





# Suivi du réseau de contrôle de surveillance DCE de la qualité des eaux souterraines, de surfaces et côtières de Mayotte

Rapport final

**BRGM/RP-61053-FR**  
Mars 2012

Étude réalisée dans le cadre des projets de Service public du BRGM 2011 PSP11MAY26

**T. Jaouën**

**Vérificateur :**

Nom : L. Gourcy

Date : 18 avril 2012

Signature :

**Approbateur :**

Nom : P. Puvilland

Date :

Signature :

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique, l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

**Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.**

**Mots clés** : DCE, Directive Cadre sur l'Eau, qualité, masse d'eau, souterraine, superficielle, côtière, physico-chimie, réseau de surveillance, Comores, Mayotte.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Jaouen T. (2012) Suivi du réseau de contrôle de surveillance DCE de la qualité des eaux souterraines, de surfaces et côtières de Mayotte. Rapport final BRGM/RP-61053-FR. 110 p. 48 ill. 3 ann.

© BRGM, 2012, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau<sup>1</sup> (DCE) du 23 octobre 2000 a pour ambition de préserver la qualité des eaux, l'atteinte du « bon état » pour l'ensemble des milieux aquatiques d'ici 2015 et la suppression des rejets de substances prioritaires dangereuses. La DCE impose donc aux Etats Membres de surveiller le « bon état » écologique des masses d'eau (article 8). Ce « bon état » est évalué sur des critères chimiques et quantitatifs pour les masses d'eau souterraines et sur des critères biologiques, chimiques et hydromorphologiques pour les masses d'eau superficielles (continentales ou côtières).

A Mayotte, la définition des réseaux de contrôle pour la surveillance des masses d'eau a fait l'objet du rapport d'étude Jaouën T., Akbaraly A., Winckel A. (2011) BRGM/RP-58229-FR en 2011.

Le présent rapport rend compte de la mise en œuvre opérationnelle de ce réseau en 2011. Cette première année de suivi des réseaux de contrôle de la surveillance des masses de Mayotte a permis les avancées suivantes en vue de l'évaluation de l'état écologique :

- L'acquisition de données physico-chimiques pour l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraine.
- L'acquisition de données physico-chimique des masses d'eau superficielles continentales qui permettra à terme de mieux appréhender les spécificités des rivières mahoraises et de déterminer les relations entre la physico-chimie et la biologie en vue d'évaluer l'état écologique de ces masses d'eau. Elles participeront également à l'évaluation de l'état chimique de ces masses d'eau.
- L'acquisition de données biologiques (poissons et macrocrustacées, diatomées et macroinvertébrés) qui participeront à terme à l'élaboration d'indicateurs pour l'évaluation de l'état des masses d'eau superficielles continentales.
- L'acquisition de données physico-chimiques et chimiques pour l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau côtières.

De même, cette année a permis de tester et d'affiner les protocoles pour l'analyse des paramètres physico-chimiques des masses d'eau :

- Pour les eaux côtières, les protocoles et méthodes utilisées continuent à démontrer leur intérêt en assurant une qualité optimum de la mesure et une mise en œuvre et un coût raisonnable.

---

<sup>1</sup> Directive 2000/60/CE

- Pour les eaux superficielles et souterraines, il apparaît nécessaire :
  - o de programmer les campagnes pour assurer des délais d'acheminements minimum (< 3 jours). En complément, un suivi de la température dans les glaciaires sera proposé en 2012.
  - o d'analyser les paramètres évoluant rapidement (MES, turbidité, DCO, DBO5 et microbiologie) localement pour diminuer les coûts de transport et garantir la fiabilité des résultats. En ce sens, les partenariats avec les laboratoires locaux sont à entretenir et des opérations de coopérations avec des laboratoires métropolitains ne pourraient qu'améliorer cette situation.
  - o La titration de l'alcalinité et la mesure des ions hydrogénocarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) et carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) n'ont pas été réalisées localement en 2011. Il est proposé qu'en 2012 ces analyses soient réalisées directement par les préleveurs du BRGM dans les 12 heures suivant le prélèvement.

En 2012, le suivi du réseau de contrôle de surveillance se poursuivra sous maîtrise d'œuvre BRGM (convention nationale ONEMA-BRGM) pour la partie continentale alors que les masses d'eau côtières seront prises en charge par la DEAL de Mayotte. Pour la convention ONEMA-BRGM, ce programme comprendra :

- les opérations menées sur les masses d'eau souterraines (4 masses d'eau) :
  - o Surveillance de routine sur 6 stations (5 forages AEP, 1 piézomètre) à la fréquence de 2 fois par an (hautes et basses eaux).
- Les opérations menées sur les masses d'eau de surface (29 masses d'eau) :
  - o Surveillance des paramètres écologiques pour 14 stations pour les poissons et crustacés et 15 stations pour les macroinvertébrés et les diatomées à la fréquence d'une campagne dans l'année en période de basses eaux (sous-traité à un organisme compétent en la matière).
  - o Surveillance des paramètres physico-chimiques sur 10 stations en rivière à la fréquence de 6 fois par an.
  - o Surveillance sur 10 stations en rivière des substances de l'état chimique à la fréquence de 12 fois par an et surveillance des polluants spécifiques de l'état écologique à la fréquence de 4 fois par an.
- La bancarisation des données (ADES et NAIADES), rapport de synthèse final et recommandations.
- La coordination du projet par le BRGM.

## Sommaire

<b>1. Contexte de l'étude .....</b>	<b>9</b>
1.1. INTRODUCTION.....	9
1.1.1. Rappel des objectifs de la DCE .....	9
1.1.2. Rappel des spécifications nationales pour le suivi de l'état qualitatif des masses d'eau .....	9
1.1.3. Rappel sur le découpage des masses d'eau de Mayotte et prévisions du SDAGE .....	12
1.1.4. Rappels sur la définition des réseaux de contrôle pour la surveillance des masses d'eau de Mayotte.....	15
1.2. CONTENU DE L'ETUDE.....	23
1.2.1. Programme initial .....	23
1.2.2. Modification du programme .....	28
<b>2. Suivi des masses d'eau souterraines.....</b>	<b>31</b>
2.1. SUIVI PHYSICO-CHIMIQUE DES MASSES D'EAU SUPERFICIELLES CONTINENTALES .....	31
2.1.1. Organisation technique des campagnes.....	31
2.1.2. Compte rendu des campagnes de prélèvements / problèmes rencontrés	32
2.1.3. Résultats des analyses .....	35
<b>3. Suivi des masses d'eau superficielles continentales.....</b>	<b>41</b>
3.1. SUIVI PHYSICO-CHIMIQUE DES MASSES D'EAU SUPERFICIELLES CONTINENTALES .....	41
3.1.1. Organisation technique des campagnes.....	41
3.1.2. Compte rendu des campagnes de prélèvements / problèmes rencontrés	42
3.1.3. Résultats des analyses .....	43
3.2. SUIVI BIOLOGIQUE DES MASSES D'EAU SUPERFICIELLES CONTINENTALES .....	50
3.2.1. Programme 2011 .....	50
3.2.2. Volet poissons.....	52
3.2.3. Volet macroinvertébrés benthiques .....	58
3.2.4. Volet diatomées .....	60
<b>4. Suivi des masses d'eau côtières.....</b>	<b>64</b>
4.1. ORGANISATION TECHNIQUE DES CAMPAGNES .....	64

4.1.1. Programme 2011.....	64
4.1.2. Compte rendu de la campagne de terrain.....	64
4.2. SYNTHÈSE ET RESULTATS.....	65
4.2.1. Volet hydrologie.....	65
4.2.2. Volet micropolluants (SBSE) .....	67
4.2.3. Volet micro et nanophytoplancton.....	77
<b>5. Conclusions.....</b>	<b>79</b>
5.1. CONCLUSIONS SUR LA GESTION DU RESEAU DE CONTROLE DE SURVEILLANCE DES MASSES D'EAU DE MAYOTTE.....	79
5.2. PROGRAMME 2012.....	80
<b>6. Bibliographie .....</b>	<b>81</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 – Principaux arrêtés relatifs à l'application de la DCE en France.....	10
Illustration 2 – Etat des masses d'eau superficielles et souterraines de Mayotte lors de l'état des lieux réalisé pour le SDAGE 2010-2015. ....	13
Illustration 3 - Etat des masses d'eau souterraines de Mayotte lors de l'état des lieux réalisé pour le SDAGE 2010-2015. ....	14
Illustration 4 - Liste des stations suivies dans le cadre de la surveillance des masses d'eau souterraines. ....	16
Illustration 5 - Réseau de contrôle de surveillance de la qualité physico-chimique des masses d'eau souterraines de Mayotte.....	17
Illustration 6 - Stations suivies dans le cadre de la surveillance de la qualité des masses d'eau superficielles continentales (les stations du suivi physico-chimique sont surlignées en vert). ....	18
Illustration 7 - Réseau de contrôle de surveillance de la qualité physico-chimique et biologique des masses d'eau superficielles continentales de Mayotte. ....	19
Illustration 8 - Liste des stations et des suivis du RCS des masses d'eau côtières en 2011. ....	20
Illustration 9 - Positionnement des 17 stations du Réseau Hydrologique du Littoral Mahorais (RHLM) échantillonnées en avril 2011 et position des 7 stations phytoplancton (ronds verts). ....	21
Illustration 10 - Programmation des réseaux de contrôle de surveillance sur le plan de gestion 2011-2015. ....	22



Illustration 11 - Liste des paramètres physico-chimiques suivis en routine dans le cadre du RCS des masses d'eau souterraine de Mayotte. ....	24
Illustration 12 - Liste des paramètres et des méthodes correspondantes pour le suivi physico-chimique des eaux superficielles côtières. ....	27
Illustration 13 - Chronogramme pour le suivi des réseaux de contrôle de surveillance des masses d'eau de Mayotte en 2011 .....	28
Illustration 14 - Modification du chronogramme pour le suivi des réseaux de contrôle de surveillance des masses d'eau de Mayotte. ....	29
Illustration 15 - Tableau récapitulatif des modifications du programme de contrôle de surveillance des masses d'eau de Mayotte 2011. ....	30
Illustration 16 - Schéma du site (le Nord est à gauche). ....	33
Illustration 17 - Localisation du piézomètre (triangle rouge) et du puits (rond bleu) sur le fond cadastral et scan25© de l'IGN. ....	33
Illustration 18 - Vue du puits (Nord-Est : en haut). ....	34
Illustration 19 - vue du puits (Nord : en haut). ....	34
Illustration 20 - Vue du puits (Est : en haut), le piézomètre se situe quelques mètres derrière le portail métallique. ....	35
Illustration 21 - Balance ionique des analyses d'eau souterraine réalisées en 2011. ....	36
Illustration 22 - Diagramme de Piper pour les analyses d'eau souterraine réalisées en 2011. ....	37
Illustration 23 - Tableau synthétique des résultats d'analyse 2011 des masses d'eau eaux souterraines de Mayotte. ....	39
Illustration 24 - Légende du tableau synthétique des résultats d'analyse 2011 des masses d'eau eaux souterraines de Mayotte. ....	40
Illustration 25 - Modification de la station de Gouloué aval (MAY00024) le 05/12/11. ....	42
Illustration 26 - Vue de la Gouloué en crue le 5 décembre 2011 au niveau du point prélevé. ....	43
Illustration 27 - Balance ionique des analyses d'eau de surface réalisées en 2011. ....	44
Illustration 28 - Diagramme de Piper pour les analyses d'eau superficielle réalisées en 2011. ....	45
Illustration 29 - Tableau synthétique des résultats d'analyse 2011 des masses d'eau eaux superficielles continentales de Mayotte. ....	47
Illustration 30 - Légende du tableau synthétique des résultats d'analyse 2011 des masses d'eau eaux superficielles continentales de Mayotte. ....	49
Illustration 31 - Liste des stations échantillonnées dans le cadre du suivi biologique des masses d'eau de surface continentales. ....	52
Illustration 32 - Calendrier effectif de déroulement de la campagne. ....	53
Illustration 33 - Richesse spécifique en poissons et macrocrustacés sur les différentes stations. ....	54
Illustration 34 - Densités de peuplement observées sur les différentes stations. ....	55

Illustration 35 - Evolution des paramètres richesse et densité des peuplements entre 2011 et 2008/2009. Le code couleur indique la tendance d'évolution. Bleu : augmentation, Vert : pas d'évolution significative, Orangé : baisse (NE : évolution non évaluée. * : comparaison par rapport aux données d'inventaires 2006, ARDA-DAF). .....	57
Illustration 36 - Critère utilisés pour l'évaluation de l'état biologique des stations étudiées et évolution 2008-2011 de cet état. ....	60
Illustration 37 – Qualité biologique globale des sites obtenue à l'aide des indices diatomiques (IBD et IPS). ....	62
Illustration 38 – Classes de qualité des stations des cours d'eau de Mayotte. ....	63
Illustration 39 - Données brutes récoltées dans le cadre la campagne RHLM 2011. ....	66
Illustration 40 - Somme des HAP (moyenne de triplicats) avec écartypes. Concentrations en ng/l mesurées par SBSE à chaque station. ....	67
Illustration 41 - Teneurs de HAP en ng/l (moyenne des triplicats). (a) avril 2010 ; (b) avril 2011. ....	69
Illustration 42 - Somme des PCBs (moyenne de triplicats) avec écarts types. Concentrations en ng/l mesurées par SBSE à chaque station. ....	70
Illustration 43 - Teneurs de PCBs en ng/l (moyenne des triplicats). (a) avril 2010 ; (b) avril 2011. ....	71
Illustration 44 - Somme des pesticides (moyenne de triplicats) avec écart types. Concentrations en ng/l mesurées par SBSE à chaque station en avril 2011.....	72
Illustration 45 - Pesticides détectés en avril 2011 (nombre de stations contaminées, concentration moyenne sur les stations contaminées et écartypes).....	73
Illustration 46 - Teneurs en pesticides en ng/l (moyenne des triplicats) en avril 2011 (a) avril 2010 ; (b) avril 2011. ....	75
Illustration 47 - Moyenne des concentrations en HCH (ng/l) dans l'eau de surface de divers océans et mers (Gonzalez et al., 2009).....	76
Illustration 48 - Normes de Qualité Environnementales (NQE) pour les composés mesurés faisant partie de la liste des substances prioritaires de la DCE (NQE-MA : Moyenne Annuelle ; NQE-CMA : Concentration maximale admissible ; so : sans objet). ....	77

## Liste des annexes

Annexe 1 Rapports du suivi écologique des masses d'eau superficielles continentales.....	85
Annexe 2 Rapports du suivi du Réseau Hydrologique du Littoral Mahorais (RHLM) .....	91
Annexe 3 Comptes rendus de prélèvement des masses d'eau superficielles et souterraines .....	97

# 1. Contexte de l'étude

## 1.1. INTRODUCTION

### 1.1.1. Rappel des objectifs de la DCE

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) du 23 octobre 2000 a pour ambition de préserver la qualité des eaux, l'atteinte du « bon état » pour l'ensemble des milieux aquatiques d'ici 2015 et la suppression des rejets de substances prioritaires dangereuses.

La DCE impose donc aux Etats Membres de surveiller le « bon état » écologique des masses d'eau (article 8). Ce « bon état » est évalué sur des critères chimiques et quantitatifs pour les masses d'eau souterraines et sur des critères biologiques, chimiques et hydromorphologiques pour les masses d'eau superficielles (continentales ou côtières).

Il appartient aux états membres de mettre en œuvre les mesures qui permettront d'atteindre les objectifs définis à l'échelon européen. Cette directive européenne demande aux états membres d'atteindre des objectifs de bon état pour les masses d'eau continentales et côtières à l'horizon 2015, date du prochain rapportage devant la commission européenne.

Pour la surveillance de l'état chimique des eaux continentales et côtières, la DCE exige la construction d'un réseau de surveillance basé sur deux niveaux de contrôle distincts:

- le réseau de contrôle de surveillance (RCS) : il s'applique à l'ensemble des masses d'eau et a pour objectif de suivre l'état général des eaux continentales et côtières
- le réseau de contrôle opérationnel (RCO) : il s'applique aux masses d'eau pour lesquelles un risque de non atteinte du bon état en 2015 a été identifié. Il a pour objectif d'établir l'état chimique et/ou biologique et de suivre la tendance d'évolution des paramètres responsables de ce risque. Ce réseau n'est pas encore défini à Mayotte.

### 1.1.2. Rappel des spécifications nationales pour le suivi de l'état qualitatif des masses d'eau

Pour encadrer l'application de la DCE sur le territoire national, l'Etat Français a intégré dans sa législation les modalités de mise en œuvre du monitoring des masses d'eaux. La législation s'appuie sur des arrêtés spécifiques de mise en œuvre des réseaux de Contrôle (de Surveillance, Opérationnels ou d'Enquêtes). Le Ministère de l'Environnement, du Développement Durable, des Transports et du Logement

(MEDDTL) a publié également des circulaires et des guides à l'attention des services déconcentrés.

Les principaux textes sont les suivants (cf. tableau page suivante) :

Intitulé	Descriptif
Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.	La directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 (DCE) établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (destinée à remplacer un certain nombre de directive, dont la directive 76/464/CEE en 2013) fixe plusieurs objectifs : atteindre un bon état des eaux en 2015, réduire progressivement les rejets, émissions ou pertes pour les substances prioritaires ; et supprimer les rejets d'ici à 2021 des substances prioritaires dangereuses.
Arrêté du 16 mai 2005 portant délimitation des bassins ou groupements de bassins en vue de l'élaboration et de la mise à jour des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux	Les bassins ou groupements de bassins correspondant au cadre de l'élaboration ou de la mise à jour des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux ont été dénommés par cet arrêté. Il fixe les limite du Bassin et le Comité de Bassin de Mayotte a été désignée comme l'entité compétente pour assumer cette tâche. Le premier SDAGE de Mayotte a été adopté le 10 décembre 2009.
Arrêté du 12 janvier 2010 relatif aux méthodes et aux critères à mettre en oeuvre pour délimiter et classer les masses d'eau et dresser l'état des lieux prévu à l'article R. 212-3 du code de l'environnement	Il est destiné à analyser les caractéristiques des différents bassins, les incidences des activités sur l'état des eaux et les aspects économiques des utilisations de l'eau.
Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement	Il fixe également la liste des polluants à prendre en compte et les normes de qualité environnementale correspondantes. Par ailleurs, il précise les modalités de représentation cartographique de l'état écologique, du potentiel écologique et de l'état chimique des eaux. Cet arrêté intervient après la publication de l'arrêté du 12 janvier 2010 définissant les méthodes et les critères à mettre en oeuvre pour délimiter et classer les masses d'eau et dresser l'état des lieux prévu à l'article R. 212-3 du Code de l'environnement. Le texte rappelle que l'état chimique d'une masse d'eau de surface est bon lorsque les concentrations en polluants ne dépassent pas les normes de qualité environnementale.
Arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement	L'article R.212-22 prescrit l'établissement par le préfet coordonnateur de bassin, après avis du comité de bassin, d'un programme de surveillance de l'état des eaux qui définit l'objet et les types des contrôles, leur localisation et leur fréquence ainsi que les moyens à mettre en oeuvre à cet effet. Ce programme comprend des contrôles particuliers sur les masses d'eau risquant de ne pas atteindre les objectifs mentionnés au IV de l'article L. 212-1, c'est-à-dire les objectifs de qualité et de quantité des eaux que fixent les SDAGE. Pour chacun des huit programmes que comprend le programme de surveillance, l'arrêté détaille ainsi les finalités, les paramètres et les méthodes de contrôle ainsi que leur fréquence.

Illustration 1 – Principaux arrêtés relatifs à l'application de la DCE en France.

Les textes les plus importants sont les deux derniers arrêtés du tableau ci-dessus qui fixent :

- les règles à suivre pour les programmes de surveillance de l'état des eaux de surface (cours d'eau et eaux littorales) et souterraines ;
- les paramètres, fréquences, méthodes d'échantillonnage de traitement et d'analyses des échantillons pour les eaux de surface et souterraines ;
- les définitions normatives pour la classification de l'état et du potentiel écologique des eaux de surface ;
- les règles d'agrégation entre paramètres et éléments de qualité de l'état écologique pour les eaux de surface ;
- les modalités d'évaluation de l'état des éléments de qualité de l'état écologique pour les eaux douces de surface (Indicateurs, valeurs seuils, modalité de calcul de l'état des éléments de qualité de l'état écologique des cours d'eau et des eaux littorales) ;
- les modalités d'établissement des Normes de Qualité Environnementale des polluants spécifiques de l'état écologique. Elles sont établies par le ministère en charge de l'écologie, sur proposition de l'ONEMA. Ces normes sont en constante réévaluation.

Pour les départements d'outremer, l'arrêté du 25 janvier établissant le programme de surveillance de l'état des eaux ne précise pas quels sont les éléments pertinents de la qualité de l'état écologique.

Il est également rappelé dans cet arrêté que les analyses doivent être effectuées par des laboratoires agréés pour les paramètres analysés conformément aux dispositions prévues par l'article L. 212-2-2 du code de l'environnement. Cependant, les méthodes d'analyse ne peuvent pas toutes être adaptées aux spécificités des milieux des départements ultramarins et peuvent, le cas échéant, être adaptées.

De plus, l'annexe 3 paragraphe 1.1.4 et l'annexe 6 paragraphe 1.1.5 de l'arrêté du 25 janvier relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface, indiquent :

- pour les cours d'eau, les indices biologiques métropolitains pour les invertébrés, les diatomées et les poissons ne s'appliquent pas aux départements d'Outre-mer ;
- pour les eaux littorales, les indices biologiques métropolitains pour le phytoplancton, les invertébrés benthiques, les macro-algues et les angiospermes ne s'appliquent pas aux départements d'outre-mer.

En effet, les connaissances actuelles ne permettent pas de fixer des indices et des valeurs seuils fiables pour les éléments de qualité biologiques dans les départements d'outre-mer. Des indicateurs spécifiques adaptés à l'écologie de ces milieux sont en cours de développement grâce aux programmes de recherche des années à suivre. Dans cette attente, le préfet coordonnateur de bassin évaluera l'état écologique des masses d'eau de surface, au regard des définitions normatives de cet arrêté, en s'appuyant sur les connaissances actuelles, des indicateurs provisoires et le dire d'expert.

### **1.1.3. Rappel sur le découpage des masses d'eau de Mayotte et prévisions du SDAGE**

Dans le cadre du SDAGE du bassin hydrographique de Mayotte, un découpage du bassin en masses d'eau de surface, de type cours d'eau, plans d'eau ou côtières et souterraine a été proposé le 10 octobre 2007 et approuvé lors de la consolidation de l'état des lieux du SDAGE en novembre 2008.

La distinction d'une masse d'eau de surface ou souterraine dépend de son fonctionnement hydrologique propre, son volume significatif, ainsi que des contraintes et pressions dont elle fait l'objet.

La caractérisation des masses d'eau ainsi que l'état des lieux de ses propriétés écologiques et physico-chimiques sont les premières démarches prévues par la DCE dans la mise en œuvre d'une politique de surveillance de l'état des eaux.

Les conclusions de l'état des lieux du SDAGE indiquent que l'état écologique et physico-chimique des eaux de surface, cours d'eau ou côtières à proximité des zones urbaines se dégrade rapidement en raison des pressions anthropiques (Illustration 2). Les probabilités d'atteinte du bon état écologique pour 2015 sont optimistes mais nécessiteront la mise en application de mesures concrètes pour le ralentissement de cette dégradation.

En revanche les eaux souterraines sont moins menacées de dégradation car encore sous exploitées à l'échelle de l'île et relativement protégées vis-à-vis des pollutions (Illustration 3). Encore que cette tendance soit à nuancer en ce qui concerne l'aquifère de Kawéni dont les niveaux moyens baissent d'année en année et dont les eaux montrent épisodiquement des traces de pollution (Malard A., Vaudour K., Winckel A. (2008), BRGM/RP-56773-FR).

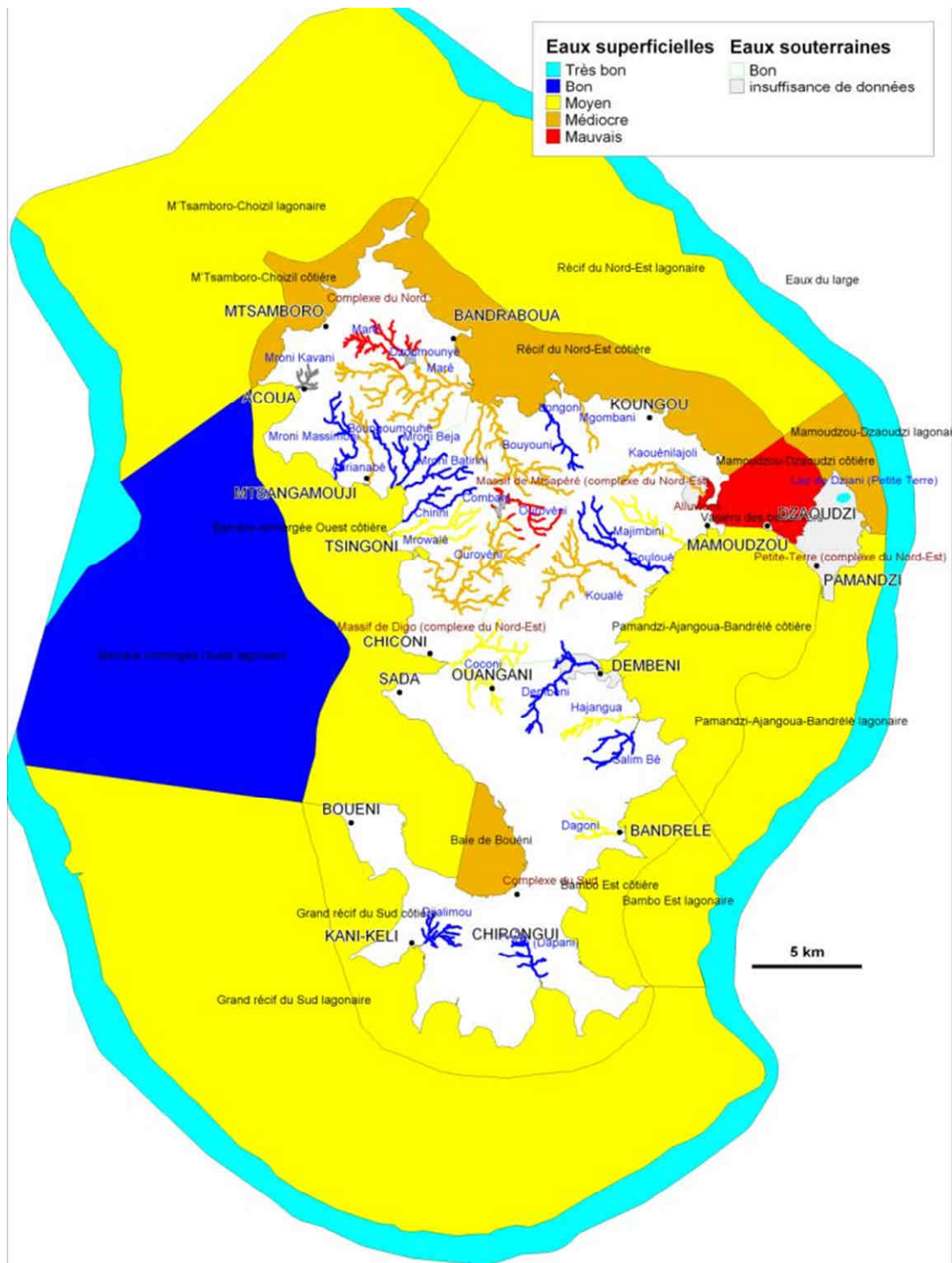


Illustration 2 – Etat des masses d'eau superficielles et souterraines de Mayotte lors de l'état des lieux réalisé pour le SDAGE 2010-2015.

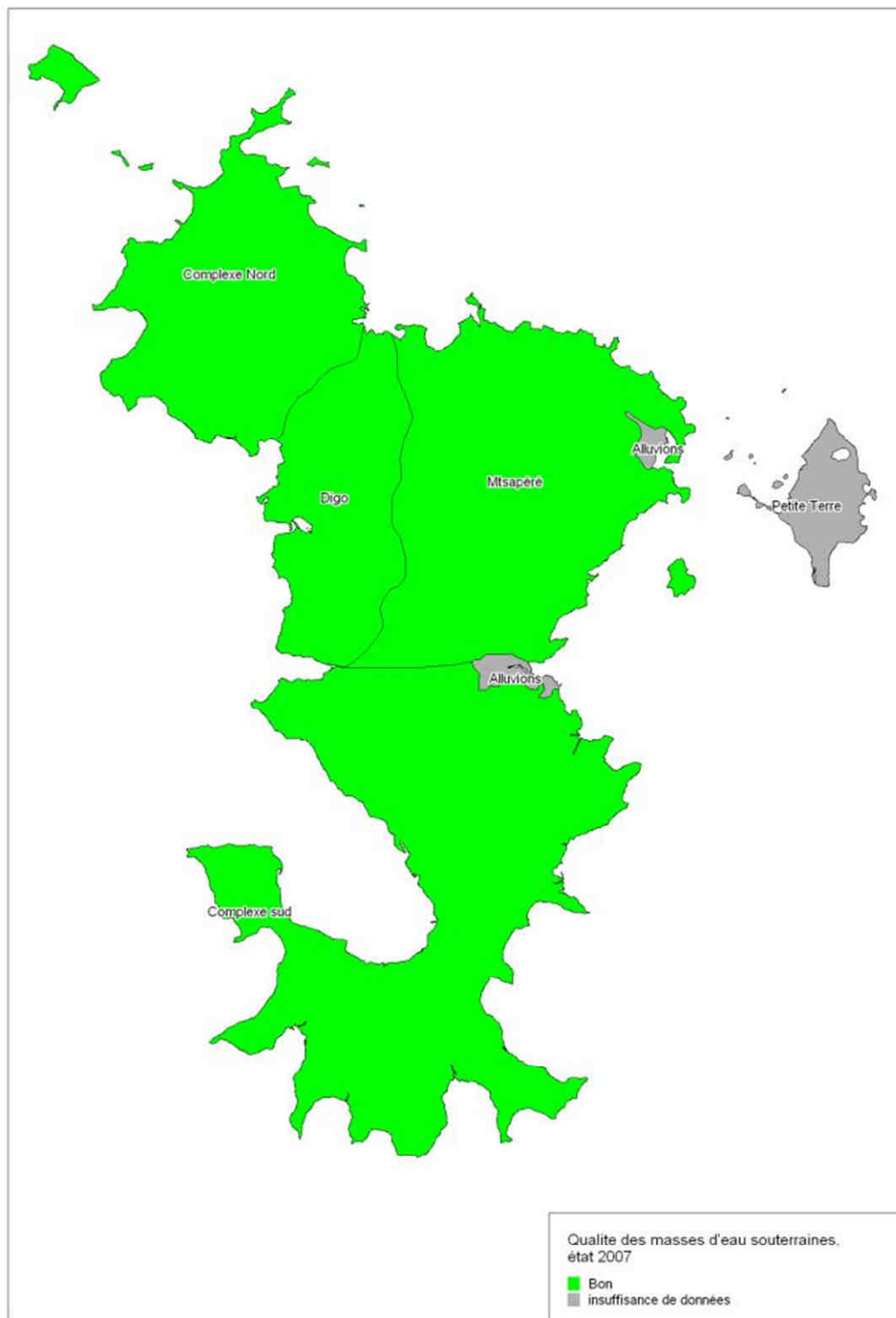


Illustration 3 - Etat des masses d'eau souterraines de Mayotte lors de l'état des lieux réalisé pour le SDAGE 2010-2015.



#### 1.1.4. Rappels sur la définition des réseaux de contrôle pour la surveillance des masses d'eau de Mayotte

La définition des réseaux de contrôle pour la surveillance des masses d'eau de Mayotte a fait l'objet du rapport d'étude Jaouën T., Akbaraly A., Winckel A. (2011) BRGM/RP-58229-FR.

Ce rapport définit les sites, les paramètres, les méthodes et les fréquences et la programmation de cette surveillance DCE (cf. Illustration 10).

La cartographie des sites de surveillance sont disponibles, respectivement :

ME superficielles	Continentales	Cf. Illustration 6 page 18 et Illustration 7 page 19
	Côtières	Cf. Illustration 8 page 20 et Illustration 9 page 21
ME Souterraines		Cf. Illustration 4 page 16 et Illustration 5 page 17

• Réseau de contrôle de surveillance des masses d'eau souterraines

Masse d'eau souterraine		Sous-masse d'eau souterraine		Site retenu - stations
Code	Nom	Code	Nom	
FR_MO_01 (9601)	Complexe du Nord	s.o.	s.o.	Forage AEP de Mstangamouji - F1 12306X0017
FR_MO_02 (9602)	Complexe du Nord-Est	FR_MO_02A (9602a)	Massif de Mtsapéré	Forage AEP de Kwalé 1 12307X0022
		FR_MO_02B (9602b)	Petite Terre	Aucun
		FR_MO_02C (9602c)	Massif de Digo	Forage AEP de Bouyouni-Méresse 12306X0046
FR_MO_02 (9603)	Complexe du Sud	s.o.	s.o.	Forage AEP de Mronabeja 2 12316X0032
FR_MO_02 (9604)	Alluvions	s.o.	s.o.	Piézomètre (DAF) de Tsararano 1 12313X0021  Forage AEP de Kawéni F3 12307X0021

*Illustration 4 - Liste des stations suivies dans le cadre de la surveillance des masses d'eau souterraines.*

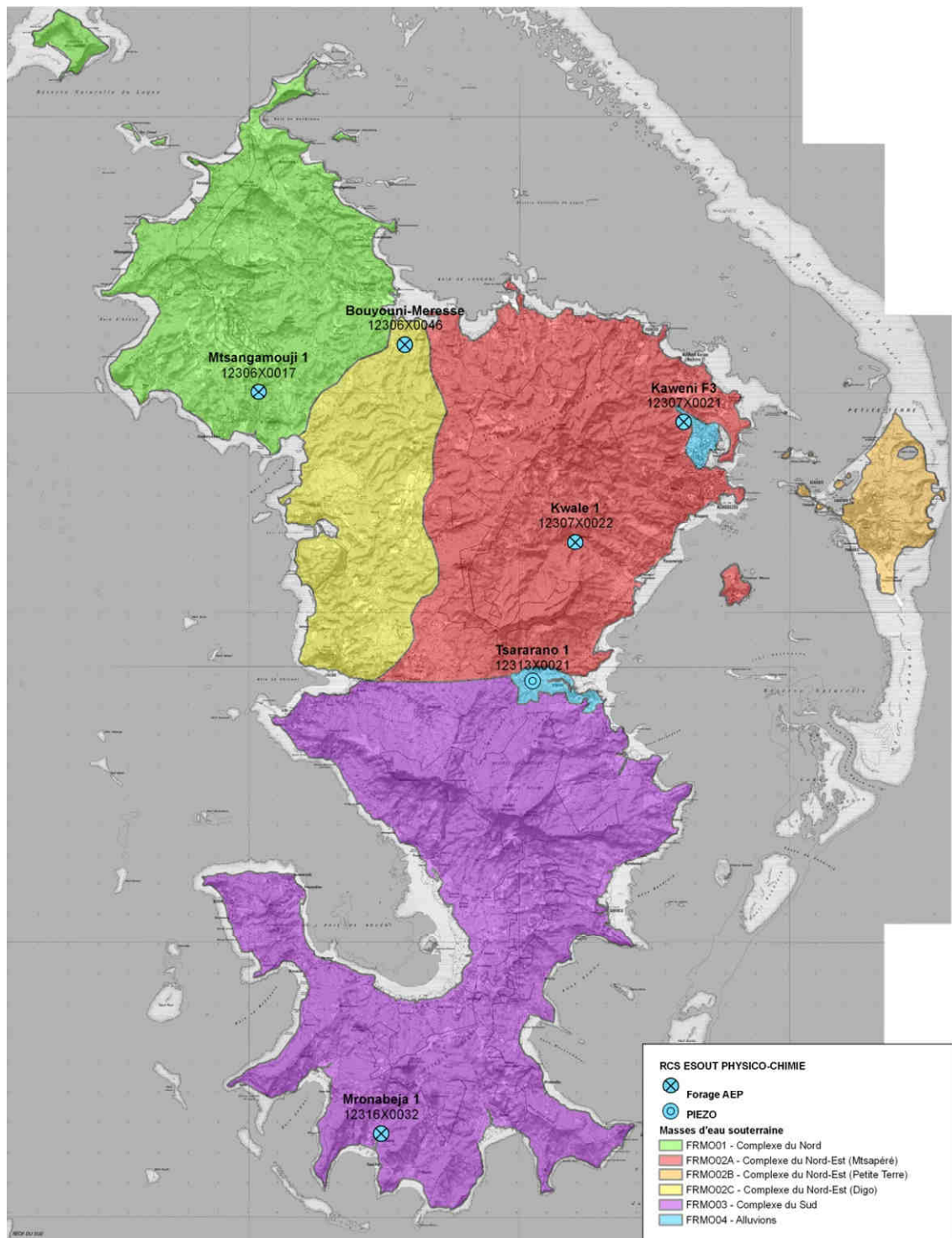


Illustration 5 - Réseau de contrôle de surveillance de la qualité physico-chimique des masses d'eau souterraines de Mayotte.

• Réseau de contrôle de surveillance des masses d'eau superficielles continentales

Code Station	Code Masse d'eau de surface	Nom Masse d'eau de surface	Station	X_RGM04 (mètres)	Y_RGM04 (mètres)	Type de suivi		
						P (14)	I+D (20)	PC (10)
MAY00001	FRMR03	Bouyouni	Aval	515 316	8 591 632	X	X	X
MAY00002	FRMR03	Bouyouni	Intermédiaire	515 376	8 591 016	X	X	
MAY00003	FRMR03	Bouyouni	Amont	515 873	8 589 302	X	X	
MAY00004	FRMR16	Coconi	Aval	513 958	8 581 130	X	X	X
MAY00005	FRMR16	Coconi	Intermédiaire	514 511	8 581 402		X	
MAY00006	FRMR25	Dapani	Aval	517 113	8 566 410	X		
MAY00007	FRMR21	Dembéni	Aval	518 822	8 580 469	X	X	X
MAY00008	FRMR21	Dembéni	Amont	517 219	8 578 154		X	
MAY00009	FRMR20	Kwalé	Aval	521 592	8 584 236	X	X	X
MAY00010	FRMR20	Kwalé	Intermédiaire	520 163	8 585 274	X	X	
MAY00011	FRMR20	Kwalé	Amont	517 848	8 584 425	X	X	
MAY00012	s.o.	M'tsangachéhi*	Aval	514 217	8 575 641	X	X	
MAY00015	FRMR15	Ourovéni	Intermédiaire	515 073	8 585 346	X	X	
MAY00013	FRMR15	Ourovéni	Aval	513 870	8 584 096		X	X
MAY00014	FRMR15	Ourovéni	Aval	512 513	8 584 714	X		
MAY00016	FRMR14	Combani	Intermédiaire	516 088	8 588 138		X	
MAY00017	FRMR04	Longoni	Aval	517 899	8 591 813		X	X
MAY00018	FRMR11	Batirini	Intermédiaire	512 127	8 589 390		X	X
MAY00019	FRMR12	Chririni	Aval	511 348	8 587 446		X	X
MAY00020	FRMR19	Gouloué	Amont	520 684	8 585 917		X	
MAY00024	FRMR19	Gouloué	Aval	à définir	à définir	X	X	X
MAY00021	FRMR27	Djalimou	Aval	512 401	8 567 948	X	X	X

P : Poisson et Macrocrustacés ; I+D : Invertébrés et Diatomées ; PC : Physico-Chimie

Illustration 6 - Stations suivies dans le cadre de la surveillance de la qualité des masses d'eau superficielles continentales (les stations du suivi physico-chimique sont surlignées en vert).

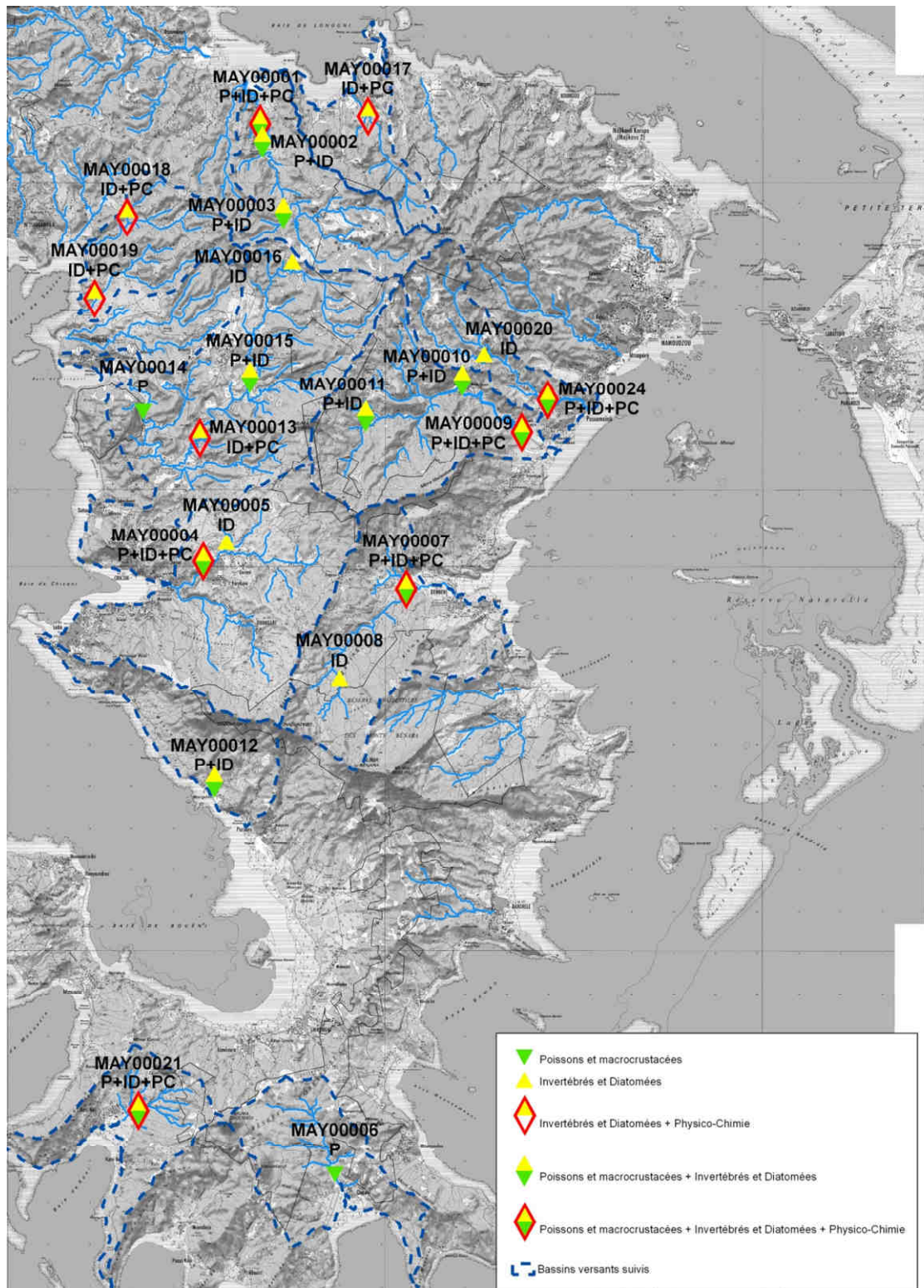


Illustration 7 - Réseau de contrôle de surveillance de la qualité physico-chimique et biologique des masses d'eau superficielles continentales de Mayotte.

• Réseau de contrôle de surveillance des masses d'eau superficielles côtières

N°	Code Station	Longitude	Latitude	Hydrologie	Echantillonnage passif	Phytoplancton
1	H12	45,0754	-12,799	<b>X</b>	<b>X</b>	
2	H9	45,0567	-12,6892	<b>X</b>	<b>X</b>	
3	H10	44,9995	-12,6761	<b>X</b>	<b>X</b>	
4	H28	44,9712	-12,7821	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>X</b>
5	H13	45,0227	-12,8284	<b>X</b>	<b>X</b>	
6	H17	45,132	-12,9163	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
7	H19	45,1253	-13,0031	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
8	H6	45,1949	-12,6828	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>X</b>
9	H3	45,2787	-12,7526	<b>X</b>	<b>X</b>	
10	H1	45,2686	-12,7811	<b>X</b>	<b>X</b>	
11	H2	45,2598	-12,7661	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
12	H4	45,1924	-12,7172	<b>x</b>	<b>x</b>	
13	H18	45,1291	-13,0383	<b>X</b>	<b>X</b>	
14	H21	45,2094	-12,9399	<b>X</b>	<b>X</b>	
15	H27	45,2749	-12,8403	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
16	H24	45,2344	-12,8258	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>X</b>
17	H20	45,1885	-12,9345	<b>X</b>	<b>X</b>	

Illustration 8 - Liste des stations et des suivis du RCS des masses d'eau côtières en 2011.

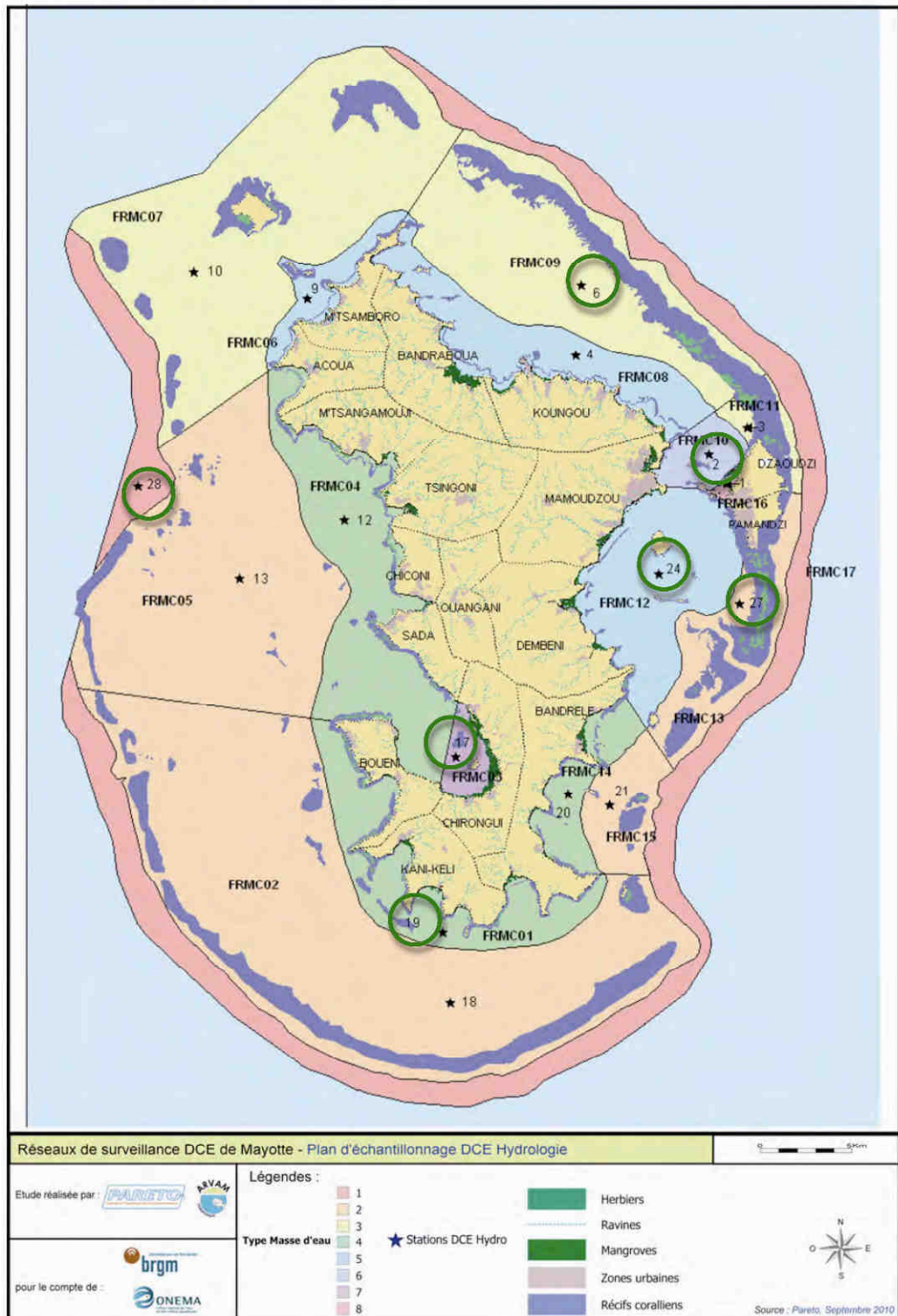


Illustration 9 - Positionnement des 17 stations du Réseau Hydrologique du Littoral Mahorais (RHLM) échantillonnées en avril 2011 et position des 7 stations phytoplancton (ronds verts).





## **1.2. CONTENU DE L'ETUDE**

### **1.2.1. Programme initial**

Le programme pour l'année 2011 a été élaboré avec la collaboration des chargés de mission de l'ONEMA/DAST pour l'application de la DCE aux DOM (mission du 3 au 9 juin 2010) et la DEAL (ex-DAF) de Mayotte. La stratégie arrêtée consiste à suivre via les réseaux de contrôle de surveillance les paramètres qui seront susceptibles de trouver des applications dans le développement de métriques pour les rapports DCE. En parallèle, des fiches actions liées au développement de ces indicateurs et reposant sur l'acquisition de données par les RCS sont également proposées. La finalité de cette démarche est de répondre aux exigences de la DCE en termes de rapportage, d'acquérir des données et de développer des métriques pour disposer, à terme, d'un réseau de contrôle de surveillance pertinent et adapté au contexte local.

En l'absence d'office de l'eau et comme lors de la phase de définition des Réseaux de Contrôle de Surveillance (RCS), il est demandé au BRGM de prendre en charge la coordination de ce projet et de sous-traiter les actions liées à l'écologie marine et continentale à des structures compétentes. Le BRGM restera en charge des prélèvements et des analyses des eaux superficielles et souterraines ainsi que du travail de rapportage.

Le réseau de contrôle de surveillance ci-dessous a été élaboré conformément à l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du Code de l'Environnement. Cet arrêté vise à répondre aux exigences de rapportage européen de l'état écologique des masses d'eau en application de la DCE.

Pour l'année 2011, l'objectif des réseaux de contrôle de surveillance était donc double. Il a consisté dans un premier temps à répondre aux exigences DCE en termes suivi mais également à acquérir les données nécessaires à l'élaboration de métriques pertinentes et d'indicateurs de l'état écologique.

Les parties « suivi biologique des masses d'eau eaux superficielles » et « suivi des masses d'eau côtières » ont été sous-traitées respectivement à l'ARDA (groupement ARDA-ASCONIT-ETHYC'O) et à l'ARVAM (groupement ARVAM-PARETO). Le descriptif des travaux menés par le BRGM et par ses deux sous-traitants est détaillé ci-dessous.

Concernant les analyses d'eau brute, à l'heure actuelle, il n'est pas possible de garantir la réalisation des analyses dans le respect de l'accréditation COFRAC. L'absence de laboratoire régional agréé et les capacités analytiques restreintes imposent de réaliser ces analyses en métropole. Le temps de transport entre Mayotte et la métropole ne permet que rarement de répondre aux exigences de l'accréditation COFRAC.

## A - Opération menée sur les masses d'eau souterraines (4 masses d'eau)

### • Suivi de l'état chimique

Un suivi de routine des paramètres physico-chimiques a été réalisé par le BRGM et les échantillons d'eau ont été analysés par le LVAD de Mayotte et l'Institut Pasteur de Lille. Cette campagne de prélèvement a porté sur 6 stations (5 forages AEP, 1 piézomètre) à la fréquence de 2 fois par an (hautes et basses eaux).

Les paramètres analysés lors de ce suivi de routine ont été ceux définis *a minima* dans l'arrêté du 25 janvier 2010. Les substances appartenant aux familles triazines et urées substituées n'ont pas été suivies car elles ne sont pas jugées pertinentes pour Mayotte (Jaouen et al., (2011) BRGM/RP-58229-FR). A l'inverse, la microbiologie (entéroques, E. Coli et coliformes totaux) est systématiquement suivie pour estimer la vulnérabilité des eaux souterraines à l'infiltration rapide d'eaux de surface.

Les paramètres suivis en routine pour les eaux souterraines sont listés ci-dessous :

Physico-chimie <i>in situ</i>	Température
	Conductivité
	pH
	Potentiel d'oxydo-réduction (Eh)
	Oxygène dissous
Éléments majeurs	Hydrogène carbonates (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
	Carbonates (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )
	Chlorures (Cl <sup>-</sup> )
	Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )
	Calcium (Ca <sup>2+</sup> )
	Magnésium (Mg <sup>2+</sup> )
	Sodium (Na <sup>+</sup> )
	Potassium (K <sup>+</sup> )
Matières organiques oxydables	Oxydabilité au KMnO <sub>4</sub> à chaud en milieu acide
	Carbone organique dissous (COD)
Matières en suspension	Turbidité
	Fer total
	Manganèse total
Minéralisation et saînité	Dureté totale
	Silicates (SiO <sub>2</sub> )
Composés azotés	Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
	Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )

Illustration 11 - Liste des paramètres physico-chimiques suivis en routine dans le cadre du RCS des masses d'eau souterraine de Mayotte.

**B - Opérations menées sur les masses d'eau de surface (29 masses d'eau)****• Suivi de l'état chimique**

Les campagnes de suivi de l'état chimique ont été supervisées et mises en œuvre par le BRGM. Des prélèvements d'eau ont été effectués sur 8 stations. Les prélèvements ont été effectués et conditionnés par le BRGM. L'analyse des échantillons a été soustraite à un laboratoire avec les restrictions précisées ci-dessus.

Conformément aux exigences réglementaires, les analyses effectuées sont les suivantes :

Groupe <sup>2</sup>	Paramètre	Fréquence <sup>3</sup>	Fréquence par plan de gestion
1, 2 et 2bis	Paramètres généraux in situ <sup>4</sup> et analyses réalisées en laboratoire sur les eaux brutes <sup>5</sup>	6	6
3	Eléments majeurs <sup>6</sup>	2	6

Les polluants de l'état écologique et les substances de l'état chimique ne seront pas suivis en 2011. Ce suivi est reporté en 2012.

**• Suivi de l'état biologique**

Aucun indicateur biologique n'ayant été validé pour Mayotte, il est proposé de réaliser un suivi sur les trois compartiments biologiques les plus susceptibles d'aboutir à l'élaboration d'indicateurs :

- les poissons et macro-crustacés (indicateur potentiel de la continuité écologique du milieu) ;
- les diatomées (indicateur potentiel de la qualité chimique du milieu et de pressions) ;
- les macro-invertébrés (indicateur potentiel de la qualité des habitats).

Des travaux visant à développer et à valider la pertinence de tels indicateurs sont réalisés en parallèle à la mise en place des réseaux de contrôle de surveillance. Néanmoins, les données supplémentaires acquises dans le cadre de ce réseau de suivi seront indispensables à leur élaboration.

<sup>2</sup> Au titre de l'Annexe V de l'arrêté du 25 janvier 2010 (JORF du 24/02/10 texte 8)

<sup>3</sup> Les fréquences d'échantillonnage sont données pour l'année 2011

<sup>4</sup> Température, oxygène dissous, saturation en O<sub>2</sub> dissous, pH et conductivité

<sup>5</sup> DBO<sub>5</sub>, DCO, NKJ, P total, MEST, turbidité, chlorophylle a et phéopigments ainsi que NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, COD, silice dissoute

<sup>6</sup> Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, dureté TH et TAC

Le réseau du suivi écologique des masses d'eau superficielles continentales comporte :

- 15 stations suivies pour les paramètres « invertébrés et diatomées ».
- 14 stations suivies pour le paramètre « poissons ».

Le programme proposé vise également à répondre aux exigences réglementaires en termes de rapportage même s'il sera proposé de suivre les peuplements de poisson tous les ans afin d'acquérir des données de base essentielles destinée au développement de métriques fiables.

Le suivi du phytoplancton n'est pas pertinent, aucun grand cours d'eau n'existant à Mayotte. De même, le critère macrophyte demeure trop méconnu pour qu'un suivi soit envisagé.

La partie biologie des eaux de surface a été sous-traitée au groupement ARDA-ASCONIT-ETHYC'O.

L'ARDA a été chargée de la partie poisson et crustacés qui comprendra une campagne d'échantillonnage selon la norme XP T90-383. Chaque individu a été comptabilisé, identifié et mesuré et la station de prélèvement a été décrite.

ASCONIT a été chargé de la partie diatomées qui comprend une campagne d'échantillonnage selon la norme NF T 90-354. La préparation et le montage des lames minces ont été réalisés selon cette même norme. Le niveau de précision taxonomique pertinent n'est pas encore défini.

ETHYC'O a été en charge de la partie invertébrés qui comprend une campagne d'échantillonnage réalisée selon les préconisations du protocole de prélèvement et de traitement des échantillons des invertébrés sur le programme de surveillance, version consolidée de mai 2008 de l'IRSTEA. Pour rappel, la norme XP T90-333 ne peut pas être aisément mise en œuvre à Mayotte. La population d'invertébrés recueillis sera ensuite analysée.

### **C - Opérations menées sur les masses d'eau côtières (17 masses d'eau).**

L'arrêté du 25 janvier 2010 n'impose aucun suivi des eaux côtières de Mayotte. Néanmoins, *a minima* et afin d'acquérir des données sur ces masses d'eau nécessaires à l'élaboration de métriques indicatrices de l'état écologique, il a été proposé de réaliser :

- une surveillance annuelle des paramètres physico-chimiques généraux sur les 7 stations (1 par type masse d'eau) à la fréquence de 2 fois par an (été et hiver) ;
- une surveillance annuelle des paramètres écologiques par le suivi du phytoplancton (biomasse et teneur en Chlorophylle a) sur les 7 stations (une par type de masse d'eau) à la fréquence de 2 fois par an (été et hiver).

Ces prélèvements seront sous-traités à l'ARVAM (partenariat ARVAM-PARETO-APNEE) suivant les normes suivantes.

Paramètre	Prestataire	Méthodes	Unité	Seuil de détection	Précision
Température	ARVAM	Sonde <i>in situ</i> YSI 600 QS	°C	-	0,05%.
Salinité	ARVAM	Sonde <i>in situ</i> YSI 600 QS	psu	0,02 psu	0,01 psu
Oxygène dissous	ARVAM	Sonde <i>in situ</i> YSI 600 QS	ml.l <sup>-1</sup>	< 0,02 ml.l <sup>-1</sup>	5 %
Turbidité	ARVAM	NF EN 27027	FSU	0,01 FSU	5%
Azote ammoniacal	ARVAM	NF T 90-15 modifié Aminot et Kérouel, 2004	µmol.l <sup>-1</sup>	0,02 µmol.l <sup>-1</sup>	5%
Phosphate	ARVAM	NF EN 1189 modifié Aminot et Kérouel, 2004	µmol.l <sup>-1</sup>	0,02 µmol.l <sup>-1</sup>	0,05 µmol.l <sup>-1</sup>
Silicate	ROUEN	ISO 16264 modifiée RNO-CNEXO	µmol.l <sup>-1</sup>	0,14 µmol.l <sup>-1</sup>	5%
Nitrates	ROUEN	NF EN ISO 13395 modifiée RNO-CNEXO	µmol.l <sup>-1</sup>	0,08 µmol.l <sup>-1</sup>	5%
Nitrites	ROUEN	NF EN ISO 13395 modifiée RNO-CNEXO	µmol.l <sup>-1</sup>	0,04 µmol.l <sup>-1</sup>	11%
Chlorophylle a	ARVAM	Fluorimétrie (Aminot Kerouel 2004)	mg/m <sup>3</sup>		

*Illustration 12 - Liste des paramètres et des méthodes correspondantes pour le suivi physico-chimique des eaux superficielles côtières.*

## D - Chronogramme de l'exercice

Suivi par type de masse d'eau		2011												
Catégories		Description du suivi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Masses d'eau cours d'eau	Paramètres indicateurs de la qualité biologique (1)	Poissons												
		Invertébrés + diatomées												
	Paramètres indicateurs de la qualité physico-chimique (3)	Température ; oxygène dissous et saturation en oxygène ; pH ; conductivité												
		DBO5 ; DCO ; NKJ ; P total ; MEST ; turbidité ; chlorophylle a, phéopigments												
		NH4+ ; NO3- ; NO2- ; PO43- ; COD, silice dissoute												
Masses d'eau souterraines	Campagne de routine	Chlorures ; sulfates ; bicarbonates ; calcium ; magnésium ; sodium ; potassium ; dureté TH et TAC												
		Liste des substances à suivre à minima pour le suivi qualitatif des eaux souterraines												
Masses d'eau côtières	Paramètres indicateurs de la qualité biologique (1)	Température en continu												
	Paramètres indicateurs de la qualité biologique (1)	Phytoplancton (biomasse et composition)												
	Paramètres indicateurs de la qualité physico-chimique (3)	Température, salinité, turbidité, oxygène dissous, nutriments												

Illustration 13 - Chronogramme pour le suivi des réseaux de contrôle de surveillance des masses d'eau de Mayotte en 2011

### 1.2.2. Modification du programme

Initialement, le BRGM avait été identifié comme le porteur des réseaux de contrôle de surveillance de Mayotte. Suite à l'apport d'un financement complémentaire attribué à la DEAL de Mayotte pour ces mêmes réseaux, une modification du programme a été proposée en début d'année 2011 et validée par l'ONEMA. Cette modification a permis de renforcer le suivi des masses d'eau superficielles continentales par l'ajout de deux stations mais surtout de renforcer le suivi des masses d'eau littorales (cf. Illustration 15). Les modifications apportées furent les suivantes :

Suivi par type de masse d'eau			2011											
Catégories	Description du suivi	Nombre de station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Masses d'eau cours d'eau	Paramètres indicateurs de la qualité biologique	Poissons	14											
		Invertébrés ; diatomées	15											
	Paramètres indicateurs de la qualité physico-chimique	Température ; oxygène dissous et saturation en oxygène ; pH ; conductivité	10											
		DBO5 ; DCO ; NKJ ; P total ; MEST ; turbidité ; chlorophylle a, phéopigments	10											
		NH4+ ; NO3- ; NO2- ; PO43- ; COD, silice dissoute	10											
		Chlorures ; sulfates ; bicarbonates ; calcium ; magnésium ; sodium ; potassium ; dureté TH et TAC	10											
Masses d'eau souterraines	Campagne de routine	Liste des substances à suivre à minima pour le suivi qualitatif des eaux souterraines	6											
Masses d'eau côtières	Paramètres indicateurs de la qualité biologique	Température en continu.	3											
		Phytoplancton (biomasse et composition)	17 <sup>1</sup>											
	Paramètres indicateurs de la qualité physico-chimique	Température, salinité, turbidité, oxygène dissous, nutriments	17											
	Substances de l'état chimique	SBSE	17											
	Substances spécifiques de l'état écologique	POCIS + DGT	17											

 Suivis complémentaires pris en charge par la DEAL

<sup>1</sup> Composition sur 8 stations uniquement

Illustration 14 - Modification du chronogramme pour le suivi des réseaux de contrôle de surveillance des masses d'eau de Mayotte.

Masses d'eau	Programme initial		Programme modifié	
	Contenu détaillé	Finan.	Contenu détaillé	Finan.
<b>Superficielles continentales</b>	Suivi des paramètres physico-chimiques sur <b>8 stations</b> en rivière à la fréquence de 6 fois par an (hautes et basses eaux)	ONEMA/ BRGM	Suivi des paramètres physico-chimiques sur <b>10 stations</b> en rivière à la fréquence de 6 fois par an (hautes et basses eaux) ( <b>ajout des stations de Gouloué aval et Longoni aval</b> )	ONEMA/ BRGM
<b>Superficielles côtières</b>	Surveillance annuelle des <b>paramètres physico-chimiques généraux</b> sur <b>7 stations</b> (1 par type de masse d'eau) à la fréquence de 2 fois par an (été et hiver)	ONEMA/ BRGM	Surveillance des paramètres <b>physico-chimiques généraux, du phytoplancton et des micropolluants par échantillonneur passif (SBSE)</b> sur <b>17 stations</b> sur 1 campagne durant l'été austral.	ONEMA/ BRGM
	Surveillance annuelle des paramètres écologiques par le suivi du <b>phytoplancton (biomasse et teneur en Chlorophylle a)</b> sur <b>7 stations</b> (une par type de masse d'eau) à la fréquence de 2 fois par an (été et hiver)		Surveillance des <b>paramètres physico-chimiques, du phytoplancton et des micropolluants par échantillonneur passif (SBSE + POCIS + DGT)</b> sur <b>17 stations (avec identification taxonomique du phytoplancton sur 8 stations uniquement)</b> , sur 1 campagne durant l'hiver austral. Suivi de la température en continu sur 1 station.	DEAL

Illustration 15 - Tableau récapitulatif des modifications du programme de contrôle de surveillance des masses d'eau de Mayotte 2011.



## 2. Suivi des masses d'eau souterraines

### 2.1. SUIVI PHYSICO-CHIMIQUE DES MASSES D'EAU SUPERFICIELLES CONTINENTALES

#### 2.1.1. Organisation technique des campagnes

Les deux campagnes de prélèvement des eaux souterraines ont été mutualisées avec les campagnes de prélèvement des masses d'eau superficielles continentales :

- En hautes eaux, le 4 avril 2011 ;
- En basses eaux, le 1<sup>er</sup> août 2011.

Lors d'une campagne, 6 forages sont prélevés en une journée : 5 forages AEP et 1 piézomètre (cf. Illustration 4). Les prélèvements sont réalisés conformément aux préconisations pour les prélèvements d'eau souterraine (normes AFNOR FD X 31-615 et FD T 90-523-3)

- Si les forages AEP ne sont pas déjà en fonctionnement, ils sont déclenchés de manière à purger au moins 2 fois le volume de la colonne d'eau et prélevés lorsque les paramètres physico-chimiques sont stables. Si les forages sont en fonctionnement alors le préleveur s'assure que les paramètres physico-chimiques restent stables durant un intervalle de temps suffisant.
- Le piézomètre est prélevé à l'aide d'une pompe de prélèvement de type Grundfos MP1 après le renouvellement du volume de la colonne d'eau et stabilisation des paramètres physico-chimiques.
- Les prélèvements d'eau souterraine ont été réalisés par les membres de l'équipe du Service Géologique Régional de Mayotte formés à la mesure des paramètres physico-chimiques et au prélèvement d'échantillons d'eau brute. La seule exception concerne les prélèvements microbiologiques sur les forages AEP qui sont réalisés par un agent préleveur de la SOGEA (affermeur du réseau de production AEP à Mayotte).
- Durant la campagne de prélèvement, les échantillons sont stockés au fur et à mesure dans une glacière réfrigérée par des pains de glace. Au terme de la campagne, les échantillons sont conservés dans le réfrigérateur du BRGM à une température de 4°C.
- Le soir même, un compte rendu de prélèvement est rédigé (cf. Annexe 3).
- Les glacières sont enlevées le lendemain matin de la campagne par un transitaire pour être acheminées sous température de 4°C +/-2 jusqu'au laboratoire d'analyse (Institut Pasteur de Lille).

***N.B. : durant l'acheminement jusqu'au laboratoire d'analyse, l'aléa de conservation persiste toujours, en particulier lors du fret aérien.***

### **2.1.2. Compte rendu des campagnes de prélèvements / problèmes rencontrés**

Les comptes rendus de prélèvement des campagnes de prélèvement sont consignés en annexe 4.

Lors de la campagne en hautes eaux du 4 avril 2011, aucun problème n'est à signaler.

En revanche, plusieurs incidents sont venus perturber la campagne en basses eaux :

- Une panne électrique dans la nuit du 3 au 4 avril 2011 a provoqué l'arrêt du forage de Mtsangamouji F1 et empêché son prélèvement. Ce forage n'a pu être prélevé que le 22 août 2011 après les réparations nécessaires.
- Un puits domestique non déclaré d'environ 3,4 m de profondeur a été réalisé à environ une dizaine de mètres du piézomètre de Tsararano 1 par le propriétaire du terrain. Le piézomètre et le puits sont situés sur la parcelle AL 29 (T524) de la commune de Dembéni. Le propriétaire, présent le jour du prélèvement, a indiqué qu'il souhaite utiliser ce puits pour l'irrigation de ses plantations. La présence de cet ouvrage artisanal implique des risques d'accidents pour les personnes et de pollution des eaux souterraines. Ce type d'ouvrage pouvant présenter des nuisances pour l'eau souterraine est soumis à déclaration au titre du code de l'environnement. C'est pourquoi la DEAL de Mayotte, gestionnaire de cet ouvrage et en charge des missions de Police de l'Eau, a été informée de l'existence de ce puits le jour même. Depuis lors, le propriétaire a également clôturé sa parcelle restreignant l'accès au piézomètre à un passage étroit.

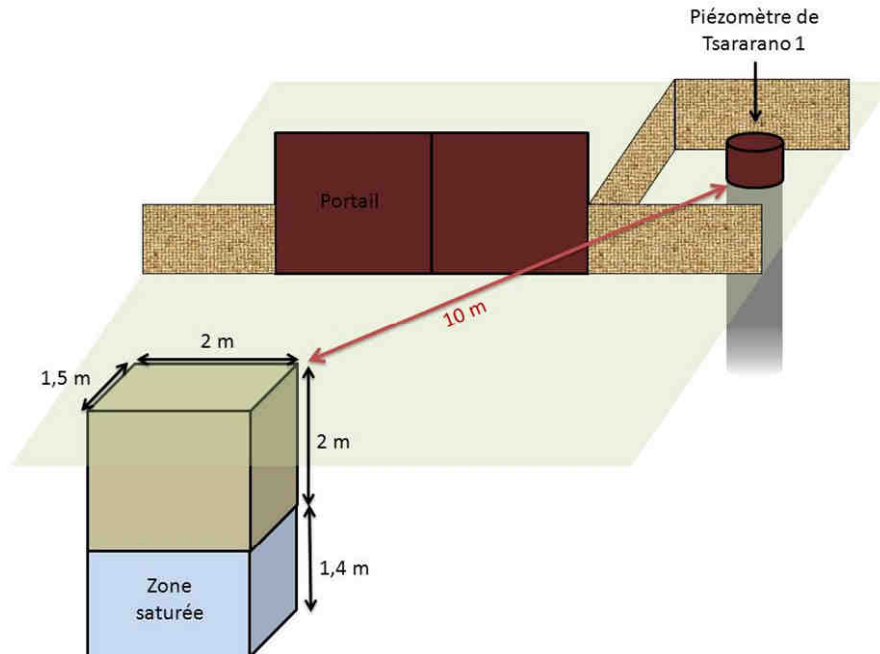


Illustration 16 - Schéma du site (le Nord est à gauche).

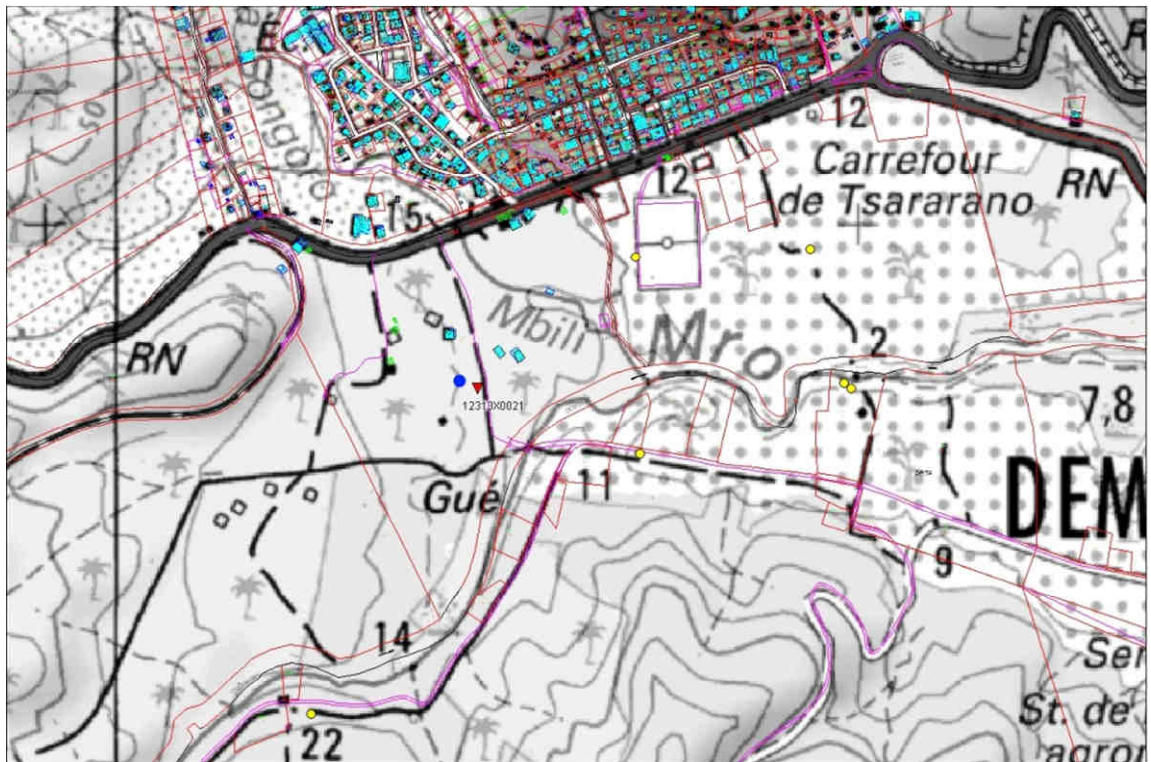


Illustration 17 - Localisation du piézomètre (triangle rouge) et du puits (rond bleu) sur le fond cadastral et scan25© de l'IGN.



*Illustration 18 - Vue du puits (Nord-Est : en haut).*



*Illustration 19 - vue du puits (Nord : en haut).*



*Illustration 20 - Vue du puits (Est : en haut), le piézomètre se situe quelques mètres derrière le portail métallique.*

### **2.1.3. Résultats des analyses**

Les balances ioniques sont comprises entre -1,55 et +24,4% (Illustration 20). Les analyses dont la balance ionique est comprise entre +/-5% sont considérées comme fiables. Par contre, les analyses réalisées en hautes eaux à Mtsangamouji F1 et en basses eaux à Tsararano 1 ont une balance ionique supérieure à 10%. L'analyse des ions carbonates et bicarbonates ont été réalisées 2 à 3 jours après le prélèvement ce qui pourrait causer en partie ces erreurs. Les résultats d'analyse de ce prélèvement sont donc à prendre avec précaution.

Le diagramme de Piper (Illustration 22) montre que le faciès des eaux souterraines de Mayotte est dans l'ensemble bicarbonaté-calcique sauf le forage de Mtsangamouji F1 qui montre un faciès bicarbonaté-sodique. Le calcium est un élément très largement présent dans les roches volcaniques basanitiques et basaltiques alors que le sodium serait issu de lave plus évoluées de type téphri-phonolitiques. Ces faciès sont cohérents avec les analyses antérieures (JAOUEN et al. (2011) RP-58229-FR ; JAOUEN et al. (2010) BRGM/RP-58228-FR ; JAOUËN et al. (2010) BRGM/RP-58228-FR ; MALARD et al. (2008) BRGM/RP-56774-FR).

NOM NUMERO BSS	Balance ionique (%)	
	Hautes eaux	Basses eaux
<b>BOUYOUNI-MERESSE</b> 12306X0046	3,35	1,46
<b>MTSANGAMOUJI F1</b> 12306X0017	<b>24,4</b>	3,77
<b>MRONABEJA 2</b> 12316X0032	-1,55	-0,67
<b>TSARARANO 1</b> 12313X0021	3,79	<b>13,87</b>
<b>KWALE 1</b> 12307X0022	0,37	2,47
<b>KAWENI 3 10'' LAJOLIE</b> 12307X0021	1,46	-0,10

*Illustration 21 - Balance ionique des analyses d'eau souterraine réalisées en 2011.*

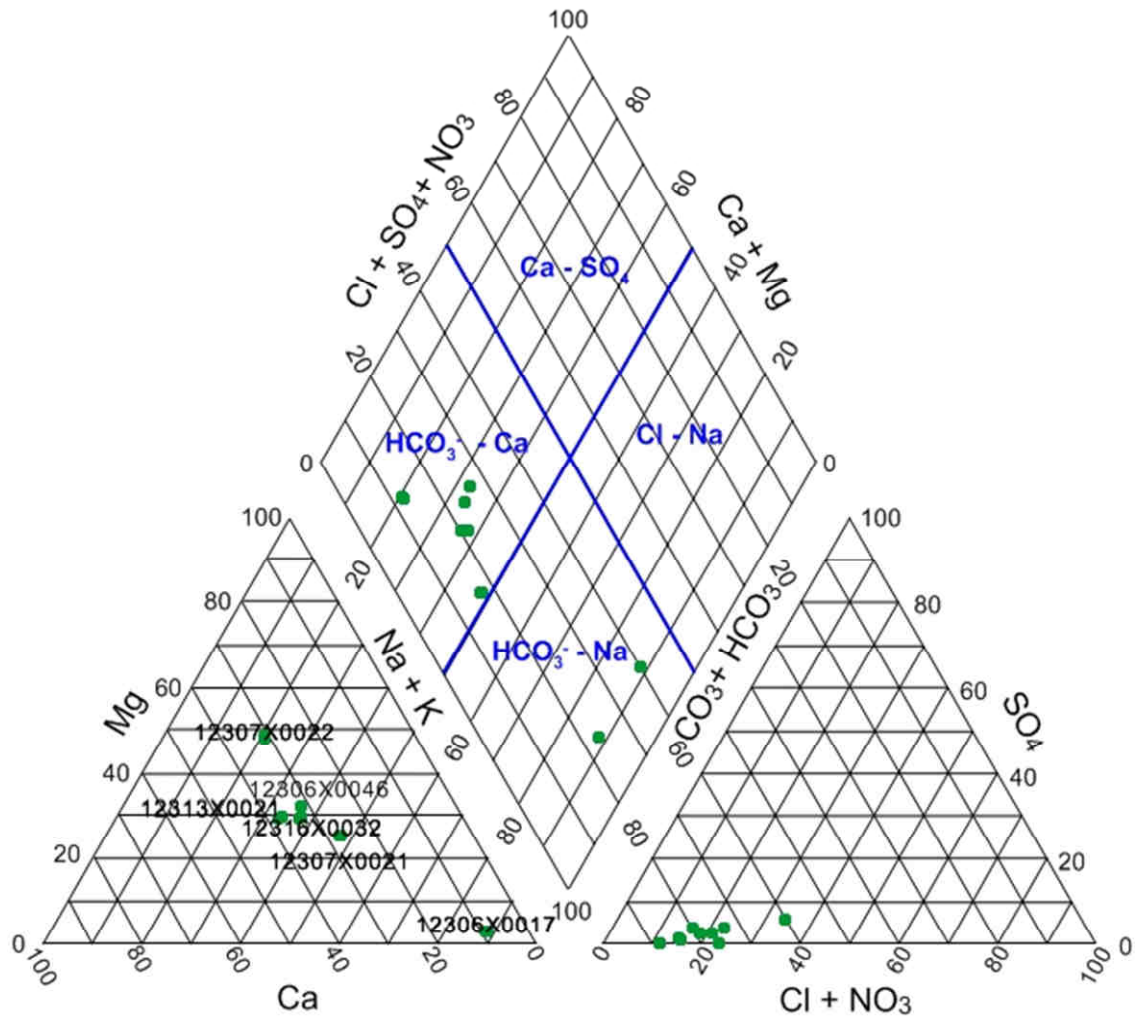


Illustration 22 - Diagramme de Piper pour les analyses d'eau souterraine réalisées en 2011.





	NUM_BSS	FORAGE	DATE_HEURE	TEMP	PH	EH	EH_NHE	COND	O2_%	O2_MGL	TURB	OXY.	COT	DBO5	P_TOT	SI	DURETE	TAC	NO3	CL	HCO3	CO3	SO4	NH4	CA	MG	NA	K	FE_TOT	MN	COLIFORMES TOTAUX	E. COLI	ENTERO.	
Campagne hautes eaux	12306X0046	BOUYOUNI-MERESSE	04/04/2011 08:40	28	7,77	371	589	235	83,1	6,44	0,49	0,1	0,3	<1	0,11	48	6,4	8,8	1,5	13	107	<2	5	<0,05	15	9,6	18,1	3,1	0,03	<0,005	9,9	<1	<1	
	12306X0017	MTSANGAMOUI F1	04/04/2011 10:00	28,4	8,7	356	573	264	66,9	5,14	0,11	0,1	0,2	<1	<0,05	21	1,1	4,4	<0,5	18	54	<2	4	<0,05	4,2	0,8	45,4	7	<0,01	<0,005	8,7	<1	<1	
	12316X0032	MRONABEJA 2	04/04/2011 13:15	27,4	7,57	198	416	603	6,66	5,38	0,24	0,1	0,3	<1	0,31	65	19,6	24,9	0,5	41	304	<2	8	<0,05	40,2	22,1	50,9	3,3	0,03	0,022	165	<1	<1	
	12313X0021	TSARARANO 1	04/04/2011 16:00	27,5	5,73	293	511	126,5	2,3	0,18	0,25	0,1	0,3	<1	<0,05	25	3	4,1	<0,5	9	50	<2	2	<0,05	9,1	4,3	8,5	1	0,02	0,034	40,6	<1	8,7	
	12307X0022	KWALE 1	04/04/2011 17:00	26,7	7,86	309	528	335	99,7	8,13	0,14	0,3	0,9	<1	0,13	57	12,7	14,3	1	13	174	<2	<2	<0,05	21,3	20,5	15,1	2,2	<0,01	<0,005	<1	<1	<1	
	12307X0021	KAWENI 3 10"	04/04/2011 18:30	28,8	7,78	294	511	472	91,7	7,51	0,11	0,1	0,3	<1	0,16	70	11,4	19,7	1,9	25	240	<2	2	<0,05	25,6	14,6	47,1	8,6	0,03	0,006	<1	<1	<1	
Campagne basses eaux	12306X0046	BOUYOUNI-MERESSE	01/08/2011 08:00	28,1	7,89	291,7	508	239	75,1	7,1	0,6	0,1	0,3	1	0,1	44	7,3	9,5	1,5	13	116	<2	4	<0,05	15,4	9,6	18,3	3,6	0,03	<0,005	<1	<1	<1	
	12306X0017	MTSANGAMOUI F1	22/08/2011 07:30	28,2	8,78	172,4	389	261	48,1	3,74	<0,1	0,1	0,3	<1	<0,05	20	0,8	9,3	<0,5	18	113	<2	3	0,05	4,6	0,9	48,2	8,3	<0,01	<0,005	<1	<1	<1	
	12316X0032	MRONABEJA 2	01/08/2011 12:30	27,2	7,62	309,6	527	599	85	6,76	0,13	0,1	0,6	<1	0,19	68	21,2	25,6	0,6	42	312	<2	7	<0,05	42,5	22,8	52,3	3,8	<0,01	<0,005	<1	<1	<1	
	12313X0021	TSARARANO 1	01/08/2011 18:45	27,3	5,99	411	628	149	12,4	1	0,47	0,1	0,5	1	0,08	34	5,1	4,1	<0,5	9	50	<2	<2	<0,05	10,5	5,1	10	1,6	0,06	0,071	22,2	<1	3,1	
	12307X0022	KWALE 1	02/08/2011 14:00	26,2	8,13	315,2	533	329	98,9	7,98	<0,1	0,1	0,5	1	0,1	60	13,4	14,3	0,8	13	174	<2	<2	<0,05	21,1	19,8	15	2,4	<0,01	<0,005	<1	<1	<1	
	12307X0021	KAWENI 3 10"	01/08/2011 18:00	28,3	5,91	335	551	477	87,1	6,79	<0,1	0,1	0,9	<1	0,1	68	12,9	20,5	1,9	25	250	<2	3	<0,05	26,6	15	47,7	9,8	<0,01	<0,005	<1	<1	<1	
Normes de qualité impératives conformément aux termes de la directive fille sur la protection des eaux souterraines du 12 décembre 2006																			50					0,5										

Illustration 23 - Tableau synthétique des résultats d'analyse 2011 des masses d'eau eaux souterraines de Mayotte.

LIBELLE	DESCRIPTION	UNITE	METHODE
NUM_BSS	Numéro BSS de l'ouvrage	s.o.	s.o.
Forage	Nom du forage	s.o.	s.o.
X_RGM04	X en RGM04	mètres	GPS
Y_RGM04	Y en RGM04	mètres	GPS
DATE_HEURE	Date et heure du prélèvement	jj/mm/aaaa hh:mm	s.o.
TEMP	Température	°C	Sonde de mesure in situ
PH	pH	unité S.I.	Sonde de mesure in situ
EH	Eh brute	mV	Sonde de mesure in situ
EH_NHE	Eh nhe	mV	Sonde de mesure in situ
COND	Conductivité à 25°C	µS/cm	Sonde de mesure in situ
O2_%	Oxygène dissous	%	Sonde de mesure in situ
O2_MGL	Oxygène dissous	mg/l	Sonde de mesure in situ
TURB	Turbidité	NFU	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
OXY	Oxydabilité au KMnO4 à Chaud	mg/l O2	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
COT	Carbone organique total	mg/l C	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
DBO5	Demande biologique en oxygène à 5 jours	mg/l	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
P_TOT	Phosphore total	mg/l	Méthode normée adaptée - Institut Pasteur Lille
SI	Silice dissoute SiO2	mg/l	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
DURETE	Dureté totale	°f	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
TAC	Titre alcalimétrique complet	°f	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
NO3	Nitrates	mg/l	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
CL	Chlorures	mg/l	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
HCO3	Hydrogénocarbonates	mg/l	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
CO3	Carbonates	mg/l	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
SO4	Sulfates	mg/l	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
NH4	Ammonium	mg/l	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
CA	Calcium	mg/l	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
MG	Magnésium	mg/l	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
NA	Sodium	mg/l	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
K	Potassium	mg/l	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
FE_TOT	Fer total	mg/l	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
MN	Manganèse	mg/l	Méthode normée - Institut Pasteur Lille
COLIFORMES TOTAUX	Nombre de coliforme total	col/100 ml	Méthode NPP IDEXX - Interne SOGEA
E. COLI	Nombre d'Escherichia Coli	col/100 ml	Méthode NPP IDEXX - Interne SOGEA
ENTERO	Nombre d'entéroques	col/100 ml	Méthode NPP IDEXX - Interne SOGEA

G : valeur significativement éloignée de la valeur attendue

*Illustration 24 - Légende du tableau synthétique des résultats d'analyse 2011 des masses d'eau eaux souterraines de Mayotte.*

Les résultats d'analyse pour l'année 2011 mettent en évidence :

- des concentrations en nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) et en ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) inférieures aux normes de qualité environnementales ;
- la présence de bactéries fécales dans les eaux souterraines. Les concentrations mesurées en hautes eaux à Mronabéja 2 n'étaient que ponctuelles ; les analyses réalisées par la SOGEA dans le cadre de son autocontrôle ont montrées que sur l'ensemble de l'année les valeurs demeuraient faibles. Néanmoins, la présence de bactéries fécales peut révéler une vulnérabilité des eaux souterraines vis-à-vis de l'infiltration d'eau superficielle.

## 3. Suivi des masses d'eau superficielles continentales

### 3.1. SUIVI PHYSICO-CHIMIQUE DES MASSES D'EAU SUPERFICIELLES CONTINENTALES

#### 3.1.1. Organisation technique des campagnes

Deux des six campagnes de prélèvement des eaux superficielles continentales ont été mutualisées avec les campagnes de prélèvement des masses d'eau souterraines (\*). En 2011 ces campagnes ont eu lieu :

- Le 7 février ;
- le 4 avril\* ;
- le 6 juin ;
- le 1<sup>er</sup> août\* ;
- le 3 octobre ;
- le 5 décembre.

Lors d'une campagne, 10 cours d'eau sont prélevés (cf. Illustration 6 et Illustration 7). Les prélèvements sont réalisés conformément aux préconisations pour les prélèvements d'eau superficielle (norme AFNOR FD T 90-523-1).

- Durant la campagne de prélèvement, les échantillons sont stockés au fur et à mesure dans une glacière réfrigérée par des pains de glace. Au terme de la campagne, les échantillons sont conservés dans le réfrigérateur du BRGM à une température de 4°C.
- En fin de journée, les échantillons destinés aux analyses de la DCO, de la DBO5, des matières en suspension et de la turbidité sont déposés au Laboratoire Vétérinaire d'Analyse Départemental (LVAD).
- Le soir même, un compte rendu de prélèvement est rédigé (cf. Annexe 3).
- Les glacières sont enlevées le lendemain matin de la campagne par un transitaire pour être acheminées sous température de 4°C +/-2 jusqu'au laboratoire d'analyse (Institut Pasteur de Lille).

***N.B. : durant ce transport, l'aléa de conservation persiste toujours, en particulier sur le fret aérien.***

### 3.1.2. Compte rendu des campagnes de prélèvements / problèmes rencontrés

Les comptes rendus de prélèvement des campagnes de prélèvement sont consignés en annexe 4.

Lors de la première campagne (07/02/11), les valeurs d'oxygène dissous mesurées se sont avérées très supérieures à 100%. Il semblerait que ces valeurs soient dues à un défaut de la sonde de mesure à membrane semi-perméable. Les résultats obtenus n'apparaissent donc pas pertinents à interpréter. Des sondes optiques ont donc été commandées en remplacement. Aucun autre problème de ce type n'est à relever depuis ce remplacement.

Initialement prévus lors des campagnes d'avril (04/04/11) et d'août (01/08/11), les éléments majeurs n'ont pas été analysés par le laboratoire (Institut Pasteur de Lille) à cause d'une mésentente sur le chronogramme des campagnes de prélèvement. Une campagne de substitution a été réalisée en décembre, au début de la saison des pluies 2012.

Pour les campagnes des mois de juin (07/06/11) et d'octobre (03/10/11), la DBO5 n'a pu être analysée par le LVAD à cause de problèmes d'acheminement des réactifs. En particulier, cela s'explique pour le mois d'octobre par d'importants mouvements sociaux qui ont agité Mayotte entre le 24 septembre et le 11 novembre.

Enfin, lors de la campagne du mois de décembre (05/12/11), le point de prélèvement situé sur la Gouloué (MAY00024) a été déplacé de 500 m vers l'amont en raison d'une crue subite de la rivière (cf. Illustration 26 et Illustration 26) :

	<b>X en RGM04 (m)</b>	<b>X en RGM04 (m)</b>
<b>Coordonnées du point initial</b>	522 210	8 585 007
<b>Coordonnées du point prélevé</b>	521 821	8 585 302

*Illustration 25 - Modification de la station de Gouloué aval (MAY00024) le 05/12/11.*



*Illustration 26 - Vue de la Gouloué en crue le 5 décembre 2011 au niveau du point prélevé.*

### **3.1.3. Résultats des analyses**

Les balances ioniques sont comprises entre -3,23 et +14,5% (Illustration 27). Les analyses dont la balance ionique est comprise entre +/-5% sont considérées comme fiables. Par contre, l'analyse de l'Ourovéni en hautes eaux montre une balance ionique supérieure à 10%. L'analyse des ions carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) a été réalisée 2 à 3 jours après le prélèvement ce qui pourrait expliquer en partie ces erreurs. Les résultats d'analyse sont donc à prendre avec précaution.

Le diagramme de Piper (Illustration 22) montre que le faciès des eaux superficielles de Mayotte est dans l'ensemble bicarbonaté-calcique ce qui est cohérent avec le faciès des eaux souterraines et l'origine basanitique et basaltique du sol et du sous-sol. Le faciès en hautes eaux de la Gouloué est, quant à lui, sulfaté-calcique. Le prélèvement ayant été réalisé pendant une crue, cette particularité peut être expliquée par un phénomène de lessivage du sol : terre végétale, traces de lessives, routes, etc. Il est difficile de déterminer l'origine de ces sulfates : naturelle ou anthropique. Néanmoins, les résultats obtenus sur ces campagnes demeurent cohérents avec les données antérieures (JAOUEN et al. (2011) RP-58229-FR ; JAOUEN et al. (2010) BRGM/RP-58228-FR ; JAOUËN et al. (2010) BRGM/RP-58228-FR ; MALARD et al. (2008) BRGM/RP-56774-FR).

NOM NUMERO STATION	Balance ionique (%)	
	Basses eaux	Hautes eaux
LONGONI MAY00017	3,24	2,48
BOUYOUNI MAY00001	1,56	3,40
BATIRINI MAY00018	0,93	<b>9,44</b>
CHIRINI MAY00019	<b>5,46</b>	3,07
OUROVENI MAY00013	1,60	<b>14,05</b>
COCONI MAY00004	<b>7,36</b>	1,55
DJALIMOU MAY00021	-0,16	<b>5,27</b>
DEMBENI MAY00007	-0,10	-0,10
KWALE MAY00009	2,96	-2,10
GOULOUE MAY00024	1,84	-3,23

*Illustration 27 - Balance ionique des analyses d'eau de surface réalisées en 2011.*

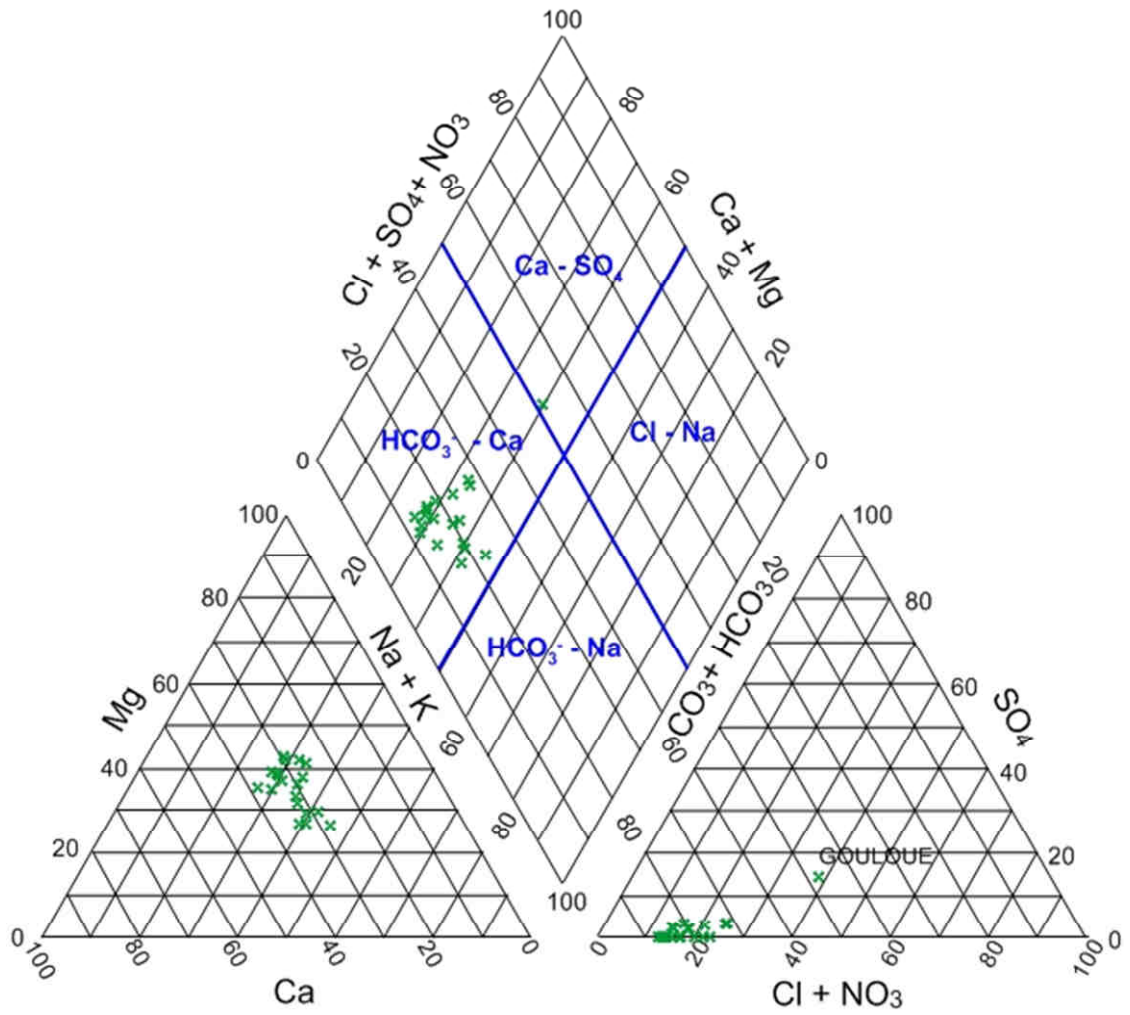


Illustration 28 - Diagramme de Piper pour les analyses d'eau superficielle réalisées en 2011.





	NUM_STATION	RIVIERE	DATE_HEURE	TEMP	PH	EH	EH_NHE	COND	O2_%	O2_MGL	TURBIDITE	MES	DCO	DBO5	COT	NKJ	P_TOT	SI	NO2	NO3	PO4	NH4	TH	TAC	CA	MG	NA	K	CL	HCO3	CO3	SO4			
07/02/2011	MAY00017	LONGONI	07/02/2011 07:50	24,9	7,99	157,0	364	159,0	126	10,3	44,40	9	40,15	< 3	2,9	< 0,5	0,12	36,0	< 0,05	< 0,5	0,31	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\		
	MAY00001	BOUYOUNI	07/02/2011 08:40	24,6	7,75	136,0	343	84,2	132	10,51	89,50	8,3	33,42	< 3	6,8	0,80	0,17	18,0	0,12	< 0,5	0,30	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\		
	MAY00018	BATRINI	07/02/2011 09:20	25,3	7,16	26,0	246	152,7	101,5	8,19	3,75	8	31,30	< 3	1,0	< 0,5	< 0,05	22,0	< 0,05	< 0,5	< 0,15	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\		
	MAY00019	CHIRINI	07/02/2011 10:00	25,5	7,74	147,0	353	233,0	109,6	8,74	3,24	3	32,45	< 3	1,7	< 0,5	0,15	39,0	< 0,05	< 0,5	0,44	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\		
	MAY00013	OUROVENI	07/02/2011 10:40	25,2	7,76	179,0	386	135,1	121,7	9,89	12,10	8	31,00	< 3	2,7	0,50	< 0,05	17,0	< 0,05	1,30	< 0,15	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\		
	MAY00004	COCONI	07/02/2011 11:15	25,6	7,82	241,0	447	152,0	127	10,2	9,70	11	41,30	< 3	2,4	< 0,5	< 0,05	17,0	< 0,05	1,60	< 0,15	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\		
	MAY00021	DJALIMOU	07/02/2011 12:20	26,1	8,06	244,0	450	385,0	118,7	9,25	1,10	2	108,70	< 3	2,5	< 0,5	0,17	39,0	< 0,05	< 0,5	0,52	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\		
	MAY00007	DEMBENI	07/02/2011 13:30	26,7	8,04	242,0	448	301,0	125,2	9,93	7,30	8,4	51,85	< 3	3,9	< 0,5	0,16	33,0	< 0,05	< 0,5	0,49	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\		
	MAY00009	KWALE	07/02/2011 14:10	26,5	8,04	235,0	441	196,3	130,1	10,27	33,40	6	32,65	< 3	3,0	< 0,5	0,09	26,0	0,06	0,80	0,25	0,06	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\		
MAY00024	GOULOUE	07/02/2011 14:40	26,1	7,98	226,0	432	146,1	121,5	9,74	22,60	2	< 30	< 3	2,3	< 0,5	0,11	29,0	0,05	< 0,5	0,34	0,07	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\			
04/04/2011	MAY00017	LONGONI	04/04/2011 07:30	25,1	7,82	367,0	587	163,8	96,6	7,88	58,00	< 2	< 30	< 3	3,7	< 0,5	0,2	36	0,07	< 0,5	0,46	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\		
	MAY00001	BOUYOUNI	04/04/2011 08:00	25,2	7,57	374,0	594	120,6	97,1	7,83	145,00	< 2	57,60	< 3	5	0,6	0,22	27	0,15	< 0,5	0,67	0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\		
	MAY00018	BATRINI	04/04/2011 09:20	25,2	7,38	162,0	382	150,4	84,4	6,76	3,81	< 2	86,00	< 3	1,6	< 0,5	0,05	22	< 0,05	< 0,5	< 0,15	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	
	MAY00019	CHIRINI	04/04/2011 10:30	25,5	7,66	347,0	566	197,2	90,7	7,32	6,12	< 2	78,00	< 3	1,4	< 0,5	0,15	30	< 0,05	0,5	0,21	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	
	MAY00013	OUROVENI	04/04/2011 10:45	26,1	7,6	278,0	497	110,4	95,3	7,61	9,68	< 2	< 30	< 3	2	< 0,5	< 0,05	15	< 0,05	2,2	< 0,15	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	
	MAY00004	COCONI	04/04/2011 11:30	26	7,78	298,0	517	125,1	99,8	7,95	7,55	< 2	< 30	< 3	1,6	< 0,5	< 0,05	16	< 0,05	1	< 0,15	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	
	MAY00021	DJALIMOU	04/04/2011 12:30	25,9	8,22	317,0	536	384,0	98,2	7,84	2,33	< 2	78,00	< 3	1,5	< 0,5	0,13	42	< 0,05	< 0,5	0,24	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	
	MAY00007	DEMBENI	04/04/2011 15:30	26,6	8,08	259,0	478	265,0	99,9	7,89	2,25	< 2	< 30	< 3	1,4	< 0,5	0,09	33	< 0,05	< 0,5	0,19	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	
	MAY00009	KWALE	04/04/2011 16:30	26,7	7,83	307,0	526	213,0	98,6	8,06	10,16	< 2	< 30	< 3	1,5	< 0,5	< 0,05	30	< 0,05	0,5	0,12	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	
MAY00024	GOULOUE	04/04/2011 18:00	26,4	8,06	307,0	526	183,8	101,1	8,28	1,71	< 2	47,00	< 3	1,5	< 0,5	0,09	33	< 0,05	< 0,5	0,15	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	
06/06/2011	MAY00017	LONGONI	06/06/2011 08:15	24,3	8,14	253,1	479	277,0	96,8	8,05	2,10	< 2	< 5	N/A	1,2	0,8	0,11	48	< 0,05	< 0,5	0,3	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\		
	MAY00001	BOUYOUNI	06/06/2011 08:50	25,2	7,59	137,2	363	213,0	86,5	7,15	4,10	0	< 5	N/A	1,8	1,1	0,08	39	< 0,05	< 0,5	0,18	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	
	MAY00018	BATRINI	06/06/2011 09:10	24	7,03	148,7	375	146,5	80,3	6,74	6,60	0	< 5	N/A	1,3	1,4	< 0,05	20	< 0,05	< 0,5	< 0,15	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	
	MAY00019	CHIRINI	06/06/2011 09:45	24,4	7,78	254,4	480	212,0	88,7	7,47	3,60	0	< 5	N/A	1,2	1,2	0,09	36	< 0,05	< 0,5	0,26	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	MAY00013	OUROVENI	06/06/2011 10:10	24,5	7,56	253,5	479	127,7	90,9	7,57	3,90	0	5,40	N/A	2	0,9	< 0,05	18	< 0,05	0,9	< 0,15	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	MAY00004	COCONI	06/06/2011 10:30	24,5	7,77	352,8	579	128,6	93	7,76	5,90	0,002	5,30	N/A	1,5	0,9	< 0,05	15	< 0,05	0,5	< 0,15	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	MAY00021	DJALIMOU	06/06/2011 11:30	24,6	8,19	328,8	555	308,0	96,9	8,14	14,20	0	10,80	N/A	3,7	0,9	0,14	34	0,12	< 0,5	0,33	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	MAY00007	DEMBENI	06/06/2011 12:30	26	8,09	350,5	575	304,0	95,4	7,78	2,10	0,003	< 5	N/A	1,4	1,1	0,08	36	< 0,05	< 0,5	0,21	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
	MAY00009	KWALE	06/06/2011 13:00	25,4	7,91	339,0	564	242,0	89,3	7,39	4,20	0,001	< 5	N/A	1,7	< 0,5	0,06	34	< 0,05	< 0,5	< 0,15	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
MAY00024	GOULOUE	06/06/2011 13:30	26,5	7,73	333,5	558	213,0	83,2	6,7	2,10	0	5,70	N/A	1,8	0,9	0,13	36	< 0,05	< 0,5	0,34	0,28	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	
01/08/2011	MAY00017	LONGONI	01/08/2011 07:00	22,9	8,05	270,2	490	290,0	90,4	7,78	0,82	< 2	< 30	< 3	1,3	< 0,5	0,12	48	< 0,05	< 0,5	0,31	< 0,05	8,3	10,7	16,8	9,8	28,4	5,8	23	131	< 2	2			
	MAY00001	BOUYOUNI	01/08/2011 07:30	23,2	7,65	260,7	481	258,0	62,8	5,39	1,22	12	37,65	< 3	2,1	< 0,5	0,09	39	< 0,05	< 0,5	0,19	< 0,05	9,2	11,3	15,6	13,7	16	3,2	12	138	< 2	< 2			
	MAY00018	BATRINI	01/08/2011 09:00	23,2	6,57	78,0	298	148,0	96,2	8,22	3,16	< 2	93,01	< 3	1	< 0,5	< 0,05	20	< 0,05	< 0,5	< 0,15	< 0,05	4,7	5,4	7,6	7,3	10,4	< 0,5	10	66	< 2	2			
	MAY00019	CHIRINI	01/08/2011 10:00	23,2	7,88	275,3	495	225,0	86,3	7,4	1,64	2	64,01	< 3	1,5	< 0,5	0,12	38	< 0,05	< 0,5	0,3	< 0,05	7,5	9,1	16,2	11,5	14,3	1,8	11	111	< 2	2			
	MAY00013	OUROVENI	01/08/2011 10:30	21,8	7,79	368,0	589	157,0	86,2	7,61	1,88	2	< 30	< 3	2	< 0,5	< 0,05	20	< 0,05	0,7	< 0,15	< 0,05	4,5	6,1	9,8	6,3	11,6	1,7	10	74	< 2	< 2			
	MAY00004	COCONI	01/08/2011 11:00	22,4	7,68	364,0	585	138,0	80,2	6,96	3,77	6	< 30	< 3	2,1	< 0,5	< 0,05	14	< 0,05	0,6	< 0,15	< 0,05	3,9	4,4	8,4	6,2	10,4	1,2	10	54	< 2	2			
	MAY00021	DJALIMOU	01/08/2011 12:00	23,2	8,43	278,6	499	396,0	97,7	8,37	0,81	2	91,69	< 3	1,6	< 0,5	0,1	11,5	< 0,05	< 0,5	0,26	< 0,05	11,5	16	25,6	12,9	35,1	3,1	24	195	< 2	4			
	MAY00007	DEMBENI	01/08/2011 14:30	24,7	8,23	300,6	520	341,0	92,2	7,75	1,68	< 2	< 30	< 3	1,6	0,5	0,08	36	< 0,05	< 0,5	0,19	< 0,05	13,2	15,5	26,9	15,3	19,3	4	16	189	< 2	< 2			
	MAY00009	KWALE	01/08/2011 16:30	24,2	7,76	352,0	571	297,0	57,5	4,84	3,68	< 2	< 30	3,54	2,7	< 0,5	0,1	36	< 0,05	< 0,5	0,16	< 0,05	11,1	12,9	21	15,1	19,2	3,3	16	157	< 2	< 2			
MAY00024	GOULOUE	01/08/2011 17:30	25,1	7,74	334,0	553	290,0	49,5	4,09	1,23	< 2	56,48	< 3	3,3	< 0,5	0,13	38	< 0,05	< 0,5	0,27	< 0,05	10,3	12,2	19,7	13,6	19,2	3,7	17	149	< 2	< 2				
03/10/2011	MAY00017	LONGONI	03/10/2011 07:30	23,7	7,93	208,5	434	286,0	92,8	7,89	0,25	15	66,53	N/A	0,9	< 0,5	0,13	48	< 0,05	< 0,5	0,35	< 0,05	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	
	MAY00001	BOUYOUNI	03/10/2011 08:00	24,8	7,24	213,0	438	224,0	50,5	4,18	0,47	< 2	< 30	N/A	2,2	0,8																			



LIBELLE	DESCRIPTION	UNITE	METHODE
NUM_STATION	Numéro de la station	s.o.	s.o.
RIVIERE	Nom de la rivière	s.o.	s.o.
X_RGM04	X en RGM04	mètres	GPS
Y_RGM04	Y en RGM04	mètres	GPS
DATE_HEURE	Date et heure du prélèvement	jj/mm/aaaa hh:mm	s.o.
TEMP	Température	°C	Sonde de mesure in situ
PH	pH	unité S.I.	Sonde de mesure in situ
EH	Eh brute	mV	Sonde de mesure in situ
EH_NHE	Eh nhe	mV	Sonde de mesure in situ
COND	Conductivité à 25°C	µS/cm	Sonde de mesure in situ
O2_%	Oxygène dissous	%	Sonde de mesure in situ
O2_MGL	Oxygène dissous	mg/l	Sonde de mesure in situ
TURBIDITE	Turbidité	NFU	NF EN ISO 7027
MES	Matière en suspension	mg/l	NF EN 872
DCO	Demande chimique en oxygène	mg/l	NF T90-101
DBO5	Demande biologique en oxygène à 5 jours	mg/l	NF EN 1899-1
COT	Carbone Organique Total	mg/l	NF EN 1484
NKJ	Azote Kjeldahl	mg/l	NF EN 25663
P_TOT	Phosphore total	mg/l	NF EN ISO 6878 ADAPTEE
SI	Silice SiO2	mg/l	NF EN ISO 16264
TH	Dureté totale	degres f	NF T 90-003 (CFA)
TAC	TAC	degres f	NF EN ISO 9963-1 (CFA)
NO2	Nitrites	mg/l	NF EN ISO 13395
NO3	Nitrates	mg/l	NF EN ISO 13395
CL	Chlorures	mg/l	NF EN ISO 15682
HCO3	Hydrogénocarbonates	mg/l	NF EN ISO 9963-1 (CFA)
CO3	Carbonate	mg/l	NF EN ISO9963-1
SO4	Sulfates	mg/l	ISO 22743
PO4	Orthophosphates	mg/l	NF EN ISO 6878 ADAPTEE
NH4	Ammonium	mg/l	NF EN ISO 11732
CA	Calcium	mg/l	NF EN ISO 11885
MG	Magnésium	mg/l	NF EN ISO 11885
NA	Sodium	mg/l	NF EN ISO 11885
K	Potassium	mg/l	NF EN ISO 11885

\* Les limites inférieures des classes de qualité sont tirées de l'arrêté ministériel du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R, 212-10, R, 212-11 et R, 212-18 du code de l'environnement (NOR: DEVO1001032A).

**G** : valeurs déclassantes du très bon état

**R** : valeurs d'O<sub>2</sub> dissous incohérentes

**N/A** : paramètre non analysé

**#** : seuil non définis en l'état actuel des connaissances

*Illustration 30 - Légende du tableau synthétique des résultats d'analyse 2011 des masses d'eau eaux superficielles continentales de Mayotte.*

Les résultats d'analyse pour l'année 2011 mettent en évidence :

- des teneurs en oxygène dissous souvent inférieures à la limite du très bon état voire du bon état. Néanmoins, ces faibles teneurs peuvent s'expliquer par le contexte local : petits cours d'eau, température élevée et activité biochimique importante. Des classes de bon et de très bon état seraient à définir compte tenu de ces spécificités locales.

- Les valeurs de DBO5 et de COT ne dépassent la limite du très bon état que lors de la campagne de hautes eaux du mois de décembre 2011. Les rivières étant en crues, chargées de MES et turbides, ces valeurs élevées sont largement attribuables à un épisode pluvieux particulier (pluie de mousson).
- Les concentrations en phosphore total demeurent quant à elles globalement élevées. Si ce phosphore ne s'avère pas être d'origine naturelle mais anthropique (assainissement, lessives en rivières), alors des phénomènes d'eutrophisation peuvent affecter les cours d'eau. Pour se prémunir de ce risque, il sera nécessaire de déterminer l'origine du phosphore et de suivre son évolution dans le temps.
- Ponctuellement, d'autres paramètres ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , etc.) dépassent la limite du très bon état voire du bon état. Il est difficile d'interpréter ces concentrations sur quelques analyses réparties sur un cycle hydrologique. Néanmoins, leur évolution sur le long terme est à surveiller.

## 3.2. SUIVI BIOLOGIQUE DES MASSES D'EAU SUPERFICIELLES CONTINENTALES

### 3.2.1. Programme 2011

En 2011, le suivi biologique des masses d'eau superficielles continentales comprenait :

- un volet "Poissons & macrocrustacés",
- un volet "Macrofaune benthique",
- un volet "Diatomées".

L'ARDA a donc été sollicitée à titre d'expert par le BRGM, afin de mener les campagnes d'échantillonnage pour le volet biologie des cours d'eau, d'analyser les résultats et de bancariser les données, concernant ces trois volets.

Les stations invertébrées benthiques, diatomées et physico-chimie ont été mutualisées au maximum de manière à pouvoir croiser ces trois approches et ainsi déterminer les relations pouvant exister en eux. Pour le moment, aucun indicateur biologique validé n'est disponible sur Mayotte. Des méthodes d'évaluation alternatives sont utilisées en reprenant les indicateurs développés en métropole pour les diatomées (IPS<sup>7</sup> et IBD<sup>8</sup>),

---

<sup>7</sup> *Indice de Polluo-Sensibilité (IPS, Coste in Cemagref, 1982) prend en compte la totalité des espèces présentes dans les inventaires et repose sur leur abondance relative et leur sensibilité à la pollution.*

<sup>8</sup> *Indice Biologique Diatomées (IBD) est un outil d'investigation pratique de l'évaluation de la qualité des eaux mis à la disposition des gestionnaires des milieux aquatiques et applicable à l'ensemble des cours d'eau de France. Cet indice a été normalisé en 2000 (AFNOR NFT 90-354) ; cette norme a été révisée en 2007.*

la richesse taxonomique et l'indice de Shannon pour les macroinvertébrés ou encore la richesse et la densité spécifiques pour les poissons et macrocrustacés.

De manière à pouvoir être réexploitées ultérieurement dans le cadre de développement d'indicateur les données brutes sont bancarisées dans des formats compatibles avec le SIE :

- Poissons et macroinvertébrés : format compatible avec la base TEMPOI© de l'ARDA (format d'échange avec la base de données de l'Office de l'Eau de la Réunion) ;
- Macroinvertébrés benthiques : format Excel développé par IRSTEA(novembre 2010 ou plus récente téléchargeable sur : <https://hydrobio-dce.cemagref.fr/Telecharger/invertebres/>) ;
- Diatomées : numérisation sous OMNIDIA v5.x et confection de lames minces.

Les rapports complets du suivi de ces trois volets sont annexés au présent rapport (cf. Annexe 1)

Code Station	Code Masse d'eau de surface	Nom Masse d'eau de surface	Station	X	Y	Type de suivi	
						P	I+D
MAY00001	FRMR03	Bouyouni	Aval	515315	8591632	X	X
MAY00002			Inter.	515376	8591016	X	X
MAY00003			Amont	515873	8589301	X	X
MAY00004	FRMR16	Coconi	Aval	513958	8581129	X	X
MAY00019	FRMR12	Chirini	Aval	511348	8587446	X	X
MAY00007	FRMR21	Dembéni	Aval	51882	8580468	X	X
MAY00009	FRMR20	Kwalé	Aval	521592	8584235	X	X
MAY00010			Inter.	520162	8585273	X	X
MAY00011			Amont	517848	8584424	X	X
MAY00015	FRMR15	Ourovéni	Inter.	515073	8585345	X	X
MAY00013			Aval	513870	8584096		X
MAY00014			Aval	512513	8584714	X	
MAY00016	FRMR14	Combani	Inter.	516088	8588137		X
MAY00020	FRMR19	Gouloué	Amont	520684	8585916	X	X
MAY00024			Aval	522210	8585007	X	X
MAY00021	FRMR27	Djalimou	Aval	512400	8567948	X	X
<b>Total</b>						<b>14</b>	<b>15</b>

*Coordonnées X, Y : Système de coordonnées RGM04 en mètres*

*P : Poissons & Macrocrustacés*

*I+D : Invertébrés benthiques + diatomées*

*Inter. : Intermédiaire*

*Illustration 31 – Liste des stations échantillonnées dans le cadre du suivi biologique des masses d'eau de surface continentales.*

### 3.2.2. Volet poissons

#### • Compte rendu de la campagne de terrain

La campagne d'échantillonnage des poissons et macrocrustacés a débuté le 20 juin et elle s'est achevée le 30 juin 2011, selon le calendrier suivant :

Date		Station	ARDA Nbre de personnes	ISIRUS Nbre de personnes	ONEMA Nbre de personnes
19/06/11	journée	Reconnaissance stations	4	0	1
20/06/11	Matinée	COCONI AVAL	4	1	1
20/06/11	Après-midi	KWALE AMONT	4	1	1
21/06/11	Matinée	KWALE AVAL	4	1	2
21/06/11	Après-midi	KWALE INTERMEDIAIRE	4	1	1
22/06/11	Matinée	GOULOUE AVAL	4	1	1
22/06/11	Après-midi	GOULOUE AMONT	4	1	1
23/06/11	Matinée	BOUYOUNI AVAL	4	1	1
23/06/11	Après-midi	BOUYOUNI INTERMEDIAIRE	4	1	1
24/06/11	Matinée	OUROVENI AVAL	4	1	1
24/06/11	Après-midi	OUROVENI INTERMEDIAIRE	4	1	0
27/06/11	Matinée	BOUYOUNI AMONT	4	1	0
28/06/11	Matinée	DEMBENI AVAL	4	1	0
29/06/11	Matinée	DJIALIMOU	4	1	0
30/06/11	Matinée	CHIRINI	4	1	0

*Illustration 32 – Calendrier effectif de déroulement de la campagne.*

Les inventaires ont été réalisés par l'équipe de l'ARDA (Marine Richarson, Henri Grondin, Dominique Hoarau, et Jonathan Quiclet), assistée par Vincent Dinhut (ISIRUS, Mayotte), et des agents techniques de l'ONEMA (Loïc Thouvignon, et Axel Priouzeau). Lors de cette campagne d'inventaire, nous avons reçu le soutien logistique des agents de l'ONEMA. Ils ont participé aux inventaires, selon leurs disponibilités.

L'échantillonnage des stations a été réalisé par pêche à l'électricité à pied de type "Totale" ou par "Ambiances" (ARDA, 1999) selon la largeur et la diversité du milieu, dans la limite de la zone praticable à pied (appareil de pêche portable de type DEKA-LORD 3000 ou IG200).

#### • Synthèse et résultats

Pour chaque station, deux indicateurs sont calculés pour aider à l'évaluation de la qualité du milieu (indicateurs utilisés à défaut de métrique adaptée) :

La **richesse spécifique** théorique est définie comme le nombre d'espèces qui devraient être présentes par rapport aux caractéristiques du milieu et à leurs exigences écologiques. Dans le cas présent, les données sur les milieux, les espèces de poissons et de macrocrustacés et leur écologie générale sont insuffisantes pour estimer cette richesse. Aussi, la richesse spécifique théorique a été définie comme le nombre total d'espèces recensées sur une station sur les 2 années d'inventaire 2008 et 2009.

Nom Rivière	Nom station	Richesse crustacés Nb taxons		Richesse Poissons Nb taxon	
		2011	Richesse théorique 2008/2009	2011	Richesse théorique 2008/2009
MRO OUA BOUYOUNI	BOUYOUNI_AMONT	4	5	2	3
	BOUYOUNI_INT.	5	4	4	3
	BOUYOUNI_AVAL	8	5	10	6
MRO OUA CHIRINI	CHIRINI_AVAL	3	1*	2	1*
MRO OUA COCONI	COCONI_AVAL	6	5	5	8
MRO OUA DEMBENI	DEMBENI_AVAL	4	6	7	8
MRONI DJIALIMOU	DJIALIMOU_AVAL	6	9**	4	5**
MRO OUA GOULOUE	GOULOUE_AMONT	4	3***	4	5***
	GOULOUE_AVAL	5	4****	6	14****
MRO OUA KWALE	KWALE_AMONT	5	4	2	2
	KWALE_INT.	4	3	4	5
	KWALE_AVAL	8	4	12	14
MRO OUA OUROVENI	OUROVENI_INT.	0	3	2	3
	OUROVENI_AVAL	8	8	8	12

Illustration 33 - Richesse spécifique en poissons et macrocrustacés sur les différentes stations.

Pour les stations de la rivière Gouloué non échantillonnées en 2008-2009, une richesse théorique est proposée sur la base de stations proches (même hydroécocorégion, même classe d'altitude). Pour la rivière Djalimou, la richesse est comparée à celle observée sur la rivière Dapani en 2008-2009. Pour la rivière Chirini, compte tenu de l'importance de la chute d'eau à l'embouchure (cascade Soulou), nous nous référons ici à la richesse observée lors de l'inventaire réalisé en 2006 par l'ARDA et le MNHN (Inventaire des espèces de poissons et d'invertébrés des eaux douces de Mayotte, ARDA-DAF, 2007).

Pour cette campagne, nous observons que la richesse totale la plus forte est de 20 taxons pour la station Kwale-Aval (12 poissons et 8 macrocrustacés), tandis que la richesse totale la plus faible est de 2 taxons (poissons uniquement) pour la station Oouroveni intermédiaire. Sur la base des données 2008-2009, les richesses observées en 2011 présentent trois situations d'évolution :

- La richesse observée en 2011 est supérieure aux données observées en 2008-2009 (codification bleue). Cette situation est la plus fréquente chez les macrocrustacés (10 stations sur 14). Elle est nettement moins observée chez les poissons (3 stations sur 14). Pour ces stations, le paramètre richesse est très bon sur la base des observations antérieures et démontre l'importance de poursuivre les chroniques d'acquisition de données pour établir des critères de référence (richesse maximum par exemple). Ces stations présentent une évolution positive de la richesse des peuplements.
- La richesse observée en 2011 est égale ou légèrement inférieure aux données observées en 2008-2009 (codification verte). Cette situation est la plus



fréquente chez les poissons (8 stations sur 14). Elle est peu observée chez les macrocrustacés (2 stations). Pour ces stations, le paramètre richesse du peuplement est considéré bon au regard des observations antérieures. Compte tenu du faible recul sur les données, il peut s'agir là d'une richesse de « très bon état » sur certaines stations (richesse maximale atteinte), ou d'un état bon, voire moyen en fonction des capacités d'accueil du milieu. Ces stations ne présentent pas d'évolution significative de la richesse des peuplements.

- La richesse observée en 2011 est significativement inférieure aux données observées en 2008-2009 (codification orange). Cette situation est peu observée chez les poissons (3 stations sur 14) ainsi que chez les macrocrustacés (2 stations sur 14). Pour ces stations, le paramètre richesse des peuplements est de qualité moyenne à médiocre compte tenu des échantillonnages antérieurs. Ces stations présentent une baisse significative de la richesse des peuplements. Notons ici que cette baisse affecte l'un ou l'autre des peuplements de poissons et de macro crustacés, mais jamais les deux simultanément.

La **densité de peuplement** représente le nombre d'individu pour 100 m<sup>2</sup> calculé pour les crustacés, les poissons et l'ensemble poissons et crustacés. Pour cette campagne d'inventaires, la densité totale la plus forte est 747 ind/100m<sup>2</sup>, elle a été observée sur la station Bouyouni-aval. La densité totale la plus faible (15 ind/100m<sup>2</sup>) a été observée sur la station Oouveni-intermédiaire. Les densités observées sur les zones aval sont plus élevées.

Nom rivière	Nom station	Densité Crustacés (ind/100m <sup>2</sup> )			Densité Poissons (ind/100m <sup>2</sup> )		
		2008	2009	2011	2008	2009	2011
MRO OUA COCONI	COCONI_AVAL	8,7	8,4	22,1	65,5	45,8	35,9
MRO OUA BOUYOUNI	BOUYOUNI_AMONT	153,5	214,4	123,9	23,2	21,4	30,1
	BOUYOUNI_AVAL	9,7	69,8	655,9	147,0	100,7	91,8
	BOUYOUNI_INT.	62,7	132,5	100,2	145,6	54,8	82,9
MRO OUA CHIRINI	CHIRINI_AVAL	NE	NE	10,7	NE	NE	103,5
MRO OUA DEMBENI	DEMBENI_AVAL	10,2	120,5	17,1	92,8	52,6	39,4
MRO OUA GOULOUE	GOULOUE_AMONT	NE	NE	53,6*	NE	NE	12,5*
	GOULOUE_AVAL	NE	NE	4,6**	NE	NE	16,8**
MRO OUA KWALE	KWALE_AMONT	7,3	6,7	94,5	105,9	37,5	47,3
	KWALE_AVAL	5,3	22,0	329,7	112,1	99,6	38,3
	KWALE_INT.	14,4	1,0	29,6	25,5	29,3	18,2
MRO OUA OUROVENI	OUROVENI_AVAL	42,6	145,1	55,7	42,8	38,1	27,5
	OUROVENI_INT.	31,1	1,6	0	174,4	17,3	15,1
MRONI DJIALIMOU	DJIALIMOU_AVAL	NE	NE	51,8***	NE	NE	29,7***

Illustration 34 - Densités de peuplement observées sur les différentes stations.

Les densités observées sont très hétérogènes entre les stations et les années (forte variation spatiale et temporelle des peuplements). Les densités de 2011 peuvent être plus fortes ou plus faibles par rapport aux autres inventaires. Pour les stations non échantillonnées en 2008 et 2009, l'évolution proposée ici reste indicative mais elle permet d'établir un niveau d'état des peuplements observés en 2011.

Comme pour la richesse observée des peuplements, trois situations d'évolution sont observées sur le paramètre densité des peuplements :

- la densité observée en 2011 est supérieure à celle observée en 2008 et 2009 (codification bleu). Cette situation est fréquente chez les macrocrustacés (8 stations sur 13 évaluées), mais rare chez les poissons (1 station). Ces situations sont parfois très significativement différentes des années antérieures, jusqu'à un facteur 10 (ex : Bouyouni aval ou Kwalé aval) et montrent l'importance d'une acquisition de chronique longue pour pouvoir interpréter intégrer ces variations. Pour ces stations, la densité du peuplement est en augmentation par rapport aux années 2008 et 2009.
- La densité observée en 2011 est comprise entre les valeurs observées en 2008 et 2009 (codification verte). Cette situation est rare aussi bien chez les macrocrustacés que chez les poissons (2 stations sur 13 évaluées). Pour ces stations, la densité observée est encadrée par les valeurs observées en 2008 et 2009.
- La densité observée en 2011 est en dessous des valeurs observées en 2008 et 2009 (codification orange). Cette situation est la plus fréquente chez les poissons (10 stations sur 13 évaluées) et plutôt rare chez les macrocrustacés (3 stations). Pour ces stations, la baisse de densité observée en 2011 peut être faible à modérée (ex : Bouyouni aval poissons) ou relativement élevée (ex : Kwalé aval poissons).

En **comparaison avec les données 2008-2009**, une évolution des paramètres richesse et abondance des peuplements de poissons et de macrocrustacés de 2008-2009 à 2011 est proposée. Cette évolution est donnée à titre indicatif et dans la limite des données disponibles à ce jour. Pour chaque paramètre, l'évolution est donnée en trois classes :

- augmentation de la valeur du paramètre par rapport aux années 2008-2009,
- stabilité du paramètre par rapport aux années 2008-2009,
- régression du paramètre par rapport aux années 2008-2009.

Hydro éco Région	Nom Rivière (MRO OUA ...)	Nom station	Evolution du peuplement de macrocrustacés		Evolution du peuplement poissons	
			Evolution de la richesse spécifique	Evolution de la densité	Evolution de la richesse spécifique	Evolution de la densité
Nord Ouest	BOUYOUNI	BOUYOUNI_AMONT	=	-	=	+
		BOUYOUNI_INT.	+	+	+	=
		BOUYOUNI_AVAL	+	+	+	-
	COCONI	COCONI_AVAL	+	+	-	-
	CHIRINI	CHIRINI_AVAL	+*	NE	+*	NE
	OUROVENI	OUROVENI_INT.	-	-	=	-
OUROVENI_AVAL		+	=	-	-	
Est	DEMBENI	DEMBENI_AVAL	=	=	=	-
	KWALE	KWALE_AMONT	+	+	=	=
		KWALE_INT.	+	+	=	-
		KWALE_AVAL	+	+	=	-
	GOULOUE	GOULOUE_AMONT	+	+	=	-
		GOULOUE_AVAL	+	-	-	-
Sud	DJIALIMOU	DJIALIMOU_AVAL	-	+	=	-

*Illustration 35 - Evolution des paramètres richesse et densité des peuplements entre 2011 et 2008/2009. Le code couleur indique la tendance d'évolution. Bleu : augmentation, Vert : pas d'évolution significative, Orangé : baisse (NE : évolution non évaluée. \* : comparaison par rapport aux données d'inventaires 2006, ARDA-DAF).*

Les peuplements de poissons et de macro crustacés observés en 2011 présentent des évolutions très différentes.

Pour le peuplement de macro crustacés, on observe une fréquence élevée de stations où les paramètres richesses et densités sont à la hausse. Cette hausse est observée sur chacune des hydro-éco régions. Parmi les stations dont l'état observé est en régression, on note la station Ourovéni Intermédiaire pour laquelle les deux paramètres sont en diminution. Pour les autres stations, seul un paramètre est en diminution (richesse ou densité), l'autre étant en augmentation ou stable.

Pour le peuplement de poissons, on observe une fréquence élevée de stations où la densité est en diminution alors que la richesse est stable par ailleurs. Les stations Coconi aval, Ourovéni aval et Gouloué aval présentent un peuplement en nette diminution (richesse et densité) par rapport aux années antérieures (N.B. : sur la rivière Gouloué cette tendance est donnée sur la base des observations 2008/2009 sur la rivière Koualé.). Seules 4 stations présentent une évolution positive du peuplement de poissons sur un des paramètres richesse ou densité : l'ensemble de la rivière Bouyouni (3 stations) et la station Chirini Aval. Ces cours d'eau sont situés dans l'hydro-éco région Nord-Ouest, et seule l'évolution mesurée sur la rivière Bouyouni est significative (évaluation de la rivière Chirini sur le critère richesse uniquement).

En conclusion, et à l'échelle de l'île de Mayotte, le peuplement de macrocrustacés observé en 2011 est globalement en augmentation par rapport aux années 2008/2009.

D'un autre côté, le peuplement de poissons observé en 2011 est globalement en diminution par rapport aux années 2008/2009. Seule une rivière de la hydro-éco région Nord Ouest présente une évolution positive : la rivière Bouyouni.

### **3.2.3. Volet macroinvertébrés benthiques**

#### **• Compte rendu de la campagne de terrain**

L'échantillonnage de la macrofaune benthique des rivières a été réalisé du 05 au 12 septembre 2011, durant la période d'étiage, conformément aux préconisations proposées à l'issue de l'étude qui a permis de mettre en place le RCS (Jaouen et al., 2011, BRGM/RP-58229-FR).

Les prélèvements de benthos ont été réalisés par Nathalie MARY (ETHYC'O, Moorea, Polynésie Française), assistée par Vincent Dinhut (ISIRUS, Mayotte).

Le protocole d'échantillonnage est conforme aux recommandations de la circulaire DCE 2007/22 du 11 avril 2007 relative au prélèvement et au traitement des échantillons d'invertébrés pour la mise en œuvre du programme de surveillance sur cours d'eau (Directive Cadre sur l'Eau, Bulletin officiel du ministère de l'Ecologie, du développement et de l'Aménagement durables). Le même protocole de prélèvement avait été appliqué en octobre 2008 et avril 2009 sur les stations d'étude pour la mise en place du RCS.

#### **• Synthèse et résultats**

Suite aux prélèvements, les échantillons de faune benthique sont étudiés au laboratoire afin de déterminer les assemblages spécifiques présents.

Environ 35 000 invertébrés ont été prélevés durant la campagne de septembre 2011, pour un total de 75 taxons identifiés. Près de 30% des taxons ont été identifiés au niveau de l'espèce, 40 % au genre et 30% à un niveau taxonomique supérieur (tribu, famille, ordre, classe ou embranchement). Les groupes qui ont posé le moins de problèmes d'identification sont les mollusques et les crustacés décapodes pour lesquels des clés d'identification publiées existent (Keith et al., 2006; Valade et al., 2007).

Les insectes dominent les peuplements, représentant 67% des invertébrés collectés. Les deux autres groupes faunistiques bien représentés sont les ostracodes et les mollusques (respectivement 21% et 9% des invertébrés récoltés).

Suite au traitement des échantillons prélevés, des indices de diversité ont été calculés. Ils permettent de comparer des peuplements de stations ou de groupes de stations entre elles. Ces indices se fondent sur le principe selon lequel les communautés faunistiques sont relativement diversifiées (richesse spécifique élevée et uniformité de distribution) dans un milieu non perturbé. Les stress qui surviennent (pollutions diverses, aménagement du lit de la rivière....) ont en général pour conséquence la réduction de la diversité spécifique, les conditions de vie devenant difficiles pour certaines espèces.

La richesse taxonomique totale, le nombre de taxons GOLD<sup>9</sup>, l'indice de Margalef<sup>10</sup> et l'indice EPT<sup>11</sup> ont présenté des valeurs plus faibles à l'étiage 2011 par rapport à ce qui avait été mesuré à l'étiage 2008, ce qui souligne une baisse globale de la qualité biologique des stations prospectées durant cet intervalle de temps.

En particulier, les résultats montrent que :

- Les stations Bouyouni amont, Combani, Djalimou et Gouloué intermédiaire présentent les plus forts indices de diversité (EPT, Margalef, équitabilité). Situées dans des environnements à faible occupation humaine, elles correspondant aux stations les mieux préservées, même si pour la plupart d'entre elles, une augmentation de la superficie occupée par les cultures vivrières est observée sur les berges. Ceci se traduit par des indices de diversité et une richesse taxonomique plus faibles à l'étiage 2011 qu'à l'étiage 2008.
- La qualité de la station Chirini s'est détériorée entre octobre 2008 et septembre 2011, certainement en raison du fait que les cultures vivrières (bananeraies en particulier) progressent sur les berges du cours d'eau. Un fort colmatage du substrat a été observé dans cette station.
- Les stations localisées à l'aval des rivières Koualé, Gouloué, Dembéni, Ourovéni, Bouyouni et la station Ourovéni intermédiaire sont de qualité biologique médiocre ou mauvaise. Situées à l'aval de nombreuses stations de lavage de linge, elles subissent des pollutions conséquentes (macrodéchets, polluants divers), qui limitent le développement des communautés de macrofaune benthique.

---

<sup>9</sup> GOLD = Gastéropodes + Oligochètes + Diptères

<sup>10</sup> L'indice de diversité de Margalef  $D$  fondé sur le nombre d'espèces et le nombre total d'individus de la population considérée.  $D = S-1/\ln N$  (où  $N$  représente l'effectif total de l'échantillon considéré et  $S$  le nombre d'espèces de l'échantillon). En général, plus le nombre  $S$  d'espèces recensées est important pour un nombre d'individus examiné, plus l'indice est élevé, plus la diversité est grande.

<sup>11</sup> EPT = Epheméroptères + Plécoptères + Trichoptères. Groupes connus pour contenir de nombreux taxons polluo-sensibles et qui constituent la base des méthodes biologiques d'évaluation de la qualité des milieux aquatiques. Les plécoptères étant absents à Mayotte, l'indice EPT représente la richesse taxonomique en insectes éphéméroptères et trichoptères.

Qualité	Richesse taxonomique	Margalef	Equitabilité	EPT
<b>Mauvaise</b>	<30	<4	<0,40	<2
<b>moyenne</b>	31 à 40	4,01 à 4,30	0,41 à 0,55	2 à 4
<b>bonne</b>	41 à 45	4,31 à 5	0,56 à 0,61	5 à 7
<b>Très bonne</b>	>45	>5	>0,62	>7

Nom de la station	Code station	Qualité globale	
		Etiage 2011	Etiage 2008
Bouyouni amont	MAY00003	<b>bonne</b>	bonne
Bouyouni aval	MAY00001	<b>passable</b>	passable
Bouyouni inter	MAY00002	<b>passable</b>	excellente
Chirini aval	MAY00019	<b>mauvaise</b>	passable
Coconi aval	MAY00004	<b>passable</b>	<b>mauvaise</b>
Combani inter	MAY00016	<b>bonne</b>	passable
Dembeni aval	MAY00007	<b>mauvaise</b>	bonne
Djalimou	MAY00021	<b>bonne</b>	bonne
Gouloué aval	MAY00024	<b>mauvaise</b>	
Gouloué interm.	MAY00020	<b>bonne</b>	bonne
Koualé amont	MAY00011	<b>passable</b>	passable
Koualé aval	MAY00009	<b>mauvaise</b>	<b>mauvaise</b>
Koualé légion	MAY00010	<b>passable</b>	passable
Ourovéni aval	MAY00013	<b>mauvaise</b>	passable
Ourovéni inter	MAY00015	<b>passable</b>	passable

Illustration 36 - Critère utilisés pour l'évaluation de l'état biologique des stations étudiées et évolution 2008-2011 de cet état.

### 3.2.4. Volet diatomées

- **Compte rendu de la campagne de terrain**

Les prélèvements de diatomées ont été réalisés dans des conditions d'étiage correspondant à la période sèche à Mayotte, fin septembre, début octobre 2011 et ont été réalisés par Kadafi Said (KSA), d'ASCONIT Consultants.

Suite à une erreur du sous-traitant, il s'avère que la station Dapani (MAY00006) a été prélevée au lieu de la station Chirini (MAY00019).

Les prélèvements sont effectués conformément à la norme NF T 90-354 de décembre 2007). Toutefois, certaines adaptations ont été réalisées afin de récolter suffisamment

de matériel biologique permettant, ultérieurement, l'analyse des diatomées. Les principaux aspects de cette collecte sont décrits en annexe 1.

### • Synthèse et résultats

L'étude sur les diatomées des cours d'eau de Mayotte a permis d'obtenir de nouveaux résultats floristiques des cours d'eau de ce réseau.

D'un point de vue floristique, les déterminations réalisées dans le cadre de cette étude devront être précisées par un examen plus approfondi, en particulier, l'utilisation du microscope électronique à balayage et une recherche bibliographique plus poussée. Il est possible que de nouveaux taxons pour la science soient présents, en particulier *Eolimna* sp (EOLI) ou *Nitzschia* sp1. Les peuplements de diatomées montrent quelques différences dans leurs répartitions entre les bassins. Ainsi, certains taxons apparaissent seulement dans les stations du Nord-Ouest et de l'Est, comme *Amphora copulata* et *A. pediculus*, *Navicula quasidisjuncta* ou *Gomphonema brasiliense* ssp. *pacificum*.

D'autres diatomées semblent bien caractéristiques des cours d'eau mahorais. Elles sont présentes dans la majorité des relevés, comme *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, et *Gomphonema bourbonense*.

Les indices structuraux du peuplement en 2011 restent faibles et c'est dans le Nord-Ouest puis dans l'Est que les moyennes de la richesse spécifique et de la diversité sont le plus élevées. Elles peuvent être synonymes de peuplements plus stables et équilibrés que dans les stations du Sud.

L'abondance de formes saprobes proches morphologiquement de celles de la métropole comme *Nitzschia inconspicua*, *Navicula (dicta) seminulum*, ou *Gomphonema parvulum*, dont des investigations plus poussées dans leur détermination et leur profil écologique devraient être menées, peut traduire des apports en éléments nutritifs importants dans le milieu. Ces taxons se retrouvent, entre autres, dans des stations aval de l'Est, la Gouloué (MAY00024) et la Dombéni (MAY00007) et dans le Sud, la Dapani (MAY00006).

Les formes eutrophes dominent également l'ensemble des sites. A l'heure actuelle des connaissances sur les taxons en place, ceci nous laisse supposer des apports en nutriments (azote, phosphore...) dans le milieu non négligeables, mais qui peuvent avoir une origine naturelle, liée à la nature des sols (la plus probable) mais aussi anthropique, notamment dans les sites le plus à l'aval des bassins.

L'application des méthodes indicielles montre d'après l'IBD, qu'une majorité de notes obtenues appartiennent à la classe de bonne qualité biologique (11 stations sur 15). Il s'agit des trois sites de la Bouyouni (MAY00003, MAY00002 et MAY00001), des deux sites de l'Ourovéni (MAY00015 et MAY00013), de la Coconi aval (MAY00004), des trois sites de la Kwale (MAY00011, MAY00010 et MAY00009) et de la Djalimou aval (MAY00021).

Une station est considérée de très bonne qualité, la Gouloué amont (MAY00020). Trois stations sont estimées de qualité biologique moyenne : la Dembéni aval (MAY00007), la Gouloué aval (MAY00024) et la Dapani aval (MAY00006). Cependant, il semble que l'IPS rend mieux compte du peuplement par un nombre de diatomées prises en compte supérieur à celui de l'IBD.

Ainsi cet indice est davantage critique et tend à diminuer les notes sur toutes les stations. Il fait apparaître de grandes différences avec les résultats IBD dans les trois stations de la Bouyouni, notamment dans le site aval (MAY00001) avec plus de 5 points d'écart ; mais aussi dans la Gouloué, amont et aval (MAY00020 et MAY00024) et dans le site de la Kwale amont (MAY00011) avec des écarts de 1,5 à 3,9 points.

Malgré cela il subsiste le problème de la validité de la transposition des profils écologiques des taxons de la métropole vers ceux, tropicaux, de Mayotte. Les résultats sont donc à considérer avec prudence car de nombreuses diatomées ont été identifiées avec les flores de référence rapportées aux formes connues les plus proches. Des analyses complémentaires seraient nécessaires pour apprécier la qualité biologique des cours d'eau, en particulier la précision de certaines déterminations à l'aide d'études supplémentaires (utilisation du microscope à balayage, recherche bibliographique) ainsi que la définition des profils écologiques des espèces à Mayotte.

Indices Diatomiques				sept. / oct. 2011	
HER	Cours d'eau	Station	Code	IPS	IBD
NORD-OUEST	Bouyouni	amont	MAY00003	10,8	14,7
		intermédiaire	MAY00002	11,6	13,1
		aval	MAY00001	8,4	14,1
	Ourovéni	intermédiaire	MAY00015	14,9	16,2
		aval	MAY00013	14,4	14,7
	Combani	intermédiaire	MAY00016	14,5	15,4
	Coconi	aval	MAY00004	13,1	14,3
EST	Dembéni	aval	MAY00007	12,5	12,7
	Gouloué	amont	MAY00020	15,7	17,3
		aval	MAY00024	8,7	11,0
	Kwalé	amont	MAY00011	12,4	14,2
		intermédiaire	MAY00010	14,5	15,4
		aval	MAY00009	14,3	15,5
SUD	Djalimou	aval	MAY00021	15,4	15,8
	Dapani	aval	MAY00006	11,4	11,5
<b>minimum</b>				<b>8,4</b>	<b>11,0</b>
<b>maximum</b>				<b>15,7</b>	<b>17,3</b>

	qualité très bonne
	qualité bonne
	qualité moyenne
	qualité médiocre
	qualité mauvaise

Illustration 37 – Qualité biologique globale des sites obtenue à l'aide des indices diatomiques (IBD et IPS).



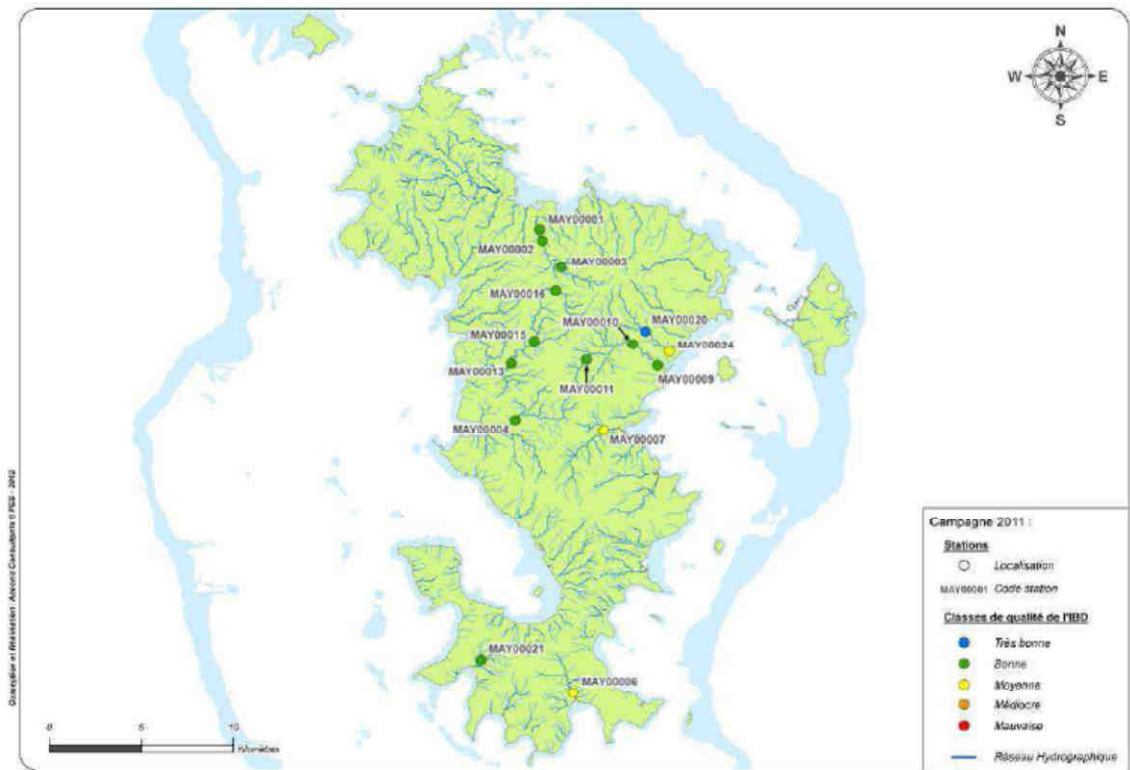


Illustration 38 – Classes de qualité des stations des cours d'eau de Mayotte.

## 4. Suivi des masses d'eau côtières

### 4.1. ORGANISATION TECHNIQUE DES CAMPAGNES

#### 4.1.1. Programme 2011

La présente étude, commandée par le BRGM, s'inscrit dans la continuité de la phase de définition des réseaux de contrôle de surveillance et présente quatre objectifs :

- assurer une quatrième campagne de suivi des paramètres généraux sur l'ensemble des masses d'eau ;
- réaliser une seconde campagne d'identification et de dénombrement du phytoplancton sur les 7 types d'eau marines identifiées à Mayotte ;
- acquérir des données sur le degré de contamination chimique de l'eau sur l'ensemble des masses d'eau par la technique des échantillonneurs passifs SBSE (Stir-Bar Sorptive Extraction) ;
- bancariser les données hydrologiques dans la base de données nationale de référence pour le milieu marin coordonnée par Ifremer : « Quadridge2 ».

L'ARVAM a donc été mandaté par le BRGM pour prendre en charge ces quatre tâches.

Le rapport complet du suivi des eaux côtières est annexé au présent rapport (cf. Annexe 2).

La démarche de bancarisation des données RHLM Mayotte est menée depuis 2010 par l'ARVAM conjointement avec l'équipe Ifremer Réunion et Ifremer Nantes. Afin de finaliser les modalités d'intégration de ces données, un groupe de travail a été mis en place et les données DCE récoltées à Mayotte et à la Réunion doivent être bancarisées d'ici à mi-2012.

#### 4.1.2. Compte rendu de la campagne de terrain

La campagne RHLM menée en avril 2011 s'inscrit dans le contexte des suivis hydrologiques DCE menés à Mayotte par l'ARVAM depuis 2008.

Le plan d'échantillonnage comprend (cf. Illustration 8 et Illustration 9) :

- 17 stations hydrologie ;
- 17 stations échantillonnage passif SBSE ;
- 7 stations phytoplancton.

Des moyens à la mer de type semi-rigide ont été affrétés pour cette opération (Mayotte Découverte, Mayotte Expl'eau).

Les méthodes employées, préconisées par Ifremer au plan national (Aminot et Kerouel, 2004), sont mises en œuvre par l'ARVAM depuis 2002 à la Réunion dans le cadre du RHLR (Réseau Hydrologique du Littoral Réunionnais). Une attention toute particulière est donnée à ces suivis afin de garantir une qualité optimale nécessaire à la bancarisation des données dans la base de données Quadridge2.

Aucun problème particulier n'a été rencontré lors de cette campagne de prélèvement.

## **4.2. SYNTHÈSE ET RESULTATS**

### **4.2.1. Volet hydrologie**

Les données hydrologiques brutes récoltées dans le cadre de la campagne d'avril 2011 sont présentées dans l'illustration 39. Il est également précisé les horaires de marées enregistrées sur Mayotte lors de l'échantillonnage.

Les données brutes des quatre campagnes RHLM ont été synthétisées sous forme de « fiche-masse d'eau » annexées au rapport de l'ARVAM (2011).

Suivi des réseaux de contrôle de surveillance DCE des masses d'eau de Mayotte - 2011

POINT	N_	CAMPAGNE	LONGITUDE_E	LATITUDE_S	J_M_A_HEUR	BATHY_m	TEMP_deg	COND_ms_pa r_cm	SALINITE ppt	OD_pourcent	CONC_OD mg_par_l	PROF_m	PH	PROF_m_2	ECH_n	MES mg_ par_l	VOL_FILTRE _l	TURBIDITE_f su	AMMONIUM_μ M	PHOSPHATES_μ M	CHLOROPHYLLE_μg par_l	PHAEO_μg_pa r_l	NITRATES_μM	NITRITES_μM	SOMME_NITRITE_μM	SILICATES_μM_SiOH4	
1	H12	4	45,0754	-12,799	04/04/2011 08:56	1	29,1	52,7/56,9	34,64	92,5	5,86	0	8,2	0	0	0	0	0,34	0,08	0,04	0,27	0,01	1,02	<0,04	1,05	3,57	
1	H12	4	45,0754	-12,799	04/04/2011 09:40	25	29	52,9	34,75	89,4	5,66	0	8,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	H9	4	45,0567	-12,6892	04/04/2011 10:10	1	29,2	52,8/57	34,7	91	5,78	0	8,21	0	0	0	0	0,44	0,02	0,04	0,45	0,07	1,28	0,04	1,32	3,37	
2	H9	4	45,0567	-12,6892	04/04/2011 10:30	25	28,9	52,8/56,8	34,74	90	5,72	0	8,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	H10	4	44,9995	-12,6761	04/04/2011 11:20	1	29,4	52,8/57,3	34,69	90,5	5,72	0	8,23	0	0	0	0	0,2	0,1	0,01	0,3	0,02	1,03	<0,04	1,06	2,93	
3	H10	4	44,9995	-12,6761	04/04/2011 11:50	25	29	52,9/57	34,76	90	5,72	0	8,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	H28	4	44,9712	-12,7821	04/04/2011 12:15	1	29,8	52,6/57,4	34,5	93,6	5,9	11,0/9,0	8,24	0	0	0	0	0,17	0,12	0,01	0,16	<0,002	2,47	0,04	2,51	2,75	
4	H28	4	44,9712	-12,7821	04/04/2011 12:40	50	28	53/56,1	34,88	95,5	6,14	11,0/9,0	8,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	H13	4	45,0227	-12,8284	04/04/2011 13:45	1	29,5	52,7/57,2	34,62	93	5,86	0	8,23	0	0	0	0	0,37	0,1	0,02	0,28	0,02	0,99	0,11	1,1	2,86	
5	H13	4	45,0227	-12,8284	04/04/2011 14:10	25	29,3	52,9/57,2	34,72	92,8	5,82	0	8,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	H17	4	45,132	-12,9163	04/06/2011 09:02	1	29,6	52,8/57,4	34,67	89,2	5,63	0	8,21	0	0	0	0	0,45	0,06	0,07	0,24	0,02	<0,08	<0,04	0,09	4,08	
6	H17	4	45,132	-12,9163	04/06/2011 09:03	9	29,4	52,8/57,2	34,67	91,8	5,72	0	8,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	H19	4	45,1253	-13,0031	04/06/2011 11:20	1	29,8	52,9/57,7	34,72	88,7	5,53	9	8,22	0	0	0	0	0,3	0,12	0,02	0,16	0,01	1,11	0,04	1,15	2,64	
7	H19	4	45,1253	-13,0031	04/06/2011 11:20	15	29,4	52,8/57,3	34,7	88,1	5,52	9	8,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	H6	4	45,1949	-12,6828	13/4/11 11:03 AM	1	30,1	53/58,2	34,78	89	5,45	1,0/1,0	8,19	0	0	0	0	0,24	0,1	0,03	0,29	<0,002	0,96	<0,04	0,98	2,52	
8	H6	4	45,1949	-12,6828	13/4/11 11:05 AM	10	29,2	52,9/57,1	34,74	88	5,56	1,0/1,0	8,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	H3	4	45,2787	-12,7526	13/4/11 12:09 PM	1	29,4	52,9/57,2	34,73	89	5,64	0	8,2	0	0	0	0	0,69	0,1	0,05	0,26	0,04	<0,08	0,04	0,08	2,52	
9	H3	4	45,2787	-12,7526	13/4/11 12:10 PM	5	29,3	52,9/57,1	34,72	91,3	5,77	0	8,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	H1	4	45,2686	-12,7811	13/4/11 2:34 PM	<0,5	29,6	52,9/57,6	34,75	72,7	4,94	0	8,25	0	0	0	0	0,34	11,74	9,88	0,35	0,15	0,28	0,09	0,37	3,26	
11	H2	4	45,2598	-12,7661	13/4/11 3:01 PM	<0,5	29,5	52,9/57,4	34,74	90	5,67	0	8,21	0	0	0	0	0,56	0,18	0,06	0,32	0,05	0,54	0,05	0,59	2,61	
11	H2	4	45,2598	-12,7661	13/4/11 3:01 PM	8	29,4	52,9/57,3	34,73	89	5,61	0	8,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	H4	4	45,1924	-12,7172	13/4/11 4:17 PM	<0,5	29,5	52,8/57,4	34,7	91	5,77	0	8,23	0	0	0	0	0,35	0,27	0,03	0,33	0,04	<0,08	<0,04	<0,08	2,56	
12	H4	4	45,1924	-12,7172	13/4/11 4:17 PM	18	29,3	52,9/57,2	34,74	88	5,58	0	8,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	H18	4	45,1291	-13,0383	14/4/11 9:35 AM	1	28,9	52,9/56,8	34,75	91	5,8	0	8,24	0	0	0	0	0,59	0,06	0,03	0,12	0,01	<0,08	0,04	<0,08	2,44	
13	H18	4	45,1291	-13,0383	14/4/11 9:57 AM	14	28,7	52,8/56,6	34,72	83	5,42	0	8,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	H21	4	45,2094	-12,9399	14/4/11 10:32 AM	1	29,3	52,9/57,2	34,73	85	5,4	0	8,2	0	0	0	0	0,59	0,12	0,1	0,16	0,02	0,1	<0,04	0,13	2,5	
14	H21	4	45,2094	-12,9399	14/4/11 10:34 AM	10	28,9	52,8/56,7	34,71	84	5,38	0	8,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	H27	4	45,2749	-12,8403	14/4/11 11:27 AM	1	29,9	52,9/57,9	34,72	87	5,41	6,5/7,5	8,2	0	0	0	0	0,32	0,09	0,05	0,27	0,04	<0,08	<0,04	<0,08	2,63	
15	H27	4	45,2749	-12,8403	14/4/11 11:28 AM	10	29,3	52,8/57,2	34,71	86	5,42	6,5/7,5	8,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	H24	4	45,2344	-12,8258	14/4/11 2:20 PM	1	30,1	52,9/58,1	34,71	91	5,6	7,5/9	8,2	0	0	0	0	0,51	0,04	0,05	0,34	0,06	<0,08	0,06	<0,08	2,85	
16	H24	4	45,2344	-12,8258	14/4/11 2:52 PM	17	29,4	52,8/57,2	34,7	79	5	7,5/9	8,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	H20	4	45,1885	-12,9345	14/4/11 4:15 PM	1	29,6	52,9/57,5	34,75	88	5,55	0	8,19	0	0	0	0	0,7	0,05	0,07	0,15	0,02	<0,08	0,04	<0,08	2,5	
17	H20	4	45,1885	-12,9345	14/4/11 4:45 PM	15	29	52,9/56,9	34,74	87	5,52	0	8,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Illustration 39 - Données brutes récoltées dans le cadre la campagne RHLM 2011.

#### 4.2.2. Volet micropolluants (SBSE)

La technique des SBSE a été appliquée à 17 stations RHLM.

L'analyse des barreaux SBSE, effectuée au CEDRE (Brest) a montré la présence d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et de pesticides sur la quasi-totalité des stations échantillonnées. Afin de mettre en perspective ces données, les résultats de la campagne pilote SBSE d'avril 2010 sur 6 sites très exposés aux intrants dans le champ proche (STEP, Port, fond de baie, etc.) sont présentés pour chaque famille de contaminants (ARVAM, 2010).

##### • Teneurs en HAP

D'un point de vue qualitatif, les analyses réalisées en 2011 ont détectées seulement deux molécules sur les stations RHLM contre 15 molécules en 2010 à proximité des points de rejets (cf. Illustration 40 et Illustration 41). L'acénaphthylène a été détecté sur l'ensemble des stations RHLM en 2011 alors qu'il n'avait été détecté sur aucune station côtière en 2010.

D'un point de vue quantitatif, la somme des HAP montre un degré de contamination des stations RHLM très significativement inférieure à celui observé sur les stations littorales en 2010.

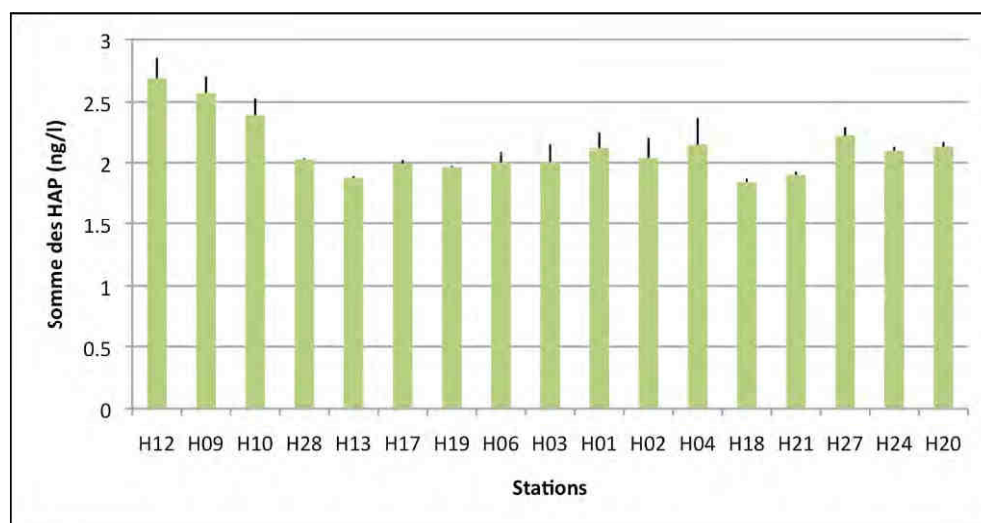


Illustration 40 - Somme des HAP (moyenne de triplicats) avec écartypes. Concentrations en ng/l mesurées par SBSE à chaque station.



(a) Avril 2010

Composés	Fond de baie		Eaux cotière				Eau Lagunaire	
	Village en amont du mouillage		Récif frangeant la ou au village	Port de commerce	Port militaire et de plaisance, vasène des badamiers	STEP	Récif frangeant en face de la décharge	Champ moyen Nord Est
	Baie Bouani	Motsangamouji	Port de Langoni	Port Dzaoudzi	Step de Mamoudzou	Decharge	Grand récif du NE	
Naphtalène	294,8	255,4	242,1	246,4	247,8	241,2	244,7	
Benzothiophène	2,4	1,9	2,8	1,7	1,8	1,9	1,7	
Biphényl	29,3	28,2	29,7	28,3	27,8	30,5	28,8	
Acénaphylène	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Acénaphthène	2,4	2,1	2,4	2,1	2,1	2,4	1,7	
Fluorène	7,3	7,1	7,3	6,6	7,2	7,6	7,0	
Dibenzothiophène	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Phénanthrène	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Anthracène	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Fluoranthène	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Pyrene	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Benzo[a]anthracène	20,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Chrysène	21,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Benzo[b]fluoranthène	83,1	31,3	14,6	2,4	1,2	0,9	6,0	
Benzo[k]fluoranthène	87,5	33,4	15,9	2,7	1,4	1,0	6,9	
Benzo[e]pyrène	101,2	44,4	22,8	5,2	3,5	2,5	11,8	
Benzo[a]pyrène	103,7	43,1	21,6	5,6	3,4	2,5	12,5	
Pérylène	106,9	50,5	27,4	7,7	4,9	3,6	15,5	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	92,9	72,8	54,0	27,5	20,4	23,6	41,2	
Dibenzo(a,h)anthracène	79,0	65,0	42,2	27,3	22,3	22,4	38,6	
Benzo(g,h,i)peryène	97,7	86,5	63,6	34,5	25,1	26,5	49,2	

(b) Avril 2011

Composés	H12	H09	H10	H28	H13	H17	H19	H06	H03	H01	H02	H04	H18	H21	H27	H24	H20
Naphtalène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Benzothiophène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Biphényl	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acénaphylène	1,23	1,19	1,10	1,02	0,95	0,98	0,99	1,06	1,11	1,15	1,13	1,23	0,94	0,97	1,06	1,07	1,09
Acénaphthène	1,46	1,38	1,29	1,01	0,93	1,02	0,97	0,94	0,90	0,97	0,90	0,92	0,90	0,93	1,16	1,03	1,04
Fluorène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dibenzothiophène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Phénanthrène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Anthracène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Fluoranthène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Pyrene	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo[a]anthracène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Chrysène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
benzo[b]fluoranthène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo[k]fluoranthène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo[e]pyrène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo[a]pyrène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Pérylène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dibenzo(a,h)anthracène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo(g,h,i)peryène	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Somme	2,7	2,6	2,4	2,0	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,0	2,1	1,8	1,9	2,2	2,1	2,1

Illustration 41 - Teneurs de HAP en ng/l (moyenne des triplicats). (a) avril 2010 ; (b) avril 2011.

• **Teneurs en PCB**

D'un point de vue qualitatif, les analyses réalisées en 2011 ont détectées seulement une molécule sur 9 des 17 stations RHLM (PCB 52) contre 10 molécules en 2010 sur des stations littorales soumises directement à des rejets (cf. Illustration 42 et Illustration 43). Le PCB 52 avait été détecté en 2010 et dans des gammes de valeurs comparables. D'un point de vue quantitatif, la somme des PCB montre un degré de contamination des stations RHLM très significativement inférieure à celui observé sur les stations littorales de 2010.

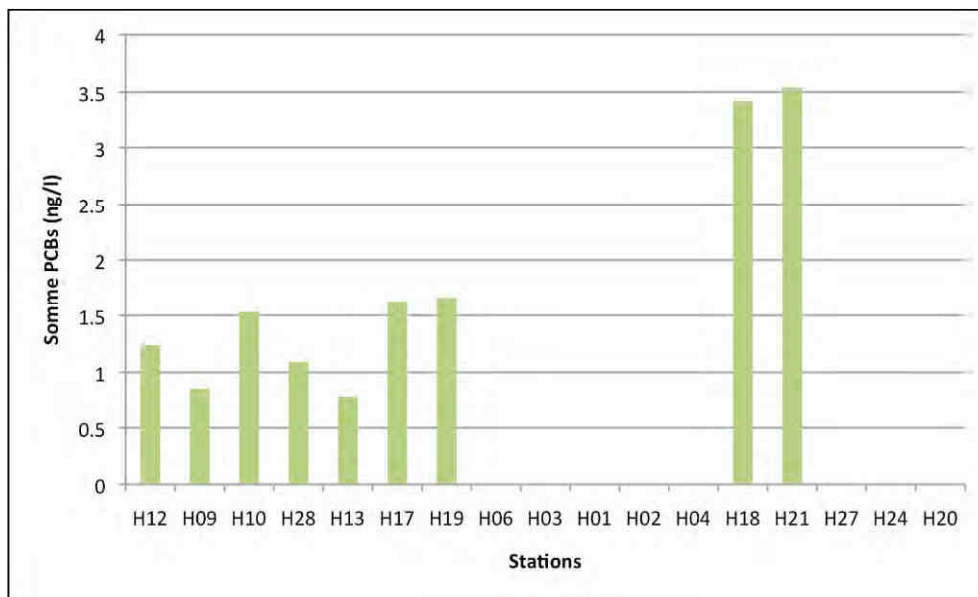


Illustration 42 - Somme des PCBs (moyenne de triplicats) avec écarts types. Concentrations en ng/l mesurées par SBSE à chaque station.



(a) avril 2010

	Fond de baie	Eaux cotière					Eau Lagunaire
	Village au nord de Mangochi	Récif frangeant face au village	Port de commerce	Port militaire et de plaisance, vasiers des badamiers	STEP	Récif frangeant en face de la décharge	Champ moyen Nord Est
	Baie Boueni	Motsangamouji	Port de Larogni	Port Dzaouzi	Step de Mamoudzou	Decharge	Grand récif du NE
PCB 7	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
PCB 28	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PCB 52	1,8	1,3	0,8	0,9	0,9	< 0,5	< 0,5
PCB 35	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PCB 101	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PCB 135	0,5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PCB 105	0,5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PCB 138	0,5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PCB 118	0,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PCB 153	1,5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PCB 156	8,8	< 0,5	< 0,5	ND	ND	ND	ND
PCB 180	8,5	0,7	< 0,5	ND	ND	ND	ND
PCB 169	20,6	7,2	< 0,5	< 0,5	ND	ND	< 0,5

(b) avril 2011

Composés	H12	H09	H10	H28	H13	H17	H19	H06	H03	H01	H02	H04	H18	H21	H27	H24	H20
PCB 7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
PCB 28	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
PCB 52	1,24	0,86	1,53	1,09	0,79	1,63	1,67	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3,42	3,54	<LQ	<LQ	<LQ
PCB 35	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
PCB 101	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
PCB 135	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
PCB 105	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
PCB 138	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
PCB 118	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
PCB 153	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
PCB 156	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
PCB 180	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
PCB 169	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Somme	1,2	0,9	1,5	1,1	0,8	1,6	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	3,5	0,0	0,0	0,0

Illustration 43 - Teneurs de PCBs en ng/l (moyenne des triplicats). (a) avril 2010 ; (b) avril 2011.

### • Teneurs en pesticides

Sur de nombreuses stations, des pesticides ont pu être quantifiés à des niveaux significatifs. 8 molécules (cf. Illustration 44, Illustration 45 et Illustration 46) ont été détectées sur au moins une des 17 stations et quatre molécules ont été détectées sur l'ensemble des stations (gamma BHC = Lindane, delta BHC, Endosulfan alpha et Métazachlore).

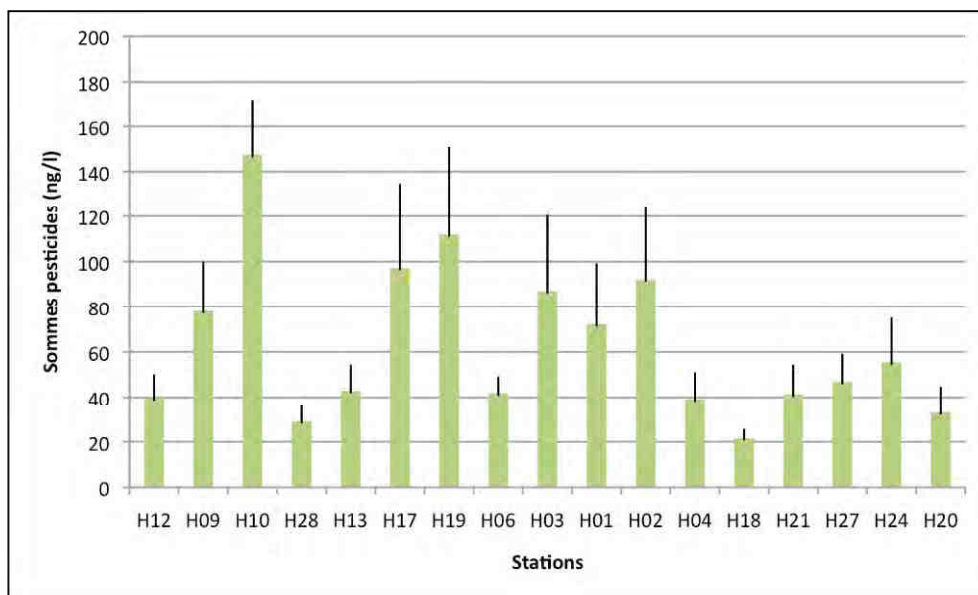


Illustration 44 - Somme des pesticides (moyenne de triplicats) avec écart types. Concentrations en ng/l mesurées par SBSE à chaque station en avril 2011.

Parmi les 8 molécules détectées, 6 molécules ont été détectées pour la première fois en milieu marin à Mayotte lors de cette campagne (cf. Illustration 45 et Illustration 46) :

- gamma-BHC (Lindane)
- delta-BHC
- Endrine
- Alachlore
- Metolachlore
- Metazachlore

Molécules	Nb de stations >LQ	Concentration moyenne	EC
		ng/l	ng/l
Alpha_BHC	16	1,1	0,3
gamma_BHC	17	1,4	0,3
Delta_BHC	17	7,4	1,1
Endosulfan alpha	17	1,0	0,3
Endrine	5	7,0	8,1
Alachlore	7	10,2	23,2
Metolachlore	1	0,5	0,0
Metazachlore	17	46,3	26,8

*Illustration 45 - Pesticides détectés en avril 2011 (nombre de stations contaminées, concentration moyenne sur les stations contaminées et écartypes).*



(a) avril 2010

	Fond de base		Eaux cotière				Eau Lagunaire
	Utilité de service de mangrove	Réef frangeant face au village	Port de commerce	Port militaire et de plaisance, vallée des badamiers	STEP	Réef frangeant en face de la décharge	Champ moyen Nord Est
	Base Srouni	Motsangamouji	Port de Langoni	Port Dzoutzi	Step de Mamoudzou	Decharge	Grand recif du NE
Alpha-BHC	11,1	8,0	ND	ND	ND	ND	ND
Beta-BHC	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Gamma-BHC	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Delta-BHC	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Aldrine	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Endosulfan	2,8	2,5	8,3	5,2	19,5	4,9	12,7
Isodrine	1,0	ND	7,2	ND	4,0	ND	ND
Dieldrine	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Endrine	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Alachlore	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Atrazine	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Metolachlore	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Metazachlore	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Endosulfan sulfate	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4'-DDE	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4,4'-DDE	0,6	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4'-DDD	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4,4'-DDD	3,6	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4'-DDT	5,1	1,3	1,8	1,6	1,5	1,6	3,3
4,4'-DDT	6,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND

(b) avril 2011

Composés	H12	H09	H10	H28	H13	H17	H19	H06	H03	H01	H02	H04	H18	H21	H27	H24	H20
Alpha_BHC	1,01	0,98	0,95	0,74	0,83	1,05	1,57	1,41	0,73	0,88	0,88	1,02	1,15	1,07	1,80	1,07	<LQ
beta_BHC	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LD
gamma_BHC	1,40	1,74	1,90	1,55	1,35	1,38	1,69	1,40	1,46	1,26	1,32	1,45	0,98	1,31	1,02	1,25	0,91
Diazinon	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Delta_BHC	8,62	8,70	10,23	8,32	8,27	6,86	8,06	7,56	6,59	6,44	6,37	6,71	7,17	6,84	8,09	6,56	6,26
Aldrine	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Endosulfan alpha	0,62	0,81	0,85	0,79	0,88	1,32	1,35	1,66	0,98	0,67	1,39	1,26	0,97	0,80	1,31	0,67	0,61
Endosulfan beta	<LD	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LD	<LQ	<LD	<LQ	<LQ	<LQ	<LD	<LD	<LD	<LQ
Isodrine	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Dieldrine	<LQ	<LD	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Endrine	<LQ	1,52	19,8	<LQ	1,30	<LD	<LQ	10,0	<LQ	<LD	<LQ	<LQ	<LD	<LQ	2,14	<LQ	<LD
Alachlore	0,83	3,89	62,8	<LQ	0,78	<LQ	0,90	<LQ	<LQ	<LQ	1,40	<LQ	0,83	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Metolachlore	<LQ	<LQ	0,51	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Metazachlore	27,1	60,4	50,4	17,6	31,9	86,6	98,3	19,8	77,3	62,9	80,9	28,7	10,5	31,3	32,5	45,9	25,3
Endosulfan sulfate	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LD	<LQ	<LQ	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LQ	<LQ	<LD
2,4' DDE	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
4,4' DDE	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LD	<LQ
2,4' DDD	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
4,4' DDD	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
2,4' DDT	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
4,4' DDT	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Somme	39,6	78,1	147,5	29,0	42,9	97,2	111,9	41,9	87,0	72,1	92,2	39,2	21,6	41,3	46,8	55,5	33,1

Illustration 46 - Teneurs en pesticides en ng/l (moyenne des triplicats) en avril 2011 (a) avril 2010 ; (b) avril 2011.

Parmi ces 6 molécules non détectées en 2010, trois molécules présentent des pics de concentrations sur certaines stations :

- Endrine, insecticide dont la NQE est de 5 ng/l (max de 19,8 ng/l sur H10) ;
- Alachlore, herbicide dont la NQE est de 300 ng/l (max de 62,8 ng/l sur H10) ;
- Metazachlore, herbicide (86,6 ng/l sur H17, 93,8 ng/l sur H19 et 80,9 ng/l sur H02).

Le lindane (gamma-BHC) présente des concentrations assez proches sur les 17 stations : 1,4 ng/l +/- 0,3. Ces concentrations sont significatives si on les compare aux valeurs déterminées dans les eaux de divers océans et mers (cf. Illustration 47). Le lindane est un insecticide organochloré qui présente une forte rémanence dans l'environnement et ces niveaux de contamination peuvent avoir pour origine d'anciens épandages. L'hypothèse d'un épandage récent n'est pas à exclure, bien que le pesticide soit interdit à l'usage en France, il semble qu'il soit encore utilisé notamment à la Réunion. Il a été détecté à la Réunion en 2009 par la technique SBSE dans le cadre du programme PEPS mené par IFREMER en partenariat avec l'ARVAM. Les valeurs étaient nettement plus élevées avec pour 808 ng/l dans sur la station RHLR de Grande anse (Réunion – 974).

Localisation	$\alpha$ -HCH	$\gamma$ -HCH
Mer des Tchouktches	1.4	0.18
Mer de Béring	1.5	0.19
Golfe d'Alaska	1.6	0.26
Pacifique Nord Est	0.87	0.17
Pacifique Nord	0.2	0.047
Mer des Caraïbes	0.18	0.036
Golfe du Mexique	0.044	0.014
Atlantique Nord	0.12	0.021
Mer Méditerranée	0.18	0.15
Mer Rouge	0.089	0.019
Est de la Chine	0.48	0.078
Sud de la Chine	0.38	0.097
Détroit de Malacca	0.36	0.12
Mer de Célèbes	0.24	0.043
Mer de Java	0.046	0.012
Golfe du Bengale et mer d'Arabie	0.61	0.11
Est Océan Indien	0.074	0.020
Sud Océan Indien	0.028	0.0082

*Illustration 47 - Moyenne des concentrations en HCH (ng/l) dans l'eau de surface de divers océans et mers (Gonzalez et al., 2009)*

Les concentrations en endosulfan sont supérieures à la NQE (0,5ng/l) sur l'ensemble des stations échantillonnées. Les teneurs en endrine sur les stations H10 et H6 sont supérieures à la NQE (pesticides cyclodiènes :  $\Sigma=5$  ng/l).

	NQE-MA Eaux de transition / Eaux marines (ng/l)	NQE-CMA Eaux marines (ng/l)	LD requise (1/3 de la NQE- MA)
<b>Métaux (DGT)</b>			
Cd	200	1500	67
Pb	7 200	so	2 400
Ni	20 000	so	6 667
<b>Pesticides (POCIS)</b>			
Alachlore (SBSE aussi)	300	700	100
Atrazine (SBSE aussi)	600	2 000	200
Chlorfenvinphos	100	300	33
Chlorpyrifos	30	100	10
Diuron	200	1 800	67
Endosulfan (SBSE aussi)	0,5	4	0.2
Isoproturon	300	1 000	100
Simazine	1 000	4 000	333
Trifluraline	30	so	10
<b>Pesticides (SBSE)</b>			
Pesticides cyclodiènes	$\Sigma=5$	so	1.7
Aldrine			
Dieldrine			
Endrine			
Isodrine			
Hexachlorobenzène	10	50	3
DDT total	25	so	8
<b>Alkylphénols (POCIS)</b>			
Nonylphénol 4NP	300	2 000	100
Octylphénol 4OP	10	so	3
<b>HAP (SBSE)</b>			
Naphtalène	1 200	so	400
Anthracène	100	400	33
Fluoranthène	100	1 000	33
Benzo(b+k)fluoranthène	$\Sigma=30$	so	10
Benzo(a)pyrène	50	100	17
Benzo(g,h,i)pérylène + Indéno(1,2,3-cd)pyrène	$\Sigma=2$	so	0.7

*Illustration 48 - Normes de Qualité Environnementales (NQE) pour les composés mesurés faisant partie de la liste des substances prioritaires de la DCE (NQE-MA : Moyenne Annuelle ; NQE-CMA : Concentration maximale admissible ; so : sans objet).*

#### 4.2.3. Volet micro et nanophytoplancton

Le phytoplancton du lagon de l'île de Mayotte a été étudié au cours de deux campagnes de prélèvements conduites en octobre 2010 et avril 2011. Sept stations

réparties autour de l'île ont été échantillonnées selon deux méthodes complémentaires : des traits de filet pour récolter les principales espèces du microplancton ( $> 20 \mu\text{m}$ ) et des prélèvements d'eau permettant de récolter le nanophytoplancton ( $< 20 \mu\text{m}$ ) et d'obtenir les densités du phytoplancton à chaque station.

L'analyse taxonomique menée sur les deux types d'échantillons a permis d'identifier 177 taxons qui se répartissent entre trois groupes principaux : les diatomées, les dinoflagellés et les coccolithophoracées. Les peuplements de diatomées ont une forte caractéristique planctonique avec une diversité importante du genre *Chaetoceros* et de la famille des *Rhizosoleniaceae*. Pour les dinoflagellés, le genre *Ceratium* présente le plus grand nombre d'espèces et renforce le caractère planctonique de la flore. Les influences néritiques ne sont cependant pas absentes, mais ne sont pas prépondérantes. L'abondance du phytoplancton reste modeste, ne dépassant pas 23 000 cellules.l<sup>-1</sup>. Les plus fortes abondances sont réalisées par des groupes du nanophytoplancton, en particulier les coccolithophoracées.

La comparaison des sept stations étudiées ne permet pas de mettre en évidence une répartition spatiale particulière. Il y a de fortes variations entre les stations, tant du point de vue de la composition du phytoplancton, que de son abondance, sans qu'il soit possible de mettre en évidence un gradient particulier. En revanche, il y a une variation saisonnière significative entre le mois d'octobre en saison sèche et le mois d'avril en fin de saison des pluies. Cette variation se traduit par un passage d'un plancton dominé par les diatomées à un plancton dominé par les dinoflagellés. En même temps, une cyanophycée filamenteuse se développe en abondance dans les eaux du lagon. D'un point de vue quantitatif, ce changement saisonnier se traduit par une importance moindre des coccolithophoracées en avril 2011, remplacées alors par les prasinophycées.

Enfin, concernant les espèces potentiellement nuisibles, un certain nombre d'entre elles ont été observées dans les échantillons, mais jamais en abondance. Vu le petit nombre d'échantillons étudiés, on ne peut exclure la possibilité d'une efflorescence algale ponctuelle dans des conditions environnementales particulières. Cela étant, le marnage important qui prévaut à Mayotte limite le risque de stagnation des eaux propice à de tels développements.



## 5. Conclusions

### 5.1. CONCLUSIONS SUR LA GESTION DU RESEAU DE CONTROLE DE SURVEILLANCE DES MASSES D'EAU DE MAYOTTE

Cette première année de suivi des réseaux de contrôle de la surveillance des masses de Mayotte a permis les avancées suivantes en vue de l'évaluation de l'état écologique :

- L'acquisition de données physico-chimiques pour l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau souterraine.
- L'acquisition de données physico-chimique des masses d'eau superficielles continentales qui permettra à terme de mieux appréhender les spécificités des rivières mahoraises et de déterminer les relations entre la physico-chimie et la biologie en vue d'évaluer l'état écologique de ces masses d'eau.
- L'acquisition de données biologiques (poissons et macrocrustacées, diatomées et macroinvertébrés) qui participeront à terme à l'élaboration d'indicateurs pour l'évaluation de l'état des masses d'eau superficielles continentales.
- L'acquisition de données physico-chimiques et chimiques pour l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau côtières.

De même, cette année a permis de tester et d'affiner les protocoles pour l'analyse des paramètres physico-chimiques des masses d'eau :

- Pour les eaux côtières, les protocoles et méthodes utilisées continuent à démontrer leur intérêt en assurant une qualité optimum de la mesure et une mise en œuvre et un coût raisonnable.
- Pour les eaux superficielles et souterraines, il apparaît nécessaire :
  - o de programmer les campagnes pour assurer des délais d'acheminements minimum (< 3 jours). En complément, un suivi de la température dans les glaciaires sera proposé en 2012.
  - o d'analyser les paramètres évoluant rapidement (MES, turbidité, DCO, DBO5 et microbiologie) localement pour diminuer les coûts de transport et garantir la fiabilité des résultats. En ce sens, les partenariats avec les laboratoires locaux sont à entretenir et des opérations de coopération avec des laboratoires métropolitains ne pourraient qu'améliorer cette situation.
  - o La titration de l'alcalinité et la mesure des ions hydrogénocarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) et carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) n'ont pas été réalisées localement en 2011. Il est proposé qu'en 2012 ces analyses soient réalisées

directement par les préleveurs du BRGM dans les 12 heures suivant le prélèvement.

## 5.2. PROGRAMME 2012

Le suivi de l'année 2012 s'inscrira dans la continuité des travaux menés jusqu'à présent. Le projet sera entièrement piloté par le BRGM qui assurera l'animation du projet (comités de pilotage, participation aux réunions, communication et présentation des résultats), la mise en œuvre technique et la coordination des différents sous-traitants. La partie analytique sera sous-traitée à un laboratoire agréé ou à un laboratoire local pour les paramètres évoluant rapidement (bactériologie, DBO5 et DCO). Le volet hydrobiologique sera sous-traité à un organisme compétent pour les environnements mahorais. Ce programme comprendra :

- Opérations menées sur les masses d'eau souterraines (4 masses d'eau) :
  - o Surveillance de routine sur 6 stations (5 forages AEP, 1 piézomètre) à la fréquence de 2 fois par an (hautes et basses eaux).
- Opérations menées sur les masses d'eau de surface (29 masses d'eau) :
  - o Surveillance des paramètres écologiques pour 14 stations pour les poissons et crustacés et 15 stations pour les macroinvertébrés et les diatomées à la fréquence d'une campagne dans l'année en période de basses eaux.
  - o Surveillance des paramètres physico-chimiques sur 10 stations en rivière à la fréquence de 6 fois par an.
  - o Surveillance sur 10 stations en rivière des substances de l'état chimique à la fréquence de 12 fois par an et surveillance des polluants spécifiques de l'état écologique à la fréquence de 4 fois par an.
- Bancarisation des données (ADES et NAIADES), rapport de synthèse final et recommandations
- Coordination du projet par le BRGM

## 6. Bibliographie

### ***Textes réglementaires***

Arrêté du 12 janvier 2010 relatif aux méthodes et aux critères à mettre en œuvre pour délimiter et classer les masses d'eau et dresser l'état des lieux prévu à l'article R. 212-3 du Code de l'Environnement (NOR : DEVO1000661A).

Arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du Code de l'Environnement (NOR : DEVO1001031A).

Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R.212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du Code de l'Environnement (NOR : DEVO1001032A).

Circulaire DCE n° 2005-14 du 26/10/05 relative à la surveillance des eaux souterraines en France, en application de la directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000

DIRECTIVE 2008/105/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 16 décembre 2008 établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau, modifiant et abrogeant les directives du Conseil 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE et modifiant la directive 2000/60/CE.

Schéma directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de Mayotte et Programme de Mesures pour la période 2010-2015.

### ***Rapports et études***

Aminot A., Kerouel R., (2004). Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Editions de l'Ifremer. Méthodes d'analyses en milieu marin. 336 p. ISBN 2-84433-133-5.

Aminot A., Kerouel R., (2007). Dosage automatique des nutriments dans les eaux marines. Editions de l'Ifremer. Méthodes d'analyses en milieu marin. 336 p. ISBN 978-2-7592-0023-8.

Jaouën T., Akbaraly A., Winckel A. (2011) - Définition des réseaux de surveillance DCE de l'état qualitatif des masses d'eau souterraines, cours d'eau et côtières. Rapport final. RP-58229-FR. 153 p., 47 ill.

Jaouën T., Winckel A. (2010) – Définition du réseau de contrôle de surveillance DCE de la qualité des cours d'eau, des eaux souterraines et littorales de Mayotte. Programme 2010. Rapport d'avancement BRGM/RP-58228-FR, 162 pages, 50 illustrations et 9 annexes.

Malard A. et Winckel A. (2009) - Réseaux de surveillance de la qualité des eaux de surface, souterraines et côtières de Mayotte. Programme 2009. Rapport BRGM/RP-57377-FR, 114 pages, 6 illustrations, 16 tableaux et 5 annexes.

Malard A. (2008) – Définition du réseau DCE de surveillance qualitative des eaux souterraines de Mayotte - BRGM/RP-56772-FR. 92 p., 22 Ill, 5 ann.

Malard A., Winckel A. (2008). Définition des réseaux de surveillance DCE de la qualité des eaux souterraines, de surface et côtières de Mayotte – BRGM/RP-56774-FR, 218 p., 48 Ill., 9 ann.

Rodier, J. avec la collaboration de Bazin C., Broutin, J-C., Chambon, P., Champsaur, H., Rodi, L. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduelles, eau de mer. DUNOD. 8<sup>ème</sup> édition. 1996.





## **Annexe 1**

# **Rapports du suivi écologique des masses d'eau superficielles continentales**

**(sous-traitance ARDA)**





Le suivi biologique des masses d'eau superficielles continentales a fait l'objet de trois rapports annuels distincts annexés au présent rapport dont la page de couverture est présentée ci-après :

- ARDA (2012) Suivi 2011 de contrôle de surveillance de l'état biologique des masses d'eau superficielles continentales de Mayotte – Volet poissons et macrocrustacés. Rapport final. 65 p., 7 tab., 3 ann.
- ASCONIT (2012) Suivi du réseau de contrôle de surveillance de l'état biologique des masses d'eau superficielles continentales de Mayotte. Campagne 2011 – Volet Diatomées. Rapport final. 40 p., 14 fig., 12 tab., 1 ann.
- ETHYC'O (2011) Réseau de contrôle de surveillance des cours d'eau de Mayotte. Suivi 2011 – Volet Macroinvertébrés benthiques. 47 p., 8 tab., 2 ann.



# Suivi de contrôle et de surveillance de l'état biologique des masses d'eau superficielles continentales de Mayotte

Campagne 2011

Volet poissons et macrocrustacés



**Rapport final**

*Février 2012*

Henri Grondin

*Sous la direction de :* Pierre Bosc



*Centre des Eaux Douces – Pôle Études et Recherches*

Association Loi 1901

Siège Social : Z.I. Les Sables – BP 16 – 97427 ETANG SALE (LA REUNION)  
tél. : 0262 26 50 02 – fax : 0262 26 50 01 – E-mail : arda.reunion@wanadoo.fr  
Code APE : 7211 Z – SIRET 383 532 637 00014 – SIREN 383 532 63

BRGM

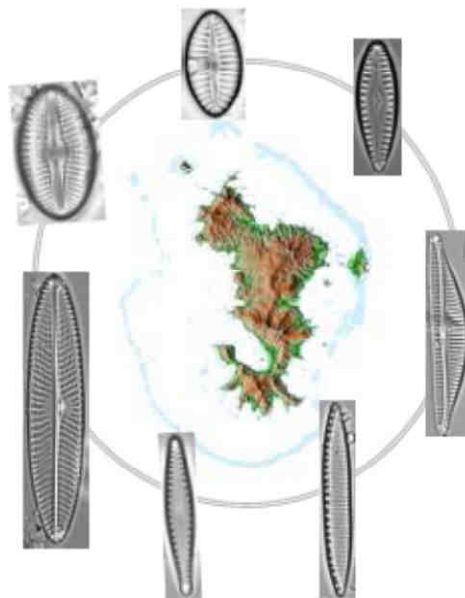


Cours d'eau de Mayotte

**Suivi du réseau de contrôle et de surveillance de l'état biologique des masses d'eau superficielles continentales de MAYOTTE**  
**Campagne 2011**  
**Volet Diatomées**

Rapport Final

Février 2012



ASCONIT CONSULTANTS  
Avance de la Révision  
c/o ARVAM  
La Technopôle – Rodrigues II  
3, rue Henri Clément  
97490 Sainte Clotilde  
Tél. : 02.62.28.39.06  
Mobile : 06.85.89.47.71

Février 2012



**RESEAU DE CONTROLE DE SURVEILLANCE  
DES COURS D'EAU DE MAYOTTE  
SUIVI 2011**

**VOLET MACROINVERTEBRES BENTHIQUES**



**Nathalie MARY**

ETude des HYdro-systèmes  
COntinentaux Tropicaux (ETHYC'O)  
N° Tahiti : 877514  
RCS Papeete TPI 08 1530 A

Février 2012

## **Annexe 2**

### **Rapports du suivi du Réseau Hydrologique du Littoral Mahorais (RHLM)**

**(sous-traitance ARVAM)**



Les travaux de suivi du réseau de contrôle de surveillance des masses d'eau côtières a fait l'objet d'un rapport annexé à ce rapport :

- ARVAM (2012) Réseau hydrologique du littoral mahorais. Campagne d'avril 2011. Rapport final. 43 p., 9 fig., 17 tab., 5 ann.

Maître d'ouvrage



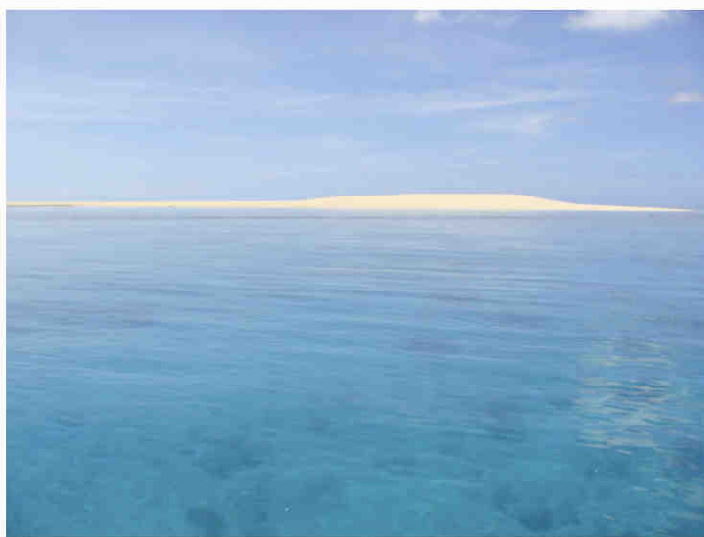
Maître d'œuvre



## Réseau Hydrologique du Littoral Mahorais (RHLM)

-----

Rapport final - campagne avril 2011



Partenaires :



- Mars 2012 -







## **Annexe 3**

# **Comptes rendus de prélèvement des masses d'eau superficielles et souterraines**

## **LEGENDE**

NUM_STATION	Numéro de la station
RIVIERE / FORAGE	Nom de la rivière ou du forage
X_RGM04	X en RGM04 en mètres
Y_RGM04	Y en RGM04 en mètres
DATE_HEURE	Date et heure du prélèvement
TEMP	Température en °C
PH	pH en unité S.I.
EH	Eh brute
EH_NHE	Eh nhe
COND	Conductivité à 25°C en $\mu\text{S}/\text{cm}$
O2_%	Oxygène dissous en %
O2_MGL	Oxygène dissous en mg/l
DATE_HEURE_GLA	Date et heure du conditionnement en glacière (sur le terrain)
DATE_HEURE_REFRI	Date et heure du transfert dans un stockage réfrigéré (bureau du BRGM ou laboratoire local)
OBSERVATIONS	Remarques diverses

## Compte rendu de prélèvement du 07/02/11 (eaux superficielles continentales)

NUM_STATION	RIVIERE	X_RGM04	Y_RGM04	DATE_HEURE	TEMP	PH	EH	EH_NHE	COND	O2_%	O2_MGL	DATE_HEURE_GLAC	DATE_HEURE_REFRI	OBSERVATIONS
MAY00017	LONGONI	517947	8591780	07/02/2011 07:50	24,9	7,99	157	364	159	126	10,3	07/02/2011 08:05	07/02/2011 15:30	
MAY00001	BOUYOUNI	515 354	8591620	07/02/2011 08:40	24,6	7,75	136	343	84,2	132	10,51	07/02/2011 08:55	07/02/2011 15:30	MES importante, seulement ~450 ml ont pu être filtré pour la détermination de l'indice chlorophylle a et phéophytine
MAY00018	BATIRINI	512105	8589381	07/02/2011 09:20	25,3	7,16	26	246	152,7	101,5	8,19	07/02/2011 09:30	07/02/2011 15:30	
MAY00019	CHIRINI	511350	8587436	07/02/2011 10:00	25,5	7,74	147	353	233	109,6	8,74	07/02/2011 10:25	07/02/2011 15:30	
MAY00013	OUROVENI	513856	8584071	07/02/2011 10:40	25,2	7,76	179	386	135,1	121,7	9,89	07/02/2011 11:35	07/02/2011 15:30	MES importante, seulement ~825 ml ont pu être filtré pour la détermination de l'indice chlorophylle a et phéophytine
MAY00004	COCONI	513959	8581126	07/02/2011 11:15	25,6	7,82	241	447	152	127	10,2	07/02/2011 11:35	07/02/2011 15:30	MES importante, seulement ~500 ml ont pu être filtré pour la détermination de l'indice chlorophylle a et phéophytine
MAY00021	DJALIMOU	512406	8567951	07/02/2011 12:20	26,1	8,06	244	450	385	118,7	9,25	07/02/2011 12:40	07/02/2011 15:30	
MAY00007	DEMBENI	518798	8580409	07/02/2011 13:30	26,7	8,04	242	448	301	125,2	9,93	07/02/2011 13:50	07/02/2011 15:30	Point de prélèvement déplacé de 60 mètres en amont du radier qui montrait des traces de lessives
MAY00009	KWALE	521587	8584241	07/02/2011 14:10	26,5	8,04	235	441	196,3	130,1	10,27	07/02/2011 14:20	07/02/2011 15:30	
MAY00024	GOULOUE	522210	8585007	07/02/2011 14:40	26,1	7,98	226	432	146,1	121,5	9,74	07/02/2011 14:50	07/02/2011 15:30	

**Attention : les valeurs mesurées in situ pour l'oxygène dissous semblent erronées.**

## Compte rendu de prélèvement du 07/02/11 (eaux superficielles continentales et eaux souterraines)

NUM_ STATION	RIVIERE / FORAGE	X_RGM04	Y_RGM04	DATE_HEURE	TEMP	PH	EH	EH_NHE	COND	O2_%	O2_MGL	DATE_HEURE_ REFRI	OBSERVATIONS
MAY00017	LONGONI	517947	8591780	04/04/2011 07:30	25,1	7,82	367	587	163,8	96,6	7,88	04/04/2011 19:00	
MAY00001	BOUYOUNI	515 354	8591620	04/04/2011 08:00	25,2	7,57	374	594	120,6	97,1	7,83	04/04/2011 19:00	
MAY00018	BATIRINI	512105	8589381	04/04/2011 09:20	25,2	7,38	162	382	150,4	84,4	6,76	04/04/2011 19:00	
MAY00019	CHIRINI	511350	8587436	04/04/2011 10:30	25,5	7,66	347	566	197,2	90,7	7,32	04/04/2011 19:00	
MAY00013	OUROVENI	513856	8584071	04/04/2011 10:45	26,1	7,6	278	497	110,4	95,3	7,61	04/04/2011 19:00	
MAY00004	COCONI	513959	8581126	04/04/2011 11:30	26	7,78	298	517	125,1	99,8	7,95	04/04/2011 19:00	
MAY00021	DJALIMOU	512406	8567951	04/04/2011 12:30	25,9	8,22	317	536	384	98,2	7,84	04/04/2011 19:00	
MAY00007	DEMBENI	518798	8580409	04/04/2011 15:30	26,6	8,08	259	478	265	99,9	7,89	04/04/2011 19:00	
MAY00009	KWALE	521587	8584241	04/04/2011 16:30	26,7	7,83	307	526	213	98,6	8,06	04/04/2011 19:00	
MAY00024	GOULOUE	522210	8585007	04/04/2011 18:00	26,4	8,06	307	526	183,8	101,1	8,28	04/04/2011 19:00	
12307X0046	BOUYOUNI-MERESSE	524143	8585957	04/04/2011 08:40	28	7,77	371	589	235	83,1	6,44	04/04/2011 19:00	
12306X0017	MTSANGAMOUJI F1	509588	8590301	04/04/2011 10:00	28,4	8,7	356	573	264	66,9	5,14	04/04/2011 19:00	
12316X0032	MRONABEJA	513 698	8565361	04/04/2011 13:15	27,4	7,57	198	416	603	6,66	5,38	04/04/2011 19:00	
12313X0021	TSARARANO	518759	8580531	04/04/2011 16:00	27,5	5,73	293	511	126,5	2,3	0,18	04/04/2011 19:00	
12307X0022	KWALE	520198	8585191	04/04/2011 17:00	26,7	7,86	309	528	335	99,7	8,13	04/04/2011 19:00	
12307X0021	KAWENI	523833	8589221	04/04/2011 18:30	28,8	7,78	294	511	472	91,7	7,51	04/04/2011 19:00	

## Compte rendu de prélèvement du 06/06/11 (eaux superficielles continentales)

NUM_STATION	RIVIERE	X_RGM04	Y_RGM04	DATE_HEURE	TEMP	PH	EH	EH_NHE	COND	O2_%	O2_MGL	DATE_HEURE_REFRI	OBSERVATIONS
MAY00017	LONGONI	517947	8591780	06/06/2011 08:15	24,3	8,14	253,1	479,15	277	96,8	8,05	06/06/2011 15:00	Echantillons pour DBO5, DCO, MES, Turbidité déposés à la station de l'Ourovéni à 14:00
MAY00001	BOUYOUNI	515 354	8591620	06/06/2011 08:50	25,2	7,59	137,2	362,6	213	86,5	7,15	06/06/2011 15:00	
MAY00018	BATIRINI	512105	8589381	06/06/2011 09:10	24	7,03	148,7	374,96	146,5	80,3	6,74	06/06/2011 15:00	
MAY00019	CHIRINI	511350	8587436	06/06/2011 09:45	24,4	7,78	254,4	480,37	212	88,7	7,47	06/06/2011 15:00	
MAY00013	OUROVENI	513856	8584071	06/06/2011 10:10	24,5	7,56	253,5	479,4	127,7	90,9	7,57	06/06/2011 15:00	
MAY00004	COCONI	513959	8581126	06/06/2011 10:30	24,5	7,77	352,8	578,7	128,6	93	7,76	06/06/2011 15:00	
MAY00021	DJALIMOU	512406	8567951	06/06/2011 11:30	24,6	8,19	328,8	554,63	308	96,9	8,14	06/06/2011 15:00	
MAY00007	DEMBENI	518798	8580409	06/06/2011 12:30	26	8,09	350,5	575,33	304	95,4	7,78	06/06/2011 15:00	
MAY00009	KWALE	521587	8584241	06/06/2011 13:00	25,4	7,91	339	564,26	242	89,3	7,39	06/06/2011 15:00	
MAY00024	GOULOUE	522210	8585007	06/06/2011 13:30	26,5	7,73	333,5	557,97	213	83,2	6,7	06/06/2011 15:00	

## Compte rendu de prélèvement du 01/08/11 (eaux superficielles continentales et eaux souterraines)

NUM_STATION	RIVIERE	X_RGM04	Y_RGM04	DATE_HEURE	TEMP	PH	EH	EH_NHE	COND	O2_%	O2_MGL	DATE_HEURE_REFRI	OBSERVATIONS
MAY00017	LONGONI	517947	8591780	01/08/2011 07:00	22,9	8,05	270,2	490	290	90,4	7,78	01/08/02011 19:30	
MAY00001	BOUYOUNI	515 354	8591620	01/08/2011 07:30	23,2	7,65	260,7	481	258	62,8	5,39	01/08/2011 19:30	
MAY00018	BATIRINI	512105	8589381	01/08/2011 09:00	23,2	6,57	78	298	148	96,2	8,22	01/08/2011 19:30	
MAY00019	CHIRINI	511350	8587436	01/08/2011 10:00	23,2	7,88	275,3	495	225	86,3	7,4	01/08/2011 19:30	
MAY00013	OUROVENI	513856	8584071	01/08/2011 10:30	21,8	7,79	368	589	157	86,2	7,61	01/08/2011 19:30	
MAY00004	COCONI	513959	8581126	01/08/2011 11:00	22,4	7,68	364	585	138	80,2	6,96	01/08/2011 19:30	
MAY00021	DJALIMOU	512406	8567951	01/08/2011 12:00	23,2	8,43	278,6	499	396	97,7	8,37	01/08/2011 19:30	Traces de lessive sur les rochers en amont
MAY00007	DEMBENI	518798	8580409	01/08/2011 14:30	24,7	8,23	300,6	520	341	92,2	7,75	01/08/2011 19:30	
MAY00009	KWALE	521587	8584241	01/08/2011 16:30	24,2	7,76	352	571	297	57,5	4,84	01/08/2011 19:30	
MAY00024	GOULOUE	522210	8585007	01/08/2011 17:30	25,1	7,74	334	553	290	49,5	4,09	01/08/2011 19:30	
12307X0046	BOUYOUNI-MERESSE	524143	8585957	01/08/2011 08:00	28,1	7,89	291,7	508	239	75,1	7,1	01/08/2011 19:30	
12306X0017	MTSANGAMOUJI F1	509588	8590301	22/08/2011 07:30	28,2	8,78	172,4	389	261	48,1	3,74	22/08/2011 09:30	Forage AEP hors-service le 01/08/11 à 09:30, électricien SOGEA sur place : problème indéterminé / Prélèvement effectué le 22/08/11
12316X0032	MRONABEJA	513698	8565361	01/08/2011 12:30	27,2	7,62	309,6	527	599	85	6,76	01/08/2011 19:30	
12313X0021	TSARARANO	518759	8580531	01/08/2011 18:45	27,3	5,99	411	628	149	12,4	1	01/08/2011 19:30	Puits à proximité (10 m) cf rapport "110801 puit tsararano"
12307X0022	KWALE	520198	8585191	02/08/2011 14:00	26,2	8,13	315,2	533	329	98,9	7,98	01/08/2011 19:30	
12307X0021	KAWENI	523833	8589221	01/08/2011 18:00	28,3	5,91	335	551	477	87,1	6,79	01/08/2011 19:30	



## Compte rendu de prélèvement du 03/10/11 (eaux superficielles continentales)

NUM_STATION	RIVIERE	X_RGM04	Y_RGM04	DATE_HEURE	TEMP	PH	EH	EH_NHE	COND	O2_%	O2_MGL	DATE_HEURE_REFRI	OBSERVATIONS
MAY00017	LONGONI	517947	8591780	03/10/2011 07:30	23,7	7,93	208,5	434,17	286	92,8	7,89	03/10/2011 15:30	
MAY00001	BOUYOUNI	515 354	8591620	03/10/2011 08:00	24,8	7,24	213	437,89	224	50,5	4,18	03/10/2011 15:30	
MAY00018	BATIRINI	512105	8589381	03/10/2011 09:00	23,4	6,78	71,8	297,69	150,3	60,9	5,18	03/10/2011 15:30	
MAY00019	CHIRINI	511350	8587436	03/10/2011 09:30	23	7,76	179	405,17	226	86,5	7,44	03/10/2011 15:30	
MAY00013	OUROVENI	513856	8584071	03/10/2011 11:00	22,2	7,51	337,8	564,55	170,3	79,7	6,94	03/10/2011 15:30	
MAY00004	COCONI	513959	8581126	03/10/2011 12:00	23,3	7,36	451	676,96	158	70,5	5,99	03/10/2011 15:30	
MAY00021	DJALIMOU	512406	8567951	03/10/2011 13:00	24,1	8,15	385	610,39	403	97,5	8,22	03/10/2011 15:30	
MAY00007	DEMBENI	518798	8580409	03/10/2011 13:30	25,9	7,81	363	587,1	371	47,2	3,83	03/10/2011 15:30	
MAY00009	KWALE	521587	8584241	03/10/2011 14:00	26,6	7,52	346	569,6	331	17,2	1,39	03/10/2011 15:30	
MAY00024	GOULOUE	522210	8585007	03/10/2011 14:30	27,2	7,61	323,1	546,27	302	42	3,26	03/10/2011 15:30	

## Compte rendu de prélèvement du 05/12/11 (eaux superficielles continentales)

NUM_STATION	RIVIERE	X_RGM04	Y_RGM04	DATE_HEURE	TEMP	PH	EH	EH_NHE	COND	O2_%	O2_MGL	DATE_HEURE_REFRI	OBSERVATIONS
MAY00017	LONGONI	517947	8591780	05/12/2011 07:30	25,7	7,8	234,5	464,75	284	93	7,52	05/12/2011 15:00	
MAY00001	BOUYOUNI	515 354	8591620	05/12/2011 00:00	26,5	7,3	114	343,67	241	24,3	1,96	05/12/2011 15:00	
MAY00018	BATIRINI	512105	8589381	05/12/2011 08:30	25,1	6,79	108	338,67	143,3	60	4,91	05/12/2011 15:00	
MAY00019	CHIRINI	511350	8587436	05/12/2011 09:00	25,2	7,45	205,5	436,1	195	84,6	6,96	05/12/2011 15:00	
MAY00013	OUROVENI	513856	8584071	05/12/2011 10:00	25,4	7,48	327,5	557,96	148	85,4	6,95	05/12/2011 15:00	
MAY00004	COCONI	513959	8581126	05/12/2011 10:30	26	7,51	299,4	529,43	206	47,8	3,84	05/12/2011 15:00	
MAY00021	DJALIMOU	512406	8567951	05/12/2011 11:30	26,1	8,09	281,8	511,76	407	91,8	7,39	05/12/2011 15:00	
MAY00007	DEMBENI	518798	8580409	05/12/2011 12:15	27,1	7,27	272	501,25	344	46,2	3,67	05/12/2011 15:00	Pluie
MAY00009	KWALE	521587	8584241	05/12/2011 13:45	27,3	7,54	172	401,1	340	16,3	1,32	05/12/2011 15:00	Grosse pluie battante
MAY00024	GOULOUE	522210	8585007	05/12/2011 14:00	26,9	7,52	290	519,39	96,6	96	7,9	05/12/2011 15:00	Grosse pluie battante, Gouloué en crue (voir photo), point décalé vers l'amont pour accéder à la rivière (521821 ; 8585302)



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**Service géologique régional de Mayotte**  
9, centre Amatoula  
Z.I. Kawéni – B.P. 363  
97600 – Mamoudzou - France  
Tél. : 02 69 61 28 13