

QUALITE DES EAUX

Synthèse effectuée par :

- RAJONSON J.
- RASOLOFONIRINA N.
- RATOAVELOSON J.
- RAVAONINDRIANA N.

I - QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX MALGACHES

1 - CARACTÉRISTIQUE DES EAUX NATURELLES MALGACHES

1.1 - Données générales

- a) Eaux souterraines
- b) Eaux de surface

1.2 - La minéralisation

1.3 - Le transport solide en suspension

2 - LE TRAITEMENT DES EAUX À MADAGASCAR

3 - LES MOYENS DE CONTROLE DE LA QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX À MADAGASCAR

4 - SUGGESTIONS

5 - CONCLUSIONS

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

II - QUALITE BACTERIOLOGIQUE DE L' EAU DE CONSOMMATION

1 - INTRODUCTION

2 - L'ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE

- 2.1. Notion de germes-tests de contamination fécale ou de micro-organismes indicateurs de pollution.
- 2.2. Echantillonnage des prélèvements en vue de leur examen bactériologique
 - 2.2.1. Fréquence des prélèvements
 - 2.2.2. Modes de prélèvement, transport et conservation des prélèvements
- 2.3. Méthodes d'analyses
 - 2.3.1. Méthode de fermentation en tubes multiples
 - 2.3.2. Méthode de filtration sur membrane
 - 2.3.3. Méthodes de référence utilisées au laboratoire de l' I.P.M
- 2.4. Qualité requise pour les paramètres bactériologiques
 - 2.4.1. Eaux brutes utilisées pour la production d'eau livrée à la consommation humaine
 - a) Projet de réglementation française 1984
 - b) Directive du Conseil des Communautés Européennes du 16 juin 1975 (n° 75/440 J.O.C.E. n° L 194/29 du 25 juillet 1975)
 - 2.4.2. Eau distribuée par canalisations
 - a) Eau ayant subi un traitement et entrant dans le système de distribution
 - b) Eau n'ayant pas subi de traitement et entrant dans le système de distribution
 - (c) Eau dans le système de distribution
 - 2.4.3. Eau non distribuée par canalisations
 - 2.4.4. Eau de distribution de secours
 - 2.4.5. Eau de piscine

3. QUELQUES RÉSULTATS

4. COMMENTAIRES

15. CONCLUSIONS

ANNEXES

I - QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DOUCES MALGACHES

Devant les besoins actuels en eau, besoins pressés par la croissance démographique, le développement industriel et agricole, les catastrophes naturelles..., il est nécessaire de connaître le plus précisément possible la qualité des ressources en eau disponibles à Madagascar, afin de permettre la mise en place et l'orientation des plans de recherche, ou d'aménagement, ou de surveillance, ou de protection, destinés à assurer la continuité de la ressource.

Dans l'exposé de ce thème "Qualité des eaux" on présentera l'état actuel des données dont nous disposons sur la qualité physico-chimique et bactériologiques des eaux douces à Madagascar, qu'elles soient souterraines ou de surface.

Les problèmes administratifs et techniques liés au contrôle de ces qualités seront également rapportés ainsi que les besoins et les suggestions pour une meilleure prestation vis-à-vis de tous les demandeurs d'analyse qualitatives de l'eau.

I.1. CARACTÉRISTIQUES DES EAUX NATURELLES MALGACHES

I.1.1. Données générales

a) Eaux souterraines

Sept grandes unités hydrogéologiques définies par la climatologie sont connues à Madagascar : le bassin sédimentaires de l'Est, les Hauts Plateaux (cristallin), les bassins sédimentaires de l'Ouest, comprenant les bassins d'Antsiranana, de Mahajanga, de Morondava, de Toliary, et celui de l'Extrême Sud. La qualité des eaux souterraines de ces différentes unités est donnée en Annexes.

b) Eaux de surface

Les données physico-chimiques relatives aux eaux de surface sont très fragmentaires car aucune analyse systématique n'a été faite jusqu'à maintenant.

Nos données concernent quelques plans d'eau (Annexes : Tableaux 1 à 5), le Mangoky, et quelques rivières (Annexes : Tableaux 6 et 7).

I.1.2. La minéralisation

D'une manière générale les eaux douces naturelles malgaches, qu'elles soient

souterraines ou de surface, ne sont pas minéralisées. Il faut remarquer toutefois que compte-tenu de la dissolution par l'eau des différents éléments constitutifs des terrains qu'elle traverse ou la piègent, les eaux douces des provinces maritimes (sédimentaire) sont plus minéralisées (surtout pour l'Extrême Sud) que celles des Hautes Terres (cristallin).

Les eaux douces malgaches sont très riches en Fer surtout les eaux de surface et les eaux des nappes des terrains récents, en raison de l'importance des minéraux détritiques du Fer arrachés au socle et exportés par le transport en suspension.

1.1.3. Le transport solide en suspension

Le transport solide en suspension est un phénomène responsable de deux caractéristiques physiques de l'eau :

- la turbidité et la couleur

Ce phénomène a pour origine essentiellement l'érosion du bassin-versant du cours d'eau considéré et son importance est proportionnelle à l'intensité de cette érosion.

L'étude de ce phénomène n'est pas systématique lors de l'étude qualitative de l'eau de surface en écoulement. Les données dont nous disposons concernent le Mangoky au Banian, la Betsiboka, l' Ikopa et la Vohitra.

Transport solide en suspension et érosion moyenne annuelle du bassin-versant correspondant d'après (1)¹ et (2)².

	Charge moyenne en suspension en kg/m ³	Erosion moyenne annuelle du bassin en tonnes/km ²
Mangoky au Banian	0,26 à 1,5 -2	69
Betsiboka	1	1660
Ikopa	0,10 à 0,90	361
Vohitra	0,14	52

1.2. LE TRAITEMENT DES EAUX À MADAGASCAR

Le traitement des eaux est nécessaire :

- soit pour la production d'eau propre à la consommation (eau potable)
- soit pour des besoins spécifiques (eaux industrielles).
- soit pour la limitation des rejets de pollution dans le milieu naturel.

¹ (1) HERVIEU J., 1968

² (2) BILLON B. et MLATAC N., 1971

I.2.1. La potabilité des eaux à Madagascar

Les eaux naturelles (souterraines ou de surface) destinées à la consommation doivent être traitées si elles ne sont pas conformes aux normes de potabilité en vigueur.

Rappelons que l'OMS établit pour chaque paramètre les recommandations qui doivent être adaptées dans chaque pays en fonction de l'état sanitaire et des considérations économiques de ce pays, pour aboutir aux normes réglementaires nationales.

A Madagascar les textes relatifs à cette réglementation ainsi que les termes et les normes de potabilité sont contenus dans :

- L'Arrêté du 10-08-61 (Santé publique)
- Le circulaire du 15-03-62 (Santé publique)
- Les recommandations de l'OMS
(cf-Annexes)

Les traitements appliqués pour la production d'eau potable à Madagascar peuvent être vus à l'exposition au CITE.

I.2.2. Les eaux industrielles

Des qualités précises d'eau sont nécessaires dans l'industrie, ce qui demande des traitements spécifiques. Si les besoins qualitatifs en eau de chaudière (ou en eau de refroidissement) sont communs à la majeure partie des industries et font l'objet de recommandations interprofessionnelles très précises (eau faiblement minéralisée ou déminéralisée), pour les eaux de fabrication ces besoins ne font l'objet de recommandations que pour quelques industries dont les brasseries, les papeteries, les industries laitières.

I.2.3. Les rejets polluants

Le traitement des rejets, obligatoire pour la protection de l'environnement, nécessite des procédés spécifiques obéissant à une réglementation précise. Les législations sont très variables suivant les pays et évoluent vers une sévérité croissante en ce qui concerne les concentrations en polluants.

A Madagascar, la législation en ce qui concerne les rejets industriels n'existe pas. Mais un projet de décret, fixant les obligations de toute installation industrielle à effectuer des études d'impact de ses rejets sur l'environnement, est en cours d'élaboration à l'Office National de l'Environnement. Ces études d'impact seront nécessaires avant toute demande d'agrément de l'usine.

Malgré l'absence de législation, rapportons cependant que bon nombre d'usines, pressés notamment par la population vivant aux abords de leurs installations, procèdent aux traitements de leurs effluents à Madagascar.

I.3. LES MOYENS DE CONTROLE DE LA QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX À MADAGASCAR

Actuellement il y a à Madagascar plusieurs laboratoires pouvant réaliser des analyses physico-chimiques des eaux. Ces laboratoires sont répartis dans différents ministères concernés par l'eau : le Ministère de l'Energie et des Mines, le Ministère des Transports et de la Météorologie, le Ministère de la Santé, le Ministère de la Recherche Scientifique La JIRAMA, qui détient le monopole de la distribution de l'eau potable, a également son propre laboratoire et les résultats qu'elle fournit doivent être en principe validés par le Laboratoire national de référence, en l'occurrence le LAMEI (Laboratoire d'Analyses Minérales et d'Essais Industriels) dépendant du Ministère de l'Energie et des Mines.

La part des analyses d'eau au LAMEI n'est qu'infime, car c'est un laboratoire commun à d'autres analyses (roches, produits miniers, dérivés du pétrole...). Rappelons d'ailleurs qu'il est directement rattaché à la Direction des Mines du Ministère de l'Energie et des Mines. Le LAMEI n'est pas toujours en mesure de satisfaire les demandes des clients, faute de moyens (manque de produits chimiques, matériel défectueux). C'est ainsi par exemple qu'il ne peut pas réaliser les analyses d'eaux résiduaires, les mesures élémentaires comme celles du PH, des phosphates. Les analyses, limitées donc à un certain nombre de paramètres, sont pourtant payantes (5 000 Fmg/éch.). Mais il faut noter que les recettes provenant de ces prestations ne profitent pas directement, sinon pas du tout à la section Eau, étant donné l'ensemble des attributions du LAMEI et le système des recettes publiques.

Rappelons que les autres laboratoires répartis dans les ministères cités ci-dessus ne sont pas mieux équipés en matériel que le LAMEI. Les appareils et les installations sont vétustes. De plus en plus les scientifiques et les techniciens utilisent donc des trousseaux portables (moins coûteuses que tout autre gros matériel) pour réaliser des mesures directes sur le terrain. Bien que pratique cette méthodologie manque évidemment de précisions et la portée des résultats est limitée à l'étude spécifique menée sur le terrain.

I.4. SUGGESTIONS

Malgré le nombre assez élevé de laboratoires susceptibles d'effectuer des analyses physico-chimiques d'eau (5 environ), les usagers de l'eau (consommateurs, aménageurs, industriels, scientifiques, ne savent pas toujours à qui s'adresser pour leurs demandes d'analyses (manque d'informations). Par ailleurs, soulignons qu'un même laboratoire ne peut effectuer en même temps toutes les analyses dont les usagers ont besoin.

Qualité des eaux

Etant donné ces problèmes et compte-tenu des analyses à faire pour une meilleure connaissance de la qualité de ressources en eaux douces malgaches (réactualisation des anciennes données, acquisition de données sur les sites non encore prospectés...), nous suggérons la mise en place d'un Laboratoire Central des Eaux qui répondrait aux besoins réels et actuels de tous les utilisateurs potentiels d'eau.

Ce laboratoire devrait pouvoir :

- disposer de son propre budget de fonctionnement, indépendamment de toute autre structure de tutelle, afin de pouvoir s'équiper et fonctionner matériellement sans contrainte.

- effectuer tous les types d'analyses se rapportant à l'eau, que celle-ci soit naturelle, résiduaire, industrielle ou autre.

- utiliser des méthodologies précises, fiables, et si possible normalisées.

Ce laboratoire devrait également être un centre d'informations pour tout ce qui peut concerner la qualité de l'eau :

- législation en vigueur et normes requises pour l'eau potable, les eaux industrielles; les procédés de traitement des rejets domestiques, industriels ou agricoles

- conditions requises de prélèvement et de stockage de l'eau afin de limiter les évolutions physico-chimiques (et aussi bactériologiques) des échantillons.

Afin d'aider au mieux les usagers de provinces, des antennes provinciales de ce Laboratoire Central des Eaux, équipés convenablement (au minimum), doivent être aussi mises en place.

A notre avis cette nouvelle structuration aiderait les autres disciplines concernées plus ou moins directement par l'eau à oeuvrer, entre autres, pour une plus grande efficacité de la surveillance et de la protection des ressources en eaux douces naturelles.

I.5. CONCLUSION

La qualité physico-chimique des eaux douces malgaches est encore assez mal connue car aucune étude systématique n'a encore été faite surtout en ce qui concerne les eaux de surface. Les données fragmentaires présentées dans ce travail, et la connaissance de la nature des terrains lessivés permettent de dire que ces eaux sont dans l'ensemble faiblement minéralisées. Mais à notre avis des analyses s'imposent pour la caractérisation exacte de cette minéralisation et pour la réactualisation des anciennes données. Ces analyses permettraient en outre de suivre l'évolution de la qualité de ces eaux surtout en ce moment où les rejets polluants d'origine domestique ou industrielle commencent à prendre de l'importance. A ce sujet des mesures législatives sévères doivent être mises en place pour une meilleure protection de ces ressources en eau.

Les mesures de transport solide en suspension doivent être également menées systématiquement, pour mettre en évidence l'importance du phénomène d'érosion des bassins versants à Madagascar et sensibiliser en conséquence l'opinion publique sur les effets néfastes de la déforestation et des feux de brousses sur la qualité physique des eaux.

Toutes ces analyses et mesures ne peuvent cependant être menées actuellement à cause de la faiblesse matérielle et financière des structures (publiques ou privées) habilitées à effectuer des analyses;

C'est pour cela que nous avons suggéré dans cette communication la mise en place d'un Laboratoire Central des Eaux, lequel, étant donné les problèmes actuels d'approvisionnement, d'assainissement et les soucis de protection de l'environnement, constitue un outil de tout premier ordre pour une meilleure gestion des ressources actuelles en eau.

La mise en place effective de cette structure nationale (lieu d'installation, mode de fonctionnement, tutelle...) devrait faire l'objet de concertations entre les différentes institutions publiques ou privées concernées par le problème de la qualité des eaux à Madagascar.

BIBLIOGRAPHIE

1- BILLON B. et MLATAC N. : -1971 - La Vohitra à Andekaleka (Rogez), Document ORSTOM, Sciences de la Terre, 6, 47 pp.

2- BURGIS M.J. et SYMOENS J.J. : -1987- African wetlands and shallow water bodies-zones humides et lacs peu profonds d'Afrique. Edition de l'ORSTOM-Collection Travaux et Documents, Paris, n° 211.

3- HERVIEU J. : -1968 - Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical. Mémoires ORSTOM, 24,465p.

4- Rapport sur le Séminaire National sur l'Eau Domestique, Série "Etudes Techniques du Plans", Document N°023, 1980, 348p.

5- Les eaux souterraines de l'Afrique orientale, centrale et australe. - 1988- Ressources naturelles /Série Eau. N°19, Nations-Unies, N.Y..

6- Etude hydrologique du bassin supérieur de la Mangoro. -1982- Direction des Transports et de la Météorologie-Service de la Météorologie. Division de l'hydrologie-36p.

ANNEXES
CARACTERISTIQUES DES GRANDES UNITES
HYDROGEOLOGIQUES

I. BASSIN SEDIMENTAIRE DE L'EST

I.1. Eaux superficielles

Débit : suffisant

Qualité : eau exposée à la pollution (pollution naturelle, sols tourbeux et marécageux, riches en sulfures, invasions salines, pollution humaine.

I.2. Nappes d'alluvions

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 11 \text{ à } 28 \text{ l/s/m}$$

Hauteur d'eau 5 à 10 m, profondeur faible.

Qualité : eau riche en fer. Exposée à la pollution (sols tourbeux et marécageux riches en sulfures).

I.3. Nappes des sables de plage

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 0,53 \text{ à } 6 \text{ l/s/m}$$

Hauteur d'eau 5 à 10 m, profondeur faible.

Qualité : eau riche en fer et agressive, risque d'invasions salines.

I.4. Nappes du crétacé

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 0,18 \text{ l/s/m}$$

Hauteur d'eau 40 m, profondeur moyenne (20 m).

Qualité : eau assez minéralisée, sodique bicarbonatée.

II. HAUTS PLATEAUX

II.1. Eaux superficielles

Débit : suffisant.

Qualité : peu minéralisée, pollution humaine, quelques fois riche en éléments argileux.

II.2. Nappes d'alluvions

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 3 \text{ à } 6 \text{ l/s/m}$$

Hauteur d'eau 10 m, profondeur faible.

Qualité : eau peu minéralisée.

III. BASSINS SEDIMENTAIRES D'ANTSIRANANA

III.1. Eaux superficielles

III.2. Nappes d'alluvions

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 0,2 \text{ à } 2 \text{ l/s/m}$$

Hauteur d'eau 5 à 10 m, profondeur faible.

Qualité : eau bicarbonatée calcique.

IV. BASSINS SEDIMENTAIRES DE MAHAJANGA

IV.1. Nappes d'alluvions

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 85 \text{ l/s/m}$$

Hauteur d'eau 10 m, profondeur faible.

Qualité : présence de fer, bicarbonatée.

IV.2. Nappes des sables de plage

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 2 \text{ à } 15 \text{ l/s/m}$$

Hauteur d'eau 5 à 10 m, profondeur faible.

Qualité : eau faiblement minéralisée, faible teneur en carbonate, résistivité $\approx 10.000 \Omega \text{ cm}$, risque d'invasions marines sous fort pompage.

IV.3. Nappe éocène

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 27 \text{ à } 63 \text{ l/s/m}$$

Hauteur d'eau 50 à (karstique), profondeur moyenne $20 \text{ m} < P < 100 \text{ m}$.

Qualité : eau bicarbonatée calcique et magnésienne ayant une dureté moyenne, résistivité = 1000 à 3000 $\Omega \text{ cm}$.

IV.4. Nappe crétacé supérieur (grès de Marovoay)

Débit : Q artésien = 5 à 60 l/s

Hauteur d'eau 100 m, profondeur élevée

Qualité : eau agressive et riche en fer.

IV.5. Nappes du jurassique

Débit : cette nappe n'a jamais étudiée, jusqu'à présent. Ses caractéristiques peuvent être estimées comme suit :

Hauteur d'eau : 10 à 50 m (karstique), profondeur élevée $P > 150 \text{ m}$.

Qualité : eau riche en bicarbonate calcique et magnésienne, elle peut être artésienne.

IV.6. Nappe du jurassique

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 0,19 \text{ l/s/m} \quad (\text{peut être artésienne})$$

Hauteur d'eau 50 m, profondeur élevée 100 à 200 m.

Qualité : eau chlorurée sodique.

V. BASSINS DE MORONDAVA

V.1. Nappes des sables de plage

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 0,04 \text{ à } 2 \text{ l/s/m} \quad (\text{peut être artésien})$$

Hauteur d'eau 5 à 10 m, profondeur moyenne.

Qualité : eau chlorurée sodique.

V.2. Nappes de l'éocène

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 0,5 \text{ à } 5 \text{ l/s/m}$$

Profondeur élevée 100 m.

Qualité : eau bicarbonatée calcique.

V.3. Nappes du crétacé

Débit : Q : 1 à 14 l/s artésien.

Q : 50 m.

Profondeur : 150 m.

Qualité : bicarbonatée ferreux et bicarbonatée calcique eau agressive, présence de fer.

VI. BASSIN SEDIMENTAIRE DE TOLIARA

VI.1. Nappes d'alluvions

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 1,69 \text{ à } 2,54 \text{ l/s/m}$$

Hauteur d'eau 10 m, profondeur faible 20 m

Qualité : eau bicarbonatée calcique.

VI.2. Nappes des sables de plage

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 0,6 \text{ à } 1,5 \text{ l/s/m}$$

Hauteur d'eau?, profondeur faible.

Qualité : eau faiblement minéralisée, faible teneur en carbonate, quelquefois riche en NaCl.

VI.3. Nappe de l'éocène

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 14 \text{ à } 83 \text{ l/s/m}$$

Hauteur d'eau 100 m, profondeur moyenne 20 à 100 m.

Qualité : eau bicarbonatée calcique.

VI.4. Nappe du jurassique

Débit : probable : 240 l/s (artésien)

Profondeur élevée : 400 m et plus.

Qualité : eau bicarbonatée calcique.

VI.5. Nappe de l'Isalo

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 208 \text{ l/s/m} \quad (\text{artésien}).$$

hauteur d'eau 100 m à 200 m, profondeur élevée 150 m.

Qualité : eau chlorurée sodique.

VII. EXTREME -SUD

VII.1. Eaux superficielles

Débit : suffisant toute l'année : Mandrare, Menarandra.

Mares permanentes.

une sortie de l'année : Manambovo, Linta

Mares temporaires.

VII.2. Nappes d'alluvions

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 11,8 \text{ l/s/m} \quad (\text{alluvion Menarandra})$$

Plus élevé pour les alluvions de la Mandrare de la Manambovo et du Menarandra.

Hauteur d'eau 5 m, profondeur faible 20 m.

Qualité : eau assez fortement minéralisées mais potables, (résistivité de 5000 à 1000 Ω cm).

VII.3. Nappes des sables blancs de Beloha

$$\text{Débit : } \frac{Q}{S} = 0,17 \text{ l/s/m}$$

Hauteur d'eau 5 m, profondeur faible 1 à 5 m.

Qualité : potable chimiquement, en général bicarbonatée, résistivité de 1000 à 10000 Ω cm.

VII.4. Nappes des sables côtiers et dunes récentes

$$\text{Débit très faible : } \frac{Q}{S} = 0,4 \text{ à } 2,6 \text{ l/s/m}$$

Hauteur d'eau 1 à 3 m, profondeur faible 1 à 5 m.

Qualité : salée mais souvent utilisable, résistivité de 100 à 500 Ω cm.

VII.5. Nappes du quaternaire moyen D'Ambovombe

Débit très faible : $\frac{Q}{S} = 0,016 \text{ à } 4 \text{ l/s/m}$

Hauteur d'eau 1 à 5 m, profondeur 10 à 20 m.
Qualité : très variable, résistivité de 100 à 1000 Ω cm.

VII.6. Nappes du quaternaire ancien

Débit très faible: $\frac{Q}{S} = 0,04 \text{ à } 0,55 \text{ l/s/m}$

Hauteur d'eau 1 à 10 m, profondeur moyenne 50 à 100 m.
Qualité : eau assez salée utilisable, résistivité de 100 à 500 Ω cm.

VII.7. Nappes de néogène

Débit très faible : $\frac{Q}{S} = 0,019 \text{ à } 1,55 \text{ l/s/m}$

Hauteur d'eau 1 à 5 m, profondeur moyenne 50 à 150 m.
Qualité : eau salée, rarement utilisable, résistivité de 50 à 100 Ω

Tableau 1
CARACTERES PHYSICO-CHEMQUES DU LAC ALAOTRA

Paramètres	Valeur	Unité
<i>Facteurs physiques.</i>		
• Couleur de l'eau.	brun rouge	
• Profondeur maximale.	4m	
• T en surface	20,5 à 28	°C
• Stratification thermique.	non	
• Transparence	0,25 à 0,70	m
• pH 6,8 à 7,3		
• T.A.C.	0,45 à 0,70	meg/l
• Conductivité	80 à 250	10-6 S. cm-1
• Extrait à sec	140 à 270	mg/l
<i>Facteurs chimiques</i>		
• Oxygène, % saturation :		
surface	100	
fond.	minimum 30	
• H. O. milieu acide	1,6 à 21,7	mg/l
milieu alcalin	0,4 à 1,6	mg/l
• Dureté totale	6,8 à 8,2	
• Anions	P	0.3
	NH4++	0.2
	NO3-	0.7
	SO4--	0.01
	CO2 total	30
	Cl-	2.1
	SiO2	0.5
• Cations	Na+	1.3
	K+	1.9
	Ca++	2.8
	Mg++	1.2
	Fer	0.35

Tableau 2
CARACTÈRES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAC ITASY

Paramètres	Valeur	
<u>Facteurs physiques.</u>		
• Couleur de l'eau.	brun VERT	
• Z. maximale	6.5	m
• Temp. eau surface	18 à 27,5	°C
• Transparence	0,85 à 1,65	m
• pH	6,8 à 7,45	
• T.A.C.	0,40 à 0,80	meg/l
• Conductivité	65 à 105	10-6 S. cm-1
• Extrait à sec	10 à 135	mg/l
<u>Facteurs chimiques</u>		
• Oxygène, % saturation :		
surface	100	
fond.	minimum 70	
• Mat. org. milieu acide	1,4 à 21,6	
• Mat. org. milieu alcalin	0,3 à 1,8	
• Dureté totale	1,3 à 3,5	
• Ions		mg/l
P	0.8	
NH4++	0.09	
NO3-	1.5	
SO4--	0.01	
CO2 total	35	
Cl-	2.3	
SiO2	2	
• Cations		
Na+	5	
K+	3.5	
Ca++	2.3	
Mg++	2	
Fer	0.1	

Qualité des eaux

Tableau 3

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAC IHOTRY (mesurés en septembre).

N°station		1 (+)	2 (+)	3 (+)	4	5	6
T°C		28	27	26.5	26	27	27.5
Profondeur	m	1.8	1.7	1	0.8	0.7	0.6
Turbidité	m	0.8	0.75	0.6	0.3	0.25	0.25
pH		7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
Alcalinité							
Total	meg/l	2.5	2.5	2.5	1.8	1.8	1.8
NH4	mg/l	0.85	1.25				
NO3	mg/l	traces	traces	traces	traces	traces	traces
P	mg/l	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Fe	mg/l	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
O2	mg/l	5.12	5.12	4.1	3.45	4.61	4.2
Salinité							
NaCl	g/l	4.6	4.9	6.3	6.8	6.8	9.2
Conductivité (10 ⁻⁶ s cm ⁻¹)		2000	1800	2000	2000	1900	2100
Plankton	cm ³ /m ³	30	20	20	10	30	20

Tableau 4
CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DE L'EAU DU LAC KINKONY

Paramètres	Valeur	Unité
• PH	6 à 8,3	
• Extrait sec	250 à 5000	mg/l
• Conductivité (18°)	300 à 420	10-6 S cm-1
• Alcalinité	1 à 3	
• Mat. org. (mil. acide)	0 à 4,3	
• Mat. org. (mil. alcalin)	1 à 2,5	
• NaCl	17 à 42	mg/l
• P	traces	
• NO2	traces	
• NO3	traces	
• NH4	traces	
• Ca	11 à 30	mg/l
• Mg	7 à 8	mg/l
• Na	10 à 7	mg/l
• Cl	-----	mg/l
• SO4	10 à 12	mg/l
• Fer	0 à 1,1	mg/l
• HCO3	135 environs	mg/l

Tableau 5
CARACTERES CHIMIQUES DES LACS
ASSOCIES AUX FLEUVES BETSIBOKA ET KAMORO

Paramètres	Valeur	Unité
• pH	6.7	
• Cl	2.8	mg/l
• SO3	0.09	mg/l
• SiO2	13	mg/l
• Fe2 O3	3.5	mg/l
• Al2 O3	0.2	mg/l
• CaO	1.5	mg/l
• MgO	4.7	mg/l
• K2O	2.2	mg/l
• Na2O	3.5	mg/l

Qualité des eaux

Tableau 6

**Composition des substances dissoutes dans les eaux
du Mangoky à Tanandava (d'après HERVIEU)**

Dates des prélèvements	27/1/64	29/3/65	du 21-10-63 au 5-4-65	
pH	7.8	8-	7,2-8,3	
Conductivité en micro Omhs/cm à 25°C	250	70	70-250	
	Teneurs en mg/litre			
Ca	31.6	12	10-52	16
Mg	6.8	2.9	1,8-12	4.2
K	7.8	1.9	0,4-8	2.8
Na	10.1	7.1	3,9-15	7.8
Cl	14.2	5.7	3-16	7
SO4	6.2	tr	tr-37	12
CO3H	131.1	61	45-136	73
Fe	0.04	tr	tr-0,3	0.05
Al	0.03	tr	tr-0,1	tr
Si	5.5	3.7	2,7-10,6	6.9
substances dissoutes	215	95	90-220	130

Tableau 7

**Composition moyenne des substances dissoutes dans les eaux de rivière
des environs d'Antananarivo (d'après HERVIEU)**

	Ikopa	Sisaony	Katsoaka	Andromba	Mamba
pH	7.2	7.4	7.1	7.1	7.2
Conductivité en micro Omhs/cm à 25°C	11.27				
	Eléments en mg/litre				
Ca	1.8	2.8	2.6	2.6	2.8
Kg	0.5	0.7	1.8	0.8	1
K	0.8	1.4	1.2	2.1	1.5
Na	1.8	2.5	2.1	2.3	3.2
Cl	3.9	3.9	3.9	3.9	4.3
SO4	tr	tr	tr	tr	tr
CO3H	11.6	17.7	18	16.5	17.7
Fe	0.15	0.2	0.2	0.2	0.2
Al	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03
Si	4.6	6.5	6.6	6.2	6.5
Substances dissoutes	2.5	3.6	3.7	3.5	3.6

POTABILITE DES EAUX

Références : Arrêté du 10-08-61 (Santé Publique) - Circulaire du 15-03-62 (Santé Publique) - Recommandations O.M.S.

I. CARACTERES ORGANOLEPTIQUES ET PHYSIQUES D'UNE EAU POTABLE

1) - l'eau doit être si possible :

- Sans odeur,
- Sans couleur,
- Sans saveur désagréable.

2) - la température recommandée est 15° une température supérieure provoque la prolifération des germes ;

3) - la turbidité ne doit pas dépasser 25 gouttes de mastic ;

4) - résistivité : elle doit être mesurée dans le but de surveiller la pollution. Deux mesures doivent être faites par an minimum :

- 1 en saison sèche,
- 1 en saison humide.

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

Resistivité recommandé à 180° C, 1.000, 10.000 ohm/cm

5) - PH : le PH doit être basique
le PH recommandé 6,5 à 8,5.

6) - Radio-activité : pas d'éléments radio-actifs.

Les procédés d'élimination sont à étudier.

II - CARACTERES CHIMIQUES

L'eau potable doit contenir, si possible, en quantité souhaitable un certain nombre d'éléments minéraux (dits éléments normaux de l'eau).

Elle doit par contre être dépourvue :

- d'indice de pollution chimique (dits éléments anormaux dont la variation de teneur est à surveiller)

Qualité des eaux

- de substances toxiques (dits éléments toxiques).

a) -Eléments normaux :

les quantités prescrites ci-dessous sont des taux souhaitables.

	Minima	Souhaitable	Admissible maxima
Ca	75 mg/l	140 mg/l	200 mg/l
Mg sans la présence de sulfate		125 mg/l	
Mg si les sulfates existent		30 mg/l	
Fe		0,2 mg/l	1 mg/l
O2 dissous	5 mg/l		
Na			
K doses non limitées CO 2 doses non limitées			
TH			30°F

b) - Eléments anormaux :

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

Matière organiques, teneur normale : 1 à 2 mg/l

Cholure (Cl⁻), teneur normale : 250 mg/l

(mais en zone aride peut atteindre 900 mg/l)

Sulfures : 5 mg/l

Sulfates, teneur liée à dose Mg 250 mg/l

Phosphates Teneur normale 1 mg/l

NH₄⁺ : 0,5 mg/l

Nitrites : 0,1 mg/l

Qualité des eaux

c) - Eléments toxiques :

Une teneur supérieure au chiffre indiquée ci-dessous porte atteinte à la santé.

Arsenic	0,05	mg/l	
Chlore libre	0,1	mg/l (même après traitement).	
Chlore hexavalent	0		
Cyanure	0		
Fluor	1	mg/l	
Plomb			0,05 mg/l
Nitrates	10	mg/l	
Phénol	0		
Zn (Zinc)	5	mg/l	
Cadmium	0,01	mg/l	
Mercur	0		
Ba	1	mg/l	

CARACTERISTIQUES DES EAUX POTABLES

Catégorie	Caractéristique	Symbole	U	Eaux brutes		Valeurs usuelles		Eaux traitées	
				Eaux de surfaces	Eaux profondes	Maximum légal	Recommand. officielles		
Caractères physico-chimiques et organo-leptiques	Température	T°	°C	0/20°	7;25	15	12à19.		
	Couleur	Coul.	U-Pt	20/100	0;20	20			
	Turbidité	Tu	g/m3	20/200	0;20	30	15		
	Goûts-odeur		seuil	2;10	1;4	pas de chiffre	imposé		
Pouvoir colmatant	pH	po	b(1)	1;100	0,01;1	0,1			
	Résistivité	R	ko/cm	6,5;7,5	5,5;8				7;8,5
				3;12	1;5				
Examen préliminaire	Minéralisation		g/l			2			
	Dureté totale	TH	*F	0;30	0;60	60			12;15
Signes de pollution	Alcalinité	TAC	*F	0;25	0;40				
	Mat.org.(2)	M.C.	mg/l	2;15	0;3				2
	Azote amm.	NH4	mg/l	0;2	0;1				0,5
	Azote nitreux	NO2	mg/l	0;2	0;0,5				0,3
Eléments toxiques ou indésirables	CO2 agressif	CO2	mg/l	1;30	0;100	0			
	Fluorures	F	mg/l	0;5	0;10	1			
	Chlorures	Cl	mg/l	10;500	0;500	250			
	Sulfates	SO4	mg/l	0;100	0;500	250			
	Nitrates	NO3	mg/l	0;10	0;20	45			10;20
	Cyanures	CN	mg/l	0(i)	0	0;0			
	Chromates	CrO4	mg/l	0(i)	0	0;0			
	Chlore libre	Cl	mg/l	0;0	0;0	0,1			
	Silice	SiO2	mg/l	0;50	0;80				40
	Phénols		mg/l	0(i)	0(i)	0,001			

CARACTERISTIQUES DES EAUX POTABLES

Catégorie	Caractéristique	Symbole	U	Eaux brutes		Valeurs usuelles		Eaux traitées	
				Eaux de surfaces	Eaux profondes	Maximum légal	Recommand. officielles		
Cations	Sodium	Na	mg/l	liés à	Cl et SO4				
	Potassium	K	mg/l						
	Magnésium	Mg	mg/l	0-30	0-200	125		30	
	Calcium	Ca	mg/l	0-100	0-200			100-150	
	Fer	Fe	mg/l	0-5	0-10	0,2			
	Cuivre	Cu	mg/l	0(c)	0	1			
	Zinc	Zn	mg/l	0(c)	0	5			
	Aluminium	Al	mg/l	0-5	0;5				Al dans E.B
	Plomb	Pb	mg/l	0	0	0,1			
	Arsenic	As	mg/l	0(i)	0	0,05			
	Sélénium	Se	mg/l	traces	traces	0,05			
	Uranium	U	mg/l	traces	traces	0,6			
	Manganèse	Mn	mg/l	0-2	0;5	0,1			

- (1) Beaudrey
- (2) en milieu alcalin
- (3) sauf en cas de rejets industriels
- (c) proviennent de canalisations

II - QUALITE BACTERIOLOGIQUE DE L'EAU DE CONSOMMATION

II. 1 Introduction

L'eau peut véhiculer de nombreux polluants potentiellement pathogènes pour l'homme. Pour évaluer la qualité d'une eau, trois catégories d'examens peuvent être pratiquées :

- un examen microbiologique qui peut se distinguer en :
 - examen bactériologique (le plus utilisé dans les analyses microbiologiques pour l'évaluation du point de vue du santé publique des risques liés à l'existence de germes pathogènes).
 - examen parasitologique (recherche des protozoaires et des helminthes pathogènes de transmission hydriques).
 - examen virologique.
- un examen radiologique en vue de mesurer la radioactivité.
- et un examen physico-chimique qui comporte plusieurs volets :
 - la recherche et le dosage de substances chimiques toxiques telles que : l'arsenic, le cadmium, le mercure, le plomb et le sélénium.
 - la recherche et le dosage des pesticides.
 - la recherche et le dosage des substances chimiques qui sont susceptibles de constituer un risque pour la santé de l'homme. On peut citer le fluor, les nitrates et les hydrocarbures aromatiques polycycliques.
 - les analyses des facteurs d'acceptation par le consommateur, facteurs d'acceptation constitués par la turbidité et les propriétés organoleptiques de l'eau.

La surveillance de l'eau de consommation tant au plan biologique que physico-chimique a pour objectif de contrôler la qualité de l'eau et d'assurer ainsi la protection du consommateur.

II.2. L'analyse bactériologique

De nombreuses bactéries pathogènes peuvent se trouver dans l'eau par souillure de cette dernière, par des excréments animaux et humains ou par des eaux d'égouts.

L'objectif essentiel de l'analyse bactériologique des eaux de consommation consiste à déceler une pollution fécale.

II.2.1. Notion de germes tests de contamination fécale ou de micro organismes indicateurs de pollution.

Les microorganismes pathogènes excrétés dans les selles des individus malades ou porteurs sains survivent pendant un certain temps dans la nature et peuvent souiller une eau servant de point d'approvisionnement pour une communauté.

La recherche des germes pathogènes au laboratoire est possible, mais elle nécessite des techniques spéciales d'investigation faisant appel à des procédés d'enrichissement car ces germes pathogènes comparativement aux germes banaux sont très peu nombreux. Or, une technique de contrôle perd de sa valeur si elle ne donne pas des résultats dans un délai rapide, d'où référence à ce qu'on appelle germes-teste de contamination fécale (GTCF). Ces micro-organismes indicateurs de pollution font partie eux aussi de la flore intestinale mais ils sont facilement cultivables au laboratoire. La présence de ces GTCF dans une eau indique qu'il y a risque pour la santé. Leur absence indique indirectement qu'il y a absence de germes pathogènes.

Ces GTCF sont constitués par :

- les coliformes totaux
- les coliformes thermotolérants dont *Escherichia coli* est l'espèce la plus significative de contamination fécale.
- les streptocoques fécaux
- les spores d'anaérobies sulfito-réducteurs
- les staphylocoques pathogènes dans les eaux embouteillées et les eaux de piscine.

II.2.2. Echantillonnage des prélèvements en vue de leur examen bactériologique

II.2.2.1. Fréquence des prélèvements

Il existe des tableaux classiques où sont indiqués le nombre d'échantillons à examiner mensuellement selon le nombre d'habitants desservis. Des recommandations sont aussi proposées selon les situations qui se présentent. (cf. Annexe I)

II.2.2.2. Modes de prélèvement, transport et conservation des prélèvements

De nombreuses précautions s'imposent dans la collecte des échantillons, dans leur transport et dans leur conservation jusqu'à leur arrivée au laboratoire.

Les manipulations ultérieures risquent d'être faussées si les conditions de collecte et d'acheminement ne sont pas valables.

II.2.3. Méthodes d'analyses

La recherche des GTCF peut se faire suivant deux méthodes :

- la méthode en tubes multiples
- la méthode par membrane filtrante.

II.2.3.1. Méthode de fermentation en tubes multiples

Par utilisation de milieu approprié, elle permet de rechercher les coliformes et les streptocoques fécaux. Cette méthode comporte deux phases :

- une phase de présomption
- une phase de confirmation.

La lecture des tubes inoculés se fait selon la méthode du Nombre le Plus Probable (NPP) ou Most Probable Number (MPN).

II.2.3.2. Méthode de filtration sur membrane

Un volume connu d'eau à analyser est filtré à travers une membrane constituée d'un dérivé cellulosique ayant des pores d'un diamètre de 0,45µm. Les bactéries sont arrêtées à la surface de la membrane. Selon les germes recherchés, les membranes sont placées sur des milieux spécifiques et incubées à des températures bien définies.

II.2.3.3. Méthodes de référence utilisées au laboratoire de l' I.P.M

Elles sont citées à l'Annexe I de l'Arrêté du 24 juillet 1989 relatif aux méthodes de référence pour l'analyse des eaux destinées à la consommation humaine, arrêté paru dans le J.O.R.F du 29 juillet 1989 p 9586/7 (cf Annexe II).

II.2.4. Qualité requise pour les paramètres bactériologiques

Dans l'interprétation des analyses bactériologiques d'échantillons qui lui sont confiés, le laboratoire d'analyse des eaux de l' I.P.M respecte les valeurs suivantes en fonction des situations correspondantes.

II.2.4.1. Eaux brutes utilisées pour la production d'eau livrée à la consommation humaine

a) *Projet de réglementation française 1984*

- Coliformes thermotolérants : limite acceptable : égale ou inférieure à 20.000 par 100ml.
- Streptocoques fécaux : limite acceptable : égale ou inférieure à 10.000 par 100ml.

b) Directive du Conseil des Communautés Européennes du 16 juin 1975 (n° 75/440 J.O.C.E. n° L 194/29 du 25 juillet 1975).

Paramètres	Valeurs guides		
	A1	A2	A3
Coliformes totaux pour 100 ml	50	5.000	50.000
Coliformes fécaux pour 100 ml	20	2.000	20.000
Streptocoques fécaux pour 100 ml	20	1.000	10.000
Salmonelles	0 (a)	0 (b)	

(a) : dans 5 litres

(b) : dans 1 litre

A1 : traitement physique simple puis désinfection

A2 : traitement normal physique et chimique puis désinfection

A3 : traitement physique, chimique poussé puis désinfection

II.2 4.2. Eau distribuée par canalisations

a) Eau ayant subi un traitement et entrant dans le système de distribution

Directives de l'OMS 1983 :

- Coliformes totaux : absence dans 100 ml.
- Coliformes fécaux : absence dans 100 ml.

b) Eau n'ayant pas subi de traitement et entrant dans le système de distribution

Directives de l'OMS 1983 :

- Coliformes totaux : absence dans 100 ml (a).
- Coliformes totaux : 3/100 ml (b)
- Coliformes fécaux : absence dans 100 ml.

(a) : avec un percentile de 98% sous réserve qu'un nombre suffisant d'analyses soit effectué, (b) : pour une analyse occasionnelle.

c) Eau dans le système de distribution

Directives de l'OMS 1983 :

- Coliformes totaux : absence dans 100 ml (a)
- Coliformes totaux : 3/100 ml (b)
- Coliformes fécaux : absence dans 100 ml

(a) : avec une percentile de 95% sous réserve qu'un nombre suffisant d'analyses soit effectué, (b) : pour une analyse occasionnelle.

Qualité des eaux

Directive du Conseil des Communautés Européennes du 15 juillet 1980 (n° 80/778-
J.O.C.E. n° L/229/11 du 30 août 1980).

Paramètres	Niveau guide	Concentration maxi male admissible	
		Methode des M.F	Methode des tubes multiples
Coliformes totaux		0/100 ml	inf. à 1/100 ml
Coliformes fécaux		0/100 ml	inf. à 1/100 ml
Streptocoques fécaux		0/100 ml	inf. à 1/100 ml
Clostridium sulfito-réducteurs			égale ou inf. à 1/20 ml
Flore totale mésophile 37 °C	10/ml		
Flore totale mésophile 22 °C	100/ml		

Projet de réglementation française 1984

- Salmonelles absence dans 5 l.
- Staphylocoques pathogènes absence dans 100 ml
- Coliformes totaux (a) absence dans 100 ml
- Coliformes fécaux absence dans 100 ml
- Streptocoques fécaux absence dans 100 ml
- Clostridium sulfito-reducteurs (spores) égale ou inf. à 1/20 ml

(a) : avec un percentile de 95 % sous réserve qu'un nombre suffisant d'échantillons soit examiné.

L'annexe I du decret n° 89-3 du 3 janvier 1989 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine paru dans le J.O.R.F du 4 janvier 1989 p. 128, traitant des limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine et des paramètres microbiologiques dans son paragraphe E reprend les mêmes chiffres et ajoute pour les eaux livrées sous forme conditionnée :

- flore totale mésophile 37 °C : égale ou inf. à 20/ml
- flore totale mésophile 22° C : égale ou inf. à 100/ml

II.2.4.3. Eau non distribuée par canalisations

Directive de l'OMS 1983 :

- Coliformes totaux : 10/100 ml.
- Coliformes fécaux : absence dans 100 ml.

Normes officielles Santé Publique (France) :

- Coliformes totaux : égale ou inf. à 10/100 ml
- *Escherichia coli* : inf. à 2/100 ml.
- Streptocoques fécaux : égale ou inf. à 10/100 ml.
- Clostridium sulfito-réducteurs (spores) : inf. à 10/20 ml.
- Flore totale mésophile 37 °C : inf. à 100/ml.
- Flore totale mésophile 20°C : égale ou inf. à 100/ml.

II.2 4.4. Eau de distribution de secours

Directive de l'OMS 1983 :

- Coliformes totaux : absence dans 100 ml.
- Coliformes fécaux : absence dans 100 ml.

II.2 4.5. Eau de piscine

France :

- Coliformes totaux : inf. à 10/100 ml.
- Coliformes fécaux : absence dans 100 ml.
- Staphylocoques pathogènes (a) : absence dans 100 ml.
- Flore totale mésophile 37 °C : inf. à 100/ml.

(a) : avec un percentile de 90 % sous réserve qu'un nombre suffisant d'échantillons soit examiné.

II.3. Quelques résultats

Une thèse de doctorat en médecine en cours de rédaction portant sur 78 échantillons d'eau non distribuée par canalisations et collectées dans le milieu suburbain de l'agglomération d'Antananarivo objective la mauvaise qualité bactériologique de ce type d'eau.

II.4. Commentaires

A l'issue de cette communication, on peut être surpris de ne voir cités en référence que des normes ou des textes réglementaires étrangers.

On peut relever l'absence de normes de référence nationale, l'absence de texte agréant le laboratoire de l'IPM comme laboratoire de surveillance bactériologique de l'eau dans le cadre d'un réseau de laboratoires spécialisés pour la surveillance de l'eau.

Ces lacunes seront comblées si, entre autres, les problèmes de fonds suivants seront résolus :

- quel est l'organisme de surveillance de la qualité de l'eau ?
- si cet organisme existe déjà, quel est son programme 163163e ?
- quel est le niveau de surveillance qu'il vise ? Quel sont les moyens mis à sa disposition ?

II.5. Conclusion

La pollution de l'eau est source de nombreuses maladies infectieuses.

Un programme de surveillance de la qualité, notamment bactériologique, de l'eau est souhaitable. Ce programme doit être coordonné avec l'assainissement de l'environnement. Si de tel programme est théoriquement envisageable, sa réalisation se heurte à de nombreux obstacles, surtout d'ordre économique dans les pays en développement.

QUALITE BACTERIOLOGIQUE DE L'EAU DE CONSOMMATION ANNEXE I

Population desservie	Intervalle maximal entre prélèvements successifs
Moins de 20 000 habitants	1 mois
20 000 à 50 000 habitants	2 semaines
50 001 à 100 000 habitants	4 jours
Plus de 100 000 habitants	1 jour

Echantillonnage à l'intérieur du réseau. Intervalle maximal entre prélèvements successifs et nombre minimal d'échantillons mensuels.

Population desservie	Intervalle maximal entre prélèvements successifs	Nombre minimal d'échantillons à prélever sur l'ensemble du réseau
Moins de 20 000 habitants	1 mois)	1 échantillon par 5000 habitants et par mois
20 000 à 50 000 habitants	2 semaines)	
50 000 à 100 000 habitants	4 jours)	
Plus de 100 000 habitants	1 jour)	
		1 échantillon par 10000 habitants et par mois

JOURNEES DE L'EAU :
 QUALITE BACTERIOLOGIQUE DE L'EAU DE CONSOMMATION - ANNEXE II.

Méthode de référence pour l'analyse des eaux destinées à
 la consommation humaine

Paramètres microbiologiques	Méthodes de référence
Entérovirus	Concentration (adsorption, élution) identification.
Salmonelles	Filtration, préenrichissement, enrichissement, isolement, identification
Staphylocoques pathogènes	Filtration sur membrane, culture sur milieu solide, identification des caractères de pathogénicité.
Pour les paramètres suivants	Norme Afnor : NF T 90-420 complétée par une de celles citées ci-dessous
Bactéries aérobies revivifiables • à 37°C • à 22°C	Norme Afnor : NF T 90-401 Norme Afnor : NF T 90-402
Coliformes	Norme Afnor : NF T 90-413 (y compris eaux brutes) bouillon lactosé Norme Afnor : NF T 90-414, gélose lactosée au TTC et au tergitol - 7
Coliformes thermotolérant	Norme Afnor : NF T 90-413 (y compris eaux brutes) bouillon lactosé Norme Afnor : NF T 90-414, gélose lactosée au TTC et au tergitol - 7
Spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices	Norme Afnor : NF T 90-415
Streptocoques du groupe D	Norme Afnor : NF T 90-411 (en cours) pour les eaux de surface milieu Rothe et Litsky Norme Afnor : NF T 90-416 pour les autres eaux gélose de Slanetz et Bartley

Qualité des eaux

Fréquence proposée pour
les prélèvements d'eau et leur analyse

Source et mode d'approvisionnement	Fréquence minimale des prélèvements et des analyses		Observations
	bactériologiques	physico-chimiques	
Eaux souterraines			
puits ouverts pour l'approvisionnement communautaire	néant	une fois au début pour les puits collectifs	une pollution est généralement à craindre
puits creusés couverts et puits à tube peu profonds équipés d'une pompe à main	néant	une fois au départ puis chaque fois que la situation l'exige	Situations nécessitant un contrôle : modification de l'environnement, poussées épidémiques ou augmentation de l'incidence des maladies à transmission hydrique
puits à tube profonds équipés d'une pompe à main	une fois au départ puis chaque fois que la situation l'exige	une fois au départ puis chaque fois que la situation l'exige	Situations nécessitant un contrôle : modification de l'environnement, poussées épidémiques ou augmentation de l'incidence des maladies à transmission hydrique
réseaux d'adduction alimentés par des puits	une fois au départ puis chaque fois que la situation l'exige	dosage périodique du chlore résiduel en cas de chloration	Situations nécessitant un contrôle : modification de l'environnement, poussées épidémiques ou augmentation de l'incidence des maladies à transmission hydrique
réseaux d'adduction alimentés par des sources	une fois au départ puis chaque fois que la situation l'exige	dosage périodique du chlore résiduel en cas de chloration	Situations nécessitant un contrôle : modification de l'environnement, poussées épidémiques ou augmentation de l'incidence des maladies à transmission hydrique
Eaux de surface et eau de pluie			
réseaux d'adduction après filtration et/ou chloration :	une fois par mois	dosage quotidien du chlore résiduel	fréquence supérieure si la situation l'exige
systèmes communitaires de collecte des eaux de pluie	mesures de protection sanitaire : effet bactériologique uniquement si la situation l'exige	inutiles	

SYNTHESE ET RECOMMANDATIONS

En résumé, pour le contrôle physico-chimique et bactériologique de l'eau, les problèmes qui se posent sont :

- 1) l'évaluation de la qualité en vue de simplifier le traitement et de rendre ce dernier le plus efficace possible.
- 2) la nécessité de surveillance de la pollution de l'environnement.
- 3) la nécessité de surveillance de la pollution de l'eau de consommation.

La surveillance de l'eau est nécessaire et malheureusement sa mise en place se heurte à des problèmes institutionnels. Il est indispensable dans le contexte actuel de bien définir et de mieux répartir les tâches et attributions des différentes institutions concernées par la qualité des eaux.

Qualité des eaux

Par ailleurs, il a été souligné l'importance de la qualité non anthropique de l'eau, qualité qu'il convient d'étudier et de suivre également pour aider à mieux gérer l'environnement et la biodiversité aquatique en général. Les intervenants ont été invités à formuler et déposer auprès de l'ONE, leurs besoins et leurs programmes en matière de recherche sur la qualité naturelle des eaux douces malgaches.

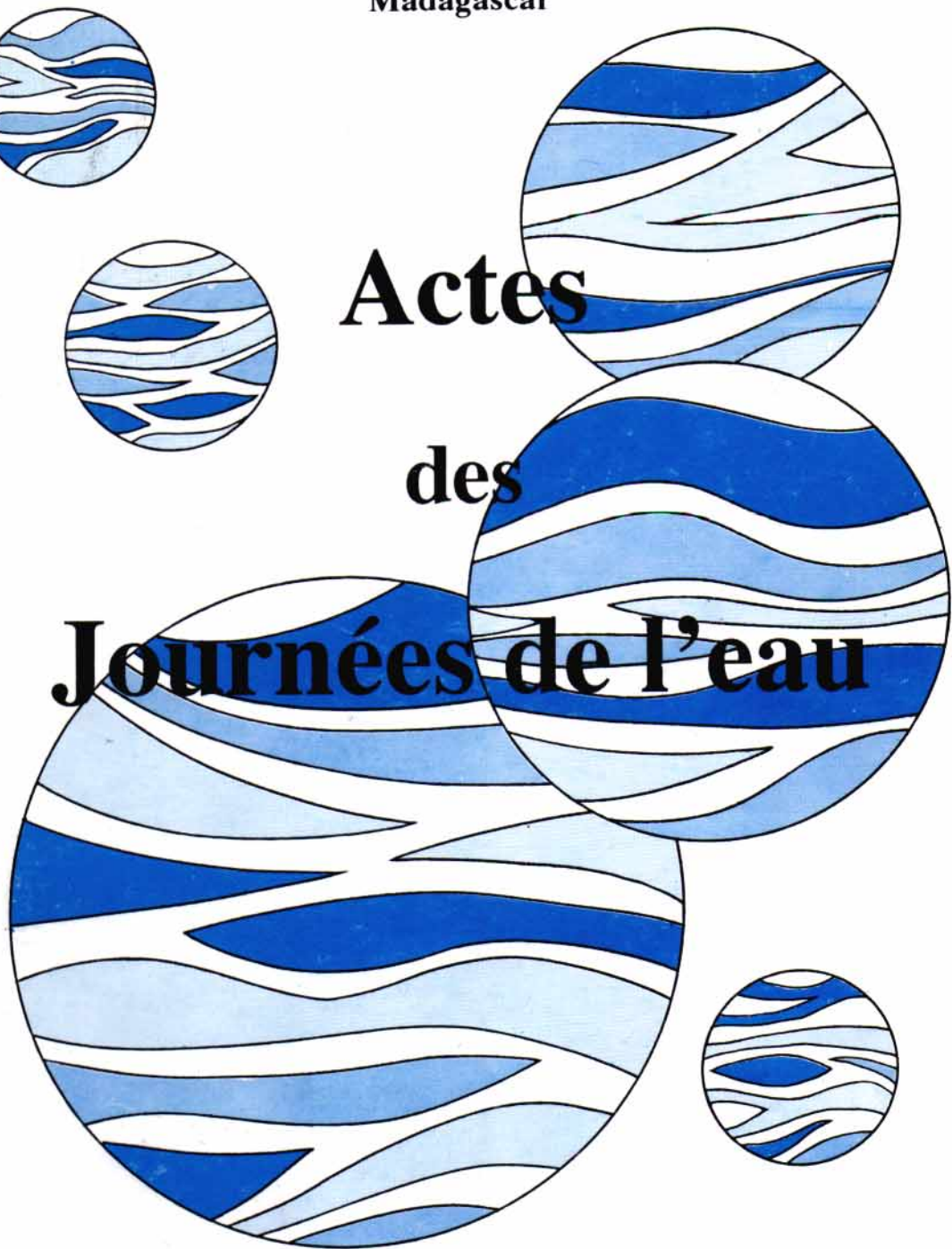
L'accent a été également mis sur la nécessité :

- de normaliser les méthodes d'analyses des différents laboratoires pour la fiabilité et la comparabilité des résultats.
- de soumettre le texte du code de l'eau à tous les intérêts afin de mettre en accord les besoins de chacun.

Au terme du débat les recommandations suivantes ont été prises :

- 1) Mettre en place dans les meilleurs délais une commission chargée d'étudier la réglementation actuelle, de préparer des propositions pour la mise en place de textes destinés à compléter le code de l'eau, la charte de l'environnement, les problèmes administratifs et financiers, matériels et humains relatifs à la surveillance des eaux à Madagascar.
- 2) Il faut préparer des programmes d'étude et d'actions sur la pollution et sur les impacts des rejets sur l'environnement.
- 3) Il faut que les spécialistes du suivi de la qualité des eaux puissent s'intégrer dans les équipes de terrain pluridisciplinaires chargées de l'exploitation, de la gestion et de la protection de l'eau.
- 4) En attendant la mise en place de la structure de surveillance, il conviendrait de recenser tous les laboratoires travaillant sur l'eau et de prendre connaissance de leurs méthodes d'analyse en vue de la standardisation de celles-ci.

16 - 20 novembre 1992 Antananarivo
Madagascar



Actes
des
Journées de l'eau

Editeurs : Jean-Marc ELOUARD
Marta ANDRIANTSIFERANA