

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

Dossier d'enquête publique préalable à la DUP – Captages d'Ilet à Cordes

Décembre 2015

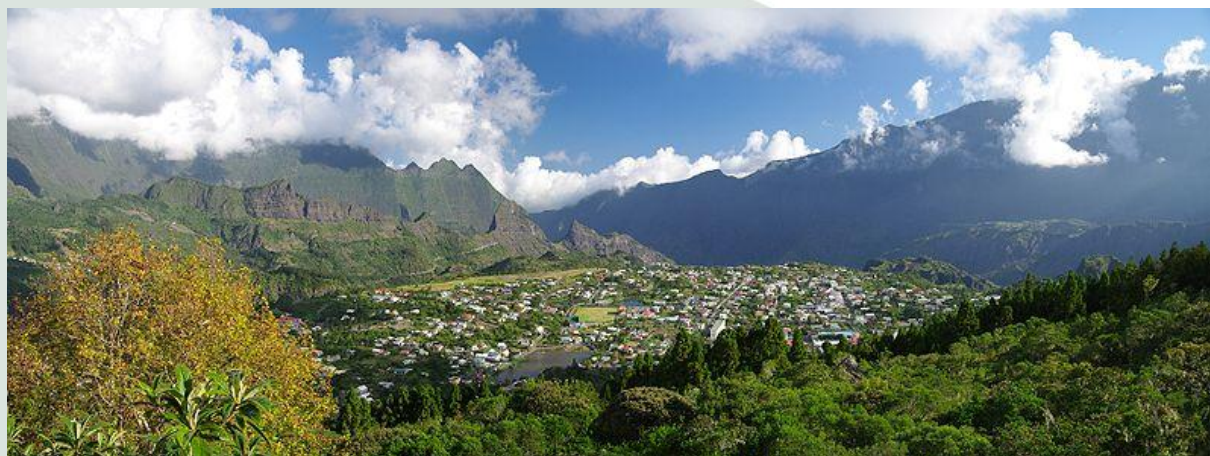
66809 / B – Volume 5

Commune de Cilaos - Mairie de Cilaos

66 rue du Père Boiteau

97413 CILAOS

Tél. : 02.62.31.89.89



Présenté par

**Antea Group**

**Agence de la Réunion**

Métier Eau

55, rue Jules Auber

97400 SAINT-DENIS

Tél. : 02.62.20.95.88

**Ocea Consult'**

236Bis, ch Concession Condé

97 432 Ravine des Cabris

Tél. : 06.92.30.54.12





# Sommaire

|   | Pages     |
|---|-----------|
| <b>1. PREAMBULE.....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2. PRESENTATION DES CAPTAGES DU SECTEUR D'ILET A CORDES.....</b>   | <b>6</b>  |
| 2.1. RAPPEL DU RESEAU D'ILET A CORDES.....  | 6         |
| 2.2. CAPTAGES FLEURS JAUNES (12268X0086).....   | 8         |
| 2.2.1. Localisation, situation foncière et accessibilité.....   | 8         |
| 2.2.2. Caractéristiques techniques des ouvrages.....  | 8         |
| 2.3. CAPTAGE DU BRAS DE LA VIERGE (12284X0040).....   | 11        |
| 2.3.1. Localisation, situation foncière et accessibilité.....   | 11        |
| 2.3.2. Caractéristiques techniques des ouvrages.....  | 11        |
| <b>DEMANDE D'AUTORISATION AU TITRE DU CODE DE LA SANTE PUBLIQUE ET INSTAURATION DES MESURES DE PROTECTION .....</b>   | <b>15</b> |
| <b>3. CAPTAGES FLEURS JAUNES (HAUT ET BAS) .....</b>  | <b>17</b> |
| 3.1. VULNERABILITE DE LA RESSOURCE .....  | 17        |
| 3.1.1. Nature de la ressource .....   | 17        |
| 3.1.2. Protection naturelle et caractéristiques des formations de recouvrement.....                                   | 17        |
| 3.1.3. Mode d'écoulement en période d'étiage et de pluie et « temps de concentration ».....                           | 17        |
| 3.2. VULNERABILITE LIEE AU CAPTAGE .....  | 18        |
| 3.3. EVALUATION DES RISQUES DE DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'EAU .....   | 18        |
| 3.3.1. Qualité de l'eau captée .....  | 18        |
| 3.3.2. Environnement immédiat .....   | 19        |
| 3.3.3. Mode d'occupation des sols et sources potentielles de pollution .....  | 19        |
| 3.4. MESURES DE PROTECTION DU CAPTAGE.....  | 19        |
| 3.4.1. Périmètre de protection immédiate (source : avis de l'HgA) .....   | 19        |
| 3.4.2. Périmètre de protection rapprochée (source : avis de l'HgA) .....  | 23        |
| 3.4.3. Zone de surveillance renforcée .....   | 24        |
| 3.4.4. Avis de l'hydrogéologue agréé (source : avis de l'HgA) .....   | 24        |
| 3.4.5. Propositions / observations de la Régie communale par rapport aux prescriptions de l'hydrogéologue agréé. .... | 26        |
| 3.4.6. Etat parcellaire du périmètre de protection rapprochée .....   | 27        |
| <b>4. CAPTAGE DU BRAS DE LA VIERGE .....</b>  | <b>28</b> |
| 4.1. VULNERABILITE DE LA RESSOURCE .....  | 28        |
| 4.1.1. Nature de la ressource .....   | 28        |
| 4.1.2. Protection naturelle et caractéristiques des formations de recouvrement.....                                   | 28        |
| 4.1.3. Mode d'écoulement en période d'étiage et de pluie et « temps de concentration ».....                           | 28        |
| 4.2. VULNERABILITE LIEE AU CAPTAGE .....  | 29        |
| 4.3. EVALUATION DES RISQUES DE DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'EAU .....   | 29        |
| 4.3.1. Qualité de l'eau captée .....  | 29        |
| 4.3.2. Environnement immédiat .....   | 30        |
| 4.3.3. Mode d'occupation des sols et sources potentielles de pollution .....  | 30        |
| 4.4. MESURES DE PROTECTION DU CAPTAGE.....  | 30        |
| 4.4.1. Périmètre de protection immédiate (source : avis de l'HgA) .....   | 30        |
| 4.4.2. Périmètre de protection rapprochée (source : avis de l'HgA) .....  | 33        |
| 4.4.3. Dispositif d'alerte et de contrôle .....   | 34        |
| 4.4.4. Avis de l'hydrogéologue agréé (source : avis de l'HgA) .....   | 34        |
| 4.4.5. Propositions / observations de la Régie communale par rapport aux prescriptions de l'hydrogéologue agréé. .... | 35        |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 4.4.6.     | Etat parcellaire du périmètre de protection rapprochée .....  | 35        |
| <b>5.</b>  | <b>MOYENS DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'EAU.....</b>   | <b>37</b> |
| <b>6.</b>  | <b>PROTECTION DYNAMIQUE DES OUVRAGES .....</b>  | <b>38</b> |
| <b>7.</b>  | <b>JUSTIFICATION DES PRODUITS DE TRAITEMENT A METTRE EN ŒUVRE.....</b>  | <b>39</b> |
| 7.1.       | QUALITE DE L'EAU .....  | 39        |
| 7.1.1.     | Eaux brutes .....   | 39        |
| 7.1.2.     | Eau produite.....   | 39        |
| 7.1.3.     | Eau distribuée .....  | 40        |
| 7.1.4.     | Cas particulier des évolutions de la turbidité .....  | 40        |
| 7.2.       | JUSTIFICATION DU TRAITEMENT APPLIQUE.....   | 45        |
| <b>8.</b>  | <b>ENGAGEMENTS DE LA COMMUNE .....</b>  | <b>46</b> |
| 8.1.       | AMENAGEMENTS ET ACTIONS QUE LA COMMUNE S'ENGAGE A REALISER .....  | 46        |
| 8.2.       | ESTIMATIONS DES DEPENSES .....  | 46        |
|            | <b>DEMANDE D'AUTORISATION AU TITRE DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT.....</b>  | <b>49</b> |
| <b>9.</b>  | <b>METHODOLOGIES MISES EN ŒUVRE POUR L'ETUDE DES INCIDENCES .....</b>   | <b>51</b> |
| 9.1.       | METHODOLOGIE POUR L'EVALUATION DES DEBITS CARACTERISTIQUES .....  | 51        |
| 9.1.1.     | Définition .....  | 51        |
| 9.1.2.     | Rappel de la réglementation.....  | 52        |
| 9.1.3.     | Caractérisation de la ressource disponible : Méthodologie pour l'estimation des débits caractéristiques ..... | 53        |
| 9.2.       | METHODOLOGIE POUR L'ETUDE DE L'INCIDENCE SUR L'ÉCOULEMENT DES EAUX.....                                       | 56        |
| 9.3.       | METHODOLOGIE POUR L'ETUDE DE L'INCIDENCE SUR LES MILIEUX.....   | 56        |
| 9.3.1.     | Analyse des enjeux biologiques au site de captage .....   | 57        |
| 9.3.2.     | Inventaire de la macro faune aquatique.....   | 57        |
| 9.3.3.     | Franchissabilité de l'ouvrage par les peuplements observés .....  | 57        |
| 9.3.4.     | Synthèse de l'impact de l'ouvrage sur la continuité biologique des peuplements.....                           | 57        |
| 9.4.       | METHODOLOGIE POUR L'EVALUATION DES DEBITS RESERVES .....  | 58        |
| 9.4.1.     | Qualification des écoulements.....  | 58        |
| 9.4.2.     | Détermination des débits réservés.....  | 58        |
| <b>10.</b> | <b>LES DEBITS PRELEVES SUR LES CAPTAGES D'ILET A CORDES.....</b>  | <b>59</b> |
| 10.1.      | VOLUMES PRODUITS SUR LES CAPTAGES FLEURS JAUNES ET BRAS DE LA VIERGE .....                                    | 59        |
| 10.2.      | ESTIMATION DES DEBITS PRELEVES .....  | 60        |
| <b>11.</b> | <b>CAPTAGES FLEURS JAUNES, AMONT ET AVAL .....</b>  | <b>62</b> |
| 11.1.      | INCIDENCE DU CAPTAGE SUR LA RESSOURCE EN EAU.....   | 62        |
| 11.1.1.    | Détermination des débits caractéristiques au captage .....  | 62        |
| 11.1.2.    | Incidence sur la ressource en eau souterraine .....   | 64        |
| 11.1.3.    | Incidence sur l'écoulement des eaux.....  | 64        |
| 11.2.      | INCIDENCE DES CAPTAGES SUR LA CONTINUITÉ ECOLOGIQUE.....  | 65        |
| 11.2.1.    | Enjeux biologiques au site de captage .....   | 65        |
| 11.2.2.    | Inventaire de la faune piscicole.....   | 67        |
| 11.2.3.    | Franchissabilité des ouvrages par les peuplements potentiels .....  | 67        |
| 11.2.4.    | Synthèse de l'impact des ouvrages sur la continuité biologique des peuplements.....                           | 67        |
| 11.3.      | APPLICATION DE LA REGLEMENTATION EN MATIERE DE DEBITS RESERVES.....   | 68        |
| 11.3.1.    | Evaluation du débit réservé .....   | 68        |
| 11.3.2.    | Aménagement en matière de mise en place des débits réservés .....   | 68        |
| <b>12.</b> | <b>CAPTAGE DU BRAS DE LA VIERGE .....</b>   | <b>69</b> |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 12.1.      | INCIDENCE DU CAPTAGE SUR LA RESSOURCE EN EAU.....                                   | 69        |
| 12.1.1.    | Détermination des débits caractéristiques au captage .....                          | 69        |
| 12.1.2.    | Incidence sur la ressource en eau souterraine .....                                 | 71        |
| 12.1.3.    | Incidence sur l'écoulement des eaux.....  | 71        |
| 12.2.      | INCIDENCE DES CAPTAGES SUR LA CONTINUITÉ ECOLOGIQUE.....                            | 72        |
| 12.2.1.    | Enjeux biologiques au site de captage.....  | 72        |
| 12.2.2.    | Inventaire de la faune piscicole.....   | 74        |
| 12.2.3.    | Franchissabilité de l'ouvrage par les peuplements potentiels .....                  | 74        |
| 12.2.4.    | Synthèse de l'impact de l'ouvrage sur la continuité biologique des peuplements..... | 75        |
| 12.3.      | APPLICATION DE LA RÉGLEMENTATION EN MATIÈRE DE DÉBITS RÉSERVÉS.....                 | 76        |
| 12.3.1.    | Évaluation du débit réservé .....   | 76        |
| 12.3.2.    | Aménagement en matière de mise en place des débits réservés .....                   | 76        |
| <b>13.</b> | <b>INCIDENCE DE L'ENTRETIEN DES OUVRAGES SUR LE MILIEU .....</b>                    | <b>77</b> |
| <b>14.</b> | <b>COMPATIBILITÉ AVEC LES OUTILS DE PLANIFICATION DE LA GESTION DE L'EAU .....</b>  | <b>77</b> |
| 14.1.      | LE SDAGE .....  | 77        |
| 14.2.      | LE SDAGE 2016-2021, ACTUELLEMENT EN COURS D'ÉLABORATION .....                       | 81        |
| 14.3.      | LE SAGE .....   | 82        |
| <b>15.</b> | <b>MOYENS DE SUIVI OU D'ÉVALUATION DES PRÉLEVEMENTS .....</b>                       | <b>86</b> |
| <b>16.</b> | <b>CONCLUSION SUR L'INCIDENCE DES PRÉLEVEMENTS ET LE DÉBIT RÉSERVÉ .....</b>        | <b>88</b> |

**LISTE DES FIGURES**

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Figure 1 :  | insertion des captages d'Ilet à Cordes sur le réseau du secteur .....   | 6  |
| Figure 2 :  | Carte de localisation des captages du secteur d'Ilet à Cordes et extension des bassins versants [source : annexe 1 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-01-23].....                                  | 7  |
| Figure 3 :  | Caractéristiques du captage Fleurs Jaunes Haut.....   | 9  |
| Figure 4 :  | Caractéristiques techniques du captage Fleurs Jaunes Bas .....  | 10 |
| Figure 5 :  | Caractéristiques du captage Bras de la Vierge .....   | 12 |
| Figure 6 :  | Schéma du captage Bras de la Vierge .....   | 13 |
| Figure 7 :  | Environnement du captage Bras de la Vierge .....  | 13 |
| Figure 8 :  | Localisation des périmètres de protection immédiate des captages Fleurs Jaunes Amont et Aval (fond IGN 1/25 000 <sup>ème</sup> ) [source : Figure 4 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-01-23]..... | 21 |
| Figure 9 :  | Localisation des périmètres de protection immédiate des captages de la ravine Fleurs Jaunes (fond ortho-photo © IGN) [source : Figure 5 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-01-23].....             | 22 |
| Figure 10 : | Localisation et extension du périmètre de protection rapprochée des captages Fleurs Jaunes Amont et Aval [source : annexe 3 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-01-23].....                         | 25 |
| Figure 11 : | Extension du périmètre de protection rapprochée des captages de Fleurs Jaunes sur le cadastre de la commune de Cilaos.....  | 27 |
| Figure 12 : | Localisation du périmètre de protection immédiate du captage du Bras de la Vierge (sur fond IGN 1/25 000 <sup>ème</sup> ) [source : Figure 2 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2012-12-28] .           | 31 |
| Figure 13 : | Localisation du périmètre de protection immédiate du captage du Bras de la Vierge (sur fond ortho-photo © IGN) [source : Figure 3 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2012-12-28]                        | 32 |
| Figure 14 : | Extension du périmètre de protection rapprochée du captage Bras de La Vierge sur le cadastre de la commune de Cilaos.....   | 36 |
| Figure 15 : | Synoptique du réseau d'Ilet à cordes et insertion des captages.....   | 40 |
| Figure 16 : | Évolution de la turbidité pour Ilet à Cordes, entre 2010 et 2013 (données de l'autocontrôle).....   | 43 |
| Figure 17 : | Durée des épisodes de turbidités suivants les deux hypothèses proposées .....   | 44 |
| Figure 18 : | Production mensuelle au cours de l'année 2012 (m <sup>3</sup> /mois), pour le captage de Bras de La Vierge (source: RECIL). .....   | 59 |

|  |    |
|--|----|
| Figure 19 : Production annuelle entre 2005 et 2012 (m <sup>3</sup> /an) pour le captage du Bras de La Vierge (source RECIL)                  | 59 |
| Figure 20 : Mesures de débits instantanés sur la Ravine Fleurs Jaunes, à l'aval des deux captages (source: OLE)                              | 62 |
| Figure 21 : Vues depuis la route du rappel 55m sur le canyon de Fleurs Jaunes aval (gauche) et de la dernière chute du canyon amont (droite) | 66 |
| Figure 22 : Vues du lit du cours d'eau en amont du captage Fleurs Jaunes Haut (gauche) et Fleurs Jaunes Bas (droite)                         | 66 |
| Figure 23 : Mesures de débits instantanés au captage du Bras de la Vierge (source : OLE)   | 69 |
| Figure 24 : Vues du captage Bras de la Vierge et du cassé en aval immédiat   | 73 |
| Figure 25 : Vues de la configuration du cours d'eau en amont du captage du Bras de la Vierge   | 73 |
| Figure 26 : Vues du seuil du captage du Bras de la Vierge  | 74 |
| Figure 27 : Cartographie des Masses d'eau superficielle  | 78 |
| Figure 28 : Cartographie des masses d'eau souterraine  | 79 |
| Figure 29 : Orientations fondamentales du SDAGE et programme de mesures  | 80 |
| Figure 30 : Objectifs environnementaux d'état global des masses d'eau superficielles et souterraines   | 81 |
| Figure 31 : Le SAGE SUD à la Réunion   | 83 |
| Figure 32 : Programme d'actions des orientations du SAGE SUD (1/2)   | 84 |
| Figure 33 : Programme d'actions des orientations du SAGE SUD (2/2)   | 85 |
| Figure 34 : Extrait du synoptique du réseau de Cilaos, sur le secteur d'Ilet à Cordes  | 86 |

#### LISTE DES TABLEAUX

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : liste des captages AEP du secteur d'Ilet à Cordes et volumes faisant l'objet de la demande d'autorisation au titre du code de l'environnement | 5  |
| Tableau 2 : Analyses in-situ de la qualité de l'eau des captages Fleurs Jaunes haut et bas  | 18 |
| Tableau 3 : Analyses in-situ de la qualité de l'eau du captage Bras de la Vierge  | 29 |
| Tableau 4 : Contrôle de la turbidité sur les eaux brutes de 2006 à 2012   | 41 |
| Tableau 5 : Débits caractéristiques aux captages Fleurs Jaunes  | 63 |
| Tableau 6 : Caractéristiques de la station d'échantillonnage sur la ravine Fleurs Jaunes  | 67 |
| Tableau 7 : Synthèse de l'impact des captages de Fleurs Jaunes Haut et Bas sur la continuité biologique des peuplements                                   | 67 |
| Tableau 8 : Caractéristiques des stations d'échantillonnages sur la Ravine du Bras de Saint Paul  | 74 |
| Tableau 9 : Synthèse de l'impact du captage du Bras de la Vierge sur la continuité biologique des peuplements piscicoles                                  | 75 |

#### LISTE DES ANNEXES

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

## 1. Préambule

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

**La demande d'autorisation, au titre des codes de l'Environnement et de la Santé Publique, de prélever et de distribuer l'eau pour les captages qui alimentent la commune de Cilaos, porte sur 15 captages différents.**

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

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

**Le présent rapport concerne le secteur de distribution d'Ilet à Cordes.**

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

**Tableau 1 : liste des captages AEP du secteur d'Ilet à Cordes et volumes faisant l'objet de la demande d'autorisation au titre du code de l'environnement**

| <b>Captage</b>      | <b>Bassin versant</b> | <b>Indice National</b> | <b>Volumes<sup>(1)</sup> prélevés par captages</b> | <b>Volumes<sup>(2)</sup> faisant l'objet de la demande de prélèvement</b> |
|---------------------|-----------------------|------------------------|--|---|
| Bras de la vierge   | Bras de Saint Paul    | 1228-4X-0040           | 577 300 m <sup>3</sup> /an                         | 728 500 m <sup>3</sup> /an  |
| Fleurs Jaunes aval  | Bras Rouge            | 1226-8X-0058           | 71 300 m <sup>3</sup> /an                          |   |
| Fleurs Jaunes amont | Bras Rouge            | Non recensé            | 79 600 m <sup>3</sup> /an                          |   |

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

(2) : volume demandés par secteur de distribution

## 2. Présentation des captages du secteur d'Ilet à Cordes

Les captages qui alimentent le secteur d'Ilet à Cordes sont :

- Captages Fleurs Jaunes
- Captage du Bras de la Vierge

La majeure partie de l'eau captée au niveau du captage Fleurs Jaunes Bas sert pour l'irrigation du haut d'Ilet à Cordes. Ce captage participe aussi à l'alimentation de la citerne de Fleurs Jaune, mais seulement en période d'étiage.

### 2.1. Rappel du réseau d'Ilet à Cordes

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

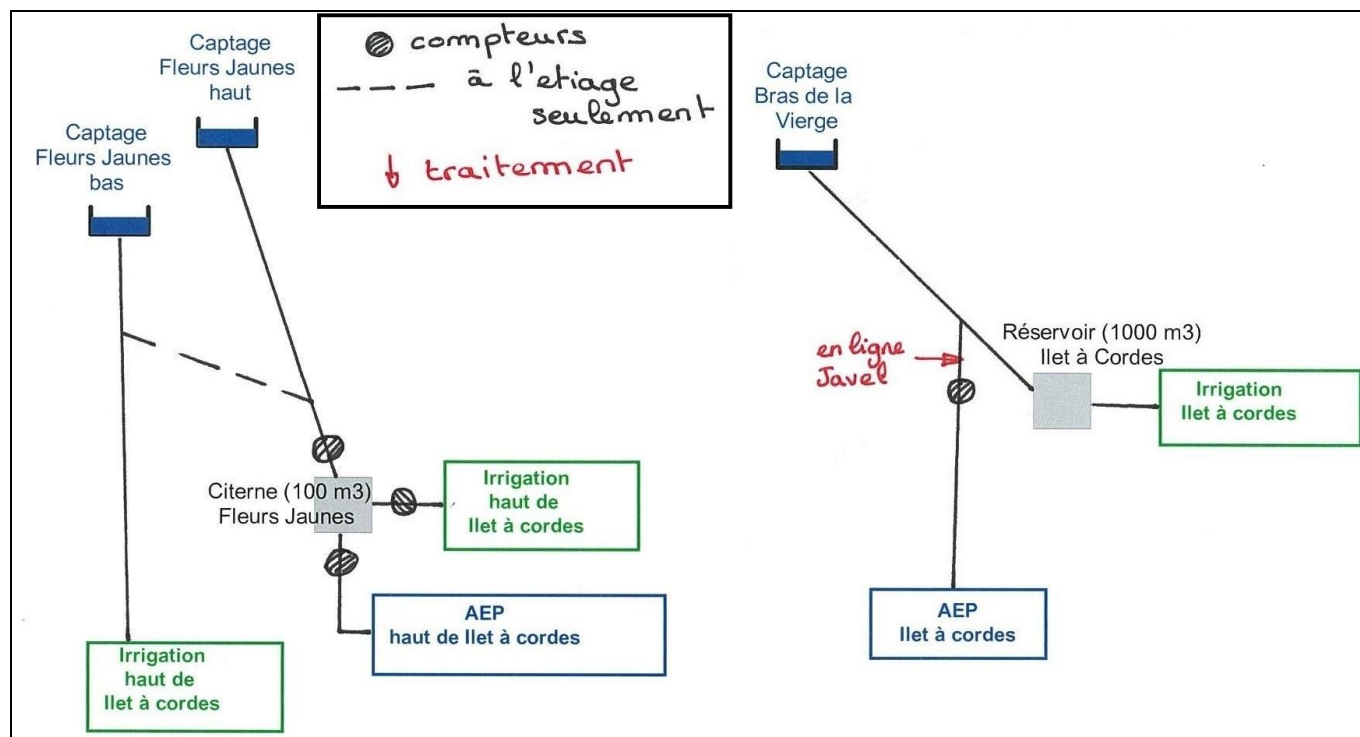


Figure 1 : insertion des captages d'Ilet à Cordes sur le réseau du secteur

D'après les informations communiquées par la régie des eaux de Cilaos, avant distribution de l'eau pour le secteur d'Ilet à cordes, il y a pour traitement, une chloration (chlore gazeux) au niveau de la citerne de fleurs jaunes et une chloration en ligne sur la conduite provenant du captage de Bras de la Vierge sur le réseau de distribution AEP d'Ilet à Cordes.



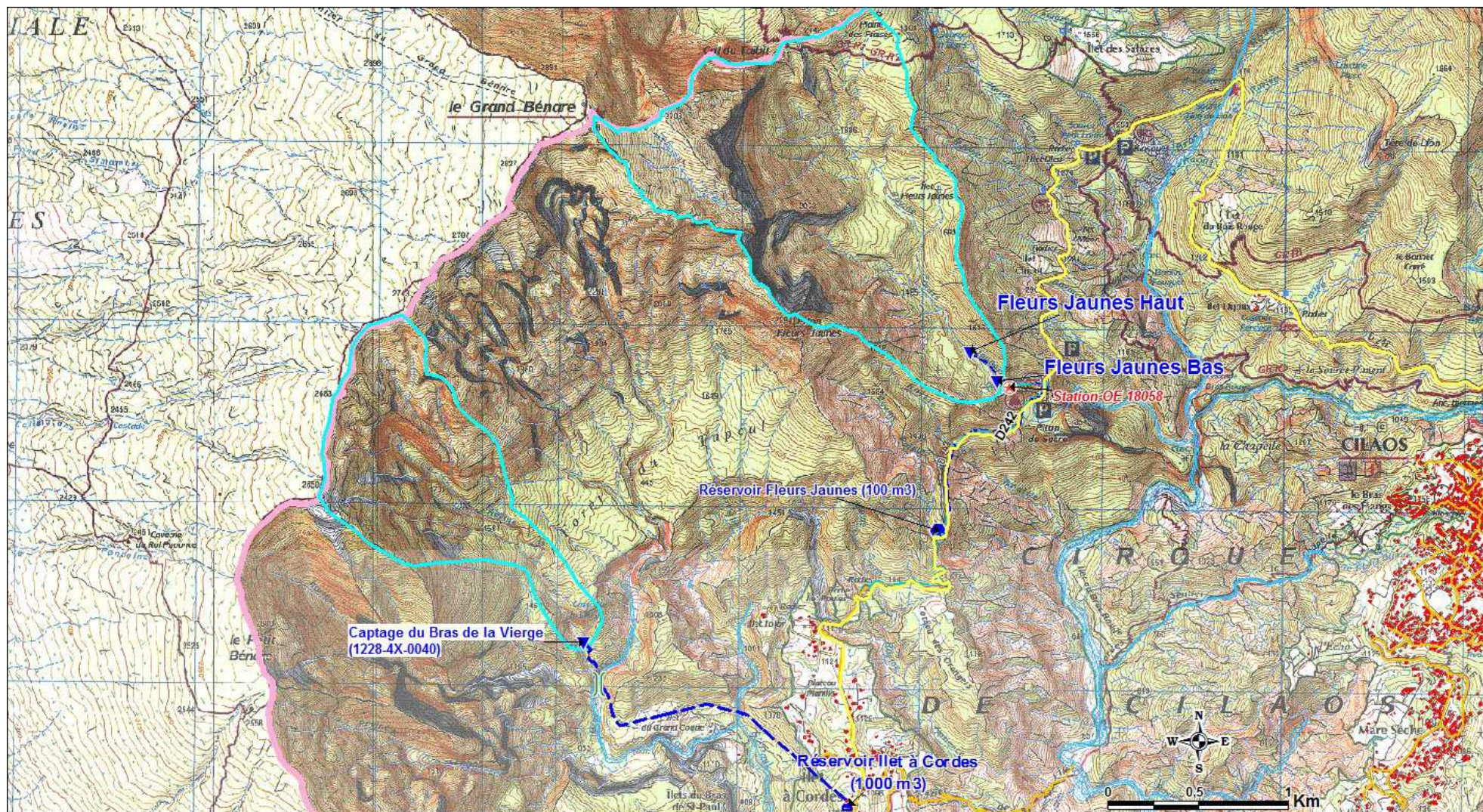


Figure 2 : Carte de localisation des captages du secteur d'Ilet à Cordes et extension des bassins versants [source : annexe 1 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-01-23]

## 2.2. Captages Fleurs Jaunes (12268X0086)

### 2.2.1. Localisation, situation foncière et accessibilité

Les captages Fleurs Jaunes amont et aval sont situés sur les basses pentes du Piton Fleurs Jaunes, sur la ravine du même nom.

Pour atteindre ce captage il faut emprunter la RD 242 en direction d'Ilet à Cordes et s'arrêter juste avant de traverser la ravine Fleurs Jaunes. Il faut alors emprunter un sentier qui longe la ravine en rive droite puis en rive gauche. Il faut marcher pendant environ 20 min (nécessité de matériel de sécurité pour s'assurer sur une partie du chemin) pour atteindre le captage Haut. Pour le captage aval il faut revenir un peu sur ses pas, prendre un petit sentier qui descend vers la ravine et la traverser.

Le sentier d'accès aux captages est fortement emprunté car il s'agit du chemin d'accès au départ d'un canyon. Le canyon commence à l'aval des deux captages.

- Références cadastrales :

Les captages Fleurs Jaunes Haut et Bas sont situés sur la parcelle n° 20 de la section AB du cadastre de Cilaos

- Zonage PLU :

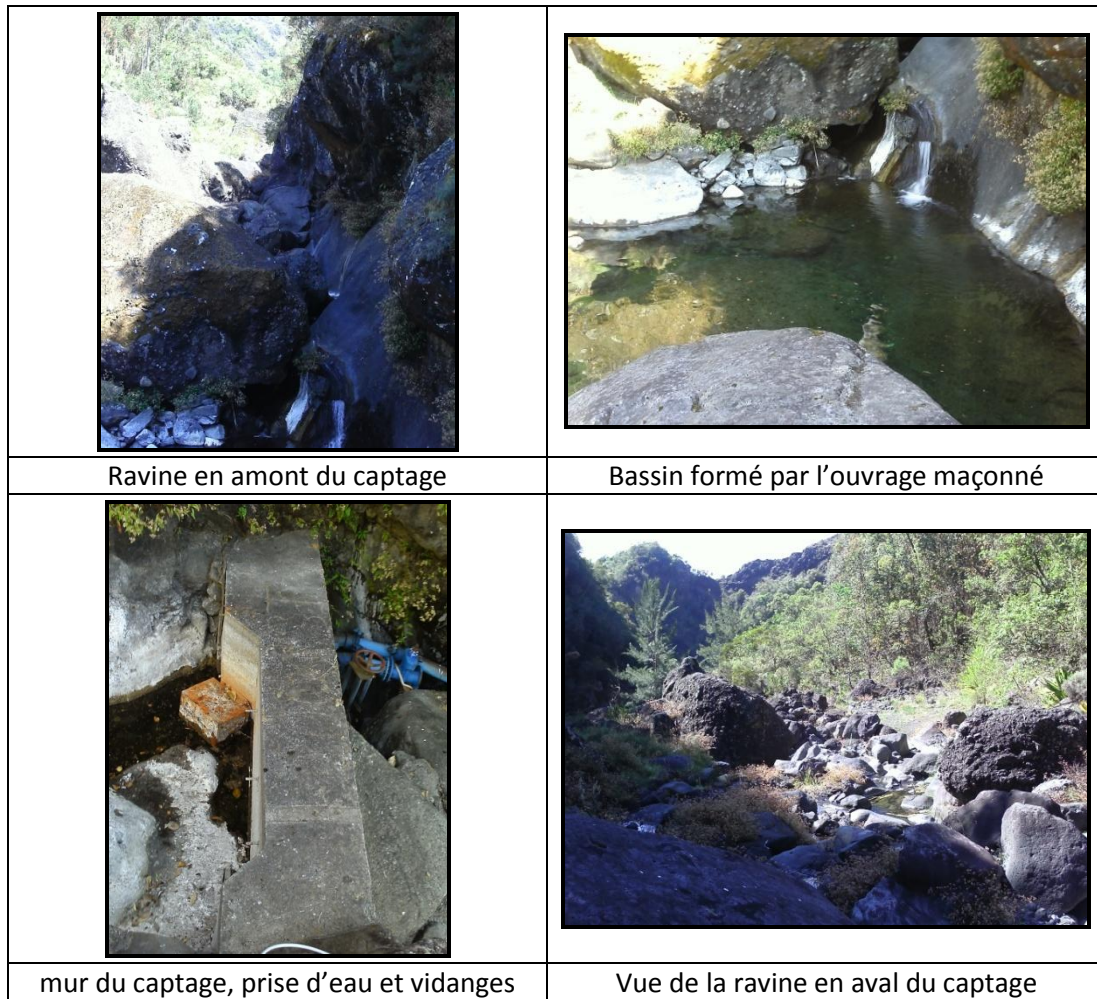
Les captages Fleurs Jaunes Haut et Bas sont situés en zone N (naturelle) du PLU de Cilaos.

### 2.2.2. Caractéristiques techniques des ouvrages

#### 2.2.2.1. Captage Fleurs Jaunes Haut

Nous avons effectué une visite du captage Fleurs Jaunes Haut le 3/11/2011. Le captage était alors hors d'usage, le niveau d'eau au niveau du captage était situé sous le niveau de la crépine.





**Figure 3 : Caractéristiques du captage Fleurs Jaunes Haut.**

Le captage Fleurs Jaunes est un captage implanté en ravine. Un mur maçonné est implanté entre la paroi rocheuse et un gros bloc situé en rive droite de la ravine, il constitue ainsi un bassin de rétention sur le cours de la ravine.

Les dimensions du mur maçonné sont les suivantes :

- Longueur = 3m ;
- Largeur = de 0,45 à 0,70m ;
- Hauteur du mur (coté bassin) = 1,15 m ;
- Hauteur sous la crépine = 0,30 m.

La prise d'eau est protégée par une crépine (boite métallique percée) dont les dimensions sont : hauteur de 20 cm, largeur de 20 cm et longueur de 30 cm.

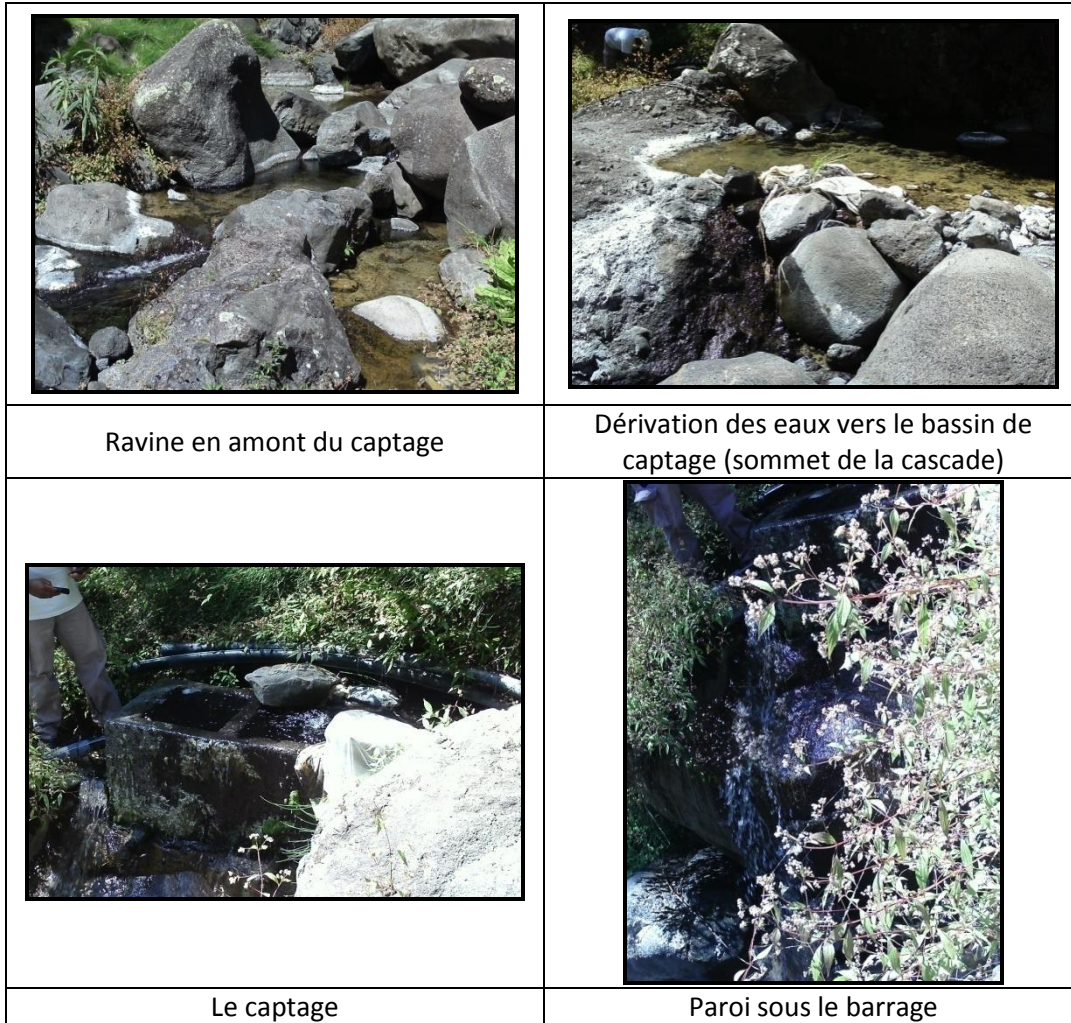
L'ouvrage est équipé de 2 bondes de vidange fonctionnelles (diamètre 100 et 300mm).

La conduite de départ est en fonte et diamètre 100mm.

Dans l'ensemble l'ouvrage est en bon état mais il y a de l'infiltration au niveau du bassin, ainsi en période d'étiage l'eau s'écoule à l'aval du captage (résurgence) mais le captage est hors service, le niveau d'eau dans le bassin étant situé sous la prise d'eau.

### 2.2.2.2. Captages Fleurs Jaunes Bas

Le captage Fleurs Jaunes Bas est constitué par un bassin maçonné de forme parallélépipédique implanté en rive droite de la ravine, au sommet d'une cascade.



**Figure 4 : Caractéristiques techniques du captage Fleurs Jaunes Bas**

La longueur du bassin est de 0,90 m et la largeur de 0,40 m, pour une hauteur de 0,60 m. Il est séparé en deux bassins par une cloison maçonnée de 10 cm d'épaisseur.

Le bassin reçoit une partie des eaux de la ravine via deux canalisations en polyéthylène coincées sous des blocs rocheux en rive droite de la ravine et grâce à une dérivation des eaux constitués par un « barrage » sommaire fait de galets et de film polyane au sommet de la chute d'eau.

Le bassin est équipé d'une vidange et la conduite de départ est en polyéthylène de diamètre 100mm. Elle se situe dans ou sur une rive de la ravine pendant quelques mètres, elle est maintenue en hauteur par des câbles métalliques.

L'ouvrage est en assez bon état, malgré quelques fuites à la base du mur maçonné, mais l'aménagement pour dériver les eaux vers le bassin de captage est sommaire. De plus la prise d'eau ne bénéficie d'aucune protection.

## **2.3. Captage du Bras de la Vierge (12284X0040)**

### *2.3.1. Localisation, situation foncière et accessibilité*

Le captage Bras de la Vierge, également appelé source ravine la Vierge, est situé sur les pentes qui mènent à la forêt du Tapcal (rempart ouest du cirque de Cilaos), sur la ravine la Vierge à environ 1200 m d'altitude. Le captage se situe à environ 2 km d'Ilet à Cordes (distance à vol d'oiseau).

Pour atteindre ce captage il faut emprunter le chemin de l'Ilet du Grand Coude à partir d'Ilet à Cordes. Après Ilet Grand Coude il faut suivre la rive gauche du Bras Crochet puis le traverser pour suivre la rive gauche du Bras de la Vierge sur environ 200 m.

Le chemin pour atteindre le captage est périlleux et présente de nombreuses zones d'éboulements.

- Références cadastrales :

Le captage Bras de la Vierge est situé sur la parcelle n°7 de la section AB du cadastre de Cilaos.

- Zonage PLU :

Le captage Bras de la Vierge est situé en zone N (naturelle) du PLU de Cilaos.

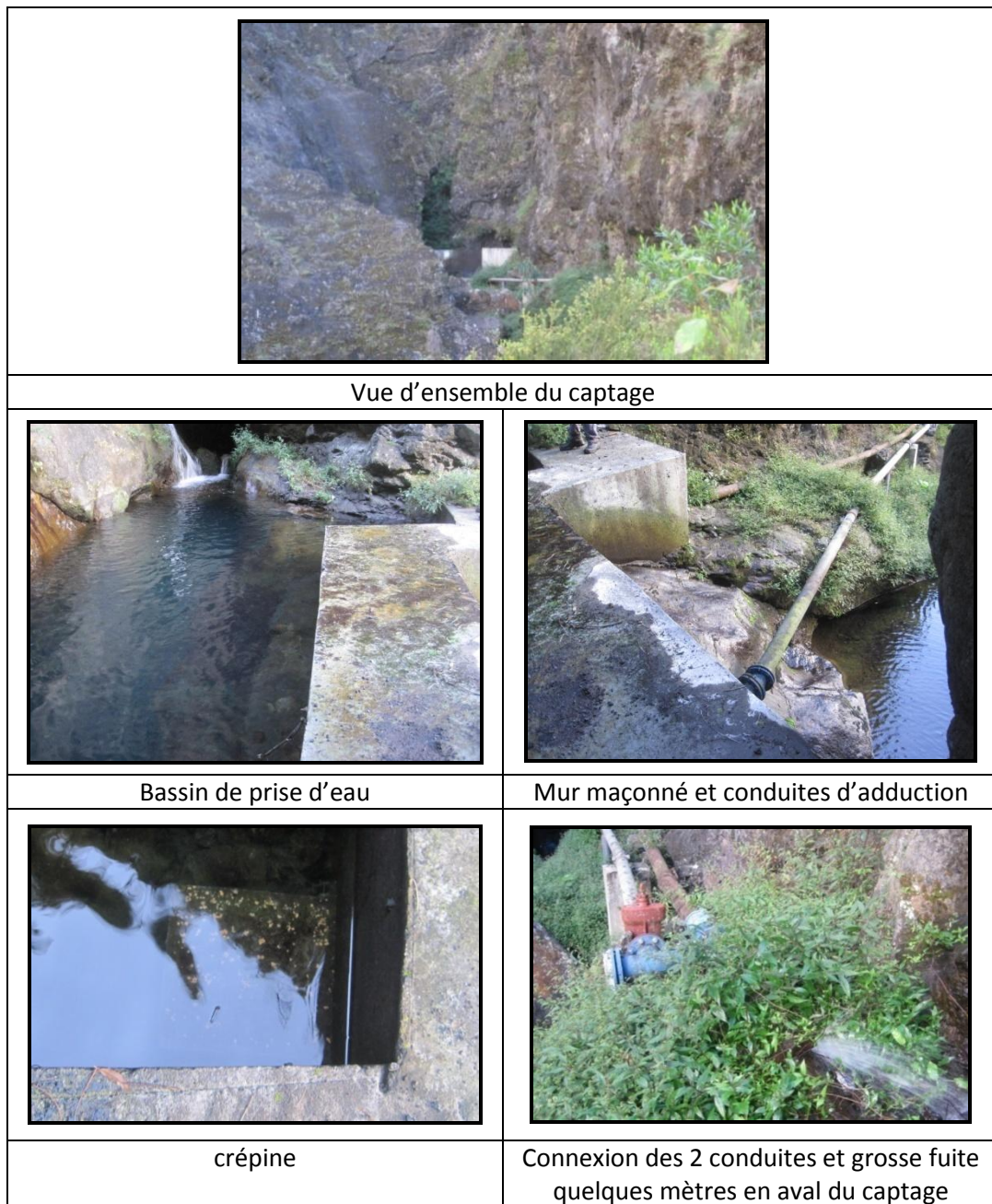
### *2.3.2. Caractéristiques techniques des ouvrages*

Nous avons effectué une visite du captage Bras de la Vierge le 10/08/2010.

Le captage Bras de la Vierge est une prise d'eau en ravine. Il est constitué par un mur en maçonnerie, refait en 2007, qui forme un bassin de prise d'eau au pied d'une cascade.

Il y a deux prises d'eau (une ancienne et une nouvelle) toutes deux protégées par une crépine. L'ouvrage est équipé d'une vidange, mais du fait de la présence d'éboulis dans le bassin, celle-ci est hors d'usage.

L'ouvrage est en bon état mais on observe des fuites à la base de celui-ci.



**Figure 5 : Caractéristiques du captage Bras de la Vierge**

La conduite d'adduction de ce captage était en très mauvais état, elle présentait une dizaine de fuites importantes.

Celle-ci a fait l'objet de travaux de renouvellement de l'ensemble du linéaire au cours des années 2012 et 2013.

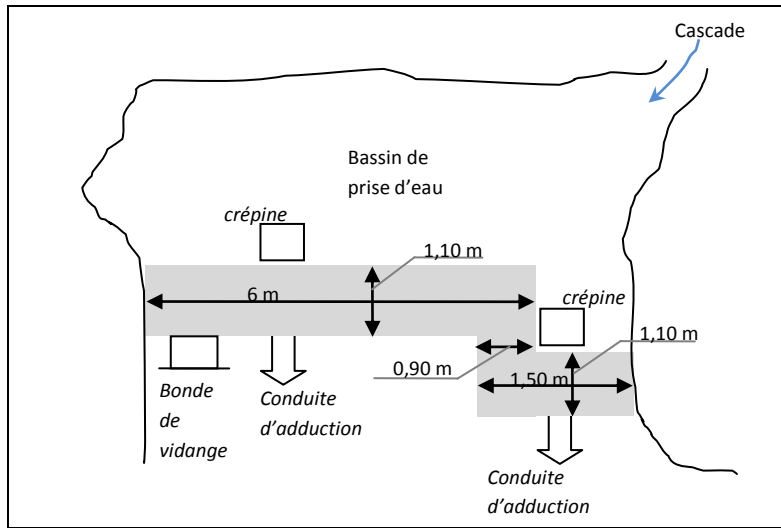


Figure 6 : Schéma du captage Bras de la Vierge

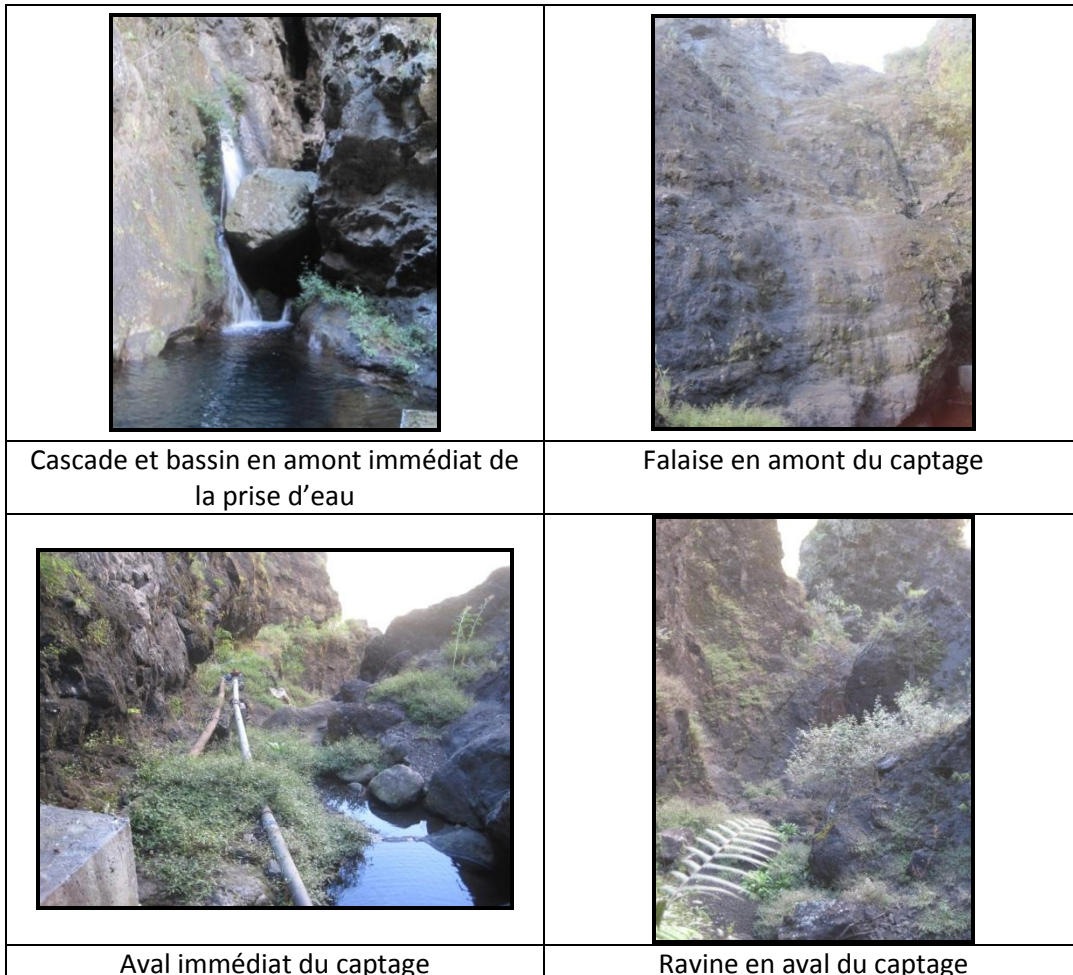


Figure 7 : Environnement du captage Bras de la Vierge

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

66809 B – Volume 5



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

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

66809 B – Volume 5

### 3. Captages Fleurs Jaunes (haut et bas)

#### 3.1. Vulnérabilité de la ressource

##### 3.1.1. Nature de la ressource

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

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

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

##### 3.1.2. Protection naturelle et caractéristiques des formations de recouvrement

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

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

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

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

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

Dans le cas du bassin versant de superficie de 215 ha (2,15 km<sup>2</sup>), déterminé sur la base de la topographie (tracé du bassin versant présenté à la Figure 2), le  $t_c$  est évalué à :

| Formule   |  | $t_c$ (minutes) |
|-----------|--|-----------------|
| KIRPICH   | $T_c = 0.0195 (L/P^{1/2})^{0.77}$                      | 8,5             |
| GIANDOTTI | $T_c = 60 [(0.4 A^{1/2} + 0.0015L) / 0.8 (P*L)^{1/2}]$ | 17,9            |
|           | MOYENNE  | 13,2            |

A : superficie du bassin en ha = 215 ha

P : Pente moyenne du bassin en m/m =  $(2898 - 1430) / 2200 = 0,67$

L : Longueur L en m = 2200 m

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

### 3.2. Vulnérabilité liée au captage

Les ouvrages sont des ouvrages maçonnés en ravine pouvant être sujet au remplissage par des feuilles et/ou des éboulis.

Les ouvrages sont vulnérables aux évènements climatiques et éboulis, le captage Fleurs Jaunes Bas l'est un peu moins du fait de son excentrement par rapport à la ravine.

Seule la prise d'eau du captage Haut est protégée par une crépine.

Les bassins sont assez vulnérables aux actes de malveillance du fait de leur proximité avec un sentier fréquenté.

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

#### 3.3.1. Qualité de l'eau captée

##### 3.3.1.1. Analyses in-situ

Notre visite le 03/11/2011 nous a permis de contrôler les paramètres suivants in-situ :

| Paramètres           | Fleurs Jaunes bas | Fleurs Jaunes haut |
|----------------------|-------------------|--------------------|
| T(°C)                | 17,55             | 15,20              |
| pH                   | 8,53              | 8,42               |
| Conductivité (µS/cm) | 170               | 157                |

Tableau 2 : Analyses in-situ de la qualité de l'eau des captages Fleurs Jaunes haut et bas.

##### 3.3.1.2. Analyses physico-chimiques et bactériologiques

Comme l'eau est principalement destinée à l'irrigation initialement il n'a pas été effectué de suivi de la qualité de l'eau ; ainsi les analyses de la qualité de l'eau au niveau des captages Fleurs Jaunes haut et Bas sont disponibles à partir de 2011.

Les bordereaux des résultats d'analyses des laboratoires sont présentés en annexe 1-A.

Les analyses réalisées ont été conformes aux exigences réglementaires du programme vis-à-vis de la procédure de régularisation des captages au titre du code de la santé publique et ont notamment compris la réalisation des analyses suivantes :

- deux analyses de type GIACR (recherche des kystes de Giardia et d'oocystes de cryptosporidium) réalisées en date du 21 octobre 2011 et du 3 avril 2012 au niveau du captage aval.
- deux analyses de type PPESU sur chaque captage ont été réalisées en date du 22 décembre 2011 (saison sèche) et du 23 avril 2012 (saison humide);

- Des analyses de type « demande d'autorisation ont été réalisées sur chacun des captages aux dates suivantes : 07/06/2012, 01/08/2012 et du 18/10/2012 ;
- Une analyse de recherche de salmonelles a été réalisée sur chacun des captages en date du 18/10/2012.

L'ensemble des analyses réalisées mettent en évidence une eau de ressources superficielle (A2) conforme aux limites de qualité des eaux brutes et eaux destinées à la consommation humaine (arrêté du 11 janvier 2007). L'eau captée aux captages Fleurs Jaunes est faiblement minéralisée et de bonne qualité bactériologique.

Seule l'analyse du 22/12/2011 et uniquement sur le captage amont, a mis en évidence la présence de substances extractibles au chloroforme (5,3 mg/l). Ces substances correspondent à différents paramètres que sont pesticides, phénols, colorants, médicaments, hydrocarbures, détergents... Toutefois les analyses de quantification des paramètres individuels n'ont pas mis en évidence la contamination de l'eau par un de ces paramètres en particuliers, l'ensemble des analyses mettent en évidence des concentrations inférieures au seuil de quantification du laboratoire pour toutes les substances recherchées.

### 3.3.2. Environnement immédiat

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

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

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

## 3.4. Mesures de protection du captage

**La définition des périmètres et des mesures de protection par l'hydrogéologue agréé<sup>1</sup> est restituée intégralement ci-dessous (§ 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3 et 3.4.4).**

Le rapport complet est présenté en annexe 2 – A.

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

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

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

*Les périmètres de protection immédiate des captages de la ravine Fleurs Jaunes sont localisés sur les cartes des figures 4 et 5 (localisation sur fond IGN 1/25000<sup>ème</sup> et sur fond ortho-photo © IGN).*

*Les principales caractéristiques et prescriptions inhérentes aux périmètres de protection immédiate*

<sup>1</sup> Captages de la ravine Fleurs Jaunes amont et aval (1228-4X-0086) – Avis de l'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique relatif à la définition des périmètres de protection des captages, 23 janvier 2013, DAVID LEBON, avis n°HA/DLEB/2013-01-23

sont présentées ci-après.

#### 3.4.1.1. Extension géographique

➤ **Périmètre de protection immédiate du captage Fleurs Jaunes Aval :**

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

- un carré de 35 m de côté, d'une superficie de 1 250 m<sup>2</sup> environ, englobant le captage et les berges de la ravine ;
- longueur en amont du captage : 20 à 25 m environ ;
- longueur en aval du captage : 10 m environ. Le périmètre englobera ainsi une partie du chemin d'accès et le départ de la canalisation d'adduction.

➤ **Périmètre de protection immédiate du captage Fleurs Jaunes Amont :**

La zone de protection immédiate du captage amont présente les caractéristiques suivantes :

- un rectangle de 30 m x 35 m de côté, d'une superficie de 1 050 m<sup>2</sup> environ, englobant le captage et les berges de la ravine ;
- longueur en amont du captage : 25 m environ ;
- longueur en aval du captage : 10 m environ.

#### 3.4.1.2. Accès et clôture

Compte tenu de la configuration des captages en ravine, le périmètre immédiat ne sera pas entièrement clôturé. Toutefois, afin de limiter l'accès au captage amont (promeneurs et randonneurs), il est recommandé de poser une grille ou un portail dans le sentier passant dans la berge rive droite, avant le passage dans la ravine.

Des panneaux, placés sur le sentier d'accès aux captages devront marquer l'entrée dans les périmètres de protection rapproché et immédiat.

Les lignes de vie placées sur le sentier d'accès (passage en falaise) devront être entretenues, afin de sécuriser l'accès du personnel.

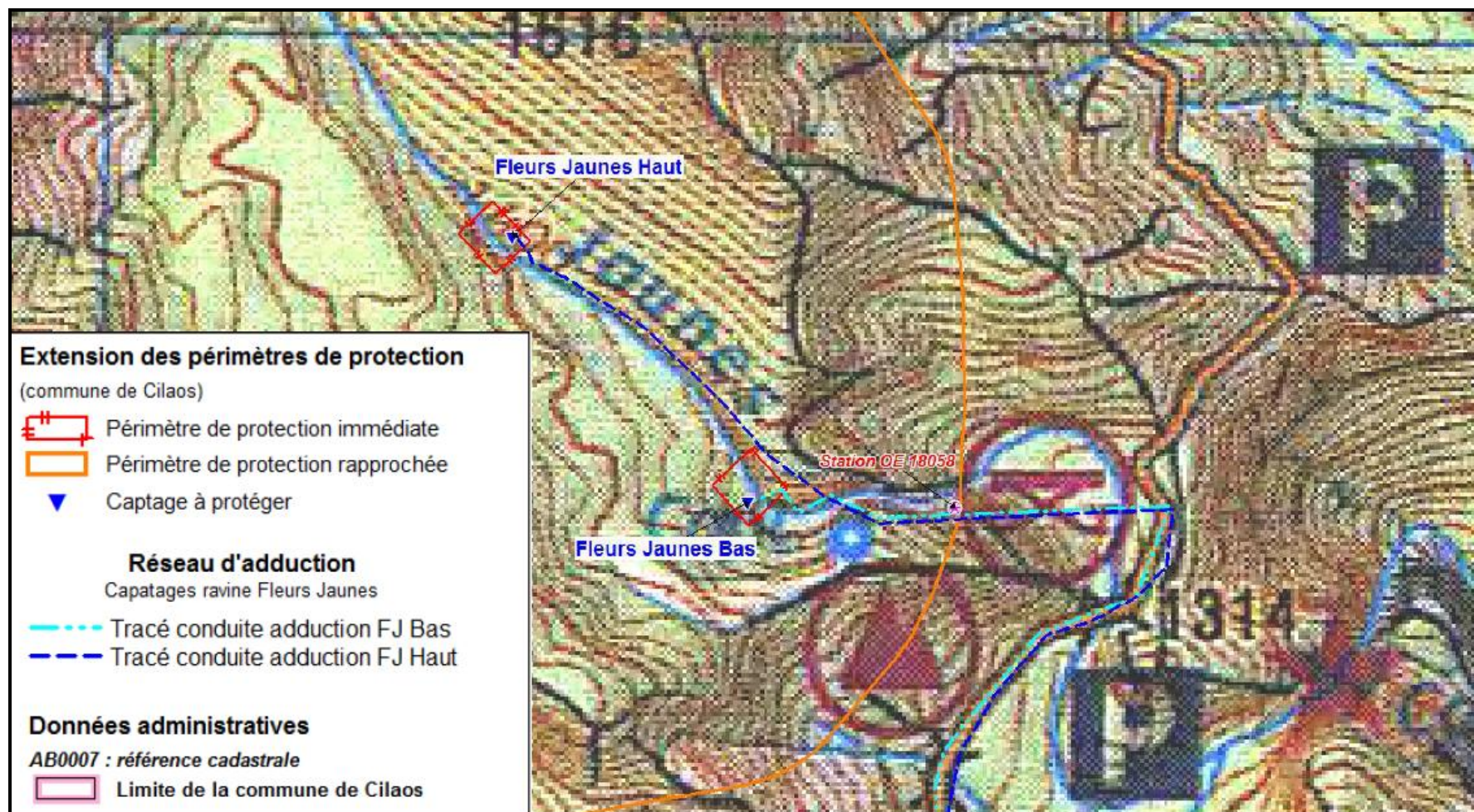


Figure 8 : Localisation des périmètres de protection immédiate des captages Fleurs Jaunes Amont et Aval (fond IGN 1/25 000<sup>ème</sup>) [source : Figure 4 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-01-23]

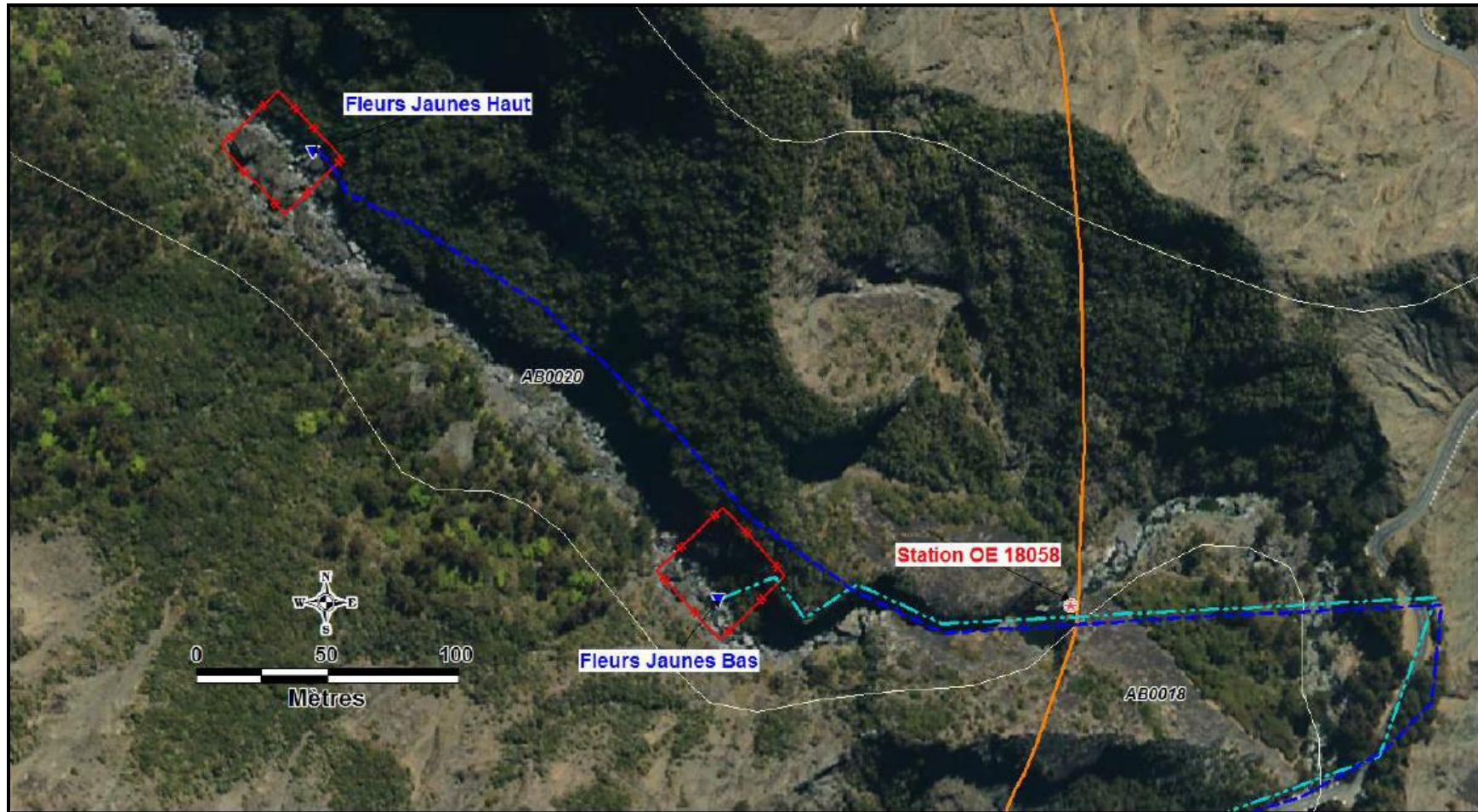


Figure 9 : Localisation des périmètres de protection immédiate des captages de la ravine Fleurs Jaunes (fond ortho-photo © IGN) [source : Figure 5 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-01-23]



### 3.4.1.3. Interventions dans les périmètres immédiats

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

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

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

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

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

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

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

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

Compte-tenu du contexte hydrologique et hydrogéologique, le périmètre de protection rapproché des captages Amont et Aval de la ravine Fleurs Jaunes a été défini de façon à englober :

- l'ensemble du bassin versant hydrologique des deux captages ;
- une bande de 100 m, au-delà du bassin versant hydrologique, pour tenir compte du risque de transfert de polluants potentiels vers ce dernier.

L'extension et les prescriptions détaillées relatives à cette zone de protection sont présentées en annexe 3. A l'intérieur de ce périmètre, les activités peuvent être interdites ou réglementées :

**Les interdictions** concernent plus particulièrement :

- ✓ Les boisements ;

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

**Les réglementations** concernent :

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

### 3.4.3. Zone de surveillance renforcée

Aucune zone de surveillance renforcée n'est prescrite.

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

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

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

- d'un contrôle et d'un suivi sanitaire de la qualité des eaux brutes issues des captages ;
- d'une station de désinfection des eaux distribuées ;
- d'un dispositif d'alerte de type turbidimètre ;
- d'un entretien régulier des prises d'eau et l'amélioration des conditions de captage.

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

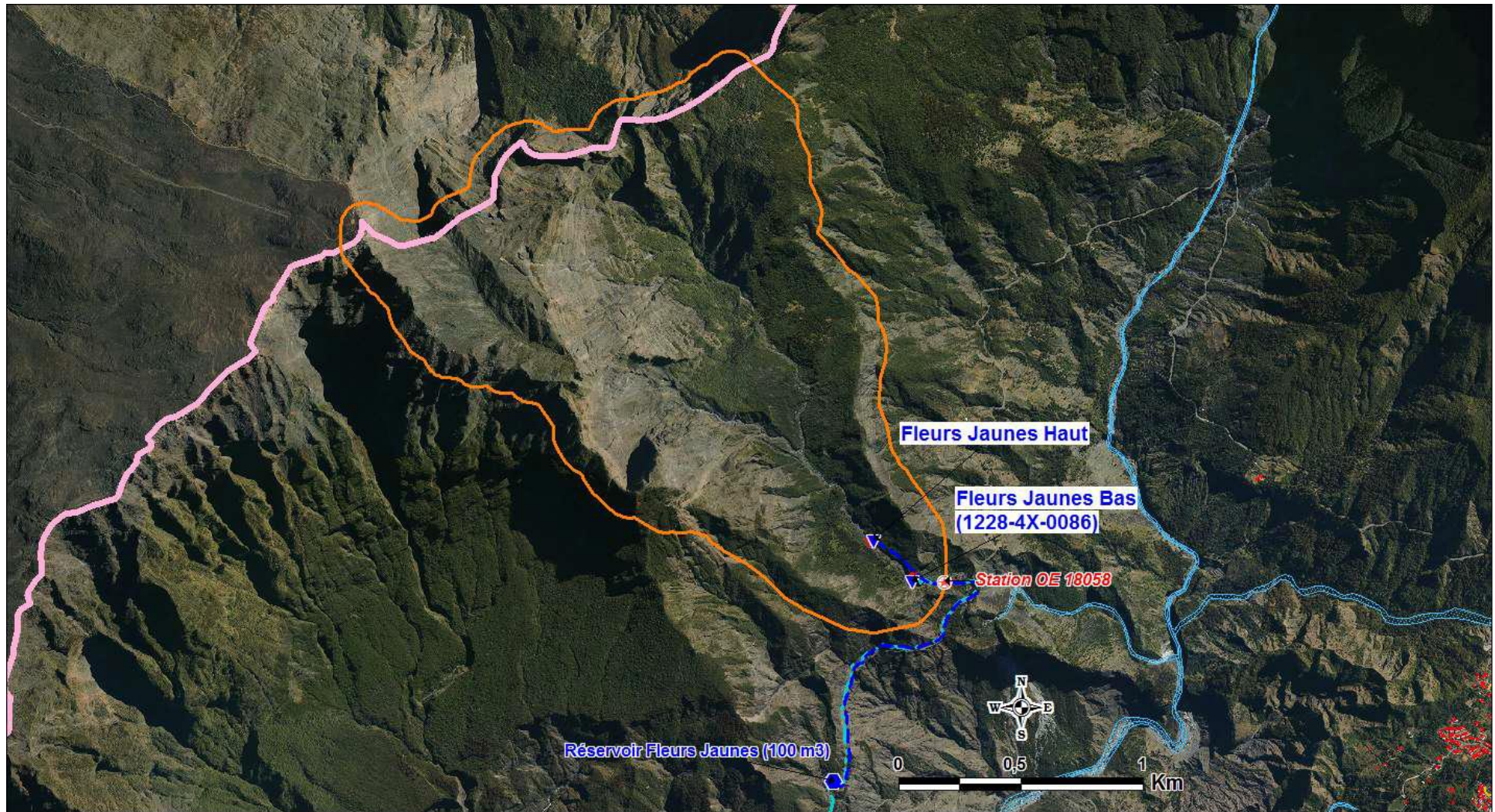


Figure 10 : Localisation et extension du périmètre de protection rapprochée des captages Fleurs Jaunes Amont et Aval [source : annexe 3 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2013-01-23]

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

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

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

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

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

La RECIL indique qu'il sera impossible d'équiper chaque prise d'eau de dispositif d'alerte de type turbidimètre et d'un dispositif de comptage des eaux prélevées et que tous les réservoirs ne sont pas alimentés par un réseau électrique. L'ARS acceptera la pose de ces appareils en entrée de réservoirs même si on est en présence d'eau de mélange. L'obligation d'asservir les vannes d'entrée au paramètre turbidité sera par ailleurs priorisée aux ouvrages stratégiques. Ainsi la mise en place des dispositifs d'alerte de type turbidimètre et dispositif de comptage des eaux prélevés est proposé par secteur de distribution et non par ouvrages de captages (voir §7 à 10 du présent document).

### 3.4.6. Etat parcellaire du périmètre de protection rapprochée

Liste des parcelles couvertes par le périmètre de protection rapproché :

| Commune  | Section | N° parcelles | Occupation du sol     |
|--|---------|--------------|-----------------------|
| Cilaos   | AB      | 11 pp        | Végétation de rempart |
|  |         | 12 pp        |                       |
|  |         | 17 pp        |                       |
|  |         | 18 pp        |                       |
|  |         | 19           |                       |
|  |         | 20 pp        |                       |
|  |         | 23 pp        |                       |
|  |         | 28 pp        |                       |
| Saint Paul<br>(secteur<br>Mafate)                    | AM      | 169 pp       |                       |
|  |         | 170 pp       |                       |
|  |         | 216 pp       |                       |
| Les trois<br>bassins<br>(secteur<br>Grand<br>Bénare) | AM      | 14 pp        |                       |
|  |         | 15 pp        |                       |

pp = pour partie



Figure 11 : Extension du périmètre de protection rapprochée des captages de Fleurs Jaunes sur le cadastre de la commune de Cilaos

## 4. Captage du Bras de la Vierge

### 4.1. Vulnérabilité de la ressource

#### 4.1.1. Nature de la ressource

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

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

#### 4.1.2. Protection naturelle et caractéristiques des formations de recouvrement

Les eaux de surface bénéficient d'aucune protection par des formations de recouvrement.

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

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

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

Dans le cas du bassin versant de superficie de 112,6 ha (1,126 km<sup>2</sup>), déterminé sur la base de la topographie (tracé du bassin versant présenté à la Figure 2 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), le  $t_c$  est évalué à :

| Formule   |  | $t_c$ (minutes) |
|-----------|--|-----------------|
| KIRPICH   | $T_c = 0.0195 (L/P)^{1/2}^{0.77}$                      | 7,2             |
| GIANDOTTI | $T_c = 60 [(0.4 A^{1/2} + 0.0015L) / 0.8 (P*L)^{1/2}]$ | 13,8            |
|           | MOYENNE  | 10,5            |

A : superficie du bassin en ha = 112,6 ha

P : Pente moyenne du bassin en m/m = (2680-1200) / 1900 = 0,78

L : Longueur L en m = 1900 m

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

## 4.2. Vulnérabilité liée au captage

Le captage est un ouvrage maçonné en ravine en bon état (refait en 2007). Situé au pied d'une cascade sur la ravine Bras de la Vierge il est vulnérable aux éboulis, des falaises sub-verticales, peu végétalisées, surplombent le bassin de prise d'eau.

Les prises sont protégées par des crépines.

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

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

### 4.3.1. Qualité de l'eau captée

#### 4.3.1.1. Analyses in-situ

Notre visite le 10/08/2011 nous a permis de contrôler les paramètres suivants in-situ :

| Paramètres           | In-situ |
|----------------------|---------|
| T(°C)                | 11,7    |
| pH                   | 8,27    |
| Conductivité (µS/cm) | 67      |

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

#### 4.3.1.2. Analyses physico-chimiques et bactériologiques

Les analyses disponibles effectuées sur la ressource au niveau du captage Bras de la Vierge sont :

- Sur la période 2006-2012, les analyses du contrôle de l'exploitation des captages ;
- En date du 21/10/2011 et du 03/04/2012 des analyses Giardia Cryptosporidium ;
- En date du 22/12/2011 (saison sèche) et du 23/04/2012 (saison humide) des analyses de type PPESU ;
- En dates du 07/06/2012, 01/08/2012 et 18/10/2012 des analyses dites de « demande d'autorisation ».

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

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

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

La qualité bactériologique est correcte, mais présente plusieurs fois des numérations en coliformes thermotolérants et entérocoques supérieures aux valeurs guides.

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

Les analyses PPESU et GIACR mettent en évidence l'absence de kystes de Giardia et d'Oocystes de Cryptosporidium et une eau conforme aux limites de qualité des eaux de surface destinées à la production d'eau pour la consommation, du groupe A2, fixées par l'annexe III de l'arrêté du 11 janvier 2007.

#### 4.3.2. Environnement immédiat

L'environnement immédiat est constitué du lit de la ravine et des falaises surplombant le bassin, qui sont peu végétalisées.

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

Le bassin versant du captage s'étend sur le rempart ouest du cirque de Cilaos et englobe une petite partie de la forêt du Tapcal.

Au sein du bassin versant aucune source de pollution potentielle n'est identifiée.

### 4.4. Mesures de protection du captage

**La définition des périmètres et des mesures de protection par l'hydrogéologue agréé<sup>2</sup> est restituée intégralement ci-dessous (§ 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3 et 4.4.4).**

Le rapport complet est présenté en annexe 2 – B.

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

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

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

*Le périmètre de protection immédiate du captage du Bras de la Vierge est localisé sur les cartes des figures 2 et 3 ci-dessous (Figure 12 et Figure 13 du présent rapport)(localisation sur fond IGN 1/25000ème et sur fond ortho-photo © IGN).*

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

➤ **Extension géographique :**

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

<sup>2</sup> CAPTAGE DU BRAS DE LA VIERGE (1228-4X-0040) – Avis de l'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique relatif à la définition des périmètres de protection des captages, décembre 2012, DAVID LEBON, avis n°HA/DLEB/2012-12-28



- superficie : 1 800 m<sup>2</sup> environ ;
- largeur : 25 m (axée sur la ravine et le point de captage) ;
- longueur en amont du captage : 40 m. Le périmètre englobera le bassin du captage ainsi qu'un tronçon de ravine amont, jusqu'à la première confluence avec un autre bras (zone de cascades) ;
- longueur en aval du captage : 20 m à 30 m. Le périmètre englobera ainsi : une partie du chemin d'accès (qui devra être sécurisé) et de la canalisation d'adduction.

➤ **Les accès et clôture :**

Compte tenu de la configuration du captage en ravine, le périmètre immédiat ne sera pas entièrement clôturé. Il est toutefois recommandé, afin de limiter l'accès du captage aux promeneurs, de poser une grille ou un portail au niveau de la passerelle du Bras Crochet (idéalement) ou sur le dernier tronçon du sentier menant au captage (30 à 50 m minimum du captage).

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



Figure 12 : Localisation du périmètre de protection immédiate du captage du Bras de la Vierge (sur fond IGN 1/25 000<sup>ème</sup>) [source : Figure 2 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2012-12-28]



Figure 13 : Localisation du périmètre de protection immédiate du captage du Bras de la Vierge (sur fond ortho-photo © IGN) [source : Figure 3 de l'avis de l'hydrogéologue agréé, avis n°HA/DLEB/2012-12-28]

➤ **Les interventions :**

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

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

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

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

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

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

Une **sécurisation du sentier**, pour l'accès au personnel est indispensable, notamment sur le tronçon passant dans le rempart en rive droite de la ravine du bras de la Vierge (environ 100 ml). Les dispositifs minimum à prévoir sont les suivants, en fonction des zones : ligne de vie, main courante, passerelle,... (liste non exhaustive).

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

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

Compte-tenu du contexte hydrologique et hydrogéologique, le périmètre de protection rapproché du captage du Bras de la Vierge a été défini de façon à englober :

- l'ensemble du bassin versant hydrologique, fermé au point de captage ;
- une bande de 100 à 150 m, au-delà du bassin versant hydrologique, sur la partie amont du bassin versant (zone de rempart), pour tenir compte du risque de transfert de polluants potentiels vers ce dernier ;
- une bande de 100 à 300 m, au-delà du bassin versant hydrologique, sur la partie aval du bassin versant (zone de pied de rempart), pour prendre en compte l'aire d'alimentation hydrogéologique probable du captage (configuration géologique des formations, fracturation).

L'extension et les prescriptions détaillées relatives à cette zone de protection sont présentées en annexe 3. A l'intérieur de ce périmètre, les activités peuvent être interdites ou réglementées :

**Les interdictions** concernent plus particulièrement :

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

**Les réglementations** concernent :

- ✓ La gestion des zones boisées ;
- ✓ La lutte contre l'érosion des sols ;

- ✓ La création de nouvelles voies de communication ;
- ✓ Les activités de loisir et de tourisme.

Aucune zone de surveillance renforcée n'a été prescrite par l'hydrogéologue agréé.

#### 4.4.3. Dispositif d'alerte et de contrôle

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

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

*Le dispositif pourra être implanté au captage ou sur la conduite d'adduction, avant traitement, stockage et mise en distribution (un by pass devra alors être étudié).*

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

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

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

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

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

*Cet avis favorable est conditionné au respect des prescriptions mentionnées ci-dessus dans le présent rapport, avec notamment la mise en place effective :*

- *d'un dispositif d'alerte de type turbidimètre ;*
- *d'un contrôle et suivi sanitaire de la qualité des eaux brutes issues du captage ;*
- *d'un entretien régulier des prises d'eau, avec sécurisation des accès pour le personnel.*

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

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

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

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

La RECIL indique qu'il sera impossible d'équiper chaque prise d'eau de dispositif d'alerte de type turbidimètre et d'un dispositif de comptage des eaux prélevées et que tous les réservoirs ne sont pas alimentés par un réseau électrique. L'ARS acceptera la pose de ces appareils en entrée de réservoirs même si on est en présence d'eau de mélange. L'obligation d'asservir les vannes d'entrée au paramètre turbidité sera par ailleurs priorisée aux ouvrages stratégiques. Ainsi la mise en place des dispositifs d'alerte de type turbidimètre et dispositif de comptage des eaux prélevés est proposé par secteur de distribution et non par ouvrages de captages (voir§ 5 à 8 du présent document).

#### 4.4.6. Etat parcellaire du périmètre de protection rapproché

Liste des parcelles couvertes par le périmètre de protection rapproché :

| Commune   | Section | N° parcelles | Occupation du sol                       |
|-----------|---------|--------------|---|
| Cilaos    | AB      | 4 pp         | Végétation de rempart / rempart rocheux |
|           |         | 5            |   |
|           |         | 6            |   |
|           |         | 7 pp         |   |
| Saint Leu | AE      | 20 pp        |   |
|           |         | 21 pp        |   |

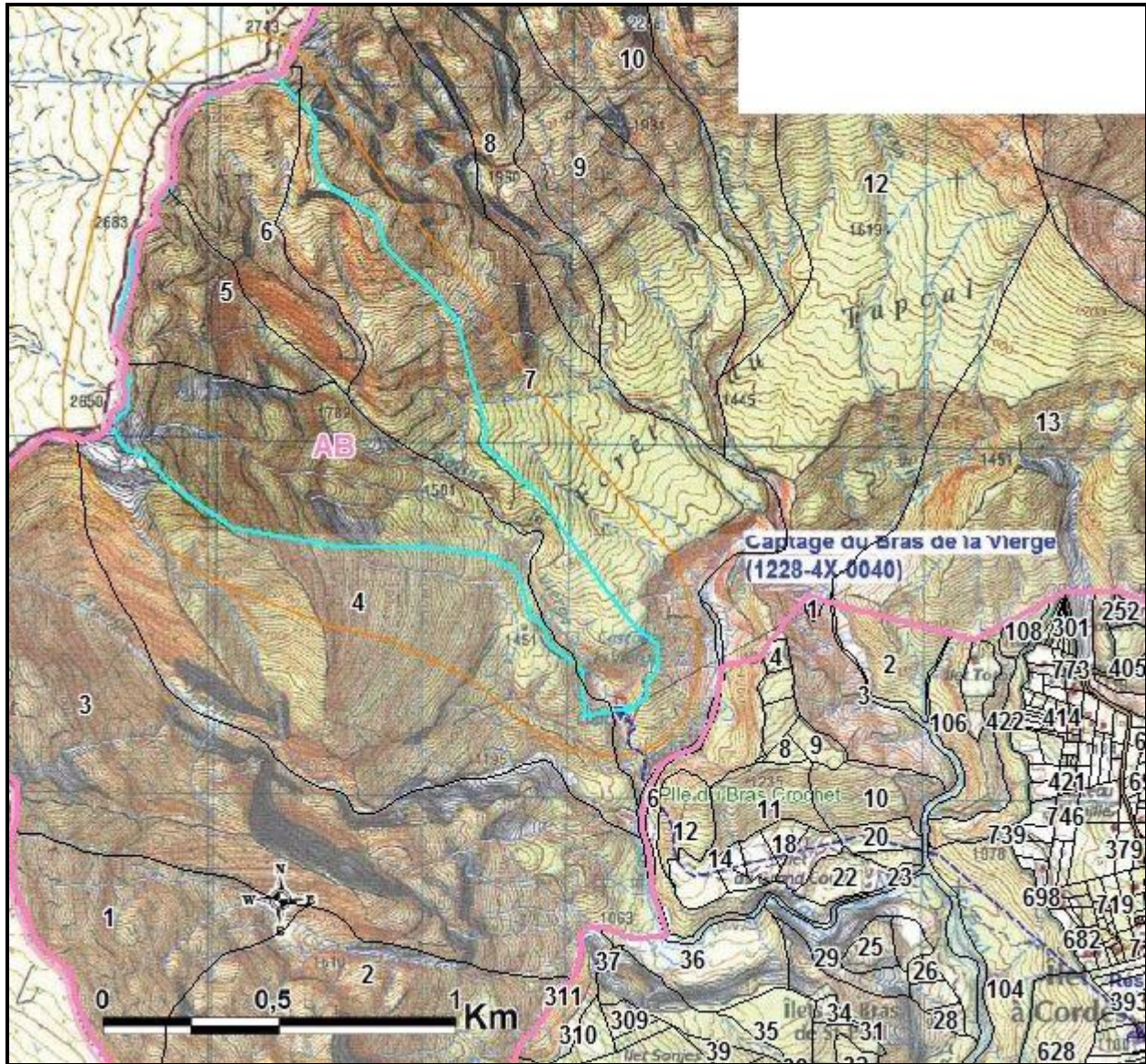


Figure 14 : Extension du périmètre de protection rapprochée du captage Bras de La Vierge sur le cadastre de la commune de Cilaos

## 5. Moyens de surveillance de la qualité de l'eau

- Contrôle sanitaire réalisé par l'ARS

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

Les prélèvements sont réalisés par l'Agence Régionale de Santé et les analyses confiées au LDEHM, Laboratoire Départemental d'Environnement et d'Hygiène du Milieu (physico-chimie et bactériologie), au Laboratoire LA DROME (molécules organiques et métaux) et au laboratoire Microlab depuis 2013.

Les captages de Fleurs Jaunes ne sont suivis que depuis 2011 car auparavant ils n'étaient utilisés que pour l'irrigation.

- Autocontrôle réalisé par la Régie de Cilaos

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

La fréquence d'autocontrôle sur le secteur d'Ilet à Cordes est hebdomadaire.

Le point d'autocontrôle de la RECIL pour l'eau produite est la station d'Ilet à Cordes. Pour l'eau distribuée, le point d'autocontrôle est situé au niveau de l'école d'Ilet à Cordes.

## **6. Protection dynamique des ouvrages**

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

- Rappel du mode d'insertion des captages dans le réseau AEP d'Ilet à Cordes

Les eaux sont acheminées à partir des captages Fleurs Jaunes Haut et Fleurs Jaunes Bas (uniquement à l'étiage) vers le réservoir « Citerne Fleurs Jaunes ». Le captage Bras de la Vierge achemine, quant à lui, les eaux au réservoir « Ilet à Cordes » ou directement vers le réseau AEP d'Ilet à Cordes, avec, pour ce dernier cas, un traitement en ligne à la Javel.

- Protection dynamique au réservoir d'Ilet à Cordes

Il n'existe pas de protection dynamique des ouvrages.

Un traitement à la Javel est réalisé en ligne entre le captage du Bras de la Vierge et le réseau AEP d'Ilet à Cordes.

Des traitements pour l'alimentation en eau potable des maisons isolées sont en cours d'installation. Un traitement de l'eau distribuée au niveau du haut d'Ilet à Cordes à partir des captages Fleurs Jaunes est à prévoir (au niveau de la citerne Fleurs Jaunes).

Aucune ressource de substitution n'est prévue en cas de dépassement des valeurs seuils.



## 7. Justification des produits de traitement à mettre en œuvre

### 7.1. Qualité de l'eau

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

#### 7.1.1. Eaux brutes

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

Les eaux des captages alimentant le secteur d'Ilet à Cordes sont globalement de bonne qualité physico chimique et faiblement minéralisée.

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

Les eaux brutes des captages Bras de la Vierge et Fleurs Jaunes font partie du groupe A2.

#### 7.1.2. Eau produite

Un tableau de synthèse des analyses de suivi de la qualité de l'eau produite<sup>3</sup>, sur la période 2009 – 2011, est présenté en annexe 4.

Ce secteur est alimenté par le captage Bras de la Vierge, complété par Fleurs Jaunes pour le haut de l'ilet.

Les seules analyses sur l'eau produite disponibles sont effectuées sur des prélèvements d'eau au niveau de la station d'Ilet à Cordes (le prélèvement est effectué directement sur la canalisation situé après le poste de chloration en ligne).

Il n'y a pas d'analyses communiquées à ce jour pour les eaux produites au niveau de la citerne Fleurs Jaunes.

---

<sup>3</sup> L'eau dite eau produite est de l'eau prélevée au niveau du réservoir (mélange d'eau de différents captages dans certains cas) et c'est de l'eau traitée (si un traitement existe).

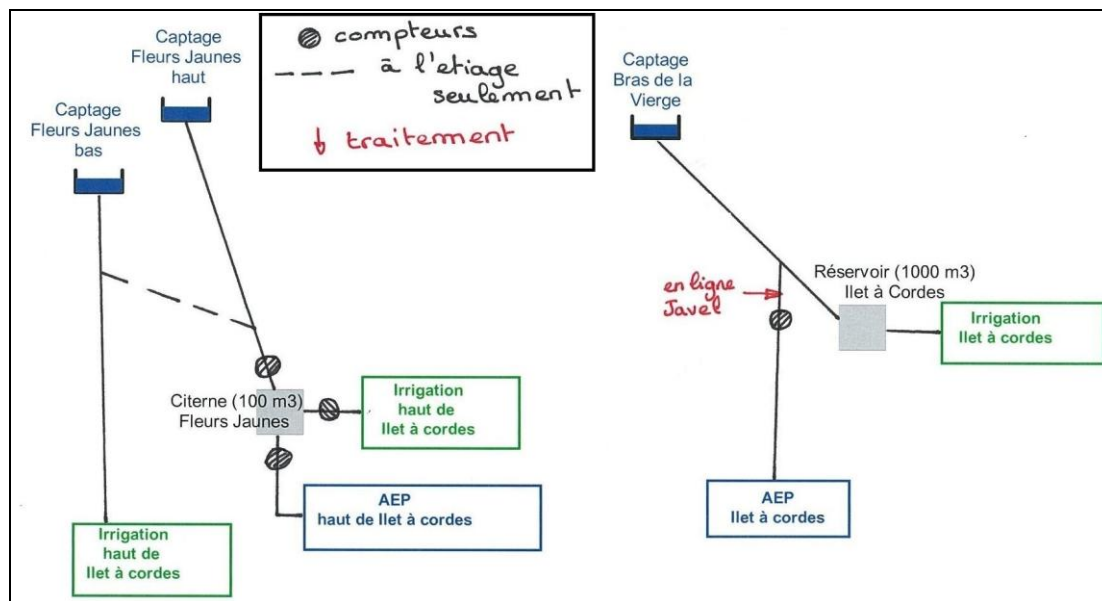


Figure 15 : Synoptique du réseau d'Ilet à cordes et insertion des captages

Les analyses sur l'eau produite disponibles ont été réalisées entre le 15/01/2009 et le 20/09/2010 ; 6 analyses sur 8 ne sont pas conformes aux limites et références de qualités des eaux destinées à la consommation humaine définies par l'arrêté du 11 janvier 2007 ; elles présentent des turbidités trop élevées ou bien une mauvaise qualité bactériologique. Des traces de trihalométhanes (chloroformes principalement) ont été détectées, les teneurs restant bien inférieures à la limite de qualité (THM : 100µg/l).

### 7.1.3. Eau distribuée

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

Les analyses sur l'eau distribuée sont effectuées sur des prélèvements d'eau au niveau d'un robinet de l'école d'Ilet à Cordes.

Parmi les analyses effectuées entre le 27/01/2005 et le 17/01/2011, 6 ne sont pas conformes aux limites et références de qualités des eaux destinées à la consommation humaine définies à l'annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007 ; elles présentent des turbidités trop élevées ou bien des problèmes au niveau de la qualité bactériologique.

Des traces de trihalométhanes (chloroformes principalement) sont régulièrement détectées, les teneurs restant bien inférieures à la limite de qualité (THM : 100µg/l).

### 7.1.4. Cas particulier des évolutions de la turbidité

#### 7.1.4.1. Nombre de dépassements de la limite de qualité de 1 NFU

En ce qui concerne les eaux brutes, les données ponctuelles ne sont pas représentatives d'une évolution.

Toutefois on peut constater qu'aucun dépassement de la limite de qualité de la turbidité pour les eaux destinées à la consommation humaine n'a été enregistré sur les analyses ARS entre 2006 et 2012 sur le captage du Bras de la Vierge.

Sur les captages Fleurs Jaunes Amont et aval, le suivi des données ponctuel est de très courte durée (5 analyses sur une période de 1 an). Un important dépassement est observé sur le captage Fleurs Jaunes Aval en date du 18/10/2012.

**Tableau 4 : Contrôle de la turbidité sur les eaux brutes de 2006 à 2012**

| date       | Bras de La Vierge | Fleurs jaunes amont | Fleurs jaunes aval |
|------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| 16/08/2006 | 0,41              |                     |                    |
| 21/11/2006 | 0,55              |                     |                    |
| 24/05/2006 | 0,46              |                     |                    |
| 19/03/2007 | 0,27              |                     |                    |
| 15/11/2007 | 0,72              |                     |                    |
| 25/07/2007 | 0,59              |                     |                    |
| 18/03/2008 | 0,50              |                     |                    |
| 31/07/2008 | 0,41              |                     |                    |
| 17/02/2009 | 0,28              |                     |                    |
| 18/05/2009 | 0,35              |                     |                    |
| 04/08/2009 | < 0,25            |                     |                    |
| 20/07/2010 | 0,34              |                     |                    |
| 29/06/2011 | < 0,25            |                     |                    |
| 03/04/2012 | 0,35              |                     | 0,58               |
| 23/04/2012 | 0,28              | 0,32                | 0,33               |
| 07/06/2012 | <0,25             | <0,25               | <0,25              |
| 01/08/2012 | 0,62              | <0,25               | 0,94               |
| 18/10/2012 | 0,91              | 0,91                | 19                 |

L'analyse de l'évolution de la turbidité peut être conduite sur les données d'autocontrôle effectué sur l'eau traitée qui sont plus fréquentes (hebdomadaire). Sur le secteur d'Ilet à Cordes, il y a un point d'autocontrôle pour lesquels des mesures de turbidité sont disponibles au niveau de l'école.

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

Sur 198 mesures de la turbidité, disponibles entre 2010 et 2013, 34 dépassements de la limite de qualité de 1 NFU sont observés au niveau de l'école d'ilet à cordes, répartis comme suit :

| Eau distribuée : école d'ilet à cordes |               |                              |                          |
|--|---------------|------------------------------|--------------------------|
|  | Nb de mesures | Nb. de dépassements observés | Valeur maximale observée |
| 2010                                   | 47            | 17                           | 2,56                     |
| 2011                                   | 34            | 10                           | 3                        |

|      |    |   |     |
|------|----|---|-----|
| 2012 | 64 | 5 | > 2 |
| 2013 | 52 | 2 | 1,3 |

La majorité des dépassements sont observés au cours de la saison cyclonique.

Seules 4 valeurs dépassent 2 NFU, les autres valeurs de turbidité, pour les dépassements de la limite de qualité, restent inférieurs à 2 NFU.

Dans le cadre de l'autocontrôle, **83% des valeurs de turbidité sur l'eau distribuée sont inférieures à 1 NFU** et seulement 2% dépasse la valeur de 2 NFU pour l'eau traitée et l'eau distribuée.

#### 7.1.4.2. Durée de dépassement de la limite de qualité de 1 NFU

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

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

Au niveau de l'eau distribuée à l'école d'Ilet à Cordes, sur les 4 années pour lesquelles des mesures sont disponibles sont comptabilisés 88 jours de dépassement de la valeur de référence de 1 NFU suivant l'hypothèse favorable et 172 jours suivant l'hypothèse défavorable.

Le nombre de jours consécutifs de dépassements pour les différents épisodes de turbidité est présenté à la Figure 17.

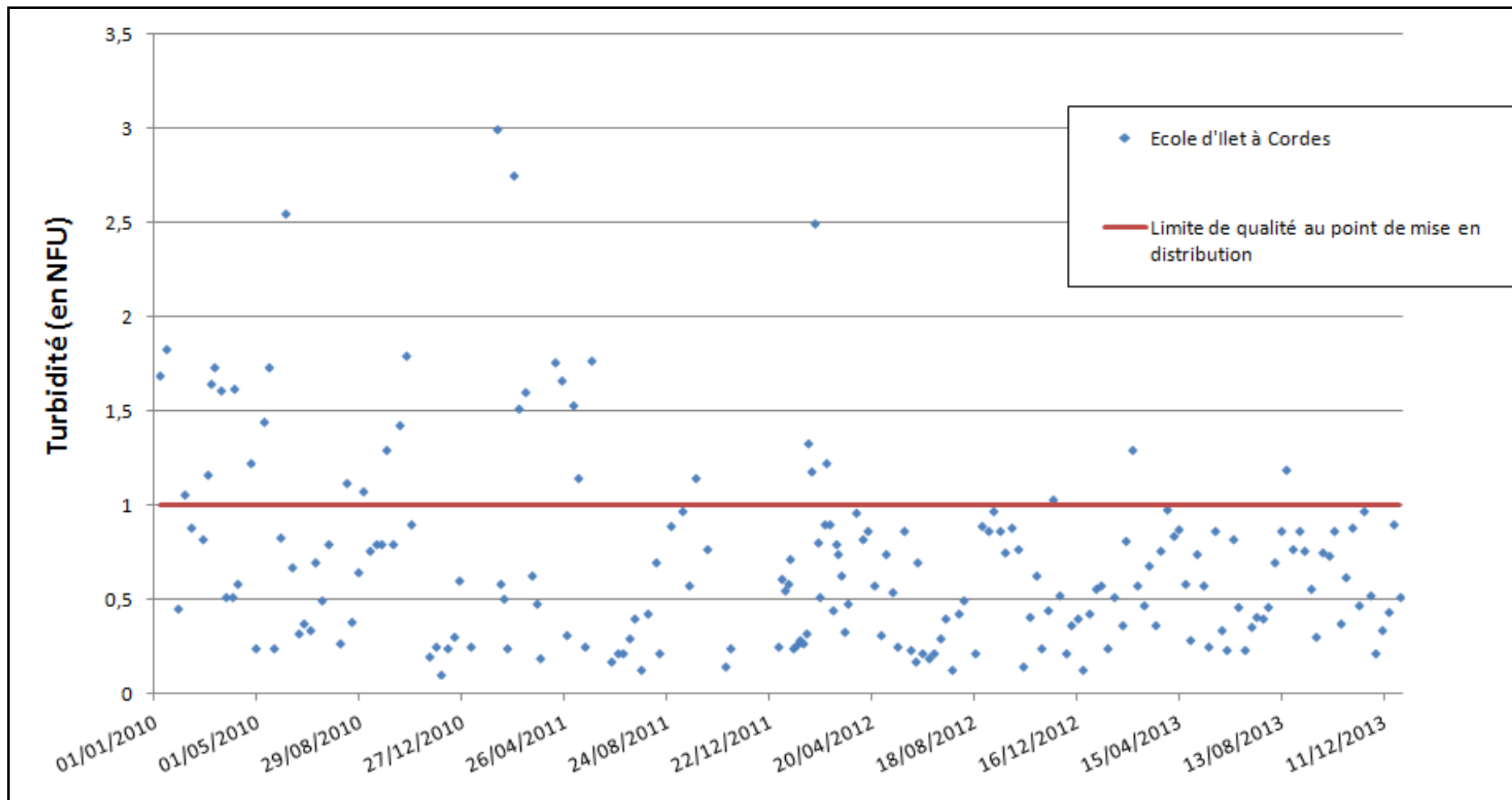


Figure 16 : Evolution de la turbidité pour Ilet à Cordes, entre 2010 et 2013 (données de l'autocontrôle)

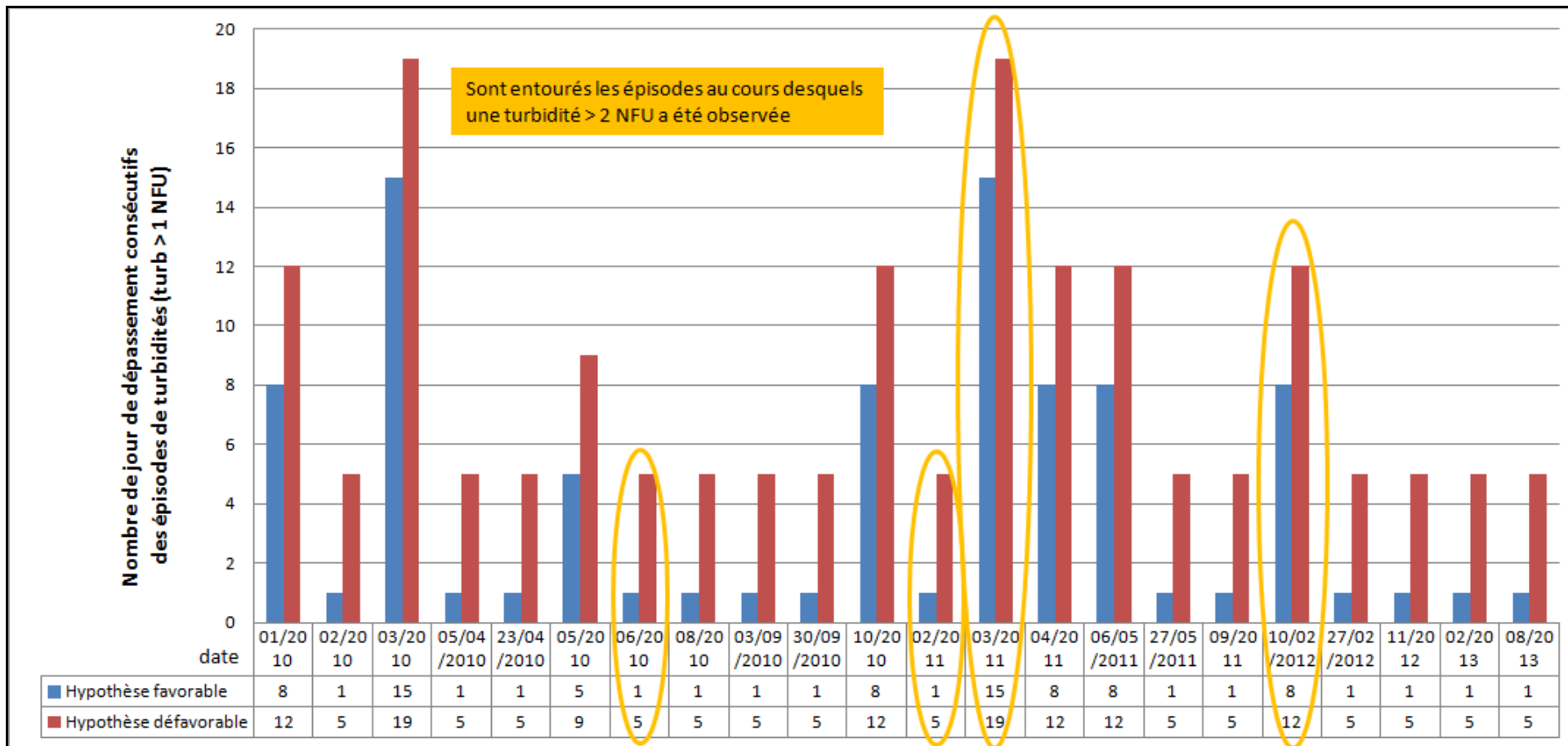


Figure 17 : Durée des épisodes de turbidités suivant les deux hypothèses proposées

## 7.2. Justification du traitement appliqué

Actuellement, le traitement appliqué est :

- un dégrillage sommaire aux prises d'eau (présence d'une crépine).
- Une désinfection à la Javel avant distribution entre le captage Bras de la Vierge et le réseau AEP d'Ilet à Cordes.

Des épisodes de turbidités ont été observés et notamment des épisodes pouvant atteindre 19 jours consécutifs de dépassements de la valeur de 1 NFU (suivant hypothèse défavorable). Toutefois il est remarqué que malgré un suivi plus régulier sur les deux dernières années (2012 et 2013) les dépassements de turbidités sont beaucoup moins nombreux et moins longs.

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

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

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

Conformément à la réglementation, une unité de traitement des eaux avant chloration doit être mise en place. Une étude de faisabilité de l'installation sera à réaliser afin de déterminer le moyen de traitement optimal et de positionner cette station de façon à ce qu'elle traite l'ensemble des eaux distribuées

Des travaux préalables, dans l'attente de la réalisation de la station de traitement, en vue de la sécurisation sanitaire des eaux distribuées, sont préconisés :

- Mettre en œuvre une désinfection au niveau de la citerne Fleurs Jaunes pour les eaux provenant des captages Fleurs Jaunes amont et aval ;
- améliorer autant que possible le dégrillage au niveau des prises d'eau ;
- installer des turbidimètres sur le réseau de distribution du haut d'Ilet à Cordes (sortie de la citerne Fleurs Jaunes) et sur le réseau AEP d'Ilet à cordes provenant du captage du Bras de la Vierge au niveau de la station de chloration en ligne.

## 8. Engagements de la commune

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

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

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

- Il sera réalisé à minima une visite mensuelle des captages, en augmentant autant que possible la fréquence suivant le planning de charge des agents de la RECIL et une augmentation en période de pluie (visite après les gros événements pluvieux et en cas de turbidité constatée) ;
- Deux turbidimètres seront installés pour le suivi de la qualité de l'eau distribuée. Le premier sera installé au niveau de la station de traitement sur le réseau provenant du captage du Bras de la Vierge, le second sera installé à la sortie de la citerne Fleurs Jaunes sur le réseau de distribution du haut d'Ilet à Cordes ;
- 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 et un bornage des PPI pour chacun des captages par un géomètre expert ;
- Dispositif de comptage (précisé au titre du code de l'environnement, cf. § 15).

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

### 8.2. Estimations des dépenses

| Action   | Enveloppe financière |
|--|----------------------|
| - Convention d'occupation des parcelles avec l'ONF / Parc National, dans la limite des périmètres immédiat des captages 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 €              |



| Action   | Enveloppe financière |
|--|----------------------|
| - bornage des périmètres de protection immédiate<br>(2 500€/ouvrage)   | 7 500 €              |
| <b>Pour les captages Fleurs Jaunes :</b>   |                      |
| - Mise en place de panneaux sur le sentier d'accès au<br>captage Fleurs Jaunes aval (à proximité du captage)   | 1 000 €              |
| - <i>La mise en place d'une station de désinfection des<br/>eaux distribuées (en cours de réalisation, le matériel a<br/>été acheté, reste installation)</i> | 9 000 €              |
| - La mise en place d'un dispositif d'alerte de type<br>turbidimètre à la sortie de la citerne Fleurs Jaunes  | 2 500 €<br>10 000 €  |
| - l'amélioration des conditions de captage   |                      |
| <b>Pour le captage Bras de la Vierge :</b>   |                      |
| - mise en place d'un panneau de signalisation à<br>proximité immédiate du captage  | 1 000 €              |
| - La mise en place d'un dispositif d'alerte de type<br>turbidimètre au niveau de la station de traitement sur<br>le réseau de distribution d'Ilet à Cordes   | 2 500 €<br>35 000 €  |
| - Sécurisation du sentier d'accès  |                      |
| <b>TOTAL</b>   | <b>85 500 €</b>      |
| Etudes et création unité de traitement   | 600 000 €            |

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

66809 B – Volume 5

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



## 9. Méthodologies mises en œuvre pour l'étude des incidences

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

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

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

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

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

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

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

### 9.1. Méthodologie pour l'évaluation des Débits Caractéristiques

#### 9.1.1. Définition

On entend par débits caractéristiques d'une ressource, l'évaluation de son **module** (débit moyen interannuel) et son **débit caractéristiques d'étiage** (période de plus basses eaux des cours d'eau). Les conditions d'étiage naturelles et le module sont à caractériser aussi finement possible afin d'évaluer les modifications hydrologiques engendrées par les prélèvements. Comme vu également auparavant,

l'évaluation du module sert également à la détermination de la valeur du **débit plancher** (débit minimal) à maintenir en aval immédiat de l'ouvrage.

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

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

### 9.1.2. Rappel de la réglementation

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**1. Caractérisation de la ressource disponible** : régime hydrologique caractérisation des étiages (fréquence, durée, modalité d'alimentation, temps de réponse). Les conditions d'étiage naturelles sont à caractériser le plus finement possible afin de replacer les modifications hydrologiques par

rapport à ces conditions.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Données de l'office de l'eau ;
- Rapport Antea Group n° C25467 présentant l'étude de mise en place des débits réservés du Bras de Cilaos et du bras de la Plaine<sup>4</sup>,
- Mesures de débit effectuées par Antea Group lors des visites de site,
- Données d'exploitation de la RECIL.

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

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

- **1<sup>ère</sup> méthode :**

<sup>4</sup> : Etude de mise en place des débits réservés du bras de Cilaos et du bras de la Plaine, réalisée pour la direction régionale de l'environnement, avril 2003, rapport C25467, ANTEA, HYDRETTUES et l'ARDA.

A partir des valeurs caractéristiques calculées par modélisation sur le Grand Bras et le Petit Bras de Cilaos, déterminées lors de l'étude citée ci-dessus, les valeurs de débit spécifique (rapporté à 1km<sup>2</sup>) des deux grands bassins versants ont été établies.

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

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

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

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

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

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

- **2<sup>ème</sup> méthode :**

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

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

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

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



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

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

• **3<sup>ème</sup> méthode :**

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

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

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

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

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

A Cilaos, la hauteur de pluie engendrant un ruissellement direct en année moyenne (>50 mm/j) est estimée à 983,20mm/an pour un total de 2161,8 mm de pluie en 1994. A l'échelle du bassin versant

<sup>5</sup> Les cellules grisées correspondent aux données issues de "étude de mise en place des débits réservés du bras de Cilaos et du bras de la Plaine" (Antea, Hydretudes, Arda, rapport C25467, projet REUP010015)

de chaque captage, cette hauteur peut être convertie en volume à l'échelle annuelle puis en débit. On obtient alors le débit correspondant au ruissellement direct à chaque captage.

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

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

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

## **9.2. Méthodologie pour l'étude de l'incidence sur l'écoulement des eaux**

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

La comparaison est donc faite avec des réserves.

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

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

## **9.3. Méthodologie pour l'étude de l'incidence sur les milieux**

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

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

L'expertise de l'impact des captages AEP sur la continuité biologique est menée en plusieurs étapes,

depuis une échelle large (situation du captage, obstacles en aval, ...) jusqu'à une échelle fine au niveau du captage (description du captage et de sa franchissabilité par les populations observées *in situ*).

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

### *9.3.1. Analyse des enjeux biologiques au site de captage*

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

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

### *9.3.2. Inventaire de la macro faune aquatique*

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

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

### *9.3.3. Franchissabilité de l'ouvrage par les peuplements observés*

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

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

### *9.3.4. Synthèse de l'impact de l'ouvrage sur la continuité biologique des peuplements*

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

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

## 9.4. Méthodologie pour l'évaluation des Débits réservés

### 9.4.1. Qualification des écoulements

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

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

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

### 9.4.2. Détermination des débits réservés

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

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

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

## 10. Les débits prélevés sur les captages d'Ilet à Cordes

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

### 10.1. Volumes produits sur les captages Fleurs Jaunes et Bras de la Vierge

Les données disponibles correspondent aux volumes produits pour l'alimentation en eau potable à partir du captage du Bras de La Vierge.

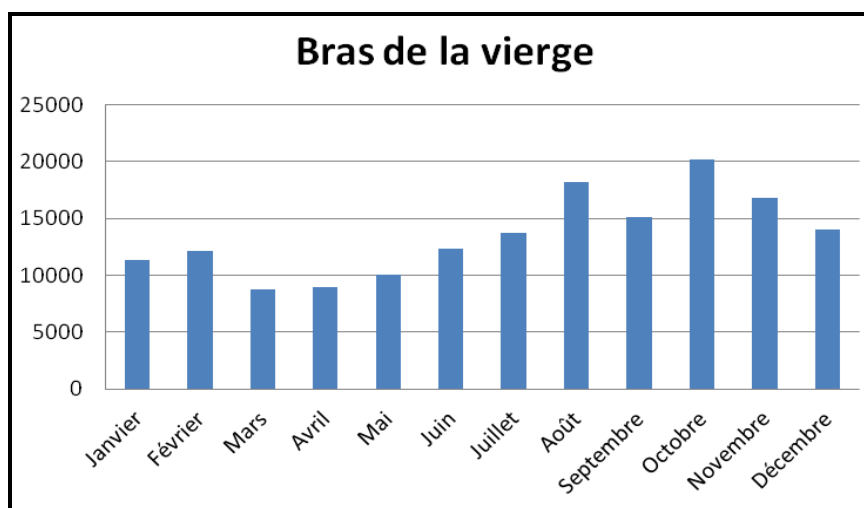


Figure 18 : Production mensuelle au cours de l'année 2012 (m³/mois), pour le captage de Bras de La Vierge (source: RECIL).

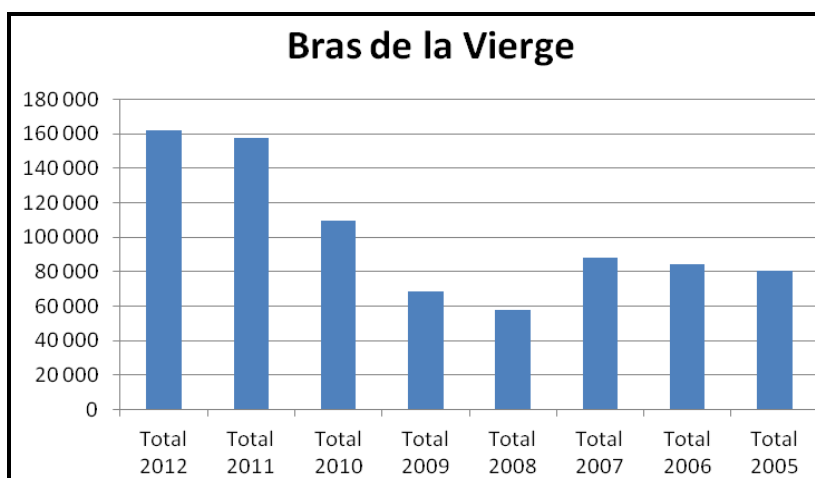


Figure 19 : Production annuelle entre 2005 et 2012 (m³/an) pour le captage du Bras de La Vierge (source RECIL)

L'eau produite sur les captages Fleurs Jaunes amont et aval est distribuée aux quelques maisons du Haut d'Ilet à Cordes, à partir de la citerne Fleurs Jaunes. N'étant pas traitée, cette eau n'est pas comptabilisée comme eau potable. Toutefois vu le nombre d'habitants desservis sur cette partie du réseau le volume est minime par rapport aux volumes produits comptabilisés à partir du captage du Bras de la Vierge.

La production à partir du captage du Bras de la Vierge semble directement liée à la demande puisque le pic de production est observé au cours de la saison sèche (entre juillet et décembre pour l'année 2012 présentée ci-avant).

On constate une nette augmentation de l'eau produite à partir du captage du Bras de la Vierge avec une consommation annuelle moyenne entre 2005 et 2009 de l'ordre de 75 000 m<sup>3</sup>/an et entre 2010 et 2012 de l'ordre de 140 000 m<sup>3</sup>/an.

Les volumes destinés à l'irrigation du secteur d'Ilet à Cordes, à partir des captages Fleurs Jaunes et du captage du Bras de la Vierge, ne sont pas comptabilisés à l'heure actuelle.

## 10.2. Estimation des débits prélevés

Les débits prélevés ont été estimés en tenant compte :

- Des débits destinés à l'irrigation (estimation de la RECIL à partir du nombre de branchement agricole et des consommations agricoles observées sur l'ensemble du territoire de Cilaos) ;
- En majorant les volumes produits de 30% afin de prendre en compte les débits de fuites sur le réseau d'adduction, qui ne sont pas connus, et devrait également permettre de palier à une éventuelle augmentation des besoins liée à l'augmentation prévisionnelle de la population de 5% dans les années à venir.

La RECIL estime que par an il y a 400 000 m<sup>3</sup> qui sont utilisés pour les besoins en irrigation du secteur d'Ilet à cordes.

De plus la RECIL a estimé la répartition suivante des volumes produits à partir des différents captages en se basant sur les observations de terrains et leur connaissance du fonctionnement du réseau :

| Captages           | % eau captée pour AEP | % eau captée pour irrigation |
|--------------------|-----------------------|------------------------------|
| Fleurs jaunes haut | 7                     | 93                           |
| Fleurs jaunes bas  | 3                     | 97                           |
| Bras de la vierge  | 25                    | 75                           |

La répartition estimée, pour le groupe de captages alimentant Ilet à Cordes, est la suivante :

|                   |                                | répartition par captage |                     |                   |        |
|-------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|--------|
|                   |                                | bras de la Vierge       | fleurs jaunes hauts | fleurs jaunes bas |        |
| <b>AEP</b>        | % estimé par la RECIL          | 90                      | 7                   | 3                 | 100    |
|                   | prélèvement moyen jour (m3)    | 513                     | 40                  | 17                | 570    |
|                   | prélèvement moyen annuel (m3)  | 187245                  | 14565               | 6240              | 208050 |
|                   | Débit moyen L/s                | 6,0                     | 0,5                 | 0,2               | 7      |
| <b>Irrigation</b> | % estimé par la RECIL          | 75                      | 12,5                | 12,5              | 100    |
|                   | prélèvement moyen jour (m3)    | 1068                    | 178                 | 178               | 1425   |
|                   | prélèvement moyen annuel (m3)  | 390000                  | 65000               | 65000             | 520000 |
|                   | Débit moyen L/s                | 12,5                    | 2,1                 | 2,1               | 16,5   |
| <b>TOTAL</b>      | prélèvement moyen jour (m3)    | 1581                    | 218                 | 195               | 1995   |
|                   | prélèvement moyen annuel (m3)  | 577245                  | 79565               | 71240             | 728050 |
|                   | Débit de prélèvement moyen L/s | 18,5                    | 2,5                 | 2,2               | 23,5   |

## 11. Captages Fleurs Jaunes, amont et aval

### 11.1. Incidence du captage sur la ressource en eau

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

#### 11.1.1. Détermination des débits caractéristiques au captage

##### 11.1.1.1. Rappel des débits prélevés

Sur ces captages il n'y a pas de suivi de la production, un compteur est implanté juste avant la citerne de Fleurs Jaunes mais celui-ci n'est jamais relevé.

D'après le témoignage de la RECIL, le débit disponible n'est jamais capté en totalité.

**Le débit de prélèvement estimé à ce captage (aval, en volume cumulé sur les deux ouvrages) est de 150 810 m<sup>3</sup>/an soit un débit de 5 L/s (cf §10.2).**

##### 11.1.1.2. Les données de débits disponibles

Les captages de Fleurs jaunes n'ont pas fait l'objet de suivi par l'OLE.

Il existe un suivi à l'aval des deux prises. Au cours de ce suivi ponctuel, les mesures ont principalement été réalisées en période d'étiage.

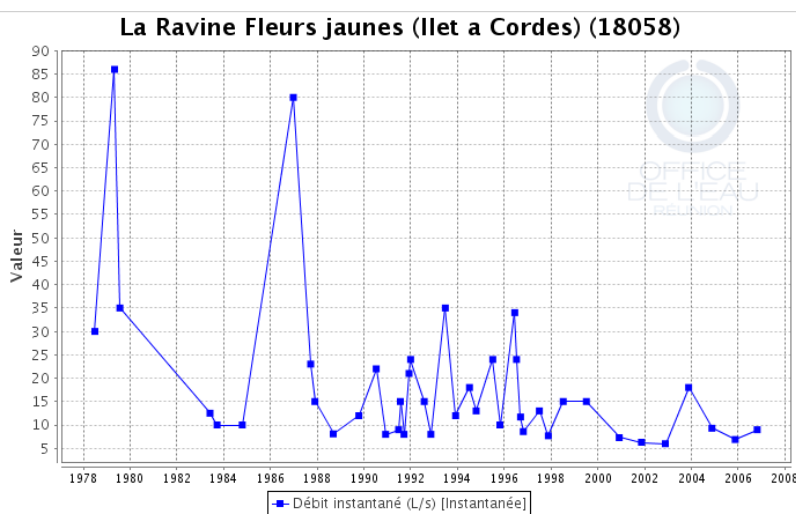


Figure 20 : Mesures de débits instantanés sur la Ravine Fleurs Jaunes, à l'aval des deux captages (source: OLE)



Le débit minimum mesuré est de 6 l/s le 20/11/2002.

Lors de notre visite des captages le 03/11/2011 nous avons effectué un jaugeage au moulinet sur la ravine entre le captage haut et le captage bas. La totalité du débit n'a pas pu être jaugée en raison de trop faible hauteur d'eau. Le débit mesuré est de 10,6 l/s. Le débit est variable sur le linéaire de la ravine du fait d'une importante infiltration et résurgence dans le lit. Le débit maximal estimé ce jour est de l'ordre de 15 à 20 L/s (correspondant à une période d'étiage).

### 11.1.1.3. Débits caractéristiques

Pour les captages Fleurs Jaunes Aval et Amont, les valeurs caractéristiques des débits ont été calculés au niveau du captage aval uniquement pour un bassin versant commun aux deux captages, les deux captages étant sur la même ravine. La Ravine Fleurs Jaunes est située au sein du bassin versant du Bras Rouge.

Les résultats obtenus par la mise en œuvre de la 1<sup>ère</sup> méthode sont présentés ci-après.

|            | unité             | Gd bras cilaos | Fleurs Jaunes (av) théorique | Bras Rouge | Fleurs Jaunes (av) théorique |
|------------|-------------------|----------------|------------------------------|------------|------------------------------|
| surface bv | km <sup>2</sup>   | 66,1           | 2,15                         | 28,9       | 2,15                         |
| Q jour moy | m <sup>3</sup> /s | 2,31           | 0,075                        | 0,67       | 0,050                        |
| DCEmoyen   | m <sup>3</sup> /s | 0,73           | 0,024                        | 0,21       | 0,016                        |

Les résultats obtenus au prorata des surfaces des bassins versant de Fleurs Jaunes par rapport au Grand bras de Cilaos ou au Bras Rouge sont cohérents avec les mesures de l'Office de l'Eau réalisées en période d'étiage à l'aval des deux prises d'eau, les valeurs obtenues à partir du Bras Rouge étant légèrement plus proche des débits mesurés. Ainsi les résultats obtenus à partir du Bras Rouge sont retenus comme débits caractéristiques de la ravine au captage Fleurs Jaunes (aval).

**Tableau 6 : Débits caractéristiques aux captages Fleurs Jaunes.**

|            | ravine au captage Fleurs Jaunes aval (L/s) | débit moyen prélevé (L/s) |
|------------|--|---------------------------|
| Q jour moy | 50   | 5                         |
| DCEmoyen   | 16   |                           |

## 11.1.2. Incidence sur la ressource en eau souterraine

### 11.1.2.1. Incidence quantitative

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

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

### 11.1.2.2. Incidence qualitative

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

## 11.1.3. Incidence sur l'écoulement des eaux

### 11.1.3.1. Modification du profil en long

Le captage Fleurs Jaunes amont peut constituer une zone d'accumulation de blocs (au niveau du bassin constitué par le mur maçonné). La hauteur du mur maçonné est de 1,15 m par rapport au fond du bassin constitué, coté aval elle est moindre du fait de la présence de blocs. Etant donné la configuration de la ravine au niveau de ce captage le risque de montée des eaux lié à l'ouvrage est peu important (blocs contigües à l'ouvrage de taille plus imposante que le mur maçonné).

Le captage Fleurs Jaunes aval est un bassin parallélépipédique implanté en rive droite de la ravine, il n'intercepte pas toute la largeur de la ravine est il est affleurant avec le niveau d'écoulement des eaux. Du fait de ses dimensions et de sa position par rapport à la ravine, le captage ne modifie pas le profil en long de la ravine. De plus il est implanté en tête de cascade et ne présente pas de risque de montée des eaux. Seuls les quelques blocs disposés en travers de la ravine, en tête de la cascade pour dériver les eaux vers le captage modifient légèrement le profil en long, la hauteur de la rangée de blocs ainsi constituée étant de l'ordre de 0,60 m (ouvrage non pérenne).

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

### 11.1.3.2. Modification du profil en travers

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

### 11.1.3.3. Incidence sur le débit du cours d'eau

Il n'existe pas de données de suivi des débits de la ravine au niveau ou en amont des captages et il n'existe pas non plus de comptage des volumes d'eau captés sur les deux ouvrages de la ravine Fleurs Jaunes. Cependant étant donné la configuration des ouvrages, ils n'interceptent qu'une partie du débit. Le débit minimal mesuré par l'Office de l'Eau à l'aval des deux prises d'eau est de 6 L/s en période d'étiage (novembre).

Le prélèvement sur les captages Fleurs Jaunes aura une incidence moyenne à faible sur le débit de la ravine à l'aval. Les propositions en matière de débit réservé sont discutées au §11.3.

A noter que le module du Bras Rouge, avant sa confluence avec le Bras de Benjoin et le Bras de saint Paul, est de l'ordre de 670 L/s. La ravine Fleurs Jaunes au droit des captages représente donc au maximum une contribution de 11 % du débit du bassin versant du Bras Rouge, le prélèvement peut donc être considéré comme négligeable à l'échelle des écoulements superficiels du cirque de Cilaos et plus particulièrement du Bras Rouge.

## 11.2. Incidence des captages sur la continuité écologique

Les captages Fleurs Jaunes Haut et Bas sont situés sur la ravine Fleurs Jaunes (code BD Carthage 40601090), affluent du Bras Rouge. Ces captages sont situés à respectivement 1 200 m et 1 430 m d'altitude.

### 11.2.1. Enjeux biologiques au site de captage

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

- Continuité biologique en aval immédiat du site

En aval immédiat des sites de captages, il existe une longue série de chutes d'eau empruntées par les adeptes de canyoning (canyon de Fleurs Jaunes) : Fleur Jaunes aval en aval de la route d'Ilet à Cordes et Fleurs Jaunes amont en amont. Entre la route d'Ilet à Cordes et la confluence avec Bras Rouge, la ravine Fleurs Jaunes s'écoule sur une succession de chutes sur une dénivelée totale de 510 m et dont la plus importante mesure 120 m.

Cette succession de chute se poursuit jusqu'à la confluence avec le Bras Rouge : il n'y a pas de tronçon entre le pied de la dernière chute et le Bras Rouge.

En amont de la route, le canyon est plus restreint (moins de 50 m de dénivelée) mais avec un cassé important (20-25m, cf. photo suivante).



Figure 21 : Vues depuis la route du rappel 55m sur le canyon de Fleurs Jaunes aval (gauche) et de la dernière chute du canyon amont (droite)

- Potentiel biologique en amont des sites de captages

En amont des sites de captages, le cours d'eau présente une faible largeur mouillée (moins de 1 m). Il « serpente » entre les blocs, s'infiltrant toute ou partie par endroit en fonction de la pente et des alluvions (comme sur le site de captage Fleurs Jaunes Haut par exemple). Le linéaire identifié dans la BD Carthage en amont des captages est de 1 300m pour Fleurs Jaunes Bas et 900 m pour Fleurs Jaunes Haut. La pérennité des écoulements sur ce secteur (hormis zones de captage) n'est pas connue.



Figure 22 : Vues du lit du cours d'eau en amont du captage Fleurs Jaunes Haut (gauche) et Fleurs Jaunes Bas (droite)

### 11.2.2. Inventaire de la faune piscicole

La ravine Fleurs Jaunes a été prospectée par pêche électrique en aval des captages le 26/08/2011, au niveau de la route de l'Ilet à Cordes, c'est-à-dire en amont du canyon de Fleurs Jaunes aval. L'ensemble du lit mouillé de la station a été parcouru et pêché :

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| X                                    | 338 660   |
| Y                                    | 7 662 690 |
| Z (m)                                | 1 310     |
| Longueur (m)                         | 25        |
| Largeur mouillée (m)                 | 3,1       |
| Surface prospectée (m <sup>2</sup> ) | 77,5      |

Tableau 7 : Caractéristiques de la station d'échantillonnage sur la ravine Fleurs Jaunes.

**Aucun poisson ou crustacé n'a été observé.**

### 11.2.3. Franchissabilité des ouvrages par les peuplements potentiels

Compte tenu des chutes et cassés observés en aval et de la confirmation de l'absence de poissons et de macro-crustacés indigènes lors de l'inventaire, la franchissabilité des ouvrages de captages Fleurs Jaunes Bas et Haut ne présente aucun enjeu.

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

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

|   | Fleurs Jaunes Haut   | Fleurs Jaunes Bas  |
|---|--|--|
| Potentiel habitat aval proche (état actuel) | Très faible (chutes multiples). Intérêt pour l'alimentation du Bras Rouge. | Très faible (chutes multiples). Intérêt pour l'alimentation du Bras Rouge. |
| Potentiel habitat amont                     | Non reconnu mais supposé très faible (fortes pentes, rempart)              | Non reconnu mais supposé très faible (fortes pentes, rempart)              |
| Populations observées                       | Aucune.  | Aucune   |
| Continuité biologique au droit de l'ouvrage | Pas d'enjeu  | Pas d'enjeu  |

Tableau 8 : Synthèse de l'impact des captages de Fleurs Jaunes Haut et Bas sur la continuité biologique des peuplements

**Les captages Fleurs Jaunes sont situés sur cours d'eau (Ravine Fleurs Jaunes) où la colonisation par les espèces de poissons et de macro-crustacés est limitée, voire rendue impossible, par de nombreuses chutes.**

**Dans ce contexte, les captages ne présentent pas d'impact sur les peuplements de poissons et de macro-crustacés indigènes.**

### **11.3. Application de la réglementation en matière de débits réservés**

#### *11.3.1. Evaluation du débit réservé*

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

| <b><i>Captage</i></b> | <b>module ravine au captage (L/s)</b> | <b>débit moyen étiage au captage (L/s)</b> | <b>Débit plancher (L/s)</b> |
|-----------------------|---------------------------------------|--|-----------------------------|
| Fleurs Jaunes         | 50                                    | 16   | <b>5</b>                    |

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

#### *11.3.2. Aménagement en matière de mise en place des débits réservés*

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

## 12. Captage du Bras de la Vierge

### 12.1. Incidence du captage sur la ressource en eau

#### 12.1.1. Détermination des débits caractéristiques au captage

##### 12.1.1.1. Rappel des débits prélevés

Sur le captage du Bras de la Vierge il existe un suivi des volumes produits pour l'alimentation en AEP. Les volumes produits pour l'irrigation ont été estimés par la RECIL sur la base des compteurs existants et du nombre total de branchement agricole.

Le débit disponible étant important il est rarement capté en totalité.

**Le débit de prélèvement estimé à ce captage est de 577 245 m<sup>3</sup>/an soit un débit moyen de 18,5 L/s (cf § 10.2).**

##### 12.1.1.2. Les données de débits disponibles

Entre 1978 et 1995, l'ORE a effectué un suivi du débit instantané du captage Bras de la Vierge (seulement 7 mesures de débits disponibles) :

Le débit disponible au captage Bras de la Vierge varie entre 30 l/s (le 05/12/1990) et 46 l/s (le 11/07/1990) et le débit moyen entre 1978 et 1995 et de 38 l/s.

Le débit capté à Bras de la Vierge a été mesuré 3 fois :

- 21 l/s les 25/06/91 et 11/07/90
- 22 l/s le 12/10/89.

Le débit minimum mesuré est de 25 l/s le 9/11/1992.

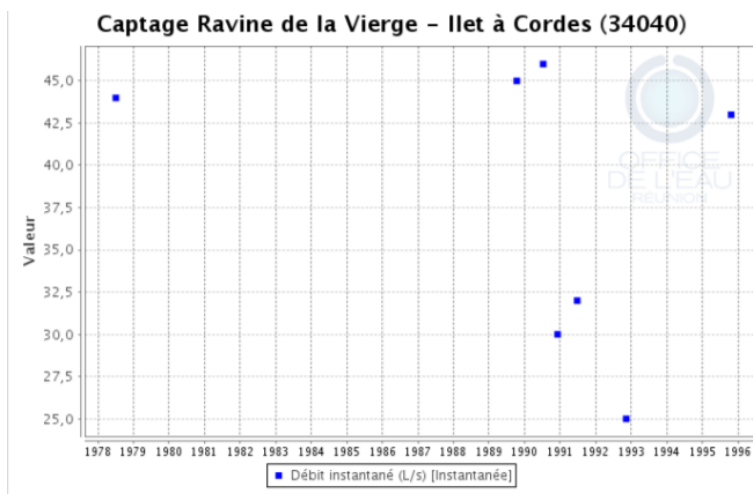


Figure 23 : Mesures de débits instantanés au captage du Bras de la Vierge (source : OLE).

Il n'existe donc pas de données précises nous permettant de déduire les modules interannuels des débits dans les ravines aux niveaux des différents captages.

### 12.1.1.3. Débits caractéristiques

Le captage du Bras de la Vierge est situé sur la ravine du même nom qui est un affluent du Bras Saint Paul.

Les résultats obtenus par la mise en œuvre de la 1<sup>ère</sup> méthode sont présentés ci-après :

|            | unité             | Gd bras cilaos | Bras de la Vierge théorique | Bras de Saint Paul | Bras de la Vierge théorique |
|------------|-------------------|----------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|
| surface bv | km <sup>2</sup>   | 66,1           | 1,126                       | 16,5               | 1,126                       |
| Q jour moy | m <sup>3</sup> /s | 2,31           | 0,039                       | 0,60               | 0,041                       |
| DCEmoyen   | m <sup>3</sup> /s | 0,73           | 0,012                       | 0,20               | 0,013                       |

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

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

Les résultats obtenus par la mise en œuvre de la 2<sup>ème</sup> méthode sont présentés ci-après :

|              | Bras de la Vierge théorique (l/s) |
|--------------|-----------------------------------|
| DCE moyen    | 36                                |
| Q jour moyen | 113                               |

Le module déterminé par cette méthode paraît excessif.

Les résultats obtenus par la mise en œuvre de la 3<sup>ème</sup> méthode sont présentés ci-après :

|              | Bras de la Vierge théorique (l/s) |
|--------------|-----------------------------------|
| DCE moyen    | 36                                |
| Q jour moyen | 86                                |



N'ayant pas suffisamment de valeur de comparaison pour apprécier la vraisemblance des débits caractéristiques déterminés par ces différentes méthodes, dans l'attente de données affinant la connaissance des caractéristiques de la ravine, on retiendra des données moyennes arbitraire qui sont vraisemblable vis-à-vis des données existantes (suivi de l'OLE).

**Les débits caractéristiques arbitraires retenus au captage du Bras de la Vierge sont les suivants :**

|              | <b>Bras de la Vierge théorique (l/s)</b> |
|--------------|--|
| DCE moyen    | 20                                       |
| Q jour moyen | 65                                       |

### 12.1.2. Incidence sur la ressource en eau souterraine

#### 12.1.2.1. Incidence quantitative

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

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

#### 12.1.2.2. Incidence qualitative

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

### 12.1.3. Incidence sur l'écoulement des eaux

#### 12.1.3.1. Modification du profil en long

Le captage Bras de la Vierge peut constituer une petite zone d'accumulation de blocs (bassin étroit au pied d'une cascade). Il y a peu de risque de montée du niveau d'eau liée à l'ouvrage.

### *12.1.3.2. Modification du profil en travers*

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

### *12.1.3.3. Incidence sur le débit du cours d'eau*

Le prélèvement sur le captage du Bras de la Vierge aura une incidence faible sur le débit de la ravine à l'aval immédiat du captage. Les propositions en matière de débits réservés sont discutées au § 12.3.

## **12.2. Incidence des captages sur la continuité écologique**

Le captage Bras de la Vierge se situe au pied des remparts entre le Petit et le Grand Bénare. Il est implanté sur la ravine la Vierge (code BD Carthage 40601180), en aval de la cascade la Vierge, à 1 200 m d'altitude. La ravine la Vierge est un affluent du Bras de Saint Paul (code BD Carthage 40601170).

### *12.2.1. Enjeux biologiques au site de captage*

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

- Continuité biologique en aval immédiat du site

En aval immédiat du captage, la continuité biologique est perturbée par un cassé d'une dizaine de mètres. Lors de nos reconnaissances (aout 2011), nous avons observé une continuité hydraulique en aval jusqu'au Bras de Saint Paul.



Figure 24 : Vues du captage Bras de la Vierge et du cassé en aval immédiat.

- Potentiel biologique en amont du site de captage

En amont du site de captage le cours d'eau s'écoule le long du rempart :



Figure 25 : Vues de la configuration du cours d'eau en amont du captage du Bras de la Vierge.

### 12.2.2. Inventaire de la faune piscicole

Un inventaire par pêche électrique a été réalisé le 26/03/2012 en aval du captage, sur le Bras de Saint Paul au lieu-dit Ilet du Grand Coude.

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| X                                    | 336 940   |
| Y                                    | 7 660 760 |
| Z (m)                                | 910       |
| Longueur (m)                         | 62        |
| Largeur mouillée (m)                 | 3,8       |
| Surface prospectée (m <sup>2</sup> ) | 235,6     |

Tableau 9 : Caractéristiques des stations d'échantillonnages sur la Ravine du Bras de Saint Paul.

**Aucun poisson ou macro-crustacé n'a été observé.**

L'absence de poissons est d'autant plus anormale ici que le tronçon échantillonné est au sein d'une zone régulièrement alevinée en truite arc-en-ciel par la Fédération de Pêche. Le secteur est connu pour être régulièrement braconné (comme le montre l'absence de truite malgré les alevinages).

### 12.2.3. Franchissabilité de l'ouvrage par les peuplements potentiels

Le seuil de captage est construit en béton. Le parement du seuil est sub-vertical. Lors de notre reconnaissance aucun débit ne déversait sur l'ouvrage. En présence de sur-verse, ce seuil serait franchissable par la chevaquine *A. serrata*.



Figure 26 : Vues du seuil du captage du Bras de la Vierge.

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

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

|  |  |
|--|--|
| Potentiel habitat aval proche (état actuel)                        | Important (lit matérialisé et alimentation du Bras de Saint Paul)  |
| Potentiel habitat amont  | Très faible (rempart en amont immédiat)  |
| Population observée  | Aucun individu de poisson ou de macro-crustacé n'a été observé en aval sur le Bras de Saint Paul. Le secteur aval fait l'objet d'alevinages réguliers en truites arc-en-ciel par la Fédération de Pêche. |
| Continuité biologique au droit de l'ouvrage pour <i>A. serrata</i> | Pas d'enjeu  |

**Tableau 10 : Synthèse de l'impact du captage du Bras de la Vierge sur la continuité biologique des peuplements piscicoles**

Aucun poisson ou crustacé indigène n'a été capturé en aval du site de captage et les habitats présents en amont des captages présentent des enjeux très faibles (remparts). Toutefois, le secteur aval (Bras de Saint Paul) présente un potentiel pour les espèces indigènes (pas d'obstacle naturel sur cet axe) et le développement de la pêche de loisir.

**Dans ces conditions, 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<sup>ème</sup> du module, soutien du débit minimum d'étiage...).**

## 12.3. Application de la réglementation en matière de débits réservés

### 12.3.1. Evaluation du débit réservé

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

| <b>Captage</b>    | <b>module ravine au captage (L/s)</b> | <b>débit moyen étiage au captage (L/s)</b> | <b>Débit plancher (L/s)</b> |
|-------------------|---------------------------------------|--|-----------------------------|
| Bras de la Vierge | 65 <sup>(1)</sup>                     | 20   | 6,5                         |

(1) : La valeur est choisie arbitrairement car les résultats des calculs, suivant les différentes méthodes, sont peu cohérents.

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

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

Faisant suite à l'analyse des enjeux et des incidences dans le cadre du présent dossier, la commune s'engage à la mise en place du débit réservé, à l'aval du captage Bras de la Vierge, pour un débit plancher de 6,5 L/s.

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

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

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

### 14.1. Le SDAGE

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

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

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

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

Le SDAGE de la Réunion a fait l'objet d'une révision et a été approuvé par arrêté n°09-3220/SG/DRCTV du 07 décembre 2009. L'élaboration du « projet de SDAGE » a été précédée par un « état des lieux », actualisé en 2007, qui a permis d'établir un diagnostic de l'état actuel des eaux réunionnaises et des pressions liées. Cet état des lieux a été complété par un bilan de la mise en

œuvre du SDAGE précédent. Le projet de SDAGE, réalisé sous l'égide du Comité de Bassin, fixe les orientations fondamentales d'une gestion globale et équilibrée de la ressource en eau ainsi que les objectifs de qualité et de quantité des eaux à atteindre, en 2015, conformément à la DCE.

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

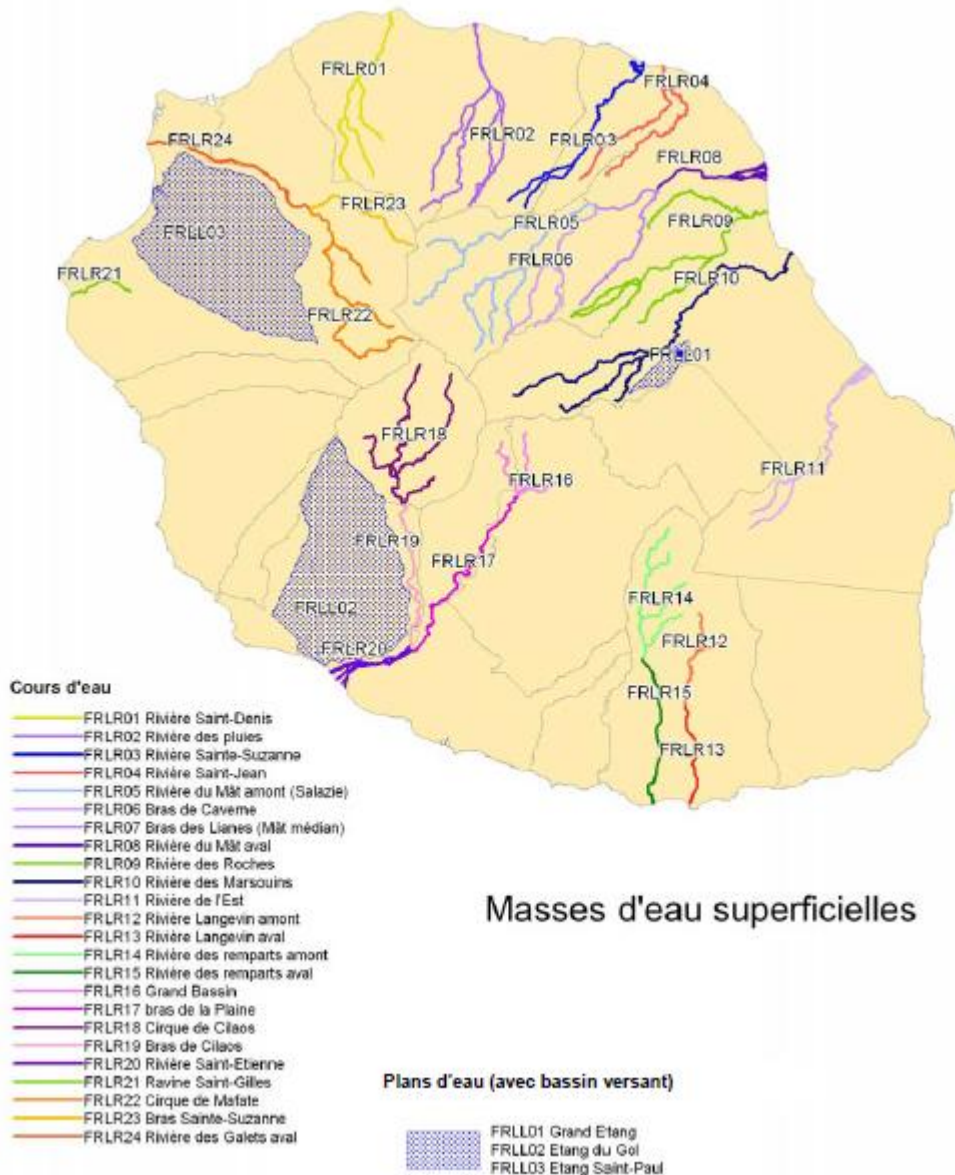


Figure 27 : Cartographie des Masses d'eau superficielle



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

66809 B – Volume 5

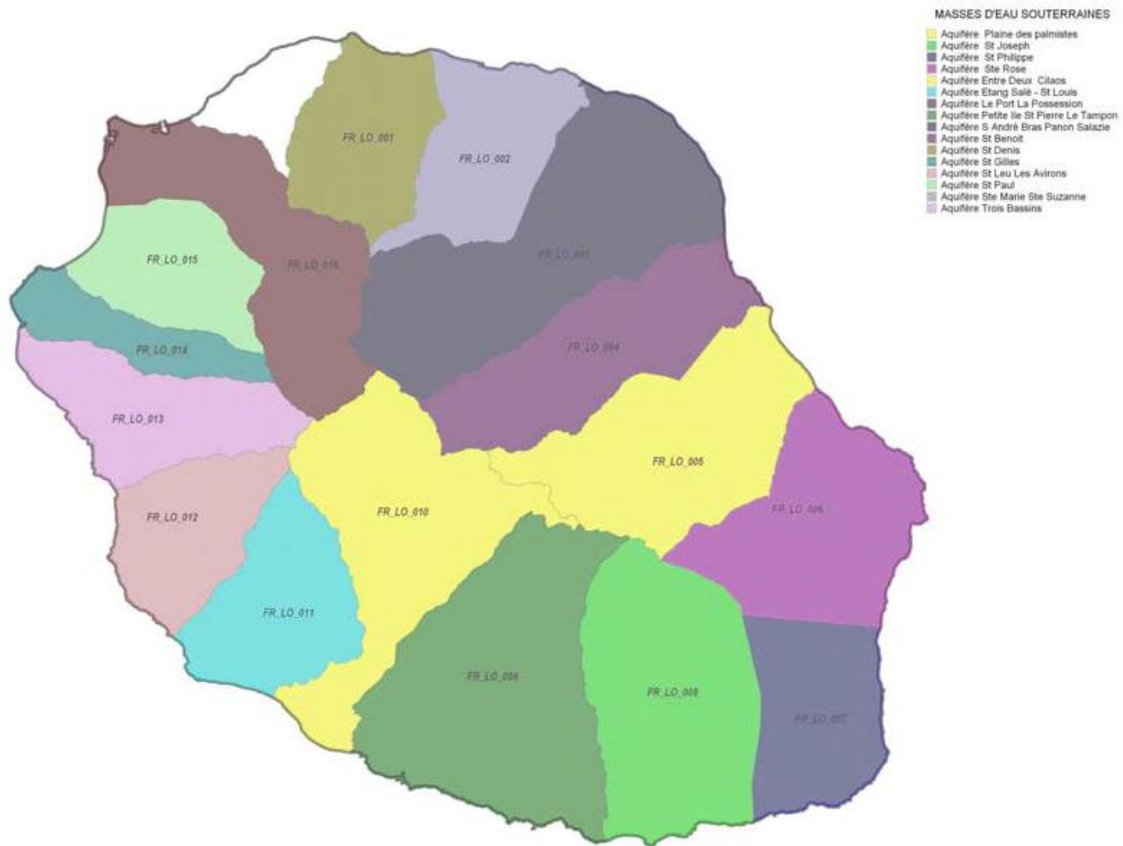


Figure 28 : Cartographie des masses d'eau souterraine

Cilaos est concernés par les masses d'eau superficielles FRLR18 et FRLR19 et la masse d'eau souterraine FR\_LO\_010 (aquifère Entre Deux Cilaos).

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

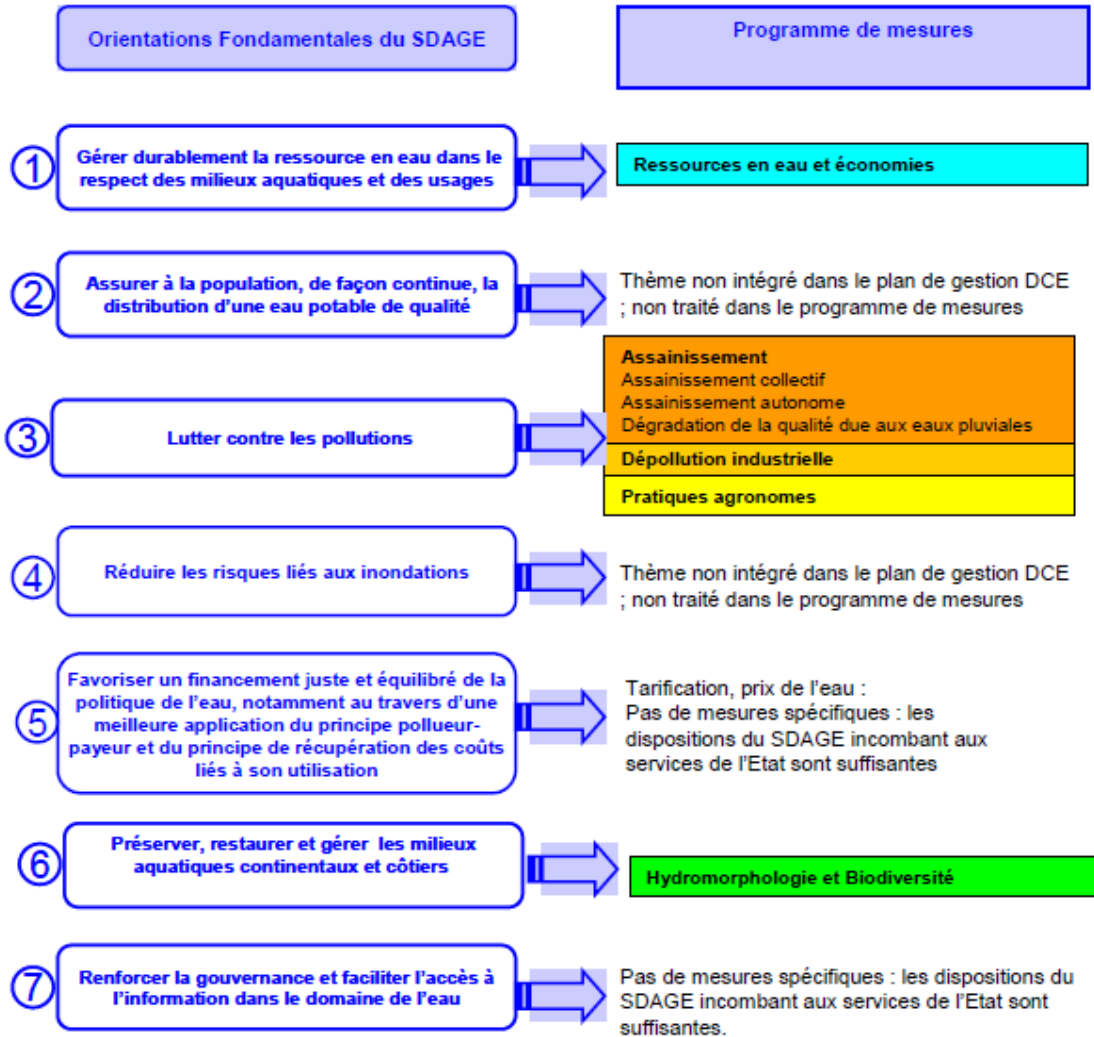


Figure 29 : Orientations fondamentales du SDAGE et programme de mesures

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

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

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

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

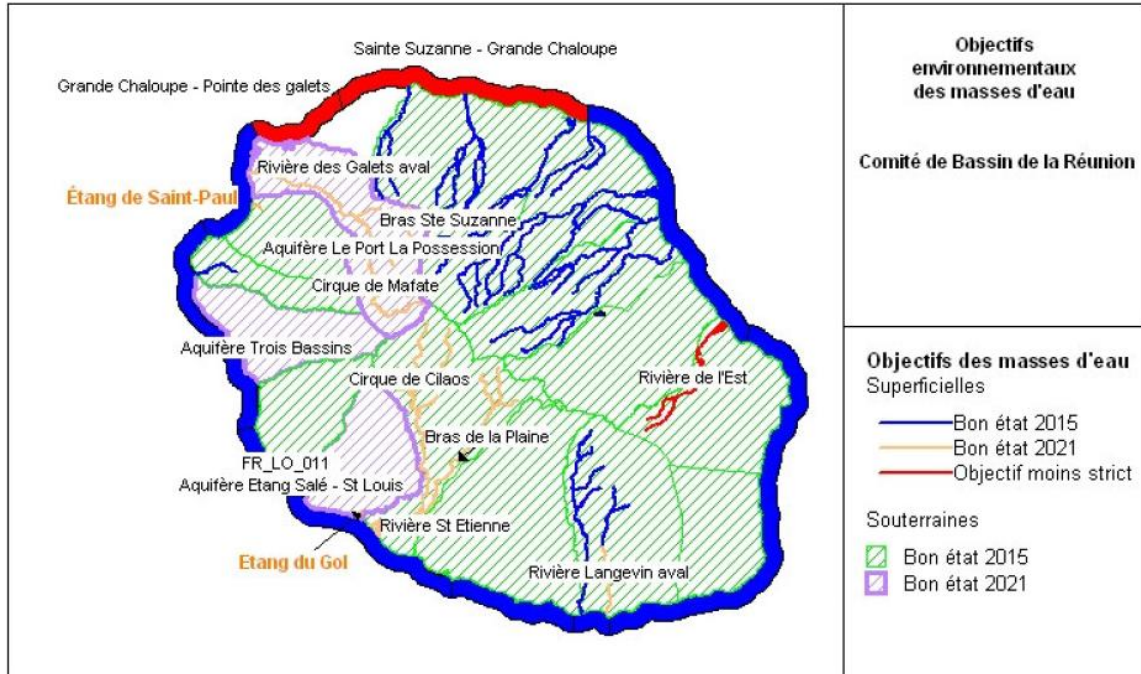


Figure 30 : Objectifs environnementaux d'état global des masses d'eau superficielles et souterraines

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

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

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

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

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

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

### **14.3. Le SAGE**

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

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

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

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

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

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



Figure 31 : Le SAGE SUD à la Réunion

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

- Orientation 1 : Répondre aux besoins en eau pour tous
  - L'orientation de ce SAGE est donc d'optimiser la gestion des usages et la répartition des ressources.
  - Fiabiliser la qualité de la ressource distribuée.
  - Ancrer une gestion quantitative solide
  - Promouvoir toutes les actions permettant une économie d'eau.
  
- Orientation 2 : Gérer et protéger les milieux
  - Améliorer la qualité de l'eau.
  - Maintenir un débit biologique minimum.
  - Respecter l'intégrité physique des milieux.
  - Protéger les milieux remarquables.
  - Gérer les données de l'eau et des milieux.
  
- Orientation 3 : Se préserver du risque d'inondation
  - Mieux évaluer les risques.
  - Ne pas aggraver les risques identifiés, voire réduire le débit de pointe de la crue à l'aval des cours d'eau.
  - Maintenir de bonnes conditions d'écoulement.

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

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

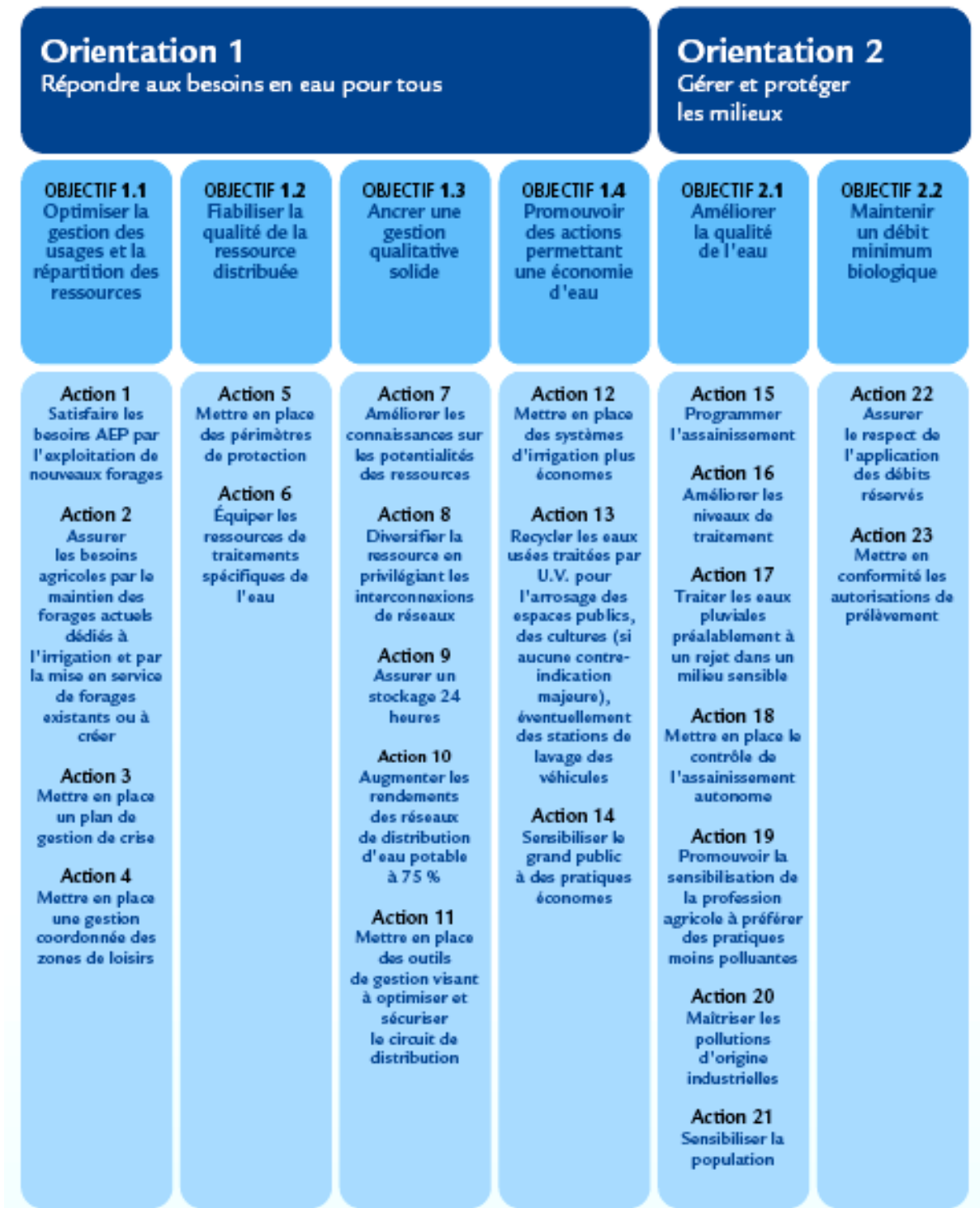


Figure 32 : Programme d'actions des orientations du SAGE SUD (1/2)

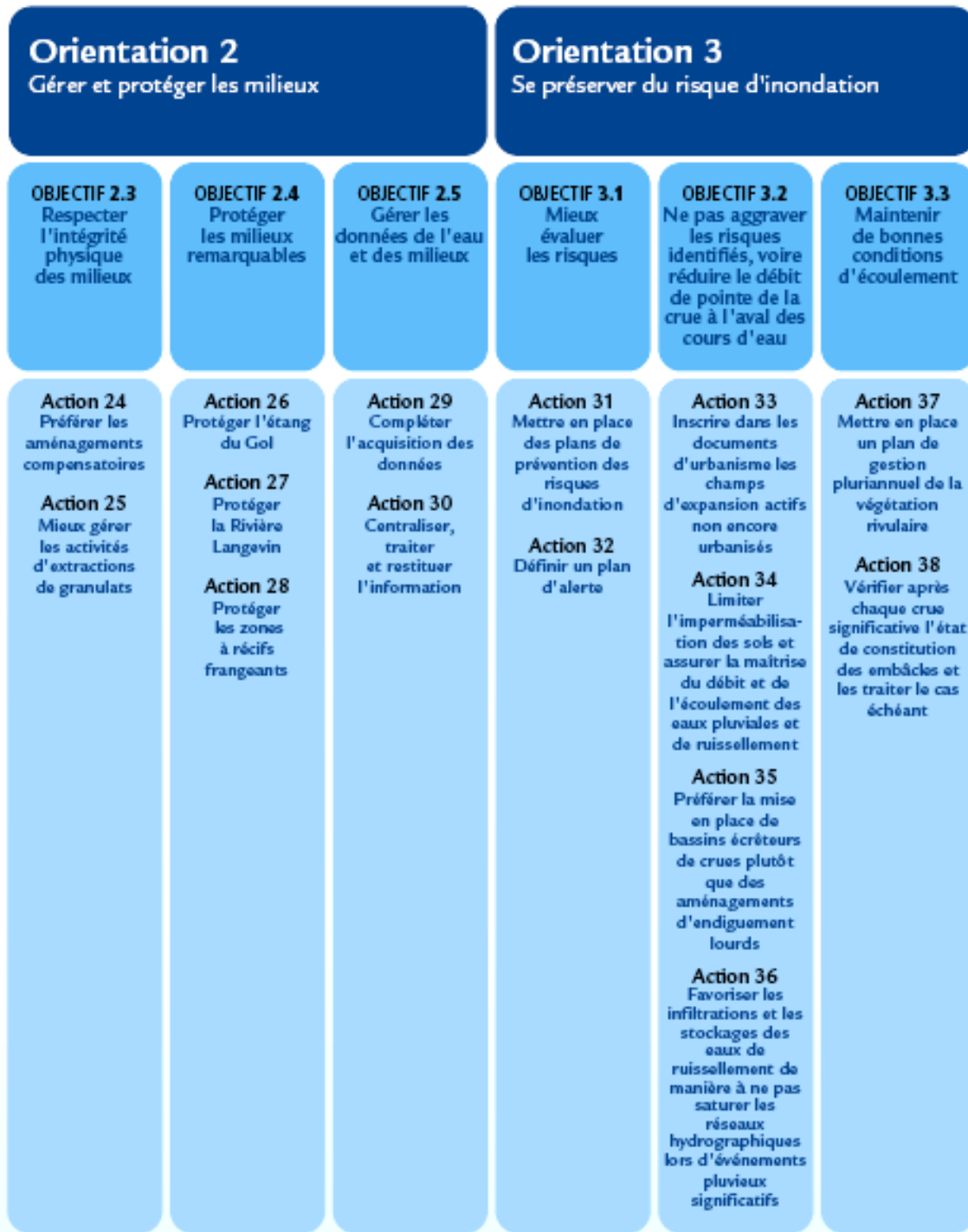


Figure 33 : Programme d'actions des orientations du SAGE SUD (2/2)

## 15. Moyens de suivi ou d'évaluation des prélèvements

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

Pour le secteur d'Ilet à Cordes, il faut prévoir l'installation de deux compteurs :

- Un sur le réseau du Bras de la Vierge pour comptabiliser le volume total capté (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) ;
- Un sur la conduite de distribution pour l'irrigation qui est issue du captage de Fleurs Jaunes aval (avant les premiers branchements agricoles).

De plus les compteurs existants au niveau de la citerne Fleurs Jaunes devront faire l'objet d'un relevé régulier.

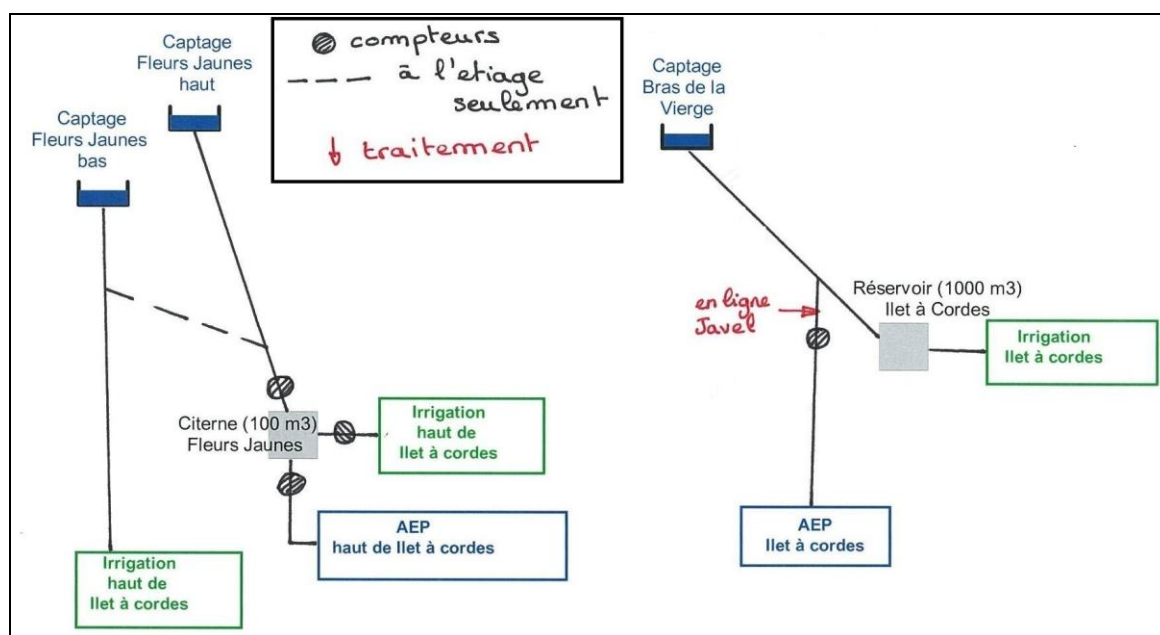


Figure 34 : Extrait du synoptique du réseau de Cilaos, sur le secteur d'Ilet à Cordes.

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

Planning prévisionnel à partir de l'autorisation :

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

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

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

Comme indiqué au § 6.4, au vu de la réglementation, « Tout ouvrage à construire dans le lit d'un cours d'eau doit comporter des dispositifs maintenant dans ce lit un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage ainsi que, le cas échéant, des dispositifs empêchant la pénétration du poisson dans les canaux d'amenée et de fuite ».

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

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

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.**

### **Observations sur l'utilisation du rapport**

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

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

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

66809 B – Volume 5

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

- A – Captages Fleurs Jaunes Amont et aval
- B – Captage du Bras de la Vierge

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

66809 B – Volume 5

## **Annexe 1-A. Analyses sur l'eau brute des captages Fleurs Jaunes amont et aval**

(107 pages)

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

66809 B – Volume 5



## **Annexe 1-B. Analyses sur l'eau brute du captage du Bras de la Vierge**

(77 pages)

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

66809 B – Volume 5

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

A – Captages Fleurs Jaunes Amont et aval  
B – Captage du Bras de la Vierge

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

66809 B – Volume 5

**Annexe 2-A.  
Captage Fleurs Jaunes amont et aval – Avis  
n°HA/DLEB/2013-01-23 du 23 janvier 2013**

(33 pages)

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

66809 B – Volume 5

**Annexe 2-B.  
Captage Bras de la Vierge – Avis n°HA/DLEB/2012-  
12-28 du 28 décembre 2012**

(30 pages)

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

66809 B – Volume 5



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

(6 pages)

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

66809 B – Volume 5

## **Annexe 4. Analyses de la qualité des eaux produites et distribuées sur le secteur d'Ilet à Cordes**

(5 pages)

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

66809 B – Volume 5

### **Rapport**

---

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

Numéro et indice de version : 66809B – Volume 5

Date d'envoi : Décembre 2015

Nombre d'annexes dans le texte : 4

Nombre de pages : 89

Nombre d'annexes en volume séparé :

Diffusion (nombre et destinataires) :

1 ex. Client

1 ex. Agence

1 ex. Auteur

### **Client**

---

Coordonnées complètes :

*Mairie de Cilaos*

*66, rue du Père Boiteau – 97413 Cilaos*

*Téléphone : 0262 31 89 89*

*Télécopie : 0262 31 25 44*

Nom et fonction des interlocuteurs : Monsieur PHILAGOR

### **Antea Group**

---

Unité réalisatrice : EREU

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

*Interlocuteur commercial : Eric ANTEMI*

*Responsable de projet : Eric ANTEMI*

*Expert technique : Léa TOFFOLINI*

*Secrétariat : Cynthia CLAIN*

### **Qualité**

---

Contrôlé par : *Eric ANTEMI*

Date : Décembre 2015 - *Version B*

N° du projet : *REUP090099*

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

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

