



Rédacteur Principal: RAFARALAHY Tovoarison Zakaria

Directeur Hygiène, Sécurité, Qualité, Environnement JIRAMA

La planète Terre est appelée la « Planète bleue » du fait que sa surface est recouverte d'eau à 70%.

En grande partie, l'eau est contenue par les océans, ce qui représente 98% de l'eau sur terre. L'eau douce est quant à elle contenue principalement dans les nappes souterraines, les glaciers, les lacs, les rivières et dans les mares. Toute cette eau douce provient principalement des précipitations.

L'eau est vitale à la survie, à la santé et à la dignité humaine, elle est indispensable que l'air que nous respirons. L'eau, « or bleu et source de vitalité », est l'un des enjeux majeurs du XXIème siècle. Selon le père Teilhard de Chardin « La vie est fille des eaux ».

L'accès à l'eau potable est l'un des droits humains fondamentaux reconnus par l'ONU dans sa résolution de juillet 2010.

Madagascar, s'étend sur une longueur de 1 650 kilomètres, du 12ème au 25ème degré de latitude Sud, est presque localisé dans la zone tropicale. Une arête dorsale montagneuse, culminant entre 1 200 mètres et 1 500 mètres d'altitude s'appuyant sur trois massifs à savoir Tsaratanana dans le Nord, Ankaratra dans le Centre et Andringitra dans le Sud, qui dépassent 2 600 mètres parcourt l'île du Nord au Sud sur toute sa longueur. La situation géographique, la forme du relief, l'influence maritime et le régime des vents sont les causes des conditions climatiques très variées que l'on rencontre dans l'île. Ainsi, Madagascar peut être divisé en cinq régions climatiques : le littoral Est, la Haute terre, la côte et région Ouest, l'extrême Sud et la région de Sambirano. On distingue deux saisons dans la grande île : l'hiver de Mai à Octobre et l'été de Novembre à Avril. Deux courtes intersaisons les séparent et durent chacune un mois. La position de la longue arête dorsale par rapport à sa section transversale divise la grande île en deux versants dissymétriques : le versant occidental plus étendu mais à pente douce et le versant oriental moins large mais à pente raide. Cependant, trois autres petits versants ont leurs propres caractéristiques : le versant de la montagne d'Ambre, le versant de Tsaratanana dans le Nord, et le versant du Sud dans le Sud de Madagascar.

Madagascar dispose de réseau hydrographique couvrant approximativement 550.000 ha, soit environ 1% de la superficie de l'île (Source Division de la Pêche Continentale : DPA).

Certes, la Grande Ile ne fait pas partie des pays où il y a des tensions fortes et risques de guerre de l'eau, mais le manque d'infrastructures pose des problèmes.

L'eau sale génère de nombreux problèmes dont les maladies, les arrêts scolaires et de travail qui coûtent beaucoup aux ménages et à l'économie du pays.

Madagascar a adopté l'approche Gestion Intégrée des Ressources en Eau - GIRE. Cette approche fournit des moyens de coordonner la gestion des ressources en eau pour l'ensemble des secteurs et groupes d'intérêt et à différents niveaux, aussi bien au niveau local qu'au niveau international. Elle est un outil pour contribuer à la gestion et à l'aménagement durable et adapté de toutes ressources en eau, tout en intégrant les divers intérêts sociaux, économiques et environnementaux. Elle se base sur la définition des politiques nationales relatives à l'exploitation et à la protection des ressources en eau du pays. Dans le but d'optimaliser son efficacité, la démarche GIRE se repose sur : une bonne connaissance des ressources en eau, sur la répartition et la planification de l'utilisation des ressources selon un processus concerté qui prend en compte l'ensemble des usagers (domestiques, agricoles, industriels, ...), sur la mise en place de mesures de protection de la ressource et enfin sur une organisation institutionnelle et juridique adaptée au niveau national.

P

E A

D

X

U C

0

S

Ε

Ε

T

G I

R

Ε

Dans la déclaration de la politique sectorielle de l'eau de 1997, il est écrit « Il devient impérieux de protéger, conserver et utiliser d'une façon rationnelle et intégrée les ressources en eau du pays.... L'eau est une ressource vitale, indispensable à l'homme pour se maintenir en vie, et il faut donc permettre à tous, notamment les plus pauvres et les plus démunis d'y accéder.... C'est aussi un bien éminemment économique, nécessitant ainsi la mobilisation de mesures économiques et financières devant permettre d'assurer la pérennité des services pour sa distribution aux usagers de façon efficace, c'est à dire en quantité et qualité satisfaisantes ».

C'est pourquoi, Madagascar a mis dans son cadre légal (Articles 75 et 76 du code de l'eau) et règlementaire (Décret n°2003-192, décret 2003-191) les dispositifs adéquats pour pouvoir mettre en œuvre et assurer la gestion intégrée des ressources en eaux, encourageant ainsi le développement et la gestion coordonnés de l'eau, des terres et des ressources connexes, en vue de maximiser, de manière équitable, le bien-être économique et social en résultant, sans compromettre la pérennité des écosystème vitaux.

Pour concrétiser les dispositifs du cadre légal et règlementaire, les actions à entreprendre consisteront à disposer des outils nécessaires pour estimer les quantités de ressources disponibles exploitables, pour calculer les quantités d'eau actuellement utilisées pour tous les usages, et pour évaluer les besoins en eaux, tout en assurant à la fois le développement socio-économique et la préservation de l'environnement.

L'Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement ou ANDEA, a été instaurée pour l'application de la GIRE à Madagascar à l'échelle nationale et à l'échelle des bassins versants selon le code de l'eau et ses décrets d'application. Sa mission consiste à assurer la gestion intégrée des ressources en eau et le développement rationnel du secteur de l'eau et de l'assainissement et en particulier à assurer la coordination des agences de bassin.

## **5.1 FORCES MOTRICES DES RESSOURCES EN EAU**

#### **5.1.1 IDENTIFICATION DES BESOINS EN EAU**

## 5.1.1.1 BESOIN EN EAU POUR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE

Nous ne disserterons pas ici sur l'importance de la disponibilité de l'eau.

Selon le cadre réglementaire il faut assurer à tous, notamment aux plus pauvres et aux plus démunis, de façon équitable, une quantité d'eau au moins égale à 30 l/j/personne de façon efficace et durable (DECRET N°2003-193 portant fonctionnement et organisation du Service PUBLIC de l'Eau potable et de l'assainissement des eaux usées domestiques) et dont la qualité doit obéir aux spécifications du code de l'eau, à savoir « Respecter les normes de qualité de l'eau fixées dans le cadre du Code de l'Eau » (DECRET N°2003-193 portant fonctionnement et organisation du Service PUBLIC de l'Eau potable et de l'assainissement des eaux usées domestiques).

Les estimations des besoins sont faites à partir des calculs des taux d'accès à l'eau potable.

Tableau 5.1: Accès à l'eau et l'assainissement à Madagascar

	Année 2010				
Proportion de la population avec accès á :	Total	Urbain	Rural		
Sources améliorées d'eau potable	42,63%	55,68%	38,95%		
Assainissement amélioré	39,8%	57,8%	35,2%		

Source : Accès à l'eau potable : Annuaire ministère de l'eau - Accès à l'assainissement : Enquête périodique auprès des ménages (EPM/INSTAT) 2010.

Selon les projections faites dans le document de stratégie nationale d'eau potable, d'assainissement et d'hygiène, le taux d'accès national en 2015 sera de 51%.

#### **5.1.1.2** BESOIN EN EAU POUR L'AGRICULTURE

Pour nourrir la population malgache, il est indispensable de développer l'agriculture dont les besoins spécifiques en eau pour les cultures principales sont présentés comme suit (Rakotondrainibe H. dans le document « Suivi des Politiques de l'Eau à Madagascar » du programme WAVES « WealthAccounting and Valuation of Ecosystem Services » -2015, à partir de données dans les documents « un état des lieux du territoire malgache pour servir à l'aménagement du territoire-Mai 2009 » et « les besoins en eau », FAO.

La disponibilité et la maîtrise de l'eau assure aussi une augmentation des rendements rizicoles de 36% (source PNBVPI).

Tableau 5.2 : Besoins en eau des principales cultures

Types de culture	Surface cultivée en ha	Besoins en eau unitaire en I/ha
Riz	1 062 398	12000
Coton	28 553	7500
Canne à sucre	67 000	12500
Reste des cultures	842 049	457,4

Source : « Suivi des politiques de l'eau à Madagascar » - Waves - Rakotondrainibe H -2015

Les ressources en eaux sont aussi indispensables pour toutes les activités de développement économique, notamment pour l'hydroélectricité et pour les industries.

## **5.1.1.3** BESOINS EN EAUX DE L'HYDROELECTRICITE

Actuellement la production énergétique par l'hydroélectricité à Madagascar est de 132 MW (Source : Le mix électrique de Madagascar, septembre 2013 : Xavier Paul ) et il a été calculé que les besoins en eaux sont de 35 623 735 m3/MW (Rakotondrainibe H. dans le document « Suivi des politiques de l'eau à Madagascar » du programme WAVES -2015, à partir de données du « Rapport OSIPD, Nov.1997 et la liste des demandes d'accès à la ressource en eaux déposées auprès de l' ANDEA).

Tableau 5.3 : Besoin en eau de l'industrie

Organismes titulaires d'autorisation avec adresse	Débit déclaré dans la demande d'autorisation de prélèvement adressée à l'Autorité nationale de l'eau et de l'assainissement (ANDEA)
WORLD GEMS COMPANY S.A.R.L	512 m3 à fréquence d'une fois / 2 jours pour remplissage d'un basin de 1024 m3
HENRI FRAISE Fils et Cie,	20 m3/s
Ambatovy DYNATEC Madagascar S.A, siège social Immeuble TRANOFITARATRA 7ème étage, Rue Ravoninahitrarivo, Ankorondrano,Antananarivo 101	87m3/jour
Ambatovy Dynatec Madagascar S.A.	150m3/h pour essai hydraulique du pipeline en raison de 1à2 jours
Ambatovy Dynatec Madagascar S.A.	480m3/jour
AMBATOVY MINERAL S.A.	120m3/jour
AmbatovyMinerals S.A (AMSA), siège social Bâtiment C2, Village des jeux Ankorondrano, Antananarivo 101	800 m3/j
AQUAMEN E.F. SA	155m3/heure
BRASSERIE STAR DE MADAGASCAR	10,5m3/jour

Brasserie STAR Madagascar Bright star exploration sarl	10m3/heure 15 000m3 en raison de 230m3/h pendant 2 jours et demi.
Bright star exploration sarl	
- '	et demi.
Société des eaux minérales d'Antsirabe	48m3/jour
DYNATEC Madagascar SA, siège social Bâtiment C2, Village des jeux Ankorondrano, Antananarivo 101	13.6 m3/h
DYNATEC Madagascar SA, siège social Bâtiment C2, Village des jeux Ankorondrano, Antananarivo 101	-rivMarimbona :2 400 – 72 000 m3/j
DYNATEC Madagascar SA, siège social Bâtiment C2, Village des jeux Ankorondrano, Antananarivo 101	-rivManantsatrana : 2 400 -48 000 m3/j
Epsilon	14,4m3/heure
HAZOVATO	160l/s
HELIOS SARL, lot III K 46 C, Rue Agosthino Neto 67 ha sud, Antananarivo 101	20 000 m3/jour
HOLCIM Madagascar	6m3/jour
HYDELEC Madagascar S.A, 11 rue Belgique Isoraka Antananarivo	7.5 m3/s sur la rivière Sahanivotry
INDENA Madagascar S.A	220 m3/jour
Initiative Ambohimanambola	15m3/jour
Madagascar OIL S.A, siège social Immeuble TRANOFITARATRA 9ème étage, Antananarivo 101	Pour trois sites 3x800 m3/jour= 2 400 m3/jour
MADAGASCAR WISCO GUANGXIN KAM	4m3/jour
MADAGASCAR WISCO GUANGXIN KAM	2000m3/heure
MADO SAINTO	27m3/heure
Mainland Mining	20m3/jour
MineralResources of Madagascar	300 à 500 litres/jour pendant 19 sept-06 au 30 nov-06
NATURA Ltd SARLU	747m3/heure
PARAPHARMA Export SARL	48m3/jour
QUIT Mineral Madagascar (QMM), villa 3H- Lot II J 169 Ivandry, Antananarivo 101	1 500 m3/j
SEER (Ranovisy)	48m3/jour
SEMA EAU VIVE, Rue Dr Raseta joseph, Andranomahery, Antananarivo 101	18m3/h à Andranovelona, District Ankazobe
TANA BEACH, siège social Club House du CNUT, route de la piscine d'Ambohibao	112 m3/jour pour refroidissement des équipements de fonderies et besoins domestique de l'usine
THREE DRAGONS MetallurgicalProducts SARL(3DMP), siège social Près Lot AP210 C, Ambohipeno ,Ambohimanambola, Antananarivo 101	1980m3/jour par unité de traitement
Association Fikambanana Tonga sainaAndavakoera	50m3/heure
Jirama refroidissement	2 223 960 m3/an

Source : liste des demandes déposées auprès de l'Andea-2015 (« Suivi des politiques de l'eau à Madagascar » - waves-Rakotondrainibe H -2015)

# **5.2 LES PRESSIONS SUR LES RESSOURCES EN EAU**

La pression sur les ressources en eaux provient :

- des prélèvements effectués pour satisfaire les utilisations actuelles de l'eau décrites ci-dessus,
   le principal étant l'approvisionnement en eau potable, mais il y a aussi l'agriculture,
   l'hydroélectricité, les industries et les exploitations minières...
- des pertes par évapotranspiration et par les écoulements d'une grande partie des eaux des rivières vers la mer (ressources en eaux de surface ne pouvant pas être utilisées),
- des pollutions naturelles, notamment dues à l'érosion sur les sols dénudés par la déforestation,
- des pollutions dues aux rejets d'eaux usées résultant des activités humaines.
- Des pratiques du « Tavy » et des cultures sur les pentes sans respect des courbes de niveau, malgré leur efficacité productive dans un contexte d'agriculture de subsistance, entraînant des envasements dans les périmètres irrigués obstruant et détruisant par la suite les infrastructures hydro-agricoles ainsi que les zones humides.

Cette pression est évaluée selon le pourcentage des quantités utilisées, des pertes, et des quantités d'eaux usées par rapport aux ressources en eaux disponibles qu'il faut aussi quantifier.

Ainsi, il faut calculer les ressources en eaux disponibles pour pouvoir évaluer l'adéquation avec les quantités d'eau utilisées et estimer les potentialités pour les besoins nécessaires au développement économique et social.

#### **5.2.1 ESTIMATION DES RESSOURCES EN EAUX DISPONIBLES**

#### 5.2.1.1. CALCULS DU BILAN HYDRIQUE DE MADAGASCAR

Cette estimation est effectuée par les calculs du bilan hydrique du Pays en utilisant les données de la météorologie nationale collectée sur une période d'au moins 10 ans sur les 105 stations météorologiques en utilisant la formule de Thornthwaite, dont les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

## <u>Tableau 5.4</u>: Bilan hydrologique de Madagascar

calculé à partir de données sur plusieurs années dans 105 stations météorologiques (calculé par Rakotondrainibe H. dans la BDEA, base de données du secteur de l'eau et de l'assainissement, à partir des données du Département de la Météorologie nationale)

LIBELLE	Longitude	Latitude	Infiltration I (mm)	Evapo- transpiration réelle ETR (mm)	Pluies P (mm)	Variation de stock ΔS (mm)	Ruissel- lement (mm)
AMBANJA	48,436	-13,659	100	914	2155	-88	1053
ALAOTRA	48,480	-17,639	100	740,5	1279,6	-91	348,1
AMBANIVANIBE	49,267	-12,584	90	771	1281	-93	327
A M B A T O - B O E N	46,708	-16,455	84,2	759	1510	-99	567,8
AMBATONDRAZAKA	48,432	-17,838	96	666	989	-97	160
AMBILOBE	49,059	-13,174	98	843,5	1881	-98	841,5

AMBODIFOTOTRA	49,860	-16,994	100	1003,4	3579	0	2475,6
AMBOHIBARY - ANTSIRABE	46,990	-19,815	56	725,6	1437	-63	700,4
AMBOSITRA	47,216	-20,533	72	766,3	1556	-72	645,5
AMBOVOMBE	46,081	-25,173	0	680	577	-112	0
AMPANDRANDAVA - BEKILY	45,697	-24,068	4	778,6	923	-96	43,4
A M P A N G A B E	48,277	-18,487	56,5	759,8	1203,6	-88	299,3
AMPANIHY - OUEST	44,728	-24,692	0	660,9	566	-94,9	0
AMPASIMPOLAKA (AMBOASARY)	46,404	-25,136	0	602,1	499	-103,1	0
AMPATAKAMARORE NY	48,795	-16,494	76	804,1	1338	-76	381,9
AMPANIHY - EST	47,339	-23,961	100	967	2915	0	1848
AMPOTAKA - MAROLINTA	44,679	-25,050	0	568	437	-131	0
ANALALAVA	47,746	-14,649	99	773	1910	-99	929
ANALAMAZAOTRA	48,421	-18,925	33	937,2	1713	-42	700,8
ANDAPA	49,672	-14,667	88	930	344	-12	934
ANDROKA	44,085	-25,015	0	431	1378	-87	0
ANKAVANDRA	45,290	-18,772	98	811	720	-98	370
ANKAZOABO - SUD	44,518	-22,292	36	660	1458	-90	116
ANKAZOBE	47,082	-18,292	91	663,5	2227	-55	648,5
ANOSIBE	48,179	-19,416	100	905	2151	0	1222
ANTALAHA	50,269	-14,924	100	982,6	487	0	1068,4

ANTANIMORA - FORET	45,671	-24,799	0	589,9	541,2	-102,9	0
ANTANIMORA - SUD	45,667	-24,804	0	708,2	1127	-167	0
ANTOKAZO	48,568	-17,659	93	673	1260	-93	268
ANTSAKABARY - (Befandriana - Nord )	48,936	-15,033	97	731	1432	-97	335
ANTSIRABE (Ecole)	47,049	-19,867	69	735,3	1494	-73	554,7
ANTSOHIHY	47,961	-14,892	99	771	1399	-99	525
ARIVONIMAMO	47,161	-19,030	92	644,6	1317	-92	570,4
BEALANANA - BETAINIKAKANA	48,735	-14,551	95	650,2	1856	-95	476,8
BEFANDRIANA - nord	48,561	-15,250	98	766,2	527,6	-98	893,8
BEHARA	46,393	-24,943	0	650,6	727	-123	0
BEKILY	45,308	-24,241	0	729,4	1496	-98	45,3
BEKODODA	45,104	-16,969	97	774,1	458	-97	721,9
BELOHA	45,069	-25,164	0	562,3	776	-104,3	0
BEROROHA	45,172	-21,668	35	718,7	1272,2	-99	121,3
BESALAMPY	44,472	-16,759	71,2	695,2	616	-99	406,8
BETIOKY - SUD	44,379	-23,729	0	665,5	1063	-99	0
ВЕТОМВО	44,970	-19,687	65,4	741,6	828	-99	355
BETROKA	46,073	-23,272	85,1	739,7	512	-99	102,2
BEZAHA	44,503	-23,490	0	611,8	916	-99,8	0
DIEGO - SUAREZ	49,305	-12,308	98	655,2	2424	-99	261,8
F A R A F A N G A N A	47,809	-22,818	100	938,7	2728	0	1386,3

FENERIVO -EST	49,418	-17,384	100	997,6	2156,6	0	1631,4
F A S C E N E ( NOSSI- BE)	48,269	-13,384	79	985,1	1190	0	1092,5
FIANARANTSOA	47,057	-21,460	87	710,9	1498	-87	392,1
FORT - DAUPHIN	46,975	-25,019	99	942,1	2529,3	-99	456,9
IFANADIANA	47,621	-21,295	100	923	820,5	0	1530,3
IHOSY	46,101	-22,415	91,7	669,6	1249	-91,7	59,2
ISALO	45,434	-19,731	98	764,6	1301	-99	386,4
IVATO-Aéroport	47,483	-18,787	93	640,3	1729	-94	567,7
KANDREHO	46,105	-17,469	95	881	1691	-96	811
MAEVATANANA	46,824	-16,935	98	801,1	1443,8	-99	799,1
MAHAJAMBA	47,118	-15,701	97,6	764,5	858,1	-99	581,7
МАНАВО	44,657	-20,391	15,9	644,8	2957,5	-99	192,4
MAHANORO	48,816	-19,888	100	978,7	993,8	0	1879,8
MAINTIRANO	44,024	-18,073	55,8	687,4	1335,9	-99	255
MALAIMBANDY	45,658	-20,336	98	757	1566,8	-99	480,9
MAJUNGA	46,316	-15,706	98	733,7	1074,8	-99	735,1
MANAKAMBAHINY - EST	48,675	-17,754	47,9	755,7	2662,3	-88	271,2
MANANJARY	48,349	-21,220	100	948,8	2633,3	0	1614,5
MANAKARA	48,021	-22,134	100	954,3	2466,9	0	1580
MANANARA - NORD	49,768	-16,158	100	932,4	1113	0	1437,5
MANDRITSARA	48,810	-15,841	81,2	681,7	1619,3	-98	410,1
MANGINDRANO	48,963	-14,252	89	716,8	3703,1	-90	643,3
MAROANTSETRA	49,755	-15,424	100	1000,6	1527,4	0	2603,5

M A N T A S OA	47,835	-19,013	59	742,8	1178,5	-60	725,6
MAROTANDRANO	48,848	-16,161	95,9	660,5	1861	-98	423,1
MAROVITSIKA	48,039	-18,831	41	759,7	1495,6	-42	1060,3
MAROVOAY - MADIROKELY	46,677	-16,130	98	761,8	1308,3	-99	635,8
MIANDRIVAZO	45,477	-19,529	98	848,3	1790,6	-99	362
MORAFENOBE	44,912	-17,828	97	815,7	1861,1	-98	877,9
MIDONGY - SUD	47,005	-23,600	26	898	1504	-27	937,9
MORAMANGA	48,279	-18,932	59	825,2	454	-60	619,8
MOROMBE	43,348	-21,758	0	532	755	-78	0
MORONDAVA - VILLE	44,266	-20,292	98	617,6	2656	-99	138,4
NOSY - VARIKA	48,510	-20,580	92	1052,7	1576,5	-7	1532,3
PORT - BERGE	47,612	-15,580	98	748,9	1062,2	-99	729,6
RANOHIRA	45,417	-22,547	85	735,4	733,5	-95	241,4
SAKARAHA VILLE	44,538	-22,900	27,8	680,4	731,1	-100	25,3
SAKARAHA - FQRET	44,602	-22,915	21	702,3	2179	-96	7,8
SAMBAVA	50,145	-14,240	100	1010,9	1231,3	0	1169,1
SOALALA	45,341	-16,087	98	632,2	3677	-99	501,1
SOANIERANA - IVONGO	49,586	-16,906	100	968,9	1859,3	0	2669,1
SOAVINANDRINA	46,739	-19,158	81	702,8	3346	-82	1163,5
TAMATAVE VILLE	49,409	-18,129	100	989,1	1353,4	0	2307,9
TANANARIVE OBSERVATOIRE	47,561	-18,904	86	641,5	3335,8	-87	631,3
TAMATAVE - AERO	49,400	-18,103	100	979,7	1093,1	0	2357,4
TAMBOHORANO	43,962	-17,494	98	669,7	522,2	-99	355,4
TRANOROA	45,071	-24,705	0	697,2	1874,5	-175	0
TSARATANANA	47,638	-16,798	97	728,2	2299,8	-98	1049,3
TSARAMANDROSO (Bevazaha)	47,055	-16,355	95,1	772,3	489,4	-105	732,4
TSIHOMBE	45,483	-25,313	0	606,4	343	-117	0
TULEAR	43,679	-23,340	0	442	1345,9	-99	0
TSINJOARIVO	47,690	-19,621	73	718,5	1632	-74	554,4
TSIROANOMANDIDY	46,058	-18,755	96,2	765,4	980	-93	770,4
TSIVORY	46,085	-24,056	94	783,9	357,9	-95	102,1
TULEAR AERODROME	43,729	-23,379	0	457,9	3656	-101	0
VATOMANDRY	48,984	-19,311	99	994,9	1217	0	1900,1
VOHIDIALA	48,267	-17,879	94	714,8	1365	-95	408,2
VOHEMAR	50,010	-13,352	69	1024,6	1412	-30	318,4
MADAGASCAR			70	763,3	1485,9	-70	654,9
Superficie en km2	587 295						

bilan envolume:		41 11	440.20	072.64	41 11	204.50
milliards de m3/an		41,11	448,29	872,64	-41,11	384,59

Source : BDEA (Base de Données du secteur Eau et Assainissement) -Ministère de l'eau de l'assainissement et de l'Hygiène)

## 5.2.1.2. QUANTITE DE RENOUVELLEMENT DES RESERVES EN EAUX PAR LA PLUIE

Selon ces calculs du bilan, sur l'ensemble du territoire malagasy le volume d'eau de pluies qui tombe sur le pays est obtenu par la relation :

Superficie totale de Madagascar x évapotranspiration réelle :

587 295 \* 1000 000 \* 1485,9/1000 = 872,64 milliards de m3

### 5.2.1.3. QUANTITE D'EAU PERDUE VERS L'ATMOSPHERE

Une partie de ces eaux retourne vers l'atmosphère par l'évapotranspiration réelle ; elle est estimée à : Superficie totale de Madagascar x évapotranspiration réelle :

587 295\*1000 000\*763,3 /1000 = 448,29 milliards de m3

#### 5.2.1.4. OUANTITE DE RESSOURCES EN EAUX DE MADAGSCAR

La différence en milliards de m3, 872,64 – 448,29 = 424,35, représente « les ressources de Madagascar », mais dont une fraction seulement est accessible, car la majorité de ce qui est appelé « ruissellement » est absorbée par les inondations saisonnières (débits de crue) puis s'écoule vers la mer, une autre partie se retrouve sous forme de stock d'eau du sol. Ce qui reste, pouvant être exploité, est représenté par les ressources en eaux souterraines réalimentées par les infiltrations, pouvant être exploitées par les captages des sources, les forages et les puits, et alimentant les débits d'étiages des rivières qui représentent la partie d'eaux de surface utilisables.

Ces différents volumes sont estimés de la façon suivante :

#### **5.2.1.5. QUANTITE D'EAUX DE SURFACE**

La quantité d'eau de surface totale est obtenue par la relation suivante : Superficie totale de Madagascar x ruissellement calculé par le bilan hydrique :

## 587 295\*1000 000\*654,9/1000 = 384,59 milliards de m3 par an

Une grande partie de ces eaux s'écoule vers la mer et il faut des aménagements comme les barrages de retenues et la création de lacs artificiels ou des dérivations vers des terrains irrigués ou des centrales hydroélectrique pour pouvoir en disposer comme réserves d'eau utilisables.

Le volume des lacs artificiels (lacs d'irrigation et barrages d'hydroélectricité) est de 428 millions de m3 (calculs sur Mapinfopar Rakotondrainibe H. dans le document « Suivi des politiques de l'eau à Madagascar » du programme Waves « wealthaccounting and valuation of ecosystem services » - 2015, à partir de données UNEP. (2010). "Africa Water Atlas". Division of Early Warning and Assessment (DEWA). United Nations Environment Program (UNEP). Nairobi, Kenya.)

<u>Tableau 5.5</u>: Volume des lacs artificiels

LIBELLE	Nom du lac artificiel	Volume en m3
1	Mantasoa	122 614 678,90
2	Tsiazompaniry	225 000 000,00
3	Sahamaloto	12 990 000,00

	TOTAL =	428 598 798,90
16	Ampijoroabe	2 217 500,00
15	Ambodivato	6 135 000,00
14	Bamaitso	2 451 500,00
13	Maromandia	7 525 000,00
12	Antanifotsy	12 740 000,00
11	Maninday	15 000,00
10	Manadona	50 000,00
9	Andekaleka	50 000,00
8	Antelomita 2	225 000,00
7	Antelomita 1	1 350 000,00
6	Anakavy	35 120,00
5	Mandraka	200 000,00
4	Amboromalandy	35 000 000,00

Source : « Suivi des politiques de l'eau à Madagascar » -Waves - Rakotondrainibe H -2015

#### **5.2.1.6. QUANTITE D'EAUX SOUTERRAINES**

Les estimations des quantités d'eaux souterraines sont faites à partir des hypothèses suivantes :

Volume de renouvellement des ressources souterraines : superficie totale de Madagascar x infiltrations obtenue du bilan hydrique

587 295\*1000 000\*70/1000 =41, 11 milliards de m3

Volume d'eau souterraine exploitable : superficie totale de Madagascar x épaisseur d'aquifère moyenne atteinte par des forages de 100 m de profondeur x porosité efficace d'un réservoir sablo-argileux (voir tableau des porosités de Castany, ci-dessous)

587 295\*1000 000\* 100\*10%= 5,872 milliards de m3

**Tableau 5.6: Porosités selon Castany** 

ableau de valeurs - porosités moyennes pour les principaux réservoirs (d'après G. CASTAGNY ).

Sols	Porosité totale en %	Porosité efficace en %	Sols	Porosité totale en %	Porosité efficace en %
Vases		0,1 %	gravier + sable		15 à 25 %
Limons	36 %	2 %	gravier fin		20 %
Argile	45 %	3 %	gravier moyen	45 %	25 %
sable gros + limons	32 %	5 %	gra∨ier gros		30 %
sable très fin	35 %	5 %	grès fissuré	16 %	2 à 15 %
sable fin	35 %	10 %	craie		2 à 5 %
sable moyen	35 %	15 %	calcaire fissuré	4,8 %	2 à 10 %
sable gros	35 %	20 %	granite fissuré	1,2 %	0,1 à 2 %
Alluvions		8 à 10 %			

#### 5.2.1.7. QUANTITE TOTALE DE RESSOURCES EN EAU EXPLOITABLE

Le volume total des ressources en eaux de Madagascar est de 424,35 milliards de m3, mais environ 30% seulement de cette ressource sont accessibles (estimation concernant le bilan en eau mondial, faite dans le document « eau et agriculture - produire plus avec moins d'eau » de la FAO-2002), ce qui représente 127,305 milliards de m3 (réserves en eaux souterraines exploitables + débits d'étiages des rivières+ stock d'eau dans les aménagements artificiels).

Les actions à entreprendre pour permettre à Madagascar de disposer du maximum de ressources en eaux utilisables consistent ainsi à augmenter ce taux de 30%, par la protection des bassins versants (lutte contre la déforestation, reforestation, protection contre l'érosion) permettant d'accroitre l'infiltration, par la construction d'aménagements hydrauliques pour des stockages d'eaux de surface.



Source: MEEF/DGE/DIDE /SCEE - Sambirano

#### 5.2.1.8. ESTIMATION DES UTILISATIONS ACTUELLES D'EAU A MADAGASCAR

#### 5.2.1.8.1. Utilisation de l'eau pour l'approvisionnement en eau potable

Le décret-cadre précise que la consommation spécifique est de 30l/j/personne. Les consommations d'eau potable calculées sur cette base sont alors présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5.7 : volume d'eau potable consommé

année	taux d'accès	Nombre de consommateurs	volume eau consommé en m3/an
2015	51,00%	12 080 930	132 286 189

Source : « Suivi des politiques de l'eau à Madagascar » -Waves - Rakotondrainibe H -2015

Le total de la quantité d'eau utilisée est de0,132 milliards de m3.

## 5.2.1.8.2. Utilisation de l'eau en agriculture

Les calculs sont effectués dans le document « Suivi des politiques de l'eau à Madagascar » - Waves - Rakotondrainibe H -2015) en utilisant les données se trouvant dans le document « Petit atlas de Madagascar – Un état des lieux du territoire malgache pour servir à l'Aménagement du Territoire, 2009.

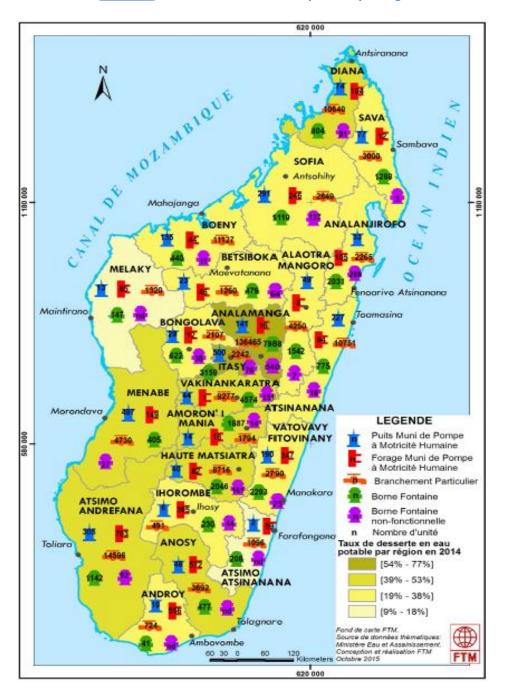
Tableau 5.8: Utilisation de l'eau en agriculture

ypes de culture	Surface cultivée en ha	Besoins en eau unitaire	Total eaux utilisées en millions de m3/an	Eaux souterraines Utilisées en millions de m3	Eaux de surface Utilisées en milliards de m3	Eaux Pluviales Utilisées en millions de m3
Riz	1 062 398	12000	12 749	3 600,00	9 148,78	
Coton	28 553	7500	214		82	132
Canne à sucre	67 000	12500	838	30,00	807,50	
Total			13 800	3 630,00	10 039	132
Reste des cultures	842 049	457,4	385		385	
Total	2 000 000		14 186		10 423,88	

Source : « Suivi des politiques de l'eau à Madagascar » - Waves - Rakotondrainibe H -2015

Le total des quantités d'eau utilisées est de : 14, 186 milliards.

Carte 5.1 Taux de desserte en eau potable par région





# 5.2.1.8.3. Utilisation de l'eau pour les directions interrégionales de la JIRAMA

Tableau 5.9- Situation de l'Environnement des Ressources en Eau exploitées par la JIRAMA

REGIONS	DISTRICT	TYPES	ETATS
	Antsiranana	Rivière Besokatra	Barrage non clôturé, accessible aux tiers, non protégé contre tout acte de vandalisme. Dégradation des bassins versants en amont. Déforestation en amont du barrage. Présence des cultures traditionnelles de riz, plantation de khat ayant une influence sur la qualité et la quantité d'eau brute.
Diana	Nosy Be	Lac Amparihibe	Aucune source de pollution mais dégradation des bassins versants : Présence des feux de nettoiement, culture sur brulis et pâturage.  Baisse de pluviométrie annuelle s'observe actuellement et une hausse de température.
	Ambanja	Forages (Ambaiboho)	Terrain non clôturé, accessible aux tiers et aux bétails. Présence d'une construction illicite à l'intérieur du périmètre de la JIRAMA.  Pollution : Pollution engendrée par la centrale thermique à 100m au Nord du forage (évacuation sauvage des rejets d'eaux usées).  Dégradation: L'érosion rapide et importante de la rive droite du fleuve de Sambirano constitue une menace pour la station.
	Antalaha	P Forage(2)	-
	Andapa	Barrage	Accessibilité aux tiers. Zone de protection non instaurée. Pollution : Aucune source de pollution mais présence des dégradations : Déforestation due à des exploitations forestières importantes (tevyala, coupes d'arbre, multiplication de la culture vivrière, la plantation progressive des arbres fruitiers). A chaque crue, la forte précipitation crée une érosion importante du sol, provoque l'ensablement total du barrage de retenue et donne l'aspect trouble de l'eau brute.
Sava	Sambava	Rivière + Puisard	Clôturé mauvais état. Pollution : Riziculture, culture vivrière, Pâturage et abreuvage bovin. Lavandières sur bord.  Dégradation : Erosion de la rivière de Sambava et la dégradation des bassins versants en amont. Ensablement à chaque étiage.
	Vohémar	Sources de Sahamazava	Risque de pollution causée par des pâturages et pacage bovins aux alentours des sources, la présence des agglomérations avoisinantes. Captages non clôturés, accessibles aux tiers et aux bétails. Absence des panneaux d'interdiction et d'indication de la propriété. Zone de protection non instaurée.
		Puits	Dégradation : Les racines de ces arbres attaquent les ouvrages de prise, les conduites d'amenée et les drains, et les feuilles mortes constituent un grand obstacle empêchant la libre circulation de l'eau. Déforestation partielle due à la pratique de la culture vivrière.
	Mahajanga -	Forages (2) d'Ambondrona	Non clôturés, Des activités agricoles : Riziculture, culture vivrière et pâturage importants aux alentours immédiats.
		Forages (2) d'Apombonavony	Non clôturés, favorable à tout acte de vandalisme. Risques de feu de brousse. Zone inondable à chaque saison de crue. Présence de pâturage aux alentours.
		Forage(3) d'Andranotakatra Forage(4) de Mahavelona	Non clôturés, Présence des agglomérations avoisinantes favorisant des actes de vandalisme. Des risques de feu de brousse. Présence de pâturage aux alentours.  Non clôturés, accessible aux tiers, favorable à tout acte de vandalisme. Présence de pâturage aux alentours.
	Ambato Boeni	Puits d'Ambato atsimo	Puits P1 et P2 alimentées en permanence par la rivière Kamory et le fleuve de Betsiboka. Clôture en dur pour P2 et en grille métallique pour P, mauvais état. Relation étroite entre rivière et captage: Diminution importante de niveau d'eau à chaque fin étiage.
	Mitsinjo	Forage	
	Marovoay	Forage d'Antokomamy	Zone de protection non instaurée, captage non clôturé, rizicultures importantes sur des centaines des hectares aux alentours immédiats du captage. Source de pollution : Riziculture.
Boeny	Antsohihy	Forages d'Ambalabe et Bekiropaka	Pollution et dégradation engendrées par la centrale thermique ; Evacuation sauvage des eaux usées de la centrale thermiques et des agglomérations.
	Madirovalo	Ruisseau + Barrage+ Puisard d'Ambinanimahery	Erosions des bassins versants en amont du captage – Risque d'ensablement du barrage
	Befandriana	Rivière Somboina captée a l'aide d'un Puits	Captage non clôturé, non protégé. Accessible au tiers et aux bétails.  Pollution: L'absence des latrines et les activités quotidiennes de la population riveraine (douce, lessive, vaisselle) constituent des sources de pollution permanentes de la rivière.  Dégradation: Phénomène d'érosion (rive gauche à 6 m en amont captage). Bassin versant en amont: dégradation rapide de l'environnement causée par des feux de brousses, répétitifs à chaque étiage.
	Mandritsara	Sources de la montagne Fasina Et	Sources: Zone de protection non instaurée, captage non clôturé, Accessible au tiers.  Pollution: Multiplication rapide des cultures vivrières.  Dégradation: Déforestation et feux de brousses, répétitifs à chaque étiage.  Rivière: Pollution: Touchée par les pollutions caractéristiques de la rivière: Présence

		Rivière	ensablement au niveau du captage et tarissement de la ressource à chaque fin de
	Port Bergé	Rivière Amboahangy	l'étiage  Faible débit, mauvaise qualité à chaque fin de l'étiage.  Pollutions: beaucoup d'agglomérations, des activités agricoles, des lavandières en amont du captage  Dégradation des débris végétaux dans l'eau, érosion du sol le long de la rivière en amont du captage
	Mampikony	Puits	Périmètre de protection non instauré. Pollution: Des rizicultures, des cultures vivrières utilisant des insecticides menaçant la ressource. Des activités quotidiennes des paysans. Dégradation: Inondation à chaque crue. Envasement
Betsiboka	Maevatanana	Rivière Ikopa + Puits	Périmètre de protection non instaurée, captage non clôturé, Zone inondable à chaque crue, rizicultures, cultures des tomates et de tabacs utilisant des insecticides et des engrais chimiques menaçant la ressource.  Pollutions: Lavandières en amont et aux alentours du captage. Rejet d'eau de ruissellement et eau usée en aval du captage.  Dégradations: Phénomène d'affaissement à chaque saison de crue près captage. Erosion le long de la rivière.
		Rivière Nandrojia	Dégradation : Erosion le long de la rivière sur tous les bassins versants en amont et aval du barrage
	Antsalova	Rivière Soahanina	
Melaky	Morafenobe	Sous écoulement	Puits non clôturé. Accessible au tiers et aux bétails. Absence de cabine de protection des ouvrages et matériel tournant, favorable à tout acte de vandalisme.  Pâturage bovin - Culture vivrière près captage. Mais dégradation des bassins versants de la rivière causés par les feux de brousse, répétitif à chaque saison sèche.  Dégradation: Présence du phénomène d'érosion sur le long de la rivière surtout près captage. Feu de brousse favorisant l'érosion provoquant l'ensablement rapide et important de la rivière (Situation très remarquée devant barrage de rétention).
·	Besalampy	Puits	Pollution: Forage non clôturé, accessible aux tiers, non protégé contre tout acte de vandalisme. Activité agricole
	Maintirano	Forages	Forage non clôturé, accessible aux tiers, non protégé contre tout acte de vandalisme. Dégradation: Présence du centre de reboisement (forêts à dominance d'eucalyptus) aux alentours du captage. Touchées par le feu à chaque saison sèche. Forages F1 et F2 abandonnés suite au phénomène de dégradation en profondeur des couches géologiques, instables menaçant actuellement F3.
	Toamasina	Rivière Ranomainty	Pollution : Activités agricoles rizicultures, surtout la pratique de "Tavy" Présence des lavandières, agglomérations avoisinantes. Captage menacé par la présence des (Constructions illicites)
Atsinanana	Vatomandry	Puits d'Ambilakely  Forage(2) d'Ambilakely	Pollution: Captages non clôturés; Agglomérations avoisinantes (village d'Ambilakely qui ne cesse de se multiplier aux alentours). Des végétations caractéristiques (Niaoulis et eucalyptus robusta servant de fosse d'aisance pour les riverains. Les dégâts causés par la foudre, le cyclone et l'inondation touchent souvent les ouvrages et les matériels tournants entraînant une contrainte d'exploitation.
	Mahanoro	2 puits télescopés P1 et P2 d' Ampampanango	Pollution: Des agglomérations avoisinantes, extension de la ville Dégradation: Des végétations Kininindrano" ou niaouli et Eucalyptus aux alentours du captage. Couches géologiques ferrugineuses " tend vers la station (Nord).
	Fénérive Est	Puits (5)	Pollution: Captage au milieu des sols alluviaux argilo-sableux très fertiles favorables à toutes sortes des cultures, particulièrement à des cultures vivrières, aux alentours immédiats des 4 puits et une dizaine d'hectare des rizicultures. Dégradation: Terrain ferrugineux et saumâtres (due à l'infiltration de l'eau de mer).
Analanjirofo	Soanieranalvong O	Sources	Dégradation: Forêt ombrophile sur le bassin versant; riche en variété d'espèces des plantes, dominée surtout par des Longozo et des Ravintsara, abritant de nombreuses sources de débit important. Mais remplacée actuellement par des « Savoka » à cause de la pratique de "Tavy" et les exploitations abusives effectuées autrefois par la population riveraine (fabrication artisanale de charbon de bois, coupe d'arbre illicite, multiplication des cultures vivrières).  Endroit de passage fréquent des cyclones.
	Sainte marie	Rivière Sahamanoro	Pluviométrie annuelle importante seulement une légère diminution durant la saison dite fraîche. Légère dégradation du bassin versant du lieu de captage suite aux passages des cyclones répétitifs.  Historique : Phénomène d'assèchement de la rivière Sahamanoro en 2005.
		Barrage	
AlaotraMangoro	Moramanga	Lac Ambodiakondro	Pollution: Nombreuses sources de pollution due aux activités urbaines (rejets constructions illicites, implantation de fosse perdue, présence des dépôts d'ordures) et aux activités agricoles (Pâturage, abreuvage, culture maraîchère et riziculture en amont).  Dégradation: Bassins versants menacés par des dégradations progressives de leurs environnements; Coupe d'arbre; Feu de brousse; Erosion et glissement de terrain Conséquence: Phénomène de tarissement de la ressource à chaque fin d'étiage.
		Rivière Sahamarirana	<i>Pollution</i> : Présence des activités agricoles en amont (Pâturage, culture maraîchère et riziculture).

	Ambatondrazaka	Source d'émergence de 8 ouvrages à Ambodiakondro	Ouvrages non clôturés. Aucune source de pollution majeure mais dégradation due au phénomène d'érosion important.	
	Mandraka	Barrage		
	Belo /Tsiribihina	Rivière Kindroma	Pollution: Activité agricole importante (riziculture, culture vivrière, pâturage).  Dégradation importante du sol en amont et le long de la rivière surtout le phénomène d'érosion. Inondation phénomène répétitif à chaque saison de crue.  Entretien insuffisant aux alentours immédiats du captage.	
	Mahabo	Forages d'Anjiro	Pollution : Absence des latrines de la population riveraine, des excréments éparpillés aux alentours immédiats de l'enceinte. Enceinte non clôturée, accessible aux tiers.	
Menabe	Manja	Barrage d'Andoharano	Captage non clôturé. Accessible au tiers et aux bétails.  Pollution: Pâturage bovin et de riziculture.  Dégradation: Dégradation rapide de l'environnement causée par les activités des paysans: Déforestation partielle due au défrichement, coupe d'arbres illicite et conflit d'usage: Utilisation en agriculture de la même ressource perturbant l'exploitation.  Conséquence: Ensablement devant le barrage et déviation du sens d'écoulement de la rivière.	
	Morondava	04 Forages de Tsimahavaobe	Pollution: Des broussailles aux alentours immédiats des ressources servent une fosse d'aisance pour la population riveraine. Des eaux stagnantes sur la piste d'accès; Présence des rizières près forages.	
	Fénérive Centre	Rivière Masiaka + Puisard	Puits clôturé en grille métallique « non-conforme aux normes de protection des ouvrages et au périmètre de protection immédiate.  Pollution: Présence de pâturage bovin et de culture sur brûlis, de terrain aménagé en culture vivrière.  Dégradation des bassins versants causée par les feux de brousse répétitifs à chaque étiage.	
Bongolava	Tsiroanomandidy	Rivière à Ambohiby + Barrage	Aucune source de pollution due aux activités urbaines ni agricoles n'est constatée mais présence de feu de brousse et phénomène d'érosion importants sur les bassins versants constituant des problèmes fondamentaux de l'environnement. Présence de reboisement annuel de la JIRAMA en amont et aux alentours du captage.	
	Mahasolo	Rivière Manjanoa + Puits	Pollution : Activités agricoles importantes en amont du captage (pêche, riziculture, culture vivrière)  Dégradation : Erosion, ensablement	
	Antananarivo		Rivière Ikopa Lac Mandroseza	Rivière: menacé par : Les rejets d'eaux usées industrielles. Mauvaise utilisation de la rivière pêche, enlèvement des sables, présence des lavandières, site touristique saisonnière sur les bords; pratique de la riziculture de part et d'autre de la rivière. Des agglomérations avoisinantes marquées par des nouvelles constructions sur la rive gauche de la rivière.  Lac Mandroseza très vulnérable à la pollution: Accessible aux tiers, beaucoup de constructions avoisinantes, vaste marécage transformé en champ en amont.  Mais projet d'application du décret relatif au périmètre de protection immédiate en cours.
Analamanga		Lac Lohozozoro (Vontovorona)	Environnement en cours de dégradation : Érosions, coupe d'arbres sur les bassins versants.  Sources de pollution : Agglomérations avoisinantes, pâturages et abreuvages, pêches, lavandières, rizicultures, site touristique saisonnière autour du captage.	
		Rivière Ikopa (Faralaza)	Pollution: Activités agricoles en amont du captage (pêche, riziculture, culture vivrière) - Agglomérations – surtout lieu de dépôts des ordures ménagères et industrielles Dégradation: Erosion, ensablement, extraction des sables, fabrication des briques	
		Rivière Mamba	Pollution : Activités agricoles en amont du captage (pêche, riziculture, culture vivrière) - Construction avoisinante Dégradation : Erosion, ensablement, extraction des sables, fabrication des briques	
		Sources de Marofangady Source	Dégradation : Erosion et activité agricole aux alentours immédiats (Pâturage bovin et cultures)	
	Antsirabe	d'Andohonambolo	Pollution : Activités agricoles en amont du captage (culture, pâturage)	
		Lac Andraikiba	Pollution : Activités agricoles en amont du captage (pêche, riziculture, culture vivrière) - Agglomérations – Accessibilité aux tiers et aux bétails Dégradation : Déforestation, Erosion, ensablement	
Vakinakaratra	Antanifotsy	Lac et rivière Onive	Pollution: Présence des dépôts d'ordures, des pêches illicites, des cultures vivrières, rizicultures.  Environnement très dégradé: Erosion très important du bassin versant au Sud-Ouest entrainant envasement du lac. Extension des champs de culture (lac transformé en rizières) – gisement or	
	Ambatolampy	Lac froid de Manjakatompo	Pollution: Risques de pollution minimes. Des fumées très envahissantes et la poussière des cendres des feux de brousses ou fabrications artisanales des charbons de bois peuvent porter atteinte au lac  Dégradation: Déforestation – Coupe d'arbre illicites – Erosion; Diguette menacée non étanche, existence de fuite, risque d'affaissement suites aux trafics de charrettes et camion.	
Amoron'i Mania	Ambositra	Barrage de la rivière Tsiandrazandoha àAntetibolo	Pollution : Activités agricoles en amont du captage. Riziculture important pratiqué en amont du barrage entrainant une variation de qualité et de quantité de l'eau brute en étiage et perturbe l'exploitation Dégradation : Erosion, ensablement	

		Sources	Pollution : Risques de pollution minimes
	Soavinandriana	d'Ambohitrimanjaka	Dégradation : Feu de brousse, Coupes d'arbres illicites, fabrication des charbons de bois, déforestation. Bassin versant gravement touché par les cyclones Gafilo et Elita
Itasy	Miarinarivo	Sources et barrage de Marotsingala	Pollution : Risques de pollution minimes  Dégradation : Feu de brousse, Coupes d'arbres illicites, fabrication des charbons de bois, déforestation. Non protégés, zones de protections non instaurées.
	Analavory	Sources d'Andranotoraha	Pollution : Risques de pollution minimes  Dégradation : Feu de brousse. Non protégés, zones de protections non instaurées.
	Fianarantsoa	Barrage du lac d'Antarambiby alimenté par 13 sources principales de la station forestière de Mandaratsy	Pollution : Exploitation des marais en rizicultures, piscicultures (déviation de l'écoulement de la rivière).  Dégradation : Feux de brousses sur les bassins versants, dégradation des végétations
Haute Matsiatra		Barrages en amont de la station Vatosola	Pollution: Exploitation des marais en rizicultures, piscicultures (déviation de l'écoulement de la rivière).  Dégradation: Feux de brousses sur les bassins versants, dégradation des végétations
		Rivière Mandranofotsy	Pollution : Pêche, la présence des lavandières sur le bord, beaucoup d'activité agricole le long de la rivière. Captage clôturé, Périmètres de protection non instaurés. Dégradation : Phénomène d'érosion le long de la rivière
	Ranomafana		
Manakara		Rivière Maroala	Pollution: Lavandières, agglomérations avoisinantes, pêches traditionnelles, nouvelle société de fabrication artisanale d'huile essentielle en amont du captage. Déforestation des bassins versants en amont de la plaine marécageuse constitue la principale cause de la mauvaise qualité de l'eau brute  Dégradation: Traversant la plaine marécageuse avec des niaoulis, vihy et arefo comme végétations caractéristiques.
	Mananjary	Puits Ambatolambo	Seulement de dégradation de la clôture de la station.
VatovavyFitovinany		Forage Ambatolambo	Présence en permanence des odeurs désagréables. Présence des niaoulis qui sont des végétations dominantes aux alentours immédiats. Eaux brutes riches en fer
		Canal de Pangalana à Ambatolambo	Pollution: Présence des lavandières et d'Activité fluviale importante (moyen de transport et de pêche). Présence des agglomérations avoisinantes (ville de Mananjary) et des rizicultures.  Dégradation: Phénomènes d'érosion le long du bord. Embouchure à 6 km aval du captage peut modifier les caractères de l'eau brute en étiage.
	Vohipeno Rivière Matiantanana à Marovily		Pollution: Activité fluviale importante. Présence des lavandières sur le bord, des pâturages bovins, des rizicultures et cultures vivrières le long de la rivière qui est très remarquable aux alentours immédiats du captage. Mauvais état de clôture de la station de pompage, accessible aux tiers favorisant la dégradation importante de son environnement.
	Farafangana	Rivière Manambato	Pollution: Aucune source de pollution majeure, seulement d'activité fluviale (transport et pêche), et des activités agricoles (Rizicultures). Légèrement saumâtre à chaque fin de l'étiage et devient trouble et jaunâtre pendant la saison de crue
	Tangainony		
AtsimoAtsinanana	Vangaindrano	Rivière Sahazompo	Pollution: Captage non clôturé, présence des activités agricoles (Rizicultures et cultures vivrières) important aux alentours immédiats et en amont du captage, accessibles aux tiers et aux bovins, non protégés contre tout acte de vandalisme et surtout contre l'inondation.  Dégradation: Ouvrages métalliques rouillés. Bassins versants en amont très dégradés (Erosions et feux de brousse importants).
	Betroka	Rivière Mangoky	Pollution: Présence des lavandières aux alentours immédiats du captage, des agglomérations avoisinantes, des cultures vivrières et des rizicultures saisonnières. Présence des dépôts d'ordures ménagères.  Dégradation: Cabine de pompage très dégradée. Clôture non conforme et non adaptable à la situation existante, favorisant l'accessibilité aux tiers, elle n'arrive pas à protéger les ouvrages contre tout acte de vandalisme.
Anosy	Amboasary	Forages	Pollution: Présence des dépôts d'ordures ménagères. Menacé par la pollution engendrée par la centrale thermique et la citerne de gasoil Dégradation: Forages clôturés avec centrale thermique. Zone inondable à chaque crue.
,	Tolagnaro	Barrages de Lakandava au Sud et Ampalafa au Nord	Pollution: Aucune source de pollution majeure sauf quelques cultures maraîchères Dégradation: Déforestations et feux de brousse, pratique des défrichements, exploitation illicite. Ensablement des 2 barrages.  Pollution: Partie Sud et Est: Présence des lavandières, des constructions avoisinantes;
	Manamhara	Lac Lanirano	Pollution: Partie Sud et Est: Presence des lavandières, des constructions avoisinantes; Présence d'activité fluviale: Des canotes et des vedettes pour pêche et transport.  Pollution: Aucune source de pollution majeure sauf quelques cultures et accessibilité aux tiers et aux bétails
	Manambaro	ForagesdeMangitelo	Dégradation : Extractions et ventes des sables près forages.  Pollution : de la rivière Manambovo alimentant le puits : Aspect trouble et jaunâtre en
Androy	Tsihombe	Puisard à Tsihombe centre	crue et l'apparition de fond de sable de la rivière en étiage. Accessible aux tiers, aux volailles et aux bétails. Aux alentours immédiats des ouvrages de captage, des dépôts d'ordures ménagères et communales. Situation alarmante

			Pollution : Aucune source de pollution n'est constatée aux alentours immédiats des
	Ampanihy	Forages	forages.
	Ampaining	deBehavandra	Dégradation :Forages abrités dans des cabines dégradées (couvercle, regards, escalier
			extérieur). Tous non clôturés favorables à tout acte de vandalisme.
			Pollution : Ressources menacées par des Agglomérations avoisinantes, Absence de
		Forages de Miary	système d'assainissement : Rejets d'eau usée domestiques, absence des fosses
	Toliara		d'aisance. Des élevages, pâturages, parcages de bovins, porcins, et des chèvres
		Forages	Pollution: Forages clôturés avec la centrale thermique et subissant les pollutions de la CT
		d'Andranomena	Education of the second of the
			F1 clôturé avec le bureau et réservoir. Délimitation de périmètre de protection non respectée.
		Forages	Pollution : Aucune source de pollution majeure sauf à 1400m au sud, un dépôt des
	Betioky Sud	d'Ankilimiangatsy	produits antiacridiens abandonné n'a aucun impact sur l'environnement de la ressource.
			Dégradation: Des agglomérations avoisinantes favorisant la dégradation rapide au
			niveau du F2 surtout.
		Puisard alimenté par la rivière Menarandra	Pollution : Aucune pollution majeure sauf la pratique d'une pêche traditionnelle à base
AtsimoAndrefana			d'un produit toxique pour les poissons appelé " Famata " quelques fois des insecticides
AtsimoAnureiana			comme des "Fipronyl" en amont du captage et la présence des lavandières sur le bord,
	Bekily		rivière utilisée pour le lessive, douce, eaux de consommation. :
			Dégradation : Rivière Menarandra Aspect trouble et jaunâtre en crue et clair en étiage
			avec un débit très faible à la fin de l'étiage. Phénomène d'érosion importante le long de
			la rivière
			Captage : zone inondable à chaque saison de crue mais l'ouvrage présente une bonne étanchéité.
			Pollution : Aucune source de pollution.
	Morombe	Puits d'Andranofaly	Dégradation : Une légère dégradation du milieu naturelle ; Disparition progressive des
			végétations caractéristiques de la région.
		Favora autóriau de	Pollution : Aucune source de pollution majeure n'est constatée en amont.
	Bezaha	Forage artésien de	Dégradation : Des agglomérations avoisinantes, des activités des paysans à 10m au sud
		Diavolimanga	de la station. Clôture de mauvais état, dégradée à 75%. Insécurité qui règne dans la ville.
Ihorombe	Ivohibe	Rivière	

Sources : JIRAMA / DEXO - Enquête sanitaire

La liste des détériorations de l'environnement des ressources en eaux, ainsi que les différentes pollutions enregistrées dans tous les centres d'exploitation, amplifiées par la variation climatique sont devenus des facteurs de dégradation de la qualité des eaux douces utilisées et de phénomène de tarissement remarquable dans certaines régions.

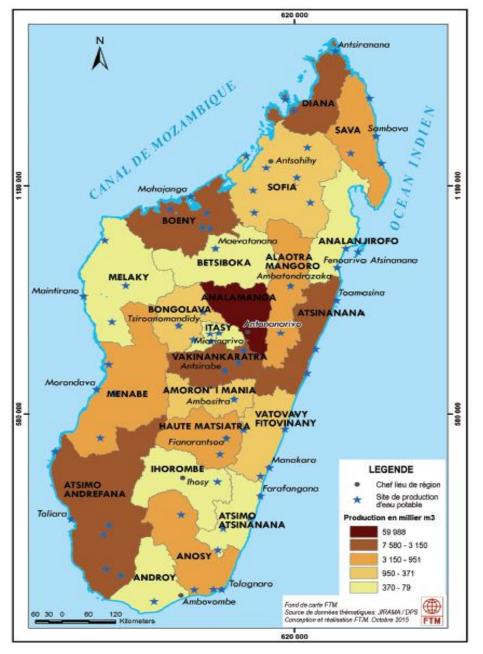


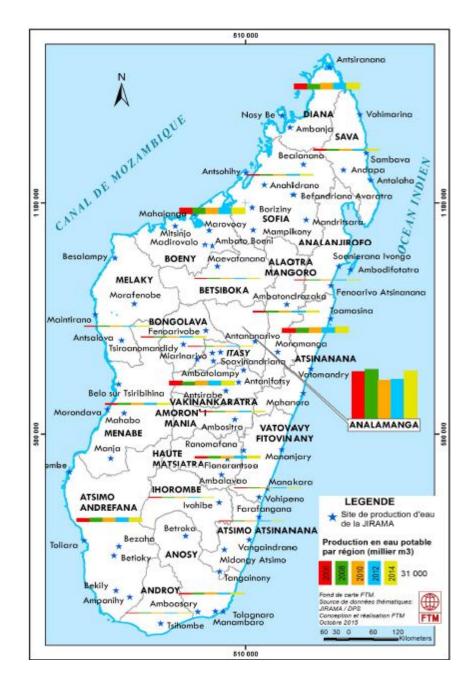
 $Source: DREEF\ Vakinankaratra,\ Lac\ Tritriva$ 



Source : MEEF-SCEE , Fleuve Betsiboka

Carte 5.2. Répartition de la production en eau potable par région





## 5.2.1.8.4. Utilisation de l'eau pour l'hydroélectricité

Le pays n'exploite que 132 MW sur son potentiel estimé à 7.800 MW.

Source : Le mix électrique de Madagascar, septembre 2013 :Xavier Paul

Tableau 5.10 : Quantité d'eau turbinée pour produire 132 MW, en m3.

JIRAMA hydroélectricité	Informations obtenues dans le rapport "secteur eau et assainissement-analyse de la situation actuelle-OSIPD-Novembre 1997" mises à jour par l'auteur par la liste des demandes	4 276 596 960
nyuroelectricite	d'autorisations de prélèvement d'eau auprès de l'ANDEA	189 216 000
	TOTAL =	4 702 332 960

Source: « Suivi des politiques de l'eau à Madagascar » - Waves - Rakotondrainibe H -2015

La quantité d'eau utilisée est donc de :

## 132 MW x35 623 735 m3/MW= 4,7 milliards de m3

## 5.2.1.8.5. Utilisation de l'eau pour l'industrie

Le total des volumes d'eau ayant fait l'objet de demandes auprès de l'ANDEA en se référant aux consommations spécifiques des industries (voir tableau dans le chapitre « causes ») est de 81 845 080 m3 soit 82 millions de m3 (calculé par Rakotondrainibe Herivelo dans le document « Suivi de la politique de l'eau à Madagascar » à partir des demandes d'autorisation de prélèvement d'eau auprès de l'ANDEA).

#### 5.2.1.8.6. Total des utilisations d'eau

Selon les calculs effectués dans le document « Suivi de la politique de l'eau à Madagascar » le total des volumes utilisés est de 14,4 milliards de m3.

<u>Tableau 5.11</u>: total des volumes d'eau utilisés

Usage de l'eau	Eaux de surface	Eaux souterraines	Total millions de m3/an
Agriculture	10 424	3 630	14 186
Eau potable	37	93	130
Industrie	81	1	82
TOTAL	10 542	3 724	14 398

Source : « Suivi des politiques de l'eau à Madagascar » - Waves - Rakotondrainibe H -2015

#### **5.3. ETATS DES RESSOURCES EN EAU**

Les principaux écosystèmes aquatiques de Madagascar sont : les eaux continentales de surface ou zones humides d'eau douce et les eaux souterraines. Cependant, la disponibilité en eau varie dans l'espace et dans le temps, elle est généralement liée avec les climats, voir micro climat, de la grande île.

L'analyse de l'état des ressources en eau, en matière de quantité et de qualité, suite aux pressions exercées sur les différentes utilisations, et l'évaluation de l'impact sur leurs pérennités et leurs

disponibilités pour les besoins futurs assurant le développement socio-économique de Madagascar, vont être effectuées. En ce qui concerne les quantités, elles se feront par le calcul du pourcentage des volumes utilisés sur les volumes exploitables et le calcul des proportions d'utilisations pour chaque secteur d'activités, tandis que pour tout ce qui se rapporte à la qualité, elles consisteront à une description des caractéristiques physico-chimiques globales rencontrées des ressources en eaux résultant des activités humaines.

#### **5.3.1. APERCU SUR LE CLIMAT DE MADAGASCAR**

La localisation de Madagascar dans l'hémisphère sud, entre 11°57′ et 25°39′, dans le bassin Sud-ouest de l'Océan Indien ainsi que la diversité de forme de ses reliefs influent sur ses conditions climatiques très variées. L'Hiver et l'Eté sont les deux saisons distinctes à Madagascar. Toutefois, deux courtes inter- saisons les séparent et durent chacune un mois environ. Chacune des deux saisons a duré généralement 5 mois.

Pendant l'hiver ou la saison fraîche qui commence au mois de Mai et pris fin le mois d'Octobre, le temps à Madagascar est généré par les anticyclones mobiles passant dans le sud de l'île et se déplace d'Ouest en Est. Ces hautes pressions dirigent sur Madagascar le régime d'alizé de Sud-Est. Pendant cette saison, la partie à l'Est de la chaîne faîtière jouit d'un climat humide « au vent », tandis que la partie Ouest subit la sécheresse d'un climat « sous le vent ».

Pendant l'été ou la saison chaude, la situation est plus complexe : l'anticyclone océanique s'affaiblit et une dorsale liée à l'anticyclone d'Arabie intéresse par intermittence le Nord du Canal de Mozambique, tandis que la zone de convergence intertropicale étend son influence sur Madagascar. Le régime d'alizé devient moins régulier et des instabilités orageuses se développent presque quotidiennement dans toutes les régions. C'est au cours de cette saison que les dépressions et cyclones tropicaux peuvent se produire dans le Sud-Ouest de l'Océan et toucher Madagascar.

En général, Madagascar est subdivisé en cinq régions climatiques comme on a indiqué sur la **Carte 5.3.** 

**Carte 5.3: Subdivision climatique de Madagascar** 



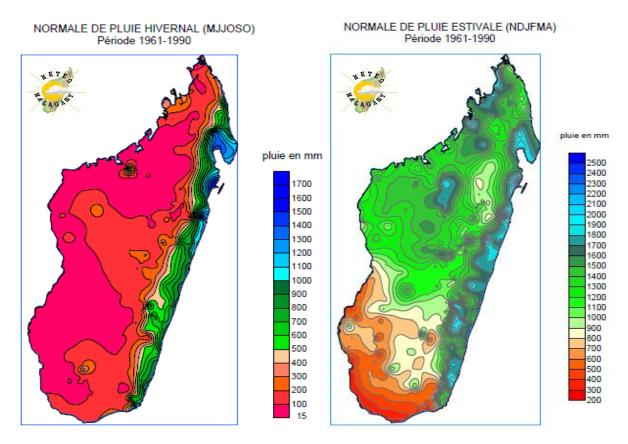
## Région cote Est:

Cette région jouit le climat chaud et humide. Exposée directement aux vents d'alizés, Elle reçoit un maximum de pluie de 3700 mm et un minimum aux extrémités Nord et Sud, respectivement de 1200 mm et 1700 mm de pluies par an. Pendant l'hiver, cette région reçoive des précipitations importantes, mais Les pluies sont particulièrement abondantes du Janvier à Avril. La température annuelle moyenne est d'environ 24°C tandis que les températures extrêmes absolues sont 36.8°C et 14.6°C à Diégo-Suarez et sont 35.4°C et 8.8°C à Fort-Dauphin.

## Région haute terre :

Cette région comprend l'intérieur de l'île au-dessus de 700m jusqu'à plus de 2800m d'altitude. Le climat de cette région est généralement tempéré. Vers 1200m, la température moyenne annuelle oscille de 18 à 22°. Les variations locales du climat sont très importantes suivant l'exposition et l'altitude. La hauteur de pluie varie de 1250 mm à 1900mm, pourtant dans l'Andringitra et à Tsaratanàna elle peut être plus de 2500 mm. Dans la dépression du Lac Alaotra, notablement plus chaude que les zones voisines, la hauteur annuelle est de l'ordre de 1000 mm. La saison des pluies est presque entièrement limitée d'Octobre à Avril ; néanmoins, une zone large de 50 à 100 km en bordure de la forêt de l'Est compte de 30 à 40 jours de bruines (crachin) pendant la saison sèche.

Carte 5.4. : Isohyète de repartions des pluies normales à Madagascar entre 1961 et 1990



Source : Direction Générale de la Météorologie, Antananarivo- 2012

## **Région Sambirano:**

Le climat de cette partie de l'île est analogue à celui de la côte Est : chaud et humide avec des pluies annuelles assez abondantes 2000 mm à 2500 mm dont près de 15% tombent en hiver.

Décembre à Mars sont les mois les plus pluvieux. La température annuelle moyenne est d'environ 26°C tandis que les extrêmes absolus pourraient atteint 45°C pour le maximum et 10.5°C pour le minimum.

## **Région Ouest et Nord-Ouest :**

Le climat de cette région est chaud et sec. La température moyenne annuelle est comprise entre 24°C et 27° C. Le maximum absolu atteint jusqu'à 40.4°C et le minimum absolu 5.1°C. La pluviosité moyenne annuelle diminue du Nord au Sud passant de 1900 mm à 340 mm. La saison sèche est particulièrement bien marquée et s'étend de Mai à Octobre. Le maximum de précipitation est observé généralement en Janvier dans la moitié Nord et en Février dans la moitié Sud de cette région.

#### Région Extrême sud :

Cette région est caractérisée par une grande variabilité de climat qui s'apparente à une zone semiaride. Elle reçoit 340 mm à 750mm de pluie par an à répartition très irrégulière au cours de l'année. On peut néanmoins mettre en évidence une petite saison de pluies de durée très variable qui commence en Octobre ou en Janvier pour se termine soit en Janvier soit au début Mai. La température moyenne annuelle de cette région est d'environ 24°C. Les températures extrêmes absolues sont 46.5° et 2°C.

#### **5.3.2. LES EAUX DE SURFACES**

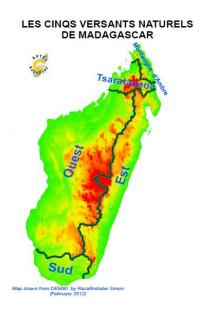
Les eaux de surfaces sont divisées en deux grandes catégories fondamentales :

- les milieux lentiques et
- les milieux lotiques.

#### **5.3.2.1.** BASSINS VERSANTS

Madagascar est divisé naturellement en 5 grands bassins dont les superficies sont largement inégales. En plus, ces 5 grands bassins sont liés, voir similaire, avec les régions climatiques de Madagascar comme on a montré sur la **Carte 4**. Chacun d'entre eux a son propre régime hydrologique.

Carte 5.5 : Délimitation des cinq grands bassins de Madagascar



Source : Direction Générale de la Météorologie, Antananarivo-2012

#### Versant de la montagne d'Ambre :

Ce massif volcanique est drainé par des petits torrents peu développés et sans affluents notables coulant dans des lits encombrés de blocs de basalte. Les principales rivières sur la façade sont l'Irodo, la Saharenene et la Besokatrae et dans la façade Ouest sont la Sandrapia, l'Andranojaby, laSahinana et l'Antsandrotoana. L'ensemble des versants représente 11 200 km² environ, soit 1,8% de la superficie de l'île.

#### Versant de Tsaratanana:

Les cours d'eau affectent un dispositif rayonnant autour des sommets puis se dirigent à l'Est vers l'Océan Indien et à l'Ouest, vers le canal de Mozambique. Les pentes sont fortes (30km à 40km) mais au contact des formations sédimentaires. Les principaux cours d'eau sont la Mahavavy avec un seul affluent notable (Atsiatsia), le Sambirano grossi de la Ramena, le Maevarano qui se jette dans la baie de la LOZA, la branche mère de la Sofia qui se dirige d'abord vers le Sud et enfin la Bemarivo et Lokoho. L'ensemble des versants représente environ 20.000km², soit 3.3% de la superficie de l'île.

## **Versant Est (Oriental)**

Les cours d'eau sont en majorité d'assez faible longueur et présentent des profils très accentués avant de divaguer, sur l'étroite pleine côtière, jusqu'au cordon dunaire limitant le canal des Pangalanes, parallèle à la côte. Les principaux cours d'eau sont l'Ivondro, la Rianala, grossie de la Vohitra, de l'Iaroka et de la Rongaronga, la Mananjary, grossie de l'Ivoanana, le Namorona, le Faraony, la Matitanana et la Manampatrana. Trois cours présentent une disposition particulière : le Maningory issu de l'exutoire du lac Alaotra, le Mangoro avec son principal affluent l'Onive, la Mananara Sud formé de la réunion de l'Ionaivo, de l'Itomampy et de la Menarahaka. Dans le nord ou les cours d'eau se jettent dans ou à proximité de la baie d'Antongil sont : la Ranofotsy, l'Antainambalana, la Rantabe et la MananaraNord. L'ensemble du versant représente environ150.000km² soit 25.2% de la superficie de l'île.

## **Versant Sud (Méridional)**

Il regroupe les cours d'eau issus de l'extrémité sud et se dirigeant vers la côte méridionale de Madagascar. Ce sont le Mandrare, grossie du Manombolo et de la Mananara, la Manambovo, la Menarandragrossie de la Manantanana et de la Menakompy, la Linta. L'ensemble du versant représente environ 48.800km² soit 8.2% de la superficie de l'île.

#### **Versant Ouest (Occidental)**

C'est le plus développé. Il regroupe les plus grands fleuves malgaches dont les bassins présentent une forme triangulaire dont la base se situe sur les hautes terres et dont le sommet s'appuie sur le littoral du canal de Mozambique. Les grands fleuves sont :

- Le Sofia avec principaux effluents : Mangarahara, Anjobony, Bemarivo
- La Mahajamba
- Le Betsiboka, grossie de la Mananara et de l'Isinko. Son principal affluent est l'Ikopa.
- La Mahavavy Sud
- Le Tsiribihina avec principaux affluents : Sakeny, Mahajilo-kitsamby, Mangoky
- Le Mangoky formé de la réunion de rivières Zomandao grossie de l'Ihosy, de la Manantanana et la Matsiatra.
- L'Onilahy constitué de la réunion de l'Isoanala, de l'Ihazofotsy, de la Mangoky et de l'Imaloto.
- L'ensemble du versant représente environ 365 000 km² soit 61.3 % de la superficie de l'île.

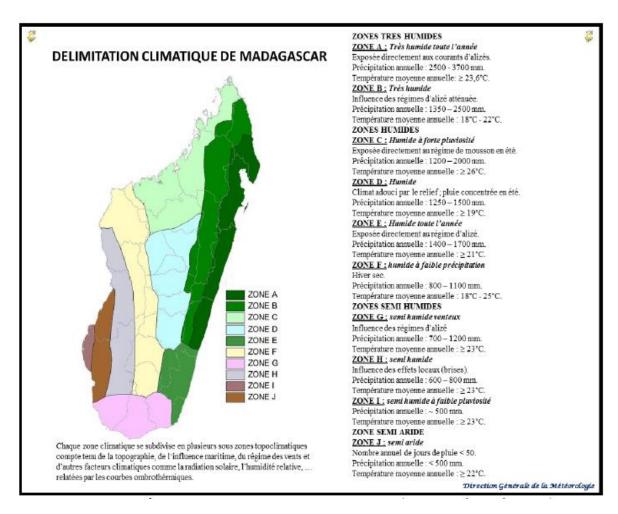
## 5.3.2.1.1. La quantité d'eau douce dans certains sous bassins versants de Madagascar

La quantité d'eau douce écoulée disponible à Madagascar varie d'une région à l'autre suivant les caractéristiques du bassin hydrographique qui comprennent :

- Caractéristiques physiques
- Caractéristiques liées aux réseaux hydrographiques
- Caractéristiques liés l'agro-pédo-géologie

En plus, elle varie en fonction du climat de la région suivant la carte 5.6. ci -dessous.

Carte 5.6: Carte Topo climat de Madagascar



Source : Direction Générale de la Météorologie, Antananarivo-2012

La présente évaluation concerne la quantité d'eau douce passée à l'exutoire de sous bassin hydrographique. Cette quantité est composée des eaux ruisselées en période de pluie et des eaux souterraines qui alimentent constamment les réseaux par l'intermédiaire des sources. Une série des données des débits moyens annuels, au moins 10 ans d'observation consécutive, ont été utilisé pour estimer la quantité d'eau disponible dans le sous bassin versant. On a utilisé les données dans la Banque des Données Hydrologiques de Madagascar (BDHM), disponibles au Service de l'Hydrologie à la Direction Générale de la Météorologie. Notons que différentes données sont disponibles à la BDHM, entre autres : les débits moyens journaliers, les débits instantanés (maximal et minimal journalier), qui peuvent être transformés en données mensuelles et annuelles. Le **Tableau 5.12** montre la quantité d'eau moyenne annuelle disponible et écoulée à l'exutoire de sous bassin hydrographique. On a estimé la quantité d'eau annuelle à partir du débit moyen annuel. Pour le cas de Sambirano à Ambanja par exemple. Le débit moyen annuel, Q<sub>ma</sub> = **132.91 m³/s**, est calculé à partir d'une série des données de 19 ans d'observation consécutive. La quantité disponible par an est donc :

 $Q_{an} = 132.91 * 60*60*365 = 4 191 300 379 m<sup>3</sup>$ 

<u>Tableau 5.12</u> : Quantité d'eau écoulée à l'exutoire dans certains sous bassin hydrographique de Madagascar

Sous bassin versant	Superficie (km²)	Exutoire (Localité)	Longitude	Latitude	Quantité d'eau disponible (m³/an)
Betsiboka	11 800	Ambodiroka	46°56'55"E	16°55'20" S	8 969 364 000
Ikopa	18 645	Antsatrana	46°52'33"E	17°25'04"S	14 676 854 400
Sambiano	2 830	Ambanja	48°28'00"E	13°41'00"S	4 191 300 379
Mangoky	53 810	Bevoay	43°52'18"E	21°50'10"S	18 180 504 000
Tsiribihina	45 014	Betomba	44°58'00"E	19°42'00"S	33 116 913 391
Onilahy	27 815	Tongobory	44°19'00"E	23°21'00"S	3 794 175 000
Menarandra	5 328	Tranoroa	45°04'00"E	24°42'00"S	809 615 127
Manambovo	2 712	Tsihombe	45°30'00"E	25°18'00"S	144 883 023
Mandrare	12 435	Amboasary	46°22'38.41"E	25° 2'24.07"S	2 212 187 328
Ivondro	2 580	Ringaringa	49°15'00"E	18°10'00"S	3 515 852 661
Morondava	4 638	Dabara	44°51'22.02"E	20°27'31.02"S	1 695 936 000
Rianila	5 996	Brickaville	48°56'51.96"E	18°58'54.73"S	11 144 034 000
Mangoro	3 600	Mangoro Gare	48° 6'51.39"E	18°52'42.06"S	2 961 821 700
Mananjeba	1 140	Marivovonana	49°07'00"E	13°05'00"S	754 761 600
Mahavavy Nord	3 210	Niveau canal GR	49° 3'0.04"E	13°12'4.80"S	2 972 793 600
Maevarano	2 585	Ambodivohitra	48°32′00"E	14°36′00"S	1 386 883 200
Maningory	6 855	Andromba	48'38'20"E	17"24'10"S	2 906 042 400
Onive	3 225	Tsinjoarivo	47°40'9.18"E	19°37'53.61"	2 416 870 523
Mananjary	2 260	Antsindra	47°43'38.28"E	20°59'3.17"S	4 207 352 914
Faraony	2 005	Vohilava	47°56'37.05"E	21°46'45.10"S	4 078 393 200
Mananara Sud	14 160	Marangaty	46°58'24.71"E	22°56'27.47"S	7 306 891 200
Efaho	196	Fanjahira	46°53'46"E	24°54'36"S	381 769 560
Sofia	4 100	Antafiantsalana	48°37'55.42"E	15°29'1.96"S	2 171 516 400

Les 23 bassins hydrographiques indiqués dans le **Tableau 5.12** disposent **133** 996 **715** 607 m³d'eau doucepar an. La surface totale de ces sous bassins versants mesure **236** 939 km², soit **40.34** % de la superficie de Madagascar.

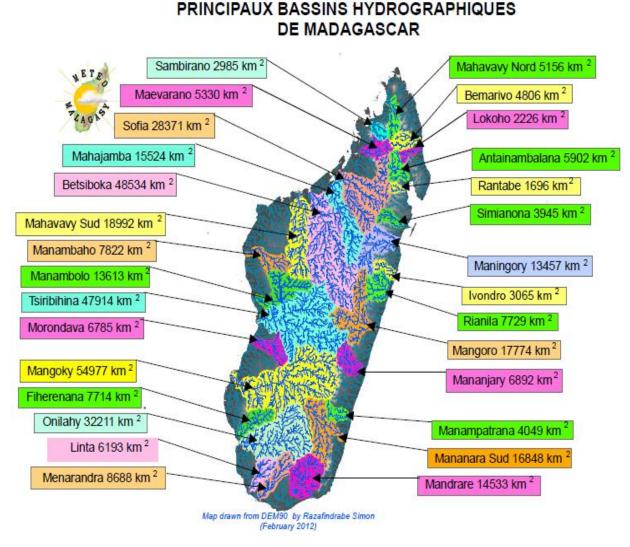
La comparaison des Eaux disponibles dans les deux sous bassins Ivondro à Ringaringa et Maevarano à Ambodivohitra, ils ont même superficie, montre l'abondance de l'eau dans le versant Est. Dans le sud, le petit bassin versant Ifaho à Fanjahira (196 km²) dispose 2.6 fois d'eau par rapport à la Manambovo à Tsihombe qui mesure 2712 km².

Les analyses réalisées dans les 4 sous bassins sus mentionnés justifient l'impact du climat sur les ressources en eau.

## **5.3.2.2.** FLEUVES ET RIVIERES (Milieux lotiques)

Les milieux lotiques correspondent aux milieux d'eau courante tels les fleuves, les rivières et les ruisseaux. Le réseau hydrographique de Madagascar couvre une longueur totale de plus de 3000 km si l'on ne prend en compte que des fleuves et des rivières ayant des largeurs supérieures à 10 m.Les principaux fleuves et rivières de Madagascar sont montrées sur la **Carte 5.7** 

<u>Carte 5.7</u>: Principaux fleuves et rivières de Madagascar



Source : Direction Générale de la Météorologie, Antananarivo - 2012

# <u>Tableau 5.13</u>: Principaux fleuves et rivières de Madagascar

# **REGION ATSINANANA**

Type (fleuve ou rivières)	Longueur (km)	Période de crue	Période d'étiage	Etat actuel (changement de lit, tarissement ou ensablement)	Pollution : (déversement des substances polluantes ou non)
Ivondro	150	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement	Huile usagée, hydrocarbure
Ivoloina	90	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement	Huile usagée, hydrocarbure
Onibe	180	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement	Déchets fécales
Ifontsy	87	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement	Déchets fécales
Namandrahana	59	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement	Déchets fécales
Fanifarana	78	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement	Déchets fécales
Pangalana	50	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement	Huile usagée, hydrocarbure

Type (fleuve ou rivières)	Longueur (km)	Période de crue	Période d'étiage	Etat actuel (changement de lit, tarissement ou ensablement)
Rianila	134	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement
Pangalane	76	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement
Rongaronga	46	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement

Type (fleuve ou rivières)	Longueur (km)	Période de crue	Période d'étiage	Etat actuel (changement de lit, tarissement ou ensablement)
Sandramanongy	20	Février,	Août –	changement de lit, tarissement et
Sandramanongy	20	mars	décembre	ensablement
Iaroka	50	Février,	Août –	changement de lit, tarissement et
laroka	50	mars	décembre	ensablement
Cakanila	12	Février,	Août –	changement de lit, tarissement et
Sakanila	13	mars	décembre	ensablement
Dangalanas		Février,	Août –	changement de lit, tarissement et
Pangalanes	55	mars	décembre	ensablement

Manamantay	15	Février,	Août –	changement de lit, tarissement et
Manampontsy	15	mars	décembre	ensablement
Manandra	10	Février,	Août –	changement de lit, tarissement et
Manandra	18	mars	décembre	ensablement
Vatana	12	Février,	Août –	changement de lit, tarissement et
Vatana	12	mars	décembre	ensablement
Manambolo	05	Février,	Août –	
		mars	décembre	

Type (fleuve ou rivières)	Longueur (km)	Période de crue	Période d'étiage	Etat actuel (changement de lit, tarissement ou ensablement)	Pollution : (déversement des substances polluantes ou non)
Mangoro	60	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement	Huiles usagées, hydrocarbures
Lohariana	110	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement	
Manandra	87	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement	
Sahantsio	124	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement	
Pangalanes	58	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement	Huiles usagées, hydrocarbures
Masora	94	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement	Huiles usagées, hydrocarbures
Lokia	80	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement	
Imerina	97	Février, mars	Août – décembre	changement de lit, tarissement et ensablement	

Type (fleuve ou rivières)	Période de crue	Période d'étiage	Etat actuel (changement de lit, tarissement ou ensablement)	Pollution : (déversement des substances polluantes ou non)
Manampontsy	Février, mars	Août – décembre	tarissement	Déchets fécales
Sandraketina	Février, mars	Août – décembre	tarissement	Déchets fécales
Saïman	Février, mars	Août – décembre	tarissement	Déchets fécales
Manandra	Février, mars	Août – décembre	tarissement	Déchets fécales
Vatana	Février, mars	Août – décembre	tarissement	Déchets fécales

Type (fleuve ou rivières)	Longueur (km)	Période de crue	Période d'étiage	Etat actuel (changement de lit, tarissement ou ensablement)	Pollution : (déversement des substances polluantes ou non)
Mangoro	69	Février, mars	Août – décembre	tarissement	Déchets fécales
Onive	50	Février, mars	Août – décembre	tarissement	Déchets fécales
Nosivolo	46	Février, mars	Août – décembre	tarissement	Déchets fécales
Ranomintina	-	Février, mars	Août – décembre	tarissement	Déchets fécales
Sandranambana	97	Février, mars	Août – décembre	tarissement	Déchets fécales

# **REGION AMORON'I MANIA**

Type (fleuve ou rivières)	Longueur (km)	Période de crue	Période d'étiage	Etat actuel (changement de lit, tarissement ou ensablement)	Pollution : (déversement des substances polluantes ou non)
Maintinandry (à l'Est)	87	Décembre à Mars	Septembre à Novembre	tarissement ou ensablement	Non déterminée
Matsiatra (au Sud)	25	Janvier à Mars	Septembre à Décembre	tarissement ou ensablement	Non déterminée
Mania (au Nord)	200	Décembre à Mars	Septembre à Novembre	tarissement ou ensablement	Non déterminée

# **REGION BONGOLAVA**

Type (fleuve ou rivières)	Longueur	Période de crue	Période d'étiage	Etat actuel (changement de lit, tarissement ou ensablement)	Pollution : (déversement des substances polluantes ou non)
BARRAGE D'AMBOHIBY	15.20m	Menace de phénomène de boue rouge	Diminution du débit d'eau brute produite	Ensablement en période crue	A protéger contre les activités polluantes en amont de la ressource en eau.

# **REGION VATOVAVY FITOVINANY**

Type (fleuve ou rivières)	Longu eur	Période de crue	Période d'étiage	Etat actuel (changement de lit, tarissement ou ensablement)	Pollution : (déversement des substances polluantes ou non)
Sakaleona (Riv°)		Janv-fév- mars	Sept-oct- nov	Ensablé à de cause dégradation de bassin versant	Matières fécales, eaux usées

Sahavato (Riv)		Janv-fév-	Sept-oct-	Ensablé à de cause dégradation de	Matières fécales,
		mars	nov	bassin versant	eaux usées
Fanatara (Riv)		Janv-fév-	Sept-oct-	Ensablé à de cause dégradation de	Matières fécales,
ranatara (NIV)		mars	nov	bassin versant	eaux usées
Imana(Riv)		Janv-fév-	Sept-oct-	Ensablé à de cause dégradation de	Matières fécales,
iiiiaiia(i\iv)		mars	nov	bassin versant	eaux usées
Mananjary (FI)	212	Janv-fév-	Sept-oct-	Ensablé à de cause dégradation de	Matières fécales,
ivialialijaly (11)	km	mars	nov	bassin versant	eaux usées
Namorona (Riv)	103	Janv-fév-	Sept-oct-	Ensablé à de cause dégradation de	Matières fécales,
Namorona (Niv)	km	mars	nov	bassin versant	eaux usées
Faraony (FI)	150km	Janv-fév-	Sept-oct-	Ensablé à de cause dégradation de	Matières fécales,
Taraony (Ti)	TOKIII	mars	nov	bassin versant	eaux usées
Ionilahy (Riv)		Janv-fév-	Sept-oct-	Ensablé à de cause dégradation de	Matières fécales,
ioilially (Kiv)		mars	nov	bassin versant	eaux usées
Sandrananta(Riv)		Janv-fév-	Sept-oct-	Ensablé à de cause dégradation de	Matières fécales,
Sandrananta(Niv)		mars	nov	bassin versant	eaux usées
Matatana (FI)		Janv-fév-	Sept-oct-	Ensablé à de cause dégradation de	Matières fécales,
iviatataria (11)		mars	nov	bassin versant	eaux usées
Manakara (Riv)		Janv-fév-	Sept-oct-	Ensablé à de cause dégradation de	Matières fécales,
(NIV)		mars	nov	bassin versant	eaux usées

Source REEM 2012

## 5.3.2.3. LACS (Naturels et Artificiels) (Milieux lentiques):

Ce sont des milieux d'eaux stagnantes ou dormantes avec plus de variantes par rapport aux milieux lotiques. Ils sont constitués par les lacs, les lagunes, les marais, les marécages, les étangs et les tourbières.

Les principaux plans d'eau douce stagnante sont formés essentiellement par les lacs **continentaux** et les lacs **littoraux**, ils occupent une superficie totale d'environ 2000km². Il y a environ 1300 lacs (avec les lagunes) recensés sur le territoire malgache. Les principaux lacs littoraux sont localisés dans la région orientale de l'île. Il s'agit d'un chapelet de lacs réunis par des canaux artificiels qui constitue tout au long de la côte, sur une distance de plus de 600 km, le *canal des Pangalanes*.

Lacs tectoniques sont dus à des accidents tectoniques, se présentant généralement sous forme de failles, comme le cas du *Lac Alaotra* (220 km). Ce type de lac est généralement de forme allongée.

Lacs de plaines sont localisées surtout dans la partie Ouest de Madagascar. Ils sont caractérisés par leur faible profondeur et se rencontrent dans des zones où le drainage est mal assuré ; Leur superficie varie suivant les saisons (saison sèche et saison de pluie). Cas des Lacs Bemamba, Bemarivo, Kimanomby, Iboboka, Hima, ...

Lacs volcaniques sont des lacs formés dans des cratères. Ils sont généralement de forme arrondie ou ovale, de superficie relativement faible et de profondeur souvent élevée. Ils forment plusieurs chapelets dans des zones volcaniques. Cas des *Lacs Itasy, Andranotoraha, Amparihikisoa,* (Lacs du moyen Ouest), du *Grand Lac et petit Lac du Montagne d'Ambre*, des *Lacs Tritriva et Andraikiba* de la région du Vakinankaratra, des *12 petits lacs* de Nosybe.

Tableau 5.14 Les principaux lacs continentaux de Madagascar

Lacs	Région	Superficies (km2)
Alaotra	AlaotraMangoro	220

Kinkony	Boeny	139
Anketraka (Nord de Mandrozo)	Sofia	124,38
Ihotry	AtsimoAndrefana	97
Itasy	Itasy	35
Tsimanapetsotsa	Atsimo Andrefana	30
Mahajery	AlaotraMangoro	20,16
Bemamba	Melaky	16
Mandrozo	Melaky	14,71
Mantasoa	Analamanga	17,8
Tsiazompaniry	Analamanga	32,7

Source : ONE - REEM 2012

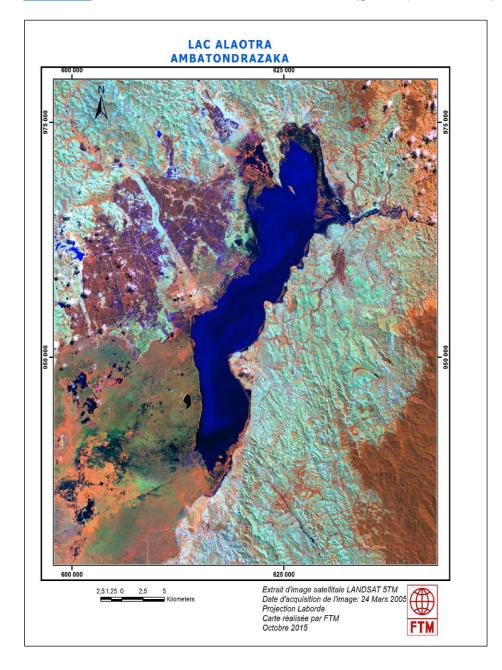
Lacs de barrage naturel sont piégés dans des vallées ou des bas-fonds par de vastes éboulis ou alluvions. Cas du *Lac Ihotry*et du *Lac Kinkony*.

Lacs et réservoirs d'eau artificiels sont des lacs aménagés à des fins hydroélectriques : Lacs Mantasoa et Tsiazompaniry, pour l'irrigation des zones agricoles comme dans le district de Marovoay, ou pour l'approvisionnement en eau des villes comme le Lac de Mandroseza.



Source Photo: MEEF-SCEE-Noasilalao, Mantasoa

Carte 5.8: Vue satellitaire du Lac Alaotra en 2005 (gauche) et en 2015 (droite)



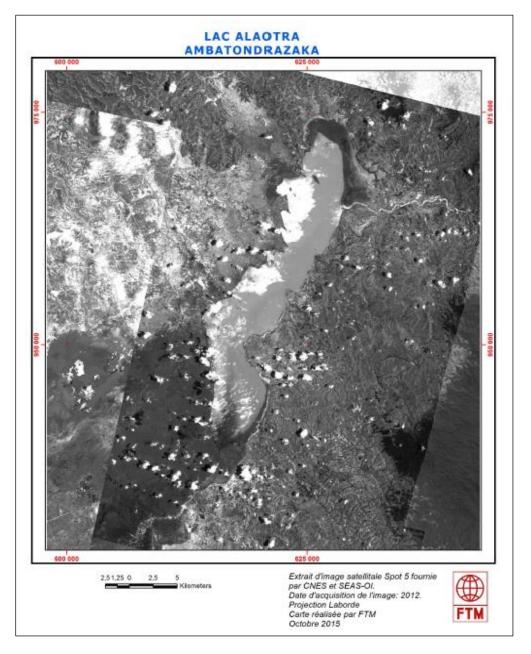


Tableau 5.15: Les principaux plans d'eau artificiels

Nature / utilisation du plan d'eau artificiel	Localisation / Région
Barrages hydroélectriques	<ul> <li>Mantasoa (17,8 km²), Régiond'Analamanga</li> <li>Tsiazompaniry (32,7 km²), Régiond'Analamanga</li> <li>Antelomita dans la Région d'Analamanga;</li> <li>Andekaleka et Mandraka dans la région Est;</li> <li>Namorona dans la Région de VatovavyFitovinany</li> </ul>
Irrigation	<ul> <li>Dans la cuvette d'Alaotra et les plaines d'Andilamena (Sahamaloto, Antanifotsy, Maromandia, Bemaitso, Ambodovato),</li> <li>Dans la Région deBoeny, District de Marovoay (Amboromalandy, Ampijoroa),</li> <li>Dans la Région de Vatovavy 7 Vinany, District de Manakara (réseau des marais d'Ambila)</li> <li>Dans la Région d'Analamanga - (lac d'Ambohibao)</li> </ul>

## **5.3.2.4.** LES MARAIS D'EAU DOUCE ET LES MARECAGES

Ils sont constitués par des espaces où s'accumulent d'une manière plus ou moins permanente des masses d'eaux peu profondes provenant de nappes phréatiques, de sources, de ruisseaux ou d'eau de ruissellement. Ces marais et marécages occupent une place importante parmi les zones humides en raison de leur grand nombre et de leur superficie.



Source Photo: Internet <a href="https://pbs.twimg.com/media/CSdi5IWUkAAxLaf.jpg">https://pbs.twimg.com/media/CSdi5IWUkAAxLaf.jpg</a>, Marais Masay

#### **5.3.2.5.** LES EAUX SOUTERRAINES

# 5.3.2.5.1. HAUTS PLATEAUX A PLUVIOMETRIE ELEVEE (PARTIES NORD ET CENTRE)

Nappes d'alluvions : lithologie : sables argileux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : captive ; niveau statique :2-3m ; profondeur d'ouvrage : 5-20m ; épaisseur d'aquifère : environ 10 m ; qualité de l'eau : eau douce, forte teneur en fer ; débit spécifique : 3 à 6 l/sec/m

Nappes d'arènes : lithologie : sables argileux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : libre ; niveau statique :2-3m ; profondeur d'ouvrage : 4-15m ; épaisseur d'aquifère : environ 5 m ; qualité de l'eau : eau douce, faible minéralisation ; débit spécifique : 0,2 – 0,5 l/sec/m

Nappes de fissures: lithologie: socle cristallin; type de porosité: fissuré; type de nappe: libre; niveau statique: 2-3m; profondeur d'ouvrage: 5-20m; épaisseur d'aquifère: environ 10 m; qualité de l'eau: eau douce, faible minéralisation; débit spécifique estimé à 0,8 à 1,4 l/sec/m

Nappes des terrains volcaniques Quaternaire: lithologie: projections volcaniques: (cinérites); type de porosité: poreux; type de nappe: libre; niveau statique:2-3m; profondeur d'ouvrage: 5-20m; épaisseur d'aquifère: environ 10 m; qualité de l'eau: faible minéralisation; débit spécifique estimé à 2 à 5 l/sec/m.

# **5.3.2.5.2.** HAUTS PLATEAUX A FAIBLE PLUVIOMETRIE (PARTIE SUD)

Nappes d'alluvions : lithologie : sables argileux; type de porosité : poreux; type de nappe : captive; niveau statique:2-3m; profondeur d'ouvrage : 5-10m ; épaisseur d'aquifère: environ 5 m ; qualité de l'eau : eau saumâtre à salée; forte teneur en fer; débit spécifique: 1 à 5 l/sec/m.

Nappes d'arènes: lithologie: sables argileux; type de porosité: poreux; type de nappe:libre; niveau statique:1-2m; profondeur d'ouvrage:4-5m; épaisseur d'aquifère: environ 2 m; qualité de l'eau: eau douce; faible minéralisation; débit spécifique: 0,2 – 0,5 l/sec/m.

Nappes de fissures : lithologie : socle cristallin; type de porosité : fissuré; type de nappe : libre; niveau statique2-3m; profondeur d'ouvrage : 5-20m ; épaisseur d'aquifère: environ 10 m ; qualité de l'eau : eau douce; parfois saumâtre à salée; débit spécifique estimé à 0,8 à 1,4 l/sec/m.

#### **5.3.2.5.3.** BASSIN SEDIMENTAIRE DE L'EXTREME SUD

Nappes d'alluvions: lithologie: sables argileux; type de porosité: poreux; type de nappe: captive; niveau statique:2-3m; profondeur d'ouvrage: jusqu'à 20 m; épaisseur d'aquifère: environ 5 m; qualité de l'eau: eau saumâtre à salée; forte teneur en fer; débit spécifique: 1 à 5 l/sec/m.

Nappes des sables blancs de Beloha: lithologie: sables argileux fins; type de porosité: poreux; type de nappe: libre; niveau statique:2-3m; profondeur d'ouvrage: 5-10 m; épaisseur d'aquifère: 1-5 m; qualité de l'eau: douce; mais chargée en argile fine en suspension; débit spécifique:0,2 l/sec/m.

Nappes des sables blancs d'Ambondro; lithologie: sables argileux fins; type de porosité: poreux; type de nappe: libre; niveau statique:2-3m; profondeur d'ouvrage: 5-10 m; épaisseur d'aquifère: 1-5 m; qualité de l'eau: douce; mais chargée en argile fine en suspension; débit spécifique: débit spécifique:0,2 l/sec/m.

Nappes des sables côtiers et dunes récentes ; lithologie : sables fins; type de porosité : poreux; type de nappe : libre; niveau statique:2-3m; profondeur d'ouvrage : 1-5 m; épaisseur d'aquifère: 1-3 m ;qualité de l'eau : saumâtre à salée ; débit spécifique : 0,4 à 2,6 l/sec/m

Nappes du Quaternaire moyen d'Ambovombe ; lithologie : sables argileux fins; type de porosité : poreux; type de nappe : libre; niveau statique : 5-10 m ; profondeur d'ouvrage : 10 à 20 m ; épaisseur d'aquifère : 1-5 m ; qualité de l'eau : saumâtre ; débit spécifique : 0,04 à 0,55 l/sec/m.

Nappes du Quaternaire ancien; sables argileux fins; type de porosité : poreux; type de nappe : libre; niveau statique : 5-10 m ; profondeur d'ouvrage : 50 à 150 m ; épaisseur d'aquifère : 1 à 10 m ; qualité de l'eau : saumâtre ; débit spécifique : 0,04 à 0,55 l/sec/m.

Nappes du Néogène; lithologie : grés sableux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : libre ; niveau statique :2-3m ; profondeur d'ouvrage : 50 à 150 ; épaisseur d'aquifère : 1-5 m ; qualité de l'eau : saumâtre à salée ; débit spécifique 0,019 à 1,55 l/sec/m.

Nappes de fissures lithologie : socle cristallin ; type de porosité : fissuré ; type de nappe : libre ; niveau statique :2-3m ; profondeur d'ouvrage : 5-20m ; épaisseur d'aquifère : environ 10 m ; qualité de l'eau : eau douce ; parfois saumâtre à salée ; débit spécifique estimé à 0,8 à 1,4 l/sec/m.

#### **5.3.2.5.4.** BASSIN SEDIMENTAIRE DE TOLIARY

Nappes d'alluvions ; lithologie : sables argileux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : captive ; niveau statique :2-3m ; profondeur d'ouvrage : jusqu'à 20 m ; épaisseur d'aquifère : jusqu'à 10 m ; qualité de l'eau : eau douce ; bicarbonatée calcique ; débit spécifique : 1 à 5 l/sec/m.

Nappes des sables de plage; lithologie: sables fins; type de porosité: poreux; type de nappe: libre; niveau statique: 2-3m; profondeur d'ouvrage: 1-5 m; épaisseur d'aquifère: 5 à 10 m; qualité de l'eau: douce à saumâtre; parfois salée; débit spécifique: 0,4 à 2,6 l/sec/m.

Nappes des sables argileux supérieurs ; lithologie : sables argileux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : libre ; niveau statique :2-3m ; profondeur d'ouvrage : 10-15 m ; épaisseur d'aquifère : 5 à 10 m ; qualité de l'eau : douce à saumâtre ; parfois salée ; débit spécifique : 0,6 à 1 l/sec/m

Nappes du Quaternaire ancien ; lithologie sables argileux fins ; type de porosité : poreux ; type de nappe : libre ; niveau statique : 5-10 m ; profondeur d'ouvrage : 50 à 150 m ; épaisseur d'aquifère : 1 à 10 m ; qualité de l'eau : saumâtre ; débit spécifique : 0,04 à 0,55 l/sec/m.

Nappes du Néogène ; lithologie : grès sableux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : libre ; niveau statique :2-3m ; profondeur d'ouvrage : 50 à 150 ; épaisseur d'aquifère : 1-5 m ; qualité de l'eau : saumâtre à salée ; débit spécifique : 0,019 à 1,55 l/sec/m.

Nappes de l'Eocène ; lithologie : calcaire ; type de porosité : karstique ; type de nappe : libre ; niveau statique :5-10m ; profondeur d'ouvrage : 50 à 100 ; épaisseur d'aquifère : jusqu'à 50 m ; qualité de l'eau : douce ; débit spécifique : 1,8 à 68 l/sec/m

Nappes du Crétacé lithologie : grès sableux ; parfois grès calcaire ; parfois basalte type de porosité : poreux ; type de nappe : libre ou captif ou artésien selon la structure géologique ; profondeur d'ouvrage : 50 à 150 m ; épaisseur d'aquifère : 50 m ; qualité de l'eau : douce ; débit spécifique 1 à 14 l/sec/m.

Nappes du Jurassique moyen; lithologie: calcaire; type de porosité: karstique; type de nappe: libre ou captif ou artésien à grande profondeur; selon la structure géologique; nappe rencontrée dans le forage pétrolier artésien de Manera (860 m3/h à 428 m).

Nappes de l'Isalo ; lithologie : sable – gréseux; type de porosité : poreux; type de nappe : libre ou captif ou artésien selon la structure géologique ; profondeur d'ouvrage : 50 à 150 m; niveau statique: 15-20 m; épaisseur d'aquifère:50 m ; qualité de l'eau: douce; débit environ jusqu'à 6 l/sec.

#### **5.3.2.5.5.** BASSIN SEDIMENTAIRE DE MORONDAVA

Nappes d'alluvions ; lithologie : sables argileux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : captif ou artésien selon la structure géologique ; niveau statique :2-3m ; profondeur d'ouvrage : jusqu'à 20 m ; épaisseur d'aquifère : jusqu'à 10 m ; 5 m ; qualité de l'eau : eau douce ; bicarbonatée calcique ; débit spécifique : 1 à 5 l/sec/m.

Nappes des sables de plage ; lithologie : sables fins ; type de porosité : poreux ; type de nappe : libre ; niveau statique :2-3m ; profondeur d'ouvrage : 1-5 m ; épaisseur d'aquifère : 5 à 10 m ; qualité de l'eau : douce à saumâtre, parfois salée ; débit spécifique :0,4 à 2,6 l/sec/m

Nappes des sables argileux supérieurs ; lithologie : sables argileux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : libre ; niveau statique :2-3m ; profondeur d'ouvrage : 10-15 m ; épaisseur d'aquifère : 5 à 10 m; qualité de l'eau : douce à saumâtre; parfois salée ; débit spécifique : 0,6 à 1l/sec/m

Nappes du Quaternaire ancien ; lithologie sables argileux fins ; type de porosité : poreux ; type de nappe : libre ; niveau statique : 5-10 m ; profondeur d'ouvrage : 50 à 150 m ; épaisseur d'aquifère : 1 à 10 m ; qualité de l'eau : saumâtre ; débit spécifique : 0,04 à 0,55 l/sec/m.

Nappes du Néogène ; lithologie : grès sableux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : libre ; niveau statique :2-3m ; profondeur d'ouvrage : 50 à 150 ; épaisseur d'aquifère : 1-5 m ; qualité de l'eau : saumâtre à salée ; débit spécifique : 0,019 à 1,55 l/sec/m.

Nappes de l'Eocène supérieur : lithologie : calcaire ; type de porosité : karstique ; type de nappe : libre ; niveau statique :5-10m ; profondeur d'ouvrage : 50 à 100 ; épaisseur d'aquifère : jusqu'à 50 m ; qualité de l'eau : douce ; débit spécifique : 1,8 à 68 l/sec/m.

Nappes de l'Eocène inférieur ; lithologie : grès sableux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : libre ; niveau statique :5-10m ; profondeur d'ouvrage : 50 à 200 m ; épaisseur d'aquifère : jusqu'à 50 m ; qualité de l'eau : douce ; débit spécifique :0,5 à 15 l/sec/m

Nappes du Crétacé lithologie : grès sableux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : artésien ; profondeur d'ouvrage : 50 à 300 m ; épaisseur d'aquifère : 50 m-100m ; qualité de l'eau : douce ; débit spécifique : 1 à 14 l/sec/m ; débit artésien de 14 à 19 l/s aux environs de Dabara.

Nappes du Jurassique moyen ; lithologie : grès marneux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : libre ; niveau statique : 20m ; profondeur d'ouvrage : 100-150 ; épaisseur d'aquifère : jusqu'à 50 m ; qualité de l'eau : douce ; débit spécifique : 1 à 5 l/sec/m

Nappes de l'Isalo ; lithologie : sables - gréseux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : libre ; peut-être artésien ; profondeur d'ouvrage : 50 à 150 m ; épaisseur d'aquifère : 50 m ; qualité de l'eau : douce ; débit spécifique : 0,5l/sec.

# 5.3.2.5.6. BASSIN SEDIMENTAIRE DE MAHAJANGA

Nappes d'alluvions; lithologie : sables argileux; type de porosité : poreux; type de nappe : captif ou artésien selon la structure géologique ; niveau statique : 2-3m ; profondeur d'ouvrage : jusqu'à 20 m ; épaisseur d'aquifère : jusqu'à 10 m ; 5 m ; qualité de l'eau : eau douce ; bicarbonatée calcique ; débit spécifique : 1 à 5 l/sec/m.

Nappes des sables de plage; lithologie : sables fins; type de porosité : poreux; type de nappe : libre; niveau statique:2-3m; profondeur d'ouvrage : 1-5 m ; épaisseur d'aquifère : 5 à10 m ; qualité de l'eau : douce à saumâtre, parfois salée ; débit spécifique :0,4 à 2,6 l/sec/m.

Nappes des sables argileux supérieurs ; lithologie : sables argileux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : libre; niveau statique:2-3m; profondeur d'ouvrage : 10-15 m; épaisseur d'aquifère: 5 à 10 m ; qualité de l'eau : douce à saumâtre, parfois salée ; débit spécifique : 0,6 à 1l/sec/m

Nappes du Néogène ; lithologie : grès sableux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : libre ; niveau statique :2-3m; profondeur d'ouvrage : 50 à 150 m ; épaisseur d'aquifère: 1-5 m ; qualité de l'eau : saumâtre à salée; débit spécifique : 0,019 à 1,55 l/sec/m.

Nappes de l'Eocène; lithologie: calcaire; type de porosité: karstique; type de nappe: libre; niveau statique:5-10m; profondeur d'ouvrage: 50 à 100; épaisseur d'aquifère: jusqu'à 50 m; qualité de l'eau: douce; débit spécifique: 1,8 à 68 l/sec/m

Nappes du Crétacé supérieur (Grès de Marovoay); lithologie : grés sableux; type de porosité : poreux ; type de nappe : artésien ; profondeur d'ouvrage : 50 à 300 m; épaisseur d'aquifère: 50 m-100m ; qualité de l'eau : douce ; débit spécifique 1 à 14 l/sec/m, débit artésien de 36 l/sec.

Nappes du Crétacé moyen et inférieur; lithologie : grés sableux; type de porosité : poreux ; type de nappe : artésien; profondeur d'ouvrage : 50 à 300 m; épaisseur d'aquifère: 50 m-100m ; qualité de l'eau : douce ; agressive et ferreuse ; débit artésien de 5 à 60 l/sec.

Nappes du Jurassique; Le calcaire karstifié se rencontre dans le massif calcaire de KELIFELY et de l'ANKARA. Cette nappe n'a pas encore été étudiée.

Nappes de l'Isalo; lithologie : sables – gréseux; type de porosité : poreux ; type de nappe : libre; peut-être artésien; profondeur d'ouvrage : 50 à 150 m; épaisseur d'aquifère : 50 m ; qualité de l'eau : douce ; débit spécifique :0,5l/sec.

### 5.3.2.5.7. BASSIN SEDIMENTAIRE D'ANTSIRANANA

Nappes d'alluvions ; lithologie : sables argileux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : captif ou artésien selon la structure géologique ; niveau statique :2-3m ; profondeur d'ouvrage : jusqu'à 20 m ; épaisseur d'aquifère : jusqu'à 10 m ; 5 m ; qualité de l'eau : eau douce ; bicarbonatée calcique ; débit spécifique 0,2 à 2 l/sec/m

Nappes des sables de plage; lithologie : sables fins ; type de porosité : poreux; type de nappe : libre; niveau statique:2-3m ; profondeur d'ouvrage : 1-5 m ; épaisseur d'aquifère : 5 à 10 m ; qualité de l'eau : douce à saumâtre ; parfois salée ; débit spécifique :0,4 à 2,6 l/sec/m

Nappes des terrains volcaniques Quaternaire ; lithologie : basalte ; type de porosité: fissuré; type de nappe : libre; débit environ 25 m³/h

**Nappes du Jurassique**; Le calcaire karstifié se rencontre dans le massif calcaire de l'ANKARANA et de l'ANALAMERA. Cette nappe n'a pas encore été étudiée.

Nappes de l'Isalo; lithologie : sables – gréseux; type de porosité : poreux; type de nappe: libre; peut-être artésien ; profondeur d'ouvrage : 50 à 150 m ; épaisseur d'aquifère : 50 m ; qualité de l'eau : douce ; débit spécifique : 0,5l/sec.

### **5.3.2.5.8.** BASSIN SEDIMENTAIRE DE LA COTE EST

Nappes d'alluvions : lithologie : sables argileux ; type de porosité : poreux ; type de nappe : captif ou artésien selon la structure géologique ; niveau statique :2-3m; profondeur d'ouvrage : jusqu'à 20 m ; épaisseur d'aquifère: jusqu'à 10 m; qualité de l'eau : eau douce, risque d'invasion d'eau salée; débit spécifique : 2-5 l/sec/m

Nappes des sables de plage ; lithologie : sables fins ; type de porosité : poreux; type de nappe : libre; niveau statique:2-3m; profondeur d'ouvrage : 1-5 m; épaisseur d'aquifère: 5 à 10 m; qualité de l'eau : douce à saumâtre; parfois salée; débit spécifique :0,4 à 2,6 l/sec/m

Nappes du Crétacé ; lithologie : grès argileux; type de porosité : poreux ; type de nappe : captif ; niveau statique:2-3m ; profondeur d'ouvrage : jusqu'à 40 m ; épaisseur d'aquifère :10-20 m; qualité de l'eau : eau très riche en fer; débit spécifique 0,18 l/sec/m.

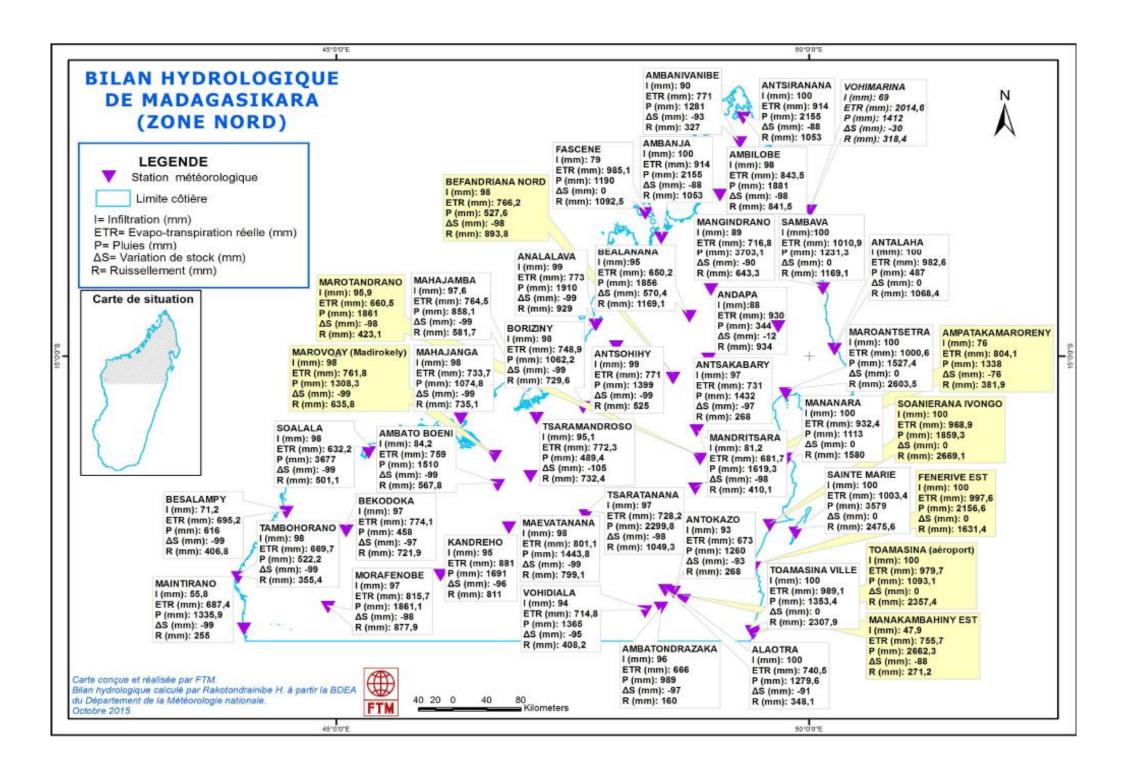
# **5.3.2.6. EAUX THERMOMINERALES**

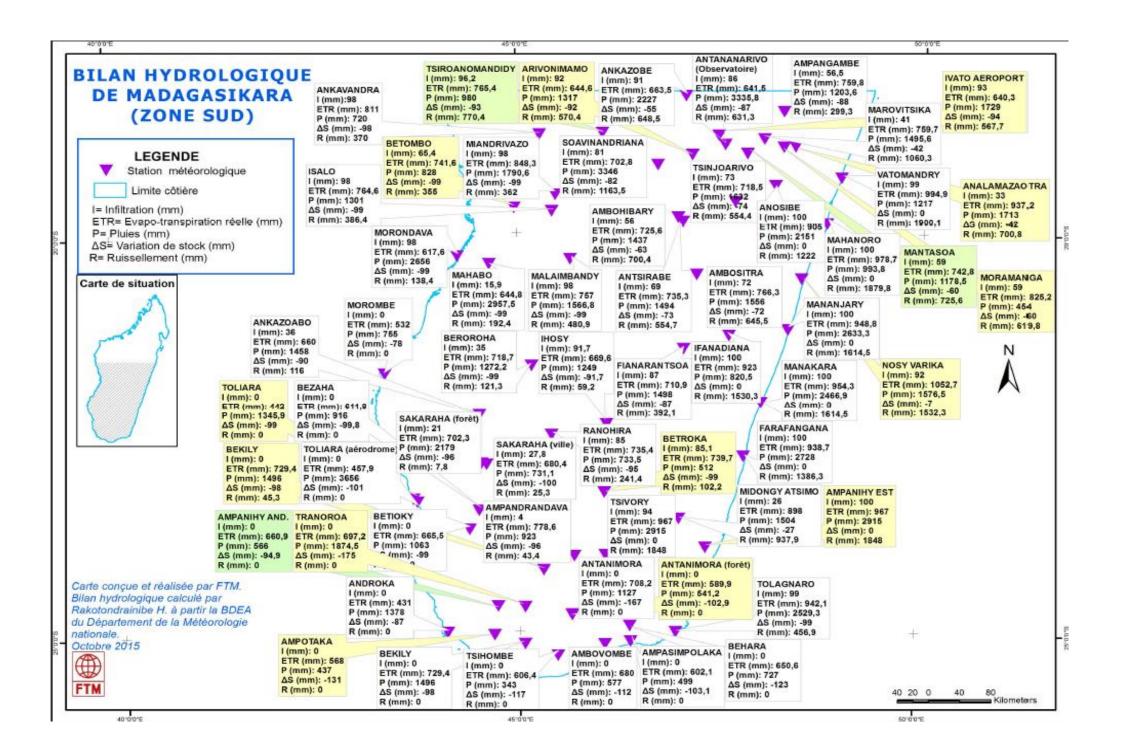
On trouve quelques Sites thermales dans les régions de Vakinankaratra (Antsirabe), de VatovavyFitovinany (Ranomafana), d'Atsimo Andrefana (Bezaha), de Melaky (Besalampy) et d'Itasy.





Source: MEEF -SCEE- Ranomafana





# 5.4. IMPACTS SUR LES RESSOURCES EN EAUX

# 5.4.1. IMPACTS SE RAPPORTANT A LA QUANTITE DES RESSOURCES EN EAUX

Une première évaluation concerne la proportion des ressources en eaux déjà utilisée par rapport au volume d'eaux exploitables.

La proportion utilisée est de : 14,398/127,305=11% sur la quantité totale de ressources en eaux exploitables.

Une deuxième évaluation se rapporte aux proportions des usages pour les différentes activités économiques.

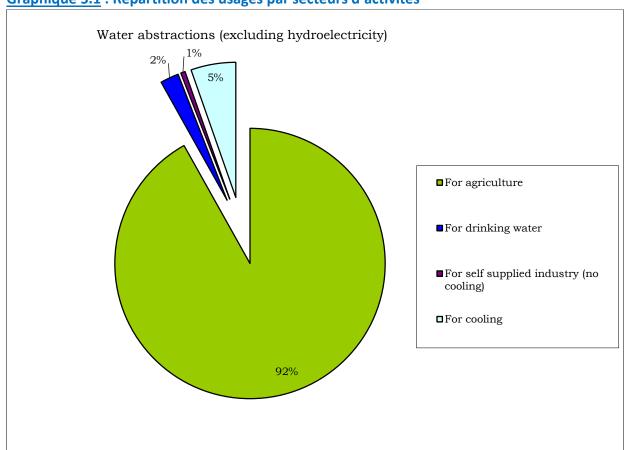
Les calculs effectués dans le document « suivi de la politique de l'eau- programme WAVES » sont présentés cidessous.

Tableau 5.16: Proportion des prélèvements d'eau par usages

Prélèvements d'eau pour:	Proportion
Irrigation	92%
Réseaux d'approvisionnement en eau	2 %
Pour les industries autoalimentées (hors agriculture)	1 %

Source: Water check: Tableau Madagascar 2014 (suivi de la politique de l'eau-Waves).

**Graphique 5.1** : Répartition des usages par secteurs d'activités



Source: Water check: Tableau Madagascar 2014 (suivi de la politique de l'eau-Waves).

#### **5.4.1.1.** LES EAUX DE SURFACES

La dégradation de la qualité des eaux de surfaces est principalement constatée sur le plan physique, caractérisée par la présence de fortes teneurs en particules argilo-sableuses d'origine latéritique, due à l'érosion et donnant cette particularité de couleur rouge à l'eau dans la grande majorité des cours d'eau du pays

Les eaux de surfaces ont une bonne qualité chimique naturelle (eaux douces avec minéralisation normale) sauf pour le cours inférieur de certaines rivières aux embouchures, où l'on observe une augmentation de la salinité, notamment en période d'étiage, due à la remontée de la mer par les marées.

Les eaux de surfaces sont aussi exposées :

- aux pollutions organiques dues aux rejets d'eaux domestiques,
- à la pollution fécale lorsque les pentes des bassins versants sont des zones de défécation à l'air libre,
- aux pollutions chimiques par les rejets d'eaux industrielles et par la présence d'engrais chimiques et de pesticides dans les champs de cultures agricoles entrainés par les ruissellements vers les rivières.

#### **5.4.1.2. LES EAUX SOUTERRAINES**

Les eaux souterraines sont exposées :

- aux pollutions organiques et bactériennes venant des rejets d'eaux usées domestiques et des eaux vannes issues des latrines et des fosses septiques et
- aux pollutions chimiques causées par les rejets industriels et agricoles.

Dans les régions à bilan hydrique négatif, les eaux souterraines exposées à de fortes valeurs de l'évapotranspiration acquièrent des salinités élevées.

Cette augmentation de salinité est aussi rencontrée dans le cas de surexploitation ou sur pompage dans les puits et forages d'approvisionnement en eau.

Les eaux des nappes d'alluvions sont naturellement riches en fer et en manganèse.

Les eaux des nappes des formations lacustres de l'holocène contiennent de l'arsenic.

### 5.4.2. IMPACTS SUR LES POSSIBILITES D'UTILISATION DES RESSOURCES EN EAUX

### **5.4.2.1. EAUX DE SURFACE**

Les eaux chargées en matières argilo-sableuses sont difficilement utilisables et nécessitent, soit des traitements couteux pour pouvoir être utilisées pour l'approvisionnement en eau potable, soit des interventions lourdes de dessablement pour la maintenance des turbines dans l'hydroélectricité, et dans tous les cas elles exigent des actions de protection des bassins versants contre l'érosion (lutte contre la déforestation, reforestation), la dégradation et le compactage des sols. Les investissements importants jusqu'ici consentis, soit en amont dans les bassins versants, soit en aval dans les périmètres irrigués, n'ont pas suffisamment permis de faire émerger un système de production intensive, professionnel et rentables pour les parties prenantes, ni amené à une gestion durable des ressources naturelles et des infrastructures de production.

Les eaux exposées aux différentes pollutions ne devraient pas être utilisées pour l'approvisionnement en eau potable car tout traitement de dépollution a encore des couts très importants.



Source photo: Internet http://mw2.google.com/mw-panoramio/photos/medium/85576132.jpg, Barrage hydroelectriqueAntelomita



Source photo: Internet

https://www.google.mg/search?q=barrage+andekaleka&tbm=isch&tbs=rimg:CcxQagBU3iTWIjj3i3CuPTyyb3eFfNBAUBc1UMJjU1LbYSqpfEbmAQC7DKt8Z4L-EXVGVq3kTl6KkuBUsKw-2-xb6CoSCfeLcK49PLIvEZlkucZefDa1KhIJd4V80EBQFzURc\_1V4ZoMg-

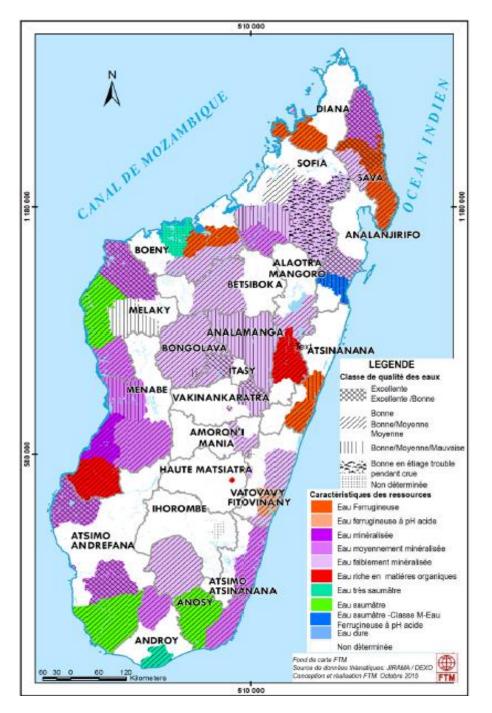
usM3XAhUIvBoKHRn9ANAQ9C8IHw&biw=1094&bih=438&dpr=1.25#imgdii=O6LCLfUW0lffzM:&imgrc=VLCsPtvsW-h5iM: Barrage

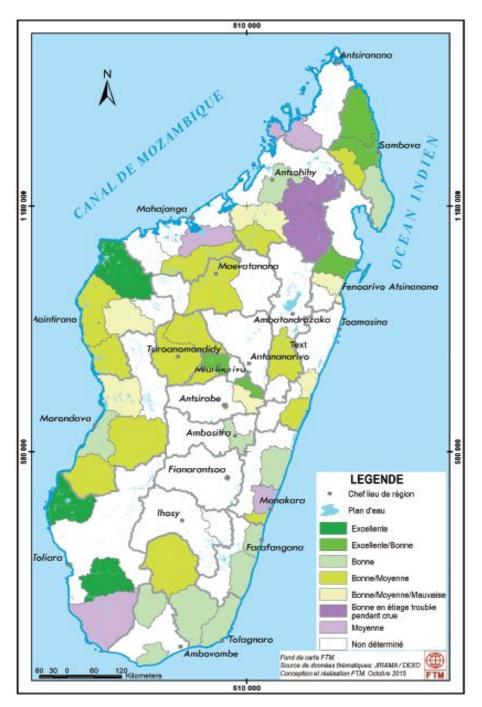
### **5.4.2.2. EAUX SOUTERRAINES**

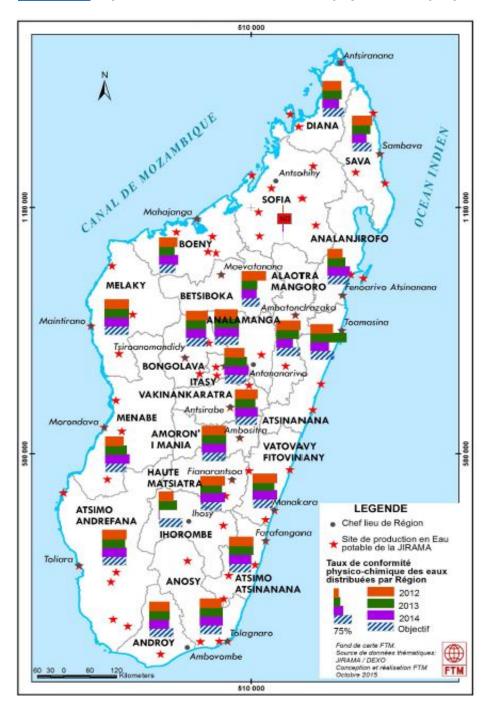
Les eaux souterraines doivent être exploitées dans le cadre de la mise en place de périmètre de protection défini par voie règlementaire.

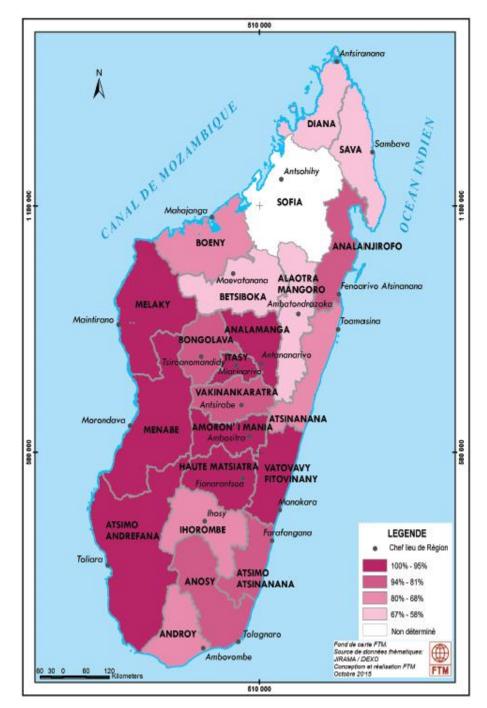
Les eaux à salinités élevées, à fortes teneurs en fer et en manganèse ne peuvent être exploitées que par le recours à des investissements coûteux pour des systèmes de désalinisation, de déferrisation ou de démanganisation. Les eaux contenant de l'arsenic ne doivent être utilisées qu'après un traitement important par oxygénation coûteux.

Carte 5.9. Répartition de la qualité des eaux de surface et souterraines exploitées par la JIRAMA

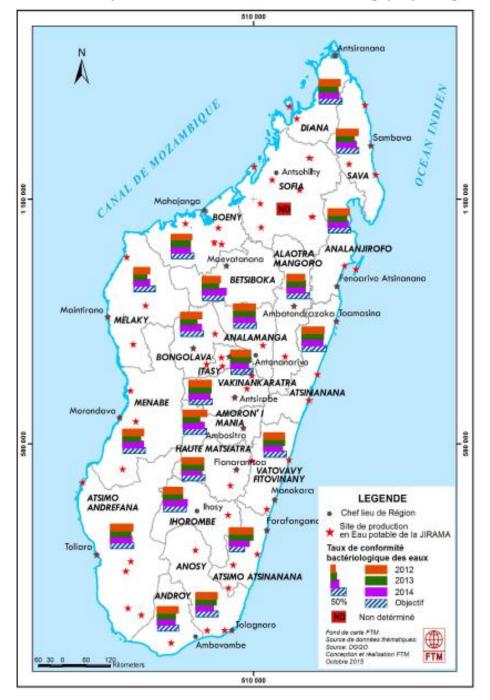








Carte 5.11 : Répartition taux de conformité bactériologique par région





#### **5.2.10. PRODUITS DE PECHE CONTINENTALE**

Les zones de pêche continentale malgache concernent surtout les lacs, les marais et les lagunes. Les eaux des fleuves ou des rivières ne sont pas productives en raison de leur turbidité à l'exception de la Lily (haut bassin de l'Ikopa, exutoire du lac Itasy), le Mangory (versant Est) et l'Ihosy (haut bassin de Mangoky). Sur 2000 km² de zones piscicoles exploitables, 1500 à 1600 km² environ sont exploités en pêche, en pisciculture en étang et/ou en enclos, parmi lesquelles les plus importantes par leur superficie et leur production sont le lac Alaotra, le lac Kinkony, le lac Itasy, le lac Mantasoa, le lac Tsiazompaniry, la région de Miandrivazo, le cours intérieur de la Tsiribihina et les lagunes associées au canal des Pangalanes. Ces zones sont pour la plupart associées aux principaux bassins hydrologiques de l'île.

La faible production piscicole des milieux naturels et l'absence des qualités requises pour servir de poissons d'élevage ou d'exploitation intensive des espèces autochtones, dulçaquicoles et euryhalines appartenant, principalement, aux familles des CHAETODONIDAE, BEDOTIDAE, GOBIDAE, CICHLIDAE, ont justifié l'introduction d'espèces nouvelles plus robustes.

Sur 23 espèces introduites officiellement depuis 1914, seules 5 ne sont pas acclimatées. Les introductions réussies concernent celles de la carpe (Cyprinus), des tilapias (Tilapia), du cyprin doré (*Carassiusauratius* L.) et *Heterotisniloticus*. Les espèces introduites ont supplanté la faune autochtone. C'est le cas de *Paratilapiapolleni* (Marakely) qui a, pratiquement, disparu des plans d'eau des Hautes terres. Le Black-bass (*Micropterussalmoïdes*) est un prédateur des juvéniles de *Ptychochronoïdesbetsileanus* (Katria). Le poisson Fibata (*Channa maculata*), originaire des Philippines est un carnivore strict, très vorace, à large spectre alimentaire.

#### 5.2.10.1. MENACES ET PRESSIONS SUR LA PECHE CONTINENTALE

Les plans d'eau continentaux sont depuis des années exposés à de nombreuses menaces. Autant les autorités que les exploitants sont conscients de la diminution de la baisse de production. Aucun plan d'aménagement de ces zones n'a encore été élaboré. Leur superficie diminue, la faune et la flore environnantes sont détruites...et la prolifération des plantes aquatiques envahissantes entrave l'exploitation de certains plans d'eau. Mais la plus grande menace est la surexploitation des ressources halieutiques. Faute de contrôle strict et de suivi de l'activité de pêche, la pression est de plus en plus accrue en raison de la démographie galopante. De plus, face au faible rendement piscicole de ces plans d'eau, les pêcheurs ont tendance à utiliser des engins peu sélectifs. Les statistiques publiées sur la pêche continentale sont peu fiables. Plusieurs zones de pêche dont certaines sont très éloignées ne sont pas couvertes par le service statistique de l'administration de pêche. Ce qui rend davantage la gabegie constatée dans l'exploitation de la filière.

# 5.2.10.2. IMPACTS DE L'INTRODUCTION SUR LE PLAN ENVIRONNEMENTAL ET SOCIO-ECONOMIQUE

L'introduction de nouvelles espèces dans les plans d'eau de Madagascar a permis au pays de disposer d'espèces à large spectre alimentaire et à forte résilience, celle-ci se caractérisant par une prolificité élevée, un bon taux de survie et une croissance rapide. En suivant au cours des années l'évolution de la pêche continentale dans trois des principaux plans d'eau de Madagascar, on est frappé par l'importance prise par ces poissons introduits. Ils représentent désormais presque la totalité des captures et constituent actuellement la base de la faune ichtyologique. Toutefois, il ne faudrait pas attribuer uniquement ce changement aux effets des introductions. La population environnante, par la pêche et l'intensification des activités agricoles, a probablement aussi contribué au déclin de la faune autochtone.

Ces introductions se sont accompagnées parfois de grands changements environnementaux, qui ont affecté en priorité les habitats et les chaînes trophiques. Ainsi, en remuant la vase, la carpe commune augmente la turbidité, créant ainsi des conditions défavorables pour les espèces autochtones qui ont besoin d'une eau claire pour se développer et se reproduire (cas du *Ptychochromisbetsileanus*). Une compétition s'est également installée sur les zones de frai, induisant un effet sur le recrutement des espèces. Celles qui pratiquent l'incubation buccale (tilapia du genre *Oreochromis*) ont pris l'ascendant sur les espèces autochtones ou introduites ayant un mode de reproduction moins performant. La prédation qu'exercent les espèces carnivores introduites a également

engendré une modification de la composition de la faune locale. Ainsi le peuplement de gambusies a fortement diminué à la suite de l'introduction illicite du Fibata (*Ophiocephalusstriatus*). Cette espèce carnivore constitue actuellement une menace pour l'ensemble de la faune piscicole autochtone et introduite de Madagascar.

Malgré la régression effective des espèces autochtones, il faut insister sur le fait que ces diverses introductions ont permis une nette augmentation de la production piscicole totale (Moreau *et al.*, 1988), d'autant que de nouvelles méthodes de pêche ont permis d'accroître les rendements. Ainsi des plans d'eau artificiels comme les lacs Mantasoa et Tsiazompaniry destinés à des projets d'irrigation agricole et de production d'énergie électrique ont pu être mis en valeur par l'exploitation halieutique (Moreau, 1971). Au total, la production annuelle de la pêche continentale a doublé entre le début des années 1950 et les années 1980, passant de 15 000 à 30 000 t (Kiener, 1963; DPRH, 1989).

### 5.2.10.3. SITUATION DE LA PRODUCTION A MADAGASCAR

La majorité des poissons de Madagascar est composée d'espèces marines qui se sont plus ou moins adaptées à la vie en eau douce. De nombreuses espèces sont donc euryhalines (elles tolèrent d'importantes variations du taux de salinité), particulièrement sur la côte occidentale où la présence de vastes estuaires et la faible pente des cours d'eau favorisent cette adaptation. En revanche sur la côte orientale, le relief abrupt constitue un facteur limitant quasi rédhibitoire pour l'expansion des espèces marines vers l'intérieur des terres. Pour coloniser les plans d'eau des Hautes Terres de l'île, les poissons doivent franchir deux barrières importantes : de nature physiologique, la première est constituée par le passage de l'eau de mer à l'eau douce ; la seconde relève de la topographie (présence de falaise) et de l'altitude qui modifie les paramètres physico-chimiques de l'eau et plus particulièrement la température. Ces contraintes se traduisent par la faible diversité des espèces.

Madagascar est subdivisée en vingt-deux régions en place des six provinces qui ont perduré jusqu'à 2004. Sur un réseau routier long de 25 000 km, seul 5 000 km sont bitumés (les routes nationales). Les liaisons entre les régions et à l'intérieur de la plupart d'entre elles sont très vétustes, voire impraticables, lorsqu'elles existent ; 30 % des communes ne sont reliées à aucune route provinciale (Razafindranovona, 2003). Ces contraintes pèsent lourdement sur le développement des différentes filières des produits de la pêche et pénalisent les productions des zones côtières de l'Est et de l'Ouest (Belo sur Tsiribihina, lac Kinkony, canal des Pangalanes...), dont l'important potentiel halieutique ne peut pas être pleinement valorisé du fait de leur éloignement d'Antananarivo. Outre les difficultés de communication, l'absence d'énergie électrique dans les zones de production prive le secteur halieutique de possibilités de fabrication des pains ou écailles de glace qui autorisent l'acheminement des produits de la pêche fraîche sur de longues distances. La distance géographique entre les zones de production et les centres de consommation, et les problèmes de transport qui lui sont associés sont aussi à l'origine de la motivation pour introduire de nouvelles espèces de poissons dans les plans d'eau de la région des Hautes Terres.

Malgré ces efforts et l'existence de 150 000 ha exploitables (du fait de la bonne maîtrise de l'eau), la production piscicole de Madagascar demeure aujourd'hui très faible (MAEP/FAO, 2005). Elle ne dépasse guère 2 400 t/an, en raison notamment d'une concurrence avec la riziculture sur l'utilisation des bas -fonds. Si les pratiques culturales actuellement vulgarisées — le système de riziculture intensive (SRI) qui nécessite une gestion très stricte de l'eau (une mince lame d'eau avec des assèchements fréquents) — devaient se généraliser, la rizpisciculture serait amenée à disparaître.

Le tableau nous montre l'évolution de production de la pêche et de l'aquaculture par type de pêcherie (industrielle, artisanale, traditionnelle et aquaculture) au titre de l'année 2003-2013. Durant la période, la production varie entre 120 000 à 138 000 tonnes, de 2010-2011 était en baisse, et reste stationnaire de 2003-2009 ;2012-2013. Rappelons que le potentiel en pêche et en aquaculture est évalué à environ 470 000 tonnes, étant donné que la production durant cette période ne représente que la moitié du potentiel théorique exploitable, soit 134 000 tonnes.

En générale, 71% représente la production maritime de la production totale, 23% en aquaculture marine et 6% sous-secteur dulçaquicole.

C'est la pêche traditionnelle maritime (60,6%) et la pêche traditionnelle continentale (31,9%) qui apportent la majeure partie des produits consommés localement ; la part des autres branches est faible (pêche industrielle maritime 4,8% et l'aquaculture continentale 2,5%) ;

Le sous-secteur maritime, aussi bien la pêche que l'aquaculture, offre des opportunités intéressantes pour la production de ressources lucratives à l'exportation.

<u>Tableau 5.17</u>: Produits de pêche en tonnes

PRODUITS DE PECHE	TONNES
Production d'eaux douces	20,890
Pêche continentale	17,486
Pisciculture en étangs	800
Production de truite	4
Rizipisciculture	2,600
PRODUCTION TOTALE (Tonne)	119,006

Tableau 5.18: Production d'eau douce 2012

Tableau 5.18 . Production a eau douce 2012						
Production d'eaux douces 2012						
Pêche continentale (Tonne)	16,404					
- Poissons	14,340.06					
- Crevettes d'eau douce	516.77					
- Gambusias	343.72					
- Varilava d'eau douce	716.85					
- Anguilles	214.85					
- Grenouille	0.30					
- Cuisse de nymphe	0.07					
- Caridines	98.43					
- Ecrevisses	21.40					
- Tsivakia	7.46					
- Vily Mena	0.19					
- Foza	143.68					
Aquaculture d'eau douce (Tonne)	3,598					
- Pisciculture en étangs	848					
- Production de truite						
- Rizipisciculture	2,750					
- Culture d'Anguilles						
- Culture d'Alevins (Nombre)						
Production totale (Tonne)	123,186					

Tableau 5.19: Production Eau douce 2013 en Tonne

PRODUCTION EAU DOUCE 2013 (Tonne)	25,147
Pêche continentale	24,151
- Poissons	23,143
- Crevettes d'eau douce (Gambas)	382
- Gambusias	15
- Varilava d'eau douce	239
- Anguilles	220
- Grenouille	2
- Caridines	39
- Ecrevisses	11
- Tsivakia	13
- Vily Mena	7
- Foza	80
Aquaculture d'eau douce (Tonne)	996
- Pisciculture en étangs	587
- Production de truite	89
- Rizipisciculture	320
- Culture d'Alevins (Nombre)	11792469

Source : Enquête Cadre National 2012 (Provisoire) MRHP

Tableau 5.20 : Répartition des pêcheurs recensés selon le type

Répartition des pêcheurs recensés selon le type							
		Type de	Total				
REGION		Piroguier	A pied	Effectif			
		Effectif	Effectif				
	Analamanga	1,186	265	1,451			
	Itasy	1,378	203	1,581			
	Vakinankaratra	150	41	191			
	VatovavyFitovinany	4,355	1,001	5,356			
	AtsimoAtsinanana	1,670	784	2,454			
	Atsinanana	5,292	852	6,144			
	Analanjirofo	4,671	1,129	5,800			
	AlaotraMangoro	1,808	167	1,975			
Région	Boeny	5,856	1,957	7,813			
	Sofia	3,662	813	4,475			
	Betsiboka	1,492	303	1,795			
	Melaky	2,913	1,057	3,970			
	AtsimoAndrefana	11,939	3,190	15,129			
	Androy	1,115 2,076		3,191			
	Anosy	4,861	1,355	6,216			
	Menabe	5,224	1,368	6,592			
	Diana	5,909	1,666	7,575			
	Sava	1,984	777	2,761			
	Total  SOURCE - Enquête Cadre National 201	65,465	19,004	84,469			

SOURCE : Enquête Cadre National 2012 (Provisoire) MRHP

REGIONS	AM	ALG	ALJ	AND	ANS	AAND	AATS	ATS	BET	ВОЕ	BGL
PRODUCTION EAU DOUCE	80	420			38	46	781	770	1240	2861	
Pêche continentale	74	274			38	46	781	757	1240	2861	
Poissons	69	274			30	46	721	500	1191	2590	
Crevettes d'eau douce (Gambas)							29	96		209	
Gambusias							7	7			
Varilava d'eau douce									49	56	
Anguilles					8		11	80		1	
Grenouille										2	
Cuisse de nymphe											
Caridines								31			
Ecrevisses	5										
Tsivakia							12			1	
Vily Mena											
Foza								43			
Aquaculture d'eau douce	6	146						13			
Pisciculture en étangs		57						13			
Production de truite		89									
Rizipisciculture	6										
Culture d'Anguilles											
Culture d'Alevins (Nombre)	437000 0	123240 0						40100		40000	
PRODUCTION TOTALE											

<u>Tableau 5.21</u>: Données production par type de pêcherie-service statistique du MRHP

# production de la pêche et de l'aquaculture pour l'année 2003-2010

**Unité : en Tonnes** 

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Production maritime	105,475	102,366	99,998	100,943	98,141	90,464	98,456	93,745
Pêche industrielle	23,920	23,574	20,935	21,270	19,405	17,226	9,682	19,636
- Crevettes	8,545	7,155	5,312	5,442	4,679	2,922	3,512	3,250
- Poissons d'accompagnement	3,105	4,089	3,273	3,453	2,341	1,618	1,180	2,276
- Crevettes d'eau profondes		30			ND			
- Poissons de fonds	2,270	2,300	2,350	2,375	2385	2,686	346	110
- Thons	10,000	10,000	10,000	10,000	10000	10,000	4,644	14,000
Pêche artisanale	765	599	639	547	459	348	218	195.74
- Crevettes	726	590	572	490	401	311	131	-
- Poissons	39	9	67	57	58	37	87	196
Pêche traditionnelle	71,870	71,950	72,020	72,350	69,820	72,890	88,556	73,913.02
- Crevettes	3,450	3,450	3,450	3,450	3,450	3,450	3,450	3,450
- Crabes	1,450	1,500	1,525	1,600	1370	1,370	2580	2,019
- Langoustes	450	450	500	550	380	450	432	367
- Trépangs	850	850	820	850	470	470	302	415
- Algues	5,170	5,200	5,225	5,300	3650	3,650	3600	3,600
- Poissons	55,000	55,000	55,000	55,000	55000	56,000	56,000	56,000
- Huitres								
- Cephalopodes								
- Autres (Anguilles,Coquillages, ailer)	5,500	5,500	5,500	5,600	5500	7,500	22,192	8,061
Aquaculture marine	8,920	6,243	6,404	6,776	8,457	8,000	3,260	2,000
Production d'eaux douces	32,450	32,550	32,650	32,750	32,630	32,630	32,828	33,500
Pêche continentale	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Pisciculture en étangs	950	1,000	1,050	1,100	0	540	528	850.00
Production de truite					ND			ND
Rizipisciculture	1,500	1,550	1,600	1,650	2,090	2,090	2300	2,650
Production totale	137,925	134,916	132,648	133,693	130,771	131,094	134,544	129,245

SOURCE : Enquête Cadre National 2012 (Provisoire) MRHP

### 5.3. MESURES PRISES ET A ENTREPRENDRE

#### **5.3.10. STRUCTURE DE GESTION**

L'exploitation des plans d'eau continentaux est gérée par l'Etat, à travers le Ministère chargé de la Pêche et des Ressources Halieutiques, et plus précisément le Service de la pêche continentale des circonscriptions. La faible production piscicole des milieux naturels et l'absence de qualités requises pour servir de poissons d'élevage ou d'exploitation intensive des espèces autochtones ont justifié l'introduction d'espèces nouvelles plus robustes, il y a des dizaines d'années. Les premiers déversements d'alevins ont enrichi les plans d'eau des ressources halieutiques.

Un plan de rempoissonnement des grands plans d'eau menacés de surexploitation a été prévu. Cependant, les crédits nécessaires pour leur réalisation effective n'étaient pas suffisants. La période de fermeture annuelle de 2 à 3 mois a été instaurée pour certains lacs. Actuellement, l'essentiel des ressources piscicoles des eaux intérieures est composé de carpes et de tilapias. De ces introductions de nouvelles populations résultant une augmentation de la production piscicole des eaux intérieures.

Des textes réglementaires interdisant l'utilisation d'engins peu sélectifs et destructeurs des milieux et des ressources existent. L'inapplication de ces textes, conjuguée avec la forte croissance démographique de la population environnante, a entraîné une surexploitation croissante de ces plans d'eau, dont ceux des zones d'accès facile ou nouvellement désenclavés, sont soumis à une exploitation de plus en plus intensive, résultant de la pression démographique et entraînant une surexploitation des stocks.

Concernant la formation, le suivi statistique et l'hygiène des produits sur les marchés et dans les poissonneries, prévus pour la pêche traditionnelle, les actions n'ont touché que la pêche traditionnelle maritime. En fin de compte, l'administration des pêches et les bailleurs de fonds ont apparemment délaissée la pêche continentale. Pendant plus d'une dizaine d'années, cela n'a fait aucun objet de suivi, ni bénéficié d'un quelconque appui.

Les responsables du ministère de la Pêche ont relevé l'importance du respect de la fermeture de la saison de la pêche. En effet, le respect de la fermeture d'un mois de la pêche est impératif pour la reproduction des poissons. Si les pêcheurs pratiquent leurs activités tout au long de l'année, les ressources halieutiques sont menacées d'extinction, alors que la pêche continentale présente un réel potentiel pour le pays.

Selon les études menées par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Madagascar dispose de 1500 à 1600 km² de plans d'eau naturels favorables à la pisciculture en cage ou en enclos ; de 1 750 km² à 2 000 km² de rizières irriguées dont 340 km² propices à la rizipisciculture, incluant 15 km² qui sont empoissonnés ; 20 km² de surface à bonne maîtrise d'eau aménageables en étang pour lesquels 4 km² sont empoissonnés. Les surfaces propices à la rizipisciculture ont un potentiel de production de 30 000 tonnes de poissons de taille commerciale par an.

### 5.3.11. RIZIPISCICULTURE

Par ailleurs, l'élevage en étangs a considérablement régressé en surface et en production. Ces deux constats ont poussé l'administration des pêches avec la FAO à développer plutôt la rizipisciculture. Dans les années 90, la production piscicole a commencé à augmenter régulièrement. Il existe actuellement 210 producteurs privés d'alevins et environ 140 000 paysans rizipisciculteurs

et pisciculteurs. Parmi les poissons produits, la carpe de variété royale est la plus commune. Ensuite viennent le cyprin doré ou « trondro gasy » et le « tilapia ». Il n'existe pas de structure organisée

pour la commercialisation des poissons d'aquaculture d'eau douce.

Depuis les années 90, deux stations de recherche piscicole et 31 stations piscicoles ont été créées. Elles ont pour vocation essentielle la production d'alevins cessibles pour la pisciculture en étangs et en rizière et pour des déversements dans les différents plans d'eau intérieurs ou d'altitude qui sont moins riches que les lacs côtiers.

### **5.3.12. INTRODUCTION DE POISSONS POUR ENRICHISSEMENT**

L'objectif principal de ces introductions était de contribuer à l'augmentation de la production piscicole des eaux intérieures, surtout dans la région des Hautes Terres, qui concentre 18 des 20 espèces introduites. Seules deux introductions ont été réalisées dans les régions côtières : Osphronemus gourami à l'Est et Heterotisniloticus à l'Ouest. Certaines espèces ont été introduites pour répondre à des attentes spécifiques qu'il s'agisse de la lutte contre les moustiques vecteurs du paludisme (gambusie) ou les mauvaises herbes envahissant les rizières du lac Alaotra (Tilapia melanopleura et Tilapiazillii) ou du contrôle par un prédateur — le black bass (Micropterussalmoïdes) — des espèces de tilapias nouvellement introduites dont la prolifération inquiétait. Toutes les introductions n'ont pas été couronnées de succès. Au total, 6 des 20 espèces introduites ne se sont pas acclimatées (tabl. 2). Pour celles qui l'ont été, la durée de l'adaptation aux conditions du milieu a été plus ou moins longue selon les espèces. Si les tilapias (Tilapia sp., Oreochromissp.), les carpes (Cyprinuscarpio), le cyprin (Carassiusauratus), le black bass(Micropterussalmoïdes), le fibata (Ophiocephalusstriatus) et les gambusies (Gambusia holbrooki) ont connu une telle prospérité, c'est qu'ils ont trouvé des niches peu occupées par les espèces autochtones (Kiener et Mauge, 1966).

# **5.3.13. PISCICULTURE DES POISSONS ENDEMIQUES**

Depuis quelques années, la promotion de pisciculture des espèces endémiques et autochtones a été menée avec la démonstration d'un essai réussi à Andapa avec l'association APPA. L'idée c'est de rempoissonner les rivières et bassins versants du Nord en poissons endémiques de cette région qui viennent de disparaître. Au moins 3 espèces ont été utilisées comme les Fony (*Paratilapia*sp. Andapa), Masovoatoka (*Paretropluspolyactis*) et Zono (*Rheoclessp*. Andapa). Les alevins étaient distribués aux différents ménages dans 3 communes Maroambihy, Belaoko-Lokoho et Andrakata. L'apport bénéficiaire de chaque ménage avant d'obtenir des alevins était la construction des étangs de pisciculture. Le nombre des alevins octroyés dépend de la superficie de chaque étang construit.

Cette action n'enrichit pas seulement les rivières mais également apporte des connaissances aux villageois sur l'importance de la préservation des poissons endémiques à Madagascar.

De 4 à 6mois de grossissement, le poids moyen des poissons élevés était d'environ200g, la plus petiteétait150get le plus grandétait250g. Au-delà de six mois, le poids est venu à300get il est très encourageant pour un premier essai avec une espèce endémique. Un étang d'une superficie de0,90acres avec initialement50alevins de Para tilapia produit en10 kg moyenne des poissons avec un poids de 210get environ un mille (1.500) des alevins après 6 mois. Le taux de survie est de 90% et cette espèce commence à se reproduireà150g.

# 5.5. MESURES PRISES POUR LES RESSOURCES EN EAUX

### 5.5.1. DEVELOPPEMENT D'UN OUTIL DE PLANIFICATION ET DE PROGRAMMATION

Le Ministère, chargé de l'Eau, a mis en place un outil de planification et de programmation appelé le Budget Programme par Objectifs Régionaux (BPOR), se basant sur le concept « agence de bassin », pour estimer les nombres et les coûts des infrastructures d'eau potable et de latrines à réaliser par bassins versants pour chacune des 22 Régions. (Source : décret 2013-685 portant adoption de la Stratégie Nationale de l'Eau, de l'Assainissement et de l'Hygiène, un Document de planification du secteur de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène).

#### 5.5.2. DEVELOPPEMENT D'UN OUTIL DE SUIVI-EVALUATION : LA BDEA-SESAM

Le Ministère de l'Eau, de l'Assainissement et de l'Hygiène a aussi développé un outil de suivi-évaluation, d'abord appelé BDEA (Base de données du secteur eau et assainissement), devenu ensuite le SESAM (Suivi-évaluation du secteur eau et assainissement de Madagascar), accessible sur son site web, et contenant, toutes les données et cartes relatives à la quantité et la qualité des ressources en eau, des points d'eau, des systèmes d'eau et des latrines, ainsi que tous les documents d'informations sur le secteur de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène.(site web: http://www.mineau.gov.mg)

### 5.5.3. APPLICATION DES PRINCIPES DE LA GIRE POUR LA PROTECTION DES CAPTAGES D'EAU POTABLE

Différents projets d'Adduction d'Eau Potable et d'Assainissement veulent tenir compte d'une dimension intégrée à l'échelle des communes :

### La dimension GIRE dans le programme Méddea du GRET dans la commune d'Ambohibary Sambaina

L'approche Méddea consiste à accompagner l'équipe de la commune à mieux connaître la situation réelle sur l'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans sa localité et à planifier les activités. Le programme a doté la commune d'un Plan Communal de Développement de l'accès à l'Eau et à l'Assainissement (PCDEA) dont l'élaboration a nécessité une forte implication du comité communal eau et assainissement. Le PCDEA est un document de planification qui décline sur le secteur de l'eau et de l'assainissement via le Plan Communal de Développement de la Commune. Des inventaires ont abouti à un diagnostic précis de la situation : l'inventaire des localités et des institutions permet de définir les besoins, l'inventaire des infrastructures existantes permet de voir quels besoins sont déjà couverts, l'inventaire des ressources permet l'ébauche des solutions pour répondre à ces besoins. La population vivant essentiellement de l'agriculture irriguée, même si la loi priorise l'utilisation des ressources pour l'eau potable, il a été fondamental de trouver un équilibre entre l'utilisation pour l'eau potable et l'agriculture. Le cas d'adduction en eau potable de la commune d'Ambohibary est un exemple. La source d'Ankadibe, située à l'est d'Antsampandrano, a été choisie pour alimenter en eau son bourg mais la population avoisinante de cette source s'est opposée au projet par peur de mettre en péril leurs activités de riziculture en aval. Une réunion de concertation entre la Commune, la Direction du Génie Rural, l'équipe du programme et la population a alors été organisée, afin d'évaluer les besoins en eau en agriculture et en eau potable. Un travail participatif avec les paysans a permis de démontrer à la population la capacité de la source pour satisfaire les besoins de la population à la fois pour l'irrigation et pour l'eau potable. Cette étape de concertation a permis aussi l'identification d'un projet d'amélioration de l'irrigation déposé à la Direction du Génie Rural de la région de Vakinankaratra.

# Mesures et cartographies des conflits d'usage des ressources en eau dans le projet CAP'Eau du Grand Lyon dans la Région Haute Matsiatra

Le Grand Lyon et la Région Haute Matsiatra sont en coopération décentralisée dans le cadre du projet CAP'Eau (2012-2015) qui intervient plus particulièrement dans 12 communes de la Région Haute Matsiatra et vise à : mettre en place une gestion intégrée de la ressource en eau, accompagner la gestion et la rénovation d'infrastructures existantes, renforcer les compétences des acteurs, et appuyer la réalisation d'infrastructure d'eau et d'assainissement. Dans la Région Haute Matsiatra, 88% des ménages pratiquent au moins une activité agricole et la moitié des revenus agricoles proviennent de la culture du riz (INSTAT/DSM/EPM 2010). La riziculture irriguée a donc une importance économique vitale. L'accès à l'eau potable est une priorité exprimée par les collectivités locales, à condition que l'usage agricole de l'eau soit respecté. Des actes de vandalisme sur des conduites de réseaux d'eau sont régulièrement signalés dans la Région lorsque des conflits d'usage apparaissent. Tenant compte de l'importance de l'eau agricole dans la Région, les différents

acteurs ont développé des activités pour limiter les tensions sur l'utilisation de la ressource en eau. Ainsi, lors de la réalisation des plans communaux de développement en eau et assainissement (PCDEA) des communes d'intervention, l'intensité des conflits d'usages potentiels sur les ressources en eau ont été quantifiée. Les communes de la Région Haute Matsiatra ne disposent pas tous des cartes représentant leur territoire. Un accent particulier a donc été mis sur la représentation spatiale des problématiques des communes lors de réalisation des PCDEA. Le PCDEA fixe les orientations et objectifs de la commune sur ce secteur en intégrant les différents usages de l'eau en vue de partager au mieux la ressource. Il est produit de façon participative par la commune avec l'appui des techniciens du projet. Les informations récoltées lors des inventaires sur terrain sont saisies dans une base de données et concernent la démographie, les équipements collectifs, les infrastructures d'eau et d'assainissement existantes, les ressources en eau (de surface et souterraines), l'agriculture etc ... Elles sont spatialisées et consultables par un logiciel cartographique libre de droit (Quantum Gis) et par image satellite géo référencée (raster) associée à chaque commune concernée. Les enquêtes et les observations faites sur terrain combinées à la bonne résolution de l'image satellite (un pixel pour 0,5 m au sol) permettent aux techniciens d'avoir une vision sur les conflits que pourraient engendrer l'utilisation d'une source pour la réalisation d'une adduction d'eau gravitaire.

#### 5.5.4. APPROCHE GIRE ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Plusieurs cas illustrent l'interdépendance de la protection de l'environnement et de la GIRE à Madagascar.

Le tarissement des sources des massifs forestiers de hautes montagnes dû à la déforestation et à la dégradation des bassins versants est un phénomène de plus en plus courant. Même au niveau des aires protégées, comme celles du Montagne d'Ambre, sur une centaine de sources de petits cours d'eau, le tarissement d'une vingtaine de sources a été constaté depuis près de dix ans. L'accès aux ressources en eau encore abondantes est sujette à des tensions entre les besoins des villes et des villages et ceux des exploitants du « khat ». La protection des bassins versants et en particulier de celle de la couverture forestière, est une priorité. Une collaboration étroite est à engager, entre les deux départements ministériels, respectivement chargés de l'eau et celui de l'environnement, pour ce dernier plus particulièrement l'institution chargée des Aires Protégées en l'occurrence le Madagascar National Parcs (MNP).

La valorisation des services écologiques des écosystèmes et de leurs ressources en eau est une approche utile et complémentaire. Les écosystèmes naturels abritent des ressources en eau et garantissent leur qualité par des processus naturels de filtration, d'épuration et de purification. Les ressources en eau permanentes et de bonne qualité constituent de bons indicateurs d'environnement sain. Le service écologique des ressources naturelles est l'opportunité de créer une taxe qui fournirait les fonds nécessaires à la préservation de l'environnement pour garantir la durabilité de ce service naturel. Des projets de « Paiement des Services Ecologiques » sont actuellement initiés par le WWF en collaboration avec des associations de population des hautes montagnes de Madagascar dans la zone d'Andapa et dans la région de Haute Matsiatra.

A plus grande échelle, les Plans de Gestions Environnementales et Sociales (PGES) des grands projets à Madagascar engagent les parties prenantes, notamment les promoteurs et investisseurs de ces projets, à réaliser leurs engagements vis-à-vis de leurs impacts sur l'environnement notamment sur la quantité et la qualité des ressources en eau, éléments essentiels des Tableaux de Bords Environnementaux. L'implication des industriels est un élément clé de la réussite de la GIRE à Madagascar. Leurs obligations légales doivent les amener à se concerter avec les autres usagers de l'eau et appuyer la démarche GIRE.

# 5.5.5. TECHNIQUES ET MECANISMES MISE EN PLACE POUR PROMOUVOIR LA PRODUCTION AGRICOLE DURABLE

Des mécanismes et dispositions de protection et de gestion durable ont été effectués comme la revégétalisation des bassins versants dénudés, le traitement des Lavaka principales sources d'envasement dans les Périmètres Irrigués, par des mesures de lutte antiérosives (moyens biologiques et mécaniques), la protection des berges des rivières et des canaux d'irrigation ou de drainage. Des techniques agro-écologiques ont été mises au point.

Ces techniques ont permis d'augmenter la production agricole tout en améliorant la conservation de l'eau et la fertilité du sol.

(Source PNBVPI)