérées et toute autre information relative à la qualité de l'eau, pouvant être utile. Il a également l'obligation d'informer immédiatement la Direction provinciale de la Santé et la commune s'il apparaît un dépassement d'une des valeurs limites fixées par la norme malgache en matière d'eau potable. Il en va de même de tout incident pouvant avoir des conséquences néfastes pour la santé publique.

Ces données devraient être enregistrées et disponibles sur SE&AM, le dispositif de suivi des données du secteur de l'eau et de l'assainissement à Madagascar.



Un kiosque à eau à Mahambo, région Analanjirofo

4.2 L'importance de la mise à disposition de l'information

La collecte, la centralisation et la mise à disposition de l'information sur la qualité de l'eau est particulièrement importante et souvent négligée.

Si dans les grands centres urbains cette information est normalement disponible au grand public, son accès et sa fiabilité ne sont pas toujours au rendez-vous. Pour les petits centres et en zones rurales les situations sont très contrastées. Généralement, les informations sont disponibles lorsque le service d'eau potable a été mis en place dans le cadre d'un projet. Cependant, cette obligation de diffusion de l'information passe assez rapidement au second plan et les panneaux d'affichage, lorsqu'ils subsistent, présentent le plus souvent des résultats datés. Pourtant l'OMS souligne que, quelle que soit la source d'eau (eau souterraine, eau de surface ou réservoirs de collecte de l'eau de pluie), les communautés et les ménages doivent pouvoir s'assurer par eux-mêmes que l'eau qu'ils consomment est saine à boire.

Les paramètres recommandés pour une surveillance minimale des approvisionnements communautaires sont ceux qui permettent de déterminer au mieux l'état de la ressource en termes d'hygiène de l'eau, et ainsi le risque de maladie véhiculée par l'eau. Les paramètres essentiels pour évaluer la qualité de l'eau sont :

- Les *Escherichia coli* – les coliformes thermorésistants (fécaux) étant acceptés comme paramètres de remplacement ;
- Le chlore résiduel (au cas où l'on pratique une chloration).

Ce serait donc le minimum d'information qui devrait être connu localement sur l'ensemble du territoire malgache.



Affichage public dans la commune rurale de Talata Volondry, région Analamanga

À noter que c'est moins la nécessité d'évaluer la conformité des différents approvisionnements en eau de boisson que le besoin de fournir des informations exploitables pour alimenter les politiques publiques qui importe. En effet, disposer de telles informations permet d'élaborer des politiques nationales et locales adaptées aux contextes et de définir des stratégies cohérentes avec les réalités de terrain. Cette élaboration de politique repose sur une chaîne de transmission des données qui devrait être la suivante :

- Analyse des eaux par la DRS, les laboratoires agréés, les agents des services communaux d'hygiène, les exploitants ;
- Transmission des résultats à la DRS, à la DREAH et à la commune ;
- Saisie par la DREAH, la DRS et les exploitants des résultats sur une base de données nationale ;
- Accès aux résultats ouvert à tous (détails et compilation) ;
- Information au public par affichage par les communes et les exploitants.

Au-delà de l'information sur les mesures de qualité de l'eau, il est également important que soient collectées, référencées et mises à jour différentes données, pouvant faciliter et améliorer le suivi de la qualité de l'eau à Madagascar. Ainsi, il serait utile de centraliser les éléments suivants sur le site internet du MEAH et/ou sur le dispositif SE&AM :

- La stratégie de suivi de la qualité de l'eau à Madagascar, différenciant les zones suivant leurs caractéristiques physique et démographique (et les outils pour la suivre et la faire évoluer) ;
- L'organigramme des structures responsables du suivi de la qualité de l'eau et leurs attributions ;
- Une liste des laboratoires et structures équipées de kit d'analyses agréés par le MEAH et le Ministère de la Santé ;
- Une cartographie de la qualité des ressources en eau, assortie de fiches décrivant les principales caractéristiques des eaux ;
- Un référentiel des traitements à appliquer en fonction des caractéristiques identifiées.



Conclusion

Le suivi de la qualité de l'eau, tant celui de la ressource que celui de l'eau distribuée, est un défi qu'il est difficile de relever sans la participation de tous.

La première marche est d'avoir une concertation structurée entre les secteurs de l'eau et assainissement et de la santé, à l'échelle nationale et régionale. Cette concertation doit aboutir à une stratégie de santé publique s'appuyant sur les moyens existants, faisant l'objet d'observations et de constats réguliers, afin d'adapter en permanence les réponses, pour faire face aux risques de la manière la plus efficace. En effet, il est primordial que les protocoles de suivi de la qualité de l'eau, mobilisée ou distribuée, soient adaptés aux réalités de terrain, sous peine de rester des vœux pieux inapplicables dans la majorité des cas.

La réglementation se doit donc d'offrir un cadre cohérent, de préciser les attributions et responsabilités des différentes parties prenantes, mais doit également permettre aux acteurs de l'eau potable, l'assainissement et l'hygiène d'évoluer par paliers vers une meilleure situation générale de santé publique. Définir des objectifs et une stratégie, modestes mais réalistes, garantissant malgré tout la protection de la santé publique serait plus productif qu'un programme trop ambitieux. Il reste évident que les objectifs sanitaires fixés pour l'approvisionnement en eau dans les grands centres urbains, desservant des dizaines de milliers d'habitants, ne peuvent être similaires à ceux définis pour les petits systèmes communautaires, alimentant en eau des populations très peu nombreuses. Cette différenciation selon les contextes et une approche pragmatique permettraient de proposer des appuis appropriés aux entités devant se conformer à la réglementation ainsi qu'aux structures responsables de son application.

Ainsi, pour bénéficier d'une gestion préventive des risques relatifs à la qualité de l'eau de boisson, les autorités malgaches pourraient adopter les démarches suivantes :

- veiller à ce que les réglementations confortent la hiérarchisation des paramètres de qualité de l'eau de boisson à tester, sans imposer de tester chaque paramètre indiqué dans les directives de l'OMS ;
- garantir la mise en œuvre de mesures appropriées d'assainissement et hygiène au niveau de la communauté et des foyers et encourager les mesures destinées à prévenir ou atténuer les contaminations à la source ;
- identifier les approvisionnements en eau de boisson associés aux plus grands risques pour la santé publique et allouer les ressources en eau en conséquence.

Dans l'éventualité d'une révision du Code de l'eau, pour permettre une organisation adaptée aux réalités de terrain, il semble opportun que soient prévues des mesures transitoires autorisant des aménagements et des dérogations. Des objectifs à court et moyen termes seraient fixés de telle manière que les risques les plus importants pour la santé humaine soient maîtrisés en priorité. L'actualisation du Code de l'eau, texte réglementaire majeur régissant le secteur de l'eau, l'assainissement et l'hygiène, est donc une opportunité pour améliorer le suivi de la qualité de l'eau et doter ainsi les acteurs d'un cadre adapté à leur quotidien.

Annexes



Annexe 1 : Tableau comparatif des normes de potabilité

Éléments	Recommandations OMS	Madagascar (Décret décembre 2003-941 modifié par 2004-635)
PARAMÈTRES ORGANOLEPTIQUES ET PHYSIQUES		
Turbidité		Ne dépasse pas 5 NTU
pH		entre 6,5 et 9
Conductivité		inférieure à 3 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C
Dureté		300 mg/l exprimée en CaCO_3
Température		25° C recommandées
PARAMÈTRES CHIMIQUES		
Pouvoir oxydant		Non mentionné
CATIONS		
Aluminium (Al)		0.2 mg/l
Ammoniac		0.50 mg/l
Antimoine (NH4)	0,02 mg/l	Non mentionné
Argent (Ag)		0,01 mg/l
Arsenic (As)	0,01 mg/l	0,05 mg/l
Azote (total N)		2 mg/l
Baryum (Ba)	0,7 mg/l	1 mg/l
Bore (B)	0,5 mg/l	Non mentionné

Brome (Br)		Non mentionné
Cadmium (Cd)	0,003 mg/l	0.005 mg/l
Calcium (Ca)		200 mg/l
Chrome (Cr)	0,05 mg/l	0.05 mg/l
Cuivre (Cu)	2 mg/l	1 mg/l
Fer (Fe)		0,5 mg/l
Magnésium (Mg)		50 mg/l
Manganèse (Mn)	0,4 mg/l	0,05 mg/l
Mercure (Hg)	0,006 mg/l	0.001 mg/l
Molybdène (Mo)	0,07 mg/l	Non mentionné
Nickel (Ni)	0,01 mg/l	0,05 mg/l
Plomb (Pb)		0,05 mg/l
Sélénium (Se)	0,01 mg/l	Non mentionné
Sodium (Na)		Non mentionné
Uranium (U)		Non mentionné
Zinc (Zn)		5 mg/l
ANIONS		
Chlore (Cl)		250 mg/l
Cyanure (CN)	0,07 mg/l	0,05 mg/l
Fluor (F)		1,5 mg/l

Nitrate (NO ₃)		50 mg/l
Nitrite (NO ₂)		0,1mg/l
Sulfate (SO ₄)		250 mg/l
PARAMÈTRES MICROBIOLOGIQUES		
Aeruginosa		Non mentionné
Bactérie coliforme		0 sur 100 ml
Clostridium sulfito-réducteur		<2 sur 20 ml
Enterococci		Non mentionné
Escherichia coli		0 sur 100 ml
Nombre de colonie à 37°C		Non mentionné
Nombre de colonie à 22°C		Non mentionné
Perfringens		Non mentionné
Streptocoques fécaux		0 sur 100 ml
AUTRES PARAMÈTRES		
Acrylamide	0,0005 mg/l	Non mentionné
Benzène (C ₆ H ₆)	0,01 mg/l	Non mentionné
Benzo(a)pyrène	0,0007 mg/l	Non mentionné
Dioxyde de chlore (ClO ₂)		Non mentionné
1,2-dichloroéthane	0,03 mg/l	Non mentionné
Epichlorhydrine	0,0004 mg/l	Non mentionné

Pesticides		Non mentionné
Pesticides-Totaux		Non mentionné
PAHs		Non mentionné
Tétrachloroéthène	0,04 mg/l	Non mentionné
Trichloroéthène	0,02 mg/l	Non mentionné
Trihalométhanes	0,02 mg/l	Non mentionné
Tritium (H3)		Non mentionné
Deutérium (H-2)		Non mentionné
Oxygène-18 (O-18)		Non mentionné
Chlorure de vinyle	0,0003 mg/l	Non mentionné

Pour les seuils non indiqués, se référer aux Directives pour la qualité d'eau de boisson 2017 de l'OMS.²⁸

28. www.pseau.org/outils/ouvrages/oms_directives_de_qualite_pour_l_eau_de_boisson_2017.pdf

Annexe 2 : Liste non exhaustive de laboratoires d'analyse de la qualité de l'eau

LCP (Laboratoire de Contrôle du Pesticide)

Nanisana

- 032 02 588 86

Physico-chimique

INSTN (Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires)

Près Bloc Technique, Ankatso BP 3907, Antananarivo

- 020 24 714 03
- Pr. Joël Rajaobelison (Directeur Général) / instn@moov.mg

Physico-chimique / Métaux lourds / Isotopique

CNRE (Centre National de Recherches sur l'Environnement)

39, rue Rasamimanana, Fiadanana BP 1739, Antananarivo

- 020 26 410 46 / 020 22 264 69
- M. Yves Mong (Chef de laboratoire) / mong2011@hotmail.fr

Physico-chimique / Métaux lourds et résidus d'hydrocarbures

CNRE/LME (Laboratoire de la Microbiologie et de l'Environnement)

39, rue Rasamimanana, Fiadanana BP 1739, Antananarivo

- 020 22 264 69
- M. Rado Rasolomampionina / mampionina@yahoo.fr

Bactériologique

Jirama

Mandroseza - Antananarivo (siège)

- Directeur de l'exploitation Eau / dexo@jirama.mg

Physico-chimique / Bactériologique

Entreprise Bushproof

Lot 21 A Antanetibe, Route d'Ivato, Antananarivo

- 033 11 997 56
- M. Serge Ranaivojaona (Directeur) / madagascar@bushproof.com

Physico-chimique / Bactériologique

IPM/LHAE (Institut Pasteur de Madagascar/Laboratoire d'Hygiène des Aliments et de l'Environnement)

Ambatofotsikely Avaradoha, Antananarivo

- 020 22 412 72
- Mme Alexandra Bastarud (Directeur de laboratoire) / abastarud@pasteur.mg

Physico-chimique / Bactériologique

Annexe LHAE

Toamasina

- 034 02 540 01/02

Physico-chimique / Bactériologique

Réfrigépêche Est

37, boulevard Joffre, Toamasina

- 020 53 327 24
- frigepec@wanadoo.mg

Bactériologique

Réfrigépêche Ouest

Quai Barriquand, Mahajanga

- 020 62 224 38/034 02 860 28
- M. R. Ermann Tony (Responsable Laboratoire GECPha) / ro.dg@moov.mg

Bactériologique



Une agence Jirama sur l'île Sainte-Marie, région Analanjifofo



Pour aller plus loin

Bibliographie

- **IRD** (1993), *Fleuves et rivières de Madagascar (Ony sy renirano eto Madagasikara)*.
- **MEM** (1999), *Loi n°98-029 du 20 janvier 1999 portant Code de l'eau à Madagascar*.
- **MEM** (2003-2004), *Décrets d'application relatifs à la qualité de l'eau*.
- **MEM** (2005), *Manuel de procédures pour la mise en place des projets eau et assainissement*.
- **MID** (2013), *Monographies des 22 régions de Madagascar*.
- **Mi.Ti Consulting** (2015), *Identification des solutions pour améliorer la couverture en matière d'analyse d'eau à Madagascar*.
- **Practica** (2011), *Protocoles test pour l'évaluation de technologies de rétablissement rapide de l'accès à l'eau potable pour les zones rurales de Madagascar*.
- **pS-Eau** (2018), *Conservation et traitement de l'eau à domicile*.
- **Rakotondrainibe Jean Herivelo** (2016), *Le suivi de la qualité de l'eau par l'application du cadre légal et réglementaire du secteur de l'eau, assainissement et hygiène*.
- **Rakotondrainibe Jean Herivelo** (2016), *Synthèse de l'hydrologie, de la géologie et de l'hydrogéologie de Madagascar*.
- **Ran'Eau** (2017), *Étude sur les retours d'expérience d'utilisation des kits portables d'analyse de la qualité de l'eau à Madagascar*.
- **UNICEF** (2018), *Cartographie de la salinité de l'eau des forages*.
- **WAVES, MEAH** (2016), *Comptabilisation du capital naturel et Valorisation des services de l'Écosystème*.

Sur Internet

- **Akvopedia**, *Water portal*
- **CAWST**, *Centre de ressources*
- **Ran'Eau**, *Site internet du réseau*
- *Système de Suivi Eau et Assainissement de Madagascar (SE&AM)*



Madagascar s'est engagé dans un processus d'atteinte des Objectifs de Développement Durable (ODD) et plus particulièrement de l'ODD 6, relatif à l'accès à l'eau potable et l'assainissement. Dans ce cadre rénové, les opérateurs non-gouvernementaux, privés et publics, sont de plus en plus nombreux à intervenir, et la question de la coordination des actions pour atteindre ces objectifs devient cruciale. Partant de ce constat, la plate-forme Ran'Eau, avec l'appui du pS-Eau, a été constituée afin d'améliorer l'efficacité des projets d'accès à l'eau et à l'assainissement menés par la coopération, en partager les acquis et renforcer leur cohérence avec la stratégie nationale malgache. Aujourd'hui, la plateforme Ran'Eau réunit les acteurs nationaux et internationaux du secteur de l'eau, l'assainissement et l'hygiène à Madagascar, favorise les échanges et propose des outils et services d'appui accessibles à tous.



Le programme Solidarité-Eau (pS-Eau) est un réseau multi-acteurs français qui s'engage pour garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement, et la gestion durable des ressources en eau dans les pays en développement, en accord avec les cibles de l'ODD 6. Privilégiant le soutien aux acteurs locaux, il permet les échanges et organise la concertation entre les acteurs de la coopération décentralisée et non gouvernementale depuis plus de 30 ans. Présent en France et à l'étranger avec des points focaux dans les pays de concentration de l'aide française, il produit de la connaissance, accompagne les initiatives locales et promeut la solidarité pour l'eau et l'assainissement. Ses activités, animées par une équipe aux compétences multiples, visent à augmenter le nombre et la qualité des actions de coopération. Il est soutenu par l'Agence française de développement, le ministère de l'Europe et des Affaires étrangères, l'Agence française pour la biodiversité, les Agences de l'eau et de nombreuses collectivités territoriales françaises.

Suivi de la qualité de l'eau à Madagascar

Garantir l'accès à une eau potable implique nécessairement de se soucier de la qualité de l'eau mobilisée et distribuée. À Madagascar, assurer un suivi de la qualité de l'eau constitue un réel défi. L'enclavement des villages, la centralisation des laboratoires à Antananarivo, la difficulté de s'approvisionner en matériel d'analyse... sont autant d'obstacles auxquels doivent faire face les intervenants dans la gestion des services d'eau potable.

Ce cahier technique rappelle, dans un premier temps, le cadre réglementaire relatif à la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine à Madagascar puis propose des pistes d'actions pour être en mesure, d'une part, de connaître la qualité de la ressource et, d'autre part, d'effectuer un suivi de la qualité de l'eau distribuée garantissant sa salubrité. Des retours d'expériences sont également référencés tout au long du document afin de partager des initiatives adaptées aux réalités de terrain et aux moyens disponibles, dont les porteurs de projets pourront s'inspirer.

Accédez à la version numérique
en scannant le QR code.



MADAGASCAR

