

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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

Décembre 2015

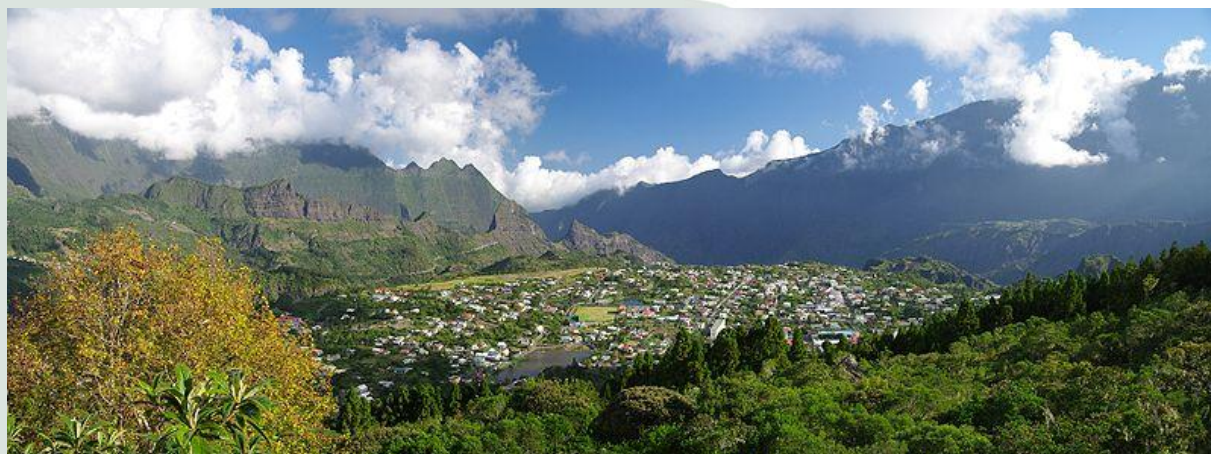
66809 / B – Volume 2

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.....	7
2. PRESENTATION DES CAPTAGES DU SECTEUR DE CILAOS VILLE ET DE MARE SECHE	8
2.1. RAPPEL DU RESEAU DE CILAOS VILLE ET DE MARE SECHE	8
2.2. CAPTAGES PETIT MATARUM, AMONT (12268X0032) ET AVAL (12268X0046)	9
2.2.1. Localisation, situation foncière et accessibilité.....	9
2.2.2. Caractéristiques techniques des ouvrages.....	10
2.3. CAPTAGE AVALASSE	13
2.3.1. Localisation, situation foncière et accessibilité.....	13
2.3.2. Caractéristiques techniques de l'ouvrage	14
2.4. CAPTAGES PRUDENT 1 ET PRUDENT 2	16
2.4.1. Localisation, situation foncière et accessibilité.....	16
2.4.2. Caractéristiques techniques de l'ouvrage Prudent 1.....	16
2.4.3. Caractéristiques techniques de l'ouvrage Prudent 2.....	18
2.5. CAPTAGE PITON BLEU	20
2.5.1. Localisation, situation foncière et accessibilité.....	20
2.5.2. Caractéristiques techniques de l'ouvrage	21
DEMANDE D'AUTORISATION AU TITRE DU CODE DE LA SANTE PUBLIQUE ET INSTAURATION DES MESURES DE PROTECTION	23
3. CAPTAGES PETIT MATARUM, AMONT (12268X0032) ET AVAL (12268X0046)	25
3.1. VULNERABILITE DE LA RESSOURCE	25
3.1.1. Nature de la ressource	25
3.1.2. Protection naturelle et caractéristiques des formations de recouvrement.....	25
3.1.3. Mode d'écoulement en période d'étiage et de pluie et « temps de concentration ».....	25
3.2. VULNERABILITE LIEE AU CAPTAGE	26
3.3. EVALUATION DES RISQUES DE DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'EAU	26
3.3.1. Qualité de l'eau captée	26
3.3.2. Environnement immédiat	28
3.3.3. Mode d'occupation des sols et sources potentielles de pollution	28
3.4. MESURES DE PROTECTION DES CAPTAGES	28
3.4.1. Périmètre de protection immédiate (source : avis de l'HgA)	28
3.4.2. Périmètre de protection rapprochée (source : avis de l'HgA)	32
3.4.3. Dispositifs d'alerte et de contrôle – Recommandations (source : avis de l'HgA)	34
3.4.4. Avis de l'hydrogéologue agréé (source : avis de l'HgA)	34
3.4.5. Propositions / observations de la Régie communale par rapport aux prescriptions de l'hydrogéologue agréé.	35
3.4.6. Etat parcellaire du périmètre de protection rapprochée	36
4. CAPTAGE AVALASSE.....	37
4.1. VULNERABILITE DE LA RESSOURCE	37
4.1.1. Nature de la ressource	37
4.1.2. Protection naturelle et caractéristiques des formations de recouvrement.....	37
4.1.3. Mode d'écoulement en période d'étiage et de pluie et « temps de concentration ».....	37
4.2. VULNERABILITE LIEE AU CAPTAGE	38
4.3. EVALUATION DES RISQUES DE DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'EAU	38
4.3.1. Qualité de l'eau captée	38
4.3.2. Environnement immédiat	40

4.3.3.	Mode d'occupation des sols et sources potentielles de pollution	40
4.4.	MESURES DE PROTECTION DU CAPTAGE.....	40
4.4.1.	Périmètre de protection immédiate (source : avis de l'HgA)	40
4.4.2.	Périmètre de protection rapprochée (source : avis de l'HgA)	42
4.4.3.	Dispositifs d'alerte et de contrôle (source : avis de l'HgA).....	44
4.4.4.	Recommandations sur l'amélioration des conditions de captage (source : avis de l'HgA).....	45
4.4.5.	Avis de l'hydrogéologue agréé (source : avis de l'HgA)	45
4.4.6.	Propositions / observations de la Régie communale par rapport aux prescriptions de l'hydrogéologue agréé.	45
4.4.7.	Etat parcellaire du périmètre de protection rapprochée	46
5.	CAPTAGES PRUDENT 1 ET PRUDENT 2	47
5.1.	VULNERABILITE DE LA RESSOURCE	47
5.1.1.	Nature de la ressource	47
5.1.2.	Protection naturelle et caractéristiques des formations de recouvrement.....	47
5.1.3.	Mode d'écoulement en période d'étiage et de pluie et « temps de concentration ».....	47
5.2.	VULNERABILITE LIEE AU CAPTAGE	48
5.3.	EVALUATION DES RISQUES DE DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'EAU	49
5.3.1.	Qualité de l'eau captée	49
5.3.2.	Environnement immédiat	50
5.3.3.	Mode d'occupation des sols et sources potentielles de pollution	50
5.4.	MESURES DE PROTECTION DU CAPTAGE.....	51
5.4.1.	Périmètre de protection immédiate (source : avis de l'HgA)	51
5.4.2.	Périmètre de protection rapprochée (source : avis de l'HgA)	55
5.4.3.	Mesures de protection à mettre en œuvre (source : avis de l'HgA).....	58
5.4.4.	Avis de l'hydrogéologue agréé (source : avis de l'HgA)	59
5.4.5.	Propositions / observations de la Régie communale par rapport aux prescriptions de l'hydrogéologue agréé.	60
5.4.6.	Etat parcellaire du périmètre de protection rapprochée	61
6.	CAPTAGE PITON BLEU	68
6.1.	VULNERABILITE DE LA RESSOURCE	68
6.1.1.	Nature de la ressource	68
6.1.2.	Protection naturelle et caractéristiques des formations de recouvrement.....	68
6.1.3.	Mode d'écoulement en période d'étiage et de pluie et « temps de concentration ».....	68
6.2.	VULNERABILITE LIEE AU CAPTAGE	69
6.3.	EVALUATION DES RISQUES DE DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'EAU	69
6.3.1.	Qualité de l'eau captée	69
6.3.2.	Environnement immédiat	71
6.3.3.	Mode d'occupation des sols et sources potentielles de pollution	71
6.4.	MESURES DE PROTECTION DU CAPTAGE.....	71
6.4.1.	Périmètre de protection immédiate (source : avis de l'HgA)	71
6.4.2.	Périmètre de protection rapprochée (source : avis de l'HgA)	72
6.4.3.	Zone de surveillance renforcée (source : avis de l'HgA).....	74
6.4.4.	Avis de l'hydrogéologue agréé – Synthèse (source : avis de l'HgA)	74
6.4.5.	Propositions / observations de la Régie communale par rapport aux prescriptions de l'hydrogéologue agréé.	75
6.4.6.	Etat parcellaire du périmètre de protection rapprochée	75
7.	MOYENS DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'EAU.....	76
8.	PROTECTION DYNAMIQUE DES OUVRAGES	77
9.	JUSTIFICATION DES PRODUITS DE TRAITEMENT A METTRE EN ŒUVRE.....	78

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 Cilaos Ville et de Mare Sèche

66809 B – Volume 2

9.1.	QUALITE DE L'EAU	78
9.1.1.	<i>Eaux brutes</i>	78
9.1.2.	<i>Eau produite</i>	78
9.1.3.	<i>Eau distribuée</i>	79
9.1.4.	<i>Cas particulier des évolutions de la turbidité</i>	80
9.2.	JUSTIFICATION DU TRAITEMENT APPLIQUE.....	83
10.	ENGAGEMENTS DE LA COMMUNE	85
10.1.	AMENAGEMENTS ET ACTIONS QUE LA COMMUNE S'ENGAGE A REALISER	85
10.2.	ESTIMATIONS DES DEPENSES	85
	DEMANDE D'AUTORISATION AU TITRE DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT	87
11.	METHODOLOGIES MISES EN ŒUVRE POUR L'ETUDE DE L'INCIDENCE DES PRELEVEMENTS SUR LA RESSOURCE EN EAU	89
11.1.	METHODOLOGIE POUR L'ÉVALUATION DES DEBITS CARACTERISTIQUES	89
11.1.1.	<i>Définition</i>	89
11.1.2.	<i>Rappel de la réglementation</i>	90
11.1.3.	<i>Caractérisation de la ressource disponible : Méthodologie pour l'estimation des débits caractéristiques</i>	91
11.2.	METHODOLOGIE POUR L'ÉTUDE DE L'INCIDENCE SUR L'ÉCOULEMENT DES EAUX.....	94
11.3.	METHODOLOGIE POUR L'ÉTUDE DE L'INCIDENCE SUR LES MILIEUX.....	94
11.3.1.	<i>Analyse des enjeux biologiques au site de captage</i>	95
11.3.2.	<i>Inventaire de la macro faune aquatique</i>	95
11.3.3.	<i>Franchissabilité de l'ouvrage par les peuplements observés</i>	95
11.3.4.	<i>Synthèse de l'impact de l'ouvrage sur la continuité biologique des peuplements</i>	95
11.4.	METHODOLOGIE POUR L'ÉVALUATION DES DEBITS RESERVES	96
11.4.1.	<i>Qualification des écoulements</i>	96
11.4.2.	<i>Détermination des débits réservés</i>	96
12.	LES DEBITS PRELEVES SUR LES CAPTAGES DE CILAOIS VILLE	97
12.1.	VOLUMES PRODUITS SUR MATARUM, PITON BLEU ET AVALASSE.....	97
12.2.	VOLUMES PRODUITS SUR PRUDENT 1 ET PRUDENT 2	98
12.3.	ESTIMATION DES DEBITS PRELEVES	99
13.	CAPTAGES PETIT MATARUM, AMONT (12268X0032) ET AVAL (12268X0046)	100
13.1.	INCIDENCE DU CAPTAGE SUR LA RESSOURCE EN EAU.....	100
13.1.1.	<i>Détermination des débits caractéristiques au captage</i>	100
13.1.2.	<i>Incidence sur la ressource en eau souterraine</i>	102
13.1.3.	<i>Incidence sur l'écoulement des eaux</i>	102
13.2.	INCIDENCE DES CAPTAGES SUR LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE.....	103
13.2.1.	<i>Enjeux biologiques au site de captage</i>	103
13.2.2.	<i>Inventaire de la faune piscicole</i>	104
13.2.3.	<i>Franchissabilité de l'ouvrage par les peuplements potentiels</i>	105
13.2.4.	<i>Synthèse de l'impact des ouvrages sur la continuité biologique des peuplements</i>	106
13.3.	APPLICATION DE LA RÉGLEMENTATION EN MATIÈRE DE DEBITS RESERVES.....	106
13.3.1.	<i>Évaluation du débit réservé</i>	106
13.3.2.	<i>Aménagement en matière de mise en place des débits réservés</i>	107
14.	CAPTAGE AVALASSE	108
14.1.	INCIDENCE DU CAPTAGE SUR LA RESSOURCE EN EAU.....	108
14.1.1.	<i>Détermination des débits caractéristiques au captage</i>	108
14.1.2.	<i>Incidence sur la ressource en eau souterraine</i>	109
14.1.3.	<i>Incidence sur l'écoulement des eaux</i>	110

14.2.	INCIDENCE DES CAPTAGES SUR LA CONTINUITÉ ECOLOGIQUE.....	110
14.2.1.	<i>Enjeux biologiques au site de captage.....</i>	110
14.2.2.	<i>Inventaire de la faune piscicole.....</i>	111
14.2.3.	<i>Franchissabilité de l'ouvrage par les peuplements potentiels.....</i>	111
14.2.4.	<i>Synthèse de l'impact des ouvrages sur la continuité biologique des peuplements.....</i>	112
14.3.	APPLICATION DE LA RÉGLEMENTATION EN MATIÈRE DE DÉBITS RÉSERVÉS.....	113
14.3.1.	<i>Évaluation du débit réservé.....</i>	113
14.3.2.	<i>Aménagement en matière de mise en place des débits réservés.....</i>	113
15.	CAPTAGE PRUDENT 1.....	114
15.1.	INCIDENCE DU CAPTAGE SUR LA RESSOURCE EN EAU.....	114
15.1.1.	<i>Détermination des débits caractéristiques au captage.....</i>	114
15.1.2.	<i>Incidence sur la ressource en eau souterraine.....</i>	115
15.1.3.	<i>Incidence sur l'écoulement des eaux.....</i>	115
15.2.	INCIDENCE DES CAPTAGES SUR LA CONTINUITÉ ECOLOGIQUE.....	115
15.2.1.	<i>Enjeux biologiques au site de captage.....</i>	115
15.2.2.	<i>Inventaire de la faune piscicole.....</i>	117
15.2.3.	<i>Franchissabilité des ouvrages par les peuplements potentiels.....</i>	117
15.2.4.	<i>Synthèse de l'impact de l'ouvrage sur la continuité biologique des peuplements.....</i>	118
15.3.	APPLICATION DE LA RÉGLEMENTATION EN MATIÈRE DE DÉBITS RÉSERVÉS.....	118
16.	CAPTAGE PRUDENT 2.....	119
16.1.	INCIDENCE DU CAPTAGE SUR LA RESSOURCE EN EAU.....	119
16.1.1.	<i>Détermination des débits caractéristiques au captage.....</i>	119
16.1.2.	<i>Incidence sur la ressource en eau souterraine.....</i>	120
16.1.3.	<i>Incidence sur l'écoulement des eaux.....</i>	120
16.2.	INCIDENCE DES CAPTAGES SUR LA CONTINUITÉ ECOLOGIQUE.....	121
16.3.	APPLICATION DE LA RÉGLEMENTATION EN MATIÈRE DE DÉBITS RÉSERVÉS.....	121
16.3.1.	<i>Évaluation du débit réservé.....</i>	121
16.3.2.	<i>Aménagement en matière de mise en place des débits réservés.....</i>	121
17.	CAPTAGE PITON BLEU.....	122
17.1.	INCIDENCE DU CAPTAGE SUR LA RESSOURCE EN EAU.....	122
17.1.1.	<i>Détermination des débits caractéristiques au captage.....</i>	122
17.1.2.	<i>Incidence sur la ressource en eau souterraine.....</i>	124
17.1.3.	<i>Incidence sur l'écoulement des eaux.....</i>	124
17.2.	INCIDENCE DES CAPTAGES SUR LA CONTINUITÉ ECOLOGIQUE.....	125
17.2.1.	<i>Enjeux biologiques au site de captage.....</i>	125
17.2.2.	<i>Inventaire de la faune piscicole.....</i>	126
17.2.3.	<i>Franchissabilité de l'ouvrage par les peuplements potentiels.....</i>	126
17.2.4.	<i>Synthèse de l'impact de l'ouvrage sur la continuité biologique des peuplements.....</i>	126
17.3.	APPLICATION DE LA RÉGLEMENTATION EN MATIÈRE DE DÉBITS RÉSERVÉS.....	127
17.3.1.	<i>Évaluation du débit réservé.....</i>	127
17.3.2.	<i>Aménagement en matière de mise en place des débits réservés.....</i>	127
18.	INCIDENCE DE L'ENTRETIEN DES OUVRAGES SUR LE MILIEU.....	128
19.	COMPATIBILITÉ AVEC LES OUTILS DE PLANIFICATION DE LA GESTION DE L'EAU.....	128
19.1.	LE SDAGE.....	128
19.2.	LE SDAGE 2016-2021, ACTUELLEMENT EN COURS D'ÉLABORATION.....	132
19.3.	LE SAGE.....	133
20.	MOYENS DE SUIVI OU D'ÉVALUATION DES PRÉLEVEMENTS.....	138
21.	CONCLUSION SUR L'INCIDENCE DES PRÉLEVEMENTS ET LES DÉBITS RÉSERVÉS.....	140

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : insertion des captages de Cilaos Ville et Mare Sèche sur le réseau 9

Figure 2 : Schéma de principe de la dérivation des eaux de Petit Matarum amont vers Petit Matarum aval. 10

Figure 3 : Schéma de l'ouvrage du captage Petit Matarum aval..... 11

Figure 4 : Caractéristiques du captage Petit Matarum aval 12

Figure 5 : Carte de localisation des captages Avalasse et Matarum et extension des bassins versants..... 13

Figure 6 : Caractéristiques du captage Avalasse 15

Figure 7 : Carte de localisation des captages Prudent 1 et 2 et extension des bassins versants topographiques.
..... 16

Figure 8 : schéma des ouvrages en amont du captage Prudent1. 17

Figure 9 : Caractéristiques du captage Prudent 1. 18

Figure 10 : caractéristiques techniques du captage Prudent 2. 19

Figure 11 : Carte de localisation du captage Piton Bleu et extension de son bassin versant 20

Figure 12 : Caractéristiques du captage Piton Bleu. 21

Figure 13: Localisation du périmètre de protection immédiat des captages Petit Matarum Amont et Aval (fond
IGN 1/25 000ème) [source : Figure 3 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-04-
26] 30

Figure 14 : Localisation du périmètre de protection immédiat des captages Petit Matarum Amont et Aval (fond
ortho-photo © IGN) [source : Figure 4 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-
04-26] 31

Figure 15 : Extension des périmètres de protection rapprochés définis par l'hydrogéologue agréé [source:
annexe 3 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-04-26] 33

Figure 16 : Localisation du périmètre de protection immédiat du captage Avalasse (sur fond IGN 1/25000ème)
[source : Figure 2 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-01-31] 41

Figure 17 : Localisation du périmètre de protection immédiat du captage Avalasse (sur fond ortho-photo ©
IGN) [source : Figure 3 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-01-31] 41

Figure 18 : Extension du périmètre de protection rapproché défini par l'hydrogéologue agréé [source: annexe 3
de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-01-31] 43

Figure 19 : Localisation des périmètres de protection immédiats des captages Prudent 1 et 2 (fond IGN 1/25
000ème) [source : Figure 3 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-04-29] 53

Figure 20 : Localisation des périmètres de protection immédiats des captages Prudent 1 et 2 (fond ortho-photo
© IGN) [source : Figure 4 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-04-29] 54

Figure 21 : Extension des périmètres de protection rapprochés définis par l'hydrogéologue agréé [source:
annexe 3 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-04-29] 56

Figure 22 : Extension de la zone à prescriptions fortes du périmètre de protection rapproché [source : Figure 5
de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-04-29] 57

Figure 23: carte de l'occupation des sols au sein du périmètre de protection rapprochée 67

Figure 24 : Localisation du périmètre de protection rapprochée du captage Piton Bleu (fond IGN 1/25000)
[source : Avis de l'hydrogéologue agréé pour le captage Piton Bleu N°BSS 1226-8X-0031 de
novembre 2012] 73

Figure 25 : Extension du PPR du captage Piton Bleu sur plan cadastral 75

Figure 26 : Synoptique du réseau de Cilaos ville et insertion des captages..... 79

Figure 27 : Evolution de la turbidité pour la ville de Cilaos, entre 2010 et 2013 (données de l'autocontrôle) 81

Figure 28 : Suivi de la turbidité entre février et mai 2012 83

Figure 29 : Production mensuelle au cours de l'année 2012 (m³/mois), pour le groupe de captages Petit
Matarum, Piton Bleu et Avalasse (Source: RECIL). 97

Figure 30 : Production annuelle entre 2007 et 2012 (m³/an), pour le groupe de captages Petit Matarum, Piton
Bleu et Avalasse (Source: RECIL). 97

Figure 31 : Production mensuelle au cours de l'année 2012 (m³/mois) sur les deux captages Prudent (source
RECIL). 98

Figure 32 : Production annuelle entre 2007 et 2012 (m³/an) pour les deux captages Prudent (source RECIL) ... 98

Figure 33 : Mesures de débits instantanés au captage Petit Matarum aval (source: OLE)..... 100

Figure 34 : Vue du Bras de Benjoin en aval des captages Matarum, au niveau de la route de Bras Sec. 104

Figure 35 : Vue des successions de cascades en amont du captage Matarum aval.	104
Figure 36 : Vue du seuil du captage de Matarum aval.....	105
Figure 37 : Mesures de débits instantanés à la source Avalasse (source : OLE).	108
Figure 38 : Vue du lit en amont du captage Avalasse.	111
Figure 39 : Vue du seuil de captage Avalasse	112
Figure 40 : Débits instantanés mesurés au niveau du captage Prudent 1 (source : OLE).	114
Figure 41 : Vue des seuils amont (gauche) et aval (droite) situés sur le Bras de Saint Paul au niveau des anciens thermes.....	116
Figure 42 : Vues des « ravines » d'écoulement en amont des captages Prudent 1 et 2.....	116
Figure 43 : Vue des prises Prudent 1 (gauche) et Prudent 2 (droite).....	117
Figure 44 : Mesures de débits instantanés au niveau du captage Prudent 2 (source OLE).	119
Figure 45 : Débits instantanés mesurés au niveau du captage Piton Bleu entre 1991 et 2006 (source OLE)	122
Figure 46 : Vue du bras capté par la prise du Piton Bleu au niveau de la route de Bras Sec.	125
Figure 47 : Cartographie des Masses d'eau superficielle	129
Figure 48 : Cartographie des masses d'eau souterraine	130
Figure 49 : Orientations fondamentales du SDAGE et programme de mesures.....	131
Figure 50 : Objectifs environnementaux d'état global des masses d'eau superficielles et souterraines	132
Figure 51 : Le SAGE SUD à la Réunion	134
Figure 52 : Programme d'actions des orientations du SAGE SUD (1/2)	136
Figure 53 : Programme d'actions des orientations du SAGE SUD (2/2)	137
Figure 54 : Extrait du synoptique du réseau de Cilaos, sur le secteur de Cilaos Ville et Mare Sèche.	138

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : liste des captages AEP du secteur de Cilaos Ville et Mare Sèche et volumes faisant l'objet de la demande d'autorisation au titre du code de l'Environnement	7
Tableau 2 : Analyse in-situ de la qualité de l'eau du captage Petit Matarum aval	27
Tableau 3 : Analyse in-situ de la qualité de l'eau du captage Avalasse.....	39
Tableau 4 : Analyses in-situ de la qualité de l'eau des captages Prudent 1 et 2	49
Tableau 5 : Analyse in-situ de la qualité de l'eau du captage Piton Bleu	70
Tableau 6 : Contrôle de la turbidité sur les eaux brutes de 2006 à 2011	80
Tableau 7 : Données de référence simulées pour l'estimation des débits (source : Rapport Antea Group C25467)	93
Tableau 8 : Calcul du volume prélevé sur l'ensemble des captages de Cilaos Ville	99
Tableau 9 : Débits caractéristiques aux captages Matarum Aval.	101
Tableau 10 : Synthèse de l'impact des captages Matarum amont et aval sur la continuité biologique des peuplements.....	106
Tableau 11 : Débits caractéristiques au captage Avalasse.....	109
Tableau 12 : Synthèse de l'impact des captages Avalasse amont et aval sur la continuité biologique des peuplements.....	112
Tableau 13 : Caractéristiques des stations d'échantillonnages sur le Bras des Etangs.....	117
Tableau 14 : Synthèse de l'impact des captages Prudent 1 et 2 sur la continuité biologique des peuplements	118
Tableau 15 : Synthèse de l'impact du captage Piton Bleu sur la continuité biologique des peuplements.....	126

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 le secteur de Cilaos Ville et Mare Sèche

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 15 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 Calebasses
- ✓ Secteur d'Ilet à Cordes

Le présent rapport concerne le secteur de distribution de Cilaos Ville et Mare Sèche.

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

Tableau 1 : liste des captages AEP du secteur de Cilaos Ville et Mare Sèche et volumes faisant l'objet de la demande d'autorisation au titre du code de l'Environnement

<i>Captage</i>	<i>Bassin versant</i>	<i>Indice National</i>	<i>Volumes⁽¹⁾ prélevés par captages</i>	<i>Volumes⁽²⁾ faisant l'objet de la demande de prélèvement</i>
Petit Matarum	Bras de Benjoin	1226-8X-0032 (AM) 1226-8X-0046 (AV)	675 200 m ³ /an	1 350 500 m ³ /an
Piton Bleu	Bras de Benjoin	1226-8X-0031	445 700 m ³ /an	
Avalasse	Bras de Benjoin	1226-8X-0087	13 500 m ³ /an	
Prudent 1	Bras Rouge	1226-8X-0066	129 700 m ³ /an	
Prudent 2	Bras Rouge	1226-8X-0067	86 400 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 Cilaos Ville et de Mare Sèche

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 Cilaos Ville et de Mare Sèche.

Les captages qui alimentent le secteur de Cilaos Ville et de Mare Sèche sont :

- Captages Petit Matarum amont et aval
- Captage Piton Bleu
- Captage Avalasse
- Captage Prudent 1
- Captage Prudent 2
- Captage Kerveguen

La majeure partie de l'eau captée au niveau du captage Kerveguen alimente le réservoir de Bras Sec, seul le trop plein est envoyé vers la bêche Matarum, cette bêche est utilisée pour l'irrigation de Brulé Marron et non pour l'alimentation en eau potable. Ce captage est donc traité dans le dossier concernant le secteur de Bras Sec.

2.1. Rappel du réseau de Cilaos Ville et de Mare Sèche

Ci après est présenté le raccordement des différents captages au réseau de distribution d'eau potable de Cilaos Ville et de Mare Sèche. Le synoptique complet est présenté dans la notice explicative.

Les captages Prudent 1 et 2 sont utilisés en complément de ressources uniquement en période d'étiage.

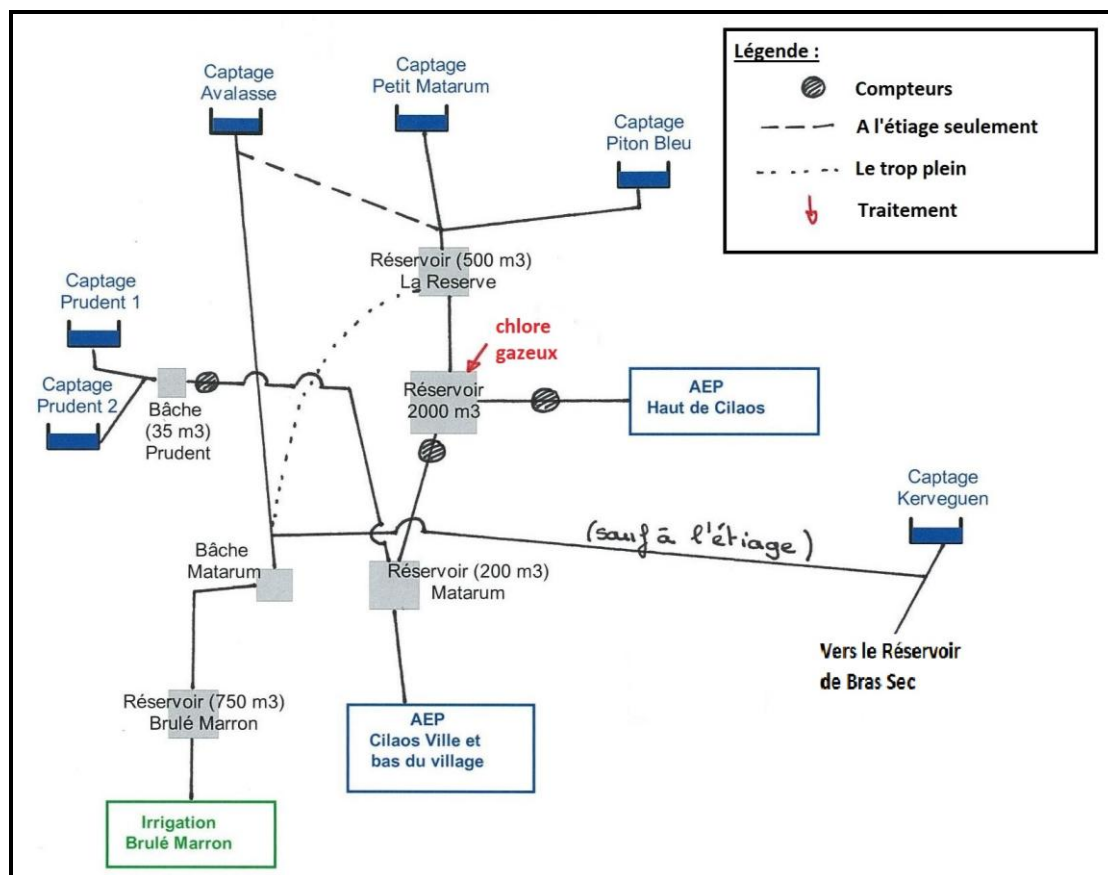


Figure 1 : insertion des captages de Cilaos Ville et Mare Sèche sur le réseau

D'après les informations communiquées par la régie des eaux de Cilaos, avant distribution de l'eau pour les secteurs de Cilaos Ville et de Mare sèche, il y a pour traitement, une chloration (chlore gazeux) au niveau du réservoir de 2000 m³ (dit le 2000). Les améliorations de traitements envisagées sont présentées au § 9.2 et 10.1.

2.2. Captages Petit Matarum, amont (12268X0032) et aval (12268X0046)

2.2.1. Localisation, situation foncière et accessibilité

Les captages Petit Matarum sont situés sur le rempart sud du Piton des Neiges. Ils sont sur deux ravines distinctes en aval du plateau du Petit Matarum.

Les captages amont et aval sont situés respectivement sur le bras de Benjoin et un de ses affluents en rive droite.

Pour atteindre ces captages, il faut suivre la RD 241 en direction de Bras Sec, puis le début de la route forestière de la Roche Merveilleuse. Après avoir marché quelques minutes sur la route forestière de la Roche Merveilleuse après la barrière, il faut prendre à travers la forêt primaire puis remonter jusqu'au captage par la ravine. Il n'y a pas de sentier et il faut environ 1 h de marche entre la route forestière et le captage Petit Matarum Aval. Le captage Petit Matarum amont est situé environ 300 m au dessus du captage aval ; lors de la visite il était inaccessible suite à des éboulis dans le sentier

d'accès qui a été réaménagé depuis.

Références cadastrales :

Les deux captages Petit Matarum sont situés dans la section AK du cadastre de Cilaos. Petit Matarum amont est sur la parcelle n° 26 et Petit Matarum aval est sur la parcelle n°25.

Zonage PLU :

Les captages Petit Matarum amont et aval sont en zone N (naturelle) du PLU de Cilaos.

Les captages sont localisés sur la Figure 5 ci-après.

2.2.2. Caractéristiques techniques des ouvrages

Nous avons effectué une visite de Petit Matarum aval le 11/08/2011. Petit Matarum amont était inaccessible suite à des éboulis.

Le captage Matarum amont est en fait une dérivation des eaux : du captage les eaux sont canalisées et déversées en amont du captage Matarum aval.

D'après l'étude de vulnérabilité des captages AEP de la commune de Cilaos (rapport BRGM 97 REU 03) : « Le captage du petit Matarum amont est un captage en surface implanté en ravine. Réalisé en 1936, ce captage a été abîmé lors d'une crue. Il est constitué d'une goulotte non couverte implantée en rive droite de la ravine. Cette goulotte mesure 4,5 m de long pour 0,4 m de large, et 0,2 à 0,4 m de haut, et alimente via une canalisation, un bassin de rétention délimité par des parois rocheuses et un barrage en amont (1,6 x 0,4 x 0,9 m). Les eaux captées au droit du barrage sont rejetées dans la ravine affluent en rive droite du bras de Benjoin, environ 200 m en amont du captage Petit Matarum Aval. ».

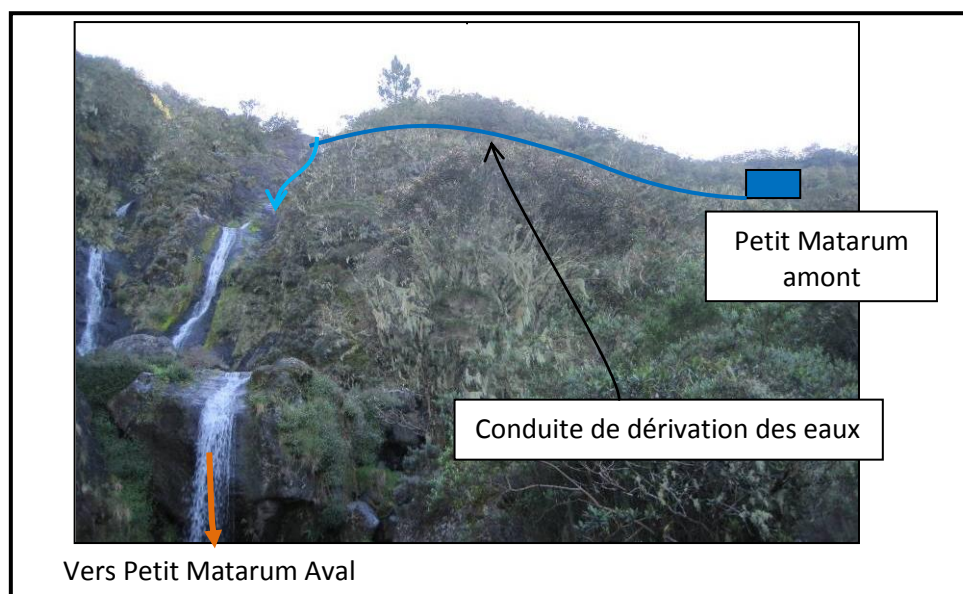


Figure 2 : Schéma de principe de la dérivation des eaux de Petit Matarum amont vers Petit Matarum aval.

Ainsi l'eau venant du captage Petit Matarum amont est captée au niveau du captage Petit Matarum aval.

Le captage Petit Matarum aval est un captage de surface implanté en ravine, à environ 50m en aval du pied des cascades. Il est constitué d'un mur maçonné qui intercepte la totalité du lit mineur de la ravine (lors de la visite la totalité de l'écoulement en aval des cascades est captée). La prise d'eau est protégée par une boîte métallique (grille à barreaux métalliques dont certains sont arrachés) qui fait office de dégrilleur et crépine et l'ouvrage est équipé d'une bonde de vidange en service.

L'ouvrage de captage présentait des dégradations conséquentes au niveau des parties maçonnées lors de la visite en 2011. Des travaux de réfection de l'ouvrage ont été réalisés en 2012.

La conduite au départ du captage aval est en PeHD de diamètre 110 sur une longueur de 30 m en bon état, elle a été posée suite au passage du cyclone Gamède (2007). Elle est connectée à l'ancienne conduite en fonte de diamètre 125 qui est en état passable (longueur de 1400 m).

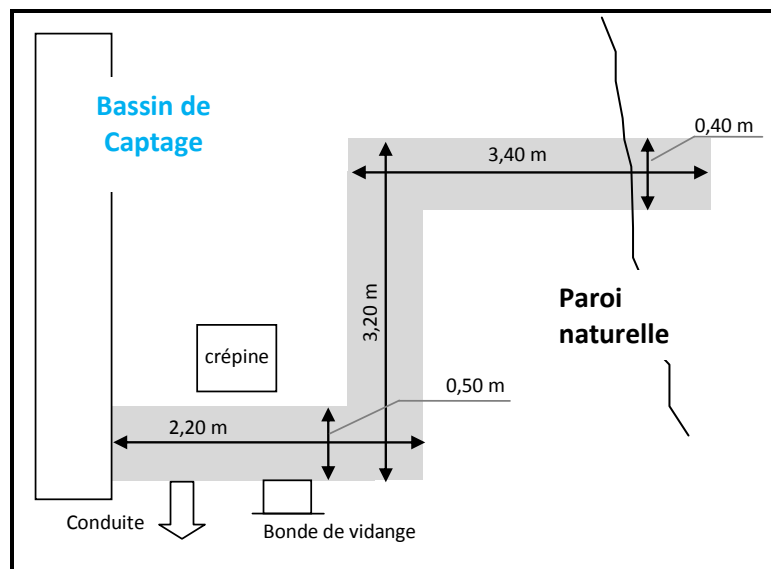


Figure 3 : Schéma de l'ouvrage du captage Petit Matarum aval



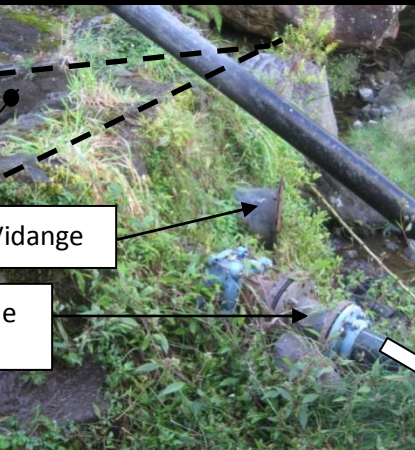
		<p>Environnement amont du captage</p> <p><i>Arrivée des eaux provenant du captage amont</i></p>
		<p>Le captage, avec réparation à l'aide d'une bâche.</p> <p>La prise d'eau est protégée par une crépine (boite à barreaux métalliques).</p> <p>(Vu vers l'aval)</p>
<p>Captage</p> <p>Bande de Vidange</p> <p>Canalisation de départ</p>		<p>Vue du mur maçonné de l'extérieur du captage.</p> <p>La canalisation de départ est au premier plan sur la photo et derrière on voit la bonde de vidange (en état de service). Le tuyau posé sur le mur ne sert à rien.</p>

Figure 4 : Caractéristiques du captage Petit Matarum aval

2.3. Captage Avalasse

2.3.1. Localisation, situation foncière et accessibilité

Le captage Avalasse est situé non loin des captages Petit Matarum, sur les pentes qui mènent au plateau du Petit Matarum sur le rempart sud du piton des Neiges. La prise d'eau se fait sur un des multiples affluents du Bras de Benjoin, en rive droite de ce dernier. (Voir la carte de localisation présentée à la Figure 5 ci-dessous).

Pour atteindre ce captage, il faut suivre la RD 241 en direction de Bras Sec, puis le début de la route forestière de la Roche Merveilleuse. Après avoir marché quelques minutes sur la route forestière de la Roche Merveilleuse après la barrière, il faut prendre à travers la forêt puis remonter jusqu'au captage en suivant la canalisation qui longe la ravine. Il n'y a pas de sentier et il faut environ 1 h de marche entre la route forestière et le captage Avalasse.

- Références cadastrales :

Le captage Avalasse est situé sur la parcelle n° 67 de la section AK du cadastre de Cilaos.

- Zonage PLU :

Le captage Avalasse est en zone naturelle (N) du PLU de Cilaos.

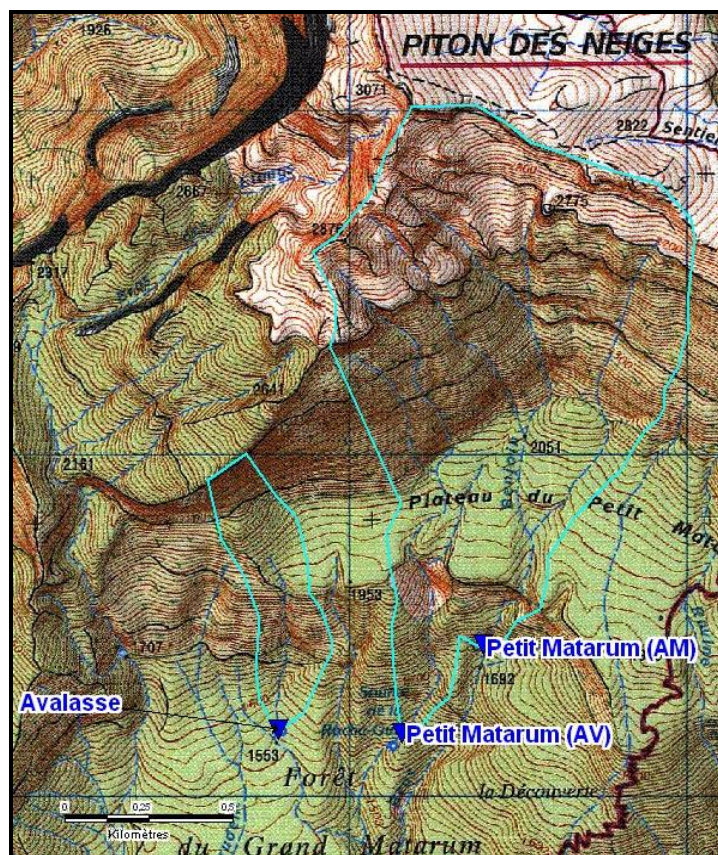


Figure 5 : Carte de localisation des captages Avalasse et Matarum et extension des bassins versants.

2.3.2. Caractéristiques techniques de l'ouvrage

Nous avons effectué une visite du captage Avalasse le 11/08/2011.

Le captage Avalasse est un captage de surface, implanté sur une ravine peu marquée. Il est constitué d'un bassin en maçonnerie, de forme pentagonale, en assez bon état.

Il n'y a pas de crépine protégeant la prise d'eau et le bassin n'est pas couvert. Il y a une bonde de vidange, fermée par un morceau de plastique, cette fermeture n'est pas assez étanche et est à l'origine de fuites.

Le bassin de captage est coupé en deux par un muret transversal perforé à la base pour le passage de l'eau.

Les dimensions de l'ouvrage sont :

- ✓ longueur = 2 m (dimension extérieure),
- ✓ largeur = 1,20 m en rive droite et 1,70 m en rive gauche
- ✓ hauteur = 0,40 m
- ✓ épaisseur des murets = 0,40 m.

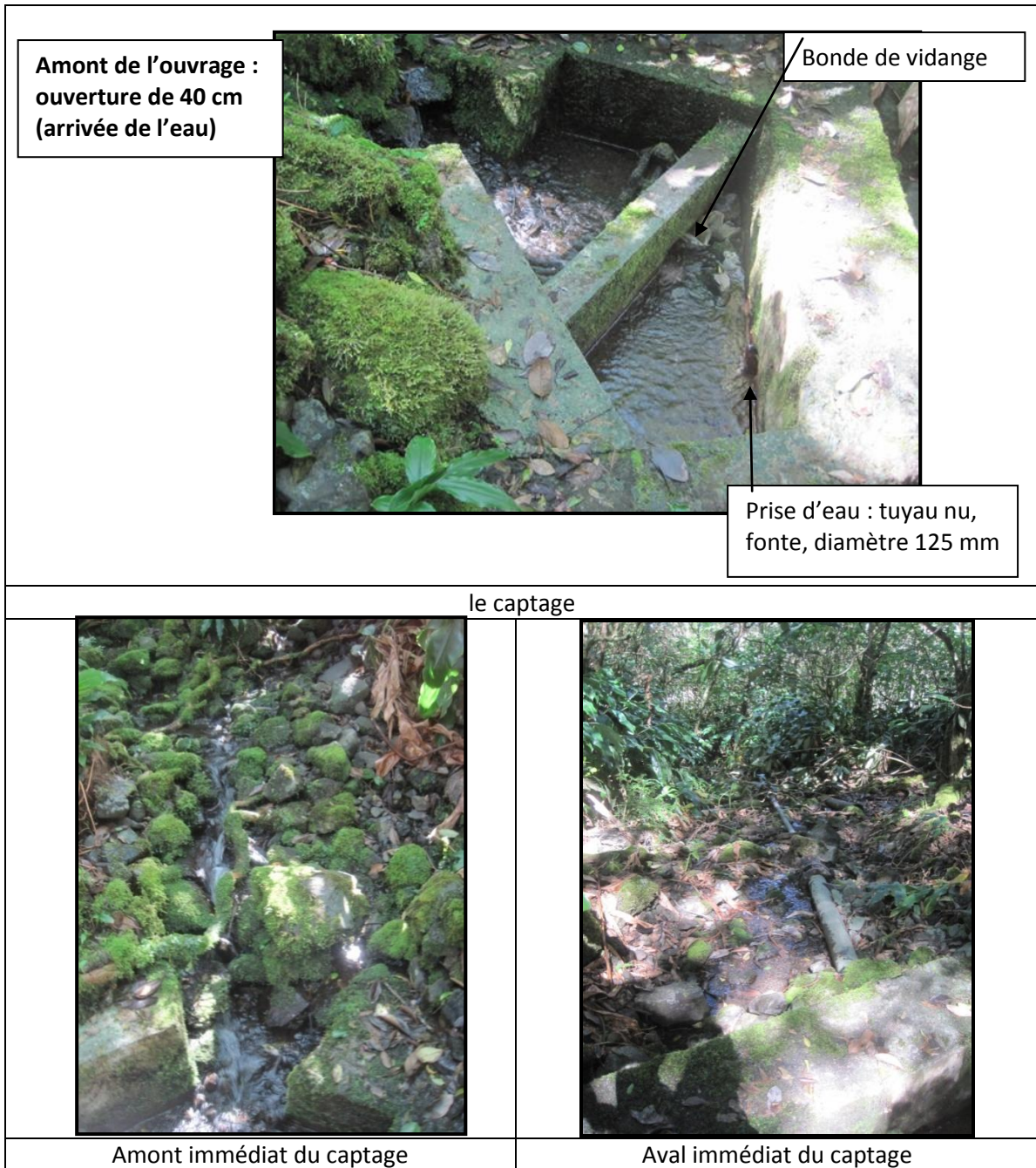


Figure 6 : Caractéristiques du captage Avalasse

2.4. Captages Prudent 1 et Prudent 2

2.4.1. Localisation, situation foncière et accessibilité

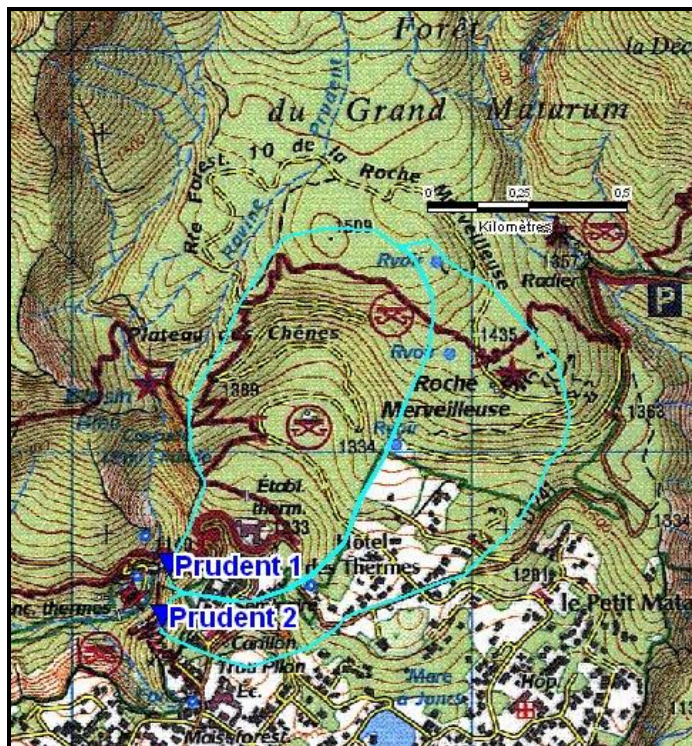


Figure 7 : Carte de localisation des captages Prudent 1 et 2 et extension des bassins versants topographiques.

Les captages Prudent 1 et 2 (12268X0066 et 12268X0067) se situent en rive gauche du Bras des Etangs, en contrebas de la partie haute de Cilaos.

Pour atteindre ces captages il faut prendre la RD242 en direction d'Ilet à Cordes jusqu'au bas des rampes des Thermes.

Le captage Prudent 1 est à l'intérieur du dernier virage en épingle.

Au pied des rampes, pour atteindre le captage Prudent 2, il faut emprunter le sentier des porteurs qui longe le Bras des Etangs en rive gauche sur environ 200 m, puis monter le long de la ravine bétonnée sur environ 50 m.

- Références cadastrales :

Le captage Prudent 1 est situé dans la section AK du cadastre de Cilaos, sur la parcelle n°67.

Le captage Prudent 2 est situé dans la section AI du cadastre de Cilaos, sur la parcelle n°285.

- Zonage PLU :

Les captages Prudent 1 et 2 sont situés en zone N (naturelle) du PLU de Cilaos.

2.4.2. Caractéristiques techniques de l'ouvrage Prudent 1

Nous avons effectué une visite du captage Prudent 1 le 03/11/2011.

Le captage Prudent 1 est un captage de surface implanté à 120 m à l'aval du tunnel du Séminaire qui est la source d'alimentation.

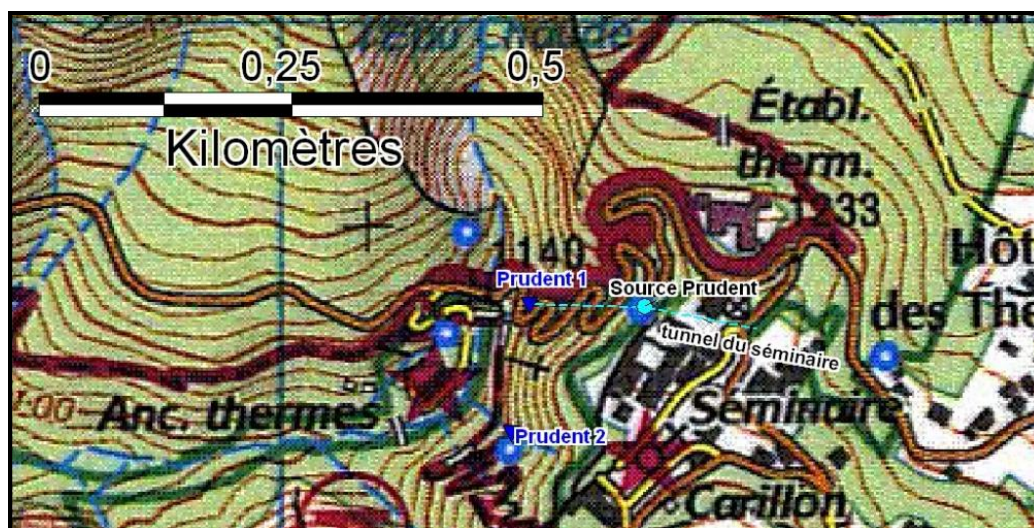


Figure 8 : schéma des ouvrages en amont du captage Prudent1.

Un bassin de réception des eaux en béton est situé au débouché du tunnel. En partie supérieure une grille métallique (80 x 80 cm) permet de recueillir l'eau.

Le bassin de captage, globalement en bon état, mesure 1,3 m de large, 1,8 m de long et 1,7 m de haut.

Le bassin de réception des eaux est directement connecté à un dessableur. Ce dessableur est fermé par deux tampons et est muni de deux bondes de vidange. La conduite de départ du dessableur est en fonte diamètre 200 mm.



Figure 9 : Caractéristiques du captage Prudent 1.

2.4.3. Caractéristiques techniques de l'ouvrage Prudent 2

Nous avons effectué une visite du captage Prudent 2 le 03/11/2011.

Le captage Prudent 2 est un captage implanté sur une ravine aménagée (bétonnée). Il est constitué d'un mur maçonné qui intercepte toute la largeur de la ravine.

Le mur maçonné est long de 2,50 m et épais de 1 m.

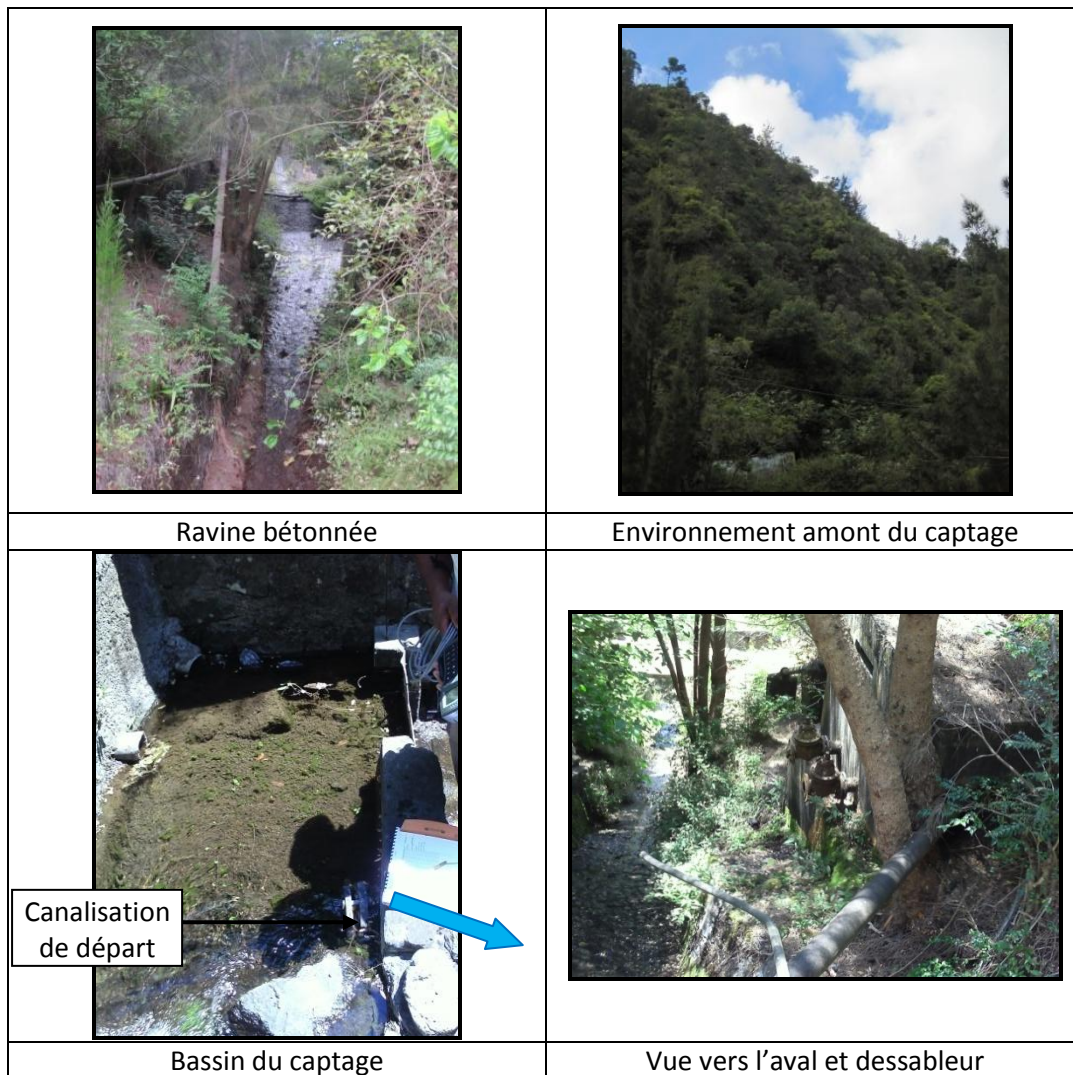


Figure 10 : caractéristiques techniques du captage Prudent 2.

L'ouvrage est en bon état. Des écoulements sont présents sous l'ouvrage mais ils correspondent à des résurgences en aval et sous l'ouvrage et non pas à des fuites.

L'ouvrage est équipé d'une vidange : ouverture dans le mur maçonné, fermée par une plaque métallique. Cette vidange n'est pas tout à fait étanche.

La conduite de départ du captage est en fonte diamètre 100mm. Elle est connectée à un dessableur situé à quelques mètres du captage.

2.5. Captage Piton Bleu

2.5.1. Localisation, situation foncière et accessibilité

Le captage Piton Bleu est situé sur les basses pentes du rempart nord-est du piton des Neiges.

Le captage en ravine est situé sur un des nombreux affluents du Bras de Benjoin à une altitude voisine de 1560 m.

Pour atteindre ce captage, il faut emprunter la RD 241 en direction de Bras Sec, puis on s'arrête en bordure de la route à mi chemin entre les départs du GR1 et du GR2. Il faut ensuite monter sur un petit sentier qui longe la canalisation jusqu'au captage, il y a environ 30 minutes de marche. Le sentier n'est pas fréquenté et est juste entretenu par les agents de la RECIL pour l'accès au captage.

- Références cadastrales :

Le captage Avalasse est situé sur la parcelle n° 41 de la section AK du cadastre de Cilaos.

- Zonage PLU :

Le captage Avalasse est en zone naturelle (N) du PLU de Cilaos.

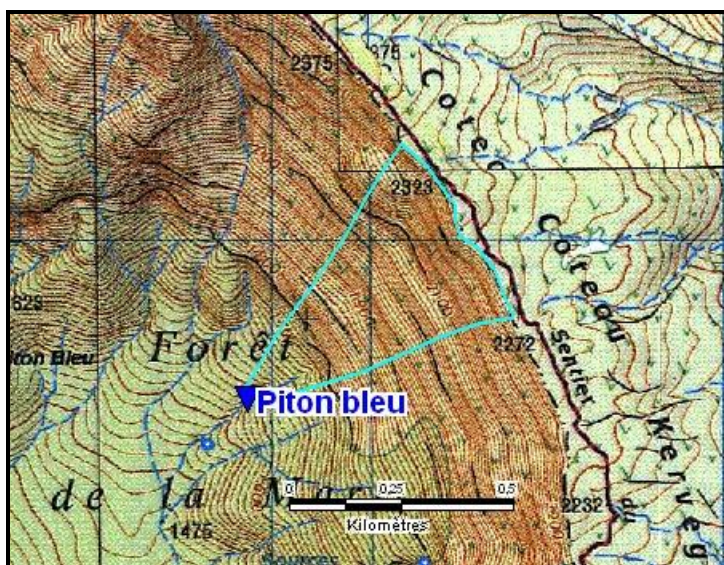


Figure 11 : Carte de localisation du captage Piton Bleu et extension de son bassin versant

2.5.2. Caractéristiques techniques de l'ouvrage

Nous avons effectué une visite du captage Piton Bleu le 02/11/2011.

Le captage Piton Bleu est un captage de surface implanté au pied de petites cascades. Il est constitué d'un bassin en maçonnerie, de forme rectangulaire, en bon état.

Il y a une crépine protégeant la prise d'eau (boite à barreaux métalliques) mais le bassin n'est pas couvert. Il y a une bonde de vidange fonctionnelle située sous la prise d'eau.

Quelques fuites ont lieu à la base de l'ouvrage, une petite flaqué est observée lors de la visite au pied de l'ouvrage mais la ravine à l'aval est sèche.

Les dimensions de l'ouvrage sont :

- ✓ longueur extérieure = 4m et longueur intérieure = 1,60m
- ✓ largeur intérieure = 0,80 m en rive droite et 1,00 m en rive gauche
- ✓ hauteur du muret au dessus de la crépine = 0,75 m.

La conduite au départ du captage est une conduite en fonte de diamètre 150mm.

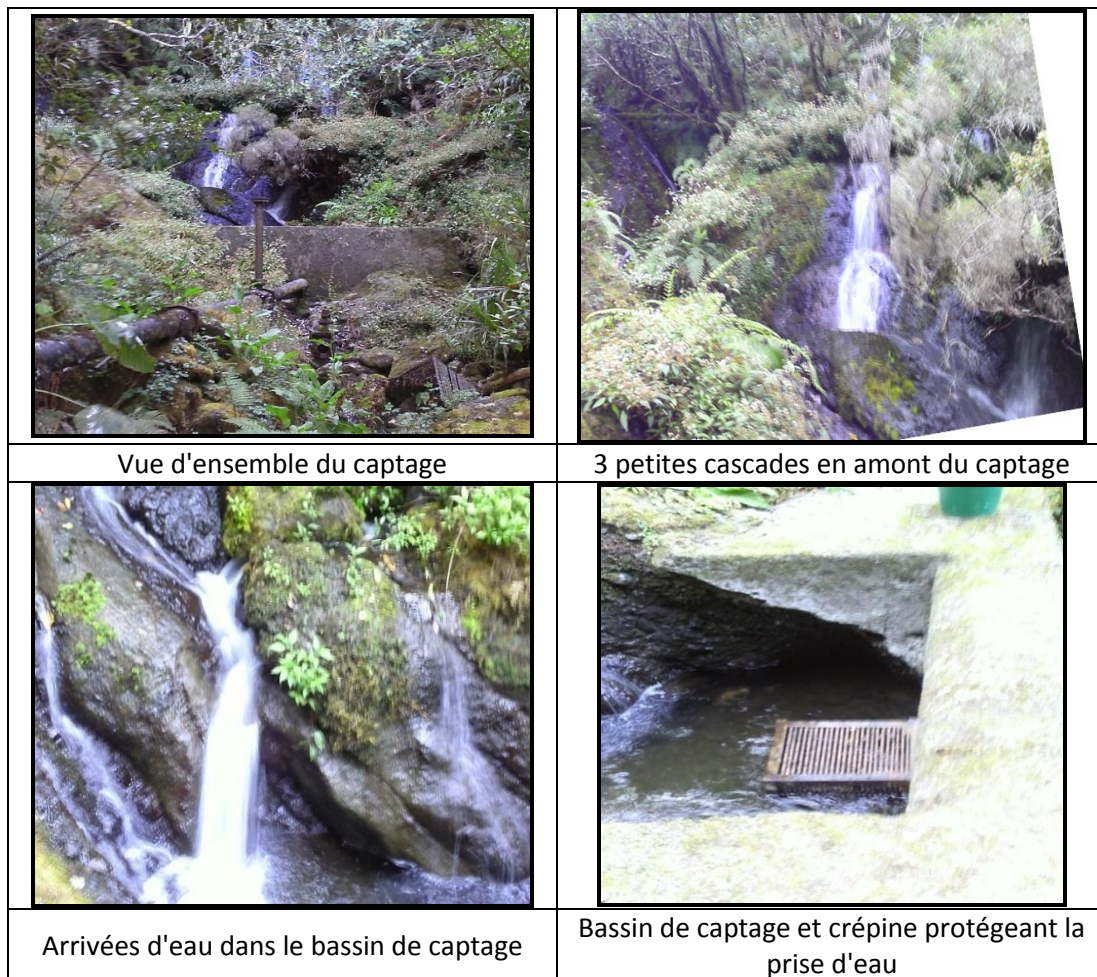


Figure 12 : Caractéristiques du captage Piton Bleu.

*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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

**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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

3. Captages Petit Matarum, amont (12268X0032) et aval (12268X0046)

3.1. Vulnérabilité de la ressource

3.1.1. Nature de la ressource

Les ravines captées par les captages Matarum (bras de Benjoin et affluent) drainent le rempart Sud du Piton des Neiges.

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 déterminé sur la base de la topographie (tracé du bassin versant présenté à la Figure 5), le t_c est évalué à :

Formule		TC (minutes)	
		Matarum amont	Matarum aval
KIRPICH	$T_c = 0.0195 (L/P^{1/2})^{0.77}$	6	7
GIANDOTTI	$T_c = 60 [(0.4 A^{1/2} + 0.0015L) / 0.8 (P*L)^{1/2}]$	13	14
MOYENNE		10	11

A : superficie du bassin en ha

P : Pente moyenne du bassin en m/m

L : Longueur L en m

Tc : Temps de concentration en minutes

captage	Matarum am	matarum av
L(m)	1580	1820
A(ha)	87	120
P(m/m)	0,80	0,77

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

3.2. Vulnérabilité liée au captage

Les captages sont des ouvrages maçonnés en ravine. Les ouvrages sont en mauvais état (nombreuses fuites) et peuvent être sujets au remplissage par des feuilles et / ou des éboulis.

Les ouvrages (murs maçonnés et conduites) sont vulnérables aux événements climatiques et éboulis (la conduite de départ du captage aval a été remplacée suite à d'importants dommages lors d'un cyclone).

Au niveau du captage Matarum aval, la prise d'eau est protégée par une crépine mais qui peut être partiellement obstruée par de la végétation. Lors de notre visite du captage de nombreuses feuilles collées à la grille de la crépine gênaient l'écoulement de l'eau.

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

Les analyses disponibles, effectués sur la ressource sont représentatives d'un mélange des eaux issues des deux captages (prélèvement effectué au niveau de Matarum Aval), Il n'existe pas de données distinctes par captage.

Sur la période 2006-2012, sont disponibles les analyses du contrôle de l'exploitation des captages. Deux analyses de type PPESU ont été également réalisées en date du 20/09/2010 (basses eaux) et du 20/02/2012 (hautes eaux) conformément à la réglementation, et une analyse Giardia Cryptosporidium en date du 30/09/2011.

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-A.

3.3.1.1. Analyses in-situ

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

Paramètres	11/08/2011 in situ
T(°C)	8,87
pH	8,49
Conductivité (µS/cm)	104

Tableau 2 : Analyse in-situ de la qualité de l'eau du captage Petit Matarum aval

3.3.1.2. Analyses physico-chimiques

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

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.

3.3.1.3. Caractéristiques bactériologiques

Les analyses indiquent ponctuellement une très légère contamination en coliformes et entérocoques, avec une numération par 100 ml d'eau, généralement inférieure à 15 unités. Toutefois aucun dépassement des valeurs guide n'est observé, la qualité bactériologique est donc bonne.

L'analyse parasitologique de septembre 2011 a mis en évidence l'absence de kystes de Giardia et d'Oocystes de Cryptosporidium.

3.3.1.4. Turbidité des eaux

Les valeurs de turbidité mesurées au cours des campagnes ponctuelles d'analyses sont comprises entre 0,3 et 0,8 NTU.

Il n'existe pas de dispositif de mesures en continu de la turbidité. Des pics ponctuels pourraient être observés au cours des évènements pluvieux (saison des pluies).

3.3.1.5. Autres produits toxiques ou indésirables

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

3.3.2. Environnement immédiat

L'environnement immédiat des captages est constitué par le lit mineur des ravines, puis une végétation sauvage assez dense.

A l'amont des captages il y a le plateau du Petit Matarum, les terrains sont occupés par de la végétation sauvage.

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

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

3.4. Mesures de protection des captages

La définition des périmètres et des mesures de protection par l'hydrogéologue agréé¹ est restituée intégralement ci-dessous (§ 3.4.1, 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.

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

Le périmètre de protection immédiate a pour but d'interdire toute introduction de substances polluantes dans l'eau prélevée et d'empêcher la dégradation des ouvrages.

Les périmètres de protection immédiate des captages du Petit Matarum sont localisés sur les cartes des figures 3 et 4 (localisation sur fond IGN 1/25 000^{ème} et sur fond ortho-photo © IGN).

Les principales caractéristiques et prescriptions inhérentes aux périmètres de protection immédiate sont présentées ci-après.

3.4.1.1. Extension géographique

Compte tenu de la nature et de la disposition des ouvrages (captage, désableur, conduite de dérivation), la zone de protection immédiate a été définie de la manière suivante :

- ✓ *Une bande de 20 à 30 m de large, axée sur les ravines des captages (englobant les berges) et la conduite de dérivation, entre le captage amont et aval ;*
- ✓ *Elle englobe les captages et les bassins amonts associés, le désableur, en aval du captage du Petit Matarum aval ;*
- ✓ *Superficie totale de 13 000 m² environ.*

¹ CAPTAGES DU PETIT MATARUM AMONT (1226-8X-0032) ET AVAL (1226-8X-0046) – Avis de l'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique relatif à la définition des périmètres de protection des captages, avril 2013, DAVID LEBON, avis n°HA/DLEB/2013-04-28

3.4.1.2. Accès et clôture

Compte tenu de la configuration des captages en ravine, le périmètre immédiat ne sera pas clôturé. Des panneaux, placés sur le sentier d'accès aux captages devront marquer l'entrée dans les périmètres de protection rapprochée et immédiate. Ils devront également mentionner l'interdiction au public.

Des lignes de vie et échelles devront être réalisées sur les tronçons critiques menant aux captages, afin de sécuriser l'accès du personnel.

3.4.1.3. Interventions dans les périmètres immédiats

Toutes les activités sont interdites à l'intérieur du périmètre ainsi délimité, exceptées celles nécessaires à l'exploitation et à l'entretien du captage et des ouvrages hydrauliques associés (vannes, conduites, etc.).

Dans cette zone, l'interdiction de baignade, de pêche, de pique-nique sera signalée par des panneaux d'information.

Tous les travaux d'entretien, de réparation et de déblaiement par des moyens mécanisés ou motorisés devront être réalisés avec des précautions particulières pour éviter toute pollution accidentelle de l'eau par ces activités (matériel parfaitement entretenu ; kits anti-pollution sur le chantier ; stockages de produits dangereux éloignés des cours d'eau et dans des dispositifs de rétention adéquats ...).

Préalablement à toute intervention de ce type sur les ouvrages, un protocole d'intervention précisant les mesures prises pour éviter les pollutions accidentelles dans le milieu naturel et le cours d'eau devra être élaboré par l'intervenant. Ce dernier devra être soumis à l'autorité environnementale et sanitaire pour validation (Agence Régionale de Santé, service de la Police de l'Eau).

Un entretien régulier des prises d'eau par des fontainiers est à prévoir, sur la base minimale suivante :

- ✓ une visite hebdomadaire, pour le contrôle du bon fonctionnement des équipements (vannes, conduites, crépines) ; le nettoyage des crépines, le curage manuel éventuel des bassins à l'avant des prises d'eau ; le contrôle de l'absence d'animaux morts dans les bassins ;
- ✓ après chaque épisode de forte pluie et de crue : contrôle de l'état du captage et du bon fonctionnement des équipements, décolmatage/nettoyage des crépines des prises d'eau, curage du bassin... ;
- ✓ autant que de besoin, en cas d'observations de baisse significative du débit ou de la qualité organoleptique (eau boueuse, riche en matière organique, mauvais goût...).

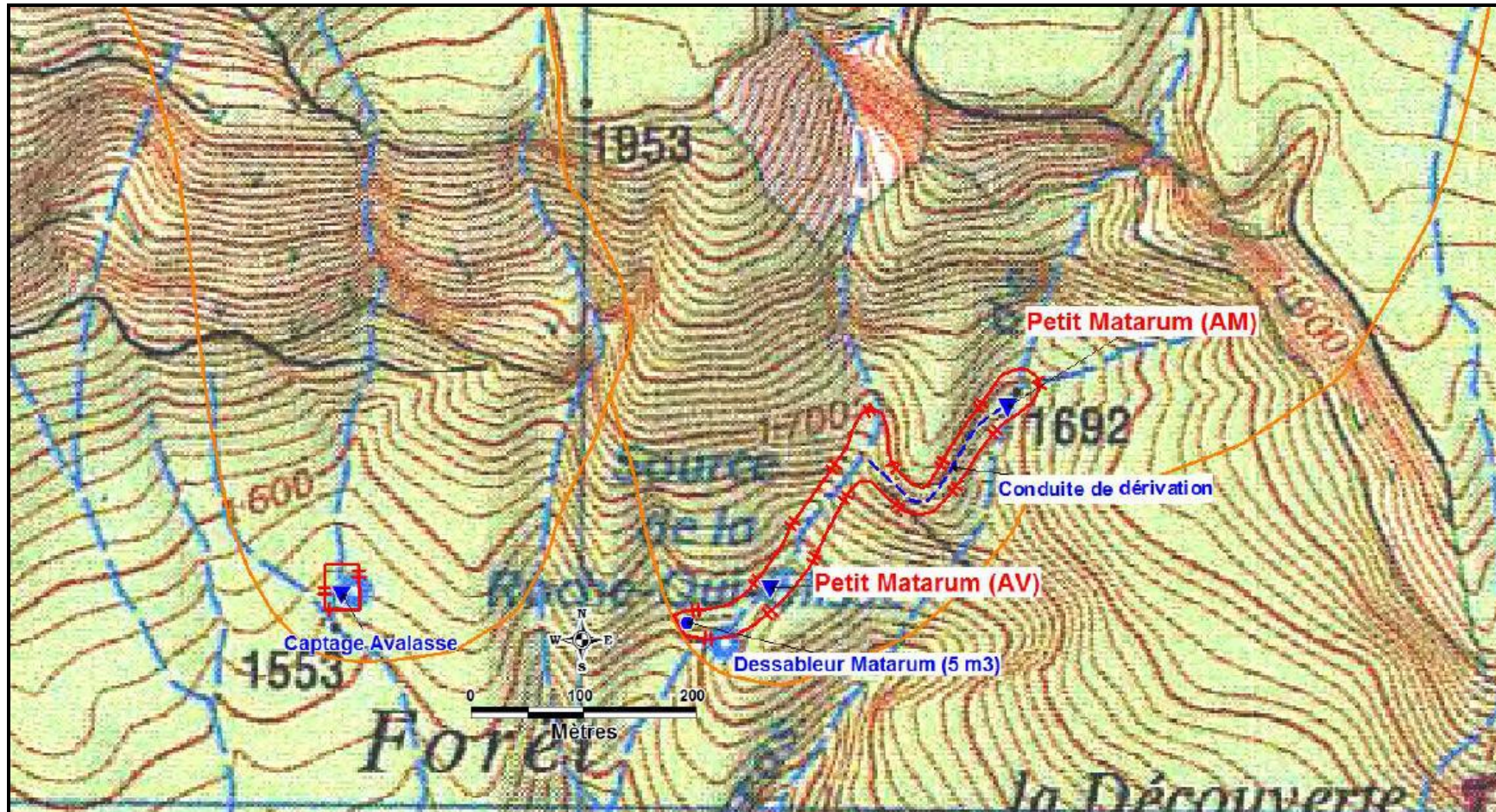


Figure 13: Localisation du périmètre de protection immédiat des captages Petit Matarum Amont et Aval (fond IGN 1/25 000ème) [source : Figure 3 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-04-26]

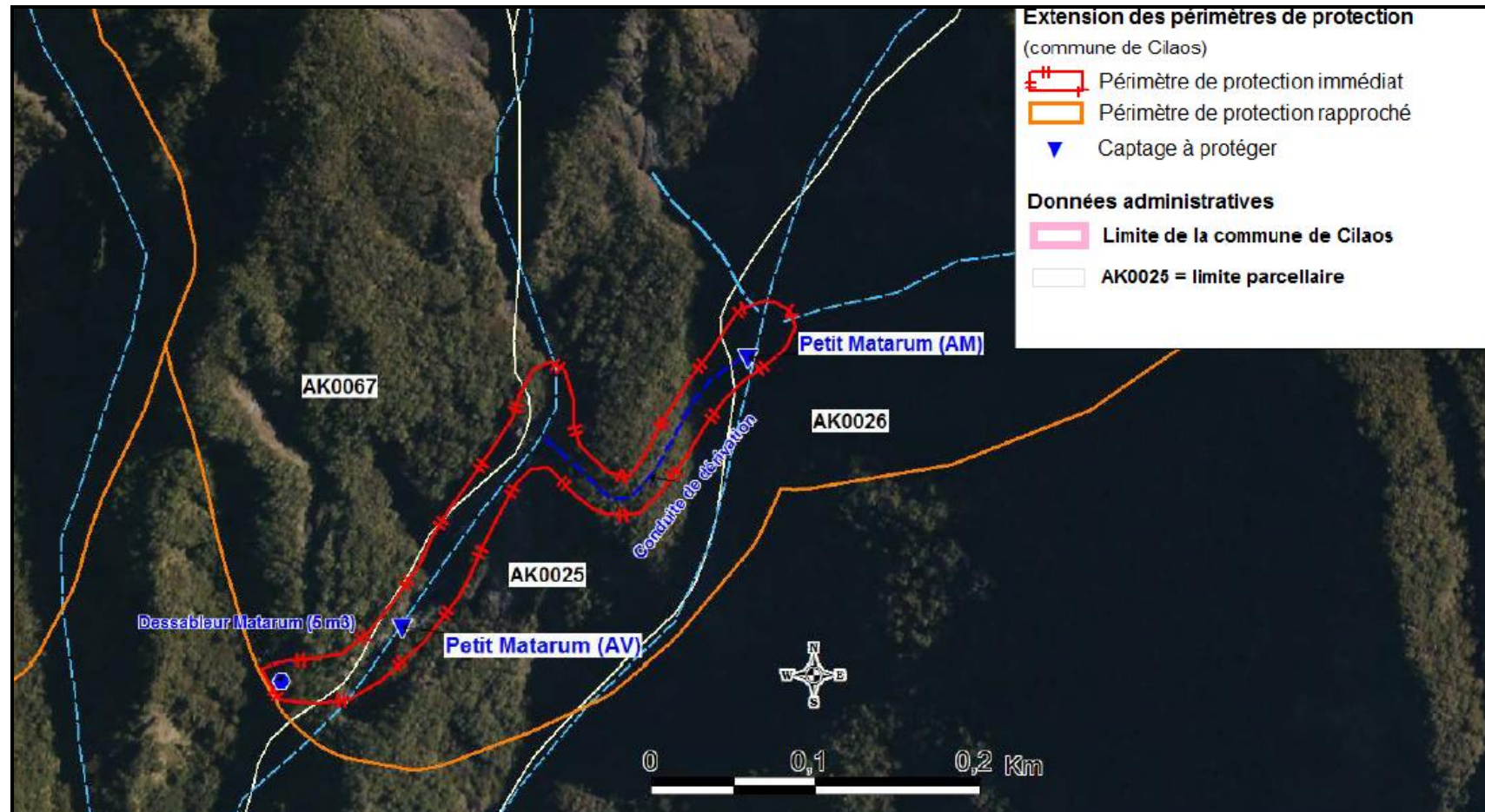


Figure 14 : Localisation du périmètre de protection immédiat des captages Petit Matarum Amont et Aval (fond ortho-photo © IGN) [source : Figure 4 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-04-26]

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

La zone de protection rapprochée doit protéger efficacement le captage vis-à-vis des substances polluantes. Elle vise à préserver la qualité de l'eau.

Compte tenu du contexte hydrologique et hydrogéologique, le périmètre de protection rapprochée des captages Amont et Aval du Petit Matarum a été défini de façon à englober :

- ✓ L'ensemble du bassin versant hydrologique des deux captages ;
- ✓ Une bande de 50 m, au-delà du bassin versant hydrologique, pour tenir compte du risque de transfert de polluants potentiels vers ce dernier. Cette bande de sécurité est légèrement inférieure sur sa bordure Ouest, où il est limité par le périmètre de protection rapprochée du captage Avalasse.

L'extension et les prescriptions détaillées relatives à cette zone de protection sont présentées en annexe 3 (cf. l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-04-26 en Annexe 2 – A). A l'intérieur de ce périmètre, les activités peuvent être interdites ou réglementées :

Les interdictions ou restrictions concernent plus particulièrement :

- ✓ Les boisements ;
- ✓ Les terrassements et les remblais ;
- ✓ L'utilisation de produits phytosanitaires ;
- ✓ La gestion des eaux ;
- ✓ L'implantation des nouvelles constructions ;
- ✓ L'implantation d'activité agricole ;

Les réglementations concernent :

- ✓ La gestion des zones boisées ;
- ✓ La lutte contre l'érosion des sols ;
- ✓ La création de nouvelles voies de communication ;
- ✓ Les activités de loisir et de tourisme.

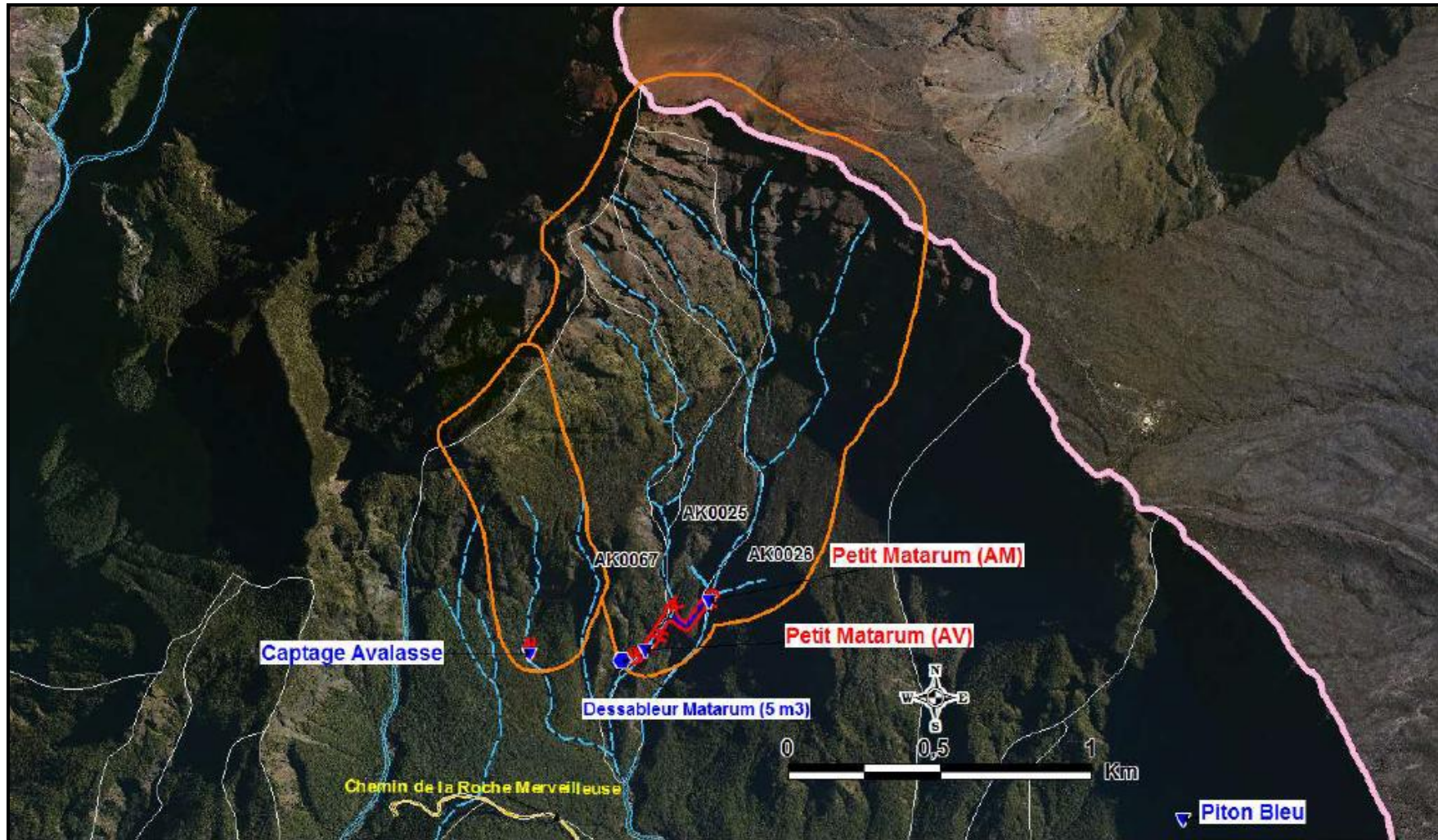


Figure 15 : Extension des périmètres de protection rapprochés définis par l'hydrogéologue agréé [source: annexe 3 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-04-26]

3.4.3. Dispositifs d'alerte et de contrôle – Recommandations (source : avis de l'HgA)

Les captages du Petit Matarum sont fortement vulnérables aux pollutions terrigènes, compte tenu de leur implantation en ravine. Il n'existe pas de dispositif de surveillance dynamique de la qualité des eaux captées.

Compte-tenu de ces éléments et du type de sources potentielles de pollution des eaux sur l'aire d'alimentation du captage, nos recommandations portent :

- ☒☒ la mise en place d'un **turbidimètre d'alerte**, couplé à un arrêt automatique de la distribution des eaux pour l'AEP, en cas de pic de pollution (valeurs-seuils à définir avec le gestionnaire). Les dispositifs pourront être implantés au niveau du désableur ou plus en aval sur la conduite d'adduction, en raison de l'exposition des équipements aux crues des ravines et aux éboulis ;
- ☒☒ **l'amélioration des conditions de captage** par la mise en place :
 - d'un dispositif de décantation des eaux, avant l'entrée de l'eau dans les captages ;
 - d'un dispositif de surverse ;
 - d'un dégrilleur/désableur au niveau de la prise d'eau en ravine ou la réhabilitation de l'ouvrage existant, situé en aval des captages ;
 - d'une prise d'eau pérenne, pour le captage amont, avec couverture des ouvrages.

Par ailleurs, nous recommandons également la mise en place d'un **contrôle sanitaire de la qualité des eaux brutes**, avec la recherche de l'ensemble des paramètres de l'arrêté du 11 janvier 2007, relatif à la qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine. Les paramètres suivants devront également être recherchés et suivis : salmonelles, cryptosporidium et microcystines.

La fréquence de ce contrôle devra être de 2 campagnes par an :

- 1 en pleine saison des pluies (mois de février / mars) ;
- 1 en période d'étiage (octobre / novembre).

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

Aux vues de l'analyse des éléments fournis dans le dossier préparatoire, de la visite des captages et des analyses chimiques disponibles, **un avis favorable** est donné à la mise en exploitation des eaux issues des captages Petit Matarum Amont et Aval, à des fins d'alimentation en eau potable.

Cet avis favorable est conditionné au respect des prescriptions mentionnées ci-dessus dans le présent rapport, avec notamment :

- l'entretien hebdomadaire des prises d'eau ;
- la mise en place d'un contrôle sanitaire des eaux à une fréquence bi annuelle ;
- une réfection et amélioration des conditions de captage ;
- la mise en place d'un dispositif d'alerte de type turbidimètre et d'un dispositif de comptage des eaux prélevées.

Tout projet d'aménagement, modification importante des zonages du plan local d'urbanisme au sein de périmètres de protection définis ainsi que des interventions majeures sur les prises d'eau elles-mêmes devront faire l'objet d'une information et d'une concertation des services sanitaires compétents en matière de gestion de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

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. Ce captage 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.

En ce qui concerne la pose des panneaux d'information et d'interdiction d'accès, une demande d'autorisation sera faite auprès du Parc National, les captages Matarum amont et aval étant situés dans le cœur du Parc National.

De plus la mairie appelle à ce que soit pris en considération le fait que la pose de panneaux risquerait d'attirer l'attention sur les captages alors qu'à l'heure actuelle c'est points ne sont pas ou peu fréquentés. Il est donc proposé que les panneaux d'information et d'interdiction d'accès soient installés au droit du point de prélèvement mais pas au niveau des sentiers.

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).

La réfection du captage Matarum Aval a été réalisée en 2012, le chemin d'accès au captage amont devra encore être sécurisé pour les agents.



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	AK	0001 (pour partie), 0024, 0025 (pour partie), 0026 (pour partie), 0067 (pour partie)
Salazie	BH	0001 (pour partie)

4. Captage Avalasse

4.1. Vulnérabilité de la ressource

4.1.1. Nature de la ressource

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

- ✓ à l'environnement forestier : feuilles, branchages, faune ;
- ✓ aux eaux superficielles, du fait des ruissellements amont en période pluvieuse (et éventuelles « crues ») ;
- ✓ vis-à-vis d'éventuelles pollutions accidentelles et chroniques

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 bénéficient 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.

Dans le cas du bassin versant de superficie 14 ha (0,14 km²), déterminé sur la base de la topographie (tracé du bassin versant présenté à la Figure 5), le t_c est évalué à :

Formule		TC (minutes)
KIRPICH	$T_c = 0.0195 (L/P^{1/2})^{0.77}$	4
GIANDOTTI	$T_c = 60 [(0.4 A^{1/2} + 0.0015L) / 0.8 (P*L)^{1/2}]$	8
MOYENNE		6

A : superficie du bassin en ha = 14 ha

P : Pente moyenne du bassin en m/m = (2300-1570) / 817 = 0,89

L : Longueur L en m = 817 m

Tc : Temps de concentration en minutes

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 en bon état. La bonde de vidange actuellement fermée par un morceau de plastique doit être remise en état pour stopper les fuites.

L'ouvrage est vulnérable aux éboulis, les petits éboulis pouvant combler le bassin de captage ou de taille plus importante pouvant endommager le mur maçonné ou la conduite.

La prise d'eau ne bénéficie d'aucune protection, l'eau captée peut donc charrier des feuilles et des animaux de petites tailles peuvent s'introduire dans la conduite de captage. Il y a donc un important risque d'obstruction de la conduite et /ou de contamination des eaux

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

4.3.1. Qualité de l'eau captée

Les analyses disponibles sur la période 2006-2011, correspondent aux analyses de contrôle de l'exploitation du captage.

Les analyses réglementaires suivantes ont également été réalisées :

- Type PPESU (périmètre de protection eaux superficielles) le 20/09/2010 et le 20/02/2012 ;
- Type RSR (réduite ressource superficielle) le 03/10/2012 ;
- Type GIACR (Giardia Cryptosporidium) en date du 24/04/2012 puis du 16/05/2012.

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 annexe 1-B.

4.3.1.1. Analyses in-situ

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

Paramètres	11/08/2011 in situ
T(°C)	14,03
pH	8,25
Conductivité (µS/cm)	139

Tableau 3 : Analyse in-situ de la qualité de l'eau du captage Avalasse

4.3.1.2. Analyses physico-chimiques

Les analyses disponibles, effectuées sur la ressource au niveau du captage Avalasse, sont toutes 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.

4.3.1.3. Caractéristiques bactériologiques

La qualité bactériologique est bonne mais présente occasionnellement une numération en coliformes thermotolérants qui témoignent ponctuellement de pollutions fécales (le nombre de colonies par 100 ml d'eau est de l'ordre de 15 en février 2011).

La première analyse GIACR en avril 2012 a mis en évidence les parasites dans l'eau captée (1 Oocystes de *Cryptosporidium* / 100 ml et 2 Kystes de *Giarda*) ces parasites n'ont plus été observés dans l'analyses de mai 2012.

4.3.1.4. Turbidité des eaux

La valeur de turbidité mesurée varie autour de 0,3 à 0,6 NTU (période 2006-2011).

4.3.1.5. Autres produits toxiques ou indésirables

Aucune substance toxique n'a été relevée dans les analyses disponibles, sur la période 2006-2011. Toutefois, à chaque recherche des HAP sont observées des traces de Benzo(a)pyrène (0,001 µg/L), les teneurs sont toutefois largement inférieures à la limite impérative (0,20 µg/L). En raison de l'environnement entièrement naturel du captage et de la ressource, la seule origine qui peut expliquer la présence de ce paramètre semble être le brulage de végétaux.

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.

A l'amont du captage il y a le plateau du Petit Matarum, les terrains sont occupés par de la végétation naturelle.

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 (§ 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3 et 3.4.4).

Le rapport complet est présenté en annexe 2 – B.

Un avis favorable a été donné pour l'utilisation de cette ressource.

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

Le périmètre de protection immédiate a pour but d'interdire toute introduction de substances polluantes dans l'eau prélevée et d'empêcher la dégradation des ouvrages.

Le périmètre de protection immédiate du captage Avalasse est localisé sur les cartes des figures 2 et 3 ci-dessous (localisation sur fond IGN 1/25 000^{ème} et sur fond ortho-photo © IGN).

Les principales caractéristiques et prescriptions inhérentes au périmètre de protection immédiate sont présentées ci-après :

➤ Extension géographique :

La zone de protection immédiate a été définie de la manière suivante :

- *Superficie : 1 200 m² environ ;*
- *Largeur : 30 m (axée sur la ravine et le point de captage) ;*
- *Longueur en amont du captage : 25 m ;*
- *Longueur en aval du captage : 15 m.*

➤ Les accès et clôture :

Compte tenu de la configuration du captage en ravine, le périmètre immédiat ne sera pas entièrement clôturé.

² CAPTAGE AVALASSE (1226-8X-0087) – Avis de l'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique relatif à la définition des périmètres de protection du captage, janvier 2013, DAVID LEBON, avis n°HA/DLEB/2013-01-31

Des panneaux, placés sur le sentier d'accès au captage, devront marquer l'entrée dans les périmètres de protection rapprochée et immédiat.

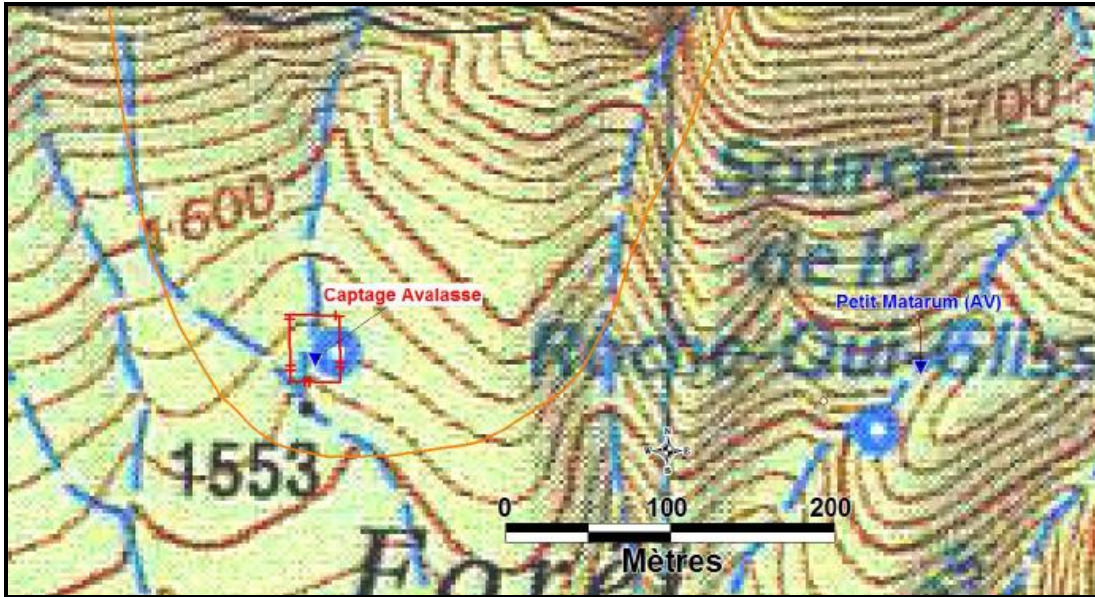


Figure 16 : Localisation du périmètre de protection immédiat du captage AVALASSE (sur fond IGN 1/25000ème) [source : Figure 2 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-01-31]

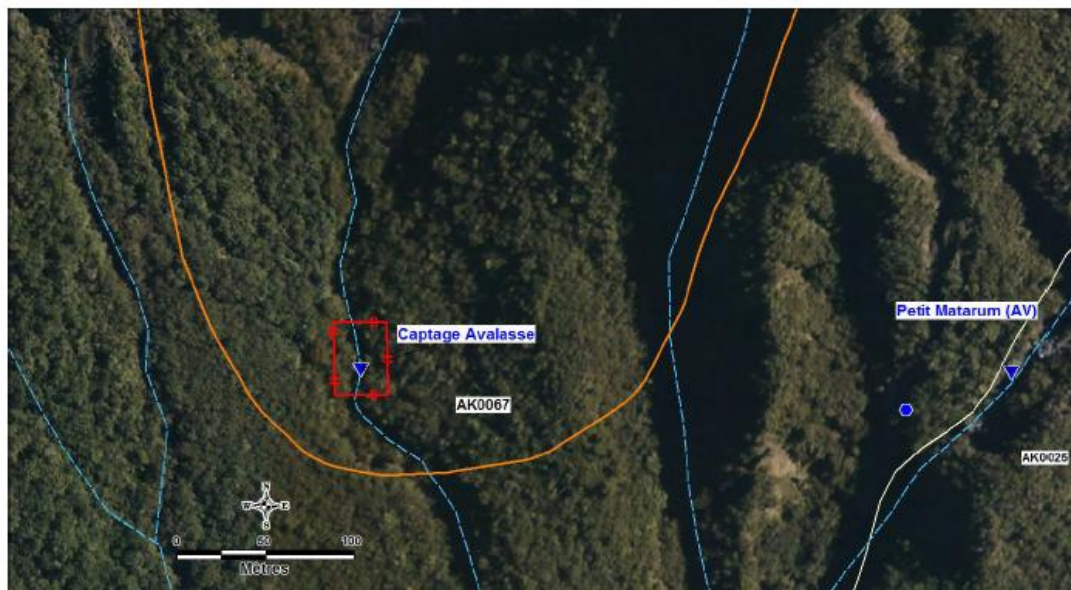


Figure 17 : Localisation du périmètre de protection immédiat du captage AVALASSE (sur fond ortho-photo © IGN) [source : Figure 3 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-01-31]

➤ Les interventions :

Toutes les activités seront interdites à l'intérieur du périmètre ainsi délimité, exceptées celles nécessaires à l'exploitation et à l'entretien du captage et des ouvrages hydrauliques associés (vannes, conduites, etc.).

Dans cette zone, l'interdiction de baignade et de pêche sera signalée par des panneaux.

Tous les travaux d'entretien, de réparation et de déblaiement par des moyens mécanisés ou motorisés devront être réalisés avec des précautions particulières pour éviter toute pollution accidentelle de l'eau par ces activités (matériel parfaitement entretenu ; kits anti-pollution sur le chantier ; stockages de produits dangereux éloignés des cours d'eau et dans des dispositifs de rétention adéquats...).

Préalablement à toute intervention de ce type sur les ouvrages, un protocole d'intervention précisant les mesures prises pour éviter les pollutions accidentelles dans le milieu naturel et le cours d'eau devra être élaboré par l'intervenant. Ce dernier devra être soumis à l'autorité environnementale et sanitaire pour validation (Agence Régionale de Santé, service de la Police de l'Eau).

Un entretien régulier des prises d'eau par des fontainiers est à prévoir, sur la base minimale suivante :

- 1 (une) visite hebdomadaire, pour le contrôle du bon fonctionnement des équipements (vannes, conduites, crépines), le nettoyage des crépines, le curage manuel éventuel à l'avant des prises d'eau (boue, débris végétaux, corps étrangers...);
- après chaque épisode de forte pluie et de crue : contrôle de l'état du captage et du bon fonctionnement des équipements, décolmatage/nettoyage des crépines des prises d'eau, curage du bassin... ;
- autant que de besoin, en cas d'observations de baisse significative du débit ou de la qualité organoleptique (eau boueuse, riche en matière organique, mauvais goût...).

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

La zone de protection rapprochée doit protéger efficacement le captage vis-à-vis des substances polluantes. Elle vise à préserver la qualité de l'eau.

Compte tenu du contexte hydrologique et hydrogéologique, le périmètre de protection rapprochée du captage Avalasse a été défini de façon à englober :

- L'ensemble du bassin versant hydrologique, fermé au point de captage ;
- Une bande de 50 m, au-delà du bassin versant hydrologique, pour tenir compte du risque de transfert de polluants potentiels vers ce dernier ;

L'extension et les prescriptions détaillées relatives à cette zone de protection sont présentées en annexe 3³.

³ cf. l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-01-31 en Annexe 2 – B du présent rapport.



Figure 18 : Extension du périmètre de protection rapproché défini par l'hydrogéologue agréé [source: annexe 3 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-01-31]

A l'intérieur de ce périmètre, les activités peuvent être interdites ou réglementées :

Les interdictions concernent plus particulièrement :

- ✓ Les boisements ;
- ✓ Les terrassements et les remblais ;
- ✓ L'utilisation de produits phytosanitaires ;
- ✓ La gestion des eaux ;
- ✓ L'implantation des nouvelles constructions ;
- ✓ L'implantation d'activité agricole ;

Les réglementations concernent :

- ✓ La gestion des zones boisées ;
- ✓ La lutte contre l'érosion des sols ;
- ✓ La création de nouvelles voies de communication ;
- ✓ Les activités de loisir et de tourisme.

4.4.3. Dispositifs d'alerte et de contrôle (source : avis de l'HgA)

Le captage Avalasse est fortement vulnérable aux pollutions terrigènes, compte tenu de son implantation en ravine. De plus, les eaux ne subissent aucun traitement physico chimique, avant sa mise en distribution et il n'existe pas de dispositif de surveillance dynamique de la qualité des eaux captées.

Compte-tenu de ces éléments et du type de sources potentielles de pollution des eaux sur l'aire d'alimentation du captage, nous recommandons la mise en place d'un turbidimètre d'alerte, couplé à un arrêt automatique de la distribution des eaux pour l'AEP, en cas de pic de pollution (valeurs-seuils à définir avec le gestionnaire).

Le dispositif pourra être implanté au niveau du captage ou sur la conduite d'adduction, avant traitement, stockage et mise en distribution. Un by pass devra alors être étudié, pour les eaux destinées à l'AEP (non nécessaire pour l'usage agricole).

Par ailleurs, nous recommandons également la mise en place d'un contrôle sanitaire de la qualité des eaux brutes, avec la recherche de l'ensemble des paramètres de l'arrêté du 11 janvier 2007, relatif à la qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine. Les paramètres suivants devront également être recherchés et suivis : salmonelles, cryptosporidium et microcystines.

La fréquence de ce contrôle devra être de 2 campagnes par an :

- 1 en pleine saison des pluies (mois de février / mars) ;
- 1 en période d'étiage (octobre / novembre).

4.4.4. *Recommandations sur l'amélioration des conditions de captage (source : avis de l'HgA)*

Les recommandations quant à l'amélioration des conditions de captage portent principalement sur la réalisation des travaux suivants :

- modification de l'ouvrage de prise, par la mise en place d'une **prise-dégrilleur** (type prise par en-dessous). Ce dispositif permettra de s'affranchir de l'entrée d'éléments tels que galets, blocs, végétaux ;
- mise en place d'un **dessableur fermé**, non exposé aux crues, avec crépine et vidange.

4.4.5. *Avis de l'hydrogéologue agréé (source : avis de l'HgA)*

Aux vues de l'analyse des éléments fournis dans le dossier préparatoire, de la visite du captage et des analyses chimiques disponibles, **un avis favorable** est donné à la mise en exploitation des eaux issues du captage Avalasse à des fins d'alimentation en eau potable.

Cet avis favorable est conditionné au respect des prescriptions mentionnées ci-dessus dans le présent rapport, avec notamment :

- L'entretien hebdomadaire des prises d'eau ;
- La mise en place d'un contrôle sanitaire des eaux à une fréquence bi annuelle ;
- Une réfection et amélioration des conditions de captage ;
- La mise en place d'un dispositif d'alerte de type turbidimètre et d'un dispositif de comptage des eaux prélevées.

Tout projet d'aménagement, modification importante des zonages du plan local d'urbanisme au sein des périmètres de protection définis ainsi que des interventions majeures sur les prises d'eau elles-mêmes devront faire l'objet d'une information et d'une concertation des services sanitaires compétents en matière de gestion de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

4.4.6. *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 (seulement 3 employés). Ce captage ne présentant pas de problème de qualité des eaux remarquable hormis des problèmes d'apport de terres dans le captage en saison des pluies, 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, le captage sera visité après chaque gros épisode pluvieux et en cas d'observations de baisse de débit.

En ce qui concerne la pose des panneaux d'information et d'interdiction d'accès, une demande d'autorisation sera faite auprès du Parc National, le captage Avalasse étant situé dans le cœur du Parc National.

De plus la mairie appelle à ce que soit pris en considération le fait que la pose de panneaux risquerait d'attirer l'attention sur les captages alors qu'à l'heure actuelle ces points ne sont pas ou peu

fréquentés. Il est donc proposé que les panneaux d'information et d'interdiction d'accès soient installés au droit du point de prélèvement mais pas au niveau des sentiers.

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).

4.4.7. Etat parcellaire du périmètre de protection rapprochée

Liste des parcelles couvertes par le périmètre de protection rapproché :

Commune	Section	N° parcelles
Cilaos	AK	0001 (pour partie) et 0067 (pour partie)

5. Captages Prudent 1 et Prudent 2

5.1. Vulnérabilité de la ressource

5.1.1. Nature de la ressource

5.1.1.1. Prudent 1

L'eau arrivant au captage prudent 1 est canalisée, la vulnérabilité de la ressource dépend donc de l'état des canalisations et si celles-ci sont à leurs extrémités, grillagées afin d'empêcher l'intrusion d'animaux ou végétaux.

5.1.1.2. Prudent 2

L'eau captée au niveau du captage Prudent 2 est une eau de surface courante. La ressource est donc vulnérable :

- ✓ à l'environnement forestier : feuilles, branchages, faune ;
- ✓ aux eaux superficielles, du fait des ruissellements amont en période pluvieuse (et éventuelles « crues ») ;

5.1.2. Protection naturelle et caractéristiques des formations de recouvrement

Les eaux de surface (écoulement en ravine en amont immédiat pour le captage Prudent 2) ne bénéficient d'aucune protection naturelle.

Les eaux arrivant aux captages proviennent de sources alimentées par des écoulements sub-superficiels. Ces écoulements se faisant à très faibles profondeurs il ne bénéficient pas de formation de recouvrement.

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 chacun des captages, déterminé sur la base de la topographie (tracé du bassin versant présenté à la Figure 7), le t_c est évalué à :

Formule		TC (minutes)	
		Prudent 1	Prudent 2
KIRPICH	$T_c = 0.0195 (L/P^{1/2})^{0.77}$	6,1	9,2
GIANDOTTI	$T_c = 60 [(0.4 A^{1/2} + 0.0015L) / 0.8 (P*L)^{1/2}]$	16,1	18,6
MOYENNE		11,1	13,9

A : superficie du bassin en ha

P : Pente moyenne du bassin en m/m

L : Longueur L en m

Tc : Temps de concentration en minutes

captage	prudent 1	prudent 2
L(m)	1030	1431
A(ha)	40	35
P(m/m)	0,35	0,23

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

5.2. Vulnérabilité liée au captage

5.2.1.1. Prudent 1

Le captage Prudent 1 est équipé d'une grille protégeant la prise d'eau mais dont les mailles sont larges, la protection est donc moyenne et n'empêche pas le passage de végétaux et d'animaux de petites tailles.

Le captage prudent 1 réceptionne les eaux canalisées venant de source situées plus en amont, pour la protection du captage il faudra veiller à protéger également les ouvrages (bassin de réception des eaux de sources et canalisations). Le diagnostic de ces ouvrages n'a pas été réalisé.

Enfin l'accès à ce captage est très facile, il est donc très vulnérable aux actes de malveillance.

5.2.1.2. Prudent 2

Le captage prudent 2 est situé en ravine il est donc vulnérable aux événements climatiques (crues) et aux éboulis, cependant la ravine au dessus et de faible longueur et est bétonné et plus en amont il y a la ville de Cilaos, le risque d'éboulis n'est donc pas très important.

La prise d'eau de ce captage n'est pas protégée.

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

5.3.1. Qualité de l'eau captée

Les analyses disponibles, effectués sur la ressource sont représentatives d'un mélange des eaux issues des deux captages (prélèvement effectué au niveau de la bêche de mélange), Il n'existe pas de données distinctes par captage.

Sur la période 2006-2012, sont disponibles les analyses du contrôle de l'exploitation des captages. Les analyses réglementaires suivantes ont également été réalisées en 2012 :

- type PPESU le 20/09/2010 (saison sèche) et le 20/02/2012 (saison humide),
- type RSR (restreinte ressource superficielle) le 03/10/2012,
- 2 analyses Giardia Cryptosporidium en date du 24/04/2012 puis du 11/09/2012.

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.

5.3.1.1. Analyses in-situ

Mesures effectuées lors de la visite le 03/11/2011 :

Paramètres	Prudent 1	Prudent 2
T(°C)	17,68	18,29
pH	8,28	8,53
Conductivité (µS/cm)	241	207

Tableau 4 : Analyses in-situ de la qualité de l'eau des captages Prudent 1 et 2.

5.3.1.2. Caractéristiques physico-chimiques

Les analyses disponibles, effectuées sur l'eau brute (eau prélevée au niveau de la Bêche de mélange), sont toutes conformes. Elles ne présentent aucun dépassement des limites impératives de qualité des eaux de surface destinées à la production d'eau pour la consommation humaine, 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 moyennement minéralisées, avec une bonne qualité physico-chimique.

5.3.1.3. Caractéristiques bactériologiques

La qualité bactériologique est bonne mais présente occasionnellement une numération en Entérocoques, toutefois la numération reste inférieure à la valeur guide des eaux du groupe A2.

Les Oocystes de Cryptosporidium et kystes de Giardia n'ont été détectés sur aucune des deux analyses réalisées en 2012.

5.3.1.4. Turbidité des eaux

Les valeurs de turbidité mesurées au cours de campagnes ponctuelles d'analyses (entre 0,3 et 0,6 NTU) sont conformes aux critères de qualité des eaux brutes destinées à l'AEP.

Il n'existe pas de dispositif de mesure en continu de la turbidité. Des pics ponctuels sont à attendre durant la saison des pluies (période de crue ou de fortes pluies).

5.3.1.5. Autres produits toxiques ou indésirables

Aucune substance indésirable (de type fer, manganèse, nitrates) n'a été relevée, à des teneurs non conformes aux critères AEP, dans les analyses disponibles sur la période 2006-2011.

5.3.2. Environnement immédiat

5.3.2.1. Prudent 1

Le captage Prudent 1 est situé dans un virage en épingle de la RD242.

En amont de ce captage les terrains sont occupés par la partie haute de la ville de Cilaos.

5.3.2.2. Prudent 2

L'environnement immédiat du captage Prudent 2 est constitué par une végétation sauvage (broussailles, arbres...).

En amont de ce captage les terrains sont occupés par la partie haute de la ville de Cilaos.

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

Les habitations contenues dans les « bassins versants d'alimentation » des captages disposent d'un assainissement autonome.

Au sein du bassin d'alimentation supposé du captage, un élevage avicole a été recensé par la DAF (données de 2010), il est situé environ 500 m en amont des ouvrages. Aucune zone d'épandage ou de cultures n'a été recensée par la DAF, il existe juste quelques zones de maraîchage de particuliers (petite surface).

Aucune installation industrielle en activité ou dépôt et / ou stockage de produits polluants n'est recensé dans le bassin d'alimentation supposé des captages. 100 m en amont du tunnel du séminaire se trouve l'usine d'embouteillage de l'eau minérale Cilaos. L'usine d'embouteillage ne semble pas présenter de risque de pollution accidentel particulier

Plusieurs voies de communication traversent le bassin d'alimentation supposé du captage :

- ✓ une portion des RD241 et RD242 (à proximité immédiate des captages) ;
- ✓ au nord, la route forestière de la roche Merveilleuse ;
- ✓ des rues de la ville de Cilaos ;
- ✓ des sentiers de randonnées.

A la vue des activités et occupation recensées au sein du bassin versant des captages Prudent 1 et 2 (cf. tableau au § 5.4.6) les principales sources de pollution accidentelle sont liées à la circulation sur voirie (déversement d'hydrocarbures lors d'accidents de la route) et à l'utilisation de produit phytosanitaire sur les terrains agricoles et jardins privatifs (fuite sur un stockage).

5.4. Mesures de protection du captage

La définition des périmètres et des mesures de protection par l'hydrogéologue agréé⁴ 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 – C.

Un avis favorable a été donné pour l'utilisation de cette ressource.

5.4.1. Périmètre de protection immédiate (source : avis de l'HgA)

Le périmètre de protection immédiate a pour but d'interdire toute introduction de substances polluantes dans l'eau prélevée et d'empêcher la dégradation des ouvrages.

Les périmètres de protection immédiate des captages Prudent 1 et 2 sont localisés sur les cartes des figures 3 et 4 (localisation sur fond IGN 1/25 000^{ème} et sur fond ortho-photo © IGN).

Les principales caractéristiques et prescriptions inhérentes aux périmètres de protection immédiate sont présentées ci-après.

Compte tenu de la configuration des ouvrages et des émergences, les périmètres de protection immédiate du captage Prudent 1 ont été définis de la manière suivante :

➤ **Périmètres de protection immédiats du captage Prudent 1 :**

Il comprendra les trois aires distinctes suivantes, qui sont contraintes principalement par l'éloignement entre la zone d'émergence et le point de captage, ainsi que par le passage de la RD242 :

- *1 périmètre de protection immédiate « principal », défini autour de la zone d'émergence de l'entrée de galerie du Séminaire. Il est caractérisé par une superficie de 710 m² ;*
- *1 périmètre de protection immédiate « satellite », d'une superficie de 100 m² environ, englobant l'ouvrage de prise d'eau et le désableur ;*
- *1 second périmètre de protection immédiate « satellite », de 50 m² environ, comprenant la bêche de pompage « Prudent », qui est commune aux captages Prudent 1 et 2.*

➤ **Périmètres de protection immédiats du captage Prudent 2 :**

⁴ CAPTAGES PRUDENT 1 (1226-8X-0066) ET PRUDENT 2 (1226-8X-0067) – Avis de l'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique relatif à la définition des périmètres de protection des captages, avril 2013, DAVID LEBON, avis n°HA/DLEB/2013-04-29

Ce périmètre englobe : le désableur aval, le captage proprement dit, sis sur le canal maçonné ainsi que la zone d'émergence située en tête de la ravine d'implantation du captage. Il présente les principales caractéristiques suivantes :

- *Superficie : 3 500 m² environ*
- *Forme pentagonale moyenne suivante : largeur moyenne de 55 m, axée sur le canal ; longueur est-ouest : 70 m, jusqu'à la cote 1 200 m NGR environ (limite Ouest du plateau de Séminaire).*

5.4.1.1. Accès et clôture

Compte tenu de la localisation des périmètres immédiats du captage Prudent 1 à proximité de la route départementale 242, ces derniers devront être entièrement clôturés.

Concernant le captage Prudent 2, la réalisation d'une clôture du site ne sera pas indispensable, compte tenu de sa configuration en canal.

Des panneaux devront être mis en place, afin d'indiquer la présence des périmètres de protection et d'interdire l'accès au public.

5.4.1.2. Interventions dans les périmètres immédiats

Toutes les activités seront interdites à l'intérieur du périmètre ainsi délimité, exceptées celles nécessaires à l'exploitation et à l'entretien du captage et des ouvrages hydrauliques associés (vannes, conduites, etc.).

Tous les travaux d'entretien, de réparation et de déblaiement par des moyens mécanisés ou motorisés devront être réalisés avec des précautions particulières pour éviter toute pollution accidentelle de l'eau par ces activités (matériel parfaitement entretenu ; kits anti-pollution sur le chantier ; stockages de produits dangereux éloignés des cours d'eau et dans des dispositifs de rétention adéquats...).

Préalablement à toute intervention de ce type sur les ouvrages, un protocole d'intervention précisant les mesures prises pour éviter les pollutions accidentelles dans le milieu naturel et le cours d'eau devra être élaboré par l'intervenant. Ce dernier devra être soumis à l'autorité environnementale et sanitaire pour validation (Agence Régionale de Santé, service de la Police de l'Eau).

Un entretien régulier des prises d'eau par des fontainiers est à prévoir, sur la base minimale suivante :

- *une visite hebdomadaire pour le contrôle du bon fonctionnement des équipements (vannes, conduites, crépines) ; le nettoyage des crépines, le curage manuel éventuel des bassins à l'avant des prises d'eau ; le contrôle de l'absence d'animaux morts dans les bassins ;*
- *après chaque épisode de forte pluie et de crue : contrôle de l'état du captage et du bon fonctionnement des équipements, décolmatage/nettoyage des crépines des prises d'eau, curage du bassin... ;*
- *autant que de besoin, en cas d'observations de baisse significative du débit ou de la qualité organoleptique (eau boueuse, riche en matière organique, mauvais goût...).*

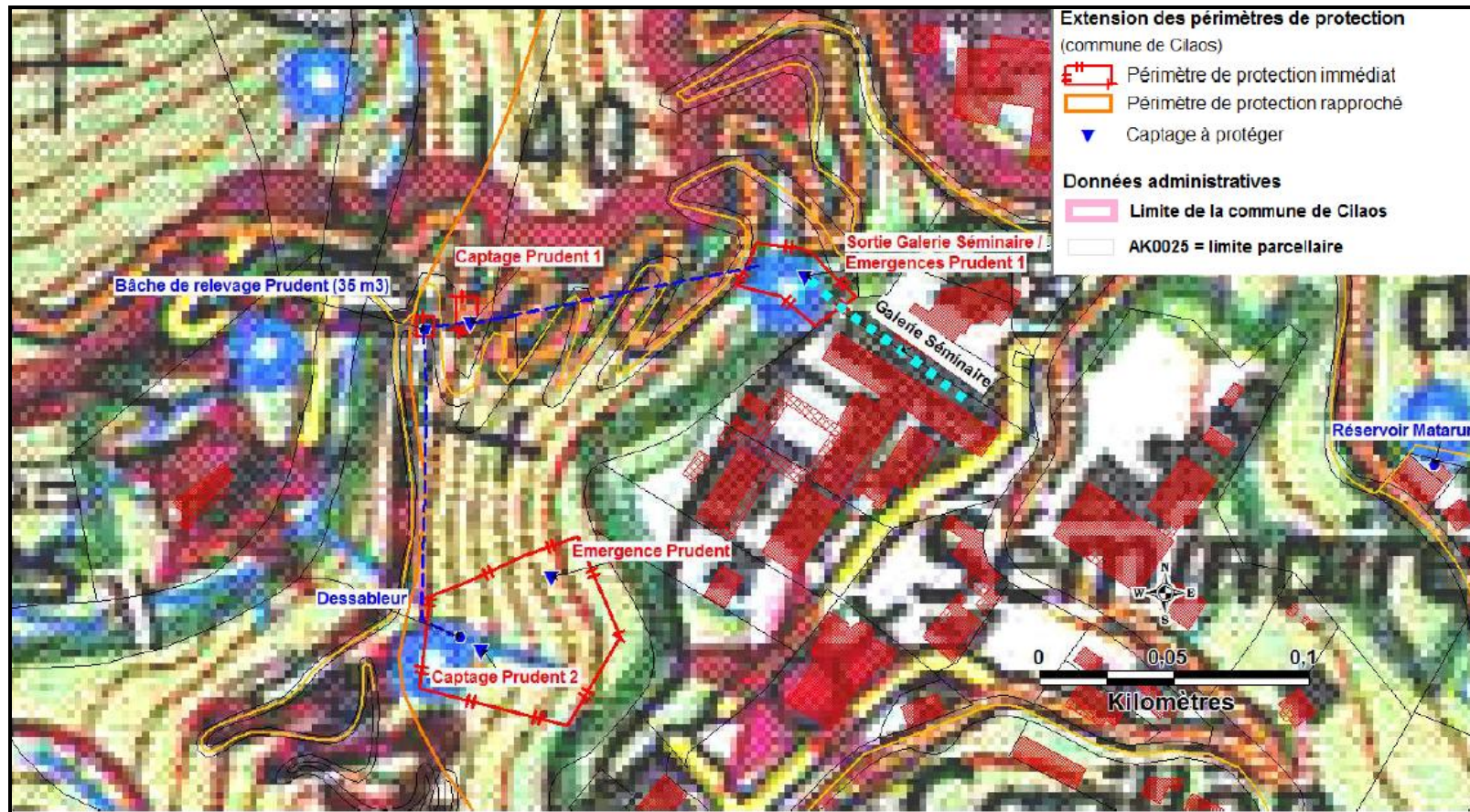


Figure 19 : Localisation des périmètres de protection immédiats des captages Prudent 1 et 2 (fond IGN 1/25 000ème) [source : Figure 3 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-04-29]

Nota : Cette carte est issue du rapport de l'hydrogéologue agréé. En raison de la mauvaise définition de l'image, l'extension des périmètres de protection a été reprise en Figure 23.

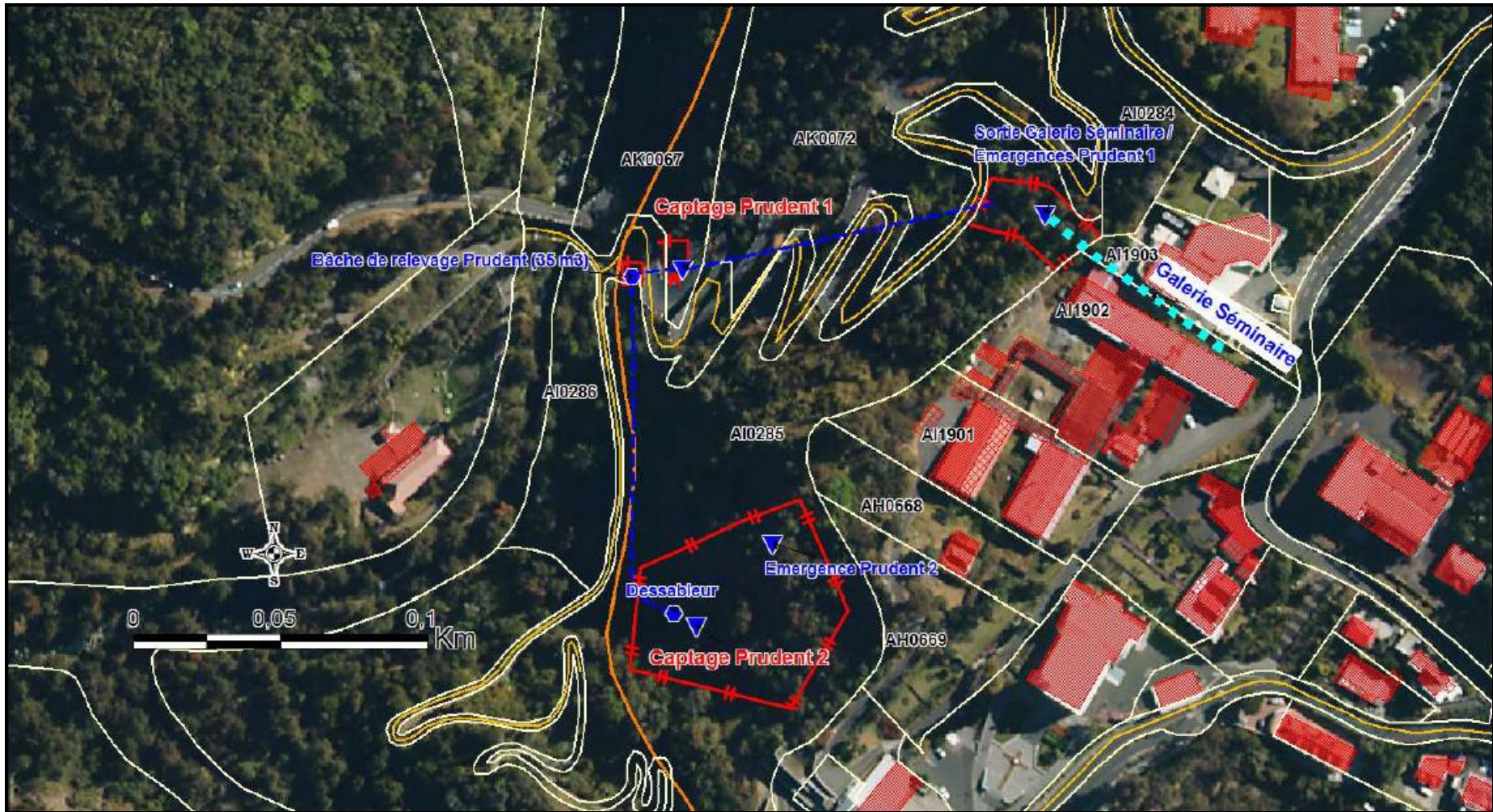


Figure 20 : Localisation des périmètres de protection immédiats des captages Prudent 1 et 2 (fond ortho-photo © IGN) [source : Figure 4 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-04-29]

5.4.2. Périmètre de protection rapprochée (source : avis de l'HgA)

5.4.2.1. Extension des périmètres de protection rapprochée

La zone de protection rapprochée doit protéger efficacement le captage vis-à-vis des substances polluantes. Elle vise à préserver la qualité de l'eau.

Compte tenu du contexte hydrologique et hydrogéologique, le périmètre de protection rapprochée des captages Prudent 1 et 2 a été défini de façon à englober :

- l'ensemble du bassin versant hydrologique des deux captages ;
- une bande de 50 m en moyenne, au-delà du bassin versant hydrologique, pour tenir compte du risque de transfert de polluants potentiels vers ce dernier.

Nous proposons également **un zonage** de ce périmètre de protection rapprochée en distinguant **une zone à prescriptions fortes**, englobant l'environnement proche des points d'émergence, où la vulnérabilité de la nappe exploitée est la plus forte. Il s'agit de la zone où l'épaisseur des terrains de couverture est inférieure à 30 m. Les limites de cette **zone de forte vulnérabilité** sont les suivantes (figure 5) :

- au Nord : la route menant à Ilet à Cordes, qui est compris dans ce périmètre ;
- à l'Est : la route menant à Bras Sec ;
- au Sud le Trou Pilon ;
- à l'Ouest : la limite du périmètre rapproché.

L'extension et les prescriptions détaillées relatives aux zones de protection ainsi définies sont présentées en annexe 3⁵.

⁵ voir le rapport de l'hydrogéologue agréé en annexe 2-C

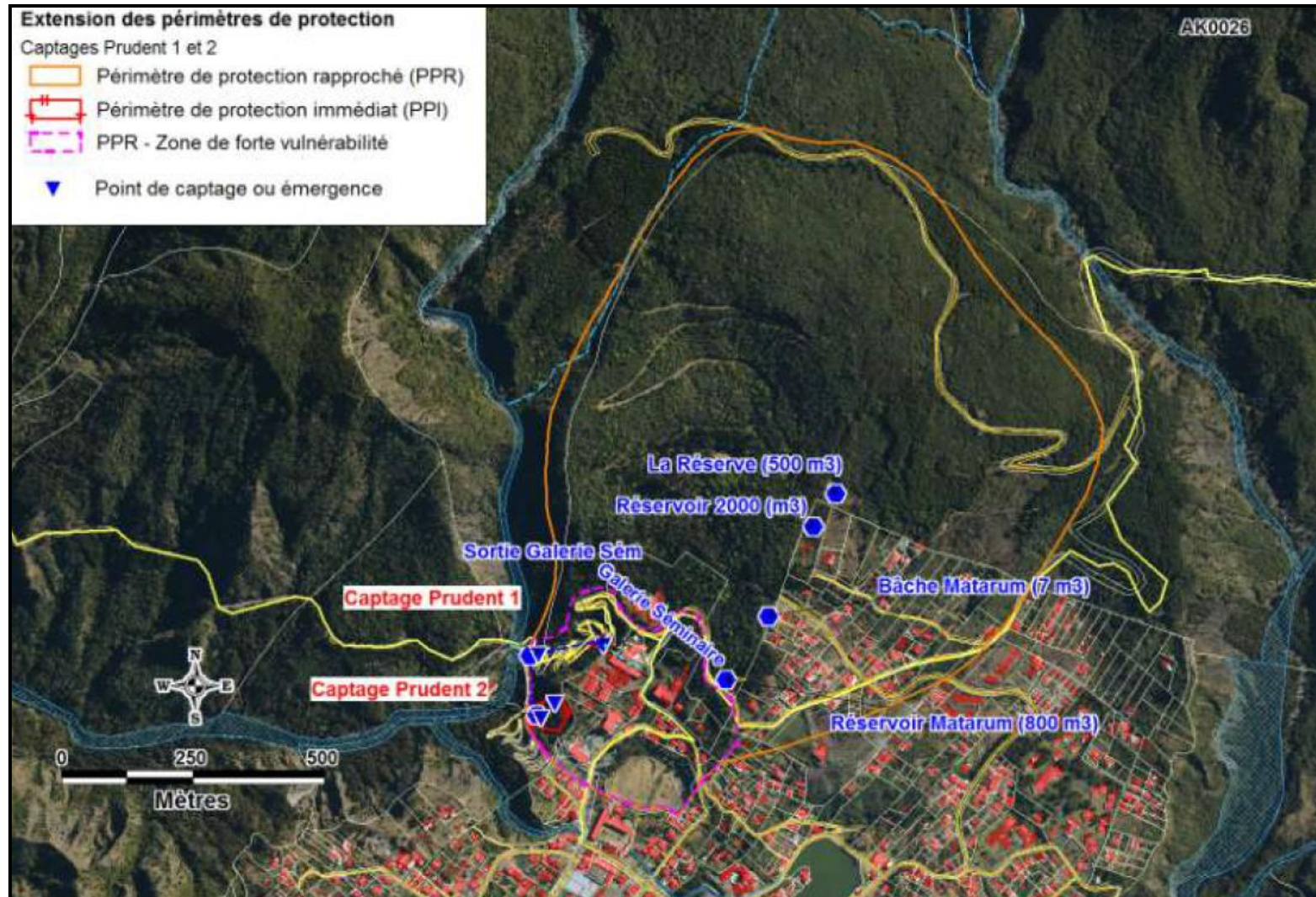


Figure 21 : Extension des périmètres de protection rapprochés définis par l'hydrogéologue agréé [source: annexe 3 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-04-29]

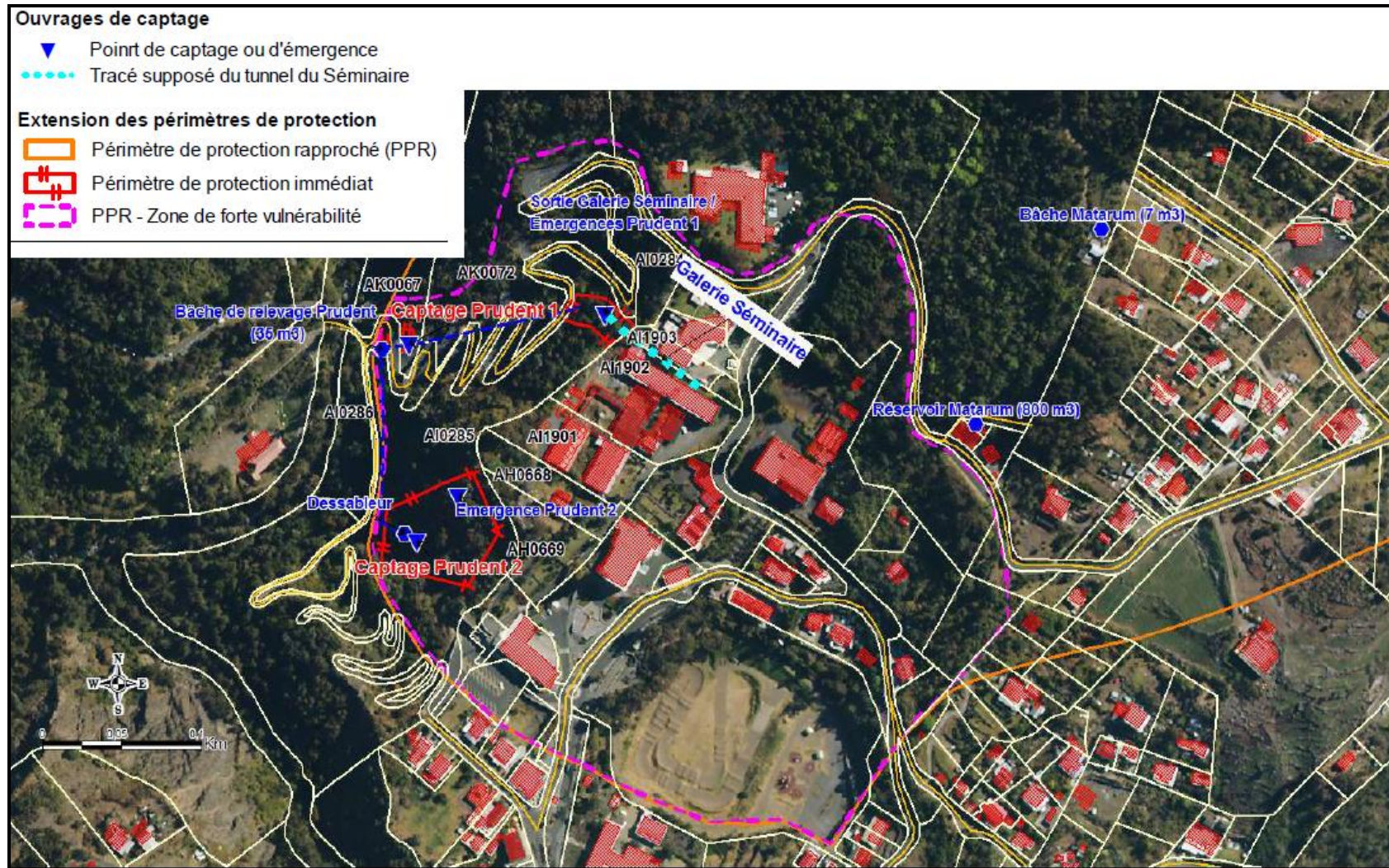


Figure 22 : Extension de la zone à prescriptions fortes du périmètre de protection rapproché [source : Figure 5 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-04-29]

5.4.2.2. Prescriptions générales applicables dans le périmètre rapproché

A l'intérieur de ce périmètre, les activités peuvent être interdites ou restreintes :

Les interdictions concernent plus particulièrement :

- ✓ Les installations classées, industrielles et agricoles et les activités polluantes ;
- ✓ Les réseaux d'assainissement non collectifs ;
- ✓ Le rejet d'eaux épurées dans les cours d'eau et la bordure Ouest du plateau du Séminaire ;
- ✓ Les excavations et remblais ;
- ✓ Les épandages de boues, lisiers, fumiers, ... ;
- ✓ Les produits phytosanitaires ;
- ✓ L'implantation des nouvelles constructions ;
- ✓ Les activités de loisir et de tourisme.

Les réglementations concernent :

- ✓ La gestion des déchets ;
- ✓ La gestion des eaux pluviales des routes, chemins et habitations ;
- ✓ La gestion des eaux usées ;
- ✓ Les activités agricoles ;
- ✓ La lutte contre l'érosion des sols ;
- ✓ La gestion des zones boisées ;
- ✓ La création de nouvelles voies de communication ;
- ✓ La protection des lits des cours d'eau.

5.4.2.3. Prescriptions spécifiques applicables dans la zone de forte vulnérabilité

Au droit de cette zone, les prescriptions et interdictions portent particulièrement sur :

- L'implantation ou le développement d'activités potentiellement polluantes ;
- L'assainissement non collectif ;
- La gestion des eaux pluviales qui doivent être parfaitement maîtrisées.

La révision des prescriptions au droit de cette zone peut être envisagée, en fonction de l'amélioration des connaissances du fonctionnement hydrogéologique et des travaux de réfection et de sécurisation des captages (cf § « Mesures de protection à mettre en œuvre »).

5.4.3. Mesures de protection à mettre en œuvre (source : avis de l'HgA)

5.4.3.1. Amélioration des conditions de captage de prudent 1

Compte-tenu des données analysées et de la visite des ouvrages, nous demandons, pour ce captage :

- la réalisation d'une nouvelle prise d'eau, qui devra être placée dans la zone des émergences, situées au niveau de l'entrée du tunnel du Séminaire ;
- la suppression de la prise d'eau actuelle, située dans la dernière épingle de la rampe des Thermes. Le désableur adjacent pourrait être maintenu, sous réserve de sa parfaite étanchéité, vis-à-vis du milieu aérien ;
- la pose d'une conduite de transfert, étanche, entre la future prise d'eau aux points d'émergence et la bêche de pompage « Prudent » ou le désableur du captage actuel Prudent 1.

5.4.3.2. Amélioration des conditions de captage de prudent 2

Pour cet ouvrage, nos recommandations portent essentiellement sur les éléments suivants :

- couverture du bassin de prise d'eau ;
- mise en place d'une crépine en tête de conduite d'adduction ;
- mise en place d'un dispositif de surverse au niveau de la prise d'eau.

5.4.3.3. Modalités d'exploitation et de contrôle

Les captages Prudent 1 et 2 sont fortement vulnérables aux pollutions terrigènes, compte tenu de leur implantation en ravine ou en tête de ravine. Il n'existe pas de dispositif de surveillance dynamique de la qualité des eaux captées.

Compte-tenu de ces éléments et de la nature des sources potentielles de pollution des eaux sur l'aire d'alimentation des captages, il est demandé :

- d'équiper les prises d'eau d'un **turbidimètre d'alerte** permettant d'arrêter l'exploitation du captage en cas de pics de pollution ;
- d'instaurer un **contrôle sanitaire de la qualité des eaux brutes**, avec la recherche de l'ensemble des paramètres de l'arrêté du 11 janvier 2007, relatif à la qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine. Les paramètres suivants devront également être recherchés et suivis : salmonelles, cryptosporidium et microcystines. La fréquence de ce contrôle devra être de 2 campagnes par an : 1 en pleine saison des pluies (mois de février / mars) ; 1 en période d'étiage (octobre / novembre).
- de strictement **maintenir l'exploitation des captages**, sur la période allant des mois de mai à décembre, afin de s'affranchir de la saison des pluies, où les captages sont les plus vulnérables aux pollutions environnementales.

Ces modalités pourront être revues, après concertation des autorités compétentes, en fonction des résultats du contrôle sanitaire et après mise en œuvre des mesures de protections définies ci-dessus.

5.4.4. Avis de l'hydrogéologue agréé (source : avis de l'HgA)

Aux vues de l'analyse des éléments fournis dans le dossier préparatoire, de la visite des captages et des analyses chimiques disponibles, un avis favorable est donné à la mise en exploitation des eaux issues des captages Prudent 1 et 2, à des fins d'alimentation en eau potable.

Cet avis favorable est donné sous réserve de la mise en œuvre des mesures de protection et de suivi définies dans le présent dossier et dont les principales sont rappelées ci-dessous :

- Réfection complète du captage Prudent 1, qui devra être réalisé au niveau de la zone d'urgence ;
- Amélioration des conditions de captage de Prudent 2 ;
- Entretien hebdomadaire des prises d'eau ;
- Mise en place d'un contrôle sanitaire des eaux à une fréquence bi annuelle ;
- Mise en place d'un dispositif d'alerte de type turbidimètre et d'un dispositif de comptage des eaux prélevées ;
- Maintien de l'exploitation du captage hors saison des pluies.

Tout projet d'aménagement, modification importante des zones du plan local d'urbanisme au sein

des périmètres de protection définis ainsi que des interventions majeures sur les prises d'eau elles-mêmes devront faire l'objet d'une information et d'une concertation des services sanitaires compétents en matière de gestion de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

5.4.5. 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.

Le déplacement du captage Prudent 1, tel que demandé par l'Hydrogéologue agréé sera nécessaire que si il y a dégradation de la qualité de l'eau entre le point d'émergence et le point de captage ; en effet l'ARS précise qu'il y aura une obligation de résultat (qualité de l'eau) et non de moyen.

Il est bien précisé à la commune que, bien que celles-ci soient contraignantes pour l'aménagement du territoire, les prescriptions émises par l'HGA pour le périmètre de protection rapproché et plus particulièrement pour la zone de forte vulnérabilité, elles seront applicables toutes l'année (se référer à la liste exhaustive des activités interdites ou restreintes dans le périmètre de protection rapproché, annexe 3 de l'avis de l'HGA n° HA/DLEB/2013-04-29 du 29/04/2013).

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).

Par ailleurs la commune souhaite amender les préconisations portant interdictions pour les activités suivantes en raison des activités existantes et des orientations et projets de structuration et d'amélioration de la ville, mais en conservant le principe de la protection de la ressource :

- « *Les installations classées, industrielles...* » : l'usine d'embouteillage de Cilaos est dans le périmètre et était classée au régime des ICPE jusqu'à récemment (évolution de la nomenclature des ICPE) ; La commune de Cilaos, propose que toute nouvelle installation ICPE soit soumise à l'avis d'un hydrogéologue agréé
- « *L'implantation des nouvelles constructions* » : le périmètre de protection rapproché concerne directement le cœur de la ville de Cilaos et de nombreuses parcelles vacantes sont incluses dans le périmètre. Interdire les nouvelles constructions sur ces parcelles, alors que l'aménagement du territoire est déjà fortement contraint par les risques de mouvement de terrain, condamne le développement de la ville de Cilaos ; La commune de Cilaos, propose que tout projet de nouvelle construction fasse l'objet d'une procédure particulière

accompagné d'une note d'évaluation des impacts sur la ressource en eau pour l'instruction et la délivrance du permis de construire et fasse l'objet d'une information écrite du propriétaire

- « Les activités de loisir et de tourisme » : cette dénomination est vague et il est rappelé que des activités de tourisme et de loisir préexistent dans le périmètre, parcours de vélo tout terrain, gîtes, départ de sentier de randonnées... La commune de Cilaos, propose que la rédaction soit formulée de la manière suivante, « les activités de loisirs présentant un risque de pollution de la ressource en eau ».

5.4.6. Etat parcellaire du périmètre de protection rapproché

Liste des parcelles couvertes par le périmètre de protection rapproché :

(Les cellules en orange correspondent aux parcelles situées dans la zone de forte vulnérabilité ; pp = pour partie)

Une visite de terrain a été réalisée par Antea Group en mai 2015 pour recenser les activités sur les parcelles incluses dans le périmètre de protection rapproché.

Les distances minimales (au captage le plus proche) sont données à titre indicatif.

Section	N° parcelle	Occupation du sol	distance au captage le plus proche (m)
AH	40	Parcelles de fleurs (espace vert public entourant l'église)	
AH	41	Habitation à l'abandon et voirie	190
AH	42	Parcours de cross pour vélo, transformateur électrique HT dans le coin SW.	240
AH	43	Chambre d'hôte et parking	300
AH	44 pp	Végétation	
AH	434	Parking et conteneur à verre	120
AH	668	Habitation à l'abandon (calcinée)	130
AH	669	Espace vert	
AH	688 pp	Espace vert (jardin de l'église)	
AH	689	Voirie	90
AH	852 pp	Bâtiment (en construction en mai 2015)	190
AH	853 pp	Voirie	
AH	864	Espace vert public	
AH	865 pp	Parking enherbé	
AH	866 pp	Chambre d'hôte et jardin avec plantation de choux (plantation sur environ 300 m ²)	160
AH	867 pp	Voirie	170
AK	22 pp	Ruches d'abeilles et forêt	
AK	67 pp	Forêt et terrain en friche	
AK	72 pp	Forêt, route forestière et réservoir AEP	

Section	N° parcelle	Occupation du sol	distance au captage le plus proche (m)
AK	73	Etablissement thermal et forêt	40
AI	1	Ruches d'abeilles et forêt	
AI	6	Forêt et terrain en friche (végétale)	
AI	8	Habitation avec jardin privatif	410
AI	9	Habitation avec jardin privatif	450
AI	10	Habitation avec jardin privatif	470
AI	11	Habitation avec jardin privatif	460
AI	14	Friche végétale	
AI	16	Habitation avec jardin privatif	470
AI	17	Jardin privatif	500
AI	22	Habitation avec jardin privatif et poulailler (environ 15 poules)	700
AI	23	Forêt	
AI	26	Forêt	
AI	30	Friche végétale	
AI	32	Forêt	
AI	38	Habitation avec jardin privatif	740
AI	43	Habitation avec jardin privatif	830
AI	57	Chambre d'hôte avec potager (80 m ²) et maison en construction	560
AI	269	Terrain agricole	470
AI	270	Habitation avec jardin privatif	440
AI	271	Habitation avec jardin privatif	420
AI	272	Friche végétale	
AI	276	Habitation avec jardin privatif	340
AI	277	Inaccessible (sûrement cabanon de jardin à AI 276)	
AI	278	Voirie et forêt	
AI	279	Bâtiment à l'abandon dans la partie Sud	
AI	281	Escalier et végétation	
AI	283	Végétation dense	
AI	284	Forte végétation et présence d'un tuyau venant de l'usine Cilaos	
AI	285 pp	Forêt	
AI	286 pp	Forêt	
AI	288 pp	Forêt	
AI	354	Chambre d'hôte avec potager (environs 60m ²) et maison en construction	250
AI	492	Habitation avec jardin privatif	530
AI	495	Habitation avec jardin privatif	500
AI	496	Habitation avec jardin privatif	510

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 Cilaos Ville et de Mare Sèche

66809 B – Volume 2

Section	N° parcelle	Occupation du sol	distance au captage le plus proche (m)
AI	497	Habitation avec jardin privatif	510
AI	507	Habitation avec jardin privatif	470
AI	508	Habitation avec jardin privatif	490
AI	510	Friche végétale	
AI	511	Forêt	
AI	570	Forêt	
AI	571	Habitation	330
AI	572	Habitation	340
AI	735	Terrain en friche	
AI	736	Habitation avec jardin privatif	590
AI	741	Habitation avec jardin privatif	530
AI	742	Habitation avec jardin privatif	550
AI	743	Habitation avec jardin privatif	560
AI	744	Jardin privatif avec des clémentiniers et système d'arrosage	530
AI	745	Habitation avec jardin privatif	530
AI	794	Terrain agricole sur une surface d'environ 600 m ²	500
AI	804	Friche végétale	
AI	813	Habitation avec jardin privatif	680
AI	819	Friche végétale	
AI	821	Forêt	
AI	822	Forêt	
AI	823	Forêt	
AI	824	Forêt	
AI	825	Friche végétale	
AI	826	Habitation avec jardin privatif	850
AI	827	Forêt	
AI	840	Habitation avec jardin privatif	480
AI	841	Voirie	
AI	844	Habitation avec jardin privatif	430
AI	929	Habitation avec jardin privatif	640
AI	931	Friche végétale	
AI	936	Habitation avec jardin privatif	580
AI	937	Habitation avec jardin privatif	610
AI	938	Habitation avec jardin privatif	650
AI	940	Forêt	
AI	944	Friche végétale	
AI	946	Habitation avec jardin privatif	625
AI	947	Habitation avec jardin privatif	600
AI	949	Forêt	

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 Cilaos Ville et de Mare Sèche

66809 B – Volume 2

Section	N° parcelle	Occupation du sol	distance au captage le plus proche (m)
AI	1013	Habitation avec jardin privatif	620
AI	1029	Habitation avec jardin privatif (chambre d'hôtes)	620
AI	1030	Habitation avec jardin privatif	630
AI	1031	Habitation avec jardin privatif (chambre d'hôtes)	640
AI	1032	Habitation avec jardin privatif (chambre d'hôtes)	650
AI	1033	Habitation avec jardin privatif	660
AI	1034	Habitation avec jardin privatif	670
AI	1047	Habitation avec jardin privatif	720
AI	1048	Jardin en friche	
AI	1049	Jardin en friche	
AI	1050	Habitation avec jardin privatif	750
AI	1118	Usine de mise en bouteille d'eau Cilaos	180
AI	1119	Parking et jardin de l'église (espace vert public) et habitation avec réservoir individuel	160
AI	1191	Habitation avec jardin privatif	235
AI	1206	Habitation avec jardin privatif	775
AI	1207	Habitation avec jardin privatif	750
AI	1215	Forêt et friche végétale	
AI	1216	Habitation avec jardin privatif	470
AI	1232	Fôret	
AI	1233	Habitation avec jardin privatif	360
AI	1234	Habitation avec jardin privatif	345
AI	1275	Friche végétale	
AI	1276	Friche végétale	
AI	1277	Friche végétale	
AI	1278 pp	Friche végétale	
AI	1280 pp	Habitation avec jardin privatif	380
AI	1281 pp	Habitation avec jardin privatif	375
AI	1288	Jardin privatif	
AI	1289	Jardin privatif	
AI	1376	Forêt	
AI	1377	Forêt	
AI	1378	Friche végétale	
AI	1379	Friche végétale	
AI	1400	Forêt	
AI	1401	Habitation avec jardin privatif et maison en construction ; stock de graviers et sacs de ciments	570
AI	1402	Forêt	
AI	1426	Déchets : carcasses de voiture, de tôle, de palettes	670

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 Cilaos Ville et de Mare Sèche

66809 B – Volume 2

Section	N° parcelle	Occupation du sol	distance au captage le plus proche (m)
AI	1427	Friche végétale et voirie	600
AI	1428	Déchets : carcasses de voiture, de tôle, de palettes	720
AI	1429	Habitation avec jardin privatif	710
AI	1448	Jardin et mur	
AI	1449	Garage individuel	710
AI	1450	Jardin et mur	
AI	1451	Habitation avec jardin privatif	670
AI	1452	Garage individuel	
AI	1453	Habitation avec jardin privatif	695
AI	1454	Habitation avec jardin privatif	690
AI	1455	Habitation avec jardin privatif	700
AI	1485	Terrain agricole (production de lentilles)	570
AI	1486	Terrain agricole (stock de bois, une dizaine de plants de choux et 2 néfliers)	580
AI	1487	Habitation et terrain agricole	540
AI	1490	Habitation avec jardin privatif	540
AI	1491	Habitation avec jardin privatif	570
AI	1492	Friche	
AI	1493	Habitation avec jardin privatif	480
AI	1650	Habitation avec jardin privatif	510
AI	1651	Habitation avec jardin privatif	530
AI	1662	Usine d'embouteillage Cilaos	150
AI	1663	Transformateur électrique haute tension	190
AI	1901	Habitations à l'abandon	114
AI	1902	Bâtiment à l'abandon	148
AI	1903	Usine d'embouteillage Cilaos	165
AI	1904	Forêt et voirie	202
AI	1905	Végétation dense	
AI	1906	Forêt / friche végétale	
AI	1907	Forêt / friche végétale	
AI	1908	Habitation avec jardin privatif	470
AI	1911	Habitation avec jardin privatif	600
AI	1912	Habitation avec jardin privatif	610
AI	1913	Jardin privatif	625
AI	1916	Chambres d'hôtes	580
AI	1917	Chambres d'hôtes	575
AI	1918	Jardin privatif avec potager	550
AI	1925	Habitation avec jardin privatif	490
AI	1926	Habitation avec jardin privatif	460
AI	1927	Habitation avec jardin privatif	480

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 Cilaos Ville et de Mare Sèche

66809 B – Volume 2

Section	N° parcelle	Occupation du sol	distance au captage le plus proche (m)
AI	1928	Habitation avec jardin privatif	490
AI	1929	Friche végétale	
AI	1930	Friche végétale	
AI	1931	Friche végétale	
AI	1932	Friche végétale	
AI	1933	Friche végétale	
AI	1972	Habitation avec jardin privatif	460
AI	1973	Habitation avec jardin privatif	480
AI	2025	Poulailler (15 poules)	670
AI	2026	Habitation avec jardin privatif	680
AI	2027	Habitation avec jardin privatif	690
AI	2028	Poulailler	660
AI	2029	Habitation avec jardin privatif	670
AI	2030	Habitation avec jardin privatif	680
AI	2031	Jardin privatif	
AI	2032	Déchets : pièces de voitures, débris de palettes et de tôle et bidons vides	710
AI	2033	Habitations avec jardin privatif	715
AI	2034	Jardin privatif	
AI	2075	Habitations avec jardin privatif	665
AI	2076	Habitations avec jardin privatif	680

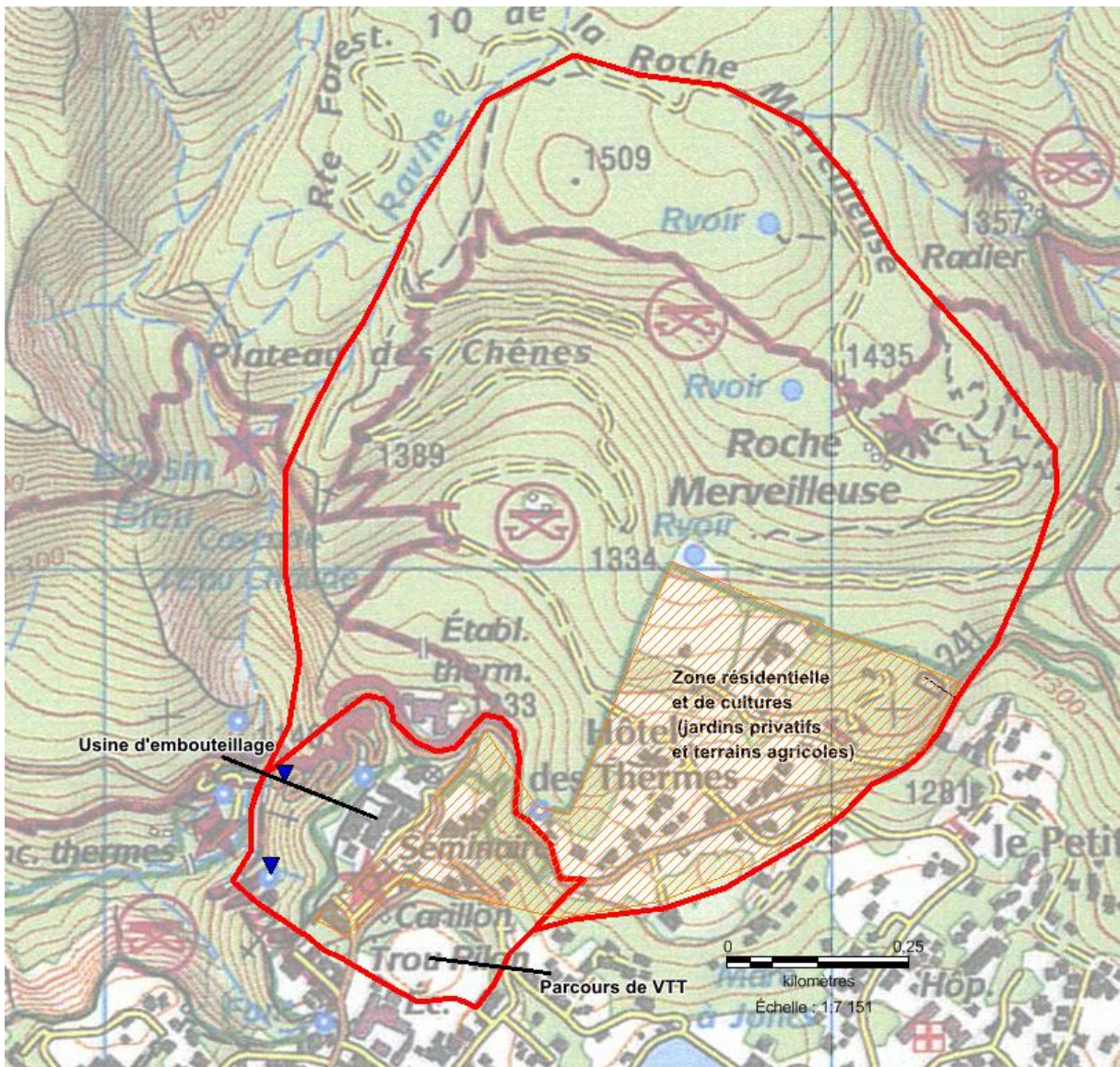


Figure 23: carte de l'occupation des sols au sein du périmètre de protection rapprochée

6. Captage Piton Bleu

6.1. Vulnérabilité de la ressource

6.1.1. Nature de la ressource

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

- ✓ à l'environnement forestier : feuilles, branchages, faune ;
- ✓ aux eaux superficielles, du fait des ruissellements amont en période pluvieuse (et éventuelles « crues ») ;
- ✓ vis-à-vis d'éventuelles pollutions accidentelles et chroniques

6.1.2. 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 bénéficient 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).

6.1.3. 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.

Dans le cas du bassin versant de superficie 15 ha (0,15 km²), déterminé sur la base de la topographie (tracé du bassin versant présenté à la Figure 11), le t_c est évalué à :

Formule		TC (minutes)
KIRPICH	$T_c = 0.0195 (L/P^{1/2})^{0.77}$	2,5
GIANDOTTI	$T_c = 60 [(0.4 A^{1/2} + 0.0015L) / 0.8 (P*L)^{1/2}]$	6,8
MOYENNE		4,6

A : superficie du bassin en ha = 15 ha

P : Pente moyenne du bassin en m/m = (2300-1565) / 600 = 1,22

L : Longueur L en m = 600 m

Tc : Temps de concentration en minutes

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

6.2. Vulnérabilité liée au captage

Le captage est un ouvrage maçonné en ravine qui peut être sujet au remplissage par des feuilles et /ou des éboulis. La prise d'eau est protégée par une crépine mais celle-ci peut être obstruée par de la végétation.

Le mur maçonné et la conduite sont en bon état. Cependant ils sont vulnérables aux événements climatiques et éboulis.

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

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

6.3.1. Qualité de l'eau captée

Sur la période 2006-2012, sont disponibles les analyses du contrôle de l'exploitation des captages.

Les analyses réglementaires suivantes ont également été réalisées :

- une analyse de type RSR (réduite sur ressource superficielle) en date du 03/10/2012
- Deux analyses de type PPESU le 20/09/2010 et le 20/02/2012 (saison sèche et saison humide).

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.

6.3.1.1. Analyse in-situ

Notre visite le 02/11/2011 nous a permis de contrôler les paramètres suivants in situ :

Paramètres	02/11/2011 in situ
T(°C)	11,98
pH	8,37
Conductivité (µS/cm)	114

Tableau 5 : Analyse in-situ de la qualité de l'eau du captage Piton Bleu

6.3.1.2. Analyse physico-chimiques et bactériologiques

Les analyses disponibles, effectuées sur la ressource au niveau du captage Piton Bleu, sont toutes 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 moyenne, des coliformes thermotolérants sont régulièrement détectés mais la numération dépasse qu'une seule fois les valeurs guides pour la numération des coliformes thermotolérants en date du 09/02/2010 (77/100 ml pour une valeur guide fixée à 20 / 100ml).

Aucune analyse parasitologiques (kystes de Giardia et d'Oocystes de Cryptosporidium) n'a été réalisée sur les eaux brutes de ce captage (se référer à l'analyse faite sur l'eau distribuée correspondant au mélange de Piton Bleu, Avalasse, Matarum et Prudent, cf. §9.1.3).

6.3.1.3. Turbidité des eaux

Les valeurs de turbidité mesurées au cours de campagnes ponctuelles d'analyses (entre 0,25 et 0,58 NTU) sont conformes aux critères de qualité des eaux brutes destinées à l'AEP.

Il n'existe pas de dispositif de mesure en continu de la turbidité. Des pics pourraient être ponctuellement observés durant la saison des pluies (période de crue ou de fortes pluies).

6.3.1.4. Autres produits toxiques ou indésirables

Des traces de Benzo(a)pyrène (0,001 µg/L) ont été détectées le 24/12/2008. Pour mémoire la limite impérative est fixée à 0,20 µg/L. En raison de l'environnement naturel du captage, l'origine la plus vraisemblable de ce paramètre est le brulage de végétaux.

6.3.2. Environnement immédiat

L'environnement immédiat des captages est constitué par le lit mineur des ravines, puis une végétation sauvage assez dense.

A l'amont du captage on observe uniquement le rempart occupé par la forêt primaire.

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

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

6.4. Mesures de protection du captage

La définition des périmètres et des mesures de protection par l'hydrogéologue agréé⁶ est restituée intégralement ci-dessous (§ 6.4.1, 6.4.2, 6.4.3 et 6.4.4).

Le rapport complet est présenté en annexe 2 – D.

Un avis favorable a été donné pour l'utilisation de cette ressource.

6.4.1. 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.

Dans l'état actuel, il est préconisé de réaliser une visite par semaine afin de vérifier l'état général du périmètre 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.

⁶ Dossier de demande d'autorisation d'utilisation d'eau destinée à la consommation humaine – Captage Piton Bleu n° BSS 1226-8X-0031, Avis de l'hydrogéologue agréé, Novembre 2012.

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.

Etant donné que l'accès au site est aisé depuis la RN 241, un panneau d'information et d'interdiction d'accès sera également placé à l'entrée du sentier d'accès de manière à dissuader d'éventuels randonneurs de s'aventurer vers le captage.

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

- Largeur = 30m (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 AK41 du cadastre de Cilaos.

6.4.2. 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 Piton Bleu se trouve sous le rempart du Coteau Kerveguen. La crête du rempart constitue une ligne de partage des eaux qui oriente vers le Sud-Est les eaux de ruissellement qui coulent en altitude sur le Coteau Kerveguen.

Cela limite naturellement les risques de pollution issus du Coteau Kerveguen et plus particulièrement du sentier de randonnée qui amène au gîte du Piton des Neiges. Pour cette raison, le tracé du périmètre de protection rapprochée s'arrête au niveau du rempart. Il englobe tout le bassin versant d'alimentation du captage soumis au ruissellement pendant les précipitations.

L'amont du captage se développe dans le rempart, inaccessible et sur lequel 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.

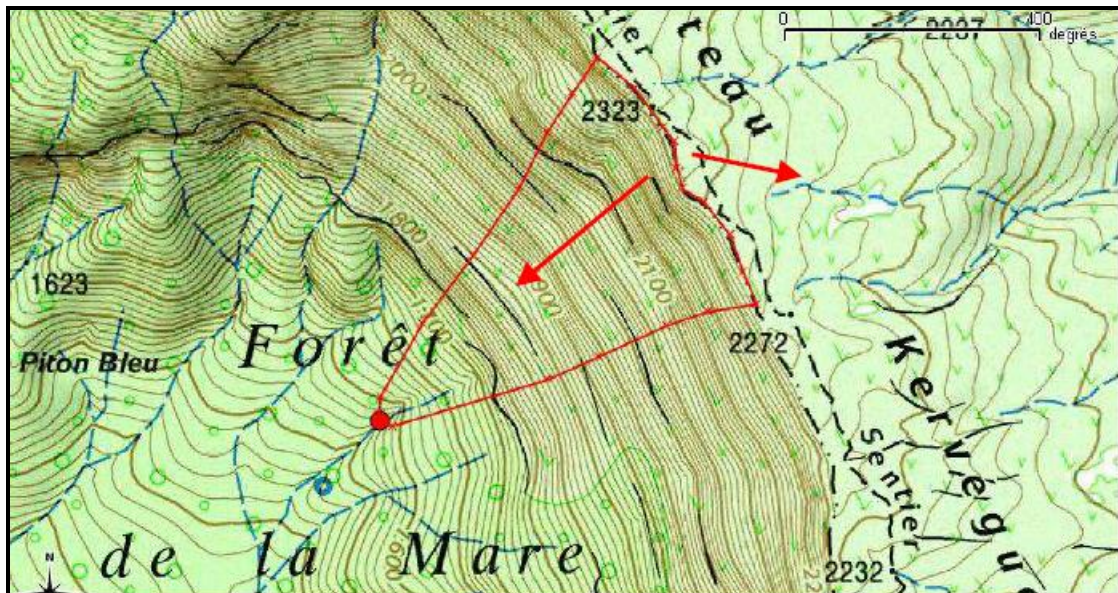


Figure 24 : Localisation du périmètre de protection rapprochée du captage Piton Bleu (fond IGN 1/25000)
[source : Avis de l'hydrogéologue agréé pour le captage Piton Bleu N°BSS 1226-8X-0031 de novembre 2012]

6.4.3. 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.

Dans l'hypothèse où une partie des eaux, qui alimente les sources se déversant dans la ravine, s'infiltrerait sur le Coteau Kerveguen, les temps de transfert probablement supérieur à l'année de circulation de ces eaux à travers le rempart semblent protéger efficacement de tout risque de pollution bactériologique au niveau du captage à partir du Coteau Kerveguen.

Pour cette raison, il ne semble pas ici nécessaire de définir une zone de surveillance renforcée, d'autant plus que le périmètre de protection rapprochée englobe déjà le bassin versant d'alimentation du captage.

6.4.4. 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 Piton Bleu fait partie de la liste de captage à régulariser. Il se trouve au Nord-est du centre ville de Cilaos, en plein cœur d'une zone naturelle et à 30 minutes de marche de la RD 241. Son bassin versant d'alimentation se développe dans le cœur du parc national de La Réunion, sur le rempart du coteau Kerveguen.

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 Piton Bleu 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.

Pour cela, le sentier d'accès devra être fermé à proximité du captage par une porte et un dispositif de fermeture afin d'empêcher le cheminement libre de piétons jusqu'au captage. Deux panneaux devront être installés afin d'avertir des risques de chutes de pierre et d'informer sur l'interdiction au captage, conformément à la réglementation. Le premier panneau devra être placé près de la porte et l'autre au départ du sentier à proximité de la RD 241.

Ainsi, 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 et de réaliser au préalable la réparation sur la conduite.

6.4.5. 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).

6.4.6. Etat parcellaire du périmètre de protection rapprochée

Le périmètre de protection rapprochée s'étend sur la parcelle AK 41 du cadastre de Cilaos.

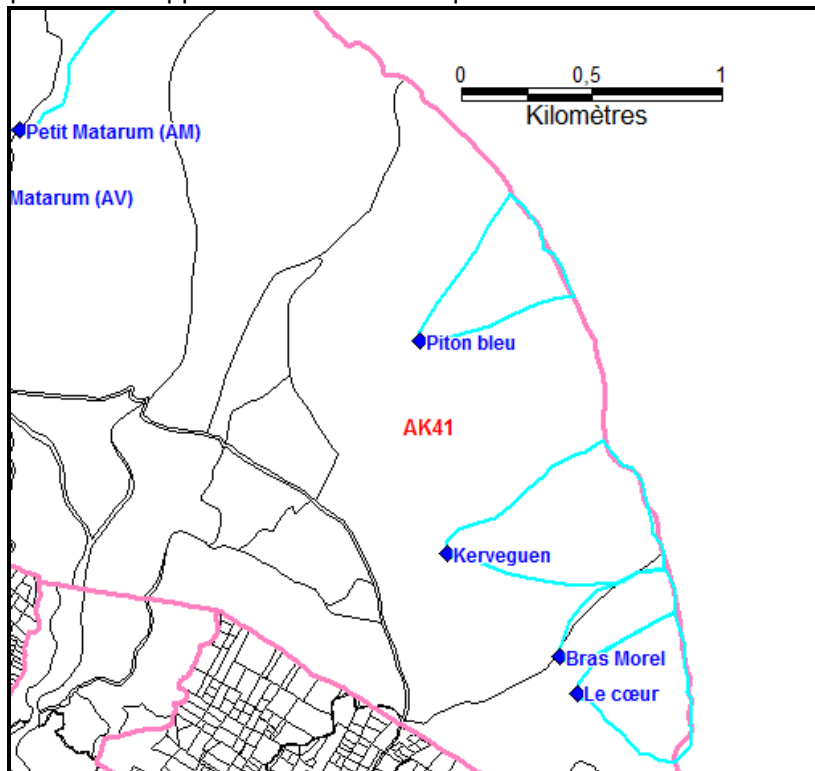


Figure 25 : Extension du PPR du captage Piton Bleu sur plan cadastral

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

- 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. Cet autocontrôle permet de vérifier le taux de désinfectant à la fois sur les sites de traitement ainsi que sur le réseau de distribution. La dose de désinfectant appliquée est ajustée en fonction de la qualité de la ressource (turbidité, pH, présence de matière organique...).

La fréquence d'autocontrôle sur le secteur de Cilaos Ville et Mare Sèche est hebdomadaire.

Sur le secteur de Cilaos Ville et de Mare Sèche, les points d'autocontrôle de la RECIL sont :

- pour l'eau produite, la sortie du réservoir dit le « 2000 » ;
- pour l'eau distribuée, la fontaine de Cilaos.

8. Protection dynamique des ouvrages

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

- Rappel du mode d'insertion des captages de Cilaos Ville et de Mare Sèche dans le réseau AEP

Les eaux sont acheminées à partir des captages Petit Matarum et Piton Bleu vers le réservoir dit le « 2000 » où elles subissent un traitement au chlore gazeux.

- Protection dynamique

Il n'existe pas de protection dynamique des ouvrages.

Un premier traitement est appliqué au réservoir dit le « 2000 » (chloration).

Les captages Avalasse (pour le Haut de Cilaos) et de Prudent (pour Cilaos Ville et bas du village), sont utilisés en ressource de substitution en cas de dépassement des valeurs seuil. La substitution des ressources est faite par la RECIL, sur la base des analyses d'auto contrôle et des observations de la qualité de l'eau faites lors des visites des ouvrages de captages et/ou des réservoirs.

9. Justification des produits de traitement à mettre en œuvre

9.1. Qualité de l'eau

L'eau est faiblement minéralisée avec une bonne qualité physico-chimique.

9.1.1. Eaux brutes

Les résultats d'analyse de la qualité de l'eau sont présentés aux §3.3.1, 4.3.1, 5.3.1, et 6.3.1.

Les eaux des captages alimentant le secteur de Cilaos Ville et de Mare Sèche 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 Matarum, Prudent, Piton Bleu et Avalasse font partie du groupe A2.

9.1.2. Eau produite

Un tableau de synthèse des analyses de suivi de la qualité de l'eau produite⁷, sur la période 2005 – 2011, est présenté en annexe 4.

Ce secteur est alimenté par les captages : Prudent 1, Prudent 2, Avalasse, Petit Matarum et Piton Bleu.

Il est rappelé que les captages Prudent 1 et Prudent 2 sont utilisés en complément de ressources uniquement quand le volume produits à partir des autres captages devient insuffisant pour satisfaire les besoins.

Ce mode d'exploitation est maintenu du fait de la grande vulnérabilité des ouvrages et d'autant plus qu'à l'heure actuelle les eaux des captages Prudent sont mélangées aux eaux des autres captages à l'aval du point de chloration (cf. §9.2).

Sur ce secteur, le traitement consiste en une chloration au niveau du réservoir du 2000 qui reçoit les eaux des captages Les analyses sur l'eau produite sont effectuées sur des prélèvements d'eau au niveau du réservoir Matarum.

⁷ 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).

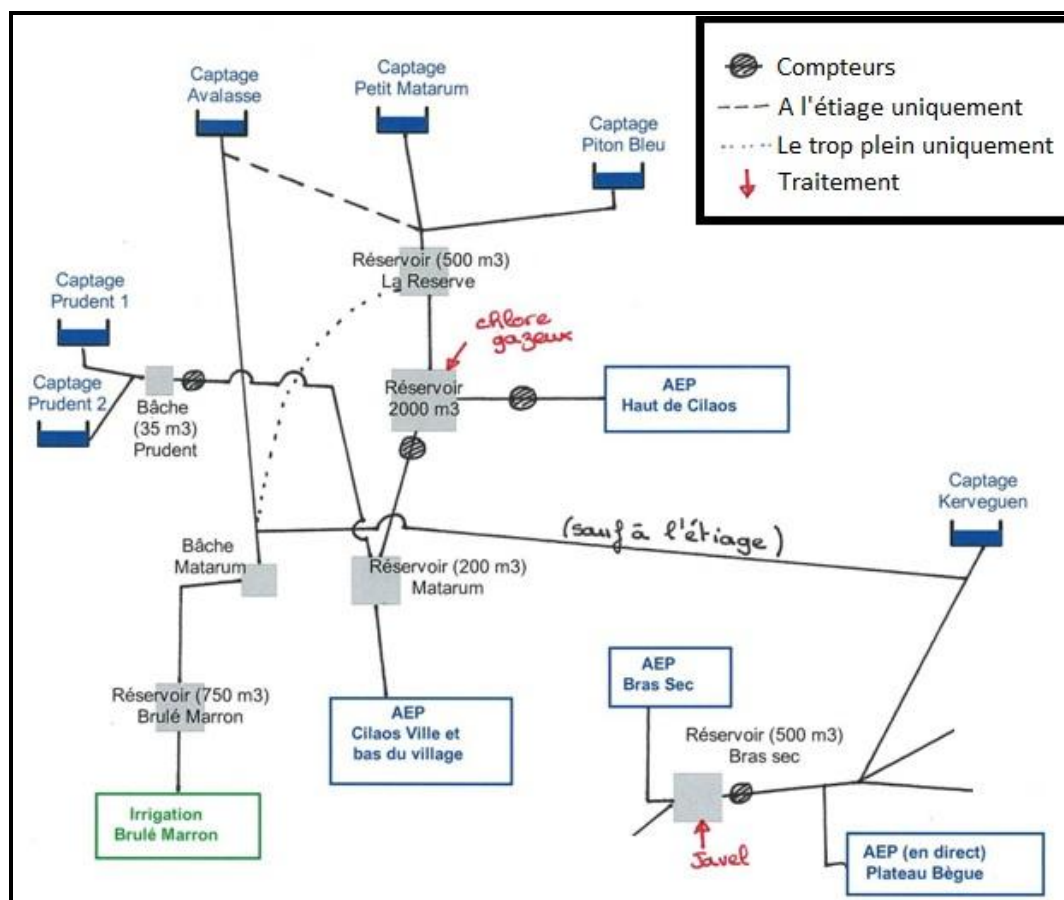


Figure 26 : Synoptique du réseau de Cilaos ville et insertion des captages

Les analyses disponibles ont été réalisées entre le 15/09/2008 et le 28/02/2011 ; elles sont toutes conformes aux limites et références de qualités des eaux destinées à la consommation humaine définies à l'annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007. Des traces de chloroformes et dichloromonobromométhane ont toutefois été détectées à chaque recherche des THM, les teneurs restant bien inférieures à la limite de qualité (THM : 100µg/l).

9.1.3. Eau distribuée

Un tableau de synthèse des analyses de suivi de la qualité de l'eau distribuée, sur la période 2005 – 2011, est présenté en annexe 4.

Les analyses sur l'eau distribuée sont effectuées sur des prélèvements d'eau au niveau d'un robinet de la mairie de Cilaos.

Sur toutes les analyses effectuées entre le 27/01/2005 et le 11/02/2011, trois ne sont pas conformes aux limites et références de qualités des eaux destinées à la consommation humaine définies à l'annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007. Le 09/05/06 et le 15/01/09 problème de turbidité de l'eau et le 15/09/08 des coliformes thermotolérants sont présents dans l'échantillon analysé.

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). Par ailleurs le benzo(a)pyrène a été détecté une fois à une teneur très faible.

Une analyse parasitologique a été réalisée en date du 03/04/2013 au robinet de la mairie. Elle a mis en évidence l'absence de kystes de Giardia et d'Oocystes de Cryptosporidium.

Les analyses sur l'eau distribuée sont également réalisées sur des prélèvements d'eau au niveau d'un robinet de l'hôpital local.

Pour ce point de surveillance, toutes les analyses effectuées entre le 17/02/2005 et le 07/01/2011 sont conformes aux exigences de qualités des eaux destinées à la consommation humaine (définies par l'annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007).

Des traces de trihalométhanes (chloroformes et dichloromonobromométhane) ont toutefois été détectées à chaque analyse où ils sont recherchés, les teneurs restant bien inférieures à la limite de qualité.

9.1.4. Cas particulier des évolutions de la turbidité

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

Tableau 6 : Contrôle de la turbidité sur les eaux brutes de 2006 à 2011

date	Avalasse	Matharum	Piton Bleu	Prudent
24/05/2006	0,55	0,28	0,39	0,38
21/12/2006	0,61	0,45	0,30	0,44
10/05/2007	0,54	0,52	0,51	0,53
12/11/2007	0,64	0,61	0,45	0,45
02/09/2008	0,63	0,78	0,58	0,54
15/12/2008	0,50	0,44	0,47	0,28
02/03/2009	0,61	0,41	< 0,25	0,37
09/02/2010	0,29	0,32	< 0,25	0,29
21/02/2011	0,54		0,25	
28/02/2011		0,63		

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 qui sont plus fréquentes (hebdomadaire). Sur le secteur de Cilaos Ville et Mare Sèche, il y a deux points d'autocontrôle pour lesquels des mesures de turbidité sont disponibles :

- Le réservoir dit le 2000 (eau traitée) ;
- La fontaine de Cilaos (eau distribuée).

L'évolution de la turbidité entre 2010 et 2013 est présentée sur le graphique à la Figure 27.

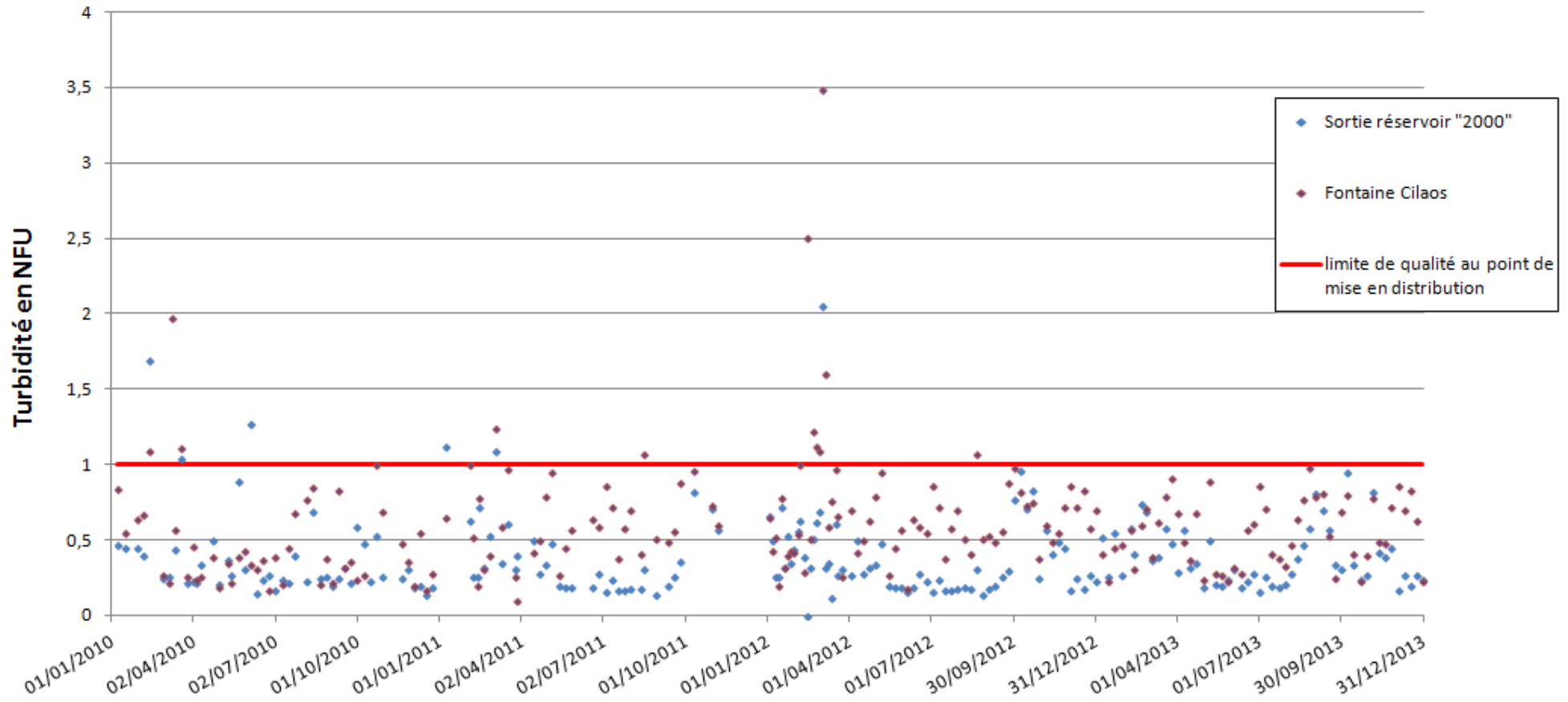


Figure 27 : Evolution de la turbidité pour la ville de Cilaos, entre 2010 et 2013 (données de l'autocontrôle)

Sur 196 mesures de la turbidité, disponibles entre 2010 et 2013, seulement 6 dépassements de la limite de qualité de 1 NFU sont observés au niveau du réservoir et 11 au niveau de la fontaine de Cilaos, répartis comme suit :

	Eau produite : réservoir le 2000			Eau distribuée : fontaine de Cilaos		
	Nb de mesures	Nb de dépassements observés	Valeur maximale observée	Nb de mesures	Nb. de dépassements observés	Valeur maximale observée
2010	46	3	1,69	46	3	1,97
2011	35	2	1,12	35	2	1,24
2012	64	2	>2	64	7	3,48
2013	52	0		52	0	

La majorité des dépassements sont observés entre les mois de Janvier et Mars.

Excepté deux mesures, en février 2012 (cyclone Felleng) et en mars 2012 où les valeurs dépassent 2 NFU, les valeurs de turbidité, pour les dépassements de la limite de qualité, restent inférieurs à 2 NFU.

Dans le cadre de l'autocontrôle, **97% des valeurs de turbidité sur l'eau traitée sont inférieures à 1 NFU et 94% sur l'eau distribuée** et seulement 1% dépasse la valeur de 2 NFU pour l'eau traitée et l'eau distribuée.

9.1.4.2. 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 ou 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.

Au niveau de l'eau traitée (réservoir le 2000), les 7 épisodes de turbidité n'excède pas 1 jour suivant l'hypothèse favorable et 5 jours consécutifs suivant l'hypothèse défavorable.

Il en est de même, au niveau de l'eau distribuée (la fontaine) pour 7 des 12 épisodes de turbidité. Seul en 2012 un épisode un peu plus long est enregistré, cet épisode correspond au passage du cyclone FELLENG.

La durée de cet épisode est de 14 jours consécutifs suivant l'hypothèse favorable et de 18 jours suivant l'hypothèse défavorable.

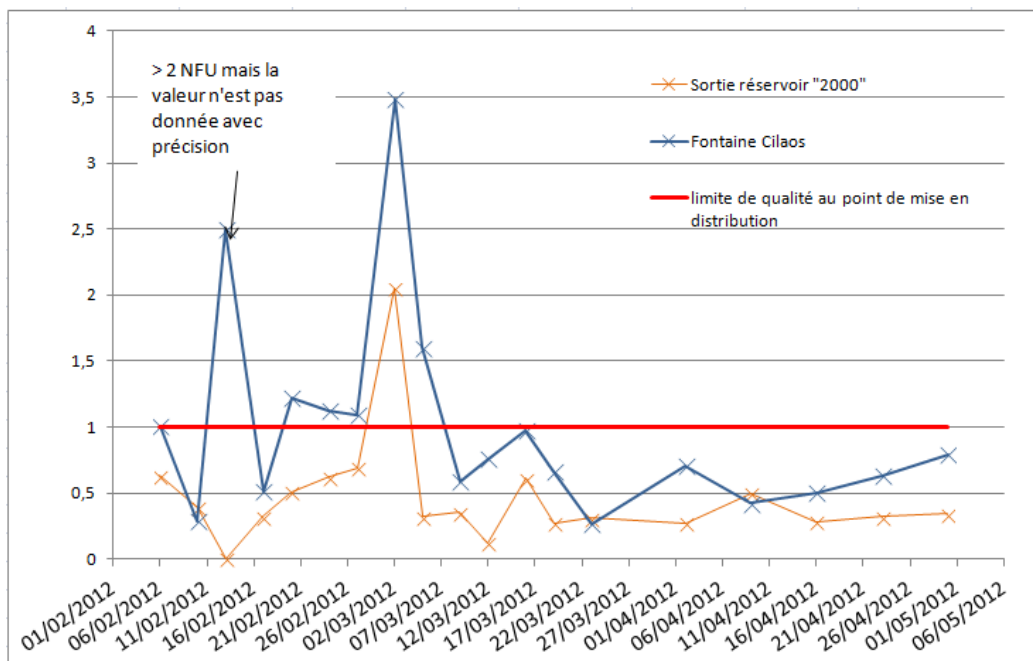


Figure 28 : Suivi de la turbidité entre février et mai 2012

9.2. Justification du traitement appliqué

Actuellement, le traitement appliqué est :

- un dégrillage sommaire aux prises d'eau (présence d'une crépine).
- une chloration au chlore gazeux avant distribution au réservoir dit le « 2000 ».

Selon l'article R1321-38 du Code de la Santé Publique, Les eaux des captages étant du groupe A2, les eaux étant en mélange sur le secteur de distribution, 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).

Actuellement les eaux provenant des captages Prudent sont mélangées aux eaux des autres captages après le point de chloration (au niveau du réservoir dit le « 2000 »). Un traitement par chloration complémentaire pour les eaux des captages Prudent 1 et 2 devrait être également installé.

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 sur Haut de Cilaos, Cilaos Ville et bas du village.

Un point de chloration complémentaire ou une modification des raccordements des captages aux réservoirs sera également à envisager.

La mise en place d'un turbidimètre en sortie de réservoir devrait permettre de basculer sur les autres ressources quand une turbidité trop importante est constatée (fermeture vanne entrée de réservoir du ou des captages présentant une eau turbide).

10. Engagements de la commune

10.1. 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 dit le 2000, sur la conduite principale du réseau de distribution du haut de la ville de Cilaos (eau des captages Avalasse, Matharum et Piton Bleu) ; le second sera installé à la sortie du réservoir Matarum, sur la conduite principale du réseau AEP de Cilaos ville et Bas du village ;
- 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. § 20).

Les eaux des captages étant du groupe A2, 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.

10.2. Estimations des dépenses

Action	Enveloppe financière
- Convention d'occupation des parcelles avec l'ONF / Parc National, dans la limite des périmètres immédiat des captages Matarum amont et aval, Avalasse	15 000 €/an
- Acquisition des parcelles incluses dans les périmètres de protection immédiate des captages Prudent 1 et 2	12 000 €
- Dossier de demande d'autorisation au Parc National de La Réunion pour : <ul style="list-style-type: none"> ○ pose de panneaux de signalisation des 	3 000 €

Action	Enveloppe financière
périmètres de protection des captages Matarum, Avalasse et Piton Bleu ; ○ travaux sur les ouvrages (Matarum et Avalasse)	25 000 €
- Bornage des périmètres de protection immédiate (2 500€/ouvrage)	15 000 €
Pour le captage Matarum : - Mise en place de panneaux sur le sentier d'accès au captage matarum aval (à proximité du captage) - Travaux de sécurisation du chemin d'accès au captage amont (pose d'une ligne de vie)	1 000 € 10 000 €
Pour le captage Avalasse : - mise en place d'un panneau de signalisation à proximité immédiate du captage - travaux d'amélioration des conditions de captage (mise en place d'un dessableur fermé avec crépine et vidange)	1 000 € 15 000 €
Pour le captage Prudent 1 : - mise en place de clôtures et panneaux interdisant l'accès au périmètre de protection immédiate - travaux de réfection pour limiter les risques de dégradation de la qualité de l'eau entre émergence et prises	5 000 € 12 000 €
Pour le captage Prudent 2 : - L'amélioration des conditions de captage : couverture du bassin de prise d'eau, mise en place d'une crépine en tête de la conduite d'adduction et mise en place d'un dispositif de surverse au niveau de la prise d'eau - Mise en place d'un panneau de signalisation à proximité du captage	15 000 €
Pour le captage Piton Bleu : - L'installation de 2 panneaux de signalisation, l'un sur le sentier d'accès afin d'avertir des risques de chutes de pierre et d'informer sur l'interdiction d'accès au captage, le second à proximité immédiate du captage	2 000 €
- La mise en place de deux dispositifs d'alerte de type turbidimètre un au niveau du réservoir dit le 2000 et un en sortie du réservoir Matarum	5 000 €
TOTAL	136 000 €
Etudes et création d'une unité de traitement	800 000 €

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

*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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

11. 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.

11.1. Méthodologie pour l'évaluation des Débits Caractéristiques

11.1.1. 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.

11.1.2. *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 :

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'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 la mesure où les préférences d'habitats des espèces sont bien identifiés et validés dans le respect des limites d'utilisation du modèle.

11.1.3. 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 Plaine⁸,
- 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.

- **1^{ère} méthode :**

⁸ : 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.

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 7 : Données de référence simulées pour l'estimation des débits (source : Rapport Antea Group C25467)⁹

• **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

⁹ 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)

de chaque captage, cette hauteur peut être convertie en volume à l'échelle annuelle puis en débit. 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).

11.2.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.

11.3.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.

11.3.1. 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).

11.3.2. 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.

11.3.3. 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.

11.3.4. 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.

11.4. Méthodologie pour l'évaluation des Débits réservés

11.4.1. 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.

11.4.2. 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 abordé les enjeux hydrobiologiques (cf. étude de l'incidence sur les milieux). Selon les enjeux retenus, des modalités d'application des débits réservés sont proposées.

12. Les débits prélevés sur les captages de Cilaos Ville

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

12.1. Volumes produits sur Matarum, Piton Bleu et Avalasse

Les données disponibles correspondent aux volumes produits, relevés au compteur installé en sortie du réservoir de 2000 m³. Il comptabilise les volumes produits sur le groupe de trois captages : Petit Matarum, Piton Bleu et Avalasse.

L'eau produite sur ce groupe de captage est destinée à l'alimentation de la ville de Cilaos. L'eau produite sur les captages Prudent 1 et 2 vient compléter cette ressource.

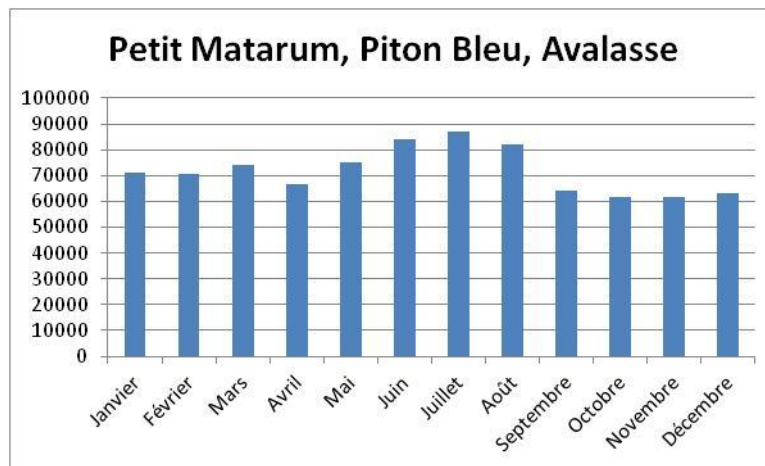


Figure 29 : Production mensuelle au cours de l'année 2012 (m³/mois), pour le groupe de captages Petit Matarum, Piton Bleu et Avalasse (Source: RECIL).

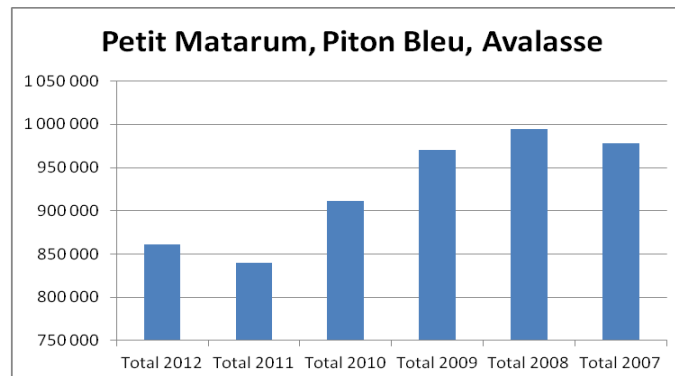


Figure 30 : Production annuelle entre 2007 et 2012 (m³/an), pour le groupe de captages Petit Matarum, Piton Bleu et Avalasse (Source: RECIL).

La production sur ce groupe de captage et par captage dépend globalement du débit disponible au niveau des différents captages.

La production annuelle moyenne sur ce groupe de captages, entre 2007 et 2012, est de l'ordre de 926 000 m³/an (0,03 m³/s en moyenne).

12.2.Volumes produits sur Prudent 1 et Prudent 2

Il n'y a pas de suivi individuel des captages Prudent pour les débits prélevés. Le compteur est situé à la sortie de la bêche Prudent et comptabilise donc la totalité du débit prélevé sur les deux captages.

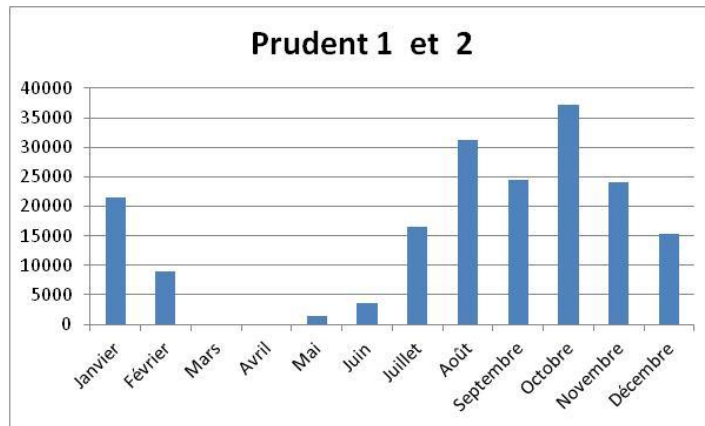


Figure 31 : Production mensuelle au cours de l'année 2012 (m³/mois) sur les deux captages Prudent (source RECIL).

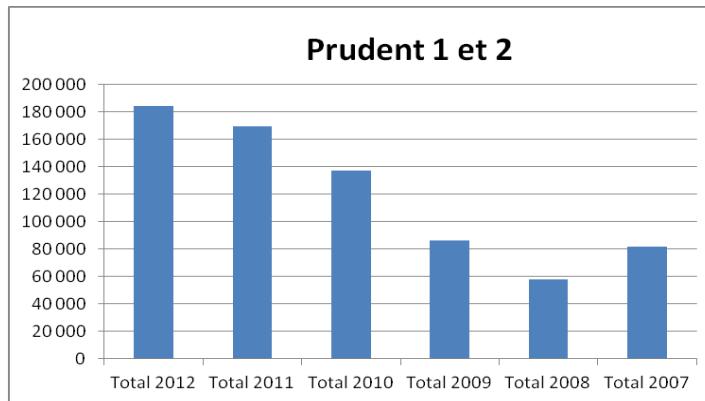


Figure 32 : Production annuelle entre 2007 et 2012 (m³/an) pour les deux captages Prudent (source RECIL)

L'eau produite sur les deux captages Prudent est utilisée en complément de la ressource captée sur les captages Petit Matarum, Piton Bleu et Avalasse.

La production sur les captages Prudent dépend donc du débit disponible sur les 3 autres captages. Quand la ressource est suffisante au niveau de Petit Matarum, Piton Bleu et Avalasse, l'eau disponible au niveau des captages Prudent n'est pas captée. L'eau y est donc surtout captée durant la saison sèche (pic de production entre octobre et décembre).

La production annuelle moyenne sur ces deux captages entre 2007 et 2012 est de l'ordre de 120 000 m³/an (0,0038 m³/s en moyenne).

12.3. 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 8 : Calcul du volume prélevé sur l'ensemble des captages de Cilaos Ville

CILAOS	données de production		total annuel	production jour (m3/j)	prélèvement jour (production + 30%)	prélèvement annuel (m3) (production + 30%)
	Prudent 1 Prudent 2	Petit Matarum, Piton Bleu, Avalasse				
Total 2012	184 146	861 023	1 045 169	2863	3723	1358720
Total 2011	169 431	839 571	1 009 002	2764	3594	1311703
Total 2010	136 958	910 950	1 047 908	2871	3732	1362280
Total 2009	86 131	970 536	1 056 667	2895	3763	1373667
Total 2008	57 899	994 354	1 052 253	2883	3748	1367929
Total 2007	81 607	978 199	1 059 806	2904	3775	1377748
Total 2006	131 755	890 935	1 022 690	2802	3642	1329497
Total 2005	121 532	833 876	955 408	2618	3403	1242030
max annuel	184 146	994 354				
Volume de prélèvement retenu					3700	1350500

D'après la connaissance des captages des agents de la RECIL, qui les visitent et entretiennent régulièrement, une estimation de la répartition de la contribution des différents captages au débit prélevés global a été donnée par la RECIL (d'après le fonctionnement des 3 dernières années).

La répartition estimée, pour le groupe de captages alimentant Cilaos Ville, est la suivante :

	répartition par captage					
	prudent 1	prudent 2	Matarum	Avalasse	Piton bleu	total
% estimé par la RECIL	9,60%	6,40%	50,00%	1,00%	33,00%	100,00%
prél moyen jour (m3/j)	355	237	1850	37	1221	3700
prél moyen annuel (m3/an)	129648	86432	675250	13505	445665	1350500
prél moyen L/s	4	3	21	0,4	14	43

13. Captages Petit Matarum, amont (12268X0032) et aval (12268X0046)

13.1. Incidence du captage sur la ressource en eau

Les deux captages Matarum amont et aval étant sur la même ravine, l'étude des débits caractéristiques et la détermination des débits réservés à mettre en place sont proposés pour la ressource globalisée, au niveau du captage Matarum aval.

13.1.1. Détermination des débits caractéristiques au captage

13.1.1.1. Rappel des débits prélevés

Il n'y a pas de suivi individuel du captage pour le débit prélevé.

D'après l'exploitant les débits disponibles aux captages Matarum amont et aval sont captés en totalité sauf pendant les crues.

Toutefois, lors de la visite de l'ouvrage en date du 11/08/2011, des fuites importantes étaient observées au niveau de ce dernier (l'ouvrage a été restauré depuis), pour autant aucun écoulement n'était observé plus à l'aval ; le lit de la ravine, à l'aval du captage est constituée de blocs de taille importante et l'eau s'infiltré.

Le débit de prélèvement estimé à ce captage (aval, en volume cumulé sur les deux ouvrages) est de 675 250 m³/an soit un débit de 21 L/s (cf § 12.3).

13.1.1.2. Les données de débits disponibles

Lors de la visite du captage, le 11/08/2011, le débit instantané mesuré en amont de la prise d'eau était de 24 L/s.

Des mesures de débits instantanés au niveau du captage Matarum Aval (amont prise d'eau) sont disponibles sur le site de l'Office de L'Eau.

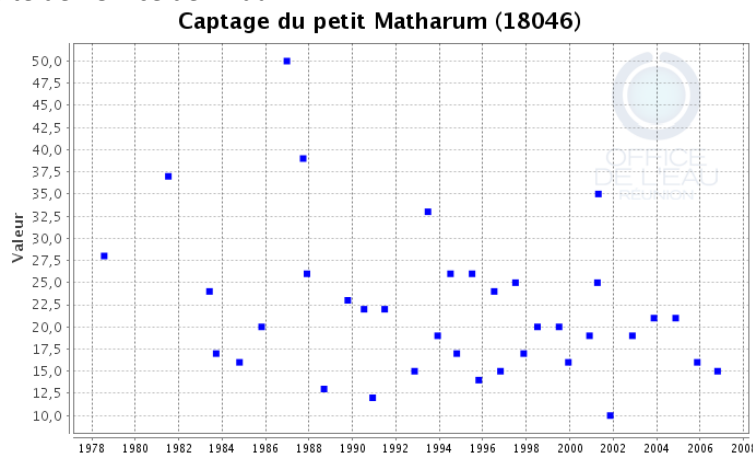


Figure 33 : Mesures de débits instantanés au captage Petit Matarum aval (source: OLE).

Le débit disponible au captage Petit Matarum (aval) varie entre 10 l/s (le 13/11/2001) et 50 l/s (le 23/12/86) et le débit moyen, entre 1978 et 2006, est de 22 l/s.

13.1.1.3. Débits caractéristiques

Pour les captages Matarum Aval et Amont, les valeurs caractéristiques des débits ont été calculés au niveau du captage aval uniquement pour un bassin versant commun aux deux captages (voir § 2.2.2 et Figure 5), les eaux arrivant à Matarum amont étant déviées vers le captage aval.

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

	unité	Gd bras cilaos	petit Matarum (av) théorique	Bras de benjoin	petit Matarum (av) théorique
surface bv	km ²	66,1	1,2	20,7	1,2
Q jour moy	m ³ /s	2,31	0,042	1,049	0,061
DCEmoyen	m ³ /s	0,73	0,013	0,331	0,019

Les résultats obtenus au prorata des surfaces des bassins versant de Matarum par rapport au bras de Benjoin sont cohérents avec les mesures de l'Office de l'Eau (OLE) réalisées en période d'étiage au captage Matarum. Ainsi les résultats obtenus à partir du Bras de Benjoin sont retenus comme débits caractéristiques de la ravine au captage Matarum (aval).

Tableau 9 : Débits caractéristiques aux captages Matarum Aval.

	ravine au captage Petit Matarum aval (L/s)	débit moyen prélevé (L/s)
Q jour moy	61	21
DCEmoyen	19	

13.1.2. Incidence sur la ressource en eau souterraine

13.1.2.1. Incidence quantitative

Selon les données disponibles en Banque des Données du Sous Sol (BRGM), 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.

13.1.2.2. 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.

13.1.3. Incidence sur l'écoulement des eaux

13.1.3.1. Modification du profil en long

Le captage Petit Matarum Amont peut constituer une zone d'accumulation de blocs (au niveau de la goulotte d'interception des eaux), mais d'une capacité limitée étant donné les fortes pentes à proximité de l'ouvrage et la faible hauteur de parement (0,2 à 0,4 m de haut). La montée du niveau d'eau liée à l'ouvrage est peu probable.

Le captage Petit Matarum Aval peut également constituer une zone d'accumulation de blocs (bassins), mais d'une capacité limitée étant donné les fortes pentes à proximité de l'ouvrage et la faible hauteur de parement (0,6 à 1 m de haut). La montée du niveau d'eau liée à l'ouvrage est peu probable.

Les ouvrages sont implantés dans la ravine qui est dans ce secteur une succession de cascades. Les seuils, relativement petits par rapports aux cascades avoisinantes ne modifient que ponctuellement le profil en long de la ravine.

13.1.3.2. Modification du profil en travers

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

13.1.3.3. Incidence sur le débit du cours d'eau

Il n'existe pas de données de suivi de débits par l'OLE et il n'y a pas non plus de mesure des volumes dérivés vers le captage Matarum aval. Cependant étant donné la configuration supposée du captage il n'intercepte qu'une partie du débit.

Le prélèvement sur le captage Matarum aval aura une incidence forte sur le débit de la ravine à l'aval immédiat du captage, en particulier en période d'étiage. Les propositions en matière de débit réservé sont discutées au §13.3.

Toutefois, le module du Bras de Benjoin étant de l'ordre de 1050 L/s (avant confluence avec le Grand Bras de Cilaos), la ravine au droit du captage Matarum, représente donc au maximum une contribution de 6% du débit du bassin versant principal, le prélèvement peut donc être considéré comme négligeable à l'échelle des écoulements superficiels du cirque de Cilaos et plus particulièrement du bras de benjoin.

13.2. Incidence des captages sur la continuité écologique

Les captages Petit Matarum amont et aval sont situés sur le rempart sud du Piton des Neiges, à respectivement 1 740 m et 1 600 m d'altitude, en aval du Plateau du Petit Matarum. Le captage Amont se situe sur le Bras de Benjoin alors que le captage aval se situe sur un affluent du Bras de Benjoin (non identifié sous BD Carthage).

13.2.1. 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 du Grand Bras de Cilaos et la cascade du Cap Noir.

- Continuité biologique en aval immédiat du site

En aval immédiat des captages, la pente est relativement forte (remparts) et un cassé est noté sur la carte IGN à environ 1 650 m d'altitude (cassé non reconnu).

Enfin, et en l'état, aucun écoulement n'a été observé sur le Bras de Benjoin au niveau de la route de Bras Sec (observations du 24/8/2011 et du 26/3/2012).



Figure 34 : Vue du Bras de Benjoin en aval des captages Matarum, au niveau de la route de Bras Sec.

- Potentiel biologique en amont du site de captage

En amont du site de captage, le cours d'eau est une succession de cascades dans les remparts (photo ci-dessous). **Le potentiel en amont du site de captage est limité par la topographie du site (rempart).**



Figure 35 : Vue des successions de cascades en amont du captage Matarum aval.

13.2.2. Inventaire de la faune piscicole

En raison des difficultés d'accès au site et des enjeux minimes sur ce captage (haute altitude, nombreux obstacles naturels), aucun inventaire n'a été réalisé.

Vu l'altitude des captages (1 600 m / 1 740 m) et les obstacles situés en aval (cascade Cap Noir, Captage Grand Bras de Cilaos), **seule la chevaquinea serrata est susceptible de coloniser le cours d'eau en amont du captage.** Aucun spécimen n'a été observé par l'Exploitant sourcier de la

compagnie exploitant l'ouvrage.

D'autre part, vu l'absence de chevaquine *A. serrata* sur le site du captage Kerveguen (alt 1 460 m, axe de colonisation identique - Grand Bras de Cilaos, Affluent Bras de Benjoin), il apparaît peu probable qu'il y ait un peuplement de chevaquine à ce niveau.

13.2.3. Franchissabilité de l'ouvrage par les peuplements potentiels

Le seuil de captage de Matarum aval est construit à la faveur d'une vasque. La sur-verse sur le substrat naturel ou béton sub-vertical rend l'obstacle franchissable par la chevaquine *A. serrata*.

Le captage de Matarum amont n'a pas pu être vu, cependant d'après la description donnée par l'étude de vulnérabilité des captages AEP de la commune de Cilaos (BRGM 97 REU 03) il ne semble pas intercepter la totalité de la largeur de la ravine. Le franchissement ne devrait donc pas être impossible.



Figure 36 : Vue du seuil du captage de Matarum aval

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

L'impact des captages Matarum aval et amont sur la continuité biologique des peuplements de poissons et de macro-crustacés est synthétisé dans le tableau suivant :

	Matarum amont	Matarum aval
Potentiel habitat aval proche (état actuel)	Nul – à sec	Nul – à sec
Potentiel habitat amont	Très faible (remparts)	Très faible (remparts)
Populations observées	Site non échantillonné. Doute sur la possibilité de présence de <i>A. Serrata</i> compte tenu de l'inventaire réalisé sur le captage Kerveguen	Site non échantillonné. Doute sur la possibilité de présence de <i>A. Serrata</i> compte tenu de l'inventaire réalisé sur le captage Kerveguen
Continuité biologique au droit de l'ouvrage	Pas d'enjeu	Pas d'enjeu

Tableau 10 : Synthèse de l'impact des captages Matarum amont et aval sur la continuité biologique des peuplements

Les captages Matarum sont situés sur un tronçon où la colonisation est naturellement limitée en aval (chutes et assec naturel, captage Irrigation/AEP) et en amont (chutes naturelles). Dans ce contexte, et en absence d'enjeu piscicole, les captages de Matarum ne présentent pas d'impact sur les peuplements de poissons et de macro-crustacés indigènes.

13.3. Application de la réglementation en matière de débits réservés

13.3.1. 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)
Petit matarum (amont et aval)	61	19	6

A la vue des faibles incidences et de l'absence d'impact sur les peuplements de poissons et de macro-crustacés indigènes, il n'est pas proposé la mise en place de débit minimum biologique.

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

Faisant suite à l'analyse des enjeux et des incidences dans le cadre du présent dossier, la commune s'engage à la mise en place du débit réservé, à l'aval du captage Matarum aval, pour un débit plancher de 6 L/s.

14. Captage Avalasse

14.1. Incidence du captage sur la ressource en eau

14.1.1. Détermination des débits caractéristiques au captage

14.1.1.1. Rappel des débits prélevés

Les volumes prélevés au captage Avalasse pour l'irrigation de Brulé Marron, qui transitent par la bêche de Matarum, ne sont pas comptabilisés.

Le débit de prélèvement estimé à ce captage est de 13 500 m³/an, soit 0,4 L/s (cf. § 12.3).

14.1.1.2. Les données de débits disponibles

Lors de la visite du captage il n'a pas été effectué de jaugeage car la hauteur d'eau était trop faible pour l'utilisation du micro-moulinet et la configuration du captage ne permettait pas de jaugeage capacitif au seuil.

Des mesures de débits instantanés au niveau de la source Avalasse sont disponibles sur le site de l'Office de L'Eau.

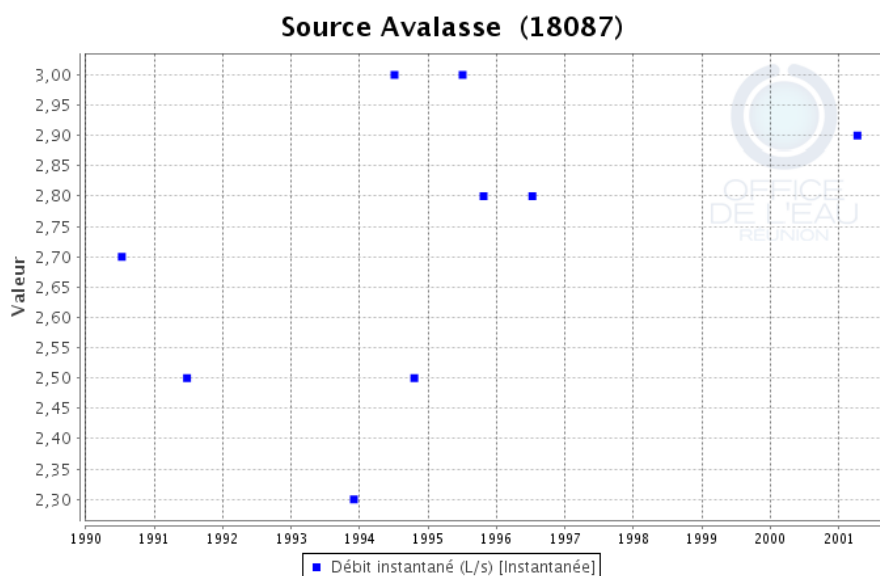


Figure 37 : Mesures de débits instantanés à la source Avalasse (source : OLE).

D'après les informations de la base de données de l'office de l'eau, ces débits ont été jaugeés au réservoir « la Réserve », il s'agit donc des débits captés et non des débits de la ravine au captage.

14.1.1.3. Débits caractéristiques

Le captage Avalasse est situé sur un affluent du bras de Benjoin ; dans le bassin versant du Bras de Benjoin on a donc calculé les débits théoriques de la ravine au captage à partir des valeurs spécifiques du Grand Bras de Cilaos et du Bras de Benjoin.

	unité	Gd bras cilaos	Avalasse théorique	Bras de benjoin	Avalasse théorique
surface bv	km ²	66,1	0,14	20,7	0,14
Q jour moy	m ³ /s	2,31	0,0049	1,05	0,0071
Q jour max	m ³ /s	316	0,6693	143,46	0,9703
Qjour min	m ³ /s	0,57	0,0012	0,26	0,0018
QMNA5	m ³ /s	0,65	0,0014	0,30	0,0020

D'après la vérification faite à partir de différentes mesures de débits sur le Grand bras de Cilaos et au captage Avalasse (données OLE), les débits calculés à partir des données du bras de Benjoin sont proches des débits mesurés (sous estimés à partir des données du Grand Bras de Cilaos).

Pour la ravine, au niveau du captage Avalasse, on retiendra donc :

Tableau 11 : Débits caractéristiques au captage Avalasse.

	ravine au captage Avalasse (l/s)	débit moyen prélevé (L/s)
Q jour moy	7	0,4
DCEmoyen	2	

14.1.2. Incidence sur la ressource en eau souterraine

14.1.2.1. 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 que 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.

14.1.2.2. 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.

14.1.3. Incidence sur l'écoulement des eaux

14.1.3.1. Modification du profil en long et du profile en travers

Le captage Avalasse est un ouvrage de 2m de long et de 0.4m de haut. Ces faibles dimensions n'ont donc qu'une faible incidence sur la modification du profil en long de la ravine.

Le captage Avalasse présente une faible emprise en travers de la ravine et ne risque donc pas de constituer une zone d'accumulation de blocs importantes (bassin très petit). La hauteur de parement est faible (0,4 m de haut), la montée du niveau d'eau liée à l'ouvrage est donc peu probable.

14.1.3.2. Incidence sur le débit du cours d'eau

Le prélèvement sur le captage Avalasse aura une faible incidence sur le débit de la ravine au droit du captage (6% du module). L'application de la réglementation en matière de débit réservé est discutée au §14.3.

14.2. Incidence des captages sur la continuité écologique

Le captage Avalasse se situe sur le rempart du Piton des Neiges, à 1 560m d'altitude, au sein de la forêt du Grand Matarum. Il est implanté sur un affluent en rive droite du Bras de Benjoin (affluent non identifié dans BD Carthage).

14.2.1. 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 du Grand Bras de Cilaos et la cascade du Cap Noir.

- Continuité biologique en aval immédiat du site

En aval immédiat du captage, la pente est relativement forte (remparts) entre 1 450 et 1 500 m d'altitude.

Enfin, et en l'état, aucun écoulement n'a été observé sur le Bras de Benjoin au niveau de la route de Bras Sec (observations du 24/8/2011 et du 26/3/2012, voir Figure 34).

- Potentiel biologique en amont du site de captage

En amont du site de captage, le cours d'eau est à peine matérialisé, il mesure moins de 20cm de largeur mouillée. Il chemine au sein de blocs et d'une végétation dense (clichés ci-après). Il est limité à moins de 200m par une zone de remparts.



Figure 38 : Vue du lit en amont du captage Avalasse.

14.2.2. Inventaire de la faune piscicole

En raison des difficultés d'accès au site et des enjeux minimes sur ce captage (haute altitude, nombreux obstacles naturels), aucun inventaire n'a été réalisé.

Vu l'altitude du captage (1 560 m) et les obstacles situés en aval (cascade Cap Noir, Captage Grand Bras de Cilaos), **seule la chevaquine *A. serrata* est susceptible de coloniser le cours d'eau en amont du captage**. Aucun spécimen n'a été observé par l'Exploitant sourcier de la compagnie exploitant l'ouvrage.

D'autre part, vu l'absence de chevaquine *A. serrata* sur le site du captage Kerveguen (alt 1 460m, axe de colonisation identique - Grand Bras de Cilaos, Affluent Bras de Benjoin), il apparaît peu probable qu'il y ait un peuplement de chevaquine à ce niveau.

14.2.3. Franchissabilité de l'ouvrage par les peuplements potentiels

Le seuil de captage Avalasse est construit en béton sur toute la largeur mouillée. Le seuil est inférieur à 50cm par endroit, construit avec une pente verticale. **Aucun écoulement n'a été observé sur le seuil (absence de continuité hydraulique) ce qui le rend infranchissable en l'état**. Toutefois, ce seuil serait franchissable pour les chevaquines *A. serrata* en présence d'un écoulement déversant.



Figure 39 : Vue du seuil de captage Avalasse

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

L'impact du captage Avalasse sur la continuité biologique des peuplements de poissons et de macro-crustacés est synthétisé dans le tableau suivant :

Potentiel habitat aval proche (état actuel)	Nul – à sec
Potentiel habitat amont	Très faible, largeur mouillée inférieur à 20cm, linéaire réduit à 200 m jusqu'au rempart
Populations observées	Site non échantillonné. Doute sur la possibilité de présence de <i>A. serrata</i> compte tenu de l'inventaire réalisé sur le captage Kerveguen
Continuité biologique au droit de l'ouvrage	Pas d'enjeu

Tableau 12 : Synthèse de l'impact des captages Avalasse amont et aval sur la continuité biologique des peuplements

Le captage Avalasse est situé sur un tronçon où la colonisation est naturellement limitée en aval (chutes et assec naturel, captage Irrigation/AEP) et en amont (chutes naturelles). Dans ce contexte, et en absence d'enjeu piscicole, le captage Avalasse ne présente pas d'impact sur les peuplements de poissons et de macro-crustacés indigènes.

14.3. Application de la réglementation en matière de débits réservés

14.3.1. 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)
Avalasse	7	2	0,7

A la vue des faibles incidences et de l'absence d'impact sur les peuplements de poissons et de macro-crustacés indigènes, il n'est pas proposé la mise en place de débit minimum biologique.

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

Faisant suite à l'analyse des enjeux et des incidences dans le cadre du présent dossier, il est constaté que le débit plancher de 0,7 L/s est très faible et est globalement respecté même en période d'étiage étant donné le débit très faible capté sur cet ouvrage.

En raison de la faiblesse du débit et des difficultés techniques et métrologiques pour garantir la restitution de ce débit, il est proposé de ne pas mettre de dispositifs particuliers de restitution et contrôle de débit réservé.

15. Captage Prudent 1

Le captage Prudent 1 n'est pas un captage en ravine mais un captage d'une émergence d'eau souterraine. Certain éléments sont présentés ci-après à titre d'information pour la connaissance du captage.

15.1. Incidence du captage sur la ressource en eau

15.1.1. Détermination des débits caractéristiques au captage

15.1.1.1. Rappel des débits prélevés

Il n'y a pas de suivi individuel du captage pour le débit prélevé.

Le débit de prélèvement estimé à ce captage est de 130 000 m³/an soit 4 L/s (cf § 12.3).

15.1.1.2. Les données de débits disponibles

Lors de la visite des captages, le 3/11/2011, une estimation du débit du captage Prudent 1 a été faite par jaugeage au seau : le débit disponible été d'environ 15 l/s.

Des mesures de débits instantanés au niveau du captage Prudent 1 sont disponibles sur le site de l'Office de L'Eau.

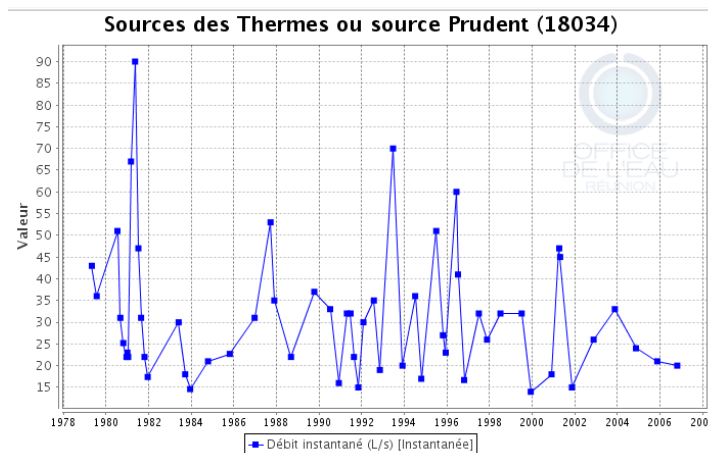


Figure 40 : Débits instantanés mesurés au niveau du captage Prudent 1 (source : OLE).

Le débit disponible à la Source des Thermes ou source Prudent, située en amont du captage Prudent 1, varie entre 14 l/s (le 9/12/1999) et 90 l/s (le 14/05/1981) et le débit moyen, entre 1979 et 2006, est de 31,45 l/s.

15.1.1.3. Débits caractéristiques

Le captage Prudent 1 n'est pas implanté sur une ravine mais à l'issue d'une canalisation dans laquelle transite les eaux de la Source Prudent ou source des thermes. A l'aval de la prise d'eau, les écoulements rejoignent la Ravine Prudent qui est un affluent du Bras des Etangs (partie amont du bassin versant du Grand Bras de Cilaos).

Ce captage n'étant pas sur un cours d'eau, il ne s'agit pas de débits caractéristiques mais de débits d'émergence, présentés à titre indicatif ci après.

Les débits d'émergence sont estimés à partir du suivi réalisé par l'office de l'eau, au niveau du captage Prudent 1, en continu entre septembre 1980 et janvier 1982.

Les données de débits du suivi annuel réalisé en 1981, donnent les débits suivants :

	Prudent 1 théorique (L/s)	débit moyen prélevé (L/s)
Q jour moy	48	4
DCEmoyen	19	

Le DCE correspond au débit moyen du mois de décembre pour l'année 1981.

15.1.2. Incidence sur la ressource en eau souterraine

Sans objet, émergence.

15.1.3. Incidence sur l'écoulement des eaux

Sans objet.

15.2. Incidence des captages sur la continuité écologique

Du fait de leur proximité, l'incidence des captages Prudent 1 et Prudent 2 sur la continuité écologique, est traitée simultanément.

Les captages Prudent 1 et 2 sont situés sur des ravines affluentes en rive droite du Bras des Etangs (code BD Carthage 40601070), en aval immédiat de la route d'ilet à Cordes.

15.2.1. 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 du Grand Bras de Cilaos.

- Continuité biologique en aval immédiat des sites de captages

En aval immédiat du site de captage, deux seuils perturbent la continuité biologique sur le Bras des Etangs, au niveau du site des anciens thermes.



Figure 41 : Vue des seuils amont (gauche) et aval (droite) situés sur le Bras de Saint Paul au niveau des anciens thermes.

- Potentiel biologique en amont des sites de captages

En amont du site de captages, les ravines s'écoulent sur un rempart. Le lit de ces ravines a été conforté pour prévenir tout débordement et protéger les biens et les personnes, dont en particulier la route d'Ilet à Cordes, qui effectuent plusieurs traversées de cette ravine (Portion vertigineuse entre les nouvelles et les anciens thermes).



Figure 42 : Vues des « ravines » d'écoulement en amont des captages Prudent 1 et 2.

15.2.2. Inventaire de la faune piscicole

Le Bras des Etangs a été prospecté par pêche électrique en aval et en amont du site de confluence avec les ravines d'alimentations des captages Prudent 1 et 2 le 24/08/2012. Sur chaque station l'ensemble du lit mouillé a été parcouru et pêché :

	Station amont	Station aval
X	341 225	341 090
Y	7 662 782	7 662 599
Z (m)	1 140	1 099
Longueur (m)	40	36
Largeur mouillée (m)	2,0	2,4
Surface prospectée (m ²)	80	86,4

Tableau 13 : Caractéristiques des stations d'échantillonnages sur le Bras des Etangs.

Aucun poisson ou crustacé n'a été capturé sur chacune des deux stations prospectées.

15.2.3. Franchissabilité des ouvrages par les peuplements potentiels

Le captage Prudent 1 est maçonné en vertical sur plus de 3 m de hauteur. Il est franchissable par contournement latéral (rive gauche) par les espèces de chevaquines, en présence d'écoulement de déversement. Toutefois, ce captage se situe au sein d'une succession de passages busés difficilement franchissables par cette espèce (présence de chute en dévers à l'extrémité aval des passages busés).

Le captage Prudent 2 est maçonné en léger dévers (sub-vertical). En présence d'écoulement (voir suintement) en sur-verse, ce seuil est franchissable par les chevaquines *A. serrata*. D'autre part, ce seuil se situe dans un contexte général de chenalisation de la ravine (bétonnage du fond et des bords).



Figure 43 : Vue des prises Prudent 1 (gauche) et Prudent 2 (droite).

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

L'impact des captages Prudent 1 et 2 sur la continuité biologique des peuplements de poissons et de macro-crustacés est synthétisé dans le tableau suivant :

	Prudent 1	Prudent 2
Potentiel habitat aval proche (état actuel)	Important – Bras des Etangs	Important – Bras des Etangs
Potentiel habitat amont	Très faible (remparts, aménagements routiers)	Très faible (remparts, ravine chenalisée)
Populations observées	Aucune espèce de poisson ou de macro-crustacé	Aucune espèce de poisson ou de macro-crustacé
Continuité biologique au droit de l'ouvrage	Pas d'enjeu	Pas d'enjeu

Tableau 14 : Synthèse de l'impact des captages Prudent 1 et 2 sur la continuité biologique des peuplements

Aucun poisson ou crustacé n'a été capturé en aval immédiat des sites de captages et les habitats présents en amont des captages présentent des enjeux très faibles. Dans ce contexte, **les captages Prudent 1 et 2 ne présentent pas d'impact sur les peuplements de poissons et de macro-crustacés indigènes.**

15.3. Application de la réglementation en matière de débits réservés

Sans objet.

16. Captage Prudent 2

16.1. Incidence du captage sur la ressource en eau

16.1.1. Détermination des débits caractéristiques au captage

16.1.1.1. Rappel des débits prélevés

Il n'y a pas de suivi individuel des captages Prudent pour les débits prélevés. Le compteur est situé à la sortie de la bêche Prudent et comptabilise donc la totalité du débit prélevé sur les deux captages (voir §15.1.1.1).

Le débit de prélèvement estimé à ce captage est de 86 400 m³/an soit 3 L/s (cf § 12.3).

16.1.1.2. Les données de débits disponibles

Il n'a pas pu être réalisé de jaugeage au niveau du captage Prudent 2.

Des mesures de débits instantanés au niveau du captage Prudent 2 sont disponibles sur le site de l'Office de L'Eau.

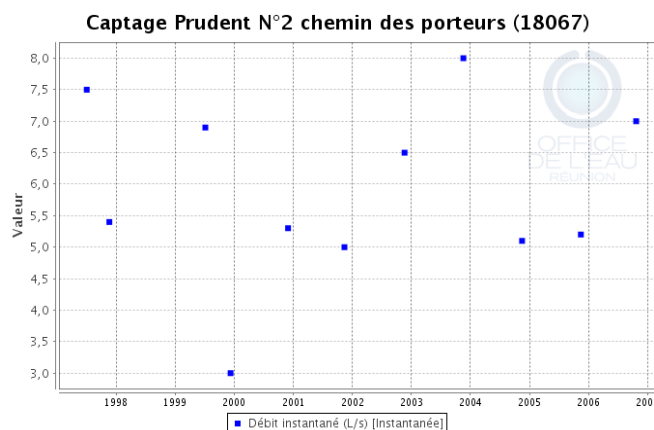


Figure 44 : Mesures de débits instantanés au niveau du captage Prudent 2 (source OLE).

Le débit disponible au captage Prudent 2 varie entre 3 l/s (le 9/12/1999) et 7,5 l/s (le 02/07/1997) et le débit moyen, entre 1997 et 2006, est de 5,9 l/s.

16.1.1.3. Débits caractéristiques

Le captage Prudent 2 est situé sur un affluent de la ravine Prudent ; dans le bassin versant du Bras Rouge.

D'après la première méthode, au prorata des surfaces, les débits obtenus sont largement sous estimés par rapport aux mesures réalisées au captage Prudent 2 (suivi office de l'eau). La deuxième méthode a donc été mise en œuvre pour la détermination des débits caractéristiques de la ravine au niveau du captage Prudent 2. Elle a donné satisfaction.

Les débits caractéristiques au captage Prudent 2 ont été déterminés à partir des mesures de l'OLE à l'étiage (pour le DCE). Le module a ensuite été déduit du débit caractéristique d'étiage en conservant le rapport observé entre le module et le DCE sur le Grand Bras de Cilaos.

Les débits caractéristiques retenus au captage Prudent 2 sont les suivants :

	Prudent 2 théorique (l/s)	débit moyen prélevé (L/s)
DCE moyen	6	
Q jour moy	19	3

16.1.2. Incidence sur la ressource en eau souterraine

16.1.2.1. 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 que 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.

16.1.2.2. 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.

16.1.3. Incidence sur l'écoulement des eaux

16.1.3.1. Modification du profil en long et du profil en travers

Le captage Prudent 2 est un captage aménagé sur un canal bétonné situé en aval d'une émergence située en bordure ouest du plateau du séminaire.

N'étant pas situé sur un lit de ravine naturel, ces rubriques sont sans objet pour ce captage.

16.1.3.2. Incidence sur le débit du cours d'eau

Comme il ne s'agit pas d'un cours d'eau mais d'une émergence de source, l'incidence est prise en compte vis-à-vis du Bras Rouge qui est alimenté par cette émergence via le Bras des Etangs.

Module du Bras Rouge	Module déterminé au captage Prudent 2	DCE déterminé au captage Prudent 1
0,6699 m ³ /s	0,019 m ³ /s	0,006 m ³ /s

Le module estimé de la ravine au droit du captage Prudent 2 représente environ 3% du débit du Bras Rouge, ainsi le débit prélevé moyen estimé au captage Prudent 2 est négligeable par rapport aux ressources en eau superficielles du cirque de Cilaos.

16.2. Incidence des captages sur la continuité écologique

Cf. 15.2.

16.3. Application de la réglementation en matière de débits réservés

16.3.1. 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)
Prudent 2	19	6	2

A la vue des faibles incidences et de l'absence d'impact sur les peuplements de poissons et de macro-crustacés indigènes, il n'est pas proposé la mise en place de débit minimum biologique.

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

Faisant suite à l'analyse des enjeux et des incidences dans le cadre du présent dossier, la commune s'engage à la mise en place du débit réservé, à l'aval du captage Prudent 2, pour un débit plancher de 2 L/s.

17. Captage Piton Bleu

17.1. Incidence du captage sur la ressource en eau

17.1.1. Détermination des débits caractéristiques au captage

17.1.1.1. Rappel des débits prélevés

Les volumes prélevés, destinés à la production d'eau potable, sont comptabilisés à l'entrée du réservoir de 2000 m³, mélangés aux volumes provenant des captages Matarum et Avalasse, Cf §12.1.

Le débit de prélèvement estimé à ce captage est de 446 000 m³/an, soit un débit de 14 L/s en moyenne (cf. §12.3).

17.1.1.2. Les données de débits disponibles

La visite du captage a été effectuée le 02/11/2011, en période d'étiage sévère (difficulté à remplir les réservoirs). Etant donné la configuration du captage un jaugeage au moulinet en amont du captage n'est pas possible et vu le manque d'eau nous n'avons pas utilisé la bonde de vidange pour faire un jaugeage au seau. Une estimation du débit a été faite à partir de jaugeage au seau au niveau de la cascade principale alimentant le captage, il a été estimé entre 7 et 10 l/s.

Des mesures de débits instantanés au niveau du captage Piton Bleu sont disponibles sur le site de l'Office de L'Eau.

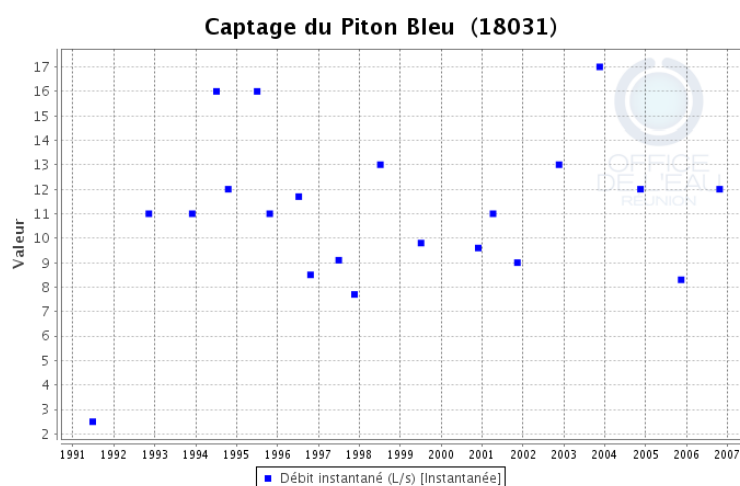


Figure 45 : Débits instantanés mesurés au niveau du captage Piton Bleu entre 1991 et 2006 (source OLE)

D'après le suivi réalisé par l'OLE, le débit disponible au captage Piton Bleu varie entre 2,5 l/s (26/06/1991) et 17 l/s (18/11/2003) selon les données disponibles.

A noter que les mesures sont quasiment toutes réalisées en période de basses eaux.

Le débit diminue durant la saison sèche mais reste important (environ 8 l/s au minimum); Piton Bleu est l'un des principaux captages pour l'alimentation en eau potable de la commune de Cilaos. La majeure partie du débit disponible est généralement captée par l'ouvrage, excepté lors des crues.

17.1.1.3. Débits caractéristiques

Le captage Piton Bleu est situé sur un affluent de la ravine Kerveguen, dans le bassin versant du Bras de Benjoin.

En appliquant la première méthode, au prorata des surfaces des bassins versants, les débits déterminés sont les suivants :

résultats de la 1ère méthode	Piton bleu théorique (L/s) d'après le Grand Bras de Cilaos	Piton bleu théorique (L/s) d'après le Bras de Benjoin
Q jour moy	5	8
DCEmoyen	2	2

En comparant ces résultats avec les données du suivi de l'office de l'eau, ces débits caractéristiques semblent largement sous estimés. En effet le débit minimal mesuré par l'office de l'eau est de 7,7 L/s en date du 19/11/1997. La deuxième méthode a donc été mise en œuvre pour déterminer les débits caractéristiques.

Le débit caractéristique d'étiage a donc été déterminé à partir des mesures de l'Office de l'Eau réalisées au captage en période d'étiage (mesures réalisées uniquement entre les mois d'octobre et décembre sur les données disponibles). Le DCE ainsi déterminé est de l'ordre de 10 L/s, ce qui est cohérent puisque les débits mesurés en novembre 2000 et 2001 (années d'étiages sévère) sont respectivement de 9,6 et 9 L/s. **On retient donc comme DCE moyen 10 L/s.**

Le module de la ravine au captage a ensuite été estimé en conservant le rapport entre DCE et module observé pour le Grand Bras de Cilaos (2^{ème} méthode) et à partir de la part de ruissellement direct des pluies (3^{ème} méthode) puisque les mesures de l'Office de l'Eau sont principalement réalisées en période de basses eaux.

Piton bleu théorique (L/s)		
	2ème méthode	3ème méthode
Q jour moy	33	18
DCEmoyen	10	

Aucune mesure ne permettant de confirmer la vraisemblance d'une de ces deux valeurs, on retiendra un module moyen et celui-ci sera à confirmer ultérieurement par un suivi plus complet des débits au captage.

Les débits caractéristiques retenus, de la ravine au captage Piton Bleu, sont les suivants :

	Piton bleu théorique (L/s)	débit moyen prélevé (L/s)
Q jour moy	26	14
DCEmoyen	10	

17.1.2. Incidence sur la ressource en eau souterraine

17.1.2.1. 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 que 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.

17.1.2.2. 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.

17.1.3. Incidence sur l'écoulement des eaux

17.1.3.1. Modification du profil en long

Le captage Piton Bleu peut constituer une petite zone d'accumulation de blocs (bassin très petit au pied de cascades). La hauteur de parement est de 1,4 m. Il y a peu de risque de montée du niveau d'eau liée à l'ouvrage.

17.1.3.2. Modification du profil en travers

La réalisation du captage et son fonctionnement n'ont aucun impact sur le profil en travers de la ravine.

17.1.3.3. Incidence sur le débit du cours d'eau

Le prélèvement sur le captage Piton Bleu aura une incidence forte sur le débit de la ravine au droit du captage (prélèvement moyen important par rapport aux débits caractéristiques). L'application de la réglementation en matière de débit réservé est discutée au §17.3.

17.2. Incidence des captages sur la continuité écologique

Le captage Piton Bleu se situe sur les remparts du Coteau de Kerveguen, dans la forêt de la Mare à Joseph. Il capte les eaux d'un affluent en rive gauche de la Ravine Kerveguen (Affluent non identifié sur la BD Carthage).

17.2.1. 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 du Grand Bras de Cilaos et la cascade du Cap Noir.

- Continuité biologique en aval immédiat du site

En aval immédiat du captage, aucun écoulement n'a été observé au niveau de la route de Bras Sec.



Figure 46 : Vue du bras capté par la prise du Piton Bleu au niveau de la route de Bras Sec.

- Potentiel biologique en amont du site de captage

En amont du site de captage, le cours d'eau est peu visible, il est sub-vertical compte tenu de la pente du rempart en ce site. **Le potentiel en amont du site de captage est limité par la topographie du site** (rempart).

17.2.2. Inventaire de la faune piscicole

En raison des difficultés d'accès au site et des enjeux minimes sur ce captage (haute altitude, nombreux obstacles naturels), aucun inventaire n'a été réalisé.

Vu l'altitude du captage (1 565 m) et les obstacles situés en aval (cascade Cap Noir, Captage Grand Bras de Cilaos), **seule la chevaquine *A. serrata* est susceptible de coloniser le cours d'eau en amont du captage**. Aucun spécimen n'a été observé par l'Exploitant sourcier de la compagnie exploitant l'ouvrage.

D'autre part, vu l'absence de chevaquine *A. serrata* à proximité sur le site du captage Kerveguen (alt 1 460m, axe de colonisation identique - Grand Bras de Cilaos, Affluent Bras de Benjoin), il apparaît peu probable qu'il y ait un peuplement de chevaquine à ce niveau.

17.2.3. Franchissabilité de l'ouvrage par les peuplements potentiels

Le seuil du captage Piton Bleu ne présente pas d'enjeu de franchissabilité vis-à-vis des peuplements de poissons et de macro-crustacés.

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

L'impact du captage Piton Bleu sur la continuité biologique des peuplements de poissons et de macro-crustacés est synthétisé dans le tableau suivant :

Potentiel habitat aval proche (état actuel)	Nul – à sec
Potentiel habitat amont	Très faible (remparts)
Populations observées	Site non échantillonné. Doute sur la possibilité de présence de <i>A. serrata</i> compte tenu de l'inventaire réalisé sur le captage Kerveguen
Continuité biologique au droit de l'ouvrage	Pas d'enjeu

Tableau 15 : Synthèse de l'impact du captage Piton Bleu sur la continuité biologique des peuplements

Le captage Piton Bleu est situé sur un tronçon où la colonisation est naturellement limitée en aval (chute et assec naturel, captage Irrigation/AEP) et en amont (rempart). Dans ce contexte, et en absence d'enjeu piscicole à ce niveau, le captage Piton Bleu ne présente pas d'impact sur les peuplements de poissons et macro-crustacés.

17.3. Application de la réglementation en matière de débits réservés

17.3.1. 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)
Piton Bleu	25	10	2,5

A la vue des faibles incidences et de l'absence d'impact sur les peuplements de poissons et de macro-crustacés indigènes, il n'est pas proposé la mise en place de débit minimum biologique.

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

Faisant suite à l'analyse des enjeux et des incidences dans le cadre du présent dossier, la commune s'engage à la mise en place du débit réservé, à l'aval du captage Piton Bleu, pour un débit plancher de 2,5 L/s.

18. 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.

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

19.1. 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.

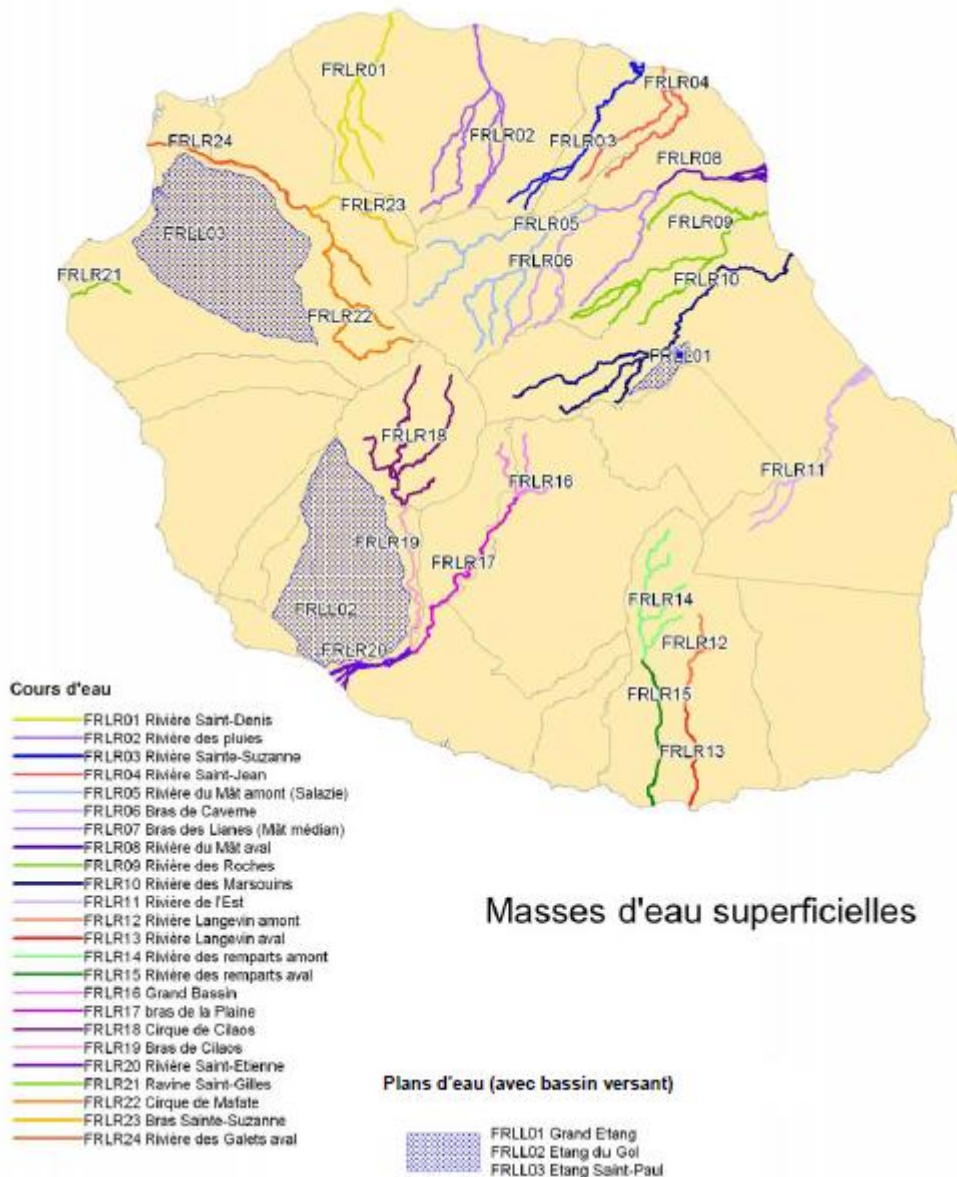


Figure 47 : Cartographie des Masses d'eau superficielle

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 Cilaos Ville et de Mare Sèche

66809 B – Volume 2

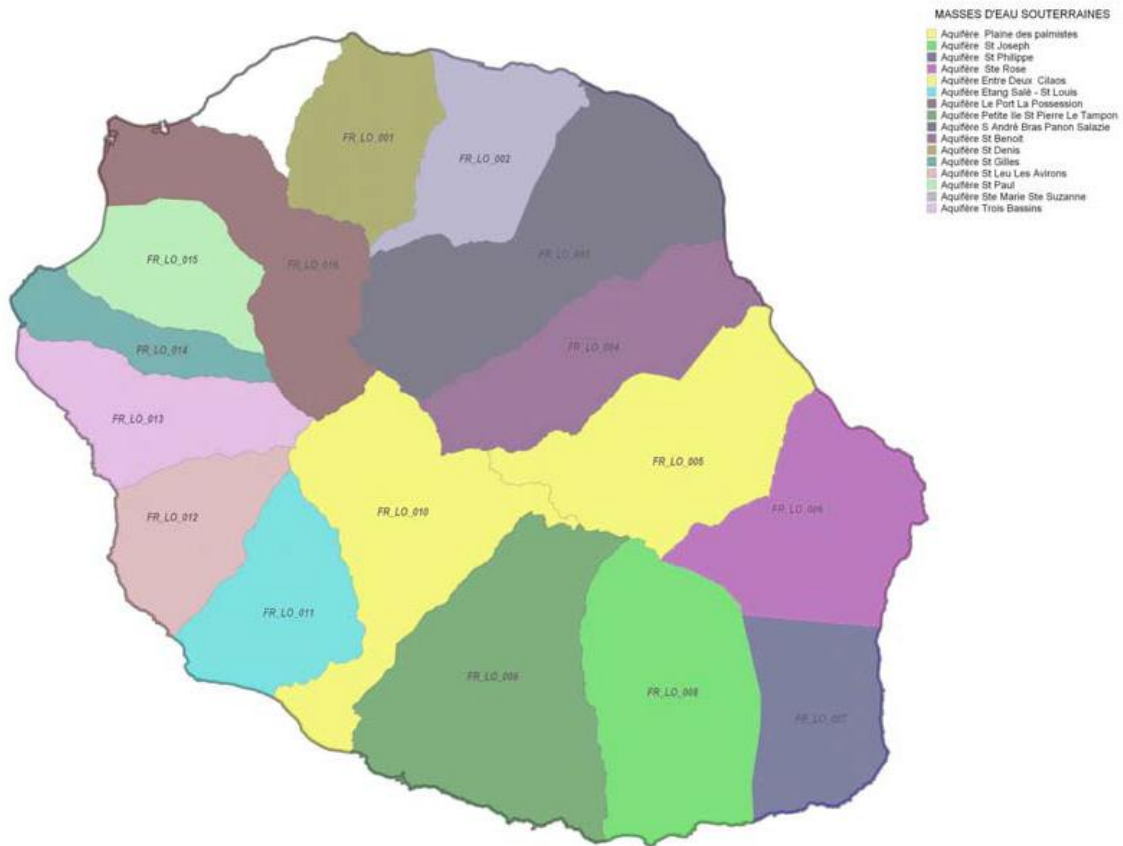


Figure 48 : Cartographie des masses d'eau souterraine

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 :

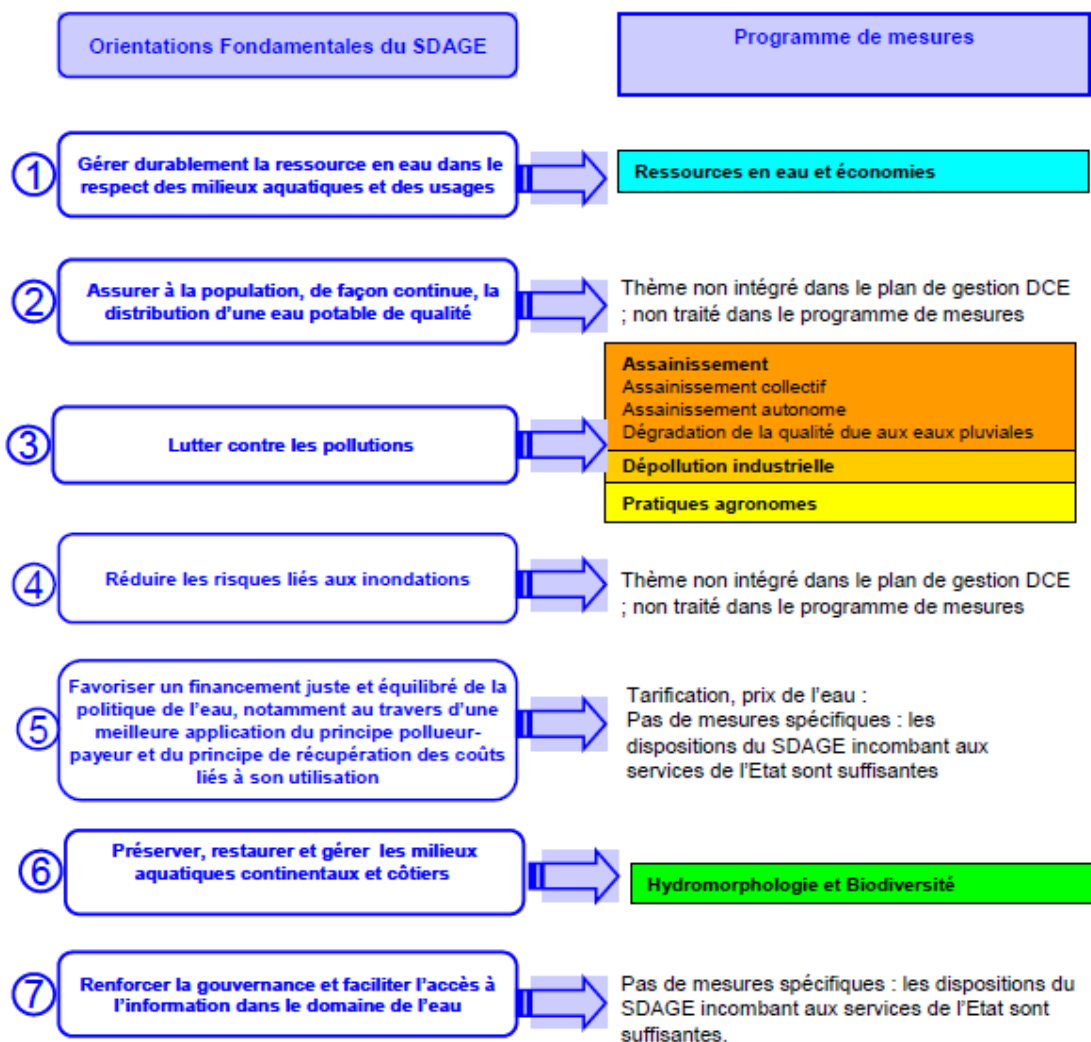


Figure 49 : Orientations fondamentales du SDAGE et programme de mesures

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 :

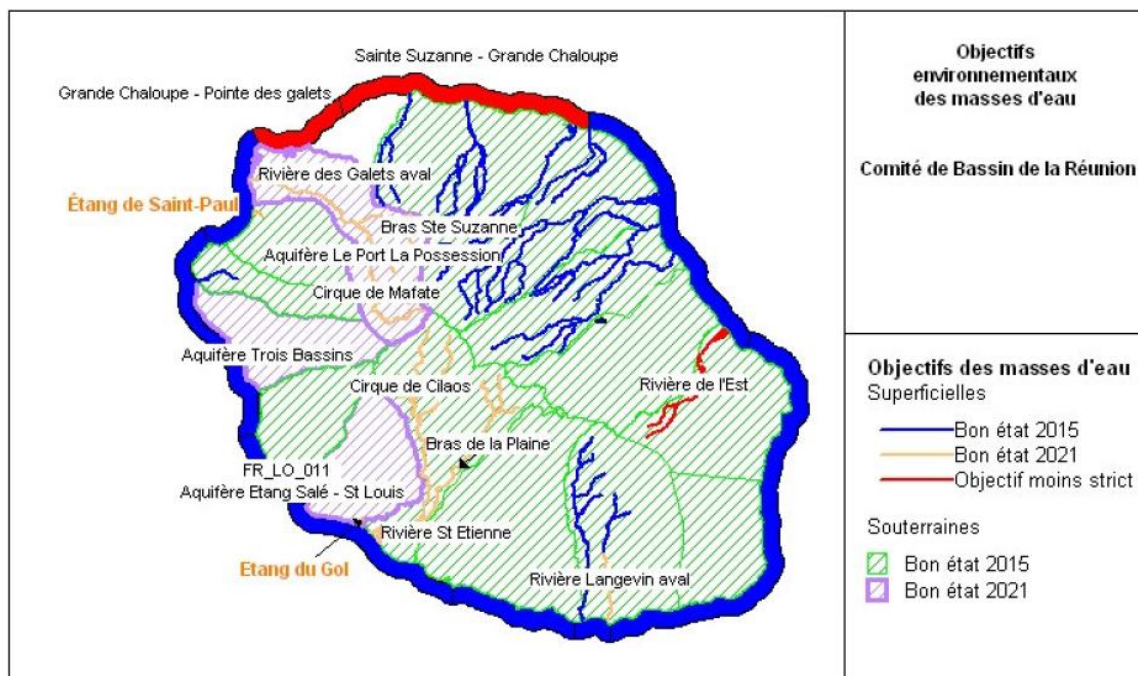


Figure 50 : Objectifs environnementaux d'état global des masses d'eau superficielles et souterraines

19.2. 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.

19.3. 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 Avirons, 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 Avirons et la ravine du Cap).

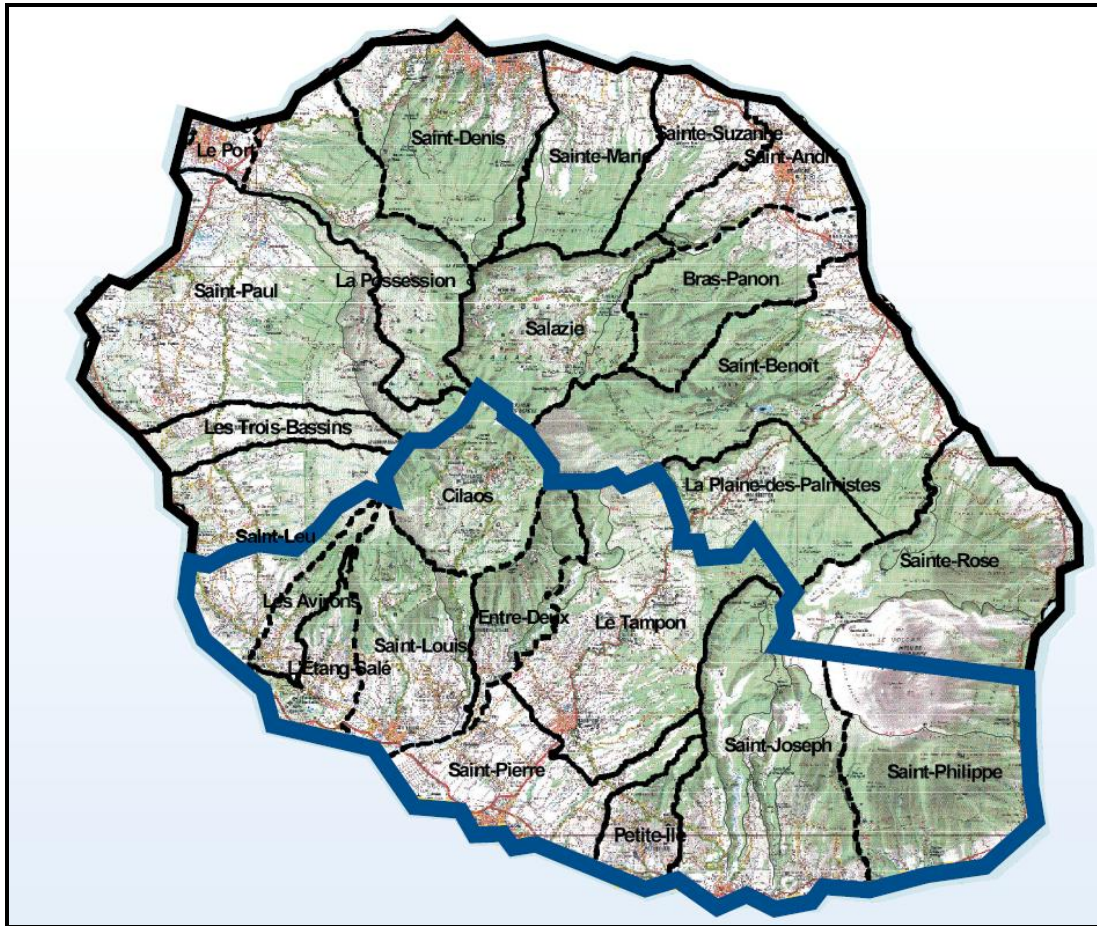


Figure 51 : Le SAGE SUD à la Réunion

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

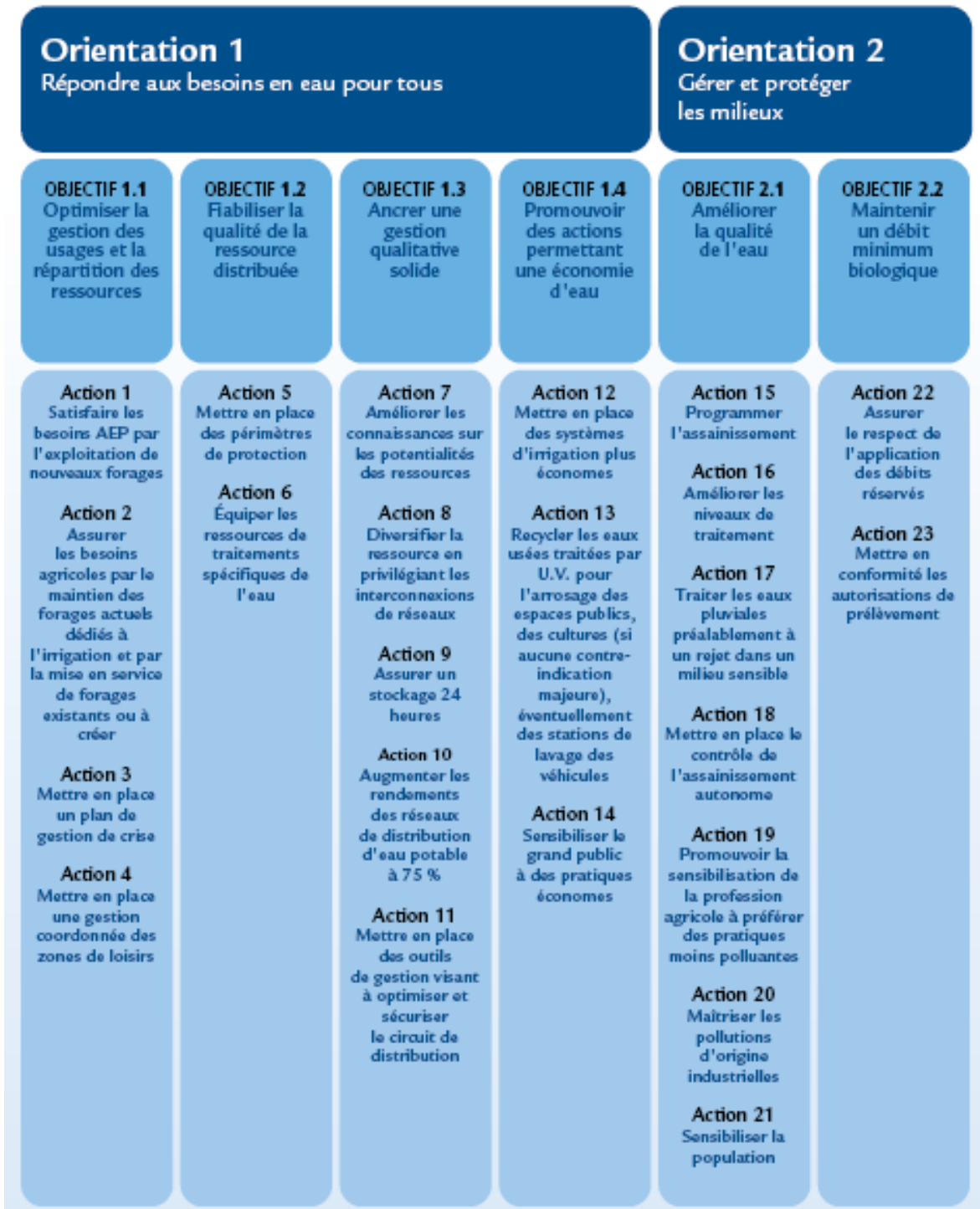
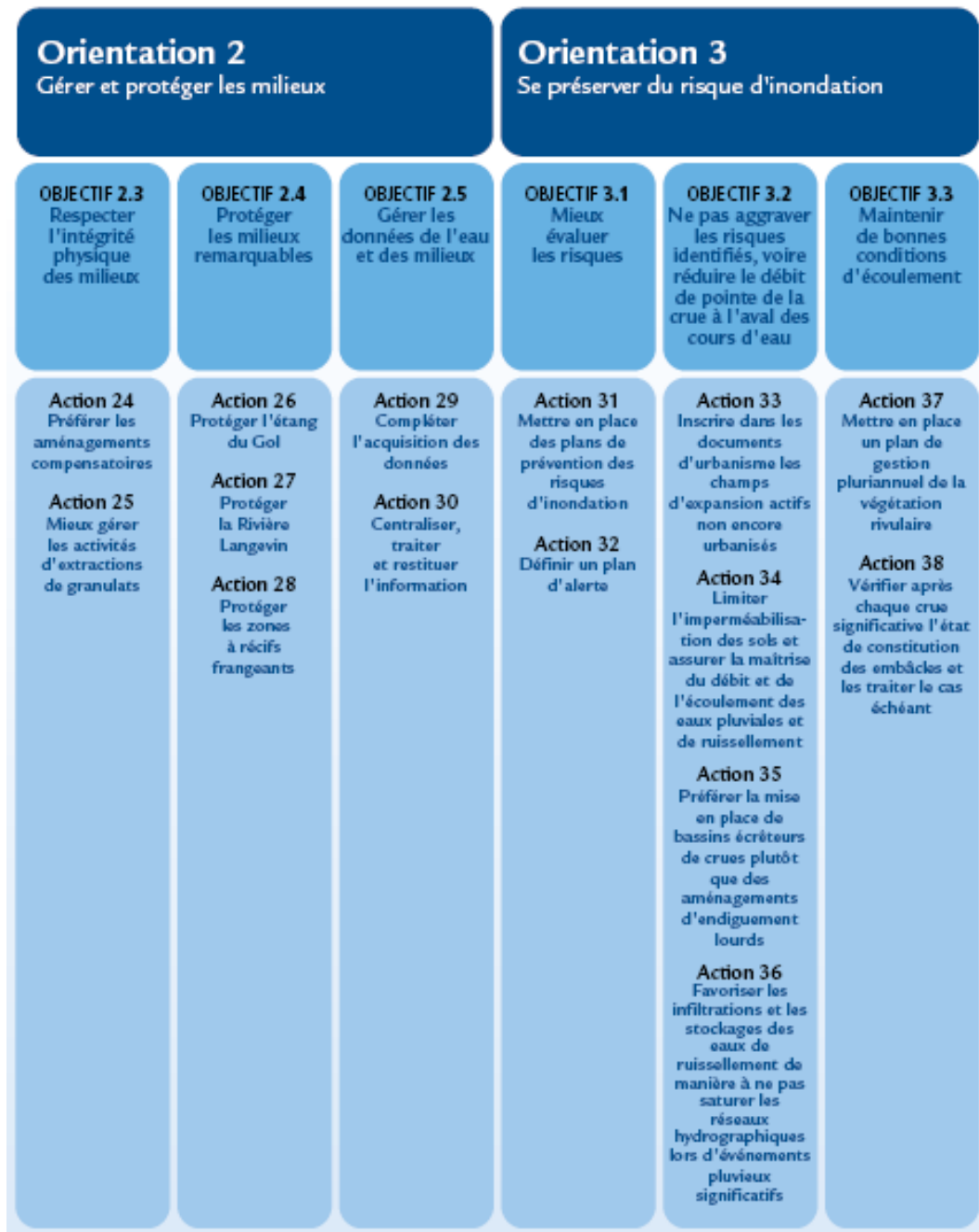


Figure 53 : Programme d'actions des orientations du SAGE SUD (2/2)



20. 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 compteur sur les conduites de départ des captages, ou à minima à l'entrée des réservoirs.

Pour le secteur de Cilaos Ville, à minima, un compteur sera donc installé au niveau du réservoir de « la Réserve » (ou au « 2000 » le cas échéant) et un à l'entrée de la Bâche Prudent, dans un délai de 1 an à partir de l'arrêté préfectoral.

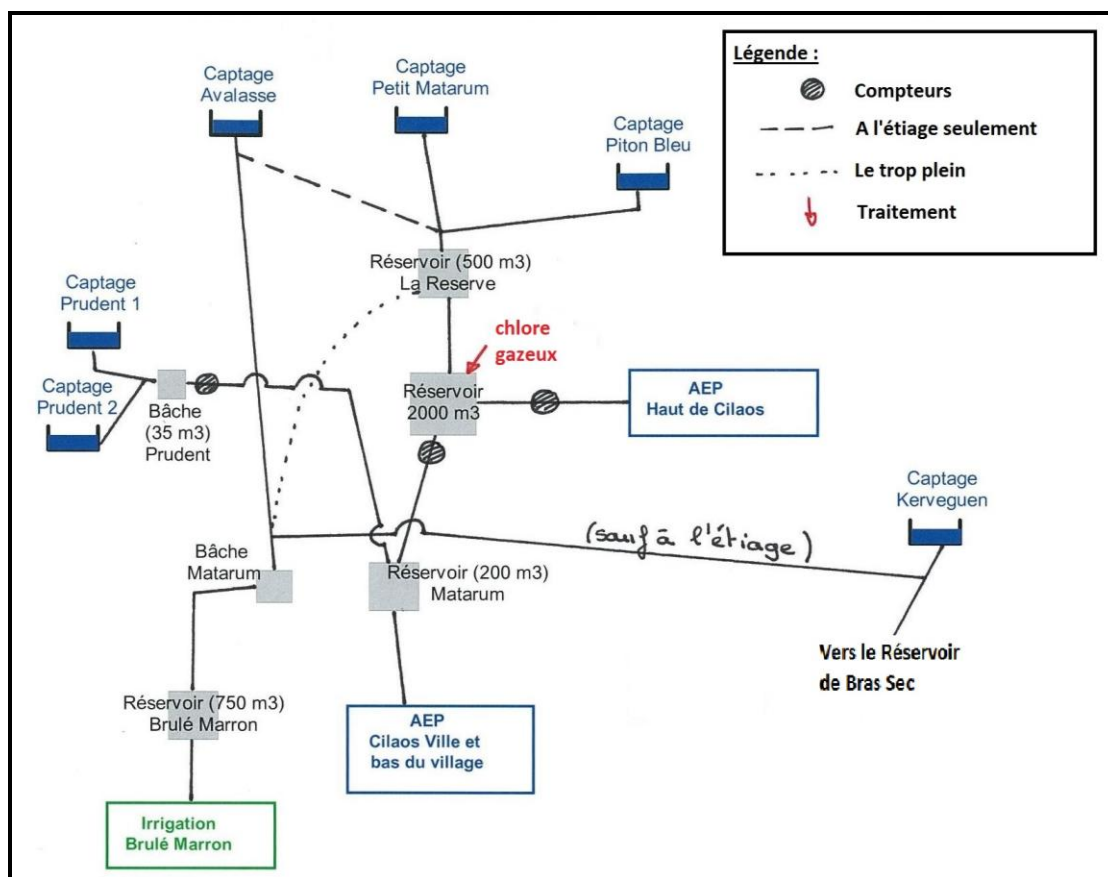


Figure 54 : Extrait du synoptique du réseau de Cilaos, sur le secteur de Cilaos Ville et Mare Sèche.

Afin de préciser les débits caractéristiques, 3 mesures par jaugeage ponctuel seront effectuées chaque année (débit capté/débit résiduel) sur cinq années consécutives. Afin de caractériser la ressource à différentes périodes du cycle hydrologique :

- Fin avril : fin de saison des pluies
- Juin : début de période de tarissement et pluies d'hiver
- Septembre – Octobre : étiage

Les données brutes seront transmises annuellement à la DEAL et une synthèse interannuelle sera

effectuée au bout de 3 ans afin de valider les estimations des débits caractéristiques proposés.

Planning prévisionnel à partir de l'autorisation :

- Sous 1 an : étude de faisabilité d'implantation de compteurs (par la RECIL) et mise en place des compteurs
- Sous 2 ans : étude de faisabilité technique et économique de la mise en place des ouvrages de restitution des débits réservés
- Sous 5 ans : travaux de mise en place des ouvrages de restitution 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.

21. Conclusion sur l'incidence des prélèvements et les débits réservés

Comme indiqué au § 9.4, 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'aménée et de fuite ».

L'étude d'incidence conclut à un enjeu nul pour les peuplements de poissons et de macro crustacés. **Selon cette étude, il n'existe pas d'enjeu nécessitant d'imposer un débit minimal biologique sur les cours d'eau à l'aval des captages**

Si un débit minimal (débit plancher = $1/10^{\text{ème}}$ du module) devait être appliqué à chaque captage, il s'agirait de débits, pour certains, très faibles, qui sont rappelés ci-dessous :

Captages	Module de la ravine estimé au captage (en l/s)	Débit minimal (l/s)
Petit Matarum (amont et aval)	61	6
Avalasse	7	0,7
Prudent 1	48	Sans objet, ce captage n'est pas sur un cours d'eau
Prudent 2	19	2
Piton Bleu	26	3

Il faut remarquer que, pour des ouvrages dont le débit de restitution est inférieur à 5 L/s, il est difficilement envisageable de réaliser des dispositifs résistant aux crues et permettant de garantir le respect de la précision des débits à restituer.

Ainsi, étant donné l'absence d'enjeu biologique et la faiblesse des débits à restituer vis-à-vis des difficultés techniques de mise en œuvre des débits réservés (aménagement des ouvrages et dispositifs de contrôle), il est proposé de mettre en place un dispositif constitué d'un simple jeu de vanne au niveau des captages. En revanche des moyens de comptage seront installés de façon à obtenir un suivi des débits prélevés.

Une étude de faisabilité sera engagée pour évaluer les dispositifs à mettre en œuvre sur les conduites de départ des captages en prenant en compte l'absence d'alimentation électrique, et la vulnérabilité des ouvrages. A ce jour en l'absence de cette étude de faisabilité, des moyens de comptage seront à minima installés à l'entrée des réservoirs.

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.

*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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

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

- A – Captage Matarum amont et aval
- B – Captage Avalasse
- C – Captage Prudent 1 et 2
- D – Captage Piton Bleu

*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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

Annexe 1-A
Analyses sur l'eau brute des captages Matarum Amont et Aval
(prélèvement fait au niveau de Matarum aval)

(34 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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

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

(14 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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

Annexe 1-C
Analyses sur l'eau brute des captages Prudent 1 et Prudent 2

(58 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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

Annexe 1-D
Analyses sur l'eau brute du captage Piton Bleu

(30 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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

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

- A – Captage Matarum amont et aval
- B – Captage Avalasse
- C – Captage Prudent 1 et 2
- D – Captage Piton Bleu

*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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

Annexe 2-A
Captages Matarum Amont et Aval – avis n°HA/DLEB/2013-04-28 du
28 avril 2013

(34 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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

Annexe 2-B
Captage Avalasse – Avis n° HA/DLEB/2013-01-31 du 31 janvier 2013

(30 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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

Annexe 2-C
Captages Prudent 1 et Prudent 2 – Avis n°HA/DLEB/2013-04-29 du 29
avril 2013

(40 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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

Annexe 2-D
Captage Piton Bleu – Avis de l'hydrogéologue agréé de 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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

Annexe 4. Analyses de la qualité des eaux produites et distribuées sur le secteur de Cilaos Ville et Mare Sèche

(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 Cilaos Ville et de Mare Sèche*

66809 B – Volume 2

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 Cilaos Ville et de Mare Sèche

Numéro et indice de version : 66809B – Volume 2

Date d'envoi : Décembre 2015

Nombre d'annexes dans le texte : 4

Nombre de pages : 141

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