

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 – Notice explicative

Décembre 2015

66809 / B – Volume 1

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



1. Contexte

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

Les captages sont :

Captage	Bassin versant	Secteur desservi
Petit Matarum (amont et aval)	Bras de Benjoin	Cilaos
Piton Bleu	Bras de Benjoin	
Avalasse	Bras Rouge	
Prudent 1	Bras Rouge	
Prudent 2	Bras Rouge	
Kerveguen	Bras de Benjoin	Bras sec et Peter Both
Bras Morel	Bras de Benjoin	
Le cœur	Bras de Benjoin	
Calumets Bas	Petit Bras de Cilaos	Palmiste Rouge
Calumets Haut	Petit Bras de Cilaos	Palmiste Rouge et ilet à Calebasses
Calumets Haut +	Petit Bras de Cilaos	Palmiste Rouge et ilet à Calebasses
Bras de la vierge	Bras de Saint Paul	Ilet à Cordes
Fleurs Jaunes	Bras Rouge	
Fleurs Jaunes hauts	Bras Rouge	
<i>Gueule rouge</i>	<i>Bras de Cilaos</i>	<i>Irrigation de Peter Both</i>

Tableau 1 : Détails des captages AEP de la commune de Cilaos et secteur d'alimentation

La commune suit ainsi les procédures en vue des demandes d'autorisation :

- de prélèvement au titre du **Code de l'Environnement** : articles L214-1 à L214-6, et articles R214-1 et suivants, qui définissent notamment la rubrique concernée (R214-1), et la constitution du dossier de demande d'autorisation (R-214-6) ;
- de distribution au titre du Code de la Santé Publique, articles R.1321-6 à R.1321-12 et R.1321-42.

Le présent dossier constitue 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.

La demande d'autorisation est présentée en différents volumes, correspondant aux différents secteurs de distribution :

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

- Secteur d'Ilet à Cordes.

Les prélèvements sont gravitaires pour tous les captages. La demande d'autorisation de prélèvement est effectuée pour les volumes suivants :

Secteur de distribution	Captage	Bassin versant	Indice National	Volumes⁽¹⁾ prélevés par captages	Volumes⁽²⁾ faisant l'objet de la demande de prélèvement
Cilaos Ville et Mare Sèche	Petit matarum (amont et aval)	Bras de Benjoin	1226-8X-0032 (AM)	675 200 m ³ /an	1 350 500 m ³ /an
			1226-8X-0046 (AV)		
	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		
Bras Sec et Peter Both	Kerveguen	Bras de Benjoin	1227-5X-0001	153 300 m ³ /an	511 000 m ³ /an
	Bras Morel	Bras de Benjoin	1227-5X-0045	255 500 m ³ /an	
	Le cœur	Bras de Benjoin	1227-5X-0018	102 200 m ³ /an	
	Gueule rouge	Bras de Cilaos	1228-4X-0038	28 500 m ³ /an	28 500 m ³ /an
Palmiste Rouge Ilet à Calebasse	Calumets Bas	Petit Bras de Cilaos	1228-4X-0035	420 000 m ³ /an	867 000 m ³ /an
	Calumets Haut	Petit bras de Cilaos		377 000m ³ /an	
	Calumets Haut +	Petit bras de Cilaos		70 000m ³ /an	
Ilet à Cordes	Bras de la vierge	Bras de Saint Paul	1228-4X-0040	577 300 m ³ /an	728 500 m ³ /an
	Fleurs Jaunes aval	Bras Rouge	1226-8X-0058	71 300 m ³ /an	
	Fleurs Jaunes amont	Bras Rouge		79 600 m ³ /an	
					3 485 500 m³/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

Tableau 2 : Liste des captages AEP de la commune de Cilaos et volumes faisant l'objet de la demande d'autorisation au titre du Code de l'Environnement

Ces volumes sont basés sur les volumes prélevés historiquement par ces captages.

Les volumes prélevés sont mesurés au niveau des réservoirs et non au niveau des captages, et, parfois, le compteur se situe sur une arrivée de différents captages. Les volumes demandés sont donc indiqués par secteur de distribution et les volumes par captage ont été estimés d'après la connaissance des captages des agents de la RECIL (REgie de CILaos).

Sommaire

	Pages
1. CONTEXTE.....	1
NOTICE EXPLICATIVE	7
2. IDENTIFICATION DU DEMANDEUR.....	9
2.1. NOM ET ADRESSE	9
2.2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE.....	9
2.3. POPULATION ACTUELLE ET PREVISIONS.....	10
3. SITUATION DES CAPTAGES.....	11
3.1. RESSOURCES EN EAU	11
3.2. COORDONNEES DES CAPTAGES	12
3.3. SITUATION DANS LE PARC NATIONAL.....	14
4. PRESENTATION DE L'AEP DE CILAOS	15
4.1. SCHEMA DE PRINCIPE DE L'AEP DE LA COMMUNE	15
4.2. INSERTION DES CAPTAGES.....	17
4.3. BESOINS EN EAU ACTUELS ET FUTURS.....	18
4.3.1. Production.....	18
4.3.2. Consommation.....	20
4.3.3. Rendement du réseau.....	21
4.4. ADEQUATION BESOINS / RESSOURCES	22
4.4.1. Précision des besoins.....	22
4.4.2. Ressources.....	23
4.5. ENTRETIEN DU RESEAU.....	24
4.6. QUALITE DE L'EAU	25
4.6.1. Qualité de la ressource captée.....	25
4.6.2. Qualité de l'eau produite et distribuée.....	25
5. CONTEXTE NATUREL	26
5.1. MASSE D'EAU	26
5.2. HYDROGRAPHIE.....	26
5.3. GEOLOGIE, MORPHOLOGIE, PEDOLOGIE	28
5.4. HYDROGEOLOGIE.....	29
5.5. HYDROLOGIE	30
5.5.1. Analyse du fonctionnement hydrologique du Bras de Cilaos.....	31
5.5.2. Résultats de la modélisation Pluie / Débit pour le Bras de Cilaos.....	32
5.6. CONTEXTE PISCICOLE SUR LE BASSIN VERSANT DU BRAS DE CILAOS.....	34
5.6.1. Rappel sur le cycle de vie des espèces de poissons et de macro-crustacés indigènes.....	34
5.6.2. Etat des peuplements du bassin versant – données bibliographiques.....	35
5.6.3. Principaux obstacles naturels et anthropiques à la continuité biologique sur le bassin de la rivière du Bras de Cilaos	36
5.6.4. Synthèse du contexte général des sites de captages de l'étude	40
6. RUBRIQUES DE LA NOMENCLATURE CONCERNEES	41
6.1. CODE DE L'ENVIRONNEMENT	41
6.2. CODE DE LA SANTE PUBLIQUE	43
6.2.1. Utilisation de l'eau captée pour la consommation humaine	43
6.2.2. Protection des eaux destinées à la consommation humaine	44

7.	SYNTHESES DES ENGAGEMENTS DE LA COMMUNE	45
7.1.	AMENAGEMENTS ET ACTIONS QUE LA COMMUNE S'ENGAGE A REALISER SUR L'ENSEMBLE DU RESEAU DE CILAOIS	45
7.2.	ESTIMATION DES DEPENSES.....	46
7.2.1.	Secteur de Cilaos Ville et de Mare Sèche	46
7.2.2.	Secteur de Bras Sec et Peter Both	47
7.2.3.	Secteur de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses	48
7.2.4.	Secteur d'Ilet à Cordes	49
7.2.5.	Total.....	50
7.3.	CONCLUSIONS SUR L'INCIDENCE DES PRELEVEMENTS ET LES DEBITS RESERVES.....	50
7.3.1.	Proposition afin d'améliorer la connaissance du milieu naturel	51
7.3.2.	Secteur de Cilaos Ville et Mare Sèche	51
7.3.3.	Secteur de Bras Sec et Peter Both	52
7.3.4.	Secteur de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses	52
7.3.5.	Secteur d'Ilet à Cordes	53
7.3.6.	Conclusion	53

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Localisation de la commune de Cilaos	9
Figure 2 :	Carte de localisation des captages de la commune de Cilaos	13
Figure 3 :	Carte de situation des captages AEP de la commune de Cilaos faisant l'objet de la demande de régularisation au titre du Code de l'Environnement, par rapport au PN	14
Figure 4 :	Synoptique du réseau de la commune de Cilaos	16
Figure 5 :	Répartition par groupes de captages des volumes annuels produits (en m ³), entre 2005 et 2012	19
Figure 6 :	Evolution des volumes mensuels produits par secteur en 2012	20
Figure 7 :	Répartition des volumes annuels consommés (en m ³) par secteur, entre 2005 et 2011	21
Figure 8 :	Schématisation du réseau	23
Figure 9 :	Situation générale du bassin versant du Bras de Cilaos	27
Figure 10 :	Carte géologique du cirque de Cilaos.....	28
Figure 11 :	Localisation des captages AEP au sein du bassin versant du Grand Bras de Cilaos	33
Figure 12 :	Vue panoramique de Cilaos depuis la RN5 (sortie tunnel).	34
Figure 13 :	Captage du Grand Bras de Cilaos	37
Figure 14 :	Captage du Petit Bras de Cilaos.....	37
Figure 15 :	Cascade du Cap Noir, Bras de Benjoin, alt 750m environ	37
Figure 16 :	Très jeunes stades d'anguilles en montaison sur des parois verticales utilisant leurs tensions superficielles et les « micros » rugosités du substrat (photos OCEA – Réunion).....	39
Figure 17 :	Chevaquine A. serrata en « marche » hors de l'eau	39
Figure 18 :	Vue de la ventouse pelvienne chez S. lagocephalus (© ARDA).....	39

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Détails des captages AEP de la commune de Cilaos et secteur d'alimentation	1
Tableau 2 :	Liste des captages AEP de la commune de Cilaos et volumes faisant l'objet de la demande d'autorisation au titre du Code de l'Environnement	2
Tableau 3 :	Evolution de la population de la commune de Cilaos (source INSEE)	10
Tableau 4 :	Coordonnées des captages exploités par la commune de Cilaos (source BSS InfoTerre et géoréférencement par Géo-austral en 2015).....	12
Tableau 5 :	Nombres d'abonnés desservis par les différents réservoirs du réseau de distribution de Cilaos	15
Tableau 6 :	Volumes annuels produits (en m ³)	18
Tableau 7 :	Volumes annuels distribués (en m ³) sur chaque secteur, entre 2005 et 2011.....	20
Tableau 8 :	Calcul des rendements par secteur de distribution pour l'année 2011	21
Tableau 9 :	Evolution des rendements du réseau de distribution entre 2005 et 2011	21
Tableau 10 :	Débits caractéristiques des principaux cours d'eau pérennes du Cirque de Cilaos	31
Tableau 11 :	Débits caractéristiques du bassin versant du Petit Bras de Cilaos	32

*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
Notice explicative*

66809 B – Volume 1

Tableau 12 : Tableau récapitulatif des valeurs de débits caractéristiques (m ³ /s) obtenues par simulation au droit des différents bassins versants sur la période 1986/2000	32
Tableau 13 : Positionnement des stations d'inventaires réalisés en 2010 / 2011 sur le bassin du Bras de Cilaos	35
Tableau 14 : Expertise de la qualité du peuplement de poissons et de macro-crustacés sur le bassin versant du Bras de Cilaos sur la période 2000-2009, d'après données disponibles. 0 à 2 : mauvais état, 3 à 5 : état médiocre, 6 à 8 : état moyen, 9 à 11 : bon état, 12 à 15 : très bon état (données ARDA, CNRS-Univ. Lyon 1, OLE, FEDER, DEAL, ONEMA, Août 2010, étude conception d'indices de bio-évaluation de la qualité écologique des rivières de l'île de La Réunion à partir des poissons et macro-crustacés. n.e. : non échantillonné).....	35
Tableau 15 : Principaux obstacles naturels et anthropiques à la continuité biologique observés sur la masse d'eau Cirque de Cilaos (FRLR18) en aval des captages étudiés.	36
Tableau 16 : Franchissabilité des obstacles Captages Petit et Grand Bras de Cilaos et de la cascade du Bras Noir pour les peuplements de poissons et de macro-crustacés (étude continuité écologique DEAL 2011, 2 : barrière potentielle à impacts modérés, 3 : barrière à fort impact, 4 : barrière totale ou quasi-totale, h.l. : hors limite de colonisation).	38

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Carte de localisation des captages et ouvrages de stockages (source SAPHIR, 2011)

Annexe 2. Commune de Cilaos - Service public de l'eau potable – compte rendu technique et financier – exercice 2012

NOTICE EXPLICATIVE

*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
Notice explicative*

66809 B – Volume 1

2. Identification du demandeur

2.1. Nom et adresse

Commune de Cilaos
Mairie de Cilaos
66, rue du Père Boiteau
97413 CILAOS

N°SIRET : 219-740-248 00014
APE : 8411Z (Administration publique générale)

2.2. Localisation géographique

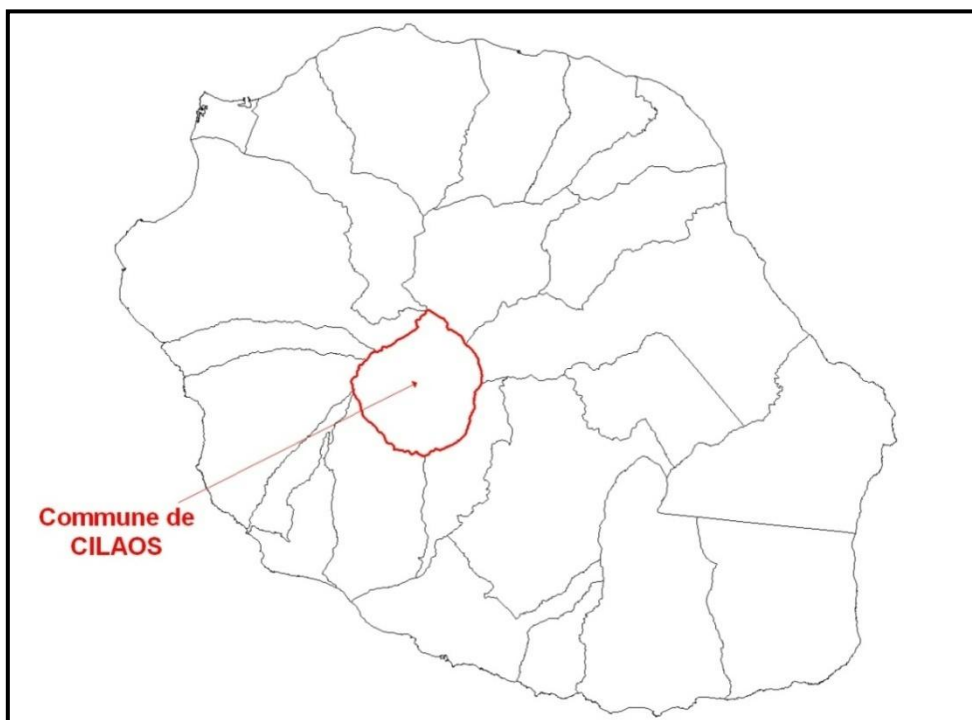


Figure 1 : Localisation de la commune de Cilaos

Cilaos se situe au centre du département de la Réunion, dans le cirque naturel du même nom, dans la partie sud du massif du Piton des Neiges. La commune de Cilaos couvre une surface d'environ 8 440 ha.

Les communes limitrophes sont Les Avirons, L'Entre Deux, Saint-Benoît, Saint-Leu, Saint-Louis, Saint-Paul, Salazie et Trois Bassins.

2.3. Population actuelle et prévisions

Année	1981	1990	1999	2006	2007	2008	2010	2012
habitants	5735	5856	6115	5838	5796	5994	5796	6088

Tableau 3 : Evolution de la population de la commune de Cilaos (source INSEE)

On constate que la population de la commune de Cilaos est restée relativement stable au cours des 30 dernières années, elle est en moyenne de 5 902 habitants, soit une densité de population proche de 70 hab/km² (72.13 hab/km² en 2012).

Des lotissements et une ZAC sont actuellement en projet ou en cours de réalisation :

- lotissement Matarum : 64 logements (inachevé)
- lotissement des Tuyas : 31 logements (achevé en 2011, en cours de location)
- la ZAC Rolland Garros : 28 logements privés et 15 logements sociaux (en projet)

La population devrait donc augmenter au cours des années à venir. L'augmentation globale, d'après les projets de construction en cours, peut être estimée à 500 habitants (moyenne de 3 habitants par logement).

Il n'existe pas de donnée précise sur la population touristique, toutefois, la mairie donne comme ordre de grandeur 400 000 touristes par an. En effet, Cilaos compte 2 000 lits avec les gîtes et les hôtels et le taux de remplissage est donné à 70 % tout confondu et en moyenne sur l'année.

La population globale de Cilaos peut donc être estimée à l'heure actuelle à 6 100 résidents et 1 400 touristes/jour en moyenne, soit un total de 7 500 habitants.

Dans les années à venir, avec l'occupation des projets de lotissements et la ZAC en cours, la population pourrait atteindre 8 000 habitants (population touristique moyenne incluse).

3. Situation des captages

3.1. Ressources en eau

Pour sa production d'eau potable, la commune de Cilaos dispose de 14 points de captage, qui sont des prises d'eau d'origine superficielle (prises d'eau en ravine / rivière).

Chaque captage est associé à l'alimentation d'un secteur de la commune. Certains captages peuvent alimenter un deuxième secteur de distribution.

Les secteurs de distribution et les captages qui les alimentent sont les suivants :

- *Secteur de Cilaos Ville et Mare Sèche :*
 - Captage en rivière de Petit Matarum
 - Captage en rivière de Piton Bleu
 - Captage en rivière de Avalasse
 - Captage en rivière de Prudent 1
 - Captage en rivière de Prudent 2
 - Captage en rivière de Kerveguen (commun avec Bras Sec)

- *Secteur de Bras Sec et Peter Both:*
 - Captage en rivière de Bras Morel
 - Captage en rivière de Le Cœur
 - Captage en rivière de Kerveguen (commun avec Cilaos)
 - Captage en rivière de Gueule Rouge (pour l'irrigation de Peter Both uniquement)

- *Secteur de Palmiste Rouge :*
 - Captage en rivière du Bras des Calumets Bas
 - Captage en rivière du Bras des Calumets Haut (commun avec Ilet à Calebasses)
 - Captage en rivière du Bras des Calumets Haut⁺ (projet de raccordement AEP)

- *Secteur d'Ilet Calebasses et Ilet Fougères :*
 - Captage en rivière du Bras des Calumets Haut (commun avec Palmiste Rouge)

- *Secteur d'Ilet à Cordes :*
 - Captage en rivière du Bras de la Vierge
 - Captage en rivière de Fleurs Jaunes Aval
 - Captage en rivière de Fleurs Jaunes Amont

Les captages sont localisés sur la carte présentée à la Figure 2.

3.2. Coordonnées des captages

Afin de lever les incertitudes sur les coordonnées des captages, celles-ci ont fait l'objet d'un relevé de terrain en 2015. Ces coordonnées sont présentées dans le tableau suivant.

Captages	n° BSS	dans le parc	coordonnées BSS (RGR 92)			Coordonnées relevées (RGR 92)		
			X	Y	Z	X	Y	Z
Petit Matarum (AM)	12268X0032	oui	342398	7664443	1740	342 395	7 664 405	1 702
Petit Matarum (AV)	12268X0046	oui	342158	7664185	1600	342 158	7 664 192	1 583
Piton Bleu	12268X0031	oui	343944	7663650	1565	343 939	7 663 651	1 568
Avalasse	12268X0087	oui	341792	7664196	1560	341 815	7 664 246	1 592
Prudent 1	12268X0066	non	341234	7662711	1150	341 246	7 662 718	1 148
Prudent 2	12268X0067	non	341227	7662573	1176	341 236	7 662 592	1 155
Kerveguen	12275X0035	Oui / en limite	344063	7662811	1470	344 078	7 662 846	1 468
Bras Morel	12275X0045	oui	344493	7662447	1570	344 496	7 662 448	1 528
Le Cœur	12275X0018	oui	344558	7662290	1600	344 510	7 662 325	1 545
Calumets Bas	12284X0035	Oui / en limite	342957	7658667	970	342 935	7 658 683	977
Calumets Haut		oui				343 035	7 658 941	1 016
Calumets Haut +		oui				343 232	7 659 475	1 121
Fleur Jaunes Bas	12268X0058	oui	338536	7662700	1350	338 466	7 662 689	1 345
Fleur Jaunes Haut		oui				338 327	7 662 819	1 374
Bras de la Vierge	12284X0040	oui	336150	7661252	1200	336 085	7 661 336	1 225
Gueule Rouge	12284X0038	non	341996	7660012	1040	341 996	7 660 008	1 099

Tableau 4 : Coordonnées des captages exploités par la commune de Cilaos (source BSS InfoTerre et géoréférencement par Géo-austral en 2015)

3.3. Situation dans le Parc National

Selon les coordonnées des captages, issues de la Banque de données du Sous-Sol (BSS) ou leurs coordonnées corrigées, mis à part les captages **Prudent 1 et 2** et le captage **Gueule Rouge**, tous les autres captages sont localisés dans le cœur du Parc National de la Réunion.

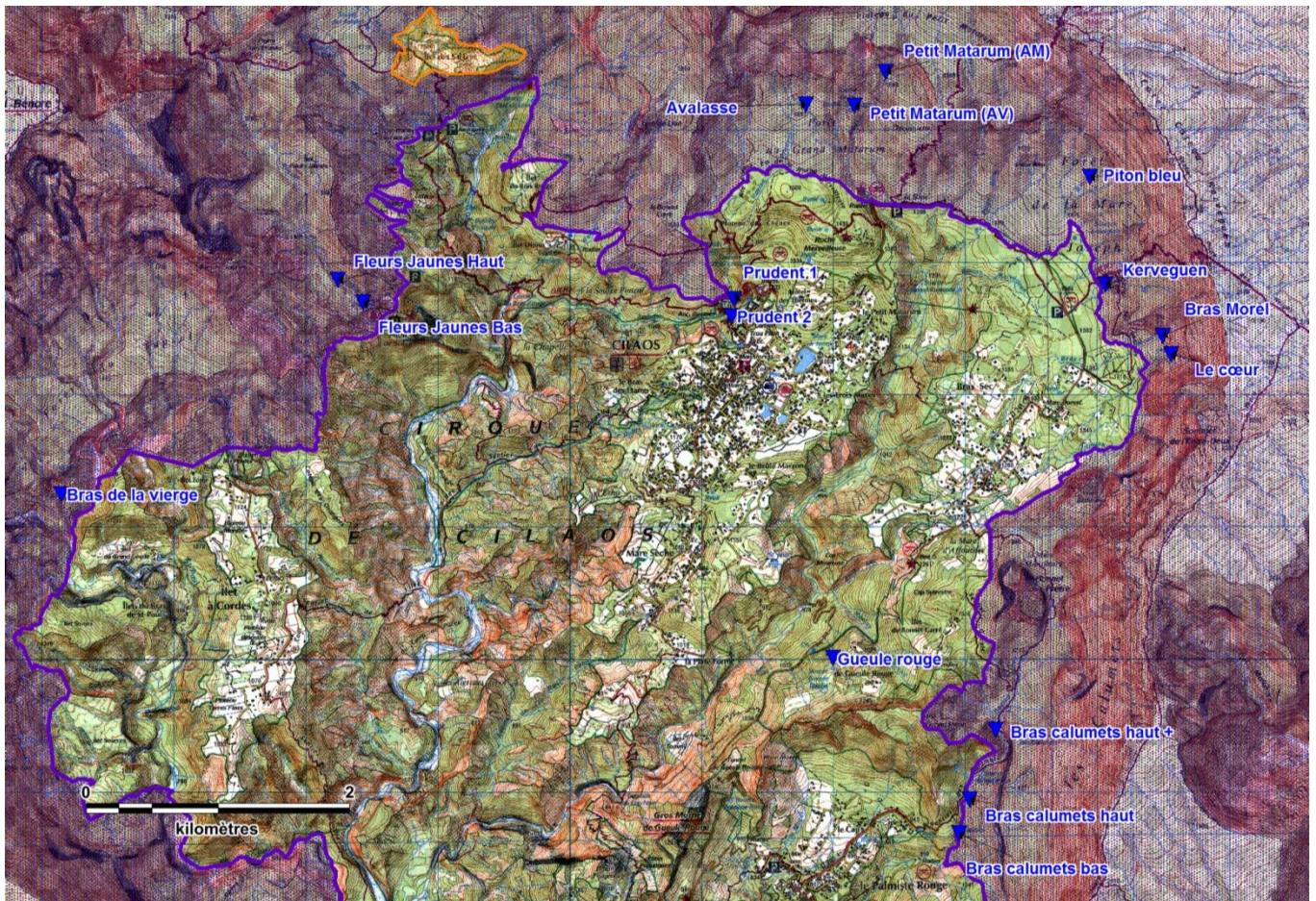


Figure 3 : Carte de situation des captages AEP de la commune de Cilaos faisant l'objet de la demande de régularisation au titre du Code de l'Environnement, par rapport au PN

Le décret n° 2007-296 du 05 mars 2007 créant le Parc National de la Réunion, ne précise pas le devenir des captages d'eau potable existants à la création. Pour rappel, la section II - Règles relatives aux travaux – Article 9. II –indique que « Peuvent être autorisés, en application et selon les modalités du 1° du I de l'article L. 331-4 du Code de l'Environnement, par le directeur de l'établissement public du parc les travaux, constructions et installations : [...] 4°) Relatifs aux captages destinés à l'alimentation en eau des constructions ou installations autorisées dans le cœur du parc national. »

4. Présentation de l'AEP de Cilaos

La présentation de l'AEP de la commune précise l'insertion des captages dans le réseau communal (Ressources et captages présentés au §3) et décrit les besoins en eau actuels et futurs, ainsi que leur adéquation. Le réseau AEP est notamment décrit à travers un schéma de principe.

Jusqu'au 1^{er} avril 2012, la commune de Cilaos avait délégué le service d'alimentation en eau potable à la société SAPHIR dans le cadre d'un contrat d'affermage. Les données d'exploitation sont issues des derniers rapports annuels du délégataire¹. Depuis le 1^{er} avril 2012, la collectivité est passée en régie pour la gestion de l'eau potable.

La commune de Cilaos n'est pas dotée de Schéma Directeur AEP. Il n'y a donc pas de données relatives aux besoins et ressources en eau futurs.

4.1. Schéma de principe de l'AEP de la commune

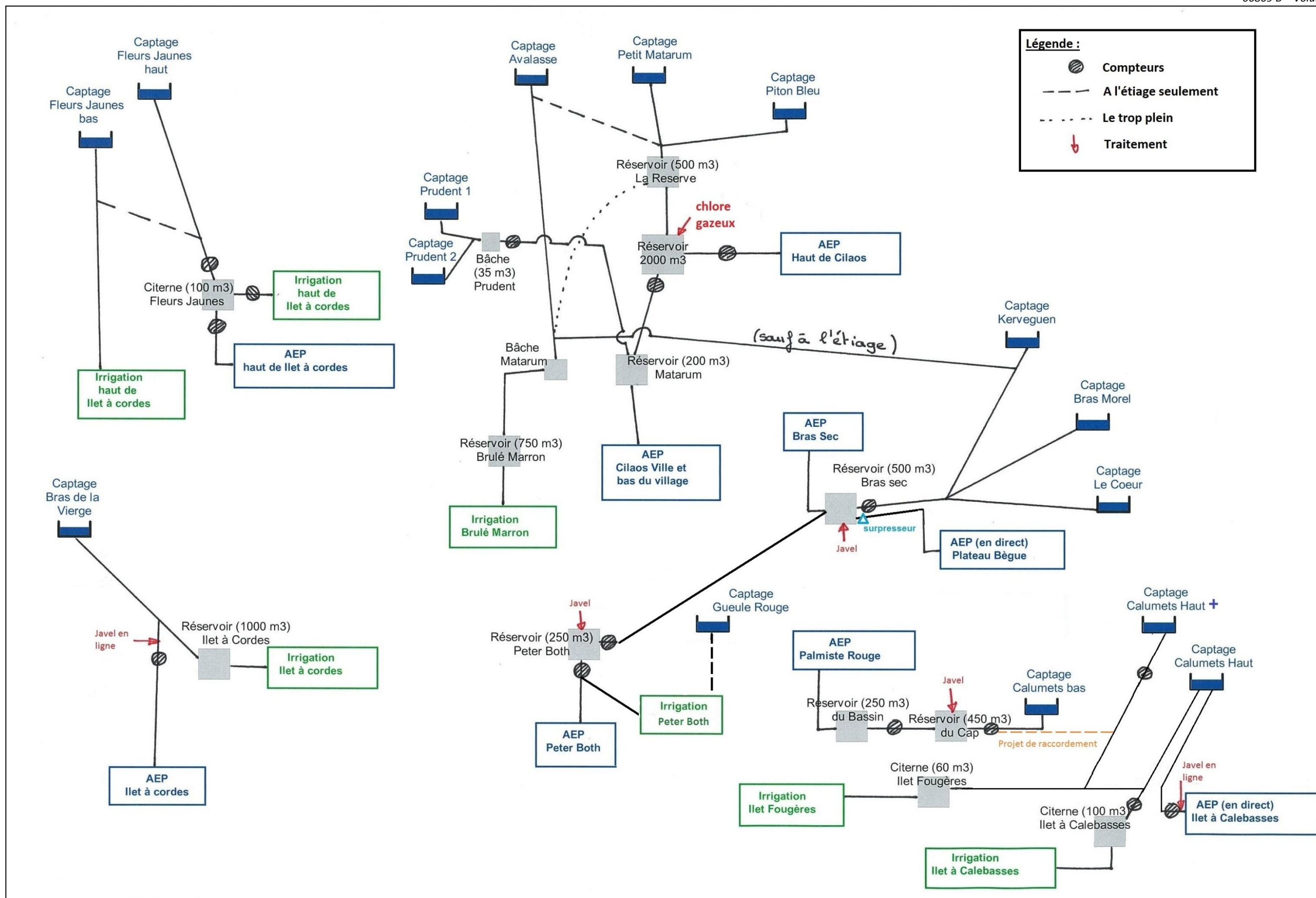
En annexe 1 est présentée la carte extraite du rapport annuel du délégataire ; elle donne la localisation géographique des différents captages et ouvrages de stockage.

Le synoptique que nous avons réalisé d'après les informations données par l'ex-délégué (SAPHIR) est présenté à la Figure 4.

Tableau 5 : Nombres d'abonnés desservis par les différents réservoirs du réseau de distribution de Cilaos

Captages	Réservoir	Secteur de distribution	Nombre d'abonnés
Matarum / Piton Bleu / Avalasse	Matharum II (2000)	Haut de Cilaos Ville	600
Matarum / Piton Bleu / Avalasse / Prudent 1 et 2	Matharum (800)	Cilaos Ville et Mare Sèche	3800
Bras de la Vierge / Fleurs Jaunes Amont et Aval	Néant / citernes	Ilet à Cordes	370
Bras Morel / Le Cœur / Kerveguen	Bras Sec	Bras Sec	740
Calumets Bas	Le CAP / Le Bassin	Palmiste Rouge	820
Calumets Hauts	Néant	Ilet à Calebasses	100
Bras Morel / Le Cœur / Kerveguen	Peter Both	Peter Both	100
		TOTAL	6530

¹Rapport annuel du délégataire, Commune des Cilaos, Service public de l'Eau Potable, - Compte rendu technique et financier de 2007, 2008, 2009 et 2010, SAPHIR



4.2. Insertion des captages

Le captage **Petit Matarum (amont et aval)** assure l'essentiel de l'alimentation en eau de la ville de Cilaos (information du délégataire).

L'eau captée est acheminée jusqu'au réservoir appelé la Réserve, d'une capacité de 500 m³. Ce réservoir alimente successivement le réservoir de 2 000 m³ puis le réservoir Matarum d'une capacité de 800 m³.

Le captage d'**Avalasse** fonctionne depuis 1996, cependant ce captage n'est quasiment plus utilisé pour l'AEP.

La conduite de départ du captage en fonte est connectée, quelques mètres après le captage, à une conduite en acier galvanisé, diamètre 50 mm, qui achemine l'eau jusqu'à la bêche Matarum. Cette bêche est une réserve destinée à l'irrigation de Brûlé Marron.

Le captage Avalasse alimente la Réserve uniquement en complément des captages Petit Matarum et Piton Bleu en période d'étiage.

Les eaux du captage **Piton Bleu** sont acheminées jusqu'au réservoir la Réserve, via une conduite en fonte grise de diamètre 150 mm, de 2 460 m de long et qui est en bon état.

Le réservoir la Réserve reçoit également les eaux des captages Petit Matarum et Avalasse. Il alimente successivement le réservoir de 2 000 m³ et le réservoir Matarum, qui desservent la ville de Cilaos et Mare Sèche.

Les captages **Prudent 1 et 2** sont tous les deux connectés à une bêche de 35 m³ située au pied des rampes, au départ du sentier des porteurs.

Cette bêche est connectée au réservoir de Matarum qui alimente en eau potable, Cilaos Ville et le bas du village.

Le bassin (dessableur) par lequel transitent les eaux du captage **Kerveguen**, est connecté au réservoir de Bras Sec (500 m³) et à la bêche Matarum. La majeure partie de l'eau captée est destinée à l'alimentation du réservoir Bras Sec, seul le trop plein est envoyé vers la bêche Matarum.

Le réservoir Bras Sec collecte également les eaux des captages Bras Morel et Le Cœur. Il assure l'alimentation en eau potable du secteur Bras Sec ainsi que l'alimentation du réservoir de Peter Both.

L'eau des captages **Bras Morel et Le Cœur** alimente successivement les réservoirs de Bras Sec et de Peter Both et permet donc l'alimentation en eau potable de ces îlets.

Le captage **Calumets Haut** alimente, d'une part, la citerne Ilet Fougères (60 m³), qui sert à l'irrigation, et en direct, Ilet à Calebasses, en eau potable (chloration en ligne), d'autre part (deuxième canalisation), l'eau captée alimente la citerne d'Ilet à Calebasses (100 m³) qui sert pour l'irrigation.

Le captage **Calumets Bas** alimente successivement les réservoirs du Cap (450 m³) et du Bassin (250 m³) qui desservent Palmiste Rouge en eau potable.

Le captage **Calumets Haut +** a été réalisé en 2014 pour venir à terme compléter la ressource captée sur le captage Calumets Bas (pour l'instant il n'est pas connecté au réseau AEP mais uniquement au réseau irrigation).

L'eau des deux captages de **Fleurs Jaunes** est majoritairement destinée à l'irrigation. Seules

quelques rares habitations situées en partie haute d'Ilet à Cordes, qui ne peuvent être alimentées par l'eau du captage Bras de la Vierge faute de pression, sont alimentées par les captages Fleurs Jaunes, via la citerne de Fleurs Jaunes.

Le captage du **Bras de la Vierge** assure l'essentiel de l'alimentation d'Ilet à Cordes. Une canalisation en acier de diamètre 175 mm, avec un tronçon en fonte en diamètre 200 mm, raccorde le captage au réservoir d'Ilet à Cordes (3 250 ml dont 504 ml en fonte). Le réservoir d'Ilet à Cordes est un réservoir d'eau brute, destinée à l'irrigation (capacité de 1 000 m³). L'alimentation en eau potable se fait en direct : piquage sur la canalisation d'adduction, juste avant le réservoir.

4.3. Besoins en eau actuels et futurs

4.3.1. Production

L'alimentation en eau potable sur la commune de Cilaos se fait uniquement à partir de l'eau captée sur les captages dont elle dispose. Il n'y a pas d'achat, ni de vente, d'eau en gros.

La production d'eau pour la commune de Cilaos entre 2005 et 2012, d'après les rapports annuels d'exploitation, est présentée ci-dessous :

SECTEUR	CILAOS		BRAS SEC	PALMISTE ROUGE	ILET A CALEBASSES	PETER BOTH	ILET A CORDES	
Captages	Prudent 1 Prudent 2	Petit Matarum, Piton Bleu, Avalasse	Kerveguen, Bras Morel, Le Cœur	Bras des Calumets bas	Bras des Calumets Haut	Gueule rouge	Bras de la vierge	
Total 2012	184 146	861 023	313 197	310 675	55 093	21 685	161 774	1 907 593
Total 2011	169 431	839 571	378 105	303 577	55 262	3 732	157 776	1 907 454
Total 2010	136 958	910 950	372 942	306 219	60 839	7 512	109 520	1 904 940
Total 2009	86 131	970 536	478 149	302 236	59 048	5 112	68 296	1 969 508
Total 2008	57 899	994 354	487 332	376 128		7 736	57 499	1 980 948
Total 2007	81 607	978 199	451 598	340 551		6 396	88 330	1 946 681
Total 2006	131 755	890 935	386 918	347 914		4 498	84 379	1 846 399
Total 2005	121 532	833 876	436 529	390 234		6 342	80 290	1 868 803

le secteur de Peter Both est également alimenté par le réseau de distribution de Bras Sec

Le captage Bras des Calumets Haut a été mis en service en 2009, avant l'alimentation de Ilet à Calebasses se faisait à partir de Bras des Calumets bas

Tableau 6 : Volumes annuels produits (en m³)

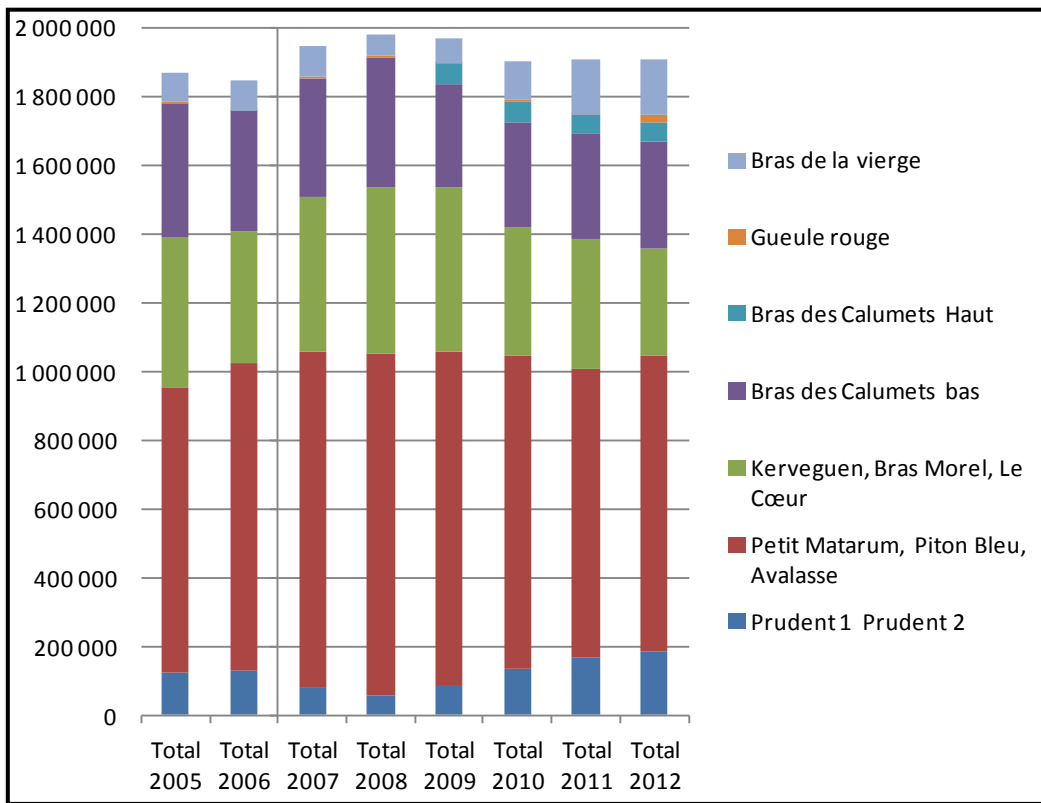


Figure 5 : Répartition par groupes de captages des volumes annuels produits (en m³), entre 2005 et 2012

On constate que la production annuelle varie très peu entre 2005 et 2012. Elle est, en moyenne, de l'ordre de 1 916 000 m³/an.

Les volumes produits par chacun des groupes de captages sont relativement constants au cours des 8 dernières années.

Le captage Bras des Calumets Haut a été mis en service à partir de 2009. Auparavant, l'alimentation de l'ilet à Calebasses, l'ilet Fougères et Palmiste Rouge était effectuée à partir du captage Bras des Calumets (Bas).

Le secteur de Peter Both est alimenté par les captages du secteur Bras Sec. Auparavant le captage de Gueule Rouge était utilisé en complément de ressource pour l'alimentation de Peter Both pendant la période d'étiage (entre septembre et décembre), ce qui explique les très faibles volumes annuels produits sur ce captage. A l'heure actuelle l'eau est captée sur ce captage uniquement pour l'irrigation de Peter Both.

La répartition mensuelle des volumes produits par chaque groupe de captages, pour l'année 2012, est la suivante :

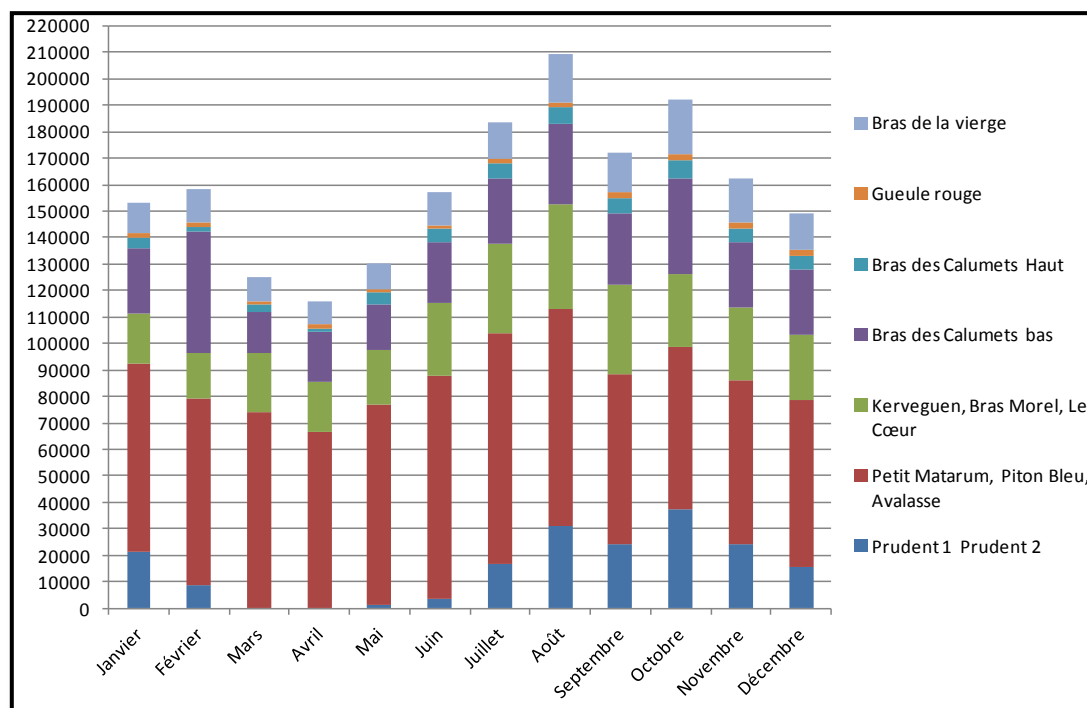


Figure 6 : Evolution des volumes mensuels produits par secteur en 2012

On constate que la production mensuelle est la plus forte en fin de saison sèche (mois de septembre). Au cours de l'année 2010, qui a été peu pluvieuse par rapport aux normales saisonnières, la production a continué d'augmenter au cours des mois de septembre à octobre. En 2011, année qui a été davantage pluvieuse, la production a commencé à décroître dès le mois d'octobre. La production d'eau semble donc corrélée avec la demande.

4.3.2. Consommation

Secteur	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Cilaos + Mare Sèche	517 541	554 787	558 590	482 951	504 009	480 369	508 022
Bras Sec	68 425	78 584	89 145	79 458	87 524	72 653	74 693
Palmiste rouge	110 115	108 567	130 944	99 089	105 251	111 568	110 254
Peter Both	8 901	14 869	9 433	9 703	10 897	9 668	11 168
Ilet à Cordes	25 379	29 098	34 934	25 340	27 384	28 478	32 487
branchements municipaux	34 753	28 150	27 385	24 332	22 911	17 547	20 302
TOTAL	765 114	814 055	850 431	720 873	757 976	720 283	756 926

Tableau 7 : Volumes annuels distribués (en m³) sur chaque secteur, entre 2005 et 2011

Les consommations de 2012 ne sont pas présentées. La Régie ayant débuté au mois d'avril 2012, la totalité des données n'a pas été communiquée par la Régie de Cilaos.

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
Notice explicative

66809 B – Volume 1

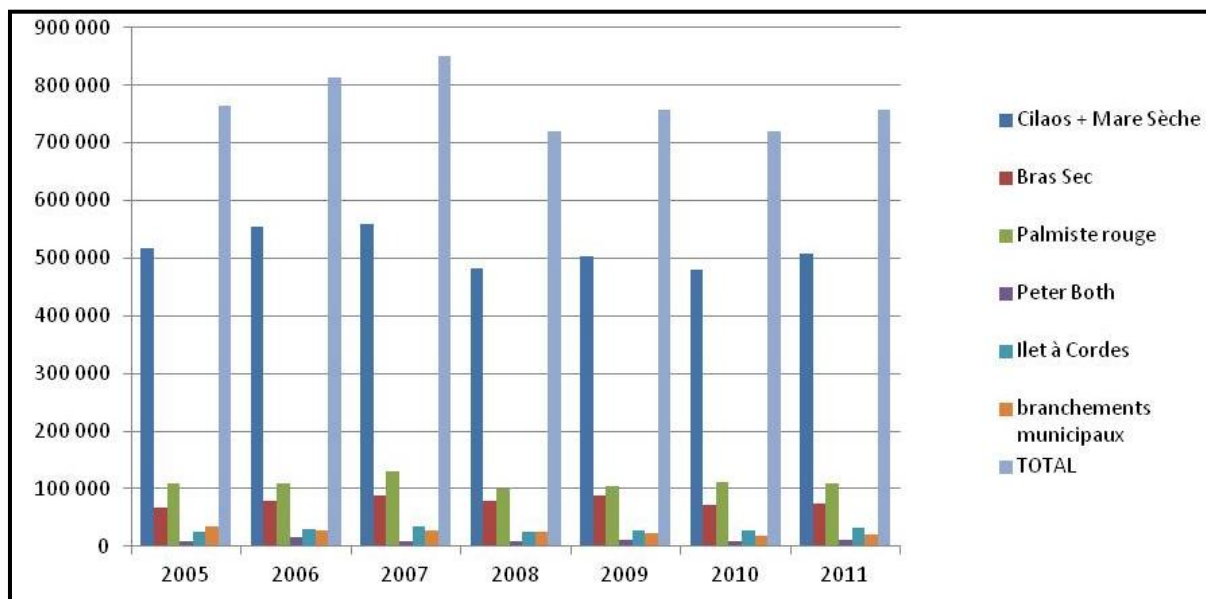


Figure 7 : Répartition des volumes annuels consommés (en m³) par secteur, entre 2005 et 2011

La consommation annuelle est relativement stable entre 2005 et 2011. La consommation moyenne sur les 7 dernières années est de l'ordre de 770 000 m³/an.

4.3.3. Rendement du réseau

Le rendement du réseau est donné dans les rapports du délégataire.

secteur	production (m ³ /an)	distribution ⁽¹⁾ (m ³ /an)	pertes (m ³ /an)	rendement 2011	rendement 2010	écart 2011/2010
Cilaos ⁽²⁾	1 009 002	508 022	500 980	50,3%	41,4%	9,0%
Bras Sec ⁽³⁾	378 105	74 693	303 412	19,8%	21,4%	-1,7%
Palmiste Rouge	358 839	110 254	248 585	30,7%	31,3%	-0,5%
Peter Both ⁽⁴⁾	13 732	11 168	2 564	81,3%	30,3%	51,0%
Ilet à Cordes	157 776	32 487	125 289	20,6%	27,3%	-6,7%
Total	1 917 454	756 926	1 180 830	39,5%	34,8%	4,7%

(1) : Ont été intégrés les volumes distribués par les compteurs "branchements communaux" pour chacun des secteurs
 (2) : Les volumes d'eau agricole non comptabilisés en production ont été déduits du volume total distribué
 (3) : La production de ce secteur prend en compte la déduction des volumes dédiés à l'alimentation de Peter Both
 (4) : La production de ce secteur prend en compte l'eau provenant de Bras Sec et celle du captage Gueule Rouge

Tableau 8 : Calcul des rendements par secteur de distribution pour l'année 2011

	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
Rendement	39,5%	34,8%	34,5%	33,7%	40,0%	40,4%	39,3%

Tableau 9 : Evolution des rendements du réseau de distribution entre 2005 et 2011

Le rendement du réseau de distribution est faible et globalement stable, de l'ordre de 40 %.

Ce rendement s'explique, d'une part, par la vétusté des ouvrages de stockage, principalement les réservoirs de Bras Sec, de Peter Both et La Reserve (qui alimente Cilaos, Matarum et Mare Sèche), qui présentent des fuites importantes ; d'autre part, par la vétusté des conduites de distribution, signalée dans les rapports de la SAPHIR.

Lors des visites des captages, des fuites ont été observées sur les différentes conduites entre les captages et les réservoirs. D'après le rapport du délégataire, la majorité des conduites d'adduction est dans un état « passable » ou « mauvais ».

La collectivité a engagé un programme de renouvellement des conduites en 2008. En 2012 et 2013, la ville a notamment procédé au renouvellement de la conduite du captage du Bras de la Vierge en plusieurs tranches de travaux, pour un linéaire total de 3 km. Par ailleurs plusieurs réservoirs ont été réhabilités. On note d'ailleurs, une bonne amélioration du rendement, entre 2008 et 2012, qui était inférieur à 35 % en 2008 (minimum observé sur les 8 dernières années).

4.4. Adéquation besoins / ressources

4.4.1. Précision des besoins

Comme il n'y a pas de compteur au niveau des captages, mais uniquement au niveau des réservoirs (entrée ou sortie), il n'est pas possible de connaître le rendement du réseau d'adduction (entre captages et réservoirs).

A noter qu'à l'heure actuelle, la RECIL a dénombré 167 branchements agricoles sur le secteur d'Ilet à Cordes, qui ne sont pas équipés de compteurs. L'eau ainsi consommée par les différentes exploitations, n'est pas comptabilisée dans les données présentées ci-avant. La consommation d'eau pour l'irrigation sur le secteur d'Ilet à Cordes a été estimée par la RECIL à 500 000 m³/an.

Les besoins sont aujourd'hui définis pour une population de 7 500 habitants (6 100 résidents et 1 400 touristes par jour en moyenne). Ils tiennent également compte des 502 abonnés agricoles, dont 167 à Ilet à cordes sans compteurs.

Etant donné l'évolution de la population de Cilaos (cf § 2.3) et les projets de construction de nouvelles habitations, la population pourrait être d'environ 8 000 habitants d'ici 5 à 10 ans.

Afin de préciser les besoins, pour définir au plus juste les débits faisant l'objet de la demande d'autorisation de prélèvement au titre du Code de l'Environnement, les volumes produits actuels, ont été majorés de 35 % environ (arrondis) pour tenir compte des fuites sur le réseau d'adduction qui ne sont pas comptabilisées (estimées à 30 %) et de la potentielle augmentation des besoins (5 %).

Cette démarche permet d'être le plus proche possible de la situation de l'exploitation actuelle et future.

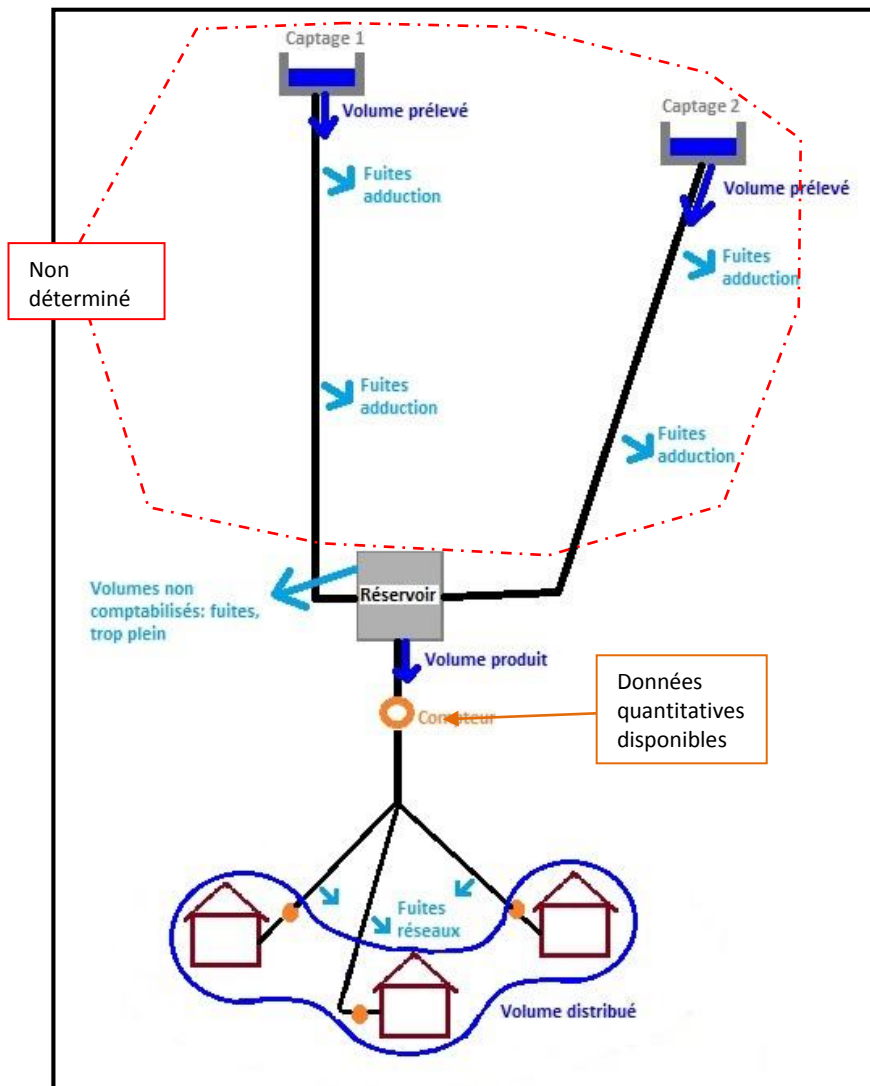


Figure 8 : Schématisation du réseau

Il est à noter que, dans la majorité des cas, le volume de fuite d'adduction est restitué directement au milieu naturel.

Globalement, les besoins pourraient être amenés à diminuer du fait d'une amélioration du rendement des réseaux (d'adduction et de distribution). Toutefois, vu la complexité de l'entretien des réseaux d'adduction (instabilité de terrain, éboulements), le linéaire de réseaux, le nombre de branchements sans compteur et l'absence de SDAEP, il est difficile de prédire l'amélioration du rendement du réseau. Celle-ci ne pourra être réellement effective qu'à moyen terme, où l'augmentation des besoins sera alors compensée par l'amélioration du rendement du réseau.

4.4.2. Ressources

Peu de données de caractérisation des ressources en eau du cirque de Cilaos sont disponibles. Notamment, il n'existe pas de suivi continu des ravines captées. Très peu de données ponctuelles de mesures de débits sont disponibles.

La ressource a donc été étudiée pour chacune des ravines captées, et est estimée à partir des données disponibles. Elles sont précisées dans les parties Code de l'Environnement de ce dossier pour chacun des secteurs de distribution.

Les ressources captées permettent de satisfaire les besoins en eau à l'heure actuelle.

Toutefois, il est à noter que, en période d'étiage, sur certain captages, la totalité du débit disponible en ravine est captée, mais reste insuffisante. Le prélèvement sur d'autres captages augmente alors et le captage de Gueule Rouge est utilisé pour l'alimentation de Peter Both (alimenté le reste du temps uniquement par Bras Sec). Un manque d'eau est alors parfois observé.

4.5. Entretien du réseau

Jusque fin 2011 / début 2012, l'entretien du réseau était assuré par la SAPHIR dans le cadre d'un contrat d'affermage.

La SAPHIR effectuait des interventions en cas de casse ou de vétusté trop importante sur les conduites et branchements, et suivait, par ailleurs, un plan de renouvellement des différents équipements du réseau, conformément au contrat d'affermage.

Par ailleurs, le programme de contrôle et entretien du réseau prévoyait :

- visites de chaque captage environ tous les 15 jours ;
- surveillance des réservoirs de Cilaos et de Bras Sec tous les jours ;
- inspection de tous les réservoirs les lundi, mercredi et vendredi ; si un problème est décelé au niveau d'un réservoir, les captages l'alimentant font aussitôt l'objet d'une inspection.

Depuis début 2012, la gestion du réseau étant en régie directe, par la RECIL, l'entretien est assuré directement par la régie.

Néanmoins, l'équipe en charge de l'entretien et de la surveillance du réseau est restée la même. En effet, les anciens agents de la SAPHIR sont maintenant des employés communaux. Ils poursuivent l'entretien et la surveillance de la même manière.

4.6. Qualité de l'eau

4.6.1. Qualité de la ressource captée

Rappel :

Il faut, pour chaque captage, deux analyses représentatives des situations saisonnières les plus défavorables sur le plan qualitatif, portant sur :

- L'ensemble des paramètres énumérés à l'annexe III de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine
- Les paramètres : cryptosporidium, microcystines, antimoine, benzène, COT, nickel, sodium, turbidité et indicateurs de radioactivité.
- Eventuellement, une série d'analyses à une fréquence mensuelle et documentées par les débits correspondants, portant notamment sur les paramètres représentatifs des rejets des types d'activités s'exerçant à l'amont de la prise d'eau, en vue d'apprécier la variabilité de la qualité des eaux et de définir le traitement approprié de ces eaux.

La qualité de l'eau à la ressource est présentée par captage dans le cadre des demandes d'autorisation au titre du Code de la Santé Publique.

4.6.2. Qualité de l'eau produite et distribuée

La qualité de l'eau produite et de l'eau distribuée est présentée dans le cadre de la demande d'autorisation au titre du Code de la Santé Publique pour chacun des secteurs.

Sur l'ensemble des secteurs, l'eau produite et distribuée est globalement de bonne qualité physico-chimique et faiblement minéralisée.

L'adéquation des moyens de traitements mis en œuvre est étudiée secteur par secteur.

5. Contexte naturel

5.1. Masse d'eau

Les captages sont situés sur le réseau hydrographique du cirque de Cilaos, correspondant à la masse d'eau FRLR18 au sens du SDAGE de la Réunion.

Les masses d'eau observées en aval hydraulique du cirque de Cilaos sont le Bras de Cilaos FRLR19 puis la Rivière Saint Etienne FRLR20.

5.2. Hydrographie

Le cirque de Cilaos représente globalement une surface de 85 km². Il est le lieu de cours d'eau pérennes.

- le Bras de Saint-Paul,
- le Bras Rouge,
- le Bras de Benjoin,
- à l'aval, le petit Bras de Cilaos.

Les trois premiers se rejoignent au lieu-dit, les Trois Bras pour former le Grand Bras de Cilaos. Le Petit Bras de Cilaos rejoint le Grand Bras de Cilaos au Pavillon.

Ces deux cours d'eau sont captés, et alimentent le réseau du Bras de Cilaos, géré par la SAPHIR, à des fins d'irrigation, et d'eau brute pour l'AEP.

Des sources ont été identifiées dans l'enceinte du cirque, et font l'objet de mesures ponctuelles. Il en est de même pour les principaux cours d'eau cités précédemment.

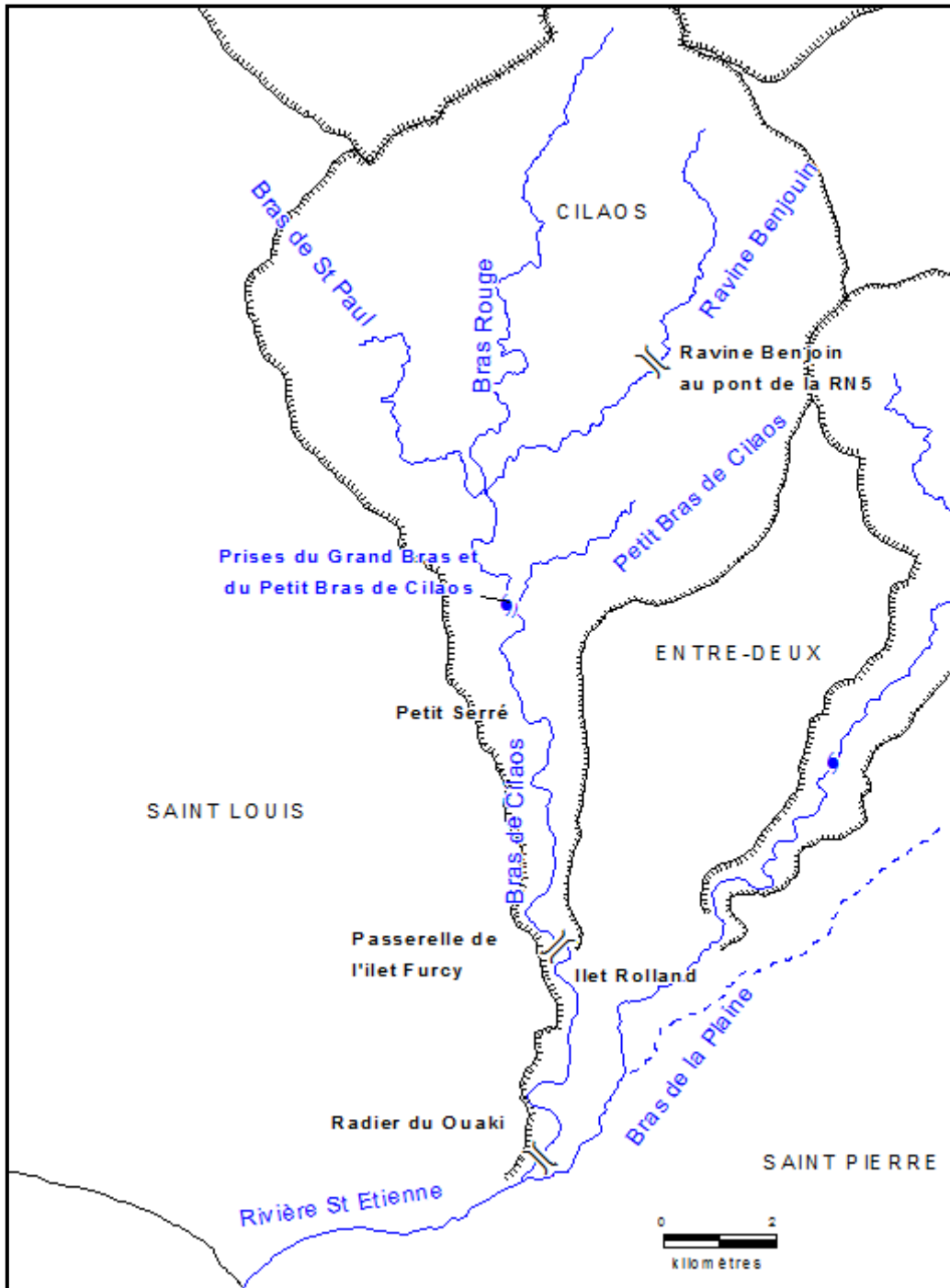


Figure 9 : Situation générale du bassin versant du Bras de Cilaos

5.3. Géologie, morphologie, pédologie

L'étude de vulnérabilité du BRGM² décrit le contexte naturel sur le territoire du cirque de Cilaos, qui est rappelé ci-après.

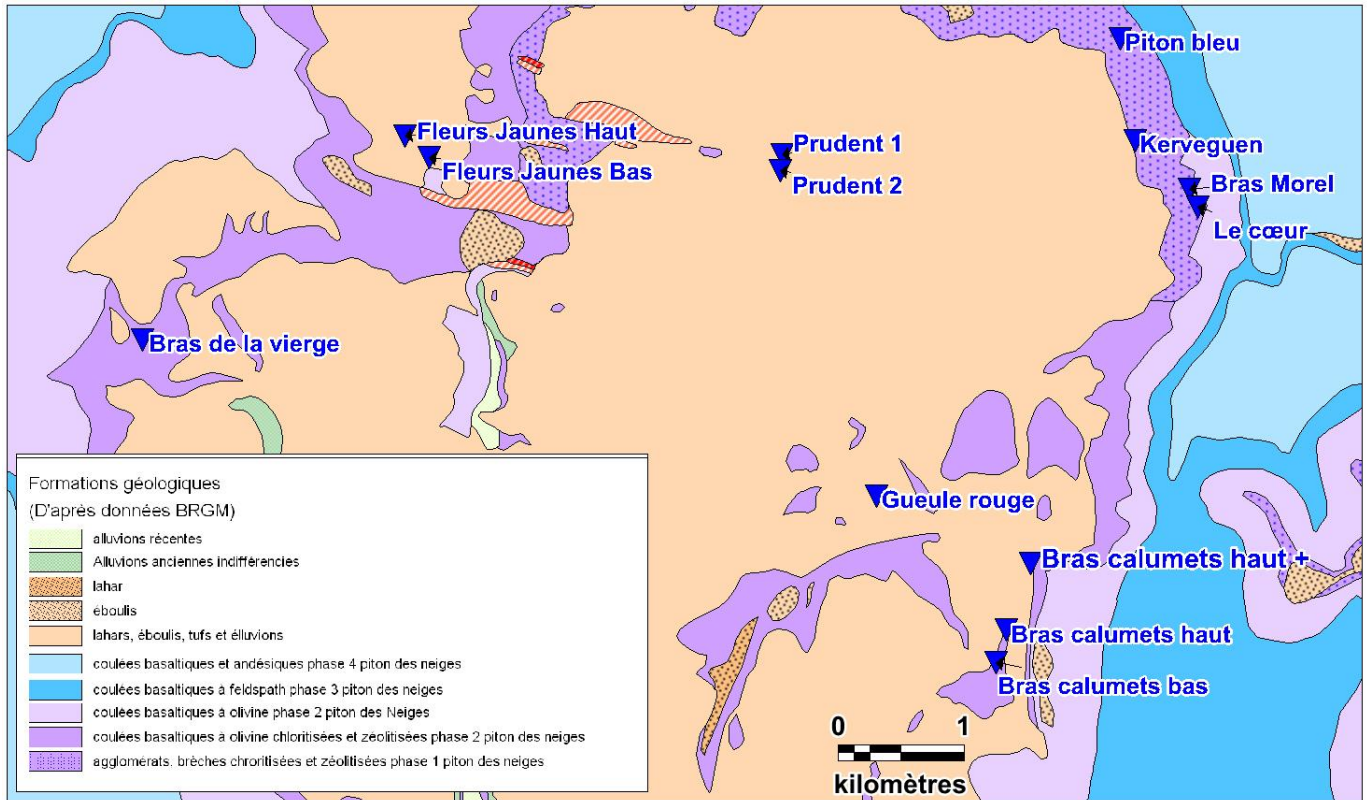


Figure 10 : Carte géologique du cirque de Cilaos

« La commune de Cilaos est implantée au cœur du massif du Piton des Neiges, à l'intérieur du cirque de Cilaos, grande excavation piriforme formée par une érosion ravinante intense.

Le cirque est recouvert dans sa majeure partie de matériaux détritiques (ensemble d'épandages, coulées de solifluxion, éboulis). Seuls quelques affleurements de terrains de la Phase II du Piton des Neiges (coulées basaltiques aphyriques ou à phénocristaux d'olivine, chloritisées ou zéolitisées : basaltes, basaltes à olivine, océanites) subsistent en affleurement à l'intérieur du cirque. Les remparts bordant le cirque mettent à jour, quant à eux, la succession des terrains qui ont édifié le sommet du massif du Piton des Neiges. On voit ainsi, de haut en bas :

- des terrains de la phase IV du Piton des Neiges (coulées basaltiques et andésitiques aphyriques ou à phénocristaux de feldspath et d'olivine généralement peu abondants : Hawaïtes, Mugéarites) ;
- des terrains de la phase III (coulées basaltiques et andésitiques à phénocristaux de feldspath dominantes : Hawaïtes, Mugéarites) ;

² Etude de vulnérabilité des captages destinés à l'alimentation en eau potable de la Réunion – Commune de Cilaos ; 97 REU 03 – R39285 SGN REU 97, BRGM, Juin 1997.

- des terrains de la phase II (coulées basaltiques à phénocristaux d'olivine dominantes : basaltes, basaltes à olivine, océanites).

L'érosion active présente dans le cirque de Cilaos a créé un modelé de dissection extrêmement important. Cette morphologie caractérisée par un relief très tourmenté donne lieu à des déclivités très importantes, généralement supérieures à 40 %. Il existe cependant quelques zones d'extension non négligeables à pentes plus modérées. Il s'agit des lieux d'implantation des principaux centres urbanisés (Cilaos, La Mare, Palmiste Rouge, Ilet à Cordes et Bras Sec), auxquels on peut ajouter la forêt de La Mare à Joseph et le lieu dit « Les Trois Bras ».

Les sols sont très peu évolués sur la majeure partie du territoire communal, occupée par les remparts abrupts et les brèches blocailleuses à faible cohérence. Certaines formations se sont néanmoins développées, localement, sur les zones à pentes modérées. On retrouve ainsi des andosols désaturés, perhydratés ou non, plutôt dans la partie nord du cirque, et des sols bruns généralement andiques dans la partie sud. »

5.4. Hydrogéologie

En termes d'hydrogéologie, le cirque de Cilaos est considéré comme imperméable, confirmé par les différentes études de bilans hydrologiques menées pour la modélisation des aquifères situés à l'aval du cirque (ARMINES, Antea Group). Toutefois, des relations avec des systèmes profonds existent (eaux thermominérales), les débits restant limités. Il existe également des sources d'origine plus profonde, en rive droite du Bras de Saint-Paul (sources Bananes, sources de la Vierge), dont le bassin versant hydrogéologique s'étendrait sous le Grand Bénare. La partie amont du cirque est donc principalement un lieu d'émergence.

Sur le contexte hydrogéologique du cirque de Cilaos, l'étude de vulnérabilité du BRGM apporte les précisions suivantes :

« L'hydrogéologie du cirque de Cilaos est complexe en raison de la superposition et la juxtaposition de terrains hétérogènes. En effet, le sous-sol de la commune est caractérisé par un empilement de brèches hétérogènes à matrice plus ou moins argileuse surmontant des coulées basaltiques, des agglomérats et des brèches chloritisés et zéolités, recoupé éventuellement par des intrusions verticales (dykes) ou horizontales (sills), et dans lequel s'intercalent des paléosols. Cette structure est à l'origine d'un comportement hydraulique éminemment variable dans l'espace suivant la présence de niveaux peu perméables ou de fractures agissant sur les chemins préférentiels des écoulements.

A l'échelle du cirque, la structure hydrogéologique du cirque peut être schématisée par plusieurs ensembles :

- des terrains de la phase I (brèches et agglomérats) et II (coulées basaltiques) du Piton des Neiges, chloritisés et zéolités qui représentent « le substratum imperméable » ;
- des réservoirs aquifères sus-jacents constitués par les coulées volcaniques scoriacées et/ou fissurées de la phase II, et les matériaux détritiques (brèches) ayant conservé une porosité d'interstice notable ;
- une couverture qui peut être perméable (éboulis non cimentés) ou non (brèches à matrice argileuse).

Dans ce contexte, les eaux météoriques s'infiltrent, plus ou moins profondément, à la faveur des

discontinuités structurales. On voit ainsi s'individualiser des circulations superficielles (eaux froides), et des circulations profondes au sein même du substratum imperméable. Dans ce dernier cas, les eaux se retrouvent piégées (nappes captives) dans les formations des phases I et II du Piton des Neiges, et sont minéralisées par thermalisme (eaux thermominérales). Toutes ces eaux (froides ou thermominérales) peuvent remonter à la faveur de discontinuités (dykes notamment), et émerger au profit de recoupement du mur de la nappe et de la topographie, alimentant ainsi les rivières pérennes. On peut également penser qu'une certaine partie de ces eaux s'écoule, soit latéralement en suivant un mur imperméable, soit verticalement par débordement, disparition du mur de l'aquifère, ou en suivant des discontinuités, pour atteindre le complexe aquifère de base.

Les diverses nappes présentes dans le cirque de Cilaos peuvent être exploitées par des captages en surface (situés au ras du sol) qui prennent l'eau directement aux émergences, ou, ce qui est plus courant à la Réunion, dans une ravine plus en aval. Ces nappes peuvent également être exploitées, suivant le contexte, par des galeries drainantes. En général, elles n'ont pas une puissance et une alimentation suffisante pour permettre leur exploitation par forage ou par puits.

Plusieurs études ont porté sur les ressources de la Ville de Cilaos. Les résultats obtenus ont montré l'existence d'une nappe superficielle, affleurante à certains endroits, qui émerge notamment en rive gauche du bras des Etangs. Une deuxième nappe a été observée à 115 m de profondeur, reposant sur le « substratum imperméable ».

Le complexe aquifère de base, en équilibre avec les eaux salées de l'océan, représente une ressource importante à la Réunion. Or, jusqu'à présent, ce complexe n'a jamais été clairement identifié au centre du massif du Piton des Neiges, et donc dans le cirque de Cilaos. »

5.5. Hydrologie

Comme le précise l'étude de vulnérabilité du BRGM :

« Le réseau hydrographique de la commune de Cilaos est bien développé. Il s'organise autour de quelques rivières pérennes, le Petit Bras de Cilaos et le Grand Bras de Cilaos alimenté lui-même par le Bras de Saint- Paul, le Bras Rouge et le Bras de Benjoin, tout en convergeant vers l'étranglement de la sortie du cirque. »

Il n'existe pas de données hydrologiques de références des différentes ravines du Cirque de Cilaos. Seule l'Office de l'Eau dispose de données ponctuelles de débit et les enregistrements sur moins de 2 années sur le Grand Bras de Cilaos, à l'amont de la prise SAPHIR.

Toutefois, plusieurs simulations Pluie / Débit ont été réalisées à la faveur des études de modélisation des aquifères côtiers de Saint-Louis et de Saint-Pierre.

Une étude particulière a également été réalisée pour la détermination des débits caractéristiques du Grand Bras de Cilaos et du Petit Bras de Cilaos, au droit des prises SAPHIR. C'est cette étude qui a principalement été reprise pour la détermination du fonctionnement hydrologique du bassin versant de Cilaos.

Ci-après sont rappelés les éléments sur le contexte hydrologique du Bras de Cilaos à l'amont des

prises d'irrigation et les résultats de la modélisation pluie/débit qui a permis de déterminer les débits caractéristiques du Grand Bras de Cilaos et de ses principaux affluents (Petit Bras de Cilaos, Bras de Benjoin, Bras Rouge, Bras de St Paul)³.

La détermination des valeurs caractéristiques des débits aux captages est faite, pour chacun des captages, dans le cadre de l'étude de l'incidence de chaque captage au titre du Code de l'Environnement.

5.5.1. Analyse du fonctionnement hydrologique du Bras de Cilaos

Cette analyse est établie sur la base des mesures hydrométriques disponibles. Celles-ci proviennent de l'Observatoire Réunionnais de l'Eau (ORE) puis de l'Office de l'Eau qui réalise, depuis 1991, des bilans de débits sur le bassin de Cilaos.

Les trois cours d'eau principaux du cirque de Cilaos et qui composent le Grand Bras de Cilaos, présentent des comportements différents. Sur la base des mesures effectuées à l'étiage de fin d'année depuis 1991, on obtient les valeurs suivantes :

	Bras de St Paul	Bras de Benjoin	Bras Rouge
Surface de bassin versant km ²	16.5	20.7	28.9
Débit moyen m ³ /s	0.20	0.36	0.23
% du cumul des 3 bras	25.7%	45.4%	29.0%
Débit spécifique m ³ /s/km ²	0.012	0.017	0.008

Tableau 10 : Débits caractéristiques des principaux cours d'eau pérennes du Cirque de Cilaos

Malgré une répartition des précipitations relativement comparable pour les trois bassins versants, on constate des débits spécifiques d'étiage relativement variables. Un rapport de 2 est constaté entre le Bras Rouge et le Bras de Benjoin.

Sur le Bras de Saint-Paul, si l'on diminue le débit à l'exutoire de la valeur du débit des sources Bananes (~70 l/s), dont l'origine profonde extérieure au cirque a été établie au cours d'études antérieures, on obtient alors le même débit spécifique que celui du Bras Rouge.

Il est intéressant également de remarquer que, d'après les seules données de l'ORE en juillet 1997, juillet 1999 et novembre 2000, le Bras de Benjoin présente entre 10 et 30 l/s de "pertes" entre le pont de la RN5 et la confluence avec les autres bras.

Au pont de la RN5, la surface de son bassin versant n'est plus que de 15 km², soit un débit spécifique qui serait de 0.025 m³/s/km². Dans ces conditions, on peut supposer que des émergences d'eau extérieure au cirque alimentent ce bassin versant (comparable au bassin du Bras des Roches Noires situé à proximité), ou qu'il draine, dès sa partie amont, les eaux infiltrées.

Dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible de trancher entre ces deux hypothèses. En effet, entre la confluence des Trois Bras et la prise SAPHIR, les bilans montrent des apports évalués en moyenne à 0.11 m³/s, soit un débit spécifique de 0.03 m³/s/km² sur cette seule partie.

³ 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, HYDRETTUDES et l'ARDA.

En ce qui concerne le Petit Bras de Cilaos, cette analyse est établie sur la base des mesures hydrométriques disponibles aux mêmes dates que les cours d'eau précédents, de manière à disposer de critères de comparaison. Les mesures y sont toutefois plus nombreuses.

	Petit Bras de Cilaos
Surface de bassin versant km ²	15
Débit moyen m ³ /s	0.14
Débit spécifique m ³ /s/km ²	0.0095

Tableau 11 : Débits caractéristiques du bassin versant du Petit Bras de Cilaos

La surface du bassin versant est comparable à celle des autres bras, mais il est intéressant de constater que le débit spécifique est plus proche de celui du Bras Rouge et du Bras de Saint-Paul, que de celui du Bras de Benjoin.

5.5.2. Résultats de la modélisation Pluie / Débit pour le Bras de Cilaos

Les résultats des simulations, effectuées à partir des données disponibles, sont issus de l'étude pour la mise en place des débits réservés. Cette étude, réalisée en 2000, a pris en compte des chroniques de données de la période 1986 – 2000.

Paramètre simulé	Grand Bras de Cilaos	Petit Bras de Cilaos	Cilaos galerie (Grand + Petit Bras)
Coefficient D'ajustement du calage	0.948	0.952	0.863
Débit journalier moyen (m ³ /s)	2.31	0.33	2.92
Débit journalier maximum (m ³ /s)	316	33	422
Débit journalier minimum (m ³ /s)	0.57	0.082	0.57
QMNA5 (m ³ /s)	0.65	0.093	0.65
QCN30 (m ³ /s)	0.75	0.11	0.80
QCN60 (m ³ /s)	0.78	0.11	0.87
QCN90 (m ³ /s)	0.83	0.12	0.97
DCE moyen (m ³ /s)	0.73	0.11	0.74
DCE minimum (m ³ /s)	0.57	0.082	0.58

Tableau 12 : Tableau récapitulatif des valeurs de débits caractéristiques (m³/s) obtenues par simulation au droit des différents bassins versants sur la période 1986/2000

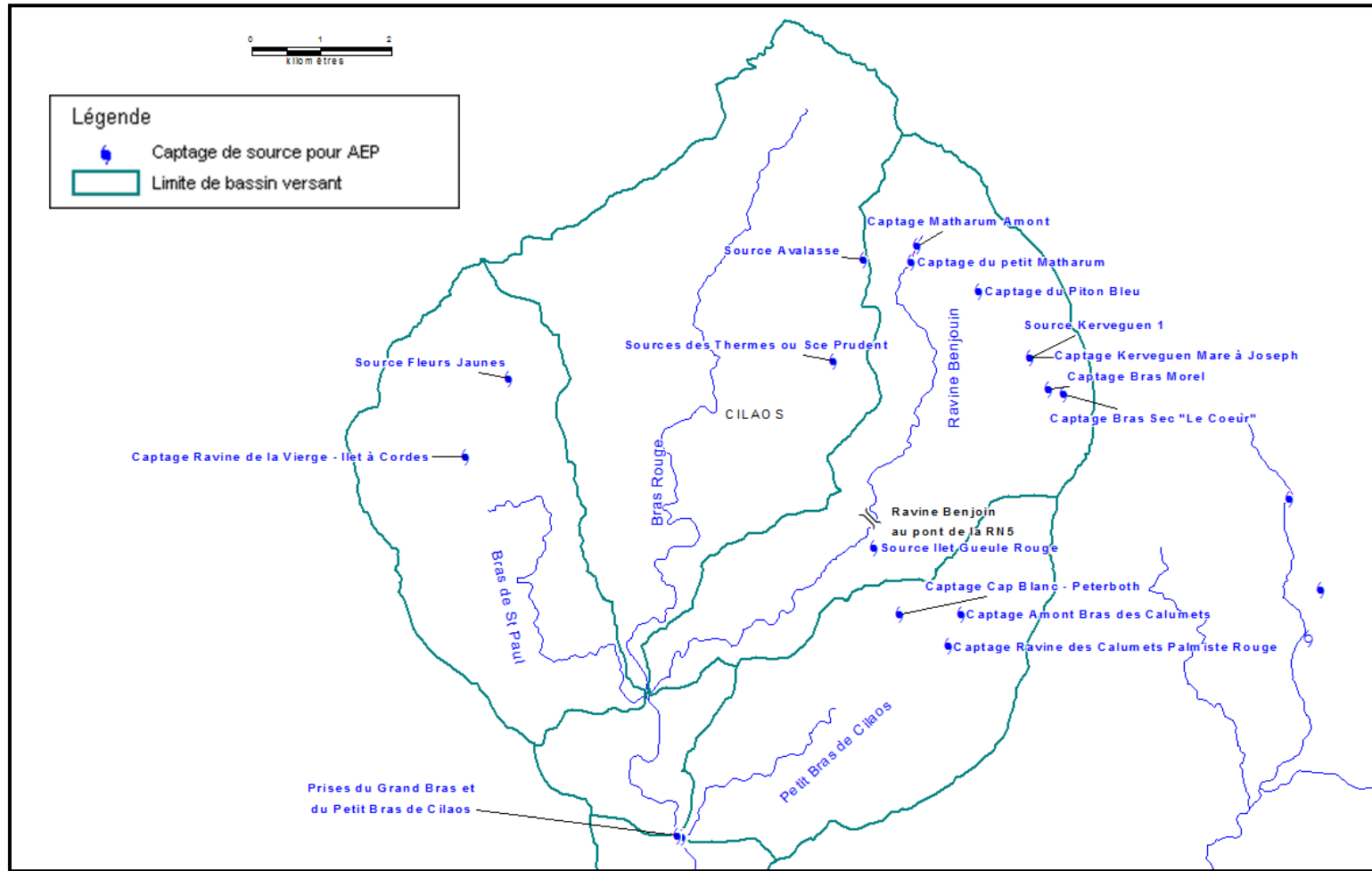


Figure 11 : Localisation des captages AEP au sein du bassin versant du Grand Bras de Cilaos

⁴ La source Fleurs Jaunes sur cette carte ne correspond pas aux captages Fleurs Jaunes exploités pour l'AEP de Cilaos

5.6. Contexte piscicole sur le bassin versant du Bras de Cilaos

La synthèse bibliographique présentée ici concerne uniquement le réseau hydrographique de la zone d'étude et en aval de celle-ci (FRLR18 et FRLR19).

Le Bras de Cilaos conflue avec le Bras de la Plaine pour former la Rivière Saint Etienne. La Rivière Saint Etienne a le plus vaste bassin versant de l'île.



Figure 12 : Vue panoramique de Cilaos depuis la RN5 (sortie tunnel).

5.6.1. Rappel sur le cycle de vie des espèces de poissons et de macro-crustacés indigènes

Les espèces de poissons et de macro-crustacés indigènes de La Réunion sont toutes migratrices :

- Espèces amphidromes : elles se reproduisent en rivière. A l'éclosion les larves dévalent en mer. A l'issue de la phase marine larvaire (de quelques semaines à plusieurs mois), les post-larves ou juvéniles colonisent les cours d'eau. En rivière, les individus grandissent jusqu'à l'âge adulte pour se reproduire à leur tour. La majorité des espèces possèdent ce cycle de vie, dont : les bouche-rondes *S. lagocephalus* et *C. acutipinnis* (adultes des bichiques), la chevaquine *A. serrata*.
- Espèces catadromes : elles se reproduisent en mer. A l'issue de la phase larvaire marine les post-larves ou juvéniles colonisent les eaux douces jusqu'à maturité sexuelle. Les adultes effectuent ensuite une migration en mer pour se reproduire. Les anguilles et les poissons plats sont les principales espèces catadromes.

Il en résulte que tous les poissons et macro-crustacés indigènes présents en rivière ont accompli leur phase larvaire en mer et ont dû coloniser le cours d'eau depuis l'embouchure : ces espèces sont très sensibles à la présence d'obstacles qui pourraient perturber cette longue migration. La pêche (bichiques), les seuils en rivière mais également les cassés naturels vont limiter la colonisation des espèces de l'aval vers l'amont en fonction des espèces, de leurs exigences d'habitats et de leurs capacités de franchissement.

5.6.2. Etat des peuplements du bassin versant – données bibliographiques

Les peuplements de poissons et de macro-crustacés du Bras de Cilaos n'ont pas fait l'objet de suivis réguliers dans le cadre du Réseau Piscicole. Une station a été échantillonnée pour la première fois en 2011 en amont immédiat du captage du Grand Bras de Cilaos au lieu-dit Pavillon.

Sur ce secteur, deux autres sources de données disponibles ont été identifiées :

- Les inventaires réalisés en 2010 comme état initial des peuplements en aval et en amont immédiat des captages du Grand et du Petit Bras de Cilaos (Etude CG974, Biotope-Fédération de Pêche) avant mise en place de passes à poissons,
- L'inventaire réalisé en 2011 dans le cadre de la demande d'autorisation de la Région Réunion pour la réalisation de travaux d'entretiens de la RN2 au PR 8+300 à 8+650 (Etude Direction Régionale des Routes, COPLAN, CYATHEA, OCEA, en cours).

Code Station	Rivière	Source Donnée	Masse d'eau	Altitude	Distance Mer	Année d'inventaire
BRCIL 1	Bras de Cilaos	DRR – demande autorisation travaux protection RN5	FRLR19	175	9,9	2011
BRCIL 2	Bras de Cilaos	CG974 état initial peuplement avant mise en place passe à poissons	FRLR19	380	20,0	2010
GRCIL 1	Grand Bras de Cilaos		FRLR18	390	20,2	2010
PTCIL 1	Petit Bras de Cilaos		FRLR18	390	20,2	2010
GRCIL 1	Grand Bras de Cilaos	OLE Suivi Poissons et macro-crustacés	FRLR18	390	20,2	2011

Tableau 13 : Positionnement des stations d'inventaires réalisés en 2010 / 2011 sur le bassin du Bras de Cilaos

L'expertise globale des peuplements observés est présentée dans le tableau page suivante (note d'expertise de la qualité des peuplements établie sur 15 – données ARDA, CNRS-Univ Lyon 1, OLE, FEDER, DEAL, ONEMA, Août 2010, étude Conception d'indices de bio-évaluation de la qualité écologique des rivières de l'île de La Réunion à partir des poissons et macro-crustacés).

Cours d'eau	Masse d'eau	Position	2010	2011
Bras de Cilaos	FRLR19	Intermédiaire Bras de Cilaos	n.e.	7
	FRLR19	Aval immédiat captages Grand et Petit Bras de Cilaos	7	n.e.
Grand Bras de Cilaos	FRLR18	Amont immédiat captage Grand Bras de Cilaos	3	3
Petit Bras de Cilaos	FRLR18	Amont immédiat captage Petit Bras de Cilaos	9	n.e.

Tableau 14 : Expertise de la qualité du peuplement de poissons et de macro-crustacés sur le bassin versant du Bras de Cilaos sur la période 2000-2009, d'après données disponibles. 0 à 2 : mauvais état, 3 à 5 : état médiocre, 6 à 8 : état moyen, 9 à 11 : bon état, 12 à 15 : très bon état (données ARDA, CNRS-Univ. Lyon 1, OLE, FEDER, DEAL, ONEMA, Août 2010, étude conception d'indices de bio-évaluation de la qualité écologique des rivières de l'île de La Réunion à partir des poissons et macro-crustacés. n.e. : non échantillonné)

Les peuplements de poissons et de macro-crustacés observés en 2010 et 2011 sur la partie intermédiaire du Bras de Cilaos 175 à 390 m d'altitude présentent des qualités différentes en fonction des cours d'eau et masses d'eau :

- **Bras de Cilaos** (masse d'eau FRLR19) : **le peuplement est de qualité moyenne**. Les abondances et les richesses de peuplements observées à ce niveau sont relativement faibles,
- **Grand Bras de Cilaos** (masse d'eau FRLR18) : **le peuplement observé est de qualité médiocre**. Les paramètres densités et richesses des peuplements sont très faibles à ce niveau,
- **Petit Bras de Cilaos** (masse d'eau FRLR18), **le peuplement observé est de bonne qualité** (note minimale de la classe).

5.6.3. Principaux obstacles naturels et anthropiques à la continuité biologique sur le bassin de la rivière du Bras de Cilaos

Plusieurs obstacles majeurs à la continuité biologique des espèces de poissons et de macro-crustacés ont été recensés sur le bassin versant de la rivière du Bras de Cilaos dans l'aire principale de colonisation des espèces (altitude inférieure à 900m – Etude de la continuité écologique des 13 rivières pérennes de La Réunion, DEAL 2011). D'autres obstacles naturels existent en aval immédiat des captages, ils seront présentés lors du diagnostic de chaque captage.

Secteur desservi	Captage	Captage Pavillon Grand Bras de Cilaos	Captage Pavillon Petit Bras de Cilaos	Cascade du Cap Noir (Bras de Benjoin, alt 750m.)
Cilaos	Petit Matarum (AM)	x		x
	Petit Matarum (AV)	x		x
	Piton Bleu	x		x
	Avalasse	x		x
	Prudent 1	x		
	Prudent 2	x		
Bras Sec	Kerveguen	x		x
	Bras Morel	x		x
	Le Cœur	x		x
Palmiste Rouge	Bras Calumets Bas		x	
	Bras Calumets Haut		x	
Ilet à Cordes	Bras de la Vierge	x		
	Fleurs Jaunes Bas	x		
	Fleurs Jaunes Haut	x		
Peter Both	Gueule Rouge	x		x

Tableau 15 : Principaux obstacles naturels et anthropiques à la continuité biologique observés sur la masse d'eau Cirque de Cilaos (FRLR18) en aval des captages étudiés.



Figure 13 : Captage du Grand Bras de Cilaos



Figure 14 : Captage du Petit Bras de Cilaos



Figure 15 : Cascade du Cap Noir, Bras de Benjoin, alt 750m environ

Le tableau suivant résume, par groupe d'espèces, la franchissabilité de ces obstacles :

Nom de l'obstacle	Grand Bras de Cilaos	Petit Bras de Cilaos	Cascade du Cap Noir
Type d'obstacle	Captage	Captage	Chute naturelle
Montaison			
Bouche-rondes <i>S. lagocephalus</i> et <i>C. acutipinnis</i>	3	2	4
Anguilles <i>Anguilla</i> sp.	4	4	4
Chitte <i>A. telfairii</i>	4	4	h.l.
Poissons Plats <i>K. rupestris</i>	4	4	h.l.
Autres poissons	4	4	h.l.
Chevaquine <i>A. serrata</i>	3	2	2
Autres crustacés	4	2	h.l.
Dévalaison			
Larves poissons ou crustacés (espèces amphidromes)	3	4	4
Anguilles argentées	3	4	h.l.
Chitte et Poisson Plat	3	4	h.l.
Crustacés adultes	3	4	h.l.

Tableau 16 : Franchissabilité des obstacles Captages Petit et Grand Bras de Cilaos et de la cascade du Bras Noir pour les peuplements de poissons et de macro-crustacés (étude continuité écologique DEAL 2011, 2 : barrière potentielle à impacts modérés, 3 : barrière à fort impact, 4 : barrière totale ou quasi-totale, h.l. : hors limite de colonisation).

Ces obstacles constituent des barrières à fort impact sur la montaison des espèces de poissons et de macro-crustacés. Seules des espèces dotées de capacités de franchissement adaptées aux passages hors d'eau (ventousage, reptation, marche) pourront coloniser l'amont de ces obstacles. En particulier les espèces suivantes :

- La chevaquine *A. serrata*. Cette espèce est dotée de très fortes capacités de franchissement par marche. Elle a été observée à des altitudes supérieures à 1 300 m à La Réunion et en amont de cassés de plus de 100m de dénivelée,
- Les anguilles *A. marmorata*, *A. mossambica* ou *A. bengalis labiata*. Cette espèce possède de très fortes capacités de franchissement au stade civelle : capacités de reptation et de maintien sur des parois verticales humides par simple tension superficielle,
- Les bouches-rondes *S. lagocephalus* et *C. acutipinnis*. Les nageoires ventrales soudées chez ces espèces leur offre une capacité de ventousage qui leur permet de se maintenir et de progresser sur des parois humides à fortes pentes, voire verticales.



Figure 16 : Très jeunes stades d'anguilles en montaison sur des parois verticales utilisant leurs tensions superficielles et les « micros » rugosités du substrat (photos OCEA – Réunion)



Figure 17 : Chevaquine *A. serrata* en « marche » hors de l'eau



Figure 18 : Vue de la ventouse pelvienne chez *S. lagocephalus* (© ARDA)

5.6.4. Synthèse du contexte général des sites de captages de l'étude

Les captages AEP de la Commune de Cilaos pris en compte dans la présente étude sont installés sur des affluents de la rivière du Grand et du Petit Bras de Cilaos à des altitudes comprises entre 970 et 1 740 m.

La richesse potentielle en espèces de poissons et de macro-crustacés de ces zones de cours d'eau est faible. Dans le cadre de l'étude continuité écologique DEAL (2011), **la limite de 900m d'altitude a été retenue comme limite maximale de colonisation des principales populations de poissons et de macro-crustacés sans obstacle de type chute ou assec naturel**. Toutefois, au cas par cas, des populations parmi les espèces possédant les plus fortes capacités de franchissement (*A. serrata*, *Anguilla sp.*, *S. lagocephalus* et *C. acutipinnis*) peuvent être observées à des altitudes plus élevées.

A l'échelle du bassin versant, les données disponibles sur la zone intermédiaire montrent des peuplements de qualité médiocre sur le Grand Bras de Cilaos et de qualité moyenne sur le Petit Bras de Cilaos.

Ces peuplements sont limités par les obstacles que constituent les captages de Pavillon sur le Petit et le Grand Bras de Cilaos. Ces captages ont été équipés en 2011 de passes à poissons. En fonctionnement optimum, ces ouvrages permettraient le franchissement des bouche-rondes et de la chevaquine *A. serrata* sur le barrage du Grand Bras, mais aussi des anguilles (civelles) et des macro-crustacés sur le Petit Bras.

En amont, les chutes comme celle du Cap Noir limitent également fortement la colonisation naturelle des zones de sources par les poissons ou les macro-crustacés indigènes.

Dans ce contexte, les cours d'eau et les sources où sont implantés la majorité des captages AEP de la commune de Cilaos (axe du Grand Bras de Cilaos) sont situés en amont de secteur où les peuplements piscicoles sont dégradés (état médiocre) et en amont d'obstacles naturels ou anthropiques constituant des barrières difficilement franchissables par les espèces de poissons et de macro-crustacés.

L'axe du Petit Bras de Cilaos (captages Bras des Calumets) paraît le plus accessible aux espèces de poissons et de macro-crustacés (barrière anthropique partiellement franchissable) avec un état actuel des peuplements expertisés bon (en limite inférieur de classe).

6. Rubriques de la nomenclature concernées

Les captages destinés à l'alimentation en eau potable de la commune de Cilaos, doivent être régularisés au titre des procédures suivantes.

6.1. Code de l'Environnement

- Au titre du code de l'Environnement (Partie Législative) – **Livre Ier – Titre II- Chapitre IV – Section 1 – Articles L214-1 à L214-6**, tout captage d'eau est soumis à déclaration (D) ou à autorisation (A).

Art. L214-1

« Sont soumis aux dispositions des articles L. 214-2 à L. 214-6 les installations ne figurant pas à la nomenclature des installations classées, les ouvrages, travaux et activités réalisés à des fins non domestiques par toute personne physique ou morale, publique ou privée, et entraînant des prélèvements sur les eaux superficielles ou souterraines, restitués ou non, une modification du niveau ou du mode d'écoulement des eaux, la destruction de frayères, de zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole ou des déversements, écoulements, rejets ou dépôts directs ou indirects, chroniques ou épisodiques, même non polluants.

Art. L214-2

Les installations, ouvrages, travaux et activités visés à l'article L. 214-1 sont définis dans une nomenclature, établie par décret en Conseil d'Etat après avis du Comité National de l'Eau, et soumis à autorisation ou à déclaration suivant les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques.

Ce décret définit en outre les critères de l'usage domestique, et notamment le volume d'eau en deçà duquel le prélèvement est assimilé à un tel usage, ainsi que les autres formes d'usage dont l'impact sur le milieu aquatique est trop faible pour justifier qu'elles soient soumises à autorisation ou à déclaration.

- Le Code de l'Environnement (Partie Réglementaire), **Livre II, Titre Ier, Chapitre IV, Section 1, Article R214-1**, définit les rubriques de la nomenclature concernées :

Les rubriques pouvant être concernées par les aménagements des captages seraient les suivantes.

Le détail de l'application est présenté pour chacun des captages.

Rubrique		Captages concerné	Régime
1.2.1.0	<p>TITRE 1 – Prélèvements</p> <p>A l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9 du code de l'environnement, prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, y compris par dérivation, dans un cours d'eau, dans sa nappe d'accompagnement ou dans un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe :</p> <p>1° D'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1 000 m³/heure ou à 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (A) ;</p> <p>2° D'une capacité totale maximale comprise entre 400 et 1 000 m³/heure ou entre 2 et 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (D).</p>	Les 15 captages	A
3.1.1.0	<p>TITRE 3 - IMPACTS SUR LE MILIEU AQUATIQUE OU SUR LA SÉCURITÉ PUBLIQUE</p> <p>Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant :</p> <p>1° Un obstacle à l'écoulement des crues (A) ;</p> <p>2° Un obstacle à la continuité écologique :</p> <p>a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (A) ;</p>	Matarum aval Piton Bleu Prudent 2 Kerveguen Le Cœur Bras Calumets amont et aval Bras de la Vierge Fleurs jaunes amont Gueule Rouge	A
	<p>b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (D). Au sens de la présente rubrique, la continuité écologique des cours d'eau se définit par la libre circulation des espèces biologiques et par le bon déroulement du transport naturel des sédiments.</p>	Matarum amont Avalasse Bras Morel Prudent 1 Fleurs jaunes aval	D
3.1.2.0	<p>Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau :</p> <p>1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A) ;</p> <p>2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D). Le lit mineur d'un cours d'eau est l'espace recouvert par les eaux coulant à pleins bords avant débordement.</p>	Non concerné	
3.1.5.0	<p>Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens :</p> <p>1° Destruction de plus de 200 m² de frayères (A) ;</p> <p>2° Dans les autres cas (D).</p>	Non concerné	

6.2. Code de la Santé Publique

6.2.1. Utilisation de l'eau captée pour la consommation humaine

L'utilisation de l'eau à des fins d'alimentation humaine est également réglementée au titre du Code de la Santé Publique (Partie Législative) – **première partie, livre III, titre II.**

Article L1321-7

« I. - Sans préjudice des dispositions de l'article L. 214-1 du code de l'environnement, est soumise à autorisation de l'autorité administrative compétente l'utilisation de l'eau en vue de la consommation humaine, à l'exception de l'eau minérale naturelle, pour :

1° La production ;

2° La distribution par un réseau public ou privé, à l'exception de la distribution à l'usage d'une famille mentionnée au 3° du II et de la distribution par des réseaux particuliers alimentés par un réseau de distribution public ;

3° Le conditionnement. »

Article L1321-1

« Toute personne qui offre au public de l'eau en vue de l'alimentation humaine, à titre onéreux ou à titre gratuit et sous quelque forme que ce soit, y compris la glace alimentaire, est tenue de s'assurer que cette eau est propre à la consommation.

L'utilisation d'eau impropre à la consommation pour la préparation et la conservation de toutes denrées et marchandises destinées à l'alimentation humaine est interdite. »

L'arrêté du 20 juin 2007 précise la constitution des dossiers d'autorisation de prélèvement, d'instauration des périmètres de protection et d'utilisation de la ressource à des fins d'alimentation humaine, conformément aux articles R.1321-1 à R.1321-66 de la partie réglementaire du Code de la Santé Publique **première partie, livre III, titre II.**

6.2.2. Protection des eaux destinées à la consommation humaine

En application de l'article **L1321-2 du code de la santé publique**, les travaux de prélèvement d'eau ainsi que les périmètres de protection doivent être déclarés d'utilité publique.

Art. 1321-2

« En vue d'assurer la protection de la qualité des eaux, l'acte portant déclaration d'utilité publique des travaux de prélèvement d'eau destinée à l'alimentation des collectivités humaines détermine autour du point de prélèvement un *périmètre de protection immédiat* dont les terrains sont à acquérir en pleine propriété, un *périmètre de protection rapproché* à l'intérieur duquel peuvent être interdits ou réglementés toutes activités et tous dépôts ou installations de nature à nuire directement ou indirectement à la qualité des eaux et, le cas échéant, un *périmètre de protection éloigné* à l'intérieur duquel peuvent être réglementés les activités, installations et dépôts ci-dessus mentionnés..."

Art. 1321-1

« Toute personne qui offre au public de l'eau en vue de l'alimentation humaine, à titre onéreux ou à titre gratuit et sous quelque forme que ce soit, y compris la glace alimentaire, est tenue de s'assurer que cette eau est propre à la consommation.

L'utilisation d'eau non potable pour la préparation et la conservation de toutes denrées et marchandises destinées à l'alimentation humaine est interdite. »

Art. 1321-3

« Les indemnités qui peuvent être dues aux propriétaires ou occupants de terrains compris dans un périmètre de protection de prélèvement d'eau destinée à l'alimentation des collectivités humaines, à la suite de mesures prises pour assurer la protection de cette eau, sont fixées selon les règles applicables en matière d'expropriation pour cause d'utilité publique. »

7. Synthèses des engagements de la commune

7.1. Aménagements et actions que la commune s'engage à réaliser sur l'ensemble du réseau de Cilaos

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) ;
- 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 (convention ONF/ acquisition parcelle privées...).

Etant données les incertitudes sur les coordonnées des captages et l'absence de clôture des périmètres de protection immédiate nous préconisons de faire réaliser un relevé des captages et un bornage des PPI pour chacun des captages par un géomètre expert.

Les installations de turbidimètres, pour disposer d'un suivi en continu de la qualité des eaux distribuées, suivantes sont préconisées :

- Deux turbidimètres pour le secteur de Cilaos Ville et Mare Sèche. 1 à la sortie du réservoir dit le 2000, sur la conduite principale du réseau de distribution du haut de la ville de Cilaos ; 1 à la sortie du réservoir Matarum, sur la conduite principale du réseau AEP de Cilaos ville et Bas du village ;
- Deux turbidimètres pour le secteur de Bras Sec et Peter Both. 1 à la sortie du réservoir de Bras Sec ; 1 à l'entrée du réservoir de Peter Both ;
- Deux turbidimètres pour le secteur de Palmiste Rouge. 1 à la sortie du réservoir du Cap, 1 sur la conduite principale de distribution AEP d'Ilet Calebasses, après la station de traitement en ligne ;
- Deux turbidimètres pour le secteur d'Ilet à Cordes. 1 au niveau de la station de traitement sur le réseau provenant du captage du Bras de la Vierge, 1 à la sortie de la citerne Fleurs Jaunes sur le réseau de distribution du haut d'Ilet à Cordes ;

Soit au total 8 turbidimètres à installer sur le réseau de Cilaos.

Les installations de compteurs complémentaires et le relevé de compteurs existants mais non suivis suivants sont recommandés :

- Pour le secteur de Cilaos Ville et Mare Sèche 2 compteurs : 1 au niveau du réservoir de « la Réserve » (ou au « 2000 » le cas échéant) et 1 à l'entrée de la Bâche Prudent ;
- Pour le secteur de Bras Sec et Peter Both 2 compteurs : 1 sur le réseau de distribution de Plateau Bègue, en sortie du surpresseur, dont l'installation est déjà prévue à court terme (information communiquée par la RECIL), 1 en sortie du réservoir de Bras sec sur le réseau de distribution AEP de Bras Sec ;
- Pour le secteur de Palmiste Rouge, 1 compteur sera installé au niveau de la citerne d'Ilet Fougères. De plus il faudra procéder au relevé du compteur de la citerne Ilet Calebasses, qui est existant mais qui ne fait actuellement l'objet d'aucun suivi ;
- Pour le secteur d'Ilet à Cordes 2 compteurs : 1 sur le réseau du Bras de la Vierge (avant séparation du réseau AEP et irrigation ou au plus près du captage pour intégrer les volumes distribués au branchement agricole en piquage direct, suivant faisabilité) et 1 sur la conduite de distribution pour l'irrigation qui est issue du captage de Fleurs Jaunes aval (avant les premiers branchements agricoles).

Soit au total 7 compteurs à installer et un à suivre qui existe déjà mais qui n'est pas relevé à l'heure actuelle.

7.2. Estimation des dépenses

7.2.1. Secteur de Cilaos Ville et de Mare Sèche

Action	Enveloppe financière
- Convention d'occupation des parcelles avec l'ONF / Parc National, dans la limite des périmètres immédiats 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"> o pose de panneaux de signalisation des périmètres de protection des captages Matarum, Avalasse et Piton Bleu ; o travaux sur les ouvrages (Matarum et Avalasse) 	3 000 € 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)	1 000 €
- Travaux de sécurisation du chemin d'accès au captage amont (pose d'une ligne de vie)	10 000 €

Action	Enveloppe financière
Pour le captage Avalasse : <ul style="list-style-type: none"> - 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) 	<p>1 000 €</p> <p>15 000 €</p>
Pour le captage Prudent 1 : <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<p>5 000 €</p> <p>12 000 €</p>
Pour le captage Prudent 2 : <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<p>15 000 €</p>
Pour le captage Piton Bleu : <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<p>2 000 €</p>
<ul style="list-style-type: none"> - 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 	<p>5 000 €</p>
TOTAL	136 000 €
Etudes et création d'une unité de traitement	800 000 €

7.2.2. Secteur de Bras Sec et Peter Both

Action	Enveloppe financière
<ul style="list-style-type: none"> - Convention d'occupation des parcelles avec l'ONF / Parc National, dans la limite des périmètres immédiat des captages Bras Morel, Le Cœur et Kerveguen 	<p>3 000 € / an</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Dossier de demande d'autorisation au Parc National de La Réunion, de travaux et pose de panneaux de signalisation des périmètres de protection des 	<p>5 000 €</p>

Action	Enveloppe financière
captages Bras Morel, Le Cœur et Kerveguen	
- La mise en place de trois dispositifs d'alerte de type turbidimètre entre les captages et le réservoir de Bras sec	24 000 €
- Bornage des périmètres de protection immédiate (2 500€/ouvrage)	7 500 €
Pour le captage Bras Morel : - L'amélioration des conditions de captage : il pourrait être optimal de permettre une prise en fond de bassin avec une surverse qui permette l'évacuation des débris organiques circulant dans le flux - Mise en place de panneaux sur le sentier d'accès au captage, l'autre à proximité immédiate de l'ouvrage afin d'avertir des risques de chutes de pierre et d'informer sur l'interdiction d'accès au captage	12 000 €
Pour le captage Le Cœur : - L'amélioration des conditions de captage : il pourrait être optimal de permettre une prise en fond de bassin avec une surverse qui permette l'évacuation des débris organiques circulant dans le flux ; - Sécurisation de l'accès au captage (mise en place d'une échelle et ou d'une ligne de vie) - Mise en place de panneaux sur le sentier d'accès au captage, l'autre à proximité immédiate de l'ouvrage afin d'avertir des risques de chutes de pierre et d'informer sur l'interdiction d'accès au captage	15 000 €
Pour le captage Kerveguen : - L'amélioration des conditions de captage - mise en place de panneaux interdisant l'accès au périmètre de protection immédiate	5 000 €
TOTAL	71 500 €
Etudes et création unité de traitement	600 000 €

7.2.3. Secteur de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses

Action	Enveloppe financière
Convention d'occupation des parcelles avec l'ONF / Parc National, dans la limite des périmètres immédiat des captages Calumets Bas, Calumets Haut et Calumets Haut +	8 000 €/an

Action	Enveloppe financière
Dossier de demande d'autorisation au Parc National de La Réunion, de travaux et pose de panneaux de signalisation des périmètres de protection des captages Calumets Bas, Haut et Haut +	2 000 €
Bornage des périmètres de protection immédiate (2 500€/ouvrage)	7 500 €
Pour le captage Calumets Bas : <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de panneaux sur le sentier d'accès au captage ; - Travaux d'amélioration du captage 	10 000 €
Pour le captage Calumets Haut : <ul style="list-style-type: none"> - mise en place d'un panneau de signalisation à proximité immédiate du captage ; - Réfection du système de chloration en ligne de manière à ce qu'il soit protégé des risques de vandalisme (caisson+cadenas par exemple) 	2 000 €
Pour le captage Calumets Haut + : <ul style="list-style-type: none"> - mise en place de panneaux interdisant l'accès au périmètre de protection immédiate 	2 000 €
La mise en place de deux dispositifs d'alerte de type turbidimètre un au niveau du réservoir du Cap et un après la station de traitement en ligne vers Ilet à Calebasses	10 000 €
TOTAL	41 500 €
Etudes et création unité de traitement	600 000 €

7.2.4. Secteur d'Ilet à Cordes

Action	Enveloppe financière
Convention d'occupation des parcelles avec l'ONF / Parc National, dans la limite des périmètres immédiat des captages Fleurs Jaunes amont et aval et Bras de la Vierge	15 000 €/an
Dossier de demande d'autorisation au Parc National de La Réunion, de travaux et pose de panneaux de signalisation des périmètres de protection des captages Fleurs Jaunes amont et aval et Bras de la Vierge	2 000 €
Relevé des coordonnées des ouvrages et bornage des périmètres de protection immédiate (2 500€/ouvrage)	7 500 €

Action	Enveloppe financière
Pour les captages Fleurs Jaunes :	
- Mise en place de panneaux sur le sentier d'accès au captage Fleurs Jaunes aval (à proximité du captage)	1 000 €
- La mise en place d'une station de désinfection des eaux distribuées (en cours de réalisation, le matériel a été acheté, reste installation)	9 000 €
- La mise en place d'un dispositif d'alerte de type turbidimètre à la sortie de la citerne Fleurs Jaunes	2 500 €
- l'amélioration des conditions de captage	10 000 €
Pour le captage Bras de la Vierge :	
- mise en place d'un panneau de signalisation à proximité immédiate du captage	1 000 €
- La mise en place d'un dispositif d'alerte de type turbidimètre au niveau de la station de traitement sur le réseau de distribution d'Ilet à Cordes	2 500 €
- Sécurisation du sentier d'accès	35 000 €
TOTAL	85 500 €

Etudes et création unité de traitement	600 000 €
--	-----------

7.2.5. Total

SECTEUR	Total Estimation
Cilaos Ville et Mare Sèche	136 000 €
Bras Sec et Peter Both	71 500 €
Palmiste Rouge et Ilet Calebasses	41 500 €
Ilet à Cordes	85 500 €
TOTAL	334 500 €

Par ailleurs pour les études de faisabilités et les travaux de réalisation des unités de traitement pour chacun des secteurs il faut compter 600 000 à 800 000 € par secteur, soit un montant total de 2 600 000 €.

7.3. Conclusions sur l'incidence des prélèvements et les débits réservés

« 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 ».

7.3.1. Proposition afin d'améliorer la connaissance du milieu naturel

Afin de préciser les débits caractéristiques, 3 mesures par jaugeage ponctuel seront effectuées chaque année (débit capté/débit résiduel) sur trois 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.

7.3.2. Secteur de Cilaos Ville et Mare Sèche

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^{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 fait 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.

7.3.3. Secteur de Bras Sec et Peter Both

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

Captages	Module de la ravine estimé au captage (en l/s)	Débit minimal (l/s)
Bras Morel	15	2
Le cœur	6	0,6
Kerveguen	14	1,4
Gueule Rouge	4	0,4

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 sur les cours d'eau à l'aval des captages.

7.3.4. Secteur de Palmiste Rouge et Ilet Calebasses

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

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

Bras des Calumets bas	61	6
-----------------------	----	---

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

En l'absence d'une bonne connaissance des débits caractéristiques de la ravine des Calumets, il est proposé à ce stade **un débit minimum biologique de 10 L/s au niveau du captage Calumets Bas**. Ce débit pourra être ajusté à l'issu de la réalisation de mesures de débits sur 3 ans.

7.3.5. Secteur d'Ilet à Cordes

Le prélèvement du Bras de la Vierge constitue un impact potentiel sur les habitats aquatiques du Bras de Saint Paul.

Il est alors proposé de **mettre en place ici un suivi du débit de la ravine au droit du captage afin de mieux évaluer l'impact du prélèvement sur l'hydrologie de la zone aval et proposer un débit réservé en conséquence (1/10^{ème} du module, soutien du débit minimum d'étiage...).**

Les captages Fleurs Jaunes ne présentent pas d'impact sur les peuplements de poissons et de macro-crustacés indigènes.

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

Captages	Module de la ravine estimé au captage (en l/s)	Débit minimal (l/s)
Bras de la Vierge	65	6,5
Fleurs Jaunes	50	5
Total	115	11,5

7.3.6. Conclusion

Sur la base des débits plancher déterminés dans le cadre de cette étude et des incidences des prélèvements sur la continuité écologique pour les différents captages de Cilaos, nous recommandons :

- Une priorisation d'une étude pour l'amélioration des connaissances du fonctionnement hydrologique de la Ravine des Calumets, qui est la seule pour laquelle il y a un enjeu biologique à l'aval des captages. L'étude aura pour objectif de valider le débit minimum biologique proposé ;
- De réaliser un suivi des débits au droit du Bras de La Vierge pour mieux évaluer l'impact du prélèvement sur l'hydrologie de la zone aval et proposer un débit minimum adapté ;

- La réalisation de mesures de débits sur l'ensemble des captages telles que préconisées au § 7.3.1.
- Réaliser en premier lieu les aménagements aux captages pour lesquels les débits réservés sont supérieurs ou égaux à 5L/s.

Les délais devront être adaptés en conséquence pour les différents secteurs pour que le programme soit réalisable par la RECIL et la commune de Cilaos étant donné le nombre de captages et d'aménagements

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
Notice explicative*

Annexe 1. Carte de localisation des captages et ouvrages de stockages (source SAPHIR, 2011)

(1 page)

*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
Notice explicative*

Annexe 2. Commune de Cilaos - Service public de l'eau potable – compte rendu technique et financier – exercice 2012

(46 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
Notice explicative*

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*
Notice explicative

Numéro et indice de version : 66809B – Volume 1

Date d'envoi : Décembre 2015

Nombre d'annexes dans le texte : 2

Nombre de pages : 55

Nombre d'annexes en volume séparé :

Diffusion (nombre et destinataires) :

8 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

