

Régularisation des captages AEP de la commune de Cilaos au titre des codes de l'Environnement et de la Santé Publique

Dossier d'enquête publique préalable à la DUP – Captages de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses

Décembre 2015

66809 / B – Volume 4

Commune de Cilaos - Mairie de Cilaos

66 rue du Père Boiteau

97413 CILAOS

Tél. : 02.62.31.89.89



Présenté par

Antea Group

Agence de la Réunion

Métier Eau

55, rue Jules Auber

97400 SAINT-DENIS

Tél. : 02.62.20.95.88

Ocea Consult'

236Bis, ch Concession Condé

97 432 Ravine des Cabris

Tél. : 06.92.30.54.12



Sommaire

	Pages
1. PREAMBULE.....	6
2. PRESENTATION DES CAPTAGES DU SECTEUR DE PALMISTE ROUGE	7
2.1. RAPPEL DU RESEAU DE PALMISTE ROUGE ET ILET A CALEBASSE	7
2.2. CAPTAGES BRAS DES CALUMETS (12284X0035).....	8
2.2.1. Localisation, situation foncière et accessibilité.....	8
2.2.2. Caractéristiques techniques des ouvrages.....	10
DEMANDE D'AUTORISATION AU TITRE DU CODE DE LA SANTE PUBLIQUE ET INSTAURATION DES MESURES DE PROTECTION	17
3. CAPTAGE CALUMETS HAUT.....	19
3.1. VULNERABILITE DE LA RESSOURCE	19
3.1.1. Nature de la ressource	19
3.1.2. Protection naturelle et caractéristiques des formations de recouvrement.....	19
3.1.3. Mode d'écoulement en période d'étiage et de pluie et « temps de concentration ».....	19
3.2. VULNERABILITE LIEE AU CAPTAGE	20
3.3. EVALUATION DES RISQUES DE DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'EAU	20
3.3.1. Qualité de l'eau captée	20
3.3.2. Environnement immédiat	21
3.3.3. Mode d'occupation des sols et sources potentielles de pollution	21
3.4. MESURES DE PROTECTION DU CAPTAGE.....	21
3.4.1. Périmètre de protection immédiate (source : Avis de l'HgA)	22
3.4.2. Périmètre de protection rapprochée (source : Avis de l'HgA)	22
3.4.3. Zone de surveillance renforcée (source : Avis de l'HgA).....	24
3.4.4. Avis de l'hydrogéologue agréé – Synthèse (source : Avis de l'HgA)	24
3.4.5. Propositions observations de la Régie Communale par rapport aux prescriptions de l'hydrogéologue agréé	25
3.4.6. Etat parcellaire du périmètre de protection rapprochée	26
4. CAPTAGES CALUMETS BAS.....	27
4.1. VULNERABILITE DE LA RESSOURCE	27
4.1.1. Nature de la ressource	27
4.1.2. Protection naturelle et caractéristiques des formations de recouvrement.....	27
4.1.3. Mode d'écoulement en période d'étiage et de pluie et « temps de concentration ».....	27
4.2. VULNERABILITE LIEE AU CAPTAGE	28
4.3. EVALUATION DES RISQUES DE DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'EAU	28
4.3.1. Qualité de l'eau captée	28
4.3.2. Environnement immédiat	29
4.3.3. Mode d'occupation des sols et sources potentielles de pollution	29
4.4. MESURES DE PROTECTION DU CAPTAGE.....	30
4.4.1. Périmètre de protection immédiate (source : Avis de l'HgA)	30
4.4.2. Périmètre de protection rapprochée (source : Avis de l'HgA)	31
4.4.3. Zone de surveillance renforcée (source : Avis de l'HgA).....	32
4.4.4. Avis de l'hydrogéologue agréé – Synthèse (source : Avis de l'HgA)	32
4.4.5. Propositions / observations de la Régie communale par rapport aux prescriptions de l'hydrogéologue agréé	33
4.4.6. Etat parcellaire du périmètre de protection rapprochée	34

5.	CAPTAGE CALUMETS HAUT +	35
5.1.	VULNERABILITE DE LA RESSOURCE	36
5.1.1.	Nature de la ressource	36
5.1.2.	Protection naturelle et caractéristiques des formations de recouvrement.....	36
5.1.3.	Mode d'écoulement en période d'étiage et de pluie et « temps de concentration ».....	37
5.2.	VULNERABILITE LIEE AU CAPTAGE	37
5.3.	EVALUATION DES RISQUES DE DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'EAU	38
5.3.1.	Qualité de l'eau captée	38
5.3.2.	Environnement immédiat	38
5.3.3.	Mode d'occupation des sols et sources potentielles de pollution	38
5.4.	MESURES DE PROTECTION DU CAPTAGE.....	38
5.4.1.	Périmètre de protection immédiate.....	38
5.4.2.	Périmètre de protection rapprochée.....	39
5.4.3.	Zone de surveillance renforcée	40
5.4.4.	Etat parcellaire du périmètre de protection rapprochée	40
6.	MOYENS DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'EAU.....	42
7.	PROTECTION DYNAMIQUE DES OUVRAGES	43
8.	JUSTIFICATION DES PRODUITS DE TRAITEMENT A METTRE EN ŒUVRE.....	44
8.1.	QUALITE DE L'EAU	44
8.1.1.	Eaux brutes	44
8.1.2.	Eau produite.....	44
8.1.3.	Eau distribuée	45
8.1.4.	Cas particulier des évolutions de la turbidité.....	46
8.2.	JUSTIFICATION DU TRAITEMENT APPLIQUE.....	49
9.	ENGAGEMENTS DE LA COMMUNE	50
9.1.	AMENAGEMENTS ET ACTIONS QUE LA COMMUNE S'ENGAGE A REALISER	50
9.2.	ESTIMATIONS DES DEPENSES	50
	DEMANDE D'AUTORISATION AU TITRE DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT.....	53
10.	METHODOLOGIES MISES EN ŒUVRE POUR L'ETUDE DE L'INCIDENCE DES PRELEVEMENTS SUR LA RESSOURCE EN EAU	55
10.1.	METHODOLOGIE POUR L'ÉVALUATION DES DEBITS CARACTERISTIQUES.....	55
10.1.1.	Définition	55
10.1.2.	Rappel de la réglementation.....	56
10.1.3.	Caractérisation de la ressource disponible : Méthodologie pour l'estimation des débits caractéristiques	57
10.2.	METHODOLOGIE POUR L'ÉTUDE DE L'INCIDENCE SUR L'ÉCOULEMENT DES EAUX.....	60
10.3.	METHODOLOGIE POUR L'ÉTUDE DE L'INCIDENCE SUR LES MILIEUX.....	60
10.3.1.	Analyse des enjeux biologiques au site de captage	61
10.3.2.	Inventaire de la macro faune aquatique.....	61
10.3.3.	Franchissabilité de l'ouvrage par les peuplements observés	61
10.3.4.	Synthèse de l'impact de l'ouvrage sur la continuité biologique des peuplements.....	61
10.4.	METHODOLOGIE POUR L'ÉVALUATION DES DEBITS RESERVES.....	62
10.4.1.	Qualification des écoulements.....	62
10.4.2.	Détermination des débits réservés.....	62
11.	LES DEBITS PRELEVES SUR LES CAPTAGES DE PALMISTE ROUGE	63
11.1.	VOLUMES PRODUITS SUR CALUMETS HAUTS	63
11.2.	VOLUMES PRODUITS SUR CALUMETS BAS	64

Commune de Cilaos - Régularisation des captages d'eau potable au titre des codes de l'Environnement et de la Santé
 Publique - Dossier d'enquête publique préalable à la DUP
 Captages de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses

66809 B – Volume 4

11.3.	VOLUMES CAPTES SUR CALUMETS HAUT +	65
11.4.	ESTIMATION DES DEBITS PRELEVES	65
12.	CAPTAGES CALUMETS BAS, HAUT ET HAUT +	67
12.1.	INCIDENCE DES CAPTAGES SUR LA RESSOURCE EN EAU	67
12.1.1.	<i>Détermination des débits caractéristiques aux captages</i>	<i>67</i>
12.1.2.	<i>Incidence sur la ressource en eau souterraine</i>	<i>69</i>
12.1.3.	<i>Incidence sur l'écoulement des eaux.....</i>	<i>70</i>
12.2.	INCIDENCE DES CAPTAGES SUR LA CONTINUITÉ ECOLOGIQUE	71
12.2.1.	<i>Enjeux biologiques au site de captage.....</i>	<i>71</i>
12.2.2.	<i>Inventaire de la faune piscicole.....</i>	<i>72</i>
12.2.3.	<i>Franchissabilité de l'ouvrage par les peuplements en place.....</i>	<i>72</i>
12.2.4.	<i>Synthèse de l'impact des ouvrages sur la continuité biologique des peuplements.....</i>	<i>73</i>
12.3.	APPLICATION DE LA RÉGLEMENTATION EN MATIÈRE DE DEBITS RESERVES.....	74
12.3.1.	<i>Evaluation du débit réservé</i>	<i>74</i>
12.3.2.	<i>Aménagement en matière de mise en place des débits réservés</i>	<i>75</i>
13.	INCIDENCE DE L'ENTRETIEN DES OUVRAGES SUR LE MILIEU	76
14.	COMPATIBILITÉ AVEC LES OUTILS DE PLANIFICATION DE LA GESTION DE L'EAU	76
14.1.	LE SDAGE	76
14.2.	LE SDAGE 2016-2021, ACTUELLEMENT EN COURS D'ÉLABORATION	81
14.3.	LE SAGE	82
15.	MOYENS DE SUIVI OU D'ÉVALUATION DES PRELEVEMENTS	87
16.	CONCLUSION SUR L'INCIDENCE DES PRELEVEMENTS ET LE DEBIT RESERVE	89

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Insertion des captages de Palmiste Rouge sur le réseau 7

Figure 2 : Carte de localisation des captages Bras des Calumets et extension des bassins versants. 9

Figure 3 : Esquisse 3D du captage Calumet Haut + (communiquée par les services techniques de Cilaos) 10

Figure 4 : Photographies de l'ouvrage maçonné du captage Calumets Haut + 11

Figure 5 : Plan du captage Calumets Haut (source : plan du réseau de la commune)..... 12

Figure 6 : Caractéristiques du captage Calumets Haut 13

Figure 7 : Dispositif de chloration en ligne..... 13

Figure 8 : Photos de l'environnement du captage Calumets Haut 14

Figure 9 : Photos du captage Calumets Bas et de son environnement..... 15

Figure 10 : Tracé du périmètre de protection rapprochée du captage Calumets Haut (fond IGN 1/25000) [source : Avis de l'hydrogéologue agréé pour le captage Calumets Haut N°BSS 1228-4X-0035 de novembre 2012]..... 24

Figure 11 : Tracé du périmètre de protection rapprochée du captage Calumets Bas (fond IGN 1/25000) [source : Avis de l'hydrogéologue agréé pour le captage Calumets Bas N°BSS 1228-4X-0035 de novembre 2012]..... 32

Figure 12 : comparaison des différents bassins versant des captages Calumets..... 35

Figure 13 : Tracé du périmètre de protection rapprochée du captage Calumets Haut + proposé 40

Figure 14 : Extension des périmètres de protection des captages Calumets bas, haut et Haut + sur un extrait du plan cadastral de Cilaos. 41

Figure 15 : Synoptique du réseau AEP de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses actuel 45

Figure 16 : Evolution de la turbidité pour les secteurs de Palmiste Rouge et d'Ilet Calebasses, entre 2010 et 2013 (données de l'autocontrôle) 47

Figure 17 : Production mensuelle au cours de l'année 2012 par le captage Calumets haut (source RECIL) 63

Figure 18 : Production annuelle, entre 2009 et 2012, du captage Calumets haut (source RECIL) 64

Figure 19 : Production mensuelle du captage Calumets Bas au cours de l'année 2012 (m³/mois)..... 64

Figure 20 : Production annuelle au captage Calumets Bas entre 2005 et 2012 (m³/an)..... 65

Figure 21 : Mesures de débits instantanés au niveau du captage Bras des Calumets bas (source ORE)..... 68

Figure 22 : Vue du radier routier sur le Bras des Calumets au niveau de la route d'Ilet à Calebasses. 71

Figure 23 : Vues du seuil de captage des Calumets Haut..... 72

Figure 24 : Vues du seuil de captage de Calumets Bas 73

Figure 25 : Exemple de chute « toboggan » constituant une barrière potentielle naturelle (à faible impact) pour le franchissement des anguilles 73

Figure 26 : Cartographie des Masses d'eau superficielle 78

Figure 27 : Cartographie des masses d'eau souterraine 79

Figure 28 : Orientations fondamentales du SDAGE et programme de mesures..... 80

Figure 29 : Objectifs environnementaux d'état global des masses d'eau superficielles et souterraines 81

Figure 30 : Le SAGE SUD à la Réunion 83

Figure 31 : Programme d'actions des orientations du SAGE SUD (1/2) 85

Figure 32 : Programme d'actions des orientations du SAGE SUD (2/2) 86

Figure 33: Extrait du synoptique du réseau sur le secteur de Palmistes Rouge 87

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : liste des captages AEP du secteur de Palmiste Rouge et Ilet à Calebasse et volumes faisant l'objet de la demande d'autorisation au titre du code de l'Environnement 6

Tableau 2 : Analyses in-situ de la qualité de l'eau du captage Calumets Haut 20

Tableau 3 : Analyses in-situ de la qualité de l'eau du captage Calumets Bas. 28

Tableau 4 : Contrôle de la turbidité sur les eaux brutes de 2006 à 2011 46

Tableau 5 : Données de référence simulées pour l'estimation des débits (source : Rapport Antea Group C25467) 59

Tableau 6 : Rappel des volumes annuels produits pour l'AEP à partir des captages alimentant Palmiste Rouge et Ilet Calebasses..... 66

Tableau 7 : Estimation des consommations d'eau pour l'irrigation des Ilets Calebasses et Fougères (estimation de la RECIL)	66
Tableau 8 : Débits caractéristiques au captage Calumets Bas.	69
Tableau 9 : Débits caractéristiques aux captages Calumets Haut et Haut +.	69
Tableau 10 : Caractéristiques des stations d'échantillonnages sur le Bras des Calumets.	72
Tableau 11 : Synthèse de l'impact des captages du Bras des Calumets Haut et Bas sur la continuité biologique des peuplements	74

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1. Analyses de la qualité de l'eau à la ressource pour les différents captages
- Annexe 2. Avis des hydrogéologues agréés en matière d'hygiène publique, relatifs à la définition des périmètres de protection des captages
- Annexe 3. Compte rendu de l'ARS de la réunion « point d'étape » du 21/05/2013
- Annexe 4. Analyses de la qualité des eaux produites et distribuées sur les secteurs de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses

1. Préambule

La Commune de Cilaos souhaite régulariser la situation administrative de ses captages d'eau potable et engager les procédures visant à la sécurisation de ses ressources par la mise en place de périmètres de protection.

La demande d'autorisation, au titre des codes de l'Environnement et de la Santé Publique, de prélever et de distribuer l'eau pour les captages qui alimentent la commune de Cilaos, porte sur 16 captages différents.

Afin de faciliter l'instruction de la demande, le dossier a été découpé en différents volumes, correspondant aux différents secteurs de distribution :

- Notice explicative
- Secteur de Cilaos Ville et Mare Sèche
- Secteurs de Bras Sec et Peter Both
- Secteur de Palmiste Rouge et Ilet à Calebasse
- Secteur d'Ilet à Cordes

Le présent rapport concerne le secteur de distribution de Palmiste Rouge Ilet à Calebasse.

Sur ce secteur, la demande d'autorisation de prélèvement est effectuée pour les volumes suivants :

Tableau 1 : liste des captages AEP du secteur de Palmiste Rouge et Ilet à Calebasse et volumes faisant l'objet de la demande d'autorisation au titre du code de l'Environnement

Captage	Bassin versant	Indice National	Volumes⁽¹⁾ prélevés par captages	Volumes⁽²⁾ faisant l'objet de la demande de prélèvement
Calumets Bas	Petit Bras de Cilaos	1228-4X-0035	420 000 m ³ /an	867 000 m ³ /an
Calumets Haut			377 000 m ³ /an	
Calumets Haut +			70 000 m ³ /an	

(1) : volumes estimés d'après la connaissance des captages par la RECIL et le besoin en eau du secteur

(2) : volume demandés par secteur de distribution

2. Présentation des captages du secteur de Palmiste Rouge

Sont présentés dans ce rapport les éléments pour la régularisation au titre des codes de la Santé Publique et de l'Environnement pour les captages du secteur de Palmiste Rouge et Ilet à Calebasse.

Les captages qui alimentent le secteur de Palmiste Rouge et Ilet à Calebasse sont :

- Captage Bras des Calumets Haut
- Captage Bras des Calumets Bas
- Captage Bras des Calumets Haut + (en cours de mise en service)

2.1. Rappel du réseau de Palmiste Rouge et Ilet à Calebasse

Ci après est présenté le raccordement des différents captages au réseau de distribution d'eau potable de Palmiste Rouge. Le synoptique complet est présenté dans la notice explicative.

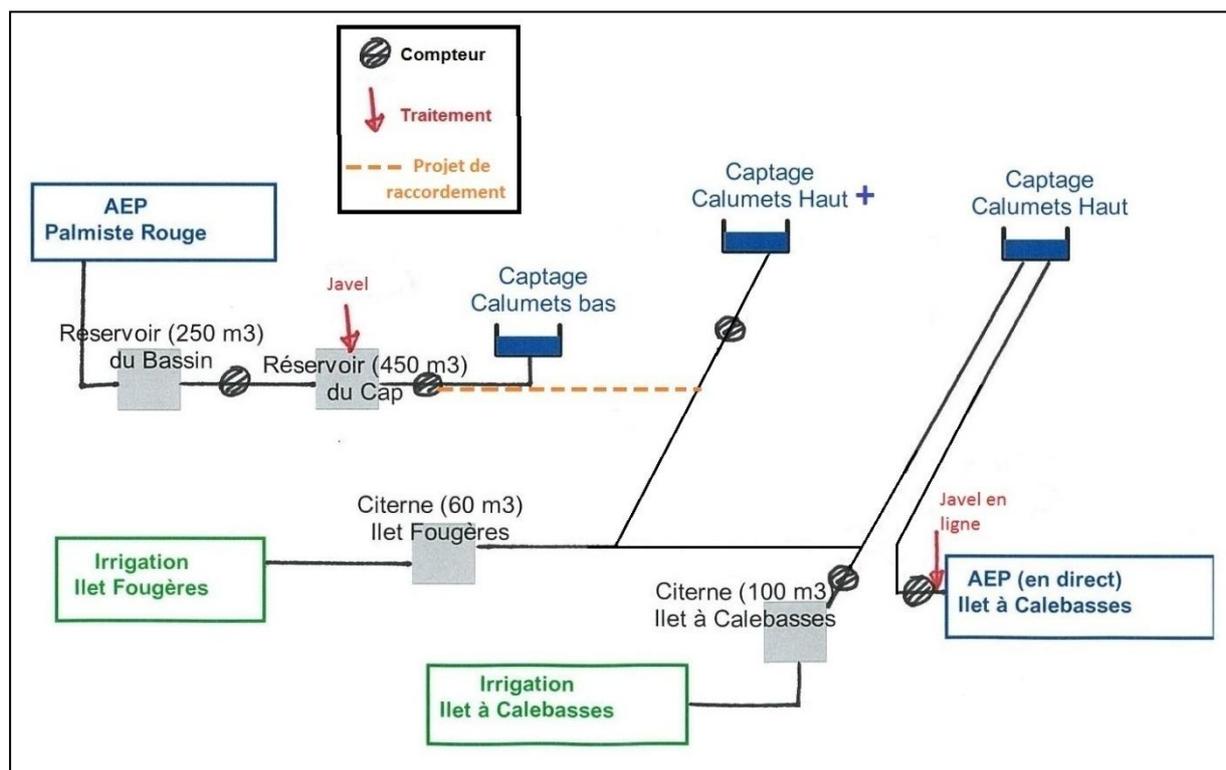


Figure 1 : Insertion des captages de Palmiste Rouge sur le réseau

D'après les informations communiquées par la régie des eaux de Cilaos, avant distribution de l'eau pour le secteur de Palmiste Rouge, il y a une désinfection (javel) au niveau du réservoir du Cap, et il y a une désinfection en ligne (javel) pour Ilet à Calebasse.

2.2. Captages Bras des Calumets (12284X0035)

2.2.1. Localisation, situation foncière et accessibilité

Le captage Bras des Calumets Haut, réalisé en 2005, n'est pas enregistré dans la BSS.

La localisation du captage Calumets Bas, d'après les coordonnées BSS, présente un décalage avec la position donnée par le délégataire et les observations faites lors de la visite de l'ouvrage.

La localisation du captage Calumets Haut + a été communiquée par la RECIL, ce captage situé en amont du captage Calumets Haut a été réalisé en 2013.

Les coordonnées des captages ont fait l'objet d'un levé topographique de terrain en aout 2015. Les coordonnées ci-après sont celles de ce levé qui diffèrent des coordonnées précédemment prises en considération :

Captages	n° BSS	coordonnées par levé de terrains		
		X	Y	Z
Calumets Bas	12284X0035	342 935	7 658 683	977
Calumets Haut		343 035	7 658 941	1 016
Calumets Haut +		343 232	7 659 475	1 121

Les Captages Bras des Calumets Haut +, Calumets Haut et Calumets Bas sont implantés sur la ravine des Calumets, située sur les basses pentes du rempart Est du cirque de Cilaos, au sud-est du Grand Piton.

Ils sont à environ 1 km au nord de l'ilet Palmiste Rouge.

Pour atteindre ces captages il faut partir du réservoir du Cap situé au nord de l'ilet Palmiste Rouge. Pour rejoindre le captage Calumets Bas il faut suivre le sentier le long de la canalisation arrivant au réservoir puis remonter un peu la ravine, on arrive au captage après 15 min de marche environ.

Pour rejoindre le captage Calumets Haut il faut emprunter le sentier des calumets sur environ 500 m puis descendre vers la ravine, à droite du sentier, à travers la végétation sur environ 100 m. Il faut ensuite remonter la ravine sur environ 200 m.

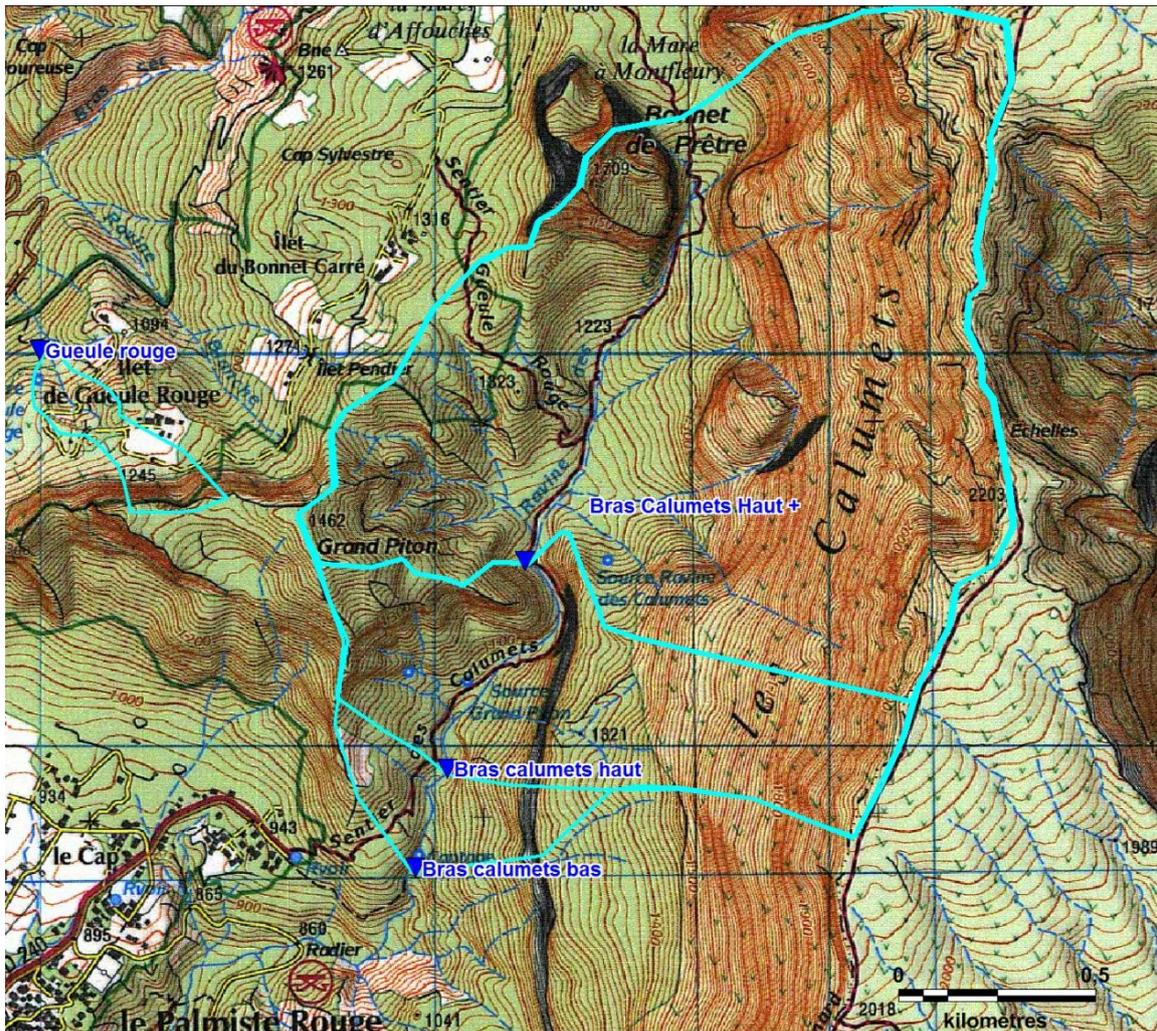


Figure 2 : Carte de localisation des captages Bras des Calumets et extension des bassins versants.

- Références cadastrales :
 Les captages se trouvent sur des parcelles non numérotées correspondant à la ravine des Calumets
- Zonage PLU :
 Les captages Calumets Haut +, Haut et Bas sont situés en zone N (naturelle) du PLU de Cilaos.

2.2.2. Caractéristiques techniques des ouvrages

Nous avons effectué la visite des captages Calumets Haut et Bas le 11/08/2011.

Les deux captages sont constitués de barrages en maçonnerie. Le captage Calumets Bas existe depuis 1976, le captage Calumets Haut a été réalisé en amont de ce captage en 2005.

Le captage Calumets Haut + réalisé en amont du captage Calumets Haut en 2013, n'a pas fait l'objet de visite, les informations présentées ci-après sont les informations communiquées par la RECIL.

2.2.2.1. Captage Calumets Haut +

Le captage Calumets Haut + est constitué d'un mur en maçonnerie qui permet la formation d'un bassin ou est captée l'eau. Le mur est équipé d'une vanne de vidange.

Les dimensions de l'ouvrage sont les suivantes :

- Hauteur (max) = 1,40 m ;
- Longueur du mur = 5,70 m ;
- Diamètre de la prise d'eau = 150mm en fonte
- Diamètre de la vanne de vidange = 370 mm.

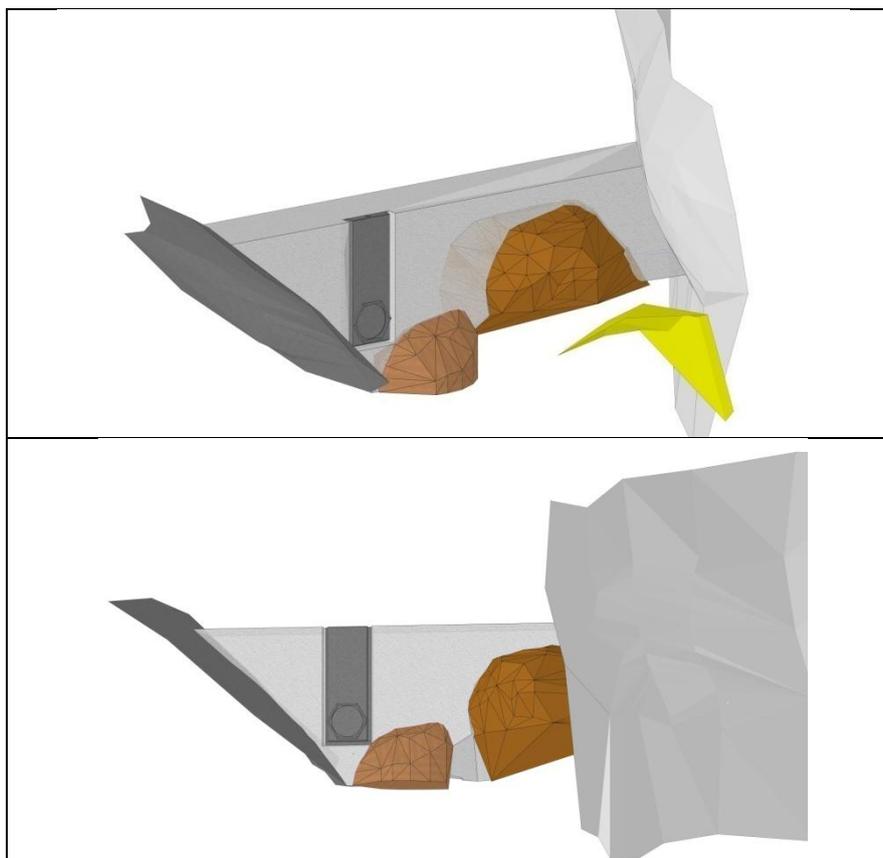


Figure 3 : Esquisse 3D du captage Calumet Haut + (communiquée par les services techniques de Cilaos)



Figure 4 : Photographies de l'ouvrage maçonné du captage Calumets Haut +

Pour l'instant il y a une conduite de départ du captage Calumets Haut +. La conduite est en fonte au niveau de l'ouvrage maçonné, en diamètre 150 mm. La conduite est ensuite en PEHD et est raccordée à la citerne d'Ilet Fougères pour l'irrigation d'Ilet Fougères pour la phase de test de productivité du captage.

La ville de Cilaos envisage de raccorder ce captage au réservoir du CAP pour pallier au manque d'eau pour l'alimentation en eau potable de Palmiste Rouge.

2.2.2.2. Captage Calumets Haut

Le captage Calumets Haut est constitué d'un mur en maçonnerie qui permet la formation d'un bassin ou est captée l'eau. La prise d'eau est protégée par une crépine, l'eau est d'abord déversée dans un bassin collecteur, avant d'être acheminée jusqu'à Ilet à Calebasses et Ilet Fougères pour l'irrigation et l'AEP.

Le collecteur est en maçonnerie et est fermé par une plaque en tôle.

Le mur maçonné du barrage et le collecteur sont en bon état. Le bassin est équipé de deux bondes de vidange en bon état. Seule une partie du débit est captée, il y a une surverse au dessus de l'ouvrage qui permet l'alimentation du captage Calumets Bas.

Il y a deux canalisations en fonte, de diamètre 100 mm, au départ du collecteur. Ces canalisations ne sont plus en très bon état.

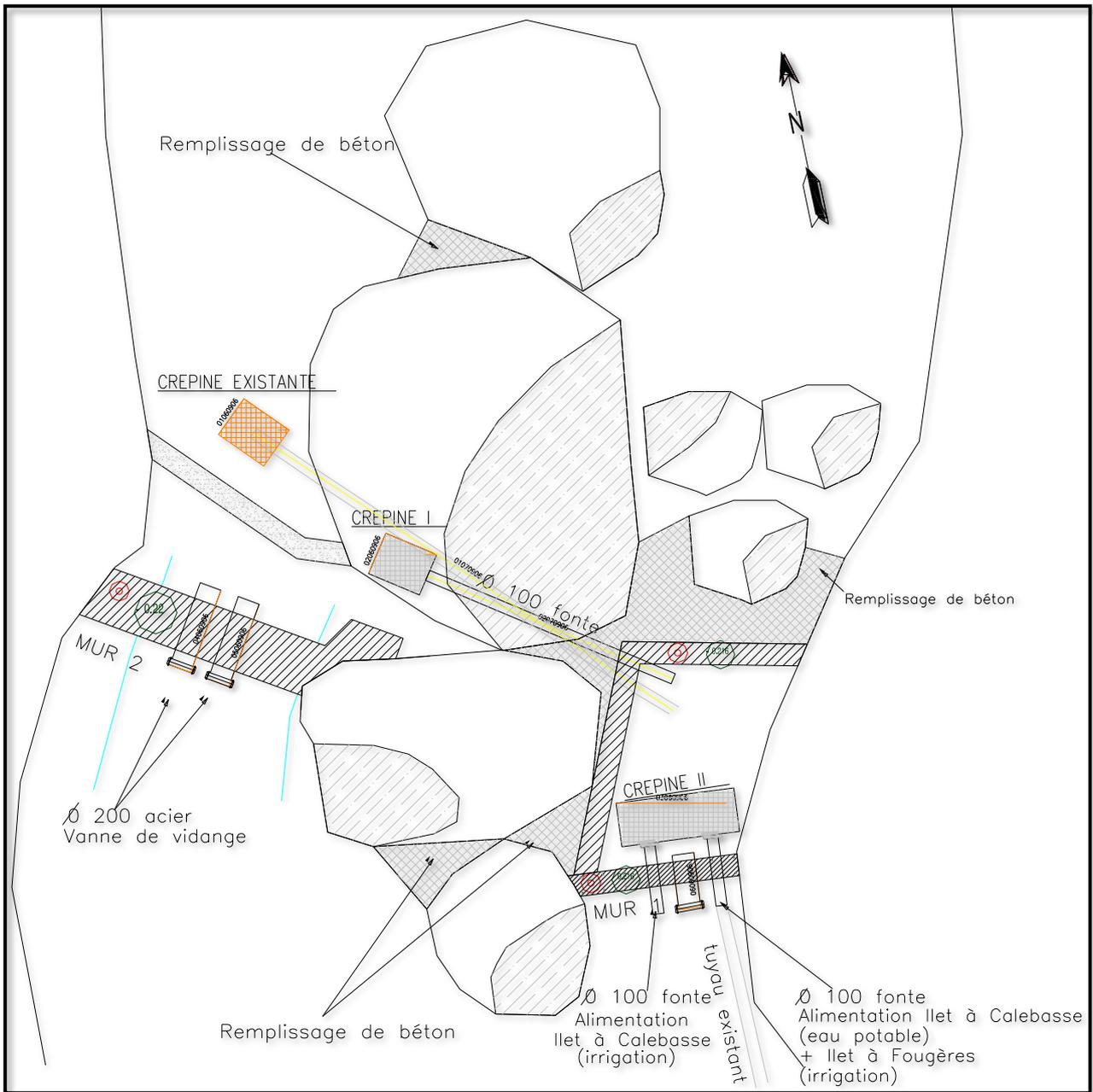


Figure 5 : Plan du captage Calumets Haut (source : plan du réseau de la commune)

	<p>Vue de l'aval de l'ensemble de l'ouvrage ; à gauche mur de barrage et à droite collecteur.</p> <p>Les dimensions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le mur : L = 2,60m et l = 0,50m - Le collecteur : 2m x 2,10m
	
<p>Mur du barrage (= Mur 2) avec deux boudes de vidange.</p>	<p>Collecteur fermé par une plaque métallique, posée non cadenassée.</p>

Figure 6 : Caractéristiques du captage Calumets Haut



Sur une des canalisations, une chloration en ligne est effectuée pour l'alimentation en eau potable d'Ilet à Calebasses.

Figure 7 : Dispositif de chloration en ligne

	
<p>Amont immédiat du captage</p>	<p>Cascade (derrière rocher à gauche) et bassin sur la ravine, quelques mètres en amont du captage</p>
	<p>Ravine à l'aval immédiat du captage</p>

Figure 8 : Photos de l'environnement du captage Calumets Haut

2.2.2.3. Captage Calumets Bas

Le captage est constitué d'un barrage en maçonnerie implanté en rive droite de la ravine, qui mesure 5,30 m de long, 0,60 m de large et 0,80 m de haut.

Le barrage est précédé par un ouvrage bétonné perpendiculaire qui protège le tube crépiné par lequel se fait la prise d'eau. Cet ouvrage mesure 2 m de long pour 0,60 m de large et n'est pas couvert. Le barrage est équipé d'une vidange. L'ouvrage est dans un état satisfaisant.

La totalité du débit n'est pas captée, Il y a une surverse au dessus de l'ouvrage maçonné.

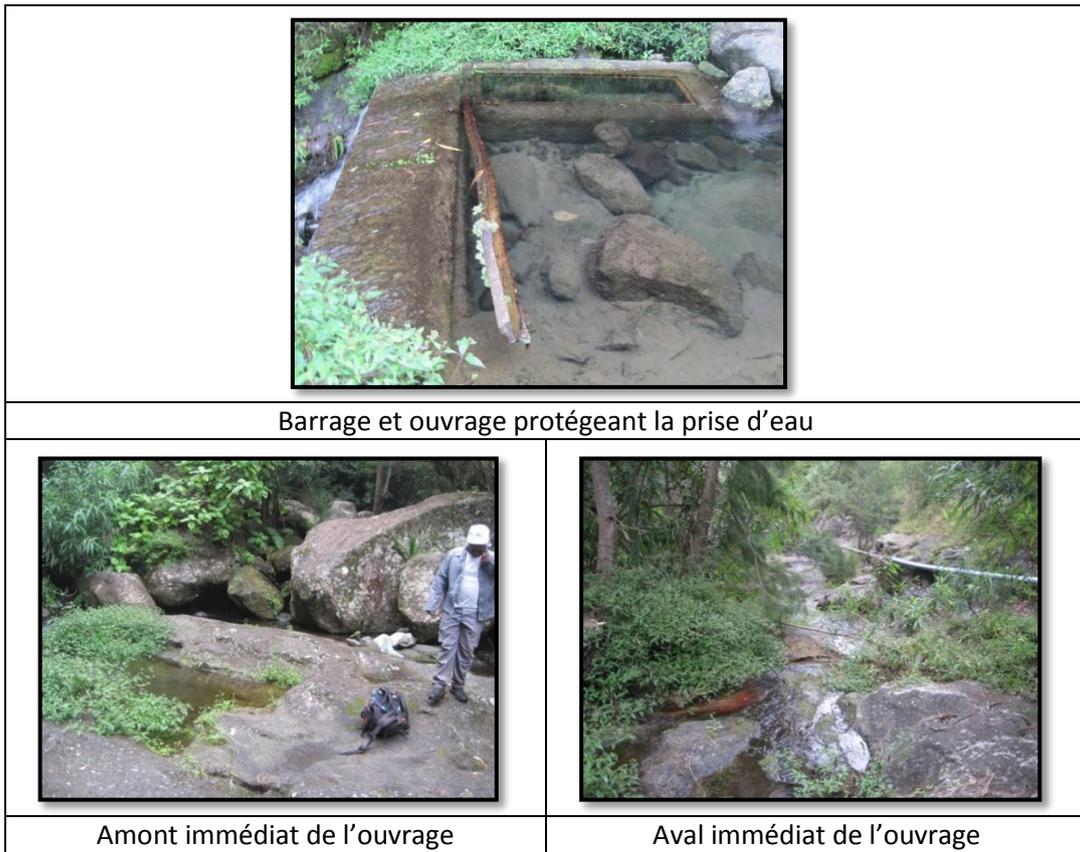


Figure 9 : Photos du captage Calumets Bas et de son environnement

**Demande d'autorisation au titre du
Code de la Santé Publique et
instauration des mesures de
protection**

*Commune de Cilaos - Régularisation des captages d'eau potable au titre des codes de l'Environnement et de la Santé
Publique - Dossier d'enquête publique préalable à la DUP
Captages de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses*

66809 B – Volume 4

3. Captage Calumets Haut

3.1. Vulnérabilité de la ressource

3.1.1. Nature de la ressource

La ravine captée par le captage Calumets Haut est la Ravine des Calumets qui draine le rempart Est du cirque de Cilaos et est le principale affluent du Petit Bras de Cilaos.

L'eau captée est une eau de surface courante. La ressource est donc vulnérable :

- à l'environnement forestier : feuilles, branchages, faune ;
- vis-à-vis d'éventuelles pollutions accidentelles et chroniques.

De plus, en période humide, le captage même devient très vulnérable durant les crues où le charriage de blocs et d'arbres peut endommager les ouvrages maçonnés.

3.1.2. Protection naturelle et caractéristiques des formations de recouvrement

Les eaux de surface ne sont pas protégées par des formations de recouvrement.

Les eaux qui circulent dans les coulées basaltiques altérées de la phase II du Piton des Neiges peuvent bénéficier localement d'une protection naturelle du fait de la présence de formation de recouvrement : coulées de phase III du Piton des Neiges (épaisseur de recouvrement variable).

3.1.3. Mode d'écoulement en période d'étiage et de pluie et « temps de concentration »

Dans le cas d'un prélèvement dans un cours d'eau, le dossier de demande d'autorisation doit faire apparaître la vitesse de transfert en cas de déversement de produits polluants ou dangereux en période de crue et d'étiage. La formule ci-après permet de caractériser cette valeur en période de crue.

Le temps de concentration t_c se définit comme **le maximum de durée nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir le chemin hydrologique entre un point du bassin et son exutoire**. Ici l'exutoire considéré est le captage.

Dans le cas du bassin versant de superficie de 263 ha (2,63 km²), déterminé sur la base de la topographie (tracé du bassin versant présenté à la Figure 2), le t_c est évalué à :

Formule		t_c (minutes)
KIRPICH	$T_c = 0.0195 (L/P^{1/2})^{0.77}$	10,8
GIANDOTTI	$T_c = 60 [(0.4 A^{1/2} + 0.0015L) / 0.8 (P*L)^{1/2}]$	21,7
MOYENNE		16,3

A : superficie du bassin en ha = 263 ha

P : Pente moyenne du bassin en m/m = (2300-1016) / 2586 = 0,50

L : Longueur L en m = 2586 m

De manière générale on doit considérer que la vulnérabilité de cette ressource en eau reste élevée.

3.2. Vulnérabilité liée au captage

Le captage est un ouvrage maçonné en ravine. Il est dans un état acceptable. Du fait de la surverse au niveau du seuil, il n'y a pas beaucoup d'accumulation de végétaux dans le bassin de prise d'eau.

La prise d'eau est protégée par une crépine, ce qui limite le risque d'intrusion de petits animaux dans les conduites d'adduction.

Implantés au milieu d'une ravine les ouvrages (mur et collecteur) pourraient être vulnérables aux événements climatiques et éboulis, cependant seules les conduites ont été endommagées jusqu'à maintenant.

Le bassin de captage reste assez vulnérable aux actes de malveillance bien qu'il soit situé loin des sentiers fréquentés.

3.3. Evaluation des risques de dégradation de la qualité de l'eau

3.3.1. Qualité de l'eau captée

3.3.1.1. Analyses in-situ

Notre visite le 11/08/2011 nous a permis de contrôler les paramètres suivants in-situ :

Paramètres	Calumets Haut
T(°C)	16,46
pH	8
Conductivité (µS/cm)	105

Tableau 2 : Analyses in-situ de la qualité de l'eau du captage Calumets Haut

3.3.1.2. Analyses physico-chimiques et bactériologiques

Sur la période 2006-2012, sont disponibles les analyses du contrôle de l'exploitation des captages. Deux analyses de type PPESU ont également été réalisées en date du 15/11/2011 (basses eaux) et du 22/03/2012 (hautes eaux) et une analyse Giardia Cryptosporidium en date du 10/04/2012. Les analyses sont présentées en annexe1-A.

Les analyses réalisées sont conformes au programme et aux exigences réglementaires vis-à-vis de la procédure de régularisation des captages au titre du Code de la Santé Publique.

Les analyses effectuées sur la ressource au niveau du captage Calumets Haut, ne présentent aucun dépassement des limites impératives de qualité des eaux de surface destinées à la production d'eau pour la consommation, du groupe A2, fixées par l'annexe III de l'arrêté du 11 janvier 2007.

Les analyses physico-chimiques, réalisées par le LDEHM, indiquent que les eaux du captage sont peu minéralisées, avec une bonne qualité physico-chimique.

La qualité bactériologique est bonne, et ne présente pas de dépassements des valeurs guide. Des traces de Chloroforme ont été détectées en date du 01/12/09 et du 01/03/2012, à une teneur bien inférieure à la valeur guide fixée à 0,1 mg/l. Des enterocoques et e.coli sont détectés sur l'analyse PPESU de mars 2012 mais à des teneurs bien inférieures à la valeur guide.

L'analyse parasitologique de 10 avril 2012 a mis en évidence l'absence de kystes de Giardia et d'Oocystes de Cryptosporidium.

Observation : les analyses parasitologiques présentées par l'hydrogéologue agréé pour Calumets Haut correspondent en fait au captage Calumets Bas

3.3.2. Environnement immédiat

L'environnement immédiat des captages est constitué par le lit mineur de la ravine puis une végétation sauvage assez dense.

3.3.3. Mode d'occupation des sols et sources potentielles de pollution

Au sein des bassins versants des captages aucune habitation ou source de pollution potentielle n'a été recensée.

3.4. Mesures de protection du captage

La définition des périmètres et des mesures de protection par l'hydrogéologue agréé¹ est restituée intégralement ci-dessous (§ 0, 3.4.2, 3.4.3 et 3.4.4).

Le rapport complet est présenté en annexe 2 – A.

Un avis favorable a été donné pour l'utilisation de ces ressources.

¹ Dossier de demande d'autorisation d'utilisation d'eau destinée à la consommation humaine - CAPTAGE CALUMETS HAUT (1228-4X-0035) – Avis de l'hydrogéologue agréé, Novembre 2012

3.4.1. Périmètre de protection immédiate (source : Avis de l'HgA)

Le périmètre de protection immédiate est établie afin d'interdire toute introduction directe de substances polluantes dans l'eau prélevée et d'empêcher la dégradation des ouvrages (cf. article L 1321-2 du Code de la Santé Publique). Les terrains compris dans ce périmètre doivent être acquis en pleine propriété par la collectivité.

Dans ce périmètre, toute activité, tout dépôt ou création d'installations et d'ouvrages autres que ceux nécessaires à l'exploitation et l'entretien des ouvrages ou du périmètre lui-même sont interdits. Les activités de baignade et de pêche y sont également interdites. L'entretien du périmètre doit être réalisé manuellement ou mécaniquement mais en aucun cas avec des produits phytosanitaires. En cas d'utilisation de matériel motorisé, un kit antipollution devra être disponible sur place et un protocole d'intervention devra être transmis à l'ARS et DEAL avant mise en œuvre.

Il est préconisé de réaliser au moins une visite par semaine afin de vérifier l'état général du périmètre (nettoyage aiguilles de filaos, graviers et sables) et la présence éventuelle de substances polluantes. Une visite devra également être effectuée le plus tôt possible après chaque événement pluvieux ayant entraîné une augmentation significative de la turbidité.

Comme cela a été prévu pendant la visite de terrain en présence de Mr Philagor, le périmètre de protection immédiate sera matérialisé sur le sentier d'accès par une porte fermée à clé, empêchant le cheminement libre de piétons jusqu'au captage, associée à une signalétique d'interdiction d'accès au niveau du captage lui-même et au début du sentier qui descend vers la ravine.

A l'issue d'échanges postérieurs à la remise du rapport de l'hydrogéologue agréé, l'extension géographique du périmètre de protection immédiate, est définie comme suit :

- Largeur = d'une rive à l'autre (axée sur la ravine et sur le point de captage)
- Longueur en amont du captage = 25 m ;
- Longueur en aval du captage = 15m.

Compte tenu de la configuration de l'ouvrage, le périmètre ne sera pas entièrement clôturé mais il sera signalé par des panneaux.

Le périmètre de protection immédiate est en totalité sur la parcelle AN69 du cadastre de Cilaos.

3.4.2. Périmètre de protection rapprochée (source : Avis de l'HgA)

Le périmètre de protection rapprochée permet de conserver la qualité de l'environnement du captage par rapport à ses impacts sur la qualité de l'eau. Il vise les risques de pollutions accidentelles et ponctuelles en instaurant une zone tampon entre les activités susceptibles de dégrader la qualité de l'eau et le forage. Son étendue est définie en tenant compte du temps de concentration, de la vulnérabilité du milieu et des pollutions potentielles de nature chimique ou bactérienne.

Comme le montre la figure 1, le captage Calumets Haut se trouve sous le rempart Les Calumets à l'Est et sous le Grand Piton à l'Ouest. Les crêtes qui entourent le captage constituent une ligne de partage des eaux qui délimite bien le bassin d'alimentation du captage avec un temps de concentration court (13 minutes). Pour cette raison, le tracé du périmètre de protection rapprochée englobe tout le bassin versant d'alimentation du captage soumis au ruissellement pendant les précipitations.

Le bassin versant d'alimentation du captage se développe en zone naturelle, escarpée, inaccessible et sur laquelle aucune activité humaine ne semble susceptible d'être mise en œuvre. Malgré tout, il convient de préciser que dans le périmètre de protection rapprochée il est interdit :

- *de procéder à des coupes à blanc de la végétation ;*
- *d'ouvrir des carrières ou de faire des excavations autres que celles nécessaires au passage des canalisations destinées à l'adduction d'eau de consommation ;*
- *d'ouvrir des sentiers pédestres accessibles au public ;*
- *d'utiliser des produits chimiques et phytosanitaires destinés à l'entretien du milieu naturel ou autre à l'exception, en dehors de la saison des pluies, des actions de lutte contre les espèces envahissantes et si aucun autre moyen de lutte n'est possible et à condition qu'un protocole détaillé d'utilisation des produits soit fourni (produits utilisés, durée de vie, surfaces concernées, durées d'intervention, périodes) ;*
- *de déposer ou de stocker des ordures ménagères ou tout type de déchets ;*
- *de pratiquer une activité agricole ou d'élevage ;*
- *de construire des habitations non raccordées à un réseau d'assainissement collectif ;*
- *de camper ou de bivouaquer ;*
- *le stockage et la mise en remblais de terre ;*
- *de modifier le lit de la ravine et ses berges ;*
- *de capter des sources ou des écoulements superficiels autres que ceux nécessaires à l'alimentation en eau potable des population ;*
- *de déclasser les zones naturelles du PLU en vigueur en 2012.*

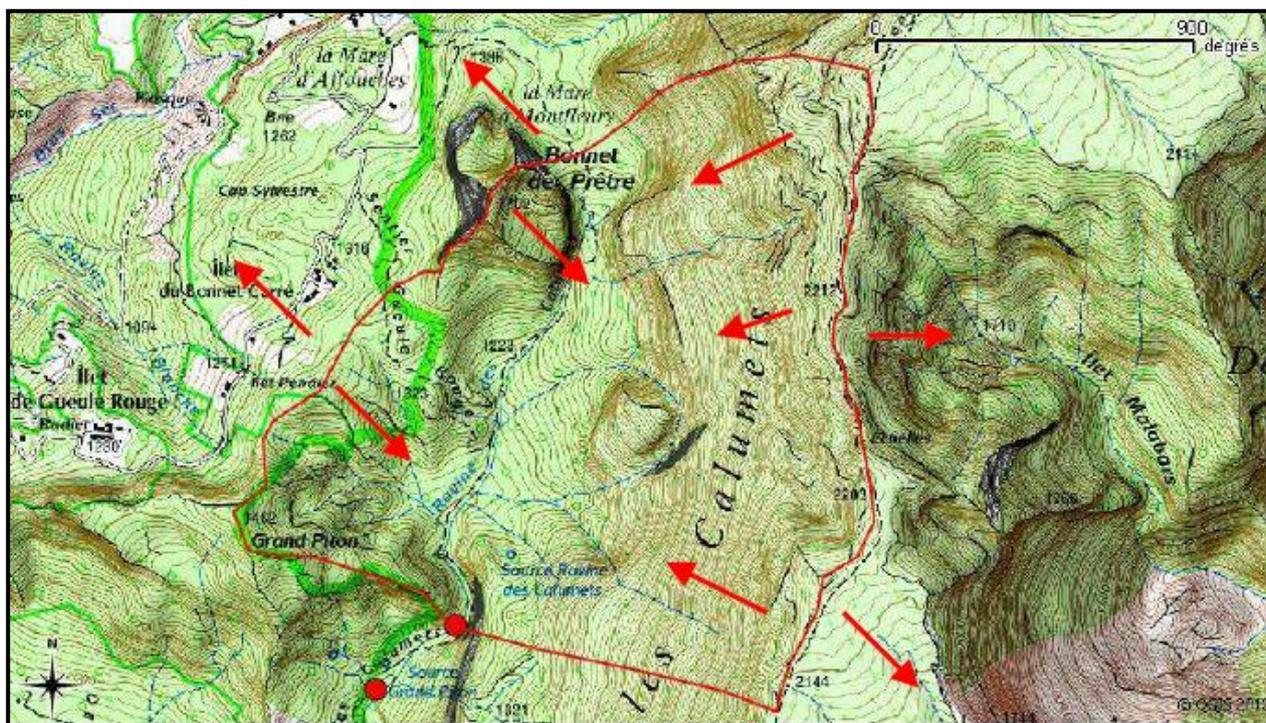


Figure 10 : Tracé du périmètre de protection rapprochée du captage Calumets Haut (fond IGN 1/25000) [source : Avis de l'hydrogéologue agréé pour le captage Calumets Haut N°BSS 1228-4X-0035 de novembre 2012]

Observation :

Suite au relevé de terrain des coordonnées des captages, la cartographie de la localisation des captages et du tracé des bassins versant actualisée a été communiquée à l'hydrogéologue agréé. Le contexte des captages et du bassin versant étant identique le principe de protection reste similaire : extension du périmètre de protection rapproché à la surface du bassin versant du captage (cf. Figure 2 p9 et Figure 14 p41).

3.4.3. Zone de surveillance renforcée (source : Avis de l'HgA)

La zone de surveillance renforcée est une zone de vigilance dans laquelle ne s'applique aucune prescription particulière.

Il ne semble pas nécessaire de définir une zone de surveillance renforcée, puisque le périmètre de protection rapprochée englobe déjà tout le bassin versant d'alimentation du captage.

3.4.4. Avis de l'hydrogéologue agréé – Synthèse (source : Avis de l'HgA)

La commune de Cilaos s'est engagée dans une procédure de régularisation administrative de ses captages d'eau destinés à la distribution d'eau potable.

Le captage Calumets Haut fait partie de la liste de captage à régulariser. Il se trouve au Sud du centre ville de Cilaos, en aval du Grand Piton et du rempart Les Calumets. Son bassin versant d'alimentation se développe en zone naturelle dans le cœur du Parc National bien que le point précis de captage se trouve juste en dehors de la limite du Parc. Le captage est difficile d'accès, en bon état mais deux analyses d'eau consécutives ont révélé la présence de bactéries d'origine fécale et de parasites. Le système de chloration se trouve en bordure d'un chemin d'accès piéton et n'est pas protégé des

risques de vandalismes.

Les sources de pollutions potentielles recensées sont liées :

- à l'apport par la ravine de débris végétaux et organiques susceptibles de s'accumuler au niveau du captage ;
- aux risques de vandalisme du système de chloration ;
- aux éboulis ;
- aux actes de malveillance. Il est important d'être particulièrement vigilant à ce type de dégradation.

Le périmètre de protection immédiate sera matérialisé sur le sentier d'accès par une porte fermée à clé, empêchant le cheminement libre de piétons jusqu'au captage, associée à une signalétique d'interdiction d'accès au niveau du captage lui-même et au début du sentier qui descend vers la ravine. Des visites d'entretien du site devront être réalisées au moins deux fois par semaine.

Le système de chloration des eaux devra être refait de manière à ce qu'il soit protégé des risques de vandalisme (caisson + cadenas par exemple) et les filières de traitement devront être adaptées à une eau de qualité A2.

L'analyse des éléments apportés par l'étude préalable conduit à la formulation d'un **avis favorable** à la mise en exploitation de cet ouvrage sous réserve du respect de l'ensemble des prescriptions énumérées dans ce rapport.

3.4.5. Propositions observations de la Régie Communale par rapport aux prescriptions de l'hydrogéologue agréé

Une réunion de présentation des avis des hydrogéologues agréés a eu lieu à Cilaos en date du 21/05/2013 (voir Compte rendu de la réunion du 21/05/2013 à la mairie de Cilaos en annexe 3).

Lors de cette réunion M. Orange (responsable de la RECIL) a souligné qu'une visite hebdomadaire n'est pas réalisable étant donné le nombre de captages et le personnel disponible pour réaliser les visites. Ces captages ne présentant pas de problème de qualité des eaux remarquable, la RECIL propose que la fréquence de visite des ouvrages soit maintenue à une visite mensuelle en saison sèche et une augmentation autant que possible en saison des pluies, les captages seront visités après chaque gros épisode pluvieux et en cas d'observations de baisse de débit.

La RECIL indique qu'il sera impossible d'équiper chaque prise d'eau de dispositif d'alerte de type turbidimètre et d'un dispositif de comptage des eaux prélevées et que tous les réservoirs ne sont pas alimentés par un réseau électrique. L'ARS acceptera la pose de ces appareils en entrée de réservoirs même si on est en présence d'eau de mélange. L'obligation d'asservir les vannes d'entrée au paramètre turbidité sera par ailleurs priorisée aux ouvrages stratégiques. Ainsi la mise en place des dispositifs d'alerte de type turbidimètre et dispositif de comptage des eaux prélevés est proposé par secteur de distribution et non par ouvrages de captages (voir § 6 à 9 du présent document).

3.4.6. Etat parcellaire du périmètre de protection rapprochée

Liste des parcelles couvertes par le périmètre de protection rapproché :

Commune	Section	N° parcelles
Cilaos	AN	77pp, 69 et 68pp
	AM	208pp, 209pp, 211pp, 212pp, 213pp, 214pp, 248pp, 289pp, 249pp et 630pp
	AK	46pp

pp = pour partie

4. Captages Calumets Bas

4.1. Vulnérabilité de la ressource

4.1.1. Nature de la ressource

La ravine captée par le captage Calumets Bas est la Ravine des Calumets qui draine le rempart Est du cirque de Cilaos et est le principale affluent du Petit Bras de Cilaos.

L'eau captée est une eau de surface courante. La ressource est donc vulnérable :

- à l'environnement forestier : feuilles, branchages, faune ;
- vis-à-vis d'éventuelles pollutions accidentelles et chroniques.

De plus, en période humide, le captage même devient très vulnérable durant les crues où le charriage de blocs et d'arbres peut endommager les ouvrages maçonnés.

4.1.2. Protection naturelle et caractéristiques des formations de recouvrement

Les eaux de surface ne sont pas protégées par des formations de recouvrement.

Les eaux qui circulent dans les coulées basaltiques altérées de la phase II du Piton des Neiges peuvent bénéficier localement d'une protection naturelle du fait de la présence de formation de recouvrement : coulées de phase III du Piton des Neiges (épaisseur de recouvrement variable).

4.1.3. Mode d'écoulement en période d'étiage et de pluie et « temps de concentration »

Dans le cas d'un prélèvement dans un cours d'eau, le dossier de demande d'autorisation doit faire apparaître la vitesse de transfert en cas de déversement de produits polluants ou dangereux en période de crue et d'étiage. La formule ci-après permet de caractériser cette valeur en période de crue.

Le temps de concentration t_c se définit comme **le maximum de durée nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir le chemin hydrologique entre un point du bassin et son exutoire**. Ici l'exutoire considéré est le captage.

Dans le cas du bassin versant de superficie de 277 ha (2,77 km²), déterminé sur la base de la topographie (tracé du bassin versant présenté à la Figure 2), le t_c est évalué à :

Formule		t _c (minutes)
KIRPICH	$T_c = 0.0195 (L/P^{1/2})^{0.77}$	12,1
GIANDOTTI	$T_c = 60 [(0.4 A^{1/2} + 0.0015L) / 0.8 (P*L)^{1/2}]$	22,6
MOYENNE		17,3

A : superficie du bassin en ha = 277 ha

P : Pente moyenne du bassin en m/m = (2300-977) / 2866 = 0,46

L : Longueur L en m = 2866 m

De manière générale on doit considérer que la vulnérabilité de cette ressource en eau reste élevée.

4.2. Vulnérabilité liée au captage

Le captage est un ouvrage maçonné en ravine. Il est dans un état acceptable. Du fait de la surverse au niveau du seuil, il n'y a pas beaucoup d'accumulation de végétaux dans le bassin de prise d'eau.

La prise d'eau est protégée par une crépine, ce qui limite le risque d'intrusion de petits animaux dans les conduites d'adduction.

Implantés au milieu d'une ravine les ouvrages (mur et ouvrage de protection de la prise) pourraient être vulnérables aux événements climatiques et éboulis, cependant seules les conduites ont été endommagées jusqu'à maintenant.

Le bassin de captage est assez vulnérable aux actes de malveillance.

4.3. Evaluation des risques de dégradation de la qualité de l'eau

4.3.1. Qualité de l'eau captée

4.3.1.1. Analyses in-situ

Notre visite le 11/08/2011 nous a permis de contrôler les paramètres suivants in-situ :

Paramètres	Calumets Bas
T(°C)	16,03
pH	8,6
Conductivité (µS/cm)	111

Tableau 3 : Analyses in-situ de la qualité de l'eau du captage Calumets Bas.

4.3.1.2. Analyses physico-chimiques et bactériologiques

Sur la période 2006-2012, sont disponibles les analyses du contrôle de l'exploitation des captages. Deux analyses de type PPESU ont également été réalisées en date du 15/11/2011 (basses eaux) et du 22/03/2012 (hautes eaux) et deux analyses Giardia Cryptosporidium en date du 30/11/2011 et du 12/04/2012.

Les analyses réalisées sont conformes au programme et aux exigences réglementaires vis-à-vis de la procédure de régularisation des captages au titre du Code de la Santé Publique.

Les analyses sont présentées en annexe1-B.

Les analyses disponibles, ne présentent aucun dépassement des limites impératives de qualité des eaux de surface destinées à la production d'eau pour la consommation, du groupe A2, fixées par l'annexe III de l'arrêté du 11 janvier 2007.

Les analyses physico-chimiques, réalisées par le LDEHM, indiquent que les eaux du captage sont peu minéralisées, avec une bonne qualité physico-chimique.

La qualité bactériologique est bonne, elle présente uniquement un dépassement des valeurs guides pour la numération des coliformes thermotolérants et des entérocoques en date du 22/04/2010 (respectivement 177 et 213 /100 ml pour une valeur guide fixée à 20 / 100ml).

Aucune substance indésirable (hydrocarbures, pesticides...) n'a été mise en évidence.

Deux analyses parasitologiques nous ont été transmises :

- 30/11/2011 : 2 Oocystes de Cryptosporidium et 38 kystes de Giardia pour 100mL ;
- 10/04/2012 : absence d'Oocyste de Cryptosporidium et de kyste de Giardia.

Observation : le rapport de l'hydrogéologue agréé fait état d'une analyse en date du 07/10/2011 avec présence de 2 kystes de Giardia cette analyse ne nous a pas été communiquée (cf. rapport de l'hydrogéologue agréé sur le captage Calumets Haut, l'ARS nous ayant fait remarqué que l'hydrogéologue a fait une confusion des captages haut et bas en ce qui concerne la présentation des analyses).

4.3.2. Environnement immédiat

L'environnement immédiat du captage est constitué par le lit mineur de la ravine puis une végétation sauvage assez dense.

4.3.3. Mode d'occupation des sols et sources potentielles de pollution

Au sein du bassin versant du captage aucune habitation ou source de pollution potentielle n'a été recensée.

4.4. Mesures de protection du captage

La définition des périmètres et des mesures de protection par l'hydrogéologue agréé² est restituée intégralement ci-dessous (§ 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3 et 4.4.4).

Le rapport complet est présenté en annexe 2 – B.

Un avis favorable a été donné pour l'utilisation de ces ressources.

4.4.1. Périmètre de protection immédiate (source : Avis de l'HgA)

Le périmètre de protection immédiate est établie afin d'interdire toute introduction directe de substances polluantes dans l'eau prélevée et d'empêcher la dégradation des ouvrages (cf. article L 1321-2 du Code de la Santé Publique). Les terrains compris dans ce périmètre doivent être acquis en pleine propriété par la collectivité.

Dans ce périmètre, toute activité, tout dépôt ou création d'installations et d'ouvrages autres que ceux nécessaires à l'exploitation et l'entretien des ouvrages ou du périmètre lui-même sont interdits. Les activités de baignade et de pêche y sont également interdites. L'entretien du périmètre doit être réalisé manuellement ou mécaniquement mais en aucun cas avec des produits phytosanitaires. En cas d'utilisation de matériel motorisé, un kit antipollution devra être disponible sur place et un protocole d'intervention devra être transmis à l'ARS et DEAL avant mise en œuvre.

Pour protéger le captage des problèmes d'accumulation de débris végétaux ou d'autres déchets organiques au niveau de la crépine (déjections, cadavres d'animaux), il faudrait revoir la conception de l'ouvrage et le modifier par une prise par en-dessous.

Il est préconisé de réaliser au moins une visite par semaine afin de vérifier l'état général du périmètre (nettoyage aiguilles de filaos, graviers et sables) et la présence éventuelle de substances polluantes. Une visite devra également être effectuée le plus tôt possible après chaque événement pluvieux ayant entraîné une augmentation significative de la turbidité.

Comme cela a été prévu pendant la visite de terrain en présence de Mr Philagor, le périmètre de protection immédiate sera matérialisé sur le sentier d'accès par une porte fermée à clé, empêchant le cheminement libre de piétons jusqu'au captage, associée à une signalétique d'interdiction d'accès au niveau du captage lui-même et au début du sentier qui descend vers la ravine. Le caisson de protection de la crépine devra également être couvert et le site aménagé de manière à éviter que des débris ne stagnent devant la prise d'eau.

A l'issue d'échanges postérieurs à la remise du rapport de l'hydrogéologue agréé, l'extension géographique du périmètre de protection immédiate, est définie comme suit :

- Largeur = 30 m (axée sur la ravine et sur le point de captage)
- Longueur en amont du captage = 25 m ;
- Longueur en aval du captage = 15m.

Compte tenu de la configuration de l'ouvrage, le périmètre ne sera pas entièrement clôturé mais il sera signalé par des panneaux.

² Dossier de demande d'autorisation d'utilisation d'eau destinée à la consommation humaine – CAPTAGE CALUMETS BAS n° BSS 1228-4X-0035, Avis de l'hydrogéologue agréé, Novembre 2012.

Le périmètre de protection immédiate est en totalité sur la parcelle AN69 du cadastre de Cilaos.

4.4.2. Périmètre de protection rapprochée (source : Avis de l'HgA)

Le périmètre de protection rapprochée permet de conserver la qualité de l'environnement du captage par rapport à ses impacts sur la qualité de l'eau. Il vise les risques de pollutions accidentelles et ponctuelles en instaurant une zone tampon entre les activités susceptibles de dégrader la qualité de l'eau et le forage. Son étendue est définie en tenant compte du temps de concentration, de la vulnérabilité du milieu et des pollutions potentielles de nature chimique ou bactérienne.

Comme le montre la figure 1, le captage Calumets Bas se trouve sous le rempart Les Calumets à l'Est et sous le Grand Piton à l'Ouest. Les crêtes qui entourent le captage constituent une ligne de partage des eaux qui délimite bien le bassin d'alimentation du captage avec un temps de concentration court (15 minutes). Pour cette raison, le tracé du périmètre de protection rapprochée englobe tout le bassin versant d'alimentation du captage soumis au ruissellement pendant les précipitations.

Le bassin versant d'alimentation du captage se développe en zone naturelle, escarpée, inaccessible et sur laquelle aucune activité humaine ne semble susceptible d'être mise en œuvre. Malgré tout, il convient de préciser que dans le périmètre de protection rapprochée il est interdit :

- *de procéder à des coupes à blanc de la végétation ;*
- *d'ouvrir des carrières ou de faire des excavations autres que celles nécessaires au passage des canalisations destinées à l'adduction d'eau de consommation ;*
- *d'ouvrir des sentiers pédestres accessibles au public ;*
- *d'utiliser des produits chimiques et phytosanitaires destinés à l'entretien du milieu naturel ou autre à l'exception, en dehors de la saison des pluies, des actions de lutte contre les espèces envahissantes et si aucun autre moyen de lutte n'est possible et à condition qu'un protocole détaillé d'utilisation des produits soit fourni (produits utilisés, durée de vie, surfaces concernées, durées d'intervention, périodes) ;*
- *de déposer ou de stocker des ordures ménagères ou tout type de déchets ;*
- *de pratiquer une activité agricole ou d'élevage ;*
- *de construire des habitations non raccordées à un réseau d'assainissement collectif ;*
- *de camper ou de bivouaquer ;*
- *le stockage et la mise en remblais de terre ;*
- *de modifier le lit de la ravine et ses berges ;*
- *de capter des sources ou des écoulements superficiels autres que ceux nécessaires à l'alimentation en eau potable des populations ;*
- *de déclasser les zones naturelles du PLU en vigueur en 2012.*

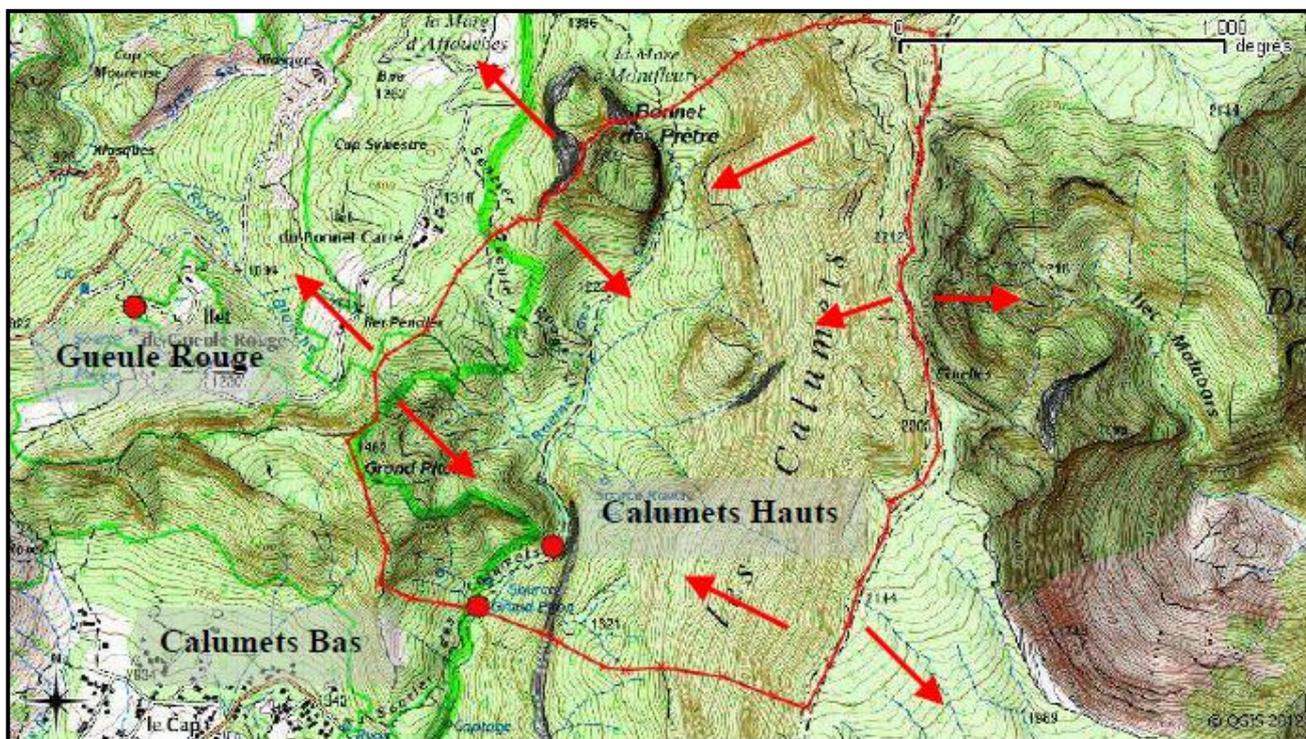


Figure 11 : Tracé du périmètre de protection rapprochée du captage Calumets Bas (fond IGN 1/25000) [source : Avis de l'hydrogéologue agréé pour le captage Calumets Bas N°BSS 1228-4X-0035 de novembre 2012]

Observation :

Suite au relevé de terrain des coordonnées des captages, la cartographie de la localisation des captages et du tracé des bassins versant actualisée a été communiquée à l'hydrogéologue agréé. Le contexte des captages et du bassin versant étant identique le principe de protection reste similaire : extension du périmètre de protection rapproché à la surface du bassin versant du captage (cf. Figure 2 p9 et Figure 14 p41).

4.4.3. Zone de surveillance renforcée (source : Avis de l'HgA)

La zone de surveillance renforcée est une zone de vigilance dans laquelle ne s'applique aucune prescription particulière.

Il ne semble pas nécessaire de définir une zone de surveillance renforcée, puisque le périmètre de protection rapprochée englobe déjà tout le bassin versant d'alimentation du captage.

4.4.4. Avis de l'hydrogéologue agréé – Synthèse (source : Avis de l'HgA)

La commune de Cilaos s'est engagée dans une procédure de régularisation administrative de ses captages d'eau destinés à la distribution d'eau potable.

Le captage Calumets Bas fait partie de la liste de captage à régulariser. Il se trouve au Sud du centre ville de Cilaos, en aval du Grand Piton et du rempart Les Calumets. Son bassin versant d'alimentation se développe en zone naturelle dans le cœur du Parc National bien que le point précis de captage se trouve juste en dehors de la limite du Parc. Le captage est difficile d'accès, en bon état mais une

analyse a révélé sa sensibilité aux pollutions bactériennes (coliformes et entérocoques).

Les sources de pollutions potentielles recensées sont liées

- à l'apport par la ravine de débris végétaux et organiques susceptibles de s'accumuler au niveau du captage ;
- aux éboulis ;
- aux actes de malveillance. Il est important d'être particulièrement vigilant à ce type de dégradation.

Il est recommandé d'aménager le captage de manière à permettre une prise en fond de bassin avec une surverse qui permette l'évacuation des débris organiques circulant dans le flux. Un suivi des variations de débits ou des hauteurs d'eau serait particulièrement adapté à la bonne gestion de cette ressource.

Les eaux du captage Calumets Bas font partie du groupe A2. Les filières de traitement devront être adaptées à une eau de qualité A2 : clarification et désinfection. La mise en place d'un dessableur-dégrilleur est fortement recommandée sur ce type de captage.

Les sources de pollutions potentielles recensées sont principalement liées à l'apport par la ravine de débris végétaux et organiques, susceptibles de s'accumuler au niveau du captage, et aux matériaux (terre, gravats). Le captage est également vulnérable aux actes de malveillance et il est important d'être particulièrement vigilant à ce type de dégradation. Des visites de contrôle devront être réalisées au moins une fois par semaine.

L'analyse des éléments apportés par l'étude préalable conduit à la formulation d'un **avis favorable** à la mise en exploitation de cet ouvrage sous réserve du respect de l'ensemble des prescriptions énumérées dans ce rapport.

4.4.5. Propositions / observations de la Régie communale par rapport aux prescriptions de l'hydrogéologue agréé

Une réunion de présentation des avis des hydrogéologues agréés a eu lieu à Cilaos en date du 21/05/2013 (voir Compte rendu de la réunion du 21/05/2013 à la mairie de Cilaos en annexe 3).

Lors de cette réunion M. Orange (responsable de la RECIL) a souligné qu'une visite hebdomadaire n'est pas réalisable étant donné le nombre de captages et le personnel disponible pour réaliser les visites. Ces captages ne présentant pas de problème de qualité des eaux remarquable, la RECIL propose que la fréquence de visite des ouvrages soit maintenue à une visite mensuelle en saison sèche et une augmentation autant que possible en saison des pluies, les captages seront visités après chaque gros épisode pluvieux et en cas d'observations de baisse de débit.

La RECIL indique qu'il sera impossible d'équiper chaque prise d'eau de dispositif d'alerte de type turbidimètre et d'un dispositif de comptage des eaux prélevées et que tous les réservoirs ne sont pas alimentés par un réseau électrique. L'ARS acceptera la pose de ces appareils en entrée de réservoirs même si on est en présence d'eau de mélange. L'obligation d'asservir les vannes d'entrée au paramètre turbidité sera par ailleurs priorisée aux ouvrages stratégiques. Ainsi la mise en place des

dispositifs d'alerte de type turbidimètre et dispositif de comptage des eaux prélevés est proposé par secteur de distribution et non par ouvrages de captages (voir §7 à 10 du présent document).

4.4.6. Etat parcellaire du périmètre de protection rapproché

Liste des parcelles couvertes par le périmètre de protection rapproché :

Commune	Section	N° parcelles
Cilaos	AN	69, 68pp et 77pp
	AM	208pp, 209pp, 211pp, 212pp, 213pp, 214pp, 248pp, 289pp, 249, 630pp et 629pp
	AK	46pp

pp = pour partie

5. Captage Calumets Haut +

Ce captage a été réalisé après l'intervention des hydrogéologues agréés sur le secteur de Cilaos et n'a donc pas fait l'objet d'un avis.

Le captage n'est pour l'instant pas raccordé au réseau et aucune analyse de la qualité de l'eau n'a été réalisée au niveau du point de prélèvement. La commune fait des tests de productivité du captage et envisage son raccordement au réseau si le débit est satisfaisant.

Toutefois, ce captage est situé sur la même ravine que les captages Calumets Bas et Haut. Etant situé 600 m plus à l'amont que Calumets Haut, il est inclus dans le même bassin versant. La surface du bassin versant du captage Calumets Haut est de 2,63 km², celle du bassin versant du captage Calumets Haut + est de 2,03 km², soit très peu différente.

L'occupation des sols est la même, sans activité, uniquement les remparts. Les analyses de qualité d'eau sur le captage Calumets Haut témoignent de l'absence de contamination sur son bassin versant, qui comprend donc intégralement celui du captage Calumets Haut +.

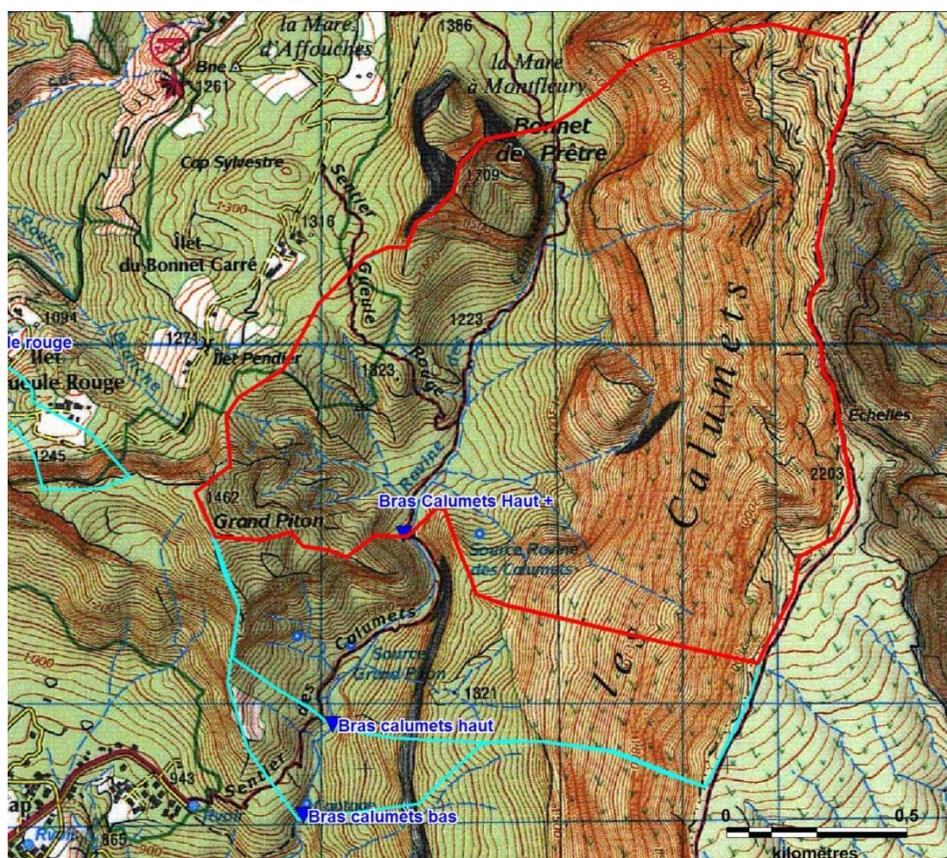


Figure 12 : comparaison des différents bassins versant des captages Calumets

En conséquence, les analyses d'eau du captage Calumet Haut peuvent être considérées comme représentatives de celles du captage Calumets Haut +.

Les données du captage Calumets Haut sont rappelées ci après :

« Les analyses disponibles, effectuées sur la ressource au niveau du captage Calumets Haut, sont conformes. Elles ne présentent aucun dépassement des limites impératives de qualité des eaux de surface destinées à la production d'eau pour la consommation, du groupe A2, fixées par l'annexe III de l'arrêté du 11 janvier 2007.

Les analyses physico-chimiques, réalisées par le LDEHM, indiquent que les eaux du captage sont peu minéralisées, avec une bonne qualité physico-chimique.

La qualité bactériologique est bonne, et ne présente pas de dépassements des valeurs guide. Des traces de Chloroforme ont été détectées en date du 01/12/09 et du 01/03/2012, à une teneur bien inférieure à la valeur guide fixée à 0,1 mg/l. Des enterocoques et e.coli sont détectés sur l'analyse PPESU de mars 2012 mais à des teneurs bien inférieures à la valeur guide.

L'analyse parasitologique de 10 avril 2012 a mis en évidence l'absence de kystes de Giardia et d'Oocystes de Cryptosporidium. »

En conséquence, le captage Calumets Haut + étant intégré dans les périmètres de protection des captages Haut et Bas, nous présentons ci après les informations pour la demande d'autorisation au titre du code de la santé publique sur le même modèle que pour les deux captages présentés ci-avant.

5.1. Vulnérabilité de la ressource

5.1.1. Nature de la ressource

La ravine captée par le captage Calumets Bas est la Ravine des Calumets qui draine le rempart Est du cirque de Cilaos et est le principale affluent du Petit Bras de Cilaos.

L'eau captée est une eau de surface courante. La ressource est donc vulnérable :

- à l'environnement forestier : feuilles, branchages, faune ;
- vis-à-vis d'éventuelles pollutions accidentelles et chroniques.

De plus, en période humide, le captage même devient très vulnérable durant les crues où le charriage de blocs et d'arbres peut endommager les ouvrages maçonnés.

5.1.2. Protection naturelle et caractéristiques des formations de recouvrement

Les eaux de surface ne sont pas protégées par des formations de recouvrement.

Les eaux qui circulent dans les coulées basaltiques altérées de la phase II du Piton des Neiges

peuvent bénéficier localement d'une protection naturelle du fait de la présence de formation de recouvrement : coulées de phase III du Piton des Neiges (épaisseur de recouvrement variable).

5.1.3. Mode d'écoulement en période d'étiage et de pluie et « temps de concentration »

Dans le cas d'un prélèvement dans un cours d'eau, le dossier de demande d'autorisation doit faire apparaître la vitesse de transfert en cas de déversement de produits polluants ou dangereux en période de crue et d'étiage. La formule ci-après permet de caractériser cette valeur en période de crue.

Le temps de concentration t_c se définit comme **le maximum de durée nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir le chemin hydrologique entre un point du bassin et son exutoire**. Ici l'exutoire considéré est le captage.

Dans le cas du bassin versant de superficie de 203 ha (2,03 km²), déterminé sur la base de la topographie (tracé du bassin versant présenté à la Figure 2), le t_c est évalué à :

Formule	t_c (minutes)
KIRPICH $T_c = 0.0195 (L/P^{1/2})^{0.77}$	7,9
GIANDOTTI $T_c = 60 [(0.4 A^{1/2} + 0.0015L) / 0.8 (P*L)^{1/2}]$	18,7
MOYENNE	13,3

A : superficie du bassin en ha = 203 ha

P : Pente moyenne du bassin en m/m = (2300-1121) / 1921 = 0,61

L : Longueur L en m = 1921 m

De manière générale on doit considérer que la vulnérabilité de cette ressource en eau reste élevée.

5.2. Vulnérabilité liée au captage

Le captage est un ouvrage maçonné en ravine neuf.

La prise d'eau est protégée par une crépine, ce qui limite le risque d'intrusion de petits animaux dans les conduites d'adduction.

Implantés au milieu d'une ravine l'ouvrage pourrait être vulnérable aux événements climatiques et éboulis.

Le bassin de captage est assez vulnérable aux actes de malveillance.

5.3. Evaluation des risques de dégradation de la qualité de l'eau

5.3.1. Qualité de l'eau captée

Aucune analyse n'est disponible au point de captage Calumets Haut +, toutefois ce captage est situé sur la même ravine que le captage Calumets Haut présenté ci-avant (environ 600 m entre le captage Haut et le captage Haut +). Il n'y a pas de ravine latérale observée entre les captages Calumets Haut et Haut +, uniquement les remparts. L'occupation des sols est la même et les analyses de qualité d'eau sur le captage Calumet Haut témoignent de l'absence de contamination. Les analyses disponibles au captage Calumet Haut sont représentative de la ressource au captage Calumets Haut +.

5.3.2. Environnement immédiat

L'environnement immédiat du captage est constitué par le lit mineur de la ravine puis une végétation sauvage assez dense.

5.3.3. Mode d'occupation des sols et sources potentielles de pollution

Au sein du bassin versant du captage aucune habitation ou source de pollution potentielle n'a été recensée.

5.4. Mesures de protection du captage

La définition des périmètres et des mesures de protection n'a pas fait l'objet d'un avis par un hydrogéologue agréé.

Le bassin versant du captage Calumets Haut + étant inclus dans le bassin versant des deux autres captages Calumets, la proposition présentée ci après est calquée³ sur les avis de l'hydrogéologue agréé pour les captages Calumets Bas et Haut.

5.4.1. Périmètre de protection immédiate

Le périmètre de protection immédiate est établie afin d'interdire toute introduction directe de substances polluantes dans l'eau prélevée et d'empêcher la dégradation des ouvrages (cf. article L 1321-2 du Code de la Santé Publique). Les terrains compris dans ce périmètre doivent être acquis en pleine propriété par la collectivité.

Dans ce périmètre, toute activité, tout dépôt ou création d'installations et d'ouvrages autres que ceux nécessaires à l'exploitation et l'entretien des ouvrages ou du périmètre lui-même sont interdits. Les activités de baignade et de pêche y sont également interdites. L'entretien du périmètre doit être réalisé manuellement ou mécaniquement mais en aucun cas avec des produits phytosanitaires. En cas d'utilisation de matériel motorisé, un kit antipollution devra être disponible sur place et un protocole d'intervention devra être transmis à l'ARS et DEAL avant mise en œuvre.

³ ce qui est copié des avis de l'hydrogéologue agréé est laissé en italique dans cette partie

L'extension géographique du périmètre de protection immédiate, est définie comme suit :

- Largeur = 30 m (axée sur la ravine et sur le point de captage)
- Longueur en amont du captage = 25 m ;
- Longueur en aval du captage = 15m.

Compte tenu de la configuration de l'ouvrage, le périmètre ne sera pas entièrement clôturé mais il sera signalé par des panneaux.

Le périmètre de protection immédiate est en totalité sur la parcelle AN69 du cadastre de Cilaos.

5.4.2. Périmètre de protection rapprochée

Le périmètre de protection rapprochée permet de conserver la qualité de l'environnement du captage par rapport à ses impacts sur la qualité de l'eau. Il vise les risques de pollutions accidentelles et ponctuelles en instaurant une zone tampon entre les activités susceptibles de dégrader la qualité de l'eau et le forage. Son étendue est définie en tenant compte du temps de concentration, de la vulnérabilité du milieu et des pollutions potentielles de nature chimique ou bactérienne.

Le captage Calumets Haut + se trouve sous le rempart Les Calumets à l'Est et sous le Grand Piton à l'Ouest. Les crêtes qui entourent le captage constituent une ligne de partage des eaux qui délimite bien le bassin d'alimentation du captage avec un temps de concentration court (13 minutes). Pour cette raison, le tracé du périmètre de protection rapprochée englobe tout le bassin versant d'alimentation du captage soumis au ruissellement pendant les précipitations.

Le bassin versant d'alimentation du captage se développe en zone naturelle, escarpée, inaccessible et sur laquelle aucune activité humaine ne semble susceptible d'être mise en œuvre. Malgré tout, il convient de préciser que dans le périmètre de protection rapprochée il est interdit :

- *de procéder à des coupes à blanc de la végétation ;*
- *d'ouvrir des carrières ou de faire des excavations autres que celles nécessaires au passage des canalisations destinées à l'adduction d'eau de consommation ;*
- *d'ouvrir des sentiers pédestres accessibles au public ;*
- *d'utiliser des produits chimiques et phytosanitaires destinés à l'entretien du milieu naturel ou autre à l'exception, en dehors de la saison des pluies, des actions de lutte contre les espèces envahissantes et si aucun autre moyen de lutte n'est possible et à condition qu'un protocole détaillé d'utilisation des produits soit fourni (produits utilisés, durée de vie, surfaces concernées, durées d'intervention, périodes) ;*
- *de déposer ou de stocker des ordures ménagères ou tout type de déchets ;*
- *de pratiquer une activité agricole ou d'élevage ;*
- *de construire des habitations non raccordées à un réseau d'assainissement collectif ;*
- *de camper ou de bivouaquer ;*
- *le stockage et la mise en remblais de terre ;*
- *de modifier le lit de la ravine et ses berges ;*
- *de capter des sources ou des écoulements superficiels autres que ceux nécessaires à l'alimentation en eau potable des populations ;*
- *de déclasser les zones naturelles du PLU en vigueur en 2012.*

5.4.3. Zone de surveillance renforcée

La zone de surveillance renforcée est une zone de vigilance dans laquelle ne s'applique aucune prescription particulière.

Il ne semble pas nécessaire de définir une zone de surveillance renforcée, puisque le périmètre de protection rapprochée englobe déjà tout le bassin versant d'alimentation du captage.

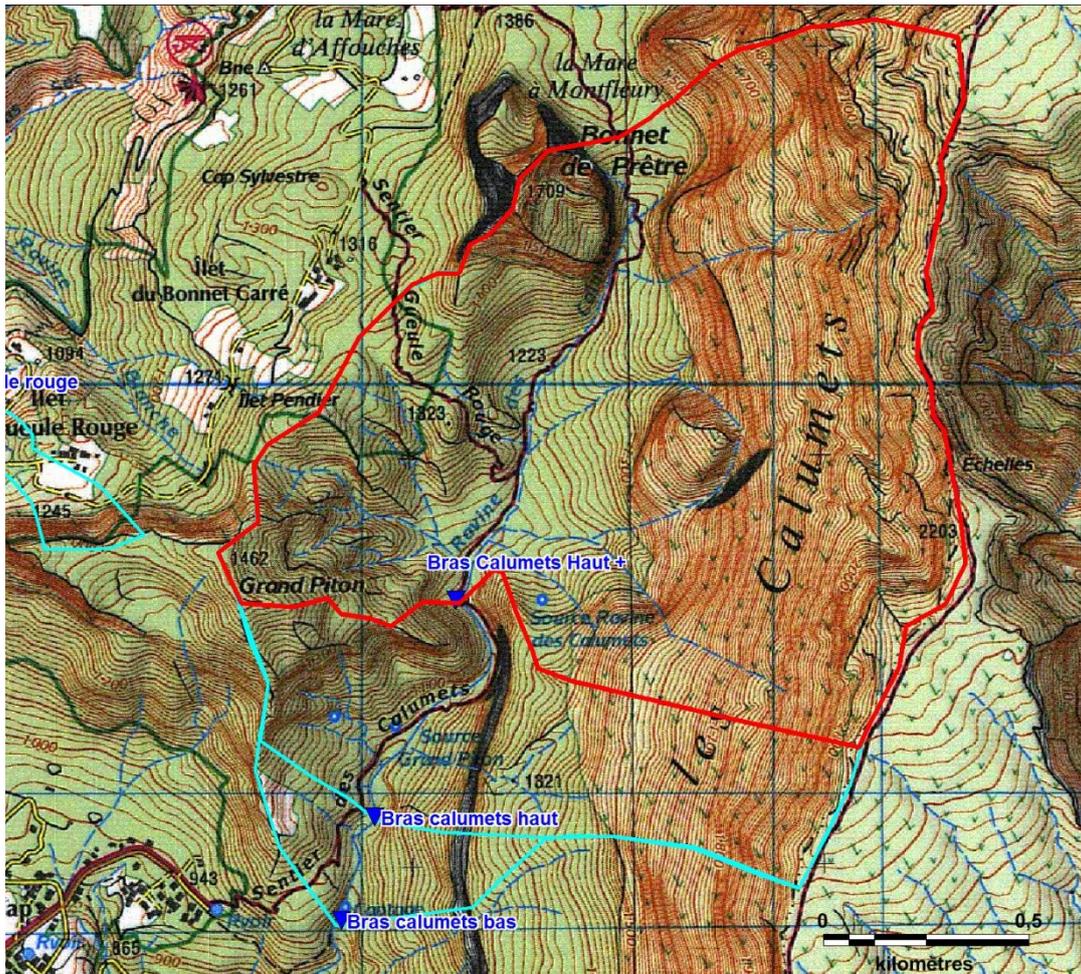


Figure 13 : Tracé du périmètre de protection rapprochée du captage Calumets Haut + proposé

5.4.4. Etat parcellaire du périmètre de protection rapprochée

Liste des parcelles couvertes par le périmètre de protection rapproché :

Commune	Section	N° parcelles
Cilaos	AN	69pp
	AM	213pp, 214pp et 289pp
	AK	46pp

pp = pour partie

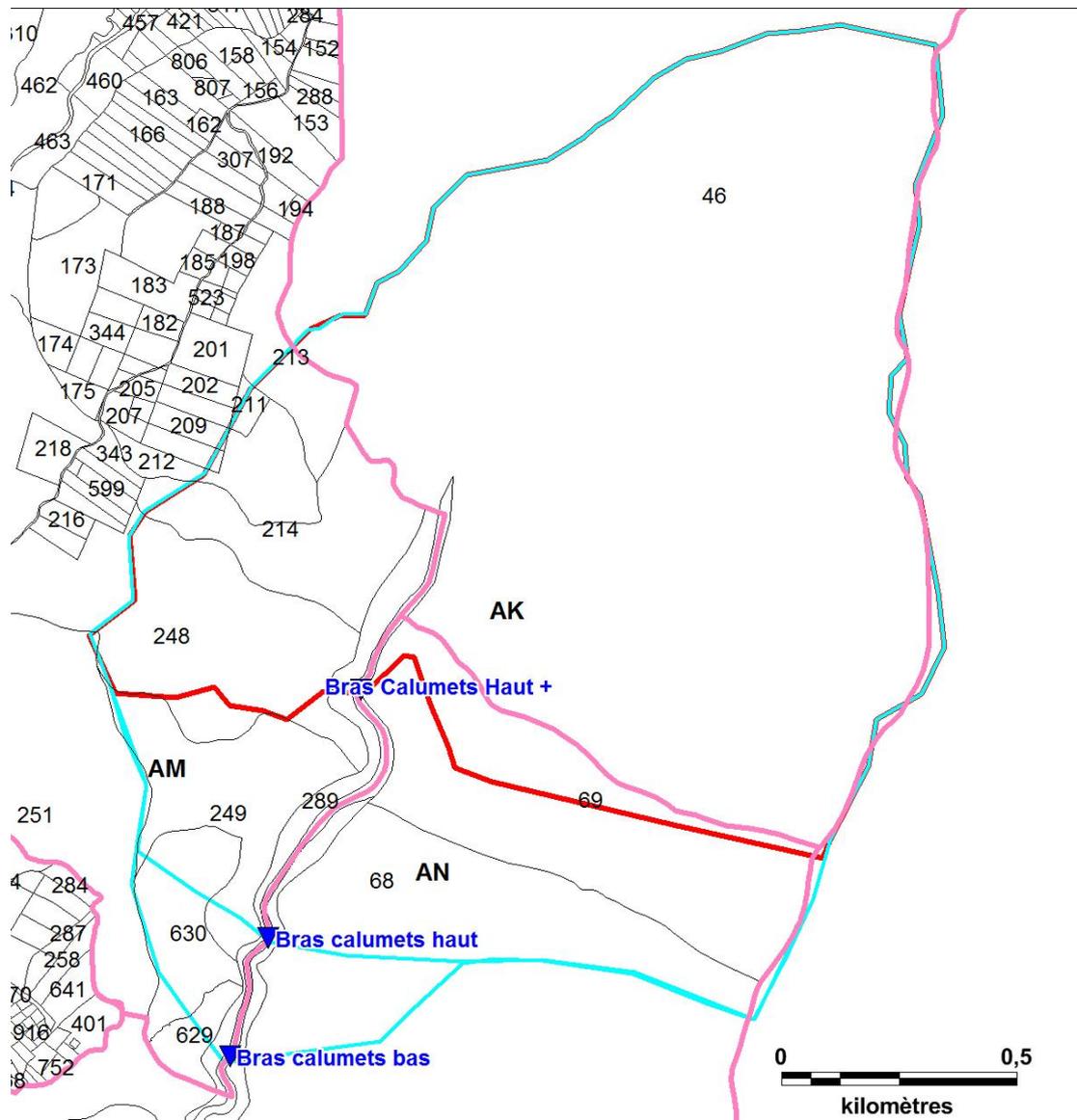


Figure 14 : Extension des périmètres de protection des captages Calumets bas, haut et Haut + sur un extrait du plan cadastral de Cilaos.

6. Moyens de surveillance de la qualité de l'eau

Jusqu'à maintenant seuls les captages Calumets Bas et Haut font l'objet d'un contrôle sanitaire.

- Contrôle sanitaire réalisé par l'ARS

La fréquence annuelle des analyses du contrôle sanitaire ainsi que les paramètres à analyser sont fixés par le Code de la Santé Publique (art. R 1321-1 et suivants) en fonction de la population desservie et du débit journalier.

Les prélèvements sont réalisés par l'Agence Régionale de Santé et les analyses confiées au LDEHM, Laboratoire Départemental d'Environnement et d'Hygiène du Milieu (physico-chimie et bactériologie) et au Laboratoire LA DROME (molécules organiques et métaux).

- Autocontrôle réalisé par la Régie de Cilaos

En complément de ces analyses, des mesures d'autocontrôle de chlore libre, de chlore total et de turbidité sont réalisées tout au long de l'année.

La fréquence d'autocontrôle sur le secteur de Palmiste Rouge et Ilet à Calebasses est hebdomadaire.

Le point d'autocontrôle de la RECIL pour l'eau produite du captage Bras des Calumets Bas se situe au niveau du réservoir du Cap. Pour l'eau distribuée par ce captage, le point d'autocontrôle est situé au niveau du robinet de l'école de Palmiste Rouge.

Le point d'autocontrôle de la RECIL pour l'eau produite du captage Bras des Calumets Haut se situe au niveau de la station de chloration d'Ilet à Calebasses. Pour l'eau distribuée par ce captage, le point d'autocontrôle est situé au niveau d'un robinet.

7. Protection dynamique des ouvrages

Le synoptique complet du réseau est présenté dans la notice explicative.

- Rappel du mode d'insertion des captages dans les réseaux AEP de Palmiste Rouge et d'Ilet à Calebasses

Les eaux sont acheminées à partir du captage Bras des Calumets Haut directement vers le réseau AEP d'Ilet à Calebasses et le réservoir d'Ilet Fougères, elles sont aussi envoyées vers le réservoir d'Ilet à Calebasses via une autre canalisation bien distincte.

Les eaux du captage de Bras des Calumets Bas sont acheminées vers le réservoir du Cap puis vers le réservoir du Bassin avant de rejoindre le réseau AEP de Palmiste Rouge.

Pour l'instant le captage Calumets Haut + est raccordée à la citerne d'Ilet Fougères pour l'irrigation d'Ilet Fougères pour la phase de test de productivité du captage.

La ville de Cilaos envisage de raccorder ce captage au réservoir du CAP pour pallier au manque d'eau pour l'alimentation en eau potable de Palmiste Rouge.

- Protection dynamique à l'aval du captage Bras des Calumets Haut

Il n'existe pas de protection dynamique des ouvrages.

Un traitement est réalisé au niveau du réservoir du Cap sur le réseau AEP de Palmiste Rouge.

Un traitement est appliqué en ligne sur la canalisation menant au réseau AEP d'Ilet à Calebasses.

Aucune ressource de substitution n'est prévue en cas de dépassement des valeurs seuilles dans les mesures.

8. Justification des produits de traitement à mettre en œuvre

8.1. Qualité de l'eau

D'après les analyses disponibles l'eau est faiblement minéralisée avec une bonne qualité physico-chimique.

8.1.1. Eaux brutes

Les résultats d'analyses de la qualité de l'eau sont présentés aux § 3.3.1, 4.3.1. Les eaux des captages alimentant les secteurs de Palmiste Rouge et d'Ilet Calebasses sont globalement de bonne qualité physico chimique et faiblement minéralisée.

Selon l'article R1321-38 du Code de la Santé Publique, les eaux douces superficielles sont classées selon leur qualité dans les groupes A1, A2 et A3 en fonction des critères définis par arrêté du ministre chargé de la santé relatif aux limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine.

Les eaux brutes des captages Calumets font partie du groupe A2.

8.1.2. Eau produite

Deux tableaux (Palmiste rouge et Ilet Calebasses) de synthèse des analyses de suivi de la qualité de l'eau produite⁴, sur la période 2009 – 2011, sont présentés en annexe 4.

Ce secteur est alimenté par les captages Calumets Bas (AEP Palmiste Rouge) et Calumets Haut (AEP Ilet Calebasses).

Sur ce secteur, le traitement consiste en une chloration au niveau du réservoir du CAP qui reçoit les eaux du captage Calumets Bas, et une chloration en ligne sur les eaux du captage Calumets HAUT. Le réservoir du Cap devrait recevoir à terme les eaux du captage Calumets Haut +.

Les analyses sur l'eau produite sont effectuées sur des prélèvements au niveau du réservoir du CAP et au niveau de la station de chloration.

Les analyses disponibles au niveau du réservoir du Cap (eau produite pour l'AEP de Palmiste Rouge) ont été réalisées entre le 17/02/2009 et le 06/01/2011 ; elles sont toutes conformes aux limites et références de qualités des eaux destinées à la consommation humaine définies par l'arrêté du 11 janvier 2007. Des traces de trihalométhanes ont toutefois été détectées en mai 2009 et avril 2010, les teneurs restant bien inférieures à la limite de qualité (THM : 100µg/l).

⁴ L'eau dite eau produite est de l'eau prélevée au niveau du réservoir (mélange d'eau de différents captages dans certains cas) et c'est de l'eau traitée (si un traitement existe).

Les analyses disponibles au niveau de la station de chloration en ligne (eau produite pour l'AEP d'Ilet Calebasses) ont été réalisées entre le 01/04/2009 et le 22/04/2010 (deux analyses disponibles seulement) ; elles sont conformes aux limites et références de qualités des eaux destinées à la consommation humaine définies par l'arrêté du 11 janvier 2007. Des traces de trihalométhanes ont toutefois été détectées en mai 2009 et avril 2010, les teneurs restant bien inférieures à la limite de qualité (THM : 100µg/l).

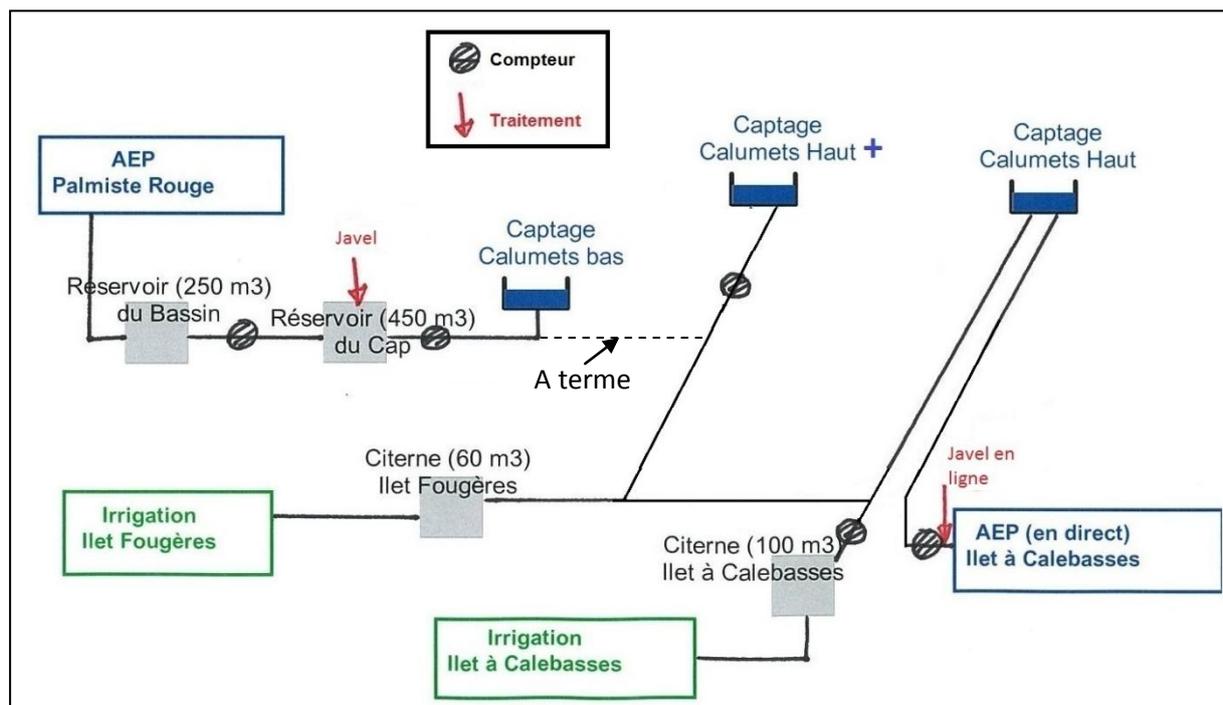


Figure 15 : Synoptique du réseau AEP de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses actuel

8.1.3. Eau distribuée

Deux tableaux (Palmiste rouge et Ilet Calebasses) de synthèse des analyses de suivi de la qualité de l'eau distribuée, sur la période 2005 – 2011, sont présentés en annexe 4.

Les analyses sur l'eau distribuée sont effectuées sur des prélèvements d'eau au niveau d'un robinet de l'école de Palmiste Rouge et au niveau d'un robinet d'Ilet Calebasses (pas plus de précision communiquée).

Pour Palmiste Rouge les analyses effectuées entre le 27/01/2005 et le 06/01/2011 sont toutes conformes aux limites et références de qualités des eaux destinées à la consommation humaine définies par l'arrêté du 11 janvier 2007 exceptée l'analyse en date du 22/11/2010 qui n'est pas conforme au niveau bactériologique (Escherichia-coli 1 pour une limite à 0/100ml et 2 spores et micro-organismes anaérobies sulfite-réducteur pour une référence de qualité à 0/100ml).

Des traces de trihalométhanes (chloroformes et dichloromonobromométhane) ont toutefois été détectées à chaque analyses où ils sont recherchés, les teneurs restant bien inférieures à la limite de qualité (THM : 100µg/l).

Une analyse de type GIACR (parasitologique) a été réalisée au niveau du « robinet de la cour de la poste » en date du 18/03/2013. Cette analyse a mis en évidence l'absence de kystes de giardia et de cryptosporidium.

Pour Ilet Calebasses, les analyses effectuées entre le 17/02/2005 et le 06/01/2011 sont globalement conformes aux limites et références de qualités des eaux destinées à la consommation humaine définies par l'arrêté du 11/01/2007 mais présentent des problèmes de qualité bactériologiques réguliers.

8.1.4. Cas particulier des évolutions de la turbidité

8.1.4.1. Nombre de dépassements de la limite de qualité de 1 NFU

Tableau 4 : Contrôle de la turbidité sur les eaux brutes de 2006 à 2011

date	Calumets Bas	Calumets Haut
14/02/2006	0,73	0,73
16/08/2006		0,4
17/10/2006	0,56	
26/04/2007	0,5	0,41
07/06/2007	0,22	
07/08/2007		0,69
18/03/2008	0,35	0,42
11/08/2008		<0,25
02/09/2008	0,39	
01/04/2009	< 0,25	
05/05/2009		0,58
01/12/2009	< 0,25	< 0,25
22/04/2010		< 0,25
22/11/2010	< 0,25	< 0,25
26/04/2011	0,54	
28/04/2011		< 0,25

En ce qui concerne les eaux brutes, les données ponctuelles ne sont pas représentatives d'une évolution. Toutefois on peut constater qu'aucun dépassement de la limite de qualité de la turbidité pour les eaux destinées à la consommation humaine n'a été enregistré sur les analyses ARS entre 2006 et 2011.

L'analyse de l'évolution de la turbidité peut être conduite sur les données d'autocontrôle effectué sur l'eau traitée et/ou distribuée qui sont plus fréquentes (hebdomadaire). Sur le secteur de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses, il y a deux points d'autocontrôle pour lesquels des mesures de turbidité sont disponibles :

- Case de Palmiste Rouge (eau distribuée) ;
- Ilet Calebasses (pas d'information précise sur le point de suivi).

L'évolution de la turbidité entre 2010 et 2013 est présentée sur le graphique à la Figure 16.

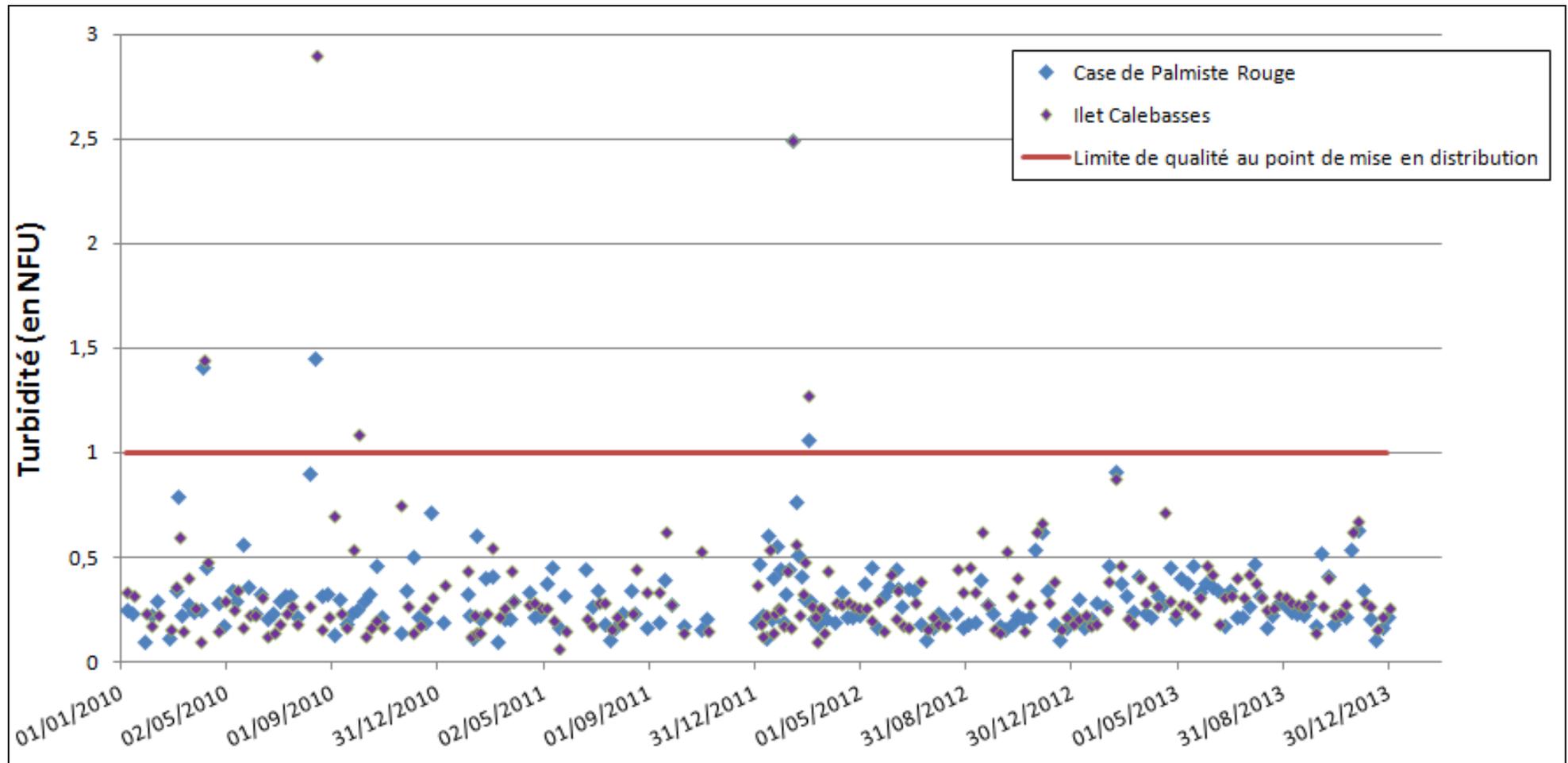


Figure 16 : Evolution de la turbidité pour les secteurs de Palmiste Rouge et d'Ilet Calebasses, entre 2010 et 2013 (données de l'autocontrôle)

Sur 198 mesures de la turbidité, disponibles entre 2010 et 2013, seulement 4 dépassements de la limite de qualité de 1 NFU sont observés au niveau de Palmiste Rouge et 5 au niveau d'Ilet Calebasses, répartis comme suit :

	Case Palmiste Rouge			Ilet Calebasses		
	Nb de mesures	Nb de dépassements observés	Valeur maximale observée	Nb de mesures	Nb. de dépassements observés	Valeur maximale observée
2010	47	2	1,46	47	3	2,9
2011	35	0		35	0	
2012	64	2	>2	64	2	>2
2013	52	0		52	0	

Dans le cadre de l'autocontrôle sur Palmiste Rouge et Ilet Calebasses, **97,5 % des valeurs de turbidité sur l'eau traitée sont inférieures à 1 NFU** et seulement 1% dépasse la valeur de 2 NFU pour l'eau traitée.

8.1.4.2. Durée de dépassement de la limite de qualité de 1 NFU

Les données de l'autocontrôle sont ponctuelles. Afin d'estimer la durée où la turbidité dépasse la valeur de 1 NFU, on interpole les valeurs de turbidité entre les dates des différentes mesures disponibles, en considérant les hypothèses suivantes :

- On considère que la fréquence du suivi est suffisante pour observer tous les épisodes d'augmentation de la turbidité ;
- Pour évaluer la durée d'un épisode de turbidité observé :
 - HYPOTHESE FAVORABLE : on considère que l'épisode ne dure que le jour où une turbidité > 1 NFU est effectivement mesurée. Dans le cas où la mesure suivante présente elle aussi une valeur > 1 NFU, on considère que l'épisode de turbidité s'est poursuivi entre ces deux dates.
 - HYPOTHESE DEFAVORABLE : pour un jour où une turbidité > 1 NFU est constaté, on inclut dans la durée totale de l'épisode de turbidité, les 2 jours précédents et les deux jours suivants la date de la mesure (dans la mesure où aucun contrôle n'est effectué à ces dates). Dans le cas où la mesure suivante présente elle aussi une valeur > 1 NFU, on considère aussi que l'épisode de turbidité s'est poursuivi entre ces deux dates.

Les 4 épisodes de turbidité observés sur l'eau distribuée à Palmiste Rouge et les 5 observés sur l'eau traitée pour Ilet Calebasse, qui sont observés aux mêmes dates sur les deux points de suivi, n'excèdent pas **1 jour suivant l'hypothèse favorable et 5 jours consécutifs suivant l'hypothèse défavorable.**

8.2. Justification du traitement appliqué

Actuellement, le traitement appliqué est :

- Un dégrillage sommaire à la prise d'eau Bras des Calumets Haut (présence d'une crépine) ;
- Une désinfection à la Javel avant distribution au niveau du réservoir du Cap ;
- Une désinfection à la Javel en ligne avant distribution de l'eau dans le réseau AEP d'Ilet Calebasses.

Sur les eaux distribuées il y a peu de problème de turbidité, toutefois les analyses communiquées mettent en évidence des problèmes de qualité bactériologique relativement fréquents.

Selon l'article R1321-38 du Code de la Santé Publique, Les eaux des captages Calumets étant du groupe A2, leur utilisation pour la consommation humaine est subordonnée à un traitement normal physique, chimique et à une désinfection.

En l'état actuel, le simple traitement des eaux des captages par désinfection est insuffisant.

Réglementairement, un traitement physico-chimique normal complémentaire à la désinfection doit être mis en œuvre pour maîtriser la qualité de l'eau (par exemple : prétraitement, coagulation, floculation, décantation, filtration, désinfection).

Conformément à la réglementation, une unité de traitement des eaux avant chloration doit être mise en place. Une étude de faisabilité de l'installation sera à réaliser afin de déterminer le moyen de traitement optimal et de positionner cette station de façon à ce qu'elle traite l'ensemble des eaux distribuées à partir des eaux captées sur les captages Calumets, il est par ailleurs recommandé d'améliorer les traitements à la Javel au niveau du réservoir du Cap et au niveau de la station en ligne pour Ilet Calebasses.

Dans un premier temps il est préconisé la mise en place de deux turbidimètres pour disposer d'un suivi continu :

- Un en sortie du réservoir du Cap,
- Un après la station de chloration en ligne.

Il est rappelé que les secteurs de Palmiste Rouge et d'Ilet Calebasses ne disposent pas de captage de substitution dans le cas où de trop gros problèmes de turbidité seraient observés.

9. Engagements de la commune

9.1. Aménagements et actions que la commune s'engage à réaliser

La commune s'engage à aller jusqu'au bout des procédures de mise en place des périmètres de protection et des moyens de protection et distribution de la ressource.

Plus particulièrement, sur la base des préconisations et recommandations des hydrogéologues agréés, la commune de Cilaos s'engage sur les points suivants dans le cadre de la régularisation de ses captages au titre du code de la santé publique :

- Il sera réalisé à minima une visite mensuelle des captages, en augmentant autant que possible la fréquence suivant le planning de charge des agents de la RECIL et une augmentation en période de pluie (visite après les gros événements pluvieux et en cas de turbidité constatée) ;
- Deux turbidimètres seront installés pour le suivi de la qualité de l'eau distribuée. Le premier sera installé à la sortie du réservoir du Cap, le second sera installé sur la conduite principale de distribution AEP d'Ilet Calebasses, après la station de traitement en ligne ;
- La mise en place de panneau de signalisation des périmètres de protection et de clôtures quand cela est pertinent et après accord du Parc National de La Réunion ;
- La Maitrise foncière des parcelles dans le périmètre de protection immédiate sera assurée ;
- Dispositif de comptage (précisé au titre du code de l'environnement, cf. § 15).

Les eaux de certains captages étant du groupe A2, ces eaux étant en mélange sur le secteur distribué, le traitement par chloration existant est insuffisant. Conformément à la réglementation la mise en place d'une unité de traitement doit être envisagée. La commune s'engage à démarrer les démarches pour pouvoir maîtriser en continu la qualité de l'eau dans l'intérêt sanitaire.

9.2. Estimations des dépenses

Action	Enveloppe financière
- Convention d'occupation des parcelles avec l'ONF / Parc National, dans la limite des périmètres immédiat des captages Calumets Bas, Calumets Haut et Calumets Haut +	8 000 €/an
- Dossier de demande d'autorisation au Parc National de La Réunion, de travaux et pose de panneaux de signalisation des périmètres de protection des captages Calumets Bas, Haut et Haut +	2 000 €
- bornage des périmètres de protection immédiate (2 500€/ouvrage)	7 500 €

Action	Enveloppe financière
Pour le captage Calumets Bas : <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de panneaux sur le sentier d'accès au captage ; - Travaux d'amélioration du captage 	10 000 €
Pour le captage Calumets Haut : <ul style="list-style-type: none"> - mise en place d'un panneau de signalisation à proximité immédiate du captage ; - Réfection du système de chloration en ligne de manière à ce qu'il soit protégé des risques de vandalisme (caisson+cadenas par exemple) 	2 000 €
Pour le captage Calumets Haut + : <ul style="list-style-type: none"> - mise en place de panneaux interdisant l'accès au périmètre de protection immédiate 	2 000 €
<ul style="list-style-type: none"> - La mise en place de deux dispositifs d'alerte de type turbidimètre un au niveau du réservoir du Cap et un après la station de traitement en ligne vers Ilet à Calebasses 	10 000 €
TOTAL	41 500 €
Etudes et création unité de traitement	600 000 €

Demande d'autorisation au titre du Code de l'Environnement

10. Méthodologies mises en œuvre pour l'étude de l'incidence des prélèvements sur la ressource en eau

L'article R 214-6 du Code de l'Environnement fixe le contenu du dossier de demande d'autorisation d'une installation, d'un ouvrage, des travaux ou d'une activité soumise à autorisation.

Cette demande, comprend entre autre, un document indiquant « *les incidences directes et indirectes, temporaires et permanentes, du projet sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, y compris de ruissellement, en fonction des procédés mis en œuvre, des modalités d'exécution des travaux ou de l'activité, du fonctionnement des ouvrages ou installations, de la nature, de l'origine et du volume des eaux utilisées ou affectées et compte tenu des variations saisonnières et climatiques* ».

Par ailleurs, l'article L214-18 du Code de l'Environnement précise que :

« *1. - Tout ouvrage à construire dans le lit d'un cours d'eau doit comporter des dispositifs maintenant dans ce lit un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage ainsi que, le cas échéant, des dispositifs empêchant la pénétration du poisson dans les canaux d'aménée et de fuite.*

Ce débit minimal ne doit pas être inférieur au dixième du module du cours d'eau en aval immédiat ou au droit de l'ouvrage correspondant au débit moyen interannuel, évalué à partir des informations disponibles portant sur une période minimale de cinq années, ou au débit à l'amont immédiat de l'ouvrage, si celui-ci est inférieur. »

Il s'agit, dans le cas présent des captages de Cilaos, de la régularisation d'ouvrages déjà exploités. L'état initial avant la réalisation des ouvrages n'est pas connu. Par ailleurs, les débits caractéristiques aux captages ne sont pas connus du fait de l'absence de station limnigraphique de suivi en continu sur les ravines interceptées par les captages AEP. Les stations existantes ont fait ou font, dans le meilleur des cas, l'objet d'un suivi ponctuel et fournissent quelques valeurs de débit instantané insuffisantes pour définir de manière précise les débits caractéristiques des ressources captées.

Aussi, nous indiquons dans les chapitres suivants, les méthodologies qui ont été mises en œuvre pour évaluer, par ouvrage, l'état initial et le débit minimal à maintenir au droit de chacun des captages.

10.1. Méthodologie pour l'évaluation des Débits Caractéristiques

10.1.1. Définition

On entend par débits caractéristiques d'une ressource, l'évaluation de son **module** (débit moyen interannuel) et son **débit caractéristiques d'étiage** (période de plus basses eaux des cours d'eau). Les

conditions d'étiage naturelles et le module sont à caractériser aussi finement possible afin d'évaluer les modifications hydrologiques engendrées par les prélèvements. Comme vu également auparavant, l'évaluation du module sert également à la détermination de la valeur du **débit plancher** (débit minimal) à maintenir en aval immédiat de l'ouvrage.

Le **débit minimum biologique** est le débit garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage.

Enfin, le débit réservé est la valeur de débit retenue à maintenir au droit de l'ouvrage.

10.1.2. *Rappel de la réglementation*

Comme indiqué ci-dessus, l'article L214-18 du Code de l'Environnement (inséré par Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 art. 6 I Journal Officiel du 31 décembre 2006) précise :

I. - Tout ouvrage à construire dans le lit d'un cours d'eau doit comporter des dispositifs maintenant dans ce lit un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage ainsi que, le cas échéant, des dispositifs empêchant la pénétration du poisson dans les canaux d'amenée et de fuite.

Ce débit minimal ne doit pas être inférieur au dixième du module du cours d'eau en aval immédiat ou au droit de l'ouvrage correspondant au débit moyen interannuel, évalué à partir des informations disponibles portant sur une période minimale de cinq années, ou au débit à l'amont immédiat de l'ouvrage, si celui-ci est inférieur. Toutefois, pour les cours d'eau ou sections de cours d'eau présentant un fonctionnement atypique rendant non pertinente la fixation d'un débit minimal dans les conditions prévues ci-dessus, le débit minimal peut être fixé à une valeur inférieure.

La Circulaire du 5 juillet 2011 est venue préciser l'application de l'article L. 214-18 du code de l'environnement sur les débits réservés à maintenir en cours d'eau

Ce débit minimum biologique doit être déterminé sur la base d'une étude spécifique dans le cadre de la procédure d'autorisation. Cette étude se doit d'analyser les incidences d'une réduction des valeurs de débit à l'aval de l'ouvrage sur les espèces vivant dans les eaux.

Elle doit donc tenir compte des besoins de ces espèces aux différents stades de leur cycle de vie ainsi que du maintien de l'accès aux habitats qui leur sont nécessaires.

Le débit minimum biologique fixé à l'ouvrage, ne doit pas être inférieur à une valeur plancher qui est, pour la règle générale, le 10^{ème} du module interannuel du cours d'eau.

Conformément à la jurisprudence en vigueur, afin de satisfaire l'obligation principale de l'article L.214-18 du code de l'environnement de « garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux », le débit minimum biologique peut être supérieur à cette valeur plancher du 10^{ème} du module naturel. Le débit minimum biologique ne saurait donc être assimilé d'emblée au 10^{ème} du module.

Dans la déclinaison de la circulaire du 05 juillet 2011, le Service Eau et Biodiversité de la de la DEAL de la Réunion a précisé les éléments de cadrage de description physique des cours d'eau permettant la détermination de la valeur du Débit minimum Biologique. 8 points y sont énumérés:

1. **Caractérisation de la ressource disponible** : régime hydrologique caractérisation des étiages

(fréquence, durée, modalité d'alimentation, temps de réponse). Les conditions d'étiage naturelles sont à caractériser le plus finement possible afin de replacer les modifications hydrologiques par rapport à ces conditions.

2. Caractérisation des usages : types, volumes, répartition saisonnière,

3. Identification des "déséquilibres" en confrontant les deux points précédents : c'est une étape essentielle. Il s'agit de qualifier le degré de contrainte hydrologique imposée aux milieux aquatiques dans le cadre des usages existants (voir de leur développement futur). En effet, la valeur des débits minimums n'aura pas le même sens si l'on se trouve dans un contexte hydroélectrique ou dans un contexte d'AEP ou d'irrigation,

4. Identification des tronçons morphologiques des cours d'eau concernés et analyse de leur sensibilité à une réduction de débit (un secteur de gorge n'aura pas la même sensibilité qu'une zone en tresse),

5. Identification des enjeux écologiques (espèces concernées, stade de développement, migration),

6. Définition de stations d'étude représentatives à la fois des déséquilibres hydrologiques, des tronçons et des enjeux écologiques,

7. Mesures hydrauliques permettant d'évaluer l'évolution des paramètres hydrauliques et morphologiques (hauteurs, vitesse, largeur mouillée) en fonction des débits.

8. Application éventuelle d'un "modèle" d'habitat dans le mesure où les préférences d'habitats des espèces sont bien identifiés et validés dans le respect des limites d'utilisation du modèle.

10.1.3. *Caractérisation de la ressource disponible : Méthodologie pour l'estimation des débits caractéristiques*

Le débit caractéristique au droit des captages n'est pas connu du fait de l'absence de station limnigraphique de suivi en continu sur les ravines interceptées. Les stations de mesures existantes du secteur de Cilaos ont fait ou font, dans le meilleur des cas, l'objet d'un suivi ponctuel et fournissent quelques valeurs de débit instantané insuffisantes pour définir de manière précise le débit caractéristique de la ressource captée.

Afin de définir le débit caractéristique de chaque cours d'eau au niveau des captages, les données suivantes ont été utilisées :

- Données de l'office de l'eau ;
- Rapport Antea Group n° C25467 présentant l'étude de mise en place des débits réservés du Bras de Cilaos et du bras de la Plaine⁵,
- Mesures de débit effectuées par Antea Group lors des visites de site,
- Données d'exploitation de la RECIL.

Différentes approches ont été mises en œuvre et les résultats obtenus ont été appréciés et critiqués sur la base des expertises de terrain et des informations recueillies.

L'objectif est d'établir le débit caractéristique d'étiage (DCE) et le débit moyen journalier (module) au droit de chaque captage.

⁵ : Etude de mise en place des débits réservés du bras de Cilaos et du bras de la Plaine, réalisée pour la direction régionale de l'environnement, avril 2003, rapport C25467, ANTEA, HYDRETTUES et l'ARDA.

- **1^{ère} méthode :**

A partir des valeurs caractéristiques calculées par modélisation sur le Grand Bras et le Petit Bras de Cilaos, déterminées lors de l'étude citée ci-dessus, les valeurs de débit spécifique (rapporté à 1km²) des deux grands bassins versants ont été établies.

Pour le Grand Bras de Cilaos, l'étude avait également défini la contribution au débit global, de chacun de ses trois affluents principaux, que sont le bras de benjoin, le bras rouge et le bras de Saint Paul.

Les valeurs de débits spécifiques ont donc été déterminées pour chacun des 3 sous bassins versants principaux qui forment le Grand Bras de Cilaos et pour le petit Bras de Cilaos.

Chacun des captages a donc été affecté des valeurs de débits spécifiques du sous bassin versant auquel il appartient.

Ces valeurs ont été ensuite extrapolées à la superficie réelle du bassin versant de chacun des captages.

Il s'agit d'une approche établie uniquement au pro rata des surfaces de bassin versant, sans tenir compte des caractéristiques intrinsèque de la ressource, ni de son environnement.

Le résultat obtenu est ensuite critiqué en analysant la concordance des valeurs calculées, avec des valeurs réelles disponibles.

- **2^{ème} méthode :**

Si à la vérification de la validité de la 1^{ère} méthode, les débits calculés sont trop éloignés des débits mesurés disponibles et si la proportionnalité de la ressource à la surface du bassin versant n'est pas avérée, alors une deuxième méthode a été appliquée.

Des données ponctuelles sont disponibles par les mesures de l'Office de l'Eau, sur le bassin versant de Cilaos, correspondant à des données en étiage. Le Débit Caractéristique d'Etiage (DCE) au captage a été évalué à partir de la valeur moyenne des débits d'étiage disponibles dans la base de données de l'OLE, ce qui permet d'estimer un Débit d'étiage moyen.

A partir de cette valeur, nous avons estimé le module au captage, en extrapolant le rapport entre le DCE moyen et le Module disponible sur le Grand Bras de Cilaos d'abord au sous bassin versant principal puis au captage considéré.

Les données de référence utilisées pour l'estimation des débits caractéristiques des ravines aux différents captages AEP de Cilaos sont présentées dans le tableau ci-dessous. Dans les cellules grisées sont les données présentées dans le rapport Antea Group n°C25467 et dans les cellules laissées en blanc sont les données calculées au prorata de la contribution du bras au débit total du Grand Bras de Cilaos.

	unité	Gd bras Cilaos	Bras de Benjoin	Bras Rouge	Bras de St Paul
surface bv km ²	km ²	69,35	20,7	28,9	16,5
% du cumul des 3 bras	%	100	45,4	29	25,7
Valeurs calculées					
Q jour moy	m ³ /s	2,31	1,049	0,670	0,594
DCEmoyen	m ³ /s	0,73	0,331	0,212	0,188
DCEmini	m ³ /s	0,57	0,259	0,165	0,146
Valeurs ajustées après prise en compte des données ponctuelles disponibles					
Q moy étiage	m ³ /s		0,36	0,23	0,2
Q spécif étiage	m ³ /s/km ²		0,017	0,008	0,012

Tableau 5 : Données de référence simulées pour l'estimation des débits (source : Rapport Antea Group C25467)⁶

• **3^{ème} méthode :**

Dans les cas où ces deux premières méthodes ne donnaient pas de résultats cohérents, une approximation du module de la ravine a été faite, non plus à partir de données hydrologiques du cirque mais à partir des seules données au captage et des données pluviométriques en posant comme postulat que la ressource au captage provient de deux types d'alimentation :

- La part de ruissellement direct des pluies ;
- un écoulement de base peu variable, qui peut être évalué sur la base de mesures ponctuelles disponibles.

En effet, à partir des observations et de la connaissance de certaines sources de la Réunion suivies et étudiées en terrain ancien ou accidenté, il est estimé, que globalement seules les pluies journalières au dessus de 50 mm contribuent directement au ruissellement.

Nous avons donc cherché à reconstituer sur un cycle hydrologique moyen, cette part du ruissellement direct. Elle a été estimée à partir des **pluies journalières** de l'année 1994 sur la station de Cilaos, qui a été une année hydrologique **moyenne** de référence. Cette année de pluie avait également servi à la modélisation des débits du Grand Bras de Cilaos (rapport Antea Group n°C25467).

Une année réelle est utilisée, car l'extrême violence des précipitations à la Réunion liées à des phénomènes cycloniques ou tempêtes tropicales, l'hétérogénéité des pluies entre la saison sèche et la saison des pluies, ne permet pas de reconstituer des pluies journalières théoriques sur une année hydrologique.

A Cilaos, la hauteur de pluie engendrant un ruissellement direct en année moyenne (>50 mm/j) est estimée à 983,20mm/an pour un total de 2161,8 mm de pluie en 1994. A l'échelle du bassin versant de chaque captage, cette hauteur peut être convertie en volume à l'échelle annuelle puis en débit.

⁶ Les cellules grisées correspondent aux données issues de "étude de mise en place des débits réservés du bras de Cilaos et du bras de la Plaine" (Antea, Hydretudes, Arda, rapport C25467, projet REUP010015)

On obtient alors le débit correspondant au ruissellement direct à chaque captage.

Reste alors à déterminer l'autre composante du débit au captage, le débit de base. En l'absence d'autres informations et sachant que les autres méthodes n'ont pas donné de résultats, on considère que le débit d'étiage (généralement mesuré par l'Office de l'Eau) provient de l'écoulement de base (résurgence des volumes infiltrés...) des ravines sans influence des précipitations.

Le débit d'étiage étant estimé, on considère alors que la moyenne du débit de base, est globalement de 20% supérieure au débit d'étiage. Cela revient à considérer, en fin de saison des pluies, un débit de base supérieur de 20% à la moyenne et en fin d'année, un débit d'étiage inférieure de 20% à la moyenne.

Une fois le débit de base moyen estimé, le module annuel est alors déterminé en sommant le débit de base moyen et le débit correspondant au volume de pluie contribuant au ruissellement direct au captage (part supérieure à 50mm/j).

10.2.Méthodologie pour l'étude de l'incidence sur l'écoulement des eaux

Pour évaluer l'incidence du prélèvement sur le débit du cours d'eau, il convient de comparer les volumes faisant l'objet de la demande (ou débits fictifs journaliers correspondants), aux valeurs caractéristiques de l'écoulement des ravines au droit des captages.

La comparaison est donc faite avec des réserves.

- Les valeurs de débits prélevés demandées, sont une évaluation, qui plus est cette évaluation est faite à partir des volumes journaliers fictifs distribués : en l'absence de données plus précises, nous avons considéré un rendement de 70% sur le réseau d'adduction (entre la prise et le réservoir).
- Les valeurs caractéristiques des écoulements aux captages ne sont pas issues de mesures mais d'une évaluation.

Sans que ces méthodes de calcul puissent être finement validées ou invalidées dans le cadre de notre analyse, nous comparons des ordres de grandeur afin de déterminer l'incidence du prélèvement sur le débit du cours d'eau.

10.3.Méthodologie pour l'étude de l'incidence sur les milieux

L'expertise de l'incidence des prélèvements sur le milieu porte sur le diagnostic de l'état des peuplements de poissons et de macro-crustacés au droit et en amont des captages AEP et de l'impact des captages en place sur la continuité biologique des peuplements observés.

Elle a porté sur les sites de captage situés entre 970 m et 1740 m d'altitude sur le bassin versant du Bras de Cilaos (masse d'eau Cirque de Cilaos FRLR18).

L'expertise de l'impact des captages AEP sur la continuité biologique est menée en plusieurs étapes, depuis une échelle large (situation du captage, obstacles en aval, ...) jusqu'à une échelle fine au

niveau du captage (description du captage et de sa franchissabilité par les populations observées *in situ*).

Si possible (accessibilité, présence de lit mouillé, ...), le site de captage a fait l'objet d'échantillonnages piscicoles en aval et en amont immédiat.

10.3.1. Analyse des enjeux biologiques au site de captage

Cette première étape de l'analyse permet de situer le captage au sein du bassin versant. La situation du captage ainsi que les obstacles naturels et anthropiques positionnés en aval (voire en amont) permettent d'établir un premier niveau d'enjeux pour la faune piscicole (richesse potentielle, aire de développement, ...).

Cette première étape permet de cerner les enjeux biologiques au niveau du captage (franchissabilité, débit réservé).

10.3.2. Inventaire de la macro faune aquatique

Lorsque les conditions hydromorphologiques du cours d'eau le permettent (présence d'un lit mouillé et praticable à pied), et lorsque les données sont inexistantes par ailleurs, un inventaire par pêche électrique est réalisé en amont immédiat et en aval du captage.

Les inventaires ont été menés par prospection d'un linéaire de cours d'eau, sur toute la largeur mouillée. Les zones inventoriées ont été souvent limitées par la présence d'obstacles naturels (chutes, vasques) et l'absence de lit mouillé.

10.3.3. Franchissabilité de l'ouvrage par les peuplements observés

Lorsqu'un peuplement de poissons et/ou de macro-crustacés est observé en amont ou en aval immédiat d'un site de captage, l'ouvrage de captage a fait l'objet d'une expertise pour le franchissement de ces espèces à la montaison et à la dévalaison.

En absence d'espèces observées, la franchissabilité du captage pour les espèces potentiellement présentes est donnée à titre indicatif.

10.3.4. Synthèse de l'impact de l'ouvrage sur la continuité biologique des peuplements

A l'issue de ces trois étapes, une synthèse de l'impact de l'ouvrage sur la continuité biologique des peuplements de poissons et de macro-crustacés est proposée sur :

- les enjeux biologiques relevés sur le site de captage et sur le bassin versant amont,
- les peuplements observés sur site, ou potentiels,
- l'impact de l'ouvrage sur la franchissabilité des espèces présentes ou potentiellement présentes.

10.4. Méthodologie pour l'évaluation des Débits réservés

10.4.1. Qualification des écoulements

L'article L214-18 du Code de l'Environnement s'applique aux cours d'eau. Selon la circulaire du 02/03/05, relative à la définition de la notion de cours d'eau, la qualification donnée par la jurisprudence, repose essentiellement sur les deux critères suivants :

- la présence et la permanence d'un lit naturel à l'origine, distinguant ainsi un cours d'eau d'un canal ou d'un fossé creusé par la main de l'homme mais incluant dans la définition un cours d'eau naturel à l'origine mais rendu artificiel par la suite, sous réserve d'en apporter la preuve, ce qui n'est pas forcément aisé ;
- la permanence d'un débit suffisant une majeure partie de l'année, apprécié au cas par cas par le juge en fonction des données climatiques et hydrologiques locales et à partir de présomption aux nombres desquelles par exemple l'indication du « cours d'eau » sur une carte IGN ou la mention de sa dénomination sur le cadastre.

Par ailleurs, l'arrêté préfectoral listant les cours d'eau du DPF (Domaine Public Fluvial) à La Réunion, stipule que les affluents des cours d'eau sont considérés comme cours d'eau. Selon la définition Sandre d'un affluent, c'est un cours d'eau qui se jette dans un autre cours d'eau.

10.4.2. Détermination des débits réservés

Pour chaque ouvrage une vérification de la notion de cours d'eau a d'abord été effectuée. Dans l'affirmative les modules estimés du cours d'eau sont rappelés et les débits minimaux correspondant, que devraient laisser passer ces captages sont donnés.

Conformément à la circulaire du 5 juillet 2011, relative à l'application de l'article L.214-18 du code de l'Environnement sur les débits réservés à maintenir en cours d'eau, les débits réservés retenus sont au minimum égal au débit plancher, qui est défini comme étant le dixième du module pour les cours d'eau dont le module est inférieur à $80\text{m}^3/\text{s}$, le vingtième si le module est supérieur à $80\text{m}^3/\text{s}$.

Le débit minimum biologique, qui ne peut être inférieur au débit plancher, est déterminé par une étude spécifique. Celle-ci reposant principalement sur l'utilisation de données de base hydrologiques et hydrauliques, non disponibles pour les captages de Cilaos, ont été uniquement abordés les enjeux hydrobiologiques (cf. étude de l'incidence sur les milieux). Selon les enjeux retenus, des modalités d'application des débits réservés sont proposées.

11. Les débits prélevés sur les captages de Palmiste Rouge

Sur l'ensemble du territoire de Cilaos, les seules données de débits disponibles correspondent à des débits mesurés aux réservoirs ou au niveau du réseau de distribution. Les débits correspondent donc aux volumes produits.

11.1. Volumes produits sur Calumets Hauts

Le captage Bras des Calumets haut est utilisé pour l'alimentation en eau potable d'îlet à Calebasses et pour l'irrigation d'îlet à Calebasses et d'îlet Fougères.

Les volumes destinés à l'irrigation d'îlet Fougères ne sont pas comptabilisés, la production mensuelle ne renseigne donc pas directement sur les volumes captés au niveau de Bras des Calumets haut.

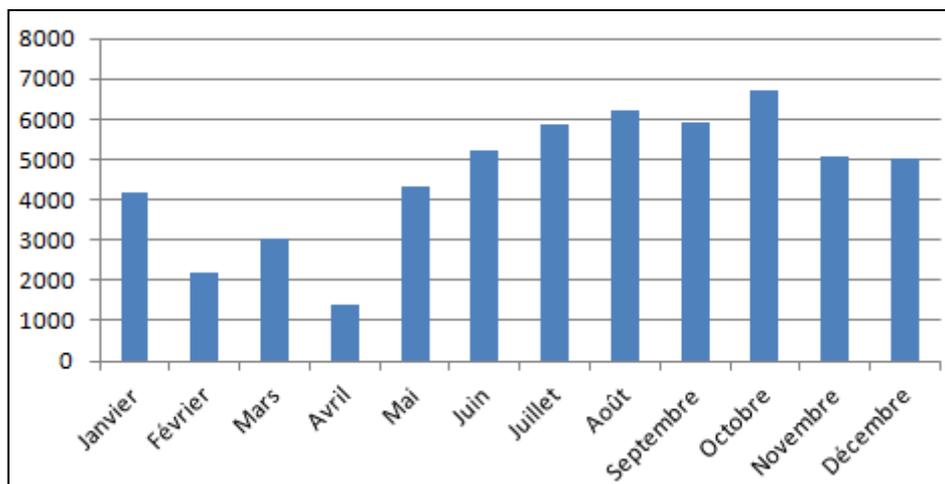


Figure 17 : Production mensuelle au cours de l'année 2012 par le captage Calumets haut (source RECIL)

On constate que la production augmente au cours de l'année. Entre janvier et mars la production est d'environ 3 000 m³/mois (107 m³/jour), elle avoisine ensuite 5 000 m³/mois (163 m³/j) d'avril à septembre et atteint 7 000 m³/mois (231 m³/jour) en octobre.

Il n'existe pas de suivi des volumes produits sur le captage Calumets haut avant 2009, 2009 correspondant à la mise en place de la chloration en ligne. La production annuelle moyenne sur ce captage entre 2009 et 2012 est de l'ordre de 58 000 m³/an (0,002 m³/s en moyenne).

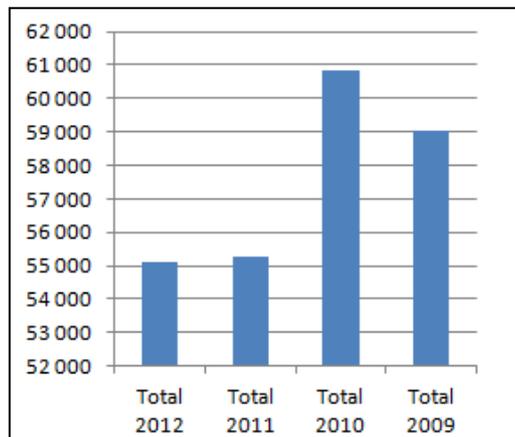


Figure 18 : Production annuelle, entre 2009 et 2012, du captage Calumets haut (source RECIL)

Il n'existe pas d'autres données concernant le débit disponible ou capté au captage Calumets Haut.

11.2. Volumes produits sur Calumets Bas

Le captage Bras des Calumets Bas est utilisé pour l'alimentation en eau potable de Palmiste rouge. Il n'y a pas de compteur au niveau du captage mais il y a un suivi des volumes produits au niveau du réservoir.

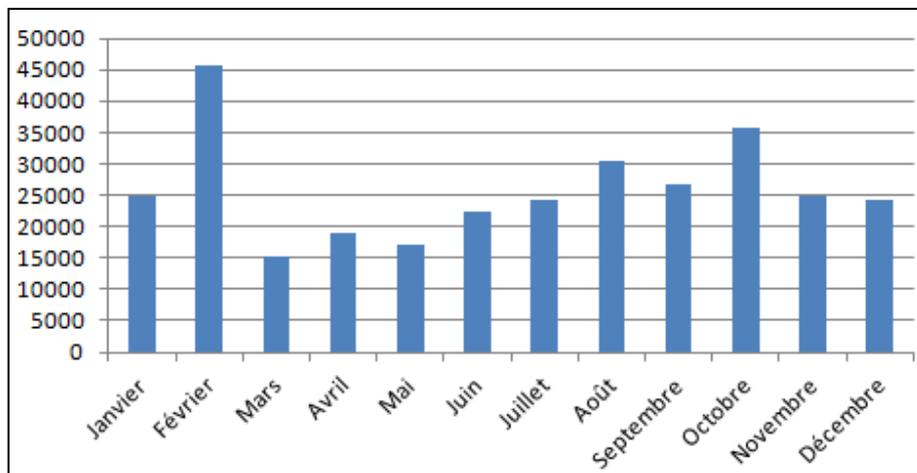


Figure 19 : Production mensuelle du captage Calumets Bas au cours de l'année 2012 (m³/mois)

Comme pour la production au captage Calumets haut, on constate que la production augmente au cours de l'année. Entre janvier et mai la production est d'environ 20 000 m³/mois (655 m³/j), elle avoisine ensuite 25 000 m³/mois (798 m³/j) de juin à décembre. Au cours de l'année 2012 deux pics de consommation mensuelle ont été observés, en février avec 45 000 m³ et en octobre avec 35 000 m³ produits.

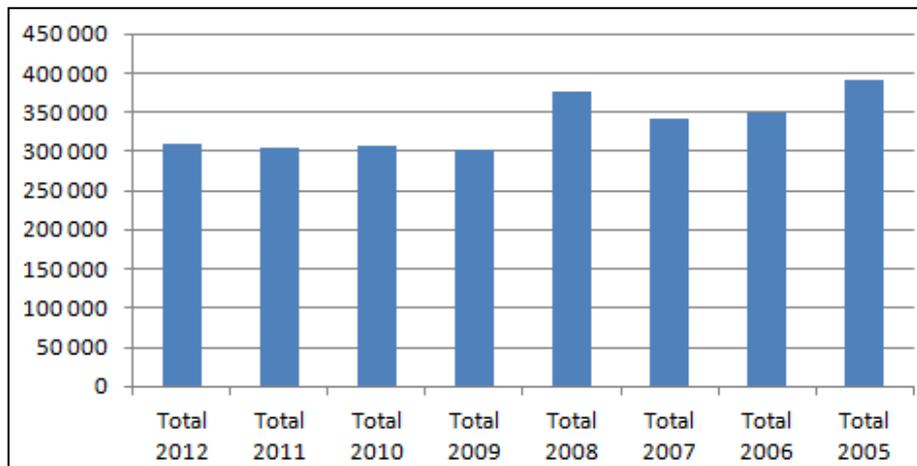


Figure 20 : Production annuelle au captage Calumets Bas entre 2005 et 2012 (m³/an)

La production annuelle est relativement stable depuis 2005 avec une légère tendance à la baisse entre 2005 et 2009.

Elle est d'environ 300 000 m³/an. La production annuelle moyenne sur ce captage entre 2005 et 2010 est de l'ordre de 334 000 m³/an (0,011 m³/s en moyenne).

11.3. Volumes captés sur Calumets Haut +

Il n'existe pas de données de suivis de volumes produits à partir du captage Calumets Haut + celui-ci ayant été réalisé en 2013.

Depuis la réalisation du captage, une conduite a été installée et est raccordé au réseau d'irrigation d'Ilet Calebasses et un suivi des débits captés et réalisé pour étudier les potentialités de ce captage.

D'après les informations communiquées par la RECIL, il est capté 8 m³/h au captage de Calumets Haut +, soit 192 m³/j et 70 000m³/an.

La RECIL souhaite que la demande d'autorisation de prélèvement tienne compte de ces débits captés en complément des deux captages déjà exploité pour répondre au besoin en eau du secteur de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses.

A terme ce volume sera dirigé vers l'AEP et/ou l'irrigation en fonction des besoins, les besoins en eau pour l'AEP n'étant pas complètement satisfait par les deux captages actuels (restriction forte des consommations et fermeture des réservoirs pendant la nuit en période d'étiage chaque année).

11.4. Estimation des débits prélevés

Les débits prélevés ont été estimés en majorant les volumes produits pour le secteur d'environ 30%. Cette majoration permet de prendre en considération les débits de fuites sur le réseau d'adduction, qui ne sont pas connus, et devrait également permettre de palier à une éventuelle

augmentation des besoins liée à l'augmentation prévisionnelle de la population de 5% dans les années à venir.

Tableau 6 : Rappel des volumes annuels produits pour l'AEP à partir des captages alimentant Palmiste Rouge et Ilet Calebasses

	Bras des Calumets bas (AEP)	Bras des Calumets Haut (AEP)
Total 2012	310 675	55 093
Total 2011	303 577	55 262
Total 2010	306 219	60 839
Total 2009	302 236	59 048
Total 2008	376 128	
Total 2007	340 551	
Total 2006	347 914	
Total 2005	390 234	
max annuel	390 234	60 839

Les volumes de prélèvements retenus à partir des données AEP rappelées dans le tableau 5 sont :

- 420 000 m³ prélevé annuellement sur le captage Calumets Bas ;
- 77 000 m³ prélevé annuellement sur le captage Calumets Haut.

De plus pour l'irrigation d'Ilet Calebasses et Ilet Fougères, des volumes annuels distribués ont été estimés par la RECIL en l'absence de compteurs. Ces volumes sont pris en compte pour déterminer le débit capté au droit de chacun des captages.

Tableau 7 : Estimation des consommations d'eau pour l'irrigation des Ilets Calebasses et Fougères (estimation de la RECIL)

Irrigation pour	Besoin en eau		Prélèvement (+20%)
Ilet Calebasses	410 m ³ /j	150 000 m ³ /an	300 000 m ³ /an
Ilet Fougères	274 m ³ /j	100 000 m ³ /an	

Les volumes de prélèvements estimés au niveau de chacun des captages, pour les besoins en eau pour l'AEP de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses et pour l'irrigation d'Ilet Fougères et d'Ilet Calebasses, sont les suivants :

	Bras des Calumets bas (AEP)	Bras des Calumets Haut (AEP)	Bras des Calumets Haut (irrigation)	Bras des Calumets Haut + (global)	Ravine Des Calumets
prélèvement jour (production + 30%)	1150	210	821	192	2 373
prélèvement annuel (m ³) (production + 30%)	420000	77000	300000	70000	867 000
prél moyen L/s	13	2	10	2	27

12. Captages Calumets Bas, Haut et Haut +

Les 3 captages Calumets étant situés sur la même Ravine, avec une distance d'environ 900m entre le captage le plus en aval (Calumets Bas) et le captage le plus en amont (calumets Haut +), l'incidence des captages et des prélèvements est présentée ci-après pour l'ensemble des trois ouvrages.

12.1. Incidence des captages sur la ressource en eau

12.1.1. Détermination des débits caractéristiques aux captages

12.1.1.1. Rappel des débits prélevés

Il n'y a pas de suivi individuel des captages pour le débit prélevé.

D'après le suivi réalisé par l'Office de l'Eau au captage Calumets Bas, quelques données de débits disponibles et captés sont existantes (cf. § 12.1.1.2). Pour les autres captages il n'existe aucune donnée de débits de la ravine.

Le débit de prélèvement estimé sur la Ravine des Calumets (aval, en volume cumulé sur les trois ouvrages) est de 867 000 m³/an soit un débit de 27 L/s (cf § 11.4).

12.1.1.2. Les données de débits disponibles

Lors de la visite du captage, le 11/08/2011, deux mesures de débits instantanés ont été effectuées :

- En amont de la prise d'eau : 29 L/s
- En aval de la prise d'eau : 17 L/s.

Le débit capté était donc de 12 L/s.

Entre 1985 et 2006, l'ORE/OLE a effectué un suivi du débit instantané du captage Bras des Calumets Bas, à noter que la plus part des mesures sont faites en période d'étiage :

- Le débit disponible au captage Calumets bas varie entre 17 l/s (le 29/11/2000) et 91 l/s (le 18/04/85),
- le débit moyen entre 1985 et 2006 et de 32 l/s (moyenne des mesures disponibles),
- Le débit capté à Bras des Calumets Bas varie entre 10 l/s (les 18/11/2003 et 06/07/1999) et 51 l/s (le 24/06/1993),
- le débit moyen capté entre 1985 et 2006 et de 18 l/s.

À noter que le captage Calumets Haut a été mis en service en 2006 et le captage Calumets Haut + en 2014. Le suivi entre 1985 et 2006 renseigne donc sur le débit de la Ravine au niveau du

captage Calumets Bas en l'absence des prélèvements en amont.

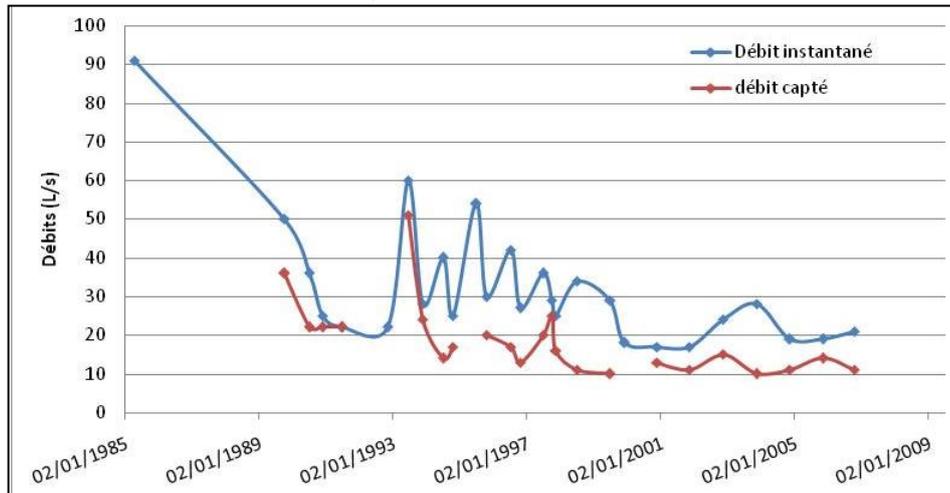


Figure 21 : Mesures de débits instantanés au niveau du captage Bras des Calumets bas (source ORE).

Ce sont les seules valeurs de débits disponibles pour la ravine des Calumets.

12.1.1.3. Débits caractéristiques

Les captages Calumets Bas, Calumet Haut et Calumets Haut + sont implantés sur la ravine des Calumets, au sein du bassin versant du Petit Bras de Cilaos. On a donc calculé les débits théoriques de la ravine aux captages à partir des valeurs spécifiques du Grand Bras de Cilaos et du Petit Bras de Cilaos.

Les résultats obtenus pour le captage Calumets Bas par la mise en œuvre de la 1^{ère} méthode sont présentés ci-après.

	unité	Gd bras Cilaos	Calumets Bas théorique	Petit Bras de Cilaos	Calumets Bas théorique
surface bv	km ²	66,1	2,77	15	2,77
Q jour moy	m ³ /s	2,31	0,10	0,33	0,06
DCEmoyen	m ³ /s	0,73	0,03	0,11	0,02

Les résultats obtenus au prorata des surfaces des bassins versant de Calumets Bas par rapport au Petit Bras de Cilaos sont cohérents avec les mesures de l'Office de l'Eau réalisées au captage Calumets Bas, les résultats semblent toutefois légèrement sous estimés à l'étiage. Ainsi les résultats obtenus à partir du Petit Bras de Cilaos sont retenus comme débits caractéristiques de la ravine au captage Calumets Bas.

Tableau 8 : Débits caractéristiques au captage Calumets Bas.

	ravine au captage Calumets Bas (L/s)	débit moyen prélevé (L/s) au captage Calumets Bas	débit moyen prélevé (L/s) Sur la Ravine Calumets
Q jour moy	61	13	27
DCEmoyen	20		

Pour les captages Calumets Haut et Haut +, il n'existe aucun suivi de l'OLE. En l'absence de donnée pour vérifier la cohérence des débits caractéristiques modélisés, on a donc simplement appliqué la même méthode de calcul que celle validée pour le captage Calumets Bas. Les valeurs obtenues sont les suivantes :

Tableau 9 : Débits caractéristiques aux captages Calumets Haut et Haut +.

	ravine au captage Calumets Haut (L/s)	débit moyen prélevé (L/s) au captage Calumets Haut	Ravine au captage Calumets Haut + (L/s)	débit moyen prélevé (L/s) au captage Calumets Haut +
Q jour moy	58	12	45	2
DCEmoyen	19		15	

12.1.2. Incidence sur la ressource en eau souterraine

12.1.2.1. Incidence quantitative

Il n'y a pas de ressource en eau souterraine d'envergure ou exploitée dans la zone où sont implantés les captages.

- Les captages constituent un prélèvement d'une partie des résurgences des aquifères de plateaux, mais n'ont pas d'incidence quantitative à l'amont puisque les volumes captés s'écoulent naturellement dans la ravine. Il n'est pas prélevé un volume supérieur à l'alimentation, puisque le volume est fourni naturellement par ces résurgences.
- En termes d'impact sur l'infiltration, il n'y a pas de nappe de base dans les cirques, qui sont réputés « imperméables », c'est-à-dire que le ruissellement est drainé (en surface ou via un sous-écoulement) vers l'exutoire du cirque, ici la Rivière Saint Etienne. L'incidence quantitative éventuelle est donc limitée aux nappes d'accompagnement des ravines, sur la superficie très limitée des bassins versants topographiques qui constituent l'alimentation des captages.

12.1.2.2. Incidence qualitative

Les prélèvements d'eaux superficielles par les captages de Cilaos n'ont pas d'incidence sur la qualité des eaux souterraines à l'amont ou à l'aval hydraulique, notamment du fait de leur incidence quantitative limitée.

12.1.3. Incidence sur l'écoulement des eaux

12.1.3.1. Modification du profil en long

Les ouvrages sont des ouvrages maçonnés :

- Calumets Bas de 40 cm de haut ;
- Calumets Haut d'environ 1m de haut,
- Calumets Haut + de 1,40 m de haut.

Ces ouvrages peuvent constituer des zones d'accumulation de blocs.

A noter que la hauteur des ouvrages maçonnés est peu importante vis-à-vis des petites cascades et des blocs basaltiques rencontrés dans la ravine.

Il y a peu de risque de montée du niveau d'eau liée à l'ouvrage.

12.1.3.2. Modification du profil en travers

Les ouvrages de captages et leur fonctionnement n'ont aucun impact sur le profil en travers.

12.1.3.3. Incidence sur le débit du cours d'eau

Les prélèvements sur les trois captages de la Ravine des Calumets auront une incidence moyenne à forte sur le débit de la ravine à l'aval immédiat du captage Calumets Bas, en particulier en période d'étiage. Les propositions en matière de débit réservé sont discutées au §12.3.

12.2. Incidence des captages sur la continuité écologique

L'étude de l'incidence sur la continuité écologique a été réalisée avant la création du captage Calumets Haut +. Toutefois les conclusions sont valables pour ce dernier captage qui est situé environ 600m en amont du captage Calumets Haut.

Les captages Bras des Calumets Haut et Bas sont situés sur la ravine des Calumets (code BD Carthage 40601350), affluent du Petit Bras de Cilaos. Ces captages sont situés à respectivement 1 040 m et 970 m d'altitude.

12.2.1. Enjeux biologiques au site de captage

La continuité biologique en aval de ce site est perturbée à l'échelle de la masse d'eau par le captage SAPHIR du Petit Bras de Cilaos.

- Continuité biologique en aval immédiat du site

En aval immédiat des sites de captages, la continuité biologique est perturbée par le radier de la route d'Ilet à Calebasses. Une chute d'environ 1m en aval du radier rend son franchissement difficile par les espèces de poissons et de macro-crustacés.



Figure 22 : Vue du radier routier sur le Bras des Calumets au niveau de la route d'Ilet à Calebasses.

- Potentiel biologique en amont du site de captage

En amont du site de captage, le cours d'eau présente un habitat favorable au développement des espèces de poissons et de macro-crustacés (largeur environ 2m, longueur pérenne non reconnue, supérieure à 500m en amont du captage amont). **La zone amont des captages présente un potentiel pour le développement des espèces de poissons et de macro-crustacés, dans la limite du linéaire pérenne (non observée, mais inférieure à 1 300m d'après BD Carthage).**

12.2.2. Inventaire de la faune piscicole

Le Bras des Calumets a été prospecté par pêche électrique en aval des captages (au niveau de la route de l'Ilet à Calebasses et en aval immédiat du captage Haut). Sur chaque station l'ensemble du lit mouillé a été parcouru et pêché :

	Station amont (aval immédiat captage Calumets Haut)	Station aval (radier Route de l'Ilet à Calebasse)
Date	11/08/2011	24/08/2011
X	342 885	342 710
Y	7 659 105	7 658 510
Z (m)	1 030	870
Longueur (m)	50	52
Largeur mouillée (m)	2,7	2,3
Surface prospectée (m ²)	135	120

Tableau 10 : Caractéristiques des stations d'échantillonnages sur le Bras des Calumets.

Sur chaque station, une anguille *A. marmorata* de LT = 380 mm a été capturée. Aucun crustacé n'a été observé. L'absence de chevaquine *A. serrata* est à noter ici compte tenu de la présence d'anguille.

12.2.3. Franchissabilité de l'ouvrage par les peuplements en place

Le seuil du Bras des Calumets Haut est constitué d'un mur maçonné vertical d'un mètre environ. Cet obstacle constitue une barrière difficilement franchissable pour les anguilles et les anguillettes. Seules les civelles (taille inférieure à 7/8 cm) peuvent franchir cet obstacle vertical (grâce à leur capacité à utiliser les microporosités du substrat et la tension superficielle).



Figure 23 : Vues du seuil de captage des Calumets Haut

Le seuil de Calumet Bas est implanté sur un ressaut naturel. Il est maçonné sur moins de 40 cm, en dévers, dans la continuité du substrat naturel. Ce seuil constitue une barrière potentielle pour les anguilles, sauf pour les civelles (taille inférieure à 7/8 cm, comme vu précédemment).



Figure 24 : Vues du seuil de captage de Calumets Bas

A noter ici la présence de chutes « toboggan » sur le cours de la Ravine des Calumets qui constituent des obstacles naturels (à faibles impacts) et à répétition pour le franchissement des anguilles en particulier :



Figure 25 : Exemple de chute « toboggan » constituant une barrière potentielle naturelle (à faible impact) pour le franchissement des anguilles

12.2.4. Synthèse de l'impact des ouvrages sur la continuité biologique des peuplements

L'impact des captages Calumets Haut et Bas sur la continuité biologique des peuplements de poissons et de macro-crustacés est synthétisé dans le tableau suivant :

	Calumets amont	Calumets aval
Potentiel habitat aval proche (état actuel)	Important – continuité hydraulique jusqu'au Petit Bras de Cilaos	Important – continuité hydraulique jusqu'au Petit Bras de Cilaos
Potentiel habitat amont	Important, dans la limite de pérennité des écoulements	Important, dans la limite de pérennité des écoulements
Populations observées	Anguille marbrée, <i>A. marmorata</i>	Anguille marbrée, <i>A. marmorata</i>
Continuité biologique au droit de l'ouvrage	Impact faible sur la montaison des civelles (LT inf à 7-8 cm), et fort sur les anguilles de plus grandes tailles.	Impact faible sur la montaison des civelles (LT inf à 7-8 cm), et modéré sur les anguilles de plus grandes tailles.

Tableau 11 : Synthèse de l'impact des captages du Bras des Calumets Haut et Bas sur la continuité biologique des peuplements

Les captages du Bras des Calumets sont situés sur un tronçon où la présence de poisson (Anguille *A. marmorata*) a pu être mise en évidence.

Dans ce contexte, le captage du Bras des Calumets Haut présente un impact sur la libre circulation des anguilles vers les habitats plus amont. Toutefois, cet impact doit être relativisé à l'échelle du linéaire d'habitat disponible en amont (inférieur à 1 300 m – source BD Carthage). Il sera ici plus judicieux de favoriser le développement sur la zone aval : majoration du débit réservé, réhabilitation du franchissement pour les poissons et crustacés au niveau du radier de la route d'Ilet à Calebasses.

12.3. Application de la réglementation en matière de débits réservés

12.3.1. Evaluation du débit réservé

Le débit plancher que devrait à minima laisser passer le captage est donné à 10% du module estimé au captage.

Captage	module ravine au captage (L/s)	débit moyen étiage au captage (L/s)	Débit plancher (L/s)
Bras des Calumets Haut +	45	15	4,5
Bras des Calumets Haut	58	19	6
Bras des Calumets Bas	61	20	6

Pour la mise en place des débits réservés on préconise de retenir un débit réservé de 6 L/s pour la Ravine des Calumets au niveau du captage Calumets Bas.

12.3.2. Aménagement en matière de mise en place des débits réservés

Etant donné les enjeux sur cette ravine, conformément aux conclusions de l'étude de l'incidence sur la continuité écologique il est préconisé une majoration du débit réservé.

En l'absence de données sur les débits caractéristiques de la ravine Calumets, sur la base des résultats de la modélisation réalisée, il est préconisé de retenir en première approche **un débit minimum de 10 L/s à l'aval du captage Calumets Bas.**

Le captage Calumets Bas ne présente pas un obstacle à la progression des espèces (surverse et faible hauteur de l'ouvrage maçonné).

Les captages Calumets Haut et Calumets Haut + étant installés à des altitudes respectives de 1 016m et 1 121m, il n'est pas proposé de modification des ouvrages étant donné le faible linéaire d'habitat en amont, qui est inférieur à la cote de 1300m d'après la BD Carthage. En compensation, la réhabilitation du franchissement pour les poissons et crustacés au niveau du radier de la route d'Ilet à Calebasses pourrait être réalisée.

13. Incidence de l'entretien des ouvrages sur le milieu

L'entretien des ouvrages se fait manuellement (marche à proximité ou dans les cours des ravines) et n'a pas d'incidence notable sur le milieu.

14. Compatibilité avec les outils de planification de la gestion de l'eau

14.1. Le SDAGE

La directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000, qui vise à établir un cadre pour la gestion et la protection des eaux, a fixé des objectifs ambitieux pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles (continentales et côtières) et souterraines d'ici 2015. La transposition en droit français de cette directive (loi n°2004-338 du 21 avril 2004) a validé le fait que les SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux), créés par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, seront les « plans de gestion des districts hydrographiques » définis dans la DCE. En cohérence avec le contenu de la directive cadre sur l'eau et sa transposition dans le droit français, il décline, par orientation fondamentale, les dispositions nécessaires à l'atteinte de ses objectifs et à la préservation de l'état des eaux. Le programme pluriannuel de mesures, établi par l'État en application de l'article L. 212-2-1 du code de l'environnement et figurant en annexe du SDAGE, identifie les actions concrètes à mener par masse d'eau, assorties d'un échéancier et d'une évaluation financière pour atteindre les objectifs du SDAGE.

La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 précisait que le SDAGE fixe, pour chaque bassin, les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau. Le SDAGE prend en compte les principaux programmes arrêtés par les collectivités publiques et définit de manière générale et harmonisée les objectifs de quantité et de qualité des eaux ainsi que les aménagements à réaliser pour les atteindre.

Ce texte, maintenant abrogé, a servi de référence pour l'établissement du SDAGE de la Réunion approuvé par arrêté préfectoral le 7 novembre 2001.

La loi de transposition de la directive cadre européenne sur l'eau (loi n°2004-338) abroge et remplace les dispositions précédentes. L'orientation générale reste la même (la gestion équilibrée de la ressource en eau) mais les objectifs et les échéances sont plus précis.

Le SDAGE de la Réunion a fait l'objet d'une révision et a été approuvé par arrêté n°09-3220/SG/DRCTV du 07 décembre 2009. L'élaboration du « projet de SDAGE » a été précédée par un « état des lieux », actualisé en 2007, qui a permis d'établir un diagnostic de l'état actuel des eaux réunionnaises et des pressions liées. Cet état des lieux a été complété par un bilan de la mise en œuvre du SDAGE précédent. Le projet de SDAGE, réalisé sous l'égide du Comité de Bassin, fixe les orientations fondamentales d'une gestion globale et équilibrée de la ressource en eau ainsi que les objectifs de qualité et de quantité des eaux à atteindre, en 2015, conformément à la DCE.

Le SDAGE 2009 rappelle l'état des lieux du district hydrographique de la Réunion et la délimitation des masses d'eau superficielle (cours d'eau, étangs), les masses d'eau côtière et les masses d'eau souterraine du district ; cette délimitation a abouti à un découpage qui comporte 27 masses d'eau douce superficielle, 13 masses d'eau côtière et 16 masses d'eau souterraine.

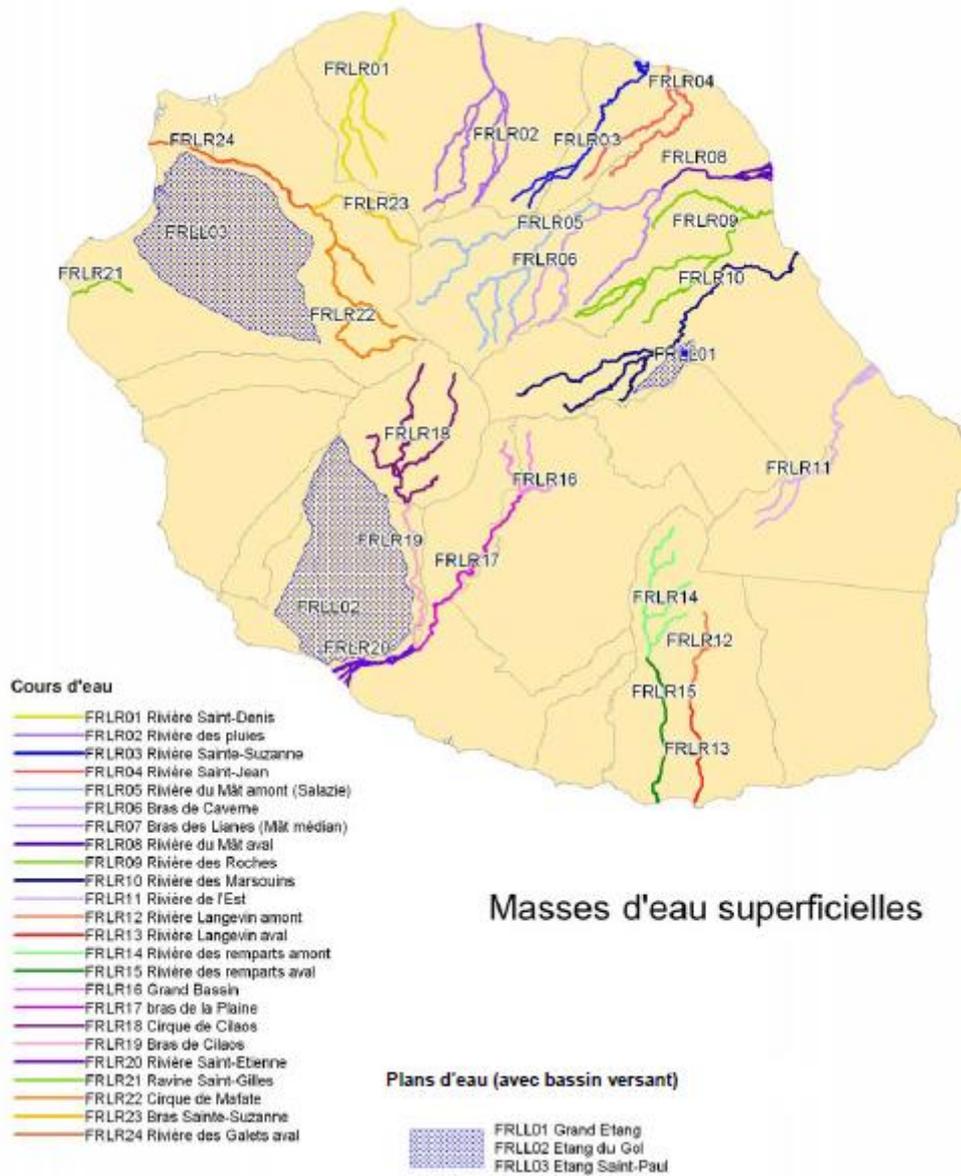


Figure 26 : Cartographie des Masses d'eau superficielle

Commune de Cilaos - Régularisation des captages d'eau potable au titre des codes de l'Environnement et de la Santé Publique - Dossier d'enquête publique préalable à la DUP
 Captages de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses

66809 B – Volume 4

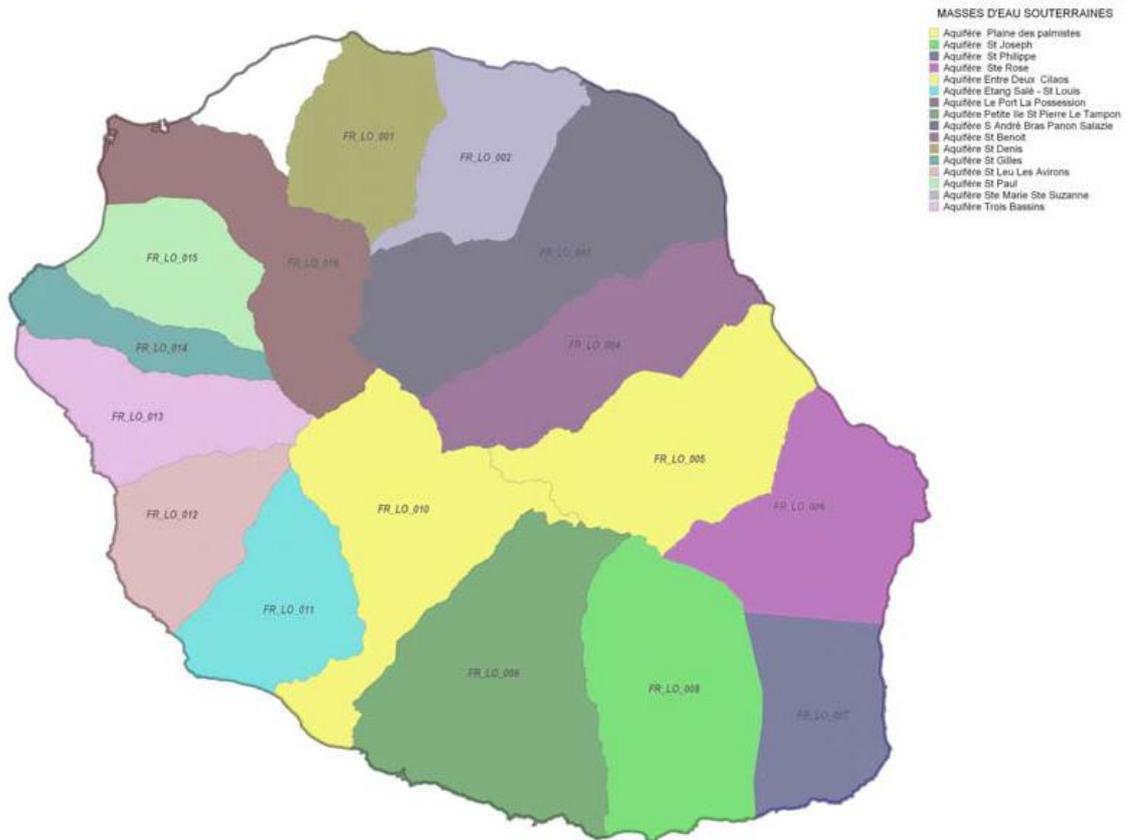


Figure 27 : Cartographie des masses d'eau souterraine

Cilaos est concernés par les masses d'eau superficielles FRLR18 et FRLR19 et la masse d'eau souterraine FR_LO_010 (aquifère Entre Deux Cilaos).

Les thèmes du programme de mesures sont présentés au regard des orientations fondamentales du SDAGE révisé :

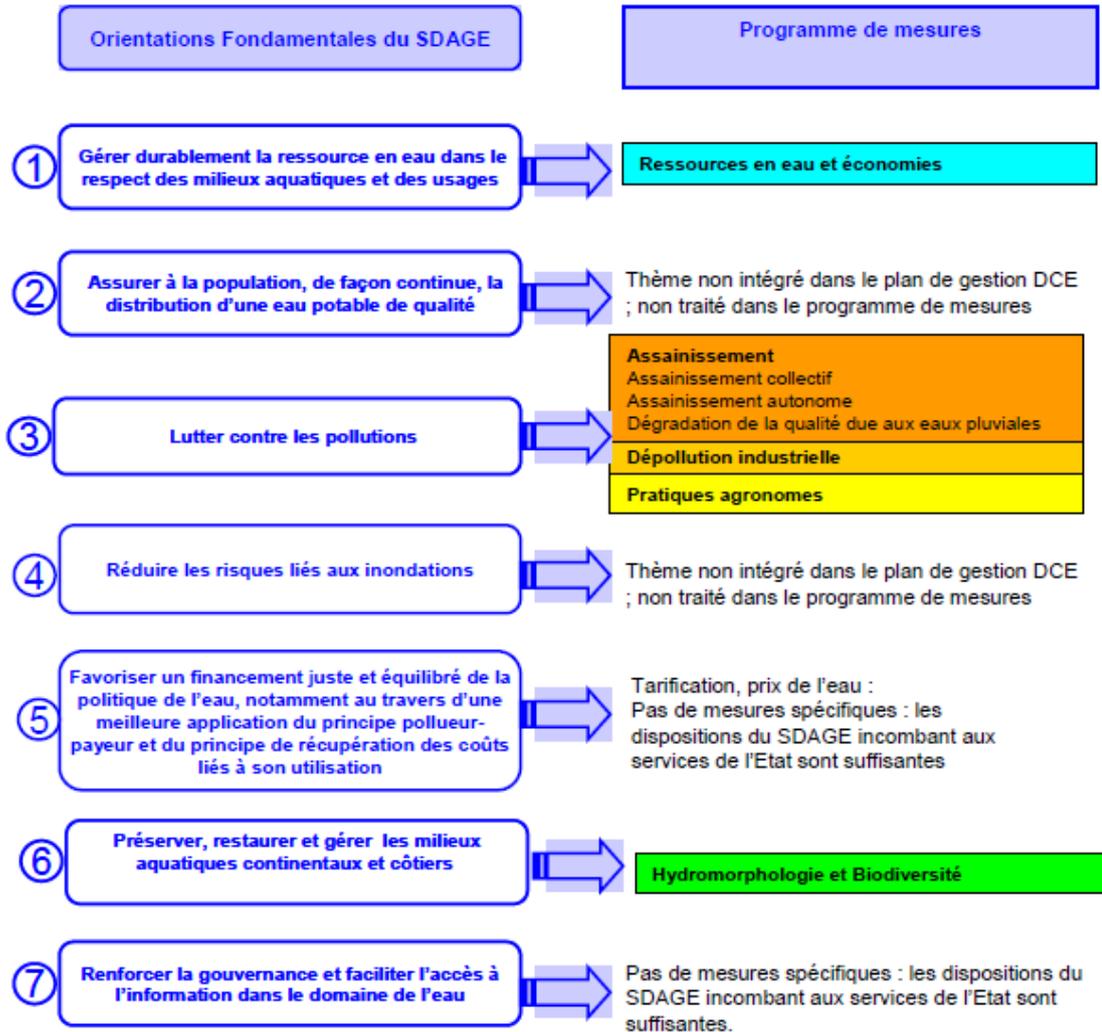


Figure 28 : Orientations fondamentales du SDAGE et programme de mesures

La présente demande s'inscrit dans les deux premières orientations fondamentales du SDAGE 2010 - 2015, notamment

- Orientation 1 : Gérer durablement la ressource dans le respect des milieux aquatiques et des usages,
- Orientation 2 : Assurer à la population de façon continue la distribution d'une eau potable et de qualité.

En ce qui concerne l'atteinte du bon état de l'ensemble des masses d'eau pour 2015, le SDAGE fixe les objectifs à atteindre pour chacune d'entre elles. Ces objectifs sont présentés sous forme de tableaux de synthèse conforme à l'arrêté ministériel du 17 mars 2006. Pour chaque masse d'eau de La Réunion, sont ainsi proposés des objectifs d'état (chimique et écologique pour les eaux de surface ; chimique et quantitatif pour les eaux souterraines) à maintenir ou atteindre et un délai de réalisation.

La carte suivante présente les objectifs des masses d'eau superficielles et souterraines de La Réunion :

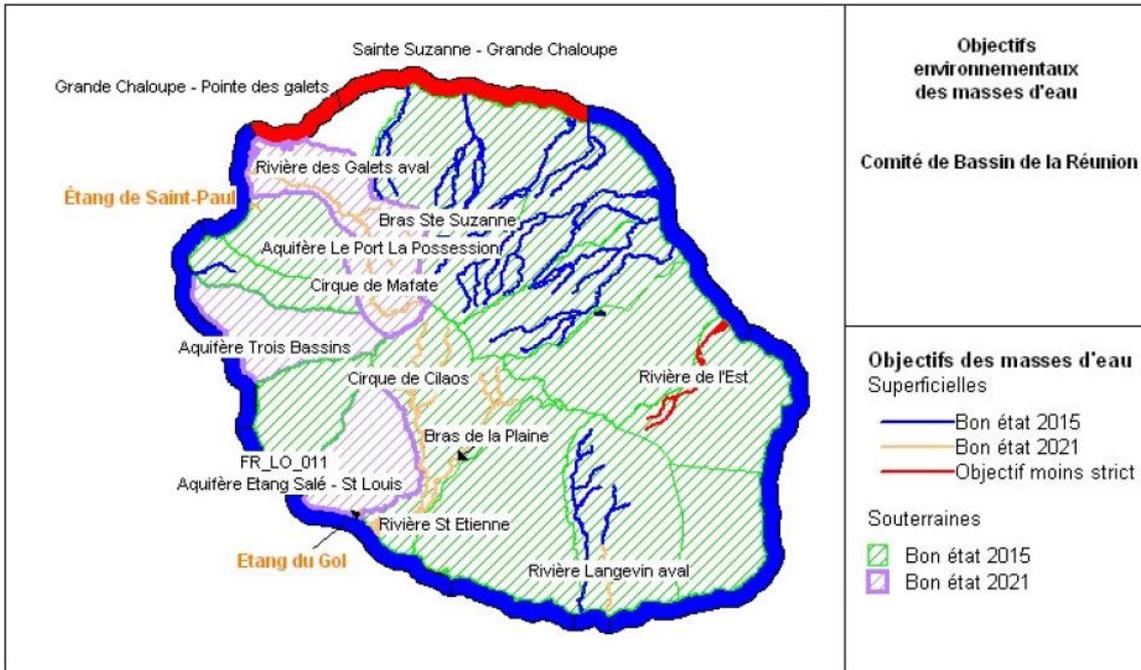


Figure 29 : Objectifs environnementaux d'état global des masses d'eau superficielles et souterraines

14.2. Le SDAGE 2016-2021, actuellement en cours d'élaboration

La phase de consultation du public du SDAGE 2016-2021, a été menée du 19 décembre 2014 au 18 juin 2015. Elle portait sur les projets de SDAGE et du Programme de Mesures. Le projet de SDAGE 2016-2021 n'a pas encore été approuvé.

Il se décline en 6 orientations fondamentales (OF) et une orientation de liaison avec le PGRI (Plan de Gestion des Risques Inondation) :

- OF 1 : préserver la ressource en eau dans l'objectif d'une satisfaction en continu de tous les usages et du respect de la vie aquatique en prenant en compte le changement climatique ;
- OF 2 : assurer la fourniture en continu d'une eau de qualité potable pour les usagers domestiques et adapter la qualité aux autres usages ;
- OF 3 : rétablir et préserver les fonctionnalités des milieux aquatiques ;
- OF 4 : lutter contre les pollutions ;
- OF 5 : favoriser un financement juste et équilibré de la politique de l'eau notamment au travers d'une meilleure application du principe pollueur-payeur ;
- OF 6 : développer la gouvernance, l'information, la communication et la sensibilisation pour une appropriation par tous des enjeux ;
- OF 7 en liaison avec le PGRI : lutter contre les inondations.

La présente demande s'inscrit dans les trois premières orientations fondamentales du SDAGE 2016 – 2021 :

- **Orientation 1** : préserver la ressource en eau dans l'objectif d'une satisfaction en continu de tous les usages et du respect de la vie aquatique en prenant en compte le changement climatique ,
- **Orientation 2** : assurer la fourniture en continu d'une eau de qualité potable pour les usagers domestiques et adapter la qualité aux autres usages.
- **Orientation 3** : rétablir et préserver les fonctionnalités des milieux aquatiques.

14.3. Le SAGE

Le cirque et la commune de Cilaos sont concernés par le Sage Sud.

La commission locale de l'eau a été créée par arrêté préfectorale du 23 juillet 2001 pour 6 ans.

Le SAGE Sud a été validé par arrêté préfectoral du 19 juillet 2006.

La définition du périmètre s'est basée sur une logique des usages de l'eau, intégrant ainsi les problématiques inhérentes à la gestion de l'eau :

- l'alimentation en eau potable et de fait la gestion des ressources,
- l'irrigation, notamment sur les périmètres des Bras de Cilaos et de La Plaine,
- la solidarité intercommunale.

Le territoire du SAGE Sud regroupe les communes des Aviron, Cilaos, Entre-Deux, Etang-Salé, Petite-Ile, Saint-Joseph, Saint -Pierre, saint-Philippe, Saint-Louis, Le Tampon, et une partie de la commune de Saint-Leu (entre les Aviron et la ravine du Cap).

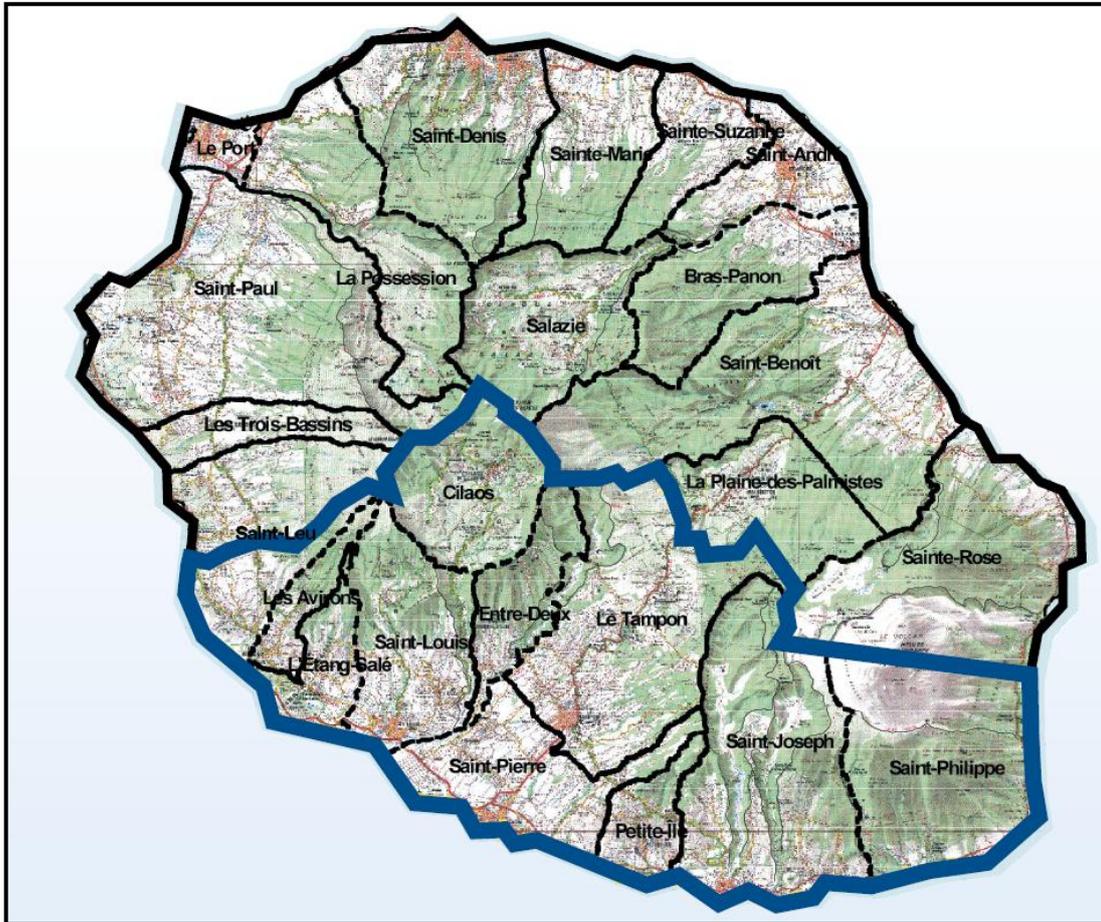


Figure 30 : Le SAGE SUD à la Réunion

Les orientations du SAGE sont les suivantes, suite au diagnostic des enjeux sur son périmètre :

- Orientation 1 : Répondre aux besoins en eau pour tous
 - L'orientation de ce SAGE est donc d'optimiser la gestion des usages et la répartition des ressources.
 - Fiabiliser la qualité de la ressource distribuée.
 - Fiabiliser la qualité de la ressource distribuée.
 - Ancrer une gestion quantitative solide
 - Promouvoir toutes les actions permettant une économie d'eau.

- Orientation 2 : Gérer et protéger les milieux
 - Améliorer la qualité de l'eau.
 - Maintenir un débit biologique minimum.
 - Respecter l'intégrité physique des milieux.
 - Protéger les milieux remarquables.
 - Gérer les données de l'eau et des milieux.

- Orientation 3 : Se préserver du risque d'inondation
 - Mieux évaluer les risques.
 - Ne pas aggraver les risques identifiés, voire réduire le débit de pointe de la crue à l'aval des cours d'eau.
 - Maintenir de bonnes conditions d'écoulement.

Elles sont synthétisées dans les figures ci-dessous issues du document du SAGE SUD.

Afin de s'insérer dans l'orientation 2, la présente demande est faite dans le respect des contraintes de gestion et de protection des milieux aquatiques.

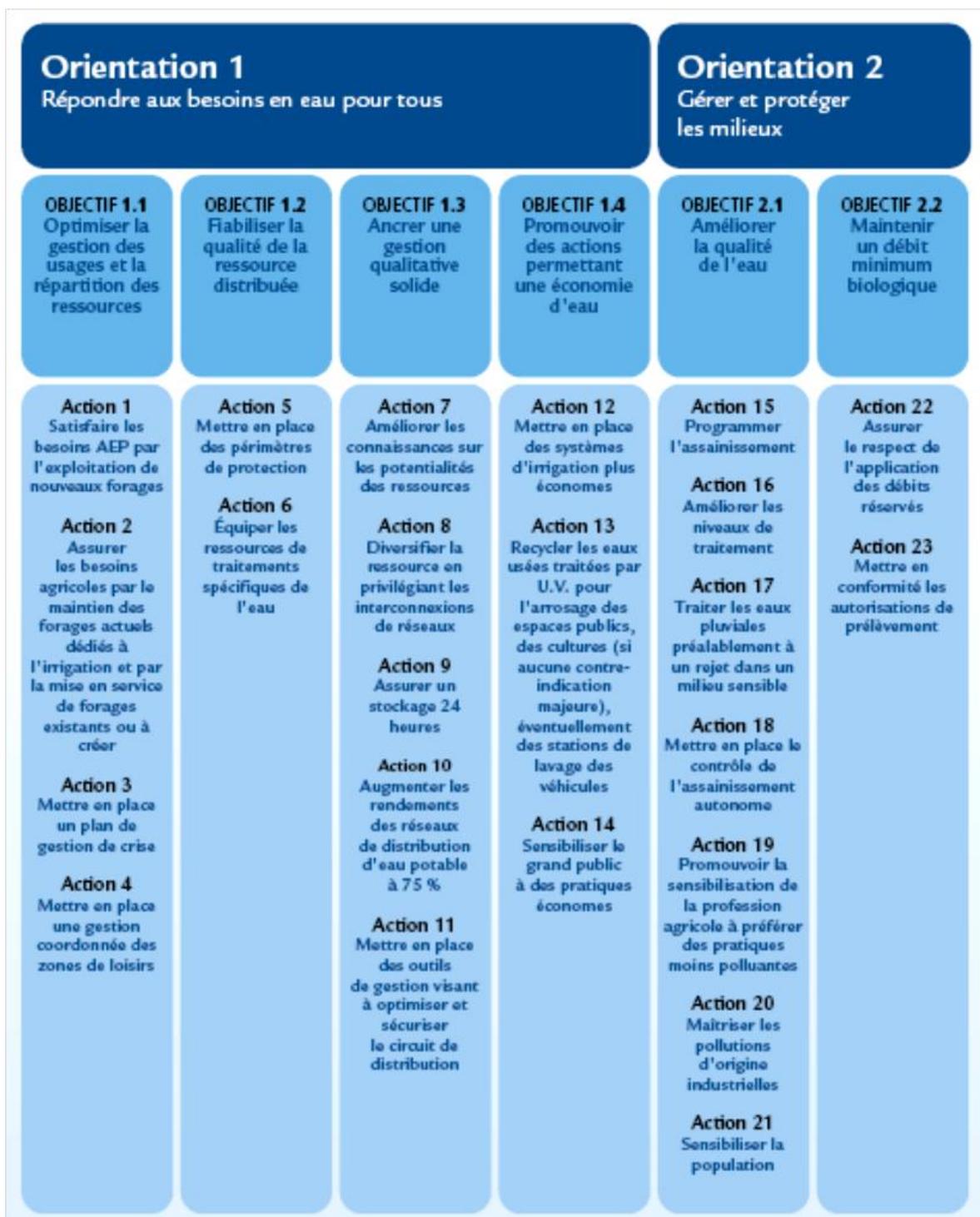


Figure 31 : Programme d'actions des orientations du SAGE SUD (1/2)

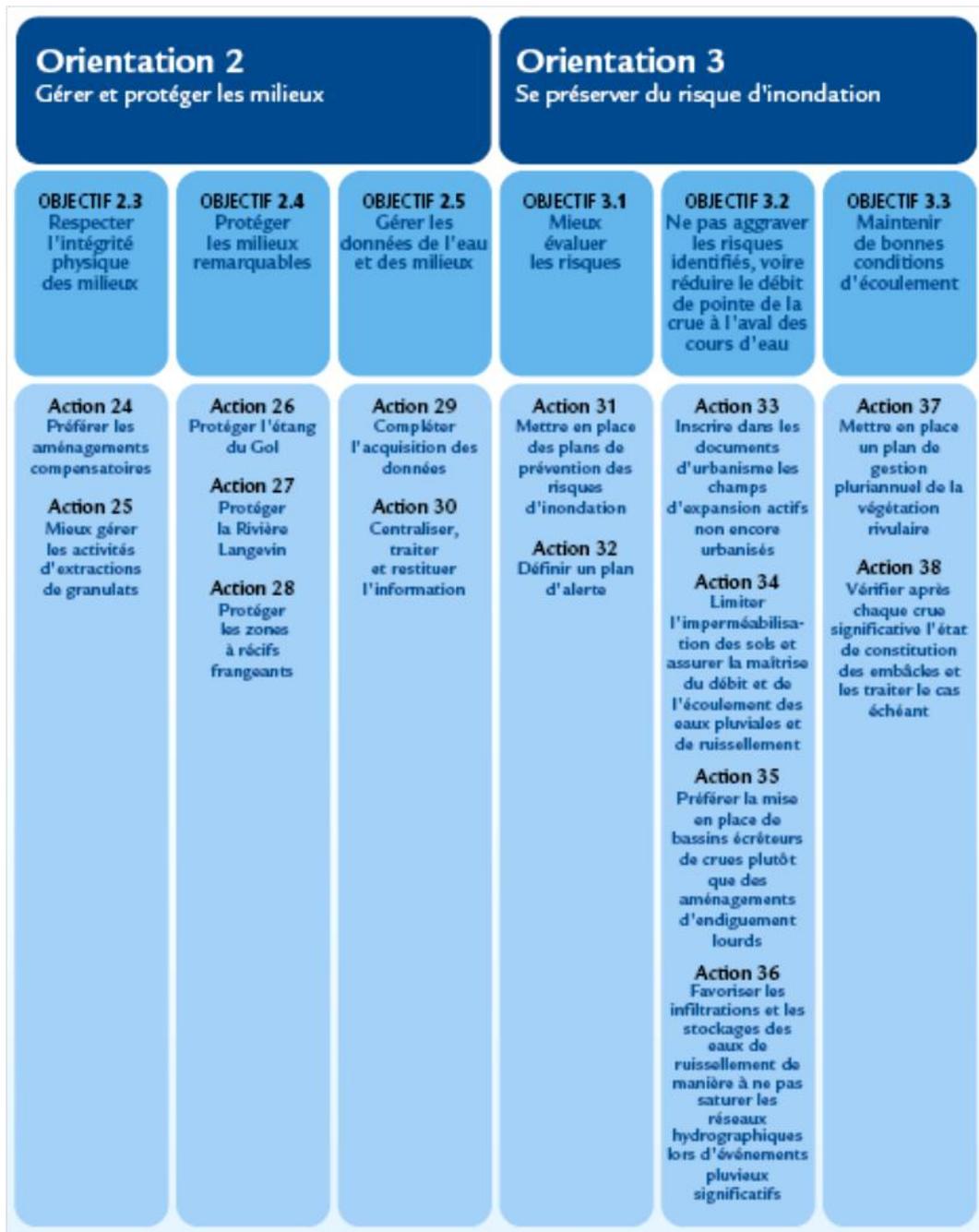


Figure 32 : Programme d'actions des orientations du SAGE SUD (2/2)

15. Moyens de suivi ou d'évaluation des prélèvements

Dans le cadre du suivi réglementaire des prélèvements sur les captages, la commune de Cilaos s'engage à prévoir la mise en place de compteurs sur les conduites de départ des captages, ou à minima à l'entrée des réservoirs.

Pour le secteur de Palmiste Rouge, un compteur sera donc installé au niveau de la citerne d'Ilet Fougères, dans un délai de 1 an à partir de l'arrêté préfectoral. De plus il faudra procéder au relevé du compteur de la citerne Ilet Calebasses, qui est existant mais qui ne fait actuellement l'objet d'aucun suivi

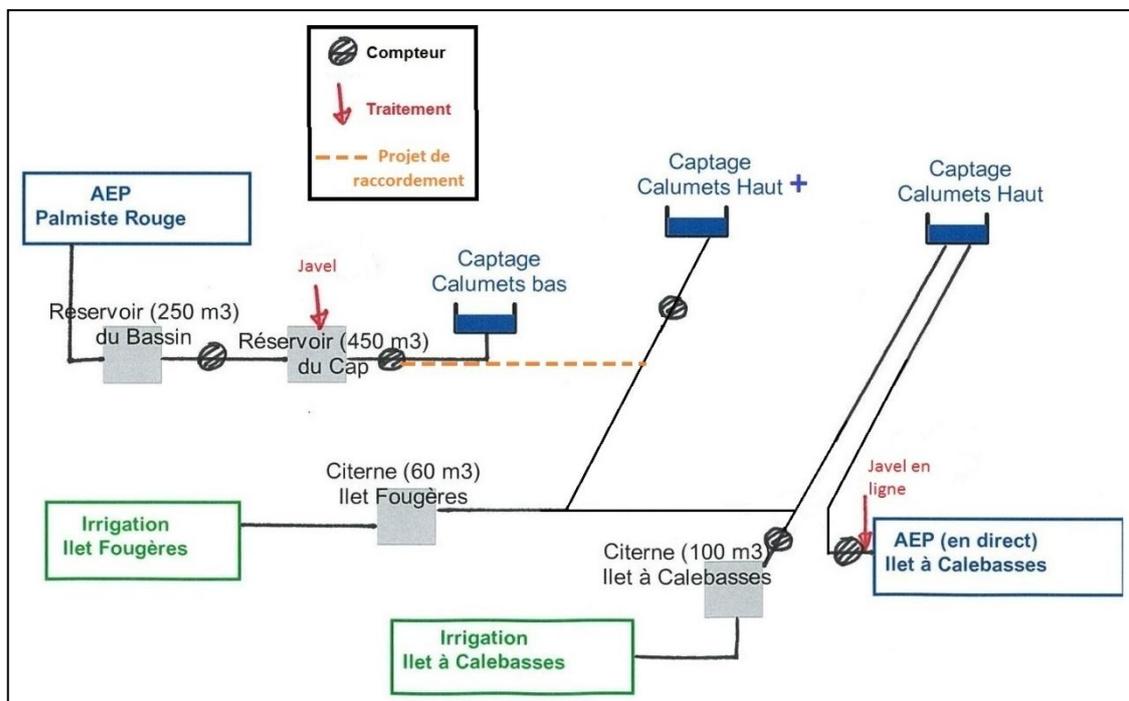


Figure 33: Extrait du synoptique du réseau sur le secteur de Palmistes Rouge

Etant donné les enjeux biologiques identifiés sur la Ravine Calumets, principalement en aval du captage Calumets Bas du fait des altitudes respectives des ouvrages, ce secteur peut être considéré comme prioritaire.

Le débit minimum biologique proposé pourra être ajusté si nécessaire sur la base de données et observations complémentaires sur le fonctionnement de la Ravine Calumets, soit à l'issue du suivi préconisé ci après.

Afin de préciser les débits caractéristiques, 4 mesures seront effectuées chaque année (débit capté/débit restant).

Les données brutes seront transmises annuellement à la DEAL et une synthèse interannuelle sera effectuée au bout de 5 ans.

Planning prévisionnel à partir de l'autorisation :

- Sous 1 an : mise en place des compteurs
- Sous 2 ans : étude de faisabilité de la mise en place des débits réservés
- Sous 5 ans : mise en place des débits réservés en tenant compte des ajustements éventuels dus aux nouvelles valeurs de suivi.

Cette disposition concerne l'ensemble des captages concernés par la présente demande d'autorisation de prélèvement au titre du code de l'environnement.

16. Conclusion sur l'incidence des prélèvements et le débit réservé

Comme indiqué au § 7.4, au vu de la réglementation, « Tout ouvrage à construire dans le lit d'un cours d'eau doit comporter des dispositifs maintenant dans ce lit un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage ainsi que, le cas échéant, des dispositifs empêchant la pénétration du poisson dans les canaux d'amenée et de fuite ».

Si un débit minimal devait être appliqué à chaque captage, il s'agirait de débits faibles qui sont rappelés ci-dessous :

Captages	Module de la ravine estimé au captage (en l/s)	Débit minimal (l/s)
Bras des Calumets haut +	45	4,5
Bras des Calumets haut	58	6
Bras des Calumets bas	61	6

L'étude d'incidence conclut à un enjeu pour les poissons et crustacés, principalement à l'aval des captages de la Ravine des Calumets. Il est donc nécessaire de mettre en place à minima au niveau du captage Calumets Bas (situé à une altitude de 977 m) un débit réservé voir un débit minimum biologique.

En l'absence d'une bonne connaissance des débits caractéristiques de la ravine des Calumets, il est proposé à ce stade **un débit minimum biologique de 10 L/s au niveau du captage Calumets Bas.** Ce débit pourra être ajusté à l'issue de la réalisation de mesures de débits sur 5 ans.

Les captages Calumets Haut et Haut + représente des obstacles de franchissement mais étant à plus de 1000 m d'altitude le linéaire impacté est faible. En compensation, la réhabilitation du franchissement pour les poissons et crustacés au niveau du radier de la route d'Ilet à Calebasses pourrait être réalisée.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

La prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Annexe 1. Analyses de la qualité de l'eau à la ressource pour les différents captages

A – Captage Calumets Haut
B – Captage Calumets Bas

*Commune de Cilaos - Régularisation des captages d'eau potable au titre des codes de l'Environnement et de la Santé
Publique - Dossier d'enquête publique préalable à la DUP
Captages de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses*

66809 B – Volume 4

Annexe 1-A
Analyses sur l'eau brute du captage Calumets Haut

(71 pages)

*Commune de Cilaos - Régularisation des captages d'eau potable au titre des codes de l'Environnement et de la Santé
Publique - Dossier d'enquête publique préalable à la DUP
Captages de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses*

66809 B – Volume 4

Annexe 1-B
Analyses sur l'eau brute du captage Calumets Bas

(113 pages)

*Commune de Cilaos - Régularisation des captages d'eau potable au titre des codes de l'Environnement et de la Santé
Publique - Dossier d'enquête publique préalable à la DUP
Captages de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses*

Annexe 2. Avis des hydrogéologues agréés en matière d'hygiène publique, relatifs à la définition des périmètres de protection des captages

A – Captage Calumets Haut

B – Captage Calumets Bas

*Commune de Cilaos - Régularisation des captages d'eau potable au titre des codes de l'Environnement et de la Santé
Publique - Dossier d'enquête publique préalable à la DUP
Captages de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses*

Annexe 2-A
Captage Calumets Haut – Avis de l'hydrogéologue agréé, Novembre
2012

(12 pages)

*Commune de Cilaos - Régularisation des captages d'eau potable au titre des codes de l'Environnement et de la Santé
Publique - Dossier d'enquête publique préalable à la DUP
Captages de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses*

66809 B – Volume 4

Annexe 2-B
Captage Calumets Bas – Avis de l'hydrogéologue agréé, Novembre
2012

(12 pages)

*Commune de Cilaos - Régularisation des captages d'eau potable au titre des codes de l'Environnement et de la Santé
Publique - Dossier d'enquête publique préalable à la DUP
Captages de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses*

66809 B – Volume 4

Annexe 3. Compte rendu de l'ARS de la réunion « point d'étape » du 21/05/2013

(6 pages)

*Commune de Cilaos - Régularisation des captages d'eau potable au titre des codes de l'Environnement et de la Santé
Publique - Dossier d'enquête publique préalable à la DUP
Captages de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses*

66809 B – Volume 4

Annexe 4. Analyses de la qualité des eaux produites et distribuées sur les secteurs de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses

(7 pages)

*Commune de Cilaos - Régularisation des captages d'eau potable au titre des codes de l'Environnement et de la Santé
Publique - Dossier d'enquête publique préalable à la DUP
Captages de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses*

Rapport

Titre : *Commune de Cilaos – Régularisation des captages d'eau potable au titre des Codes de l'Environnement et de la Santé Publique – Dossier d'enquête publique préalable à la DUP
Captages de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses*

Numéro et indice de version : 66809B – Volume 4

Date d'envoi : Décembre 2015

Nombre d'annexes dans le texte : 4

Nombre de pages : 90

Nombre d'annexes en volume séparé :

Diffusion (nombre et destinataires) :

1 ex. Client

1 ex. Agence

1 ex. Auteur

Client

Coordonnées complètes :

Mairie de Cilaos

66, rue du Père Boiteau – 97413 Cilaos

Téléphone : 0262 31 89 89

Télécopie : 0262 31 25 44

Nom et fonction des interlocuteurs : Monsieur PHILAGOR

Antea Group

Unité réalisatrice : EREU

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Interlocuteur commercial : Eric ANTEMI

Responsable de projet : Eric ANTEMI

Expert technique : Léa TOFFOLINI

Secrétariat : Cynthia CLAIN

Qualité

Contrôlé par : *Eric ANTEMI*

Date : Décembre 2015 - *Version B*

N° du projet : *REUP090099*

Références et date de la commande : *Ordre de service n°1 le 02 août 2011*

Mots clés : Régularisation, captages, Cilaos, Environnement, Santé Publique, AEP

