



POLITIQUE de la QUALITE DE L'EAU

**WATERAID MADAGASCAR
MADAGASCAR
Février 2004**

Sommaire : Ce document est présenté aux organisations concernées pour servir de base de discussion. A noter, en particulier, le besoin d'agrément sur les normes de qualité, les programmes d'analyse et les méthodes et laboratoires les plus adaptés. Des discussions seront entamées pendant le premier semestre de l'an 2002 pour approfondir ces questions et peaufiner la présente proposition de politique. Seront consultés les organisations partenaires, les organismes gouvernementaux, les organismes internationaux les organisations de recherche et laboratoires et WaterAid International

Mots clés : recherche, technique, traitement de l'eau, qualité de l'eau, droits a l'eau, habitudes d'hygiène

TABLE DE MATIERES

1. INTRODUCTION	3
a. Contexte géologique et climatique	3
b. Répartition et qualité des ressources en eaux	3
2. OBJECTIFS D'UNE POLITIQUE D'ETUDE ET DE SUIVI DE LA QUALITE DE L'EAU	4
3. CADRE LEGAL ET REGLEMENTAIRE A MADAGASCAR	5
4. ORGANISMES ŒUVRANT DANS L'ANALYSE DE L'EAU POTABLE	5
5. ETUDE ET SUIVI DE LA QUALITE DE L'EAU	6
6. ROLES ET IMPORTANCES DES ELEMENTS CHIMIQUES DANS L'EAU	6
7. NORMES QUANTITATIVES	8
8. PROPOSITION D'UN PROGRAMME D' ANALYSES	10
9. METHODES D'ANALYSE	11
10. RESUME DES PROPOSITIONS DE TENEURS LIMITES, DE REGIMES ET DE METHODS D' ANALYSES	12
11. PROPOSITION D'INTERVENTIONS POUR WATERAID	13
12. UTILISATION DES RESULTATS	13
Annexe 2 Quelques indications sur les éléments à analyser	17
Annexe 3 : Classification des eaux selon la qualité : un exemple d'un schéma	22
Annexe 4 : Fiche d'investigation sanitaire (exemple)	23

1. Introduction

a. Contexte géologique et climatique

La répartition et la qualité des ressources en eaux dépendent de la géologie et du climat du pays et de l'assainissement (pollution).

D'après Rakotondrainibe Jean Herivelo (Les eaux souterraines de Madagascar- HY 733 ; avril 1983), du point de vue géologique et géomorphologique, Madagascar est formé pour les deux tiers de sa superficie par des roches magmatiques et métamorphiques d'âge précambrien, constituant la zone des hauts-plateaux du Centre, et pour le tiers restant par des roches sédimentaires formant les bassins côtiers du Nord, de l'Ouest, du Sud et de l'étroite bande de l'Est.

Concernant le climat et la pluviométrie Madagascar est divisé en trois régions:

- l'Est et le Nord, climat tropical humide, à pluviométrie élevée (supérieure à 2000 mm de pluie par an) ;
- les Hautes Terres Centrales, climat tropical d'altitude, à pluviométrie moyennes (comprise entre 1000 et 2000 mm)
- l'Ouest et le Sud , climat tropical sec à semi-aride, à faible pluviométrie (pluviométrie décroissant de 1000 à 300 mm du Nord au Sud).

Pour ce qui est de la température, elle varie de 16° à 20° sur les Hauts-plateaux. Sur les côtes elle dépend de la latitude et décroît de 26° au nord à 23° au sud, l'Ouest étant plus chaud que l'Est.

b - Répartition et qualité des ressources en eaux

Du fait de ce contexte la situation des ressources en eaux se présente de la façon suivante (Rakotondrainibe Jean Herivelo :Les eaux souterraines de Madagascar- HY 933 ; avril 1983) :

- dans la zone des hauts plateaux :

Les eaux de surface sont abondantes, peu minéralisées, de bonne qualité physico-chimique dans les bassins supérieurs, mais deviennent fortement chargées en matériaux en suspension dans les cours inférieurs.

Les eaux souterraines sont contenues dans les nappes d'altération et de fissuration des roches métamorphiques et magmatiques, et dans les nappes d'alluvions. Elles sont en général de bonne qualité physico-chimique, faiblement minéralisées, mais riches en fer pour les nappes alluviales.

L'approvisionnement en eau potable est assuré, par ordre décroissant du nombre d'infrastructure en place, par système gravitaire à partir des sources issues des nappes d'altération ou d'alluvions, par des captages dans des eaux de surface (lacs et rivières), par des puits dans les nappes d'alluvions ou d'altération. La qualité de l'eau, naturellement bonne, peut

être préservée par la mise en place de périmètre de protection, et par l'éducation et la mobilisation des bénéficiaires en vue d'assurer la surveillance de l'évolution de la qualité physico-chimique de l'eau et le respect du périmètre de protection.

- dans les bassins sédimentaires

Les eaux de surface ont une bonne qualité chimique (eaux douces avec minéralisation normale) sauf pour le cours inférieur de certaines rivières où on observe une forte salinité en période d'étiage. La qualité physique des eaux est caractérisée par une forte teneur en particules argileuses d'origine latéritique.

Les eaux souterraines sont rencontrées, en grande quantité, à des profondeurs généralement supérieures à 20 m, dans des formations perméables (sables et grès) ou fissurées (calcaires). Elles sont de qualité variable, et sont généralement minéralisées, pouvant être salées dans les nappes du sud et les nappes en bordure des mers. Il faut également noter que des fortes concentrations en NaCl et SO₄ peuvent être rencontrées loin de la mer et en particulier dans la région de Betioky.

L'accès à l'eau potable s'effectue par des forages et des puits dans les bassins sédimentaires de l'Ouest et du sud, par des puits et quelques captages d'eaux de surface (lacs et rivières) dans les zones côtières du Nord et de l'est.

Les eaux captées par les forages et les puits peuvent rester de bonne qualité si des mesures adéquates de protection et d'utilisation sont prises comme margelle appropriée et pompe obligatoires pour les puits.

Celles issues des captages d'eaux de surface doivent être traitées. Les principaux problèmes de qualité d'eaux rencontrés sont les minéralisations élevées de certaines eaux dans les nappes du sud et des zones côtières, les risques de pollution domestique dans les nappes peu profondes et les eaux de surface des bassins du Nord et de l'Est, les fortes teneurs en matières argileuses des eaux de surface des bassins ouest.

2. Objectifs d'une politique d'étude et de suivi de la qualité de l'eau

WaterAid Madagascar voudrait contribuer à la mise en place d'une politique relative à l'étude et au contrôle de la qualité de l'eau à Madagascar en s'appuyant sur la consultation et la discussion avec les organisations et autorités nationales pertinentes.

Pour ce faire, WaterAid Madagascar propose le présent document pour discussion avec les entités concernées, à savoir les autorités malagasy, les partenaires de WaterAid dans le pays, les autres organisations œuvrant dans le domaine de l'eau potable à Madagascar et les instances dirigeantes de WaterAid en Angleterre.

WaterAid Madagascar se fixe l'objectif que la qualité des eaux potables livrées aux consommateurs des projets qu'elle appuie soit :

- Sans aucun risque pour la santé lors de son utilisation
- dans la mesure du possible, conforme aux normes nationales pertinentes établies et en tout cas acceptable pour les autorités locales et nationales
- acceptable pour les consommateurs en son apparence et goût.

WaterAid Madagascar se fixe aussi le but d'augmenter à partir des projets qu'elle appuie les connaissances nationales sur la qualité des eaux, tout en suscitant le partage des informations et des données pertinentes.

3. Cadre légal et réglementaire à Madagascar

Le Ministère responsable du secteur est celui de l'Energie et des Mines, dont la Direction de l'exploitation de l'Eau a été consultée pendant le développement de cette politique.

Le secteur de l'eau et de l'assainissement est régi par la loi 98-029 portant Code de l'Eau, promulguée en janvier 1999. Le Code organise le service public d'approvisionnement en eau potable ainsi que l'assainissement des eaux usées domestiques. Il précise entre autre que « Les communes rurales et urbaines sont les maîtres d'ouvrages des systèmes d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement collectif des eaux usées domestiques, situés sur leur territoire respectif... » Mais que « aussi longtemps que celles-ci... ne satisferont pas aux critères de capacité définis par décret pour l'exercice de tout ou partie des responsabilités incombant aux maîtres d'ouvrage, celles-ci seront exercées par le Ministre chargé de l'Eau Potable jusqu'à leur habilitation ».

D'autre part « ...les communautés, et/ou les "Fokontany", peuvent, à leur demande, exercer la maîtrise d'ouvrage déléguée des petits systèmes ruraux d'approvisionnement en eau potable situés sur leur territoire avec l'accord de l'Organisme Régulateur. »

L'Article 38 du Code déclare que « 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 à des normes organoleptiques, physico-chimiques, bactériologiques et biologiques fixées par décret. » A la date de production du présent document, ce décret annoncé par le code de l'eau n'est pas encore sorti.

Le Ministère de l'Energie et des mines a préparé un projet de texte contenant des normes de potabilité. Ce document qui a été longuement analysé et a été amendé à l'issue de discussions entre spécialistes de la qualité de l'eau lors de l'atelier national intitulé « atelier d'uniformisation des indicateurs du secteur de l'eau et de l'assainissement » organisé par le Ministère de l'énergie et des mines et le programme AEPSPE (assainissement, eau potable, soins primaires de l'environnement), financé par l'UNICEF, et qui a eu lieu en octobre 1998 au palais des sports – Mahamasina. Il devra être soumis à une validation officielle du gouvernement malgache comme texte d'application du code de l'eau et est reproduit en annexe de cette étude. (voir Annexe 1).

Le Code de l'Eau responsabilise l'exploitant pour la qualité des eaux domestiques. L'Article 58 déclare que « Tout exploitant est tenu de surveiller en permanence la qualité des eaux au moyen de vérifications régulières qu'il doit mettre à la disposition de l'administration compétente, et, il doit l'informer de toute variation des seuils limites imposés ou de tout incident susceptible d'avoir des conséquences pour la santé publique. »

4. Organismes œuvrant dans l'analyse de l'eau potable

Les organismes qui interviennent pour les analyses physico-chimiques de l'eau d'alimentation sont le Ministère de l'Energie et des Mines et la JIRAMA pour la détermination des ions majeurs selon la méthode analytique physico chimiques classique, et l'INSTN (institut national des sciences et techniques nucléaires) pour l'analyse des ions et de la radio-activité des eaux en utilisant la technique isotopique et des traces.

L'Institut Pasteur est l'organisme chargé de l'analyse bactériologique de l'eau.

Le CNRE (Centre national de recherches sur l'environnement) rattaché au Ministère chargé de la recherche possède aussi un laboratoire d'analyses physico-chimiques et entreprend des analyses d'eaux brutes dans le cadre d'études sur les ressources en eaux surtout de surface. Il a réalisé en partenariat avec CARE une activité visant le développement de l'étude de la qualité des eaux à Madagascar, notamment par le renforcement de ses capacités par l'obtention de kits portables d'analyses des eaux.

Les données sont en principe centralisées au niveau du Ministère de l'Energie et de Mines mais dans le contexte actuel la coordination des activités du secteur de l'eau et de l'assainissement présente encore des lacunes et nécessite un renforcement.

Dans le projet de décret d'application relatif à la surveillance de l'eau, le Gouvernement propose une reconnaissance officielle des laboratoires cités ci-dessus pour servir d'intervenants dans l'analyse des eaux. Ce projet est actuellement en cours.

5. Etude et suivi de la qualité de l'eau

L'étude de la qualité des eaux à Madagascar a été effectuée à partir de l'interprétation des bulletins d'analyses physico-chimiques effectuées sur les échantillons d'eaux prélevés dans les puits et forages, points d'eaux traditionnels, sources, rivières et lacs, inventoriés dans le BIRH, (bureau d'inventaire des ressources hydrauliques), puis dans le BDRSM (banque de données des ressources en eaux souterraines), se trouvant à la direction de l'exploitation de l'eau du ministère de l'énergie et des mines, dans les points d'eaux du projet IRNT (inventaire des ressources naturelles terrestres) du CNRE, dans les ouvrages réalisés actuellement dans les projets (Projet 150 forages dans le sud du programme AEPSPE, Paepar, développement des eaux souterraines dans le Menabe-coopération japonaise, composante eau-Pnud.

Des appréciations synthétiques sur la qualité des ressources en eaux se trouvent dans des rapports existant au ministère de l'énergie et des mines dont principalement les documents suivants : « contribution à l'étude des sources thermales et des eaux souterraines » de H.Besairie TBG n°92- 1959 ; « Les eaux artésiennes de Madagascar » de H.Besairie Bulletin de l'Académie des sciences- 1958 ; « Les ressources en eaux de Madagascar de Rakotondrainibe J. Herivelo- HY 596- 1974 ; « Les Eaux Souterraines de Madagascar » de Rakotondrainibe J. Herivelo- HY 733- 1983. Ces deux dernières études ont permis de définir et de caractériser les unités hydrogéologiques de Madagascar, notamment en ce qui concerne les différentes qualités d'eaux par unités, lesquelles ont été reproduites dans un document du PNUD intitulé « les eaux souterraines de l'Afrique orientale, centrale et australe » Ressources naturelles/série eau n°19, Nations Unies- 1988. Ces unités ont été reprises dans la détermination des 8 zones hydrogéologiques utilisées pour mettre en place la BDRSM de la direction de l'exploitation de l'eau.

6. Rôles et importances des éléments chimiques dans l'eau

Une étude de la qualité des eaux se fixe généralement les 2 objectifs suivants :

-connaître quelle est la qualité naturelle d'une eau brute en vue de prendre des décisions d'actions pour assurer son utilisation éventuelle pour l'approvisionnement en eau potable ;

-apprécier la qualité d'une eau en exploitation pour savoir si elle a pu garder ses caractéristiques de potabilité, vérifier s'il n'y a pas eu détérioration de cette qualité par une pollution accidentelle, essayer de comprendre l'origine de cette pollution en vue de prendre les mesures de correction ou de protection.

Il s'agit de voir :

- Quels sont les ions présents dans l'eau,
- à quels taux ces ions sont rencontrés par rapport à des valeurs de référence fixées dans le cadre réglementaires pour définir la potabilité,
- proposer des actions de traitement nécessaire en vue de ramener ces valeurs vers les chiffres de référence de potabilité.

Les éléments chimiques présents dans l'eau n'ont pas la même importance. Ils peuvent être classés en:

- éléments normaux de l'eau : l'eau potable doit en contenir, si possible, en quantité souhaitable. Ce sont : Ca^{++} , Mg^{++} , CO_2^{++} , HCO_3^- , CO_3^{--} , SO_4^{--} , Cl^- .
- éléments indices de pollution d'origine organique : la variation de teneur de ces éléments est à surveiller. Ce sont : les matières organiques (ou coefficient d'oxydabilité de l'eau), l'oxygène dissous, les matières azotées (l'azote ammoniacal, les nitrites ; les nitrates), les phosphates.
- éléments à rechercher dans le cas de pollution d'origine industrielle, subdivisés en :
 - * éléments considérés comme indésirables : la présence de ces éléments à des teneurs dépassant des doses spécifiques provoque des gênes dans l'utilisation de l'eau. Ce sont : le Fer, le Zinc, le Cuivre, le Manganèse, les Phénols, le Nickel.
 - * éléments considérés comme toxiques : l'existence même, ou la présence à des doses dépassant des limites spécifiques de ces éléments peuvent causer des altérations graves à l'organisme. Ce sont : l'Arsenic, le Chrome hexavalent, le Plomb, les Cyanures, le Sélénium, le Fluor.

La détermination de la potabilité de l'eau doit comporter aussi une analyse bactériologique dont l'objectif est de s'assurer que l'eau n'a pas été infectée par des pollutions d'origine organique surtout faecale, ne contient ni organismes parasites ou pathogènes, ni d'organismes indices de pollution faecale (escherichia coli, coliformes,, streptocoques fécaux, clostridium sulfito-réducteurs).

A partir de cette considération sur le rôle et l'importance de chaque élément dans la détermination de la potabilité de l'eau et les décisions à prendre dans la protection de la qualité de l'eau, les propositions d'actions qui peuvent être faites doivent tenir compte de certains paramètres concernant les coûts d'analyse et l'accessibilité à des techniques permettant la réalisation d'analyses systématiques dans toutes les régions de Madagascar.

7. Normes quantitatives

Les rôles et importances des éléments chimiques une fois identifiés, tout en reconnaissant les obstacles en termes de financement et d'équipement et d'expertise disponible, il faut proposer des taux limites acceptables de présence de ces minéraux dans l'eau potable.

La proposition consiste à reprendre le texte élaboré lors de la rencontre nationale intitulée « atelier d'uniformisation des indicateurs du secteur de l'eau et de l'assainissement », cité ci-dessus et reproduit en annexe 1.

Ce texte préparé par des spécialistes malgaches de la qualité des eaux de boisson dans le pays, reprend les normes de l'OMS avec des adaptations jugées pertinentes au cas de Madagascar.

La contribution de Wateraid devrait viser l'amélioration de ce texte en exploitant l'expérience sud africaine (titre d'exemple une page de ce document est incluse dans l'Annexe 3) et à partir de discussions qui pourraient être organisées concernant les normes qui peuvent être appliquées à Madagascar, plutôt que de proposer un autre texte de normes.

WaterAid Madagascar propose d'assurer que les eaux de boisson fournies aux consommateurs suivent les normes ci-dessus (Tableau 1). WaterAid Madagascar propose pour chaque élément deux valeurs : une « limite souhaitable » et une « limite absolue ». Les limites souhaitables, ou idéales, sont les valeurs données par les *Directives* de l'OMS, sauf pour l'arsenic où la limite est plus stricte. Les limites absolues sont définies dans le souci de sauvegarder toujours la santé des consommateurs, mais en tenant compte des contraintes trouvées dans certaines régions du pays. Ces limites sont inspirées par le *Guide* de l'Afrique du Sud et par les discussions entre WaterAid Madagascar et ses partenaires gouvernementaux et non gouvernementaux dans le pays. Quelques indications de plus sur les raisons de la choix des éléments et de la définition des limites sont présentées dans l'Annexe 2.

WaterAid demande à ses partenaires de montrer qu'il n'y a aucune doute raisonnable que la qualité de l'eau de boisson fournie satisfait la limite absolue. En même temps WaterAid demande aussi aux partenaires de justifier pleinement l'approvisionnement d'une eau qui satisfait seulement une limite absolue et non pas la limite idéale.

Tableau 1: Normes quantitatives proposées

Élément (unités de mesure)	Limite idéale (souhaitable) ¹	Limite absolue ²	Remarques (voir aussi l'Annexe 2)
Conductivité (µS/cm)	2 000	3 400	Dans certaines régions (en particulier le sud-ouest) le manque d'une eau plus douce nous amène à permettre une salinité (et donc conductivité) assez élevée. Les testes peut être limité à ces zones où ce trouve une salinité assez élevée comme les zones côtier indiqué dans le BGS.
pH	entre 6,5 et 8,5	entre 4,5 et 10	Les eaux souterraines du socle ont souvent un pH plus acide que l'idéal, mais sont la seule source fiable dans certaines zones. Si le pH est si haut qu'il corrode, ça sera mieux d'essayer de trouver un autre source
Turbidité (UNT)	5	20	Si l'eau sera chlorée, la limite est de 1UNT . Normalement c'est possible à voir à l'œil nu
Coliformes fécaux (col/100 ml)	0	10	Pour certaines types de source il est jugé plus efficace de permettre une contamination limitée de l'eau que de demander des mesures de protection ou de traitement complexes. Le principe sur les puits creuser à la main c'est qu'il donne beaucoup plus de l'eau avec un contamination sensiblement plus bas que les sources existantes
Fluor (mg/l)	1,5	8 ³	Les testes peut être limité à ces zones où ce trouve une salinité assez élevée comme ces zones côtier indiqué dans le BGS et pas forcément sur chaque puit mais dans un pourcentage (par exemple 10%).
Arsenic (µg/l)	10	50	La valeur de l'OMS a été récemment révisée de 50 à 10 µg/l. Vu la difficulté d'effectuer des analyses sur terrain, l'alcalinité peut être utile comme indicateur, avec le fer et le pH. Les kits Merck sont un possibilité dans les régions où il y a un risque de contamination.
Nitrate (mg/l NO ₃)	50	100	Le nitrate peut présenter un risque pour la santé en transformant en nitrites dans le corps et peut poser un danger si très élevée pour des jeunes enfants de quelque mois. Les plus grands risques sont dans le milieu urbain (eau déchets des usines, beaucoup de latrines etc.) et dans les zones d'agriculture intensif (beaucoup d'engrais).
Nitrite (mg/l)	0.2	3	Le nitrite peut présenter un risque pour la santé des jeunes enfants de quelque mois. Voir

¹ Ces valeurs sont les valeurs guides de l'OMS

² Ces valeurs sont valables dans les conditions spécifiées dans le texte.

³ Ces valeurs sont les valeurs guides de Tanzanie 1974

NO ₂)			nitrate au-dessus
Fer* (mg/l)	0,3	5	Le fer n'étant pas un élément dangereux à la santé, on permettra un niveau plus élevé que l'idéal si c'est d'origine naturel
Manganèse (mg/l)	0,1	4	Le manganèse n'étant pas un élément dangereux à la santé, on permettra un niveau plus élevé que l'idéal si c'est d'origine naturel

*Pour le fer, les gens refusent souvent de consommer une eau ferrugineuse car elle rougit très vite et ne permet pas de cuire facilement les aliments.

8. Proposition d'un programme d'analyses

Pour l'étude et le suivi de la qualité de l'eau la programmation présentée ci-dessous est proposée.

Deux types d'analyses doivent être distingués, à savoir celles complètes et détaillées effectuées par des laboratoires localisés à Antananarivo qui doivent être appliquées pour l'eau distribuée en milieu urbain, mais aussi pour toutes les eaux d'alimentation lorsque des expertises sur la qualité de l'eau sont indispensables (cas d'épidémie par exemple), et celles devant être réalisées sur sites pour des raisons d'efficacité.

En effet, pour être efficace les analyses doivent être :

- facilement et rapidement réalisables selon les besoins,
- effectuées par des méthodes fiables, rapides, à moindre coût, utilisant un appareillage simple, si possible transportable sur sites,
- réalisées par des prestataires de services dont les activités sont prises en charge par les bénéficiaires à partir d'un prélèvement sur la caisse villageoise constituée par le recouvrement des coûts, pour assurer la systématisation et la fiabilité des données.

Les propositions d'actions pour le contrôle et le suivi de la qualité des eaux sont donc les suivantes :

1-Pour l'approvisionnement en eau potable en milieu rural :

- analyse systématique du pH, de la conductivité, de la turbidité de toutes les ressources en eaux destinées à l'approvisionnement en eau potable ;
- analyse bactériologique systématique et analyse physico-chimique jusqu'à la recherche des éléments indices de pollution organique des ressources en eaux destinées à l'approvisionnement en eau potable, montrant des variations anormales de conductivité, ou situées dans les environs de sources potentielles de pollution organique (latrines, habitations surpeuplées, dépôts d'ordures, rejets d'eaux usées domestiques, dépôts de fumiers, étables, pâturages, utilisation d'engrais) ;
- analyse bactériologique systématique et analyse physico-chimique jusqu'à la recherche des éléments indices de pollution industrielle des ressources en eaux destinées à

l'approvisionnement en eau potable, montrant des variations anormales de conductivité, ou situées dans les environs de sources potentielles de pollution industrielle ;

2-Pour l'approvisionnement en eau potable en milieu urbain :

- analyses physico-chimique et bactériologique complètes systématiques d'une eau d'une installation d'approvisionnement en eau potable.
- analyses physico-chimique et bactériologique complètes d'une eau destinée à un système d'approvisionnement en eau potable.

La réalisation d'analyses répétées pourrait être nécessaire pour vérifier la variabilité saisonnière de la qualité, surtout pour les points d'eau mal protégés (puits sans pompes, sources non profondes, eaux de surface ...).

Dans certains cas une seule analyse (pouvant concerner plusieurs échantillons) pourrait être suffisante. Pour d'autres (et surtout pour les eaux de surface, les sources naturelles et les puits creusés à main) il pourrait être nécessaire de répéter les tests à différentes saisons pour avoir des résultats représentatifs. Stériliser les puits et placer des pompes sur des margelles correctes

Pour étoffer les informations fournies par l'analyse bactériologique WaterAid suggère de prendre des échantillons d'eaux auprès des ménages et d'enquêter sur l'utilisation des installations sanitaires. L'étude des échantillons d'eaux obtenus auprès des ménages sont nécessaires pour qu'on ait un aperçu des changements possibles de la qualité bactériologique entre le point de prélèvement de l'eau et le point de son utilisation. Les inspections sanitaires sont réalisées sur la base d'un questionnaire (voir Annexe 4) et sont utilisées pour déterminer l'origine d'une contamination bactériologique constatée ou pour suivre la probabilité de contamination d'une source d'eau dans le temps. Elles peuvent être réalisées par un prestataire de service avec un équipement portatif.

Entre 3% et 5% des analyses réalisés sur terrain devraient être confirmées par un laboratoire de référence reconnu. Les laboratoires reconnus à Madagascar sont les laboratoires de la Jirama et du MEM pour les analyses physico-chimiques, et l'Institut Pasteur pour les analyses bactériologiques.

9. Méthodes d'analyse

Pour chaque type d'analyse, il faut choisir la méthode qui paraît la plus appropriée. Les points à considérer concernent la disponibilité, la capacité et le coût des laboratoires publics ou privés existants dans le pays, ainsi que la faisabilité, la fiabilité et les coûts des analyses réalisées sur terrain. A Madagascar les grandes distances aux sites de travail et les difficultés de transport font que l'analyse sur terrain soit souvent plus réaliste. Mais pour certaines analyses la difficulté (voir l'impossibilité) de les faire sur terrain rend obligatoire le recours à un laboratoire.

Plusieurs éléments chimiques peuvent être analysés sur terrain par un colorimètre ou un photomètre. Le pH et la conductivité peuvent être mesurés par un Ph-mètre ou un conductivimètre. L'analyse bactériologique nécessite un équipement spécial. Quelques éléments chimiques (dont l'arsenic) n'ont pas encore de méthode d'analyse sur terrain.

10. Résumé des propositions de teneurs limites, de régimes et de méthodes d'analyses

A la lumière des discussions développées ci-dessus, WaterAid Madagascar recommande les analyses présentées dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Proposition de taux limites de présence des ions et de régimes et méthode d'analyse

Elément (unités de mesure)	Limite idéale (souhaitable)	Limite absolue	Régime d'analyse ⁴	Méthode d'analyse
Conductivité (µS/cm)	2 000	3 400	1	Sur terrain, conductivimètre
PH	entre 6,5 et 8,5	entre 4,5 et 10	1	Sur terrain, pH-mètre
Turbidité (NTU)	5	20	1	Sur terrain
Coliformes fécaux (col/100 ml)	0	10	1	Sur terrain, filtration par membrane Zero en sortie de l'ouvrage
Fluor (mg/l)	1,5	8	2	Sur terrain, colorimètre
Arsenic (µg/l)	10	50	2	Sur terrain, avec un équipement portatif.
Alcalinité (mg/l)	--	--	2	Sur terrain, colorimètre
Nitrate (mg/l NO ₃)	50	100	2	Sur terrain, colorimètre
Nitrite (mg/l NO ₂)	0.1	3	2	Sur terrain, colorimètre
Fer (mg/l)	0,3	5	2	Sur terrain, colorimètre
Manganèse (mg/l)	0,1	4	2	Sur terrain, colorimètre

⁴ Le régime est indiqué pour les petits systèmes desservant moins que 1,500 personnes. Pour les systèmes plus grands un régime particulier doit être défini avec l'organisation partenaire et le maître d'ouvrage.
VERSION NO 3, FEVRIER 2003

11. Proposition d'interventions pour WaterAid

Au sein de WaterAid Madagascar, une personne sera nommée responsable de la qualité de l'eau dans les projets appuyés par le programme. Cette personne sera chargée du suivi des actions et activités appuyées par WaterAid dans le cadre de la mise en pratique de la présente politique. WaterAid encourage les organisations partenaires à nommer eux aussi un responsable de la qualité des eaux.

WaterAid Madagascar est disposé à assister les organisations partenaires pour la formation de ses agents pour l'analyse des eaux et pour l'interprétation des résultats. Il peut aussi apporter son appui dans l'acquisition des équipements nécessaires. WaterAid encourage les partenaires à identifier dans les budgets des projets appuyés par l'organisation une rubrique pour l'analyse de l'eau.

WaterAid encourage ses partenaires à collaborer avec d'autres agences concernées par le secteur en partageant des informations sur la qualité des eaux, et en coopérant avec les gouvernements provinciaux et national dans leurs efforts pour établir des bases de données publiques.

12. Utilisation des résultats

Les résultats des analyses devront être communiqués à la communauté et à la commune concernée. WaterAid Madagascar demande à ses partenaires opérationnels de fournir un résumé de toutes les analyses réalisées et de le transmettre à tous organismes intéressés et aux autorités compétentes en matière de qualité de l'eau, en particulier tout résultat anormal (en dehors de la limite "idéale").

Ces organismes et autorités peuvent inclure :

- les autorités concernées par le secteur de la santé
- des agences impliquées dans des projets d'eau potable
- des instituts de recherche ou autres concernés par la qualité de l'eau
- des organisations chargées de maintenir des bases de données

Les résultats doivent être présentés aux communautés et aux communes accompagnés de toutes les explications nécessaires.

Annexe 1 : Projet de décret d'application

(Article 6 du Décret)

POTABILITE

I. DEFINITION

Toute eau destinée à l'alimentation humaine ne doit jamais être susceptible de porter atteinte à la santé de ceux qui la consomment.

Elle doit de plus, si possible, être agréable à consommer.

Elle doit présenter les caractères suivants :

II .CARACTERES ORGANOLEPTIQUES ET PHYSIQUES

1. L'eau doit être si possible :

- sans odeur,
- sans couleur,
- sans saveur désagréable

2. La température

La température recommandée est 15° (une température supérieure provoque la prolifération des germes) - mais peu d'eau à Madagascar sont inférieures à 15 degré, voir les températures moyennes de l'air qui en première approche reflètent bien la température des eaux de subsurfaces

3. La turbidité

La turbidité ne doit pas dépasser, si possible, 5NTU ;

4. La conductivité

Elle doit être mesurée dans le but de surveiller la pollution. Deux mesures doivent être faites par an au minimum :

- 2 fois par an au minimum en milieu rural (1 en saison sèche et 1 en saison humide)
- Une fois par trimestre en milieu urbain

Une analyse doit être faite dès que les conditions locales changent (installation d'usine ou d'habitation à proximité).

La conductivité devrait être si possible inférieure à 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C

5. Le P H :

Le PH recommandé est compris entre 6,5 et 8,5 ;

III . CARACTERES CHIMIQUES

L'eau potable doit avoir une composition chimique ayant les caractéristiques suivantes :

- contenir en quantité souhaitable un certain nombre d'éléments minéraux (dits éléments normaux de l'eau), à savoir Ca^{++} , Mg^{++} , CO_2^{++} , HCO_3^- , CO_3^{--} , SO_4^{--} , Cl^- .
- contenir en quantité à des taux inférieurs à des valeurs déterminées :
- des éléments à rechercher en cas de pollution d'origine organique (la variation de teneur de ces éléments est à surveiller). Ce sont : les matières organiques (ou coefficient d'oxydabilité de l'eau), l'oxygène dissous, les matières azotées (l'azote ammoniacal, les nitrites ; les nitrates), les phosphates.

- Des éléments à rechercher dans le cas de pollution d'origine industrielle, subdivisés en :
 - éléments considérés comme indésirables : la présence de ces éléments à des teneurs dépassant des doses spécifiques provoque des gênes dans l'utilisation de l'eau. Ce sont : le Fer, le Zinc, le Cuivre, le Manganèse, les Phénols, le Nickel.
 - éléments considérés comme toxiques : l'existence même, ou la présence à des doses dépassant des limites spécifiques de ces éléments peuvent causer des altérations graves à l'organisme. Ce sont : l'Arsenic, le Chrome hexavalent, le Plomb, les Cyanures, le Sélénium, le Fluor.

1. Eléments normaux de l'eau

	Minima	ADMISSIBLES MAXIMA
Ca		200 mg/l
Magnésium		50
Chlorure		250 mg/l
Sulfate		250 mg/l
O ₂ dessous % de saturation	75%	300 exprimée en CaCO ₃
Dureté		?

2. Eléments à rechercher en cas de pollution organique

Les variations de teneur de ces éléments indiquent une pollution chimique. Une teneur supérieure au chiffre prescrit ci-dessous est d'origine anormale.

	MAXIMA (MG/ L)
Matières organiques	2 O ₂
Ammonium	0,5 (NH ₄ -)
Nitrate	0,1 (NO ₃ -)
Nitrites	50 (NO ₂ -)
Azote total	2 (N)
Phosphor	5 (P ₂ O ₅)

3-éléments à rechercher dans le cas de pollution d'origine industrielle

a- éléments indésirables : une teneur supérieure au chiffre indiqué ci-dessous est à l'origine de gêne dans l'utilisation de l'eau

Manganèse	0,05 (Mn 2+)
Fer	1 (Fe+)
Phénol	0
Chlore libre	
Zinc	5 (Zn ²⁺)
Argent	0,01 (Ag ⁺)
Cuivre	1 (Cu ²⁺)
Aluminium	0,2 (AL ³⁻)

b-Eléments toxiques : une teneur supérieure au chiffre indiqué ci-dessous porte atteinte à la santé

Arsenic	0,05 mg /l
Chrome hexavalent	0
Cyanure	0
Fluor	1 mg/l
Plomb	0,05 mg/l
Nickel	0,05 mg/l
PCB (polychloro-biphenyl)	0
Zn zinc	5 mg/l
Cadmium	0,01 mg/l
Mercur	0
Ba	1 mg/l
Pesticides*	

Pour les éléments toxiques :

- 1) l'analyse est systématique et la fréquence est de une fois par an
- 2) Des analyses seront effectuées en présence de risque de pollution en amont

III- CARACTERISTIQUES BACTERIOLOGIQUES

L'eau livrée à la consommation humaine doit être exempte de germes pathogènes et de germes indicateurs de pollution fécale à savoir :

. coliformes fécaux	0/100 ml
. streptocoques fécaux	0/100 ml
. coliformes thermorésistants (E.coli)	0/100ml
. Clostridium sulfite-réducteur	0/ 20ml

Annexe 2 Quelques indications sur les éléments à analyser

1. La conductivité

Pourquoi la mesurer?

La conductivité est une mesure générale de la qualité de l'eau, qui indique la quantité totale des sels dissous. Si la conductivité est élevée le goût de l'eau sera normalement salé (mais pas forcément. Une eau contenant beaucoup de sulfate apparaîtra moins salée qu'un eau riche en NaCl). En plus une haute conductivité indique la possibilité de la présence à un niveau important des ions dangereux à la santé et de la corrosivité de l'eau.

Moyen à mettre en œuvre

La conductivité est facilement mesurée sur place avec un conductivimètre, colorimètre ou photomètre.

Pourquoi les limites sont-elles définies aux niveaux indiqués?

A un niveau plus élevé que 2 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ le goût de l'eau devient salé et elle peut être rejetée par les consommateurs. De effets néfastes sur la santé sont à craindre à partir d'une valeur de 3 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, surtout pour les enfants de moins d'une année (mais qui sont souvent encore au sein au mois pour les six premiers mois) et pour des individus avec des problèmes de santé cardio-vasculaires ou des reins.

Les testes peut être limité à ces zones où ce trouve une salinité assez élevée comme les zones côtier indiqué dans le BGS.

Où conductivité est un problème quels sont les options?

- Chercher une nappe plus profond ou moins profond ou un autre source de l'eau avec un pH plus acceptable
- Collecter l'eau de pluie

Désaliénation n'est probablement pas un option réalisable sauf que dans les cas extrême parce que le taux de production avec les options 'low tech' est très bas et les options 'high tech' coût très cher.

2. Le pH

Pourquoi la mesurer?

Le pH est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité. Il a un effet important sur le goût de l'eau. Il indique aussi des possible problèmes de corrosion et la possibilité de la présence des métaux toxiques.

Moyen à mettre en œuvre

Le pH doit être mesuré sur place car il a tendance à changer avec le stockage de l'eau. Un pH- mètre ou un photomètre ou colorimètre peut être facilement employé.

Pourquoi les limites sont-elles définies aux niveaux indiqués?

Les eaux naturelles ont en général un pH qui varie entre 6,5 et 8,5. Si le pH est en dessous de 4,5, des irritations des membranes muqueuses peuvent se produire et l'eau devient fortement corrosive, avec un goût aigre. Si le pH est au-dessus de 10, les mêmes irritations se produisent et le goût devient savonneux.

Les tests peuvent être limités à ces zones où se trouve une salinité assez élevée comme les zones côtières indiquées dans le BGS.

Où le pH est un problème, quels sont les options?

- Chercher une nappe plus profonde ou moins profonde ou une autre source d'eau avec un pH plus acceptable
- Collecter l'eau de pluie
- En dernier recours, considérer l'eau de surface avec quelque sorte de traitement (par exemple, massif filtrant : slow sand filter / roughing filter)

3. La turbidité

Pourquoi la mesurer?

La turbidité est un élément d'intérêt pour des raisons esthétiques. Elle est mesurée pour assurer l'acceptabilité de l'eau aux usagers et non pas pour son impact direct sur la santé. Elle a quand même une importance particulière dans le cas des systèmes chlorés (voir ci-dessous).

Moyen à mettre en œuvre

La turbidité est facilement mesurée sur place avec des équipements très simples.

Pourquoi les limites sont-elles définies aux niveaux indiqués?

Une eau avec une turbidité de 5 UNT ou moins paraît limpide aux consommateurs. À un niveau plus élevé, l'eau devient colorée. Un niveau maximal de 20 UNT est suggéré pour le cas d'un petit système ou les consommateurs et le maître d'ouvrage l'accordent et où la diminution de la turbidité n'est plus faisable. Pour des systèmes traités par chloration, la limite est plus sévère (1 UNT) parce que des particules suspendues dans l'eau peuvent empêcher l'action du chlore sur les pathogènes qui s'y attachent.

4. Les coliformes fécaux

Pourquoi les mesurer?

Le niveau de coliformes fécaux est la mesure la plus fréquemment utilisée pour indiquer la présence d'une contamination de l'eau d'origine fécale. Les bactéries coliformes ne sont souvent pas de pathogènes, mais ils sont comparativement faciles à analyser et donnent une indication claire de la présence probable de pathogènes parce qu'ils ne se reproduisent que dans les intestins de certains mammifères, dont les êtres humains.

Moyen à mettre en œuvre

Le développement ou le mort des bactéries pourront se produire dans l'eau prélevée, l'analyse doit être faite dans un délai maximal de 3 heures (24 Heures en cas de préservation dans un réfrigérateur) après l'échantillonnage. Les difficultés de transport à Madagascar priment donc l'analyse sur terrain, qui peut être aussi réalisé à un coût raisonnable.

Pourquoi les limites sont-elles définies aux niveaux indiqués?

La limite idéale (0 coliformes fécaux par 100 ml) élimine toute chance de contamination du consommateur et conséquemment élimine aussi les maladies causées par des pathogènes dans l'eau. Avec un niveau de 10 coliformes fécaux par 100 ml il y a très peu de chance que des maladies hydriques se produisent dans des individus sains. Dans l'environnement des gens il y en a plusieurs autres sources possibles de contamination (les mains sales, la nourriture contaminée, l'environnement insalubre) qui seront donc beaucoup plus important dans le développement de ces maladies. Un niveau jusqu'à 50 coliformes fécaux par 100 ml est envisageable seulement dans le cas où les sources d'eau alternatives présentent un danger nettement plus important pour la santé des usagers. Pour justifier un niveau de contamination entre 10 et 50 coliformes fécaux par 100 ml il s'avère donc nécessaire de comparer les résultats des analyses des nouvelles et des anciennes sources et d'expliquer pourquoi ce n'est pas faisable d'améliorer encore la qualité microbiologique de l'eau fournie.

Où les coliformes fécaux sont un problème qu'est qu'il faut faire?

- Examiner la structure (de la système gravitaire ou le puit) pour trouver où les microbes peuvent entrer. Par exemple les seaux dans les puits, l'aire d'assainissement fissuré, les puits ouvert sans pompes, robinet de borne fontaine pas protégé, le couvercle des tous les ouvrage mal fait ou mal placé..... Et planifier les actions avec la communauté de le réparer, d'informer et sensibiliser les gens ...
- Dans l'environnement des gens est ce qu'il y en a plusieurs autres sources de contamination (les mains sales, la nourriture contaminée, l'environnement insalubre) qui seront très important dans le développement de ces maladies. Et planifier les actions avec la communauté, et informer et sensibiliser les gens ...
- Examiner *le chaîne de l'eau*, c'est à dire le system de transport et le stockage de l'eau à la maison. Est ce que les microbes peuvent entrer? Par exemple les mains dans les seaux, pas de couvercle sur le réservoir à la maison Et planifier les actions avec la communauté, et informer et sensibiliser les gens ...

5. Le fluor

Pourquoi la mesurer?

Le fluor est un élément présent surtout dans les eaux souterraines dans les zones plus arides. Il peut endommager les dents et les os, surtout des enfants s'il y a en trop. Voir ci dessous.

Moyen à mettre en œuvre

Le fluor peut être mesuré par colorimètre ou photomètre sur terrain.

Pourquoi les limites sont-elles définies aux niveaux indiqués?

A un niveau au-dessous de 1,5 mg/l le fluor aide le bon développement des dents. Au-dessus de ce niveau il peut causer la coloration des dents et l'affaiblissement du squelette.

Où fluor est un problème quels sont les options?

- Chercher une nappe plus profonde ou une autre source de l'eau avec un pH plus acceptable
- Collecter l'eau de pluie
- En dernier recours considérer l'eau de surface avec quelque sorte de traitement (par exemple massif filtrant : slow sand filter / roughing filter)

6. L'arsenic

Pourquoi la mesurer?

L'arsenic peut être présent dans l'eau souterraine, en particulier dans des zones minières et dans certaines formations sédimentaires. L'arsenic est une toxine.

Moyen à mettre en œuvre

Il existe actuellement de méthodes fiables pour l'analyse de l'arsenic sur terrain aux niveaux d'intérêt pour la santé. Par exemple les kits Merck (coût : \$80 pour 100 tests) ; Une autre possibilité est l'analyse à un laboratoire comme INSTN.

Pourquoi les limites sont-elles définies aux niveaux indiqués?

A un niveau inférieur à 10 µg/l l'arsenic ne cause pas d'effets importants sur la santé. Avec des valeurs supérieures à 10 µg/l les impacts sur la santé augmentent en mesure de la concentration d'arsenic, mais ils commencent à être importants à environ 50 µg/l.

7. Le nitrate

Pourquoi la mesurer?

Le nitrate est présent surtout dans les eaux souterraines contaminées par des résidus d'engrais ou par les eaux usées domestiques ou de l'élevage. Des effets toxiques sévères sont possibles auprès des enfants.

Moyen à mettre en œuvre

Le colorimètre ou photomètre est facilement employé sur terrain.

Pourquoi les limites sont-elles définies aux niveaux indiqués?

En dessous de 50 mg/l NO₃ le nitrate ne cause pas des effets néfastes. Entre 50 et 100 mg/l NO₃ les effets sur les nourrissons alimentés avec du lait en poudre mélangé avec l'eau avec si peu de nitrates ne sont pas généralement sévères, mais au-dessus de ce niveau les risques augmentent.

8. Le fer

Pourquoi la mesurer?

A des concentrations normalement trouvées dans l'eau le fer n'a pas d'effet sur la santé, mais est un élément nuisible qui cause des mauvais goûts et qui rend "rouge" la lessive et l'aliment cuit avec.

Moyen à mettre en œuvre

Le colorimètre ou photomètre est facilement employé sur terrain.

Pourquoi les limites sont-elles définies aux niveaux indiqués?

A un niveau inférieur à 0,3 mg/l les effets sont minimes. Au dessus de ce niveau le goût et la coloration deviennent de plus en plus marqués et pour un niveau plus élevé que 2 mg/l l'eau risque d'être rejetée par les consommateurs. Toutefois un niveau de 5 mg/l est supportable avec l'aval des consommateurs et en absence d'alternative faisable.

Où fer est un problème quels sont les options?

Des filtres de deferrisation sont faciles à réaliser

9. Le manganèse

Pourquoi la mesurer?

Comme le fer, le manganèse est un élément nuisible qui cause une coloration noire. Il aura des impacts sur la santé seulement à des niveaux très élevés.

Moyen à mettre en œuvre

Le colorimètre ou photomètre est facilement employé sur terrain.

Pourquoi les limites sont-elles définies aux niveaux indiqués?

A un niveau inférieur à 0,1 mg/l les effets sont minimes. Au dessus de ce niveau le goût et la coloration deviennent de plus en plus marqués et pour un niveau plus élevé que 0,5 mg/l l'eau risque d'être rejetée par les consommateurs. Toutefois un niveau de 4 mg/l est supportable avec l'aval des consommateurs et en absence d'alternative faisable.

Annexe 3 : Classification des eaux selon la qualité : un exemple d'un schéma

Annexe 4 : Fiche d'investigation sanitaire (exemple)