

5. LES SYSTEMES HYDROGRAPHIQUES



5 LES SYSTEMES HYDROGRAPHIQUES

5.1. LES SYSTEMES CONTINENTAUX

5.2. LE SYSTEME OCEANIQUE



5.1 LES SYSTEMES CONTINENTAUX

5.1.1. INTRODUCTION

5.1.2. GENERALITES

5.1.3. MAFATE – RIVIERE DES GALETS

5.1.4. BASSIN VERSANT DE L'ÉTANG DE SAINT-PAUL

5.1.5. RAVINE SAINT-GILLES

5.1.6. NAPPES COTIERES DE SAINT-GILLES A SAINT-LEU



A RETENIR

Précipitations

Une répartition hétérogène des précipitations d'un point de vue spatial et temporel.

⇒ Concentration des pluies en altitude et sur une période limitée dans l'année.

Eaux de surface

Seules deux ravines pérennes : la Rivière des Galets et la Ravine Saint-Gilles. Un étang protégé : l'Etang de Saint-Paul.

Eaux souterraines

Des nappes souterraines rechargées à l'amont donnant naissance notamment à la Ravine Saint-Gilles et à l'Etang de Saint-Paul.

Des nappes souterraines également rechargées à l'aval par infiltration des ravines : principalement la Rivière des Galets.

5.1.1 ORIGINE DES DONNEES

Général

- Annuaire hydrologiques; OLE
- Banque des données du sous-sol - BRGM
- Thèse de BARGEAS (1984) : évaluation globale de la ressource en eau de l'île de la Réunion (BRGM)
- Les travaux d'Armines et BRL (1988) : Etude d'impact du Transfert Est-Ouest – ressources en eau souterraine – construction et exploitation du modèle mathématique.
- Programme de Recherche en Eau : Département de la Réunion
- Application et conséquences de la réglementation relative aux débits réservés à la Réunion, Comité de Bassin, Hydrétudes/Stucky; 2000

L'origine des données est rappelée pour chaque sous-bassin.

5.1.

LES SYSTEMES CONTINENTAUX

5.1.2 GENERALITES

5.1.2.1 DEMARCHE RETENUE

Les fiches 5.1 et 5.2 présentent les grandes masses d'eau présentes sur le territoire du SAGE Ouest :

- 4 bassins hydrographiques (de 5.1.3 à 5.1.6) :
 - o Mafate-Rivière et Plaine des Galets
 - o Etang de Saint-Paul
 - o Ravine Saint-Gilles
 - o Nappes Côtières de Saint-Gilles à Saint-Leu
- les masses d'eau marines (5.2)

Pour chaque masse d'eau, les fiches visent à définir :

- les conditions de fonctionnement hydrologique ;
- le bilan hydraulique du système visant à définir le niveau d'exploitation et les ressources disponibles ;
- l'état et l'évolution qualitatifs du système.

5.1.2.2 RAPPELS REGLEMENTAIRES

5.1.2.2.1 Gestion des eaux et police des eaux

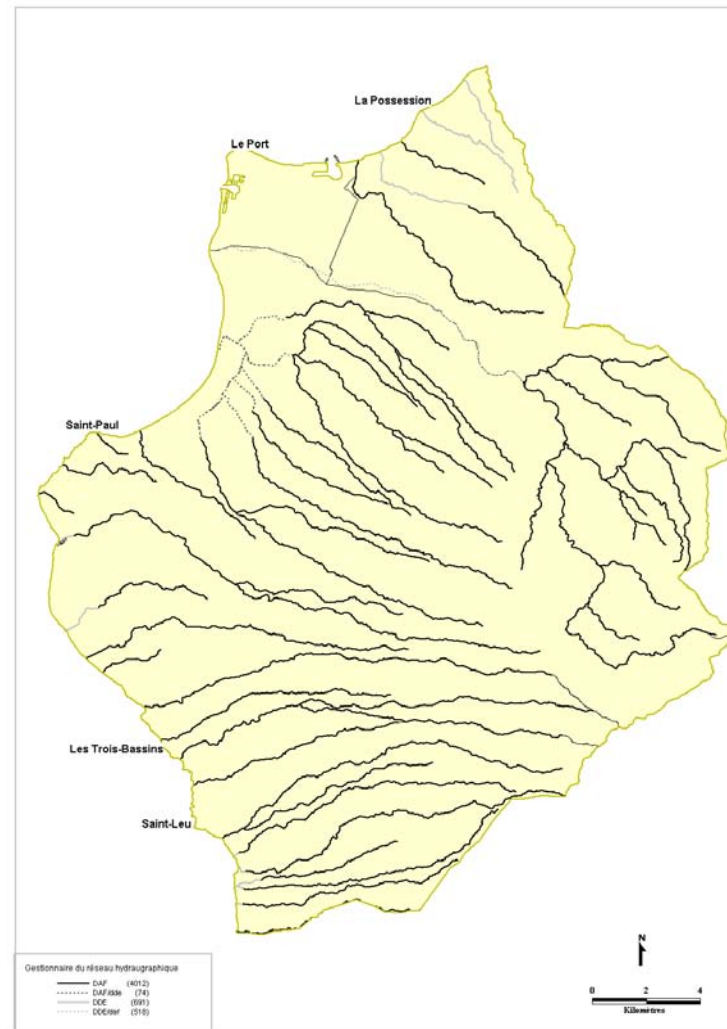
A la Réunion, l'ensemble des cours d'eau est domanial. On identifie sur le territoire du SAGE trois modes de gestion des cours d'eau :

- Gestion par la DAF : la plupart des cours d'eau ;
- Gestion par la DDE : le cours aval de la Rivière des Galets ;
- Gestion par la DAF avec consultation de la DDE : Etang de Saint-Paul et le cours aval de ses affluents.

Le Domaine Public Maritime est géré par la DDE sur la zone dite des « 50 pas géométriques » (82 m).

La carte ci-contre présente les gestionnaires des cours d'eau sur le territoire.

Carte 28 : Modes de gestion des cours d'eau



Sources : DDE/IGN

5.1. LES SYSTEMES CONTINENTAUX



5.1.2.2.2 Réglementation concernant les prélèvements d'eau (Loi sur l'eau)

Les prélèvements d'eau dans le milieu naturel relèvent de la nomenclature Installations, Ouvrages, Travaux et Activités (IOTA), soumise à Autorisation ou Déclaration au titre de l'Article L 214-2 du Code de l'Environnement (anciennement Loi sur l'eau).

Nappes d'eaux souterraines

La démarche est conditionnée par le débit total des pompes de l'exploitant dans un même aquifère (réserve d'eau prélevée).

- Débit total inférieur ou égal à 8 m³/heure :
 - o aucune démarche nécessaire
- Débit total supérieur à 8 m³/heure et inférieur à 80 m³/heure :
 - o Soumis à DECLARATION
- Débit total supérieur ou égal à 80 m³/heure :
 - o Régime d'AUTORISATION

Eaux superficielles

On entend par eaux superficielles toutes les eaux de surface et les nappes dites d'accompagnement, c'est à dire qu'elles alimentent le cours d'eau voisin ou qu'elles sont alimentées par lui.

Dans ce cas le débit total est comparé au débit moyen du cours d'eau au plus bas niveau de l'année. La moyenne est faite sur 5 ans.

- Débit total des pompes inférieur à 2% du débit moyen :
 - o aucune démarche nécessaire
- Débit total compris entre 2% et 5% du débit moyen :
 - o Soumis à DECLARATION
- Débit total égal ou supérieur à 5% du débit moyen :
 - o Régime d'AUTORISATION

D'autre part, le Code Minier (titre VIII - Article 131) impose une Déclaration à la DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement) pour " *tout ouvrage d'une profondeur supérieure à 10 mètres* ».

Conséquences sur la gestion des eaux du SAGE Ouest

Sur le territoire du SAGE, de nombreux prélèvements échappent à la police des eaux :

- Soit parce qu'ils ne sont pas déclarés ;
- Soit parce que les faibles débits prélevés ne justifient pas l'application de la réglementation.

Ces forages privés seraient très nombreux sur le littoral balnéaire du SAGE Ouest.

Il est très difficile en l'absence de suivi d'évaluer l'impact de ces forages et des prélèvements. De manière théorique, les risques sont les suivants :

- Absence de visibilité dans la gestion globale des aquifères ;
- Renforcement de la vulnérabilité des aquifères aux pollutions.

5.1.2.2.3 Débits réservés (Loi Pêche)

Le principe des prélèvements d'eau dans les rivières est de maintenir un débit réservé en aval des prises d'eau, quels que soient les niveaux des besoins.

La source de cette réglementation est l'Article L. 232-5 du Code Rural :

« 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 qui peuplent les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage[.....] ».

« Ce débit minimal ne doit pas être inférieur au dixième du module du cours d'eau au droit de l'ouvrage, correspondant au débit interannuel, évalué à partir des informations disponibles portant sur une période

5.1. LES SYSTEMES CONTINENTAUX

minimale de cinq années ou au débit à l'amont immédiat de l'ouvrage ci celui-ci est inférieur[....] ».

5.1.2.2.4 Protection des ravines (Code Forestier)

A la Réunion, certains types de terrains sont protégés du défrichement au nom des Articles L.363-12 et R.363-7 du Code Forestier. Ainsi les berges de ravines, jusqu'à 10 m au-delà du bord de l'encaissement, sont sous la protection du principe d'indéfrichabilité posé par la réglementation.

Cette règle vise principalement à limiter les risques d'érosion superficielle et à protéger le fonctionnement hydraulique global de la ravine. C'est aussi un outil de protection de la qualité de la ressource en eau qui, face à un déboisement massif, se trouve exposée à des risques de pollution par infiltration rapide ou par ruissellement.

Tout passage de réseaux (électricité, irrigation, routes) en ravine doit faire l'objet d'une étude faunistique et floristique préalable et conduire à un positionnement très précis des infrastructures et des terrassements, évitant ainsi la destruction d'espèces protégées.

En effet, certains milieux ou espèces endémiques de zones sèches, parmi les plus rares à la Réunion, subsistent au sein d'îlots, au cœur de la végétation secondaire. Ces milieux exceptionnels se retrouvent plus souvent aux abords des parties basses des ravines, donc dans les zones protégées par les articles sus-cités. Néanmoins, ils sont très vulnérables face aux travaux d'installation de réseaux qui, dans le pire des cas, peuvent entraîner des destructions irréversibles.

5.1.2.2.5 Travaux en rivière (Code de l'Environnement)

Le tableau suivant présente quelques travaux qui peuvent être soumis à un examen administratif :



5.1.

LES SYSTEMES CONTINENTAUX



Tableau 69 : Procédure administrative pour des travaux en rivières et dans les milieux humides

Procédure	Autorisation (Loi sur l'eau)	Déclaration (Loi sur l'eau)	Autorisation (Loi Pêche)
Type de travaux			
Mise en place d'un seuil	Entraînant une différence de niveau de 35 cm entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou la submersion des rives d'un cours d'eau		Entraînant une différence de niveau inférieur à 35 cm entre l'amont et l'aval
Busage d'un cours d'eau	Sur une longueur supérieure ou égale à 100 m	Sur une longueur supérieure ou égale à 10 m et inférieure 100 m	Sur une longueur inférieure à 10 m
Ouvrage ou remblais dans le lit mineur constituant un obstacle à l'écoulement des crues	X		
Consolidation des berges par d'autres techniques que végétales	Linéaire supérieur à 50	De 20m à 50 m de linéaire	Linéaire inférieur à 20m
Curage des cours d'eau ou étangs	Quantité de matériaux extraits supérieure à 5 000 m ³	De 1 000 à 5 000 m ³ dans l'année	En dessous de 1 000 m ³ dans l'année
Transfert d'un cours d'eau A vers un cours d'eau B	X		
Modification du profil ou tous travaux conduisant à la dérivation ou au détournement d'un cours d'eau	X		
Assèchement d'une zone humide	Superficie supérieure à 1 ha	Superficie supérieure à 0,1 ha et inférieure à 1 ha	
Ouvrage, digue, remblais d'une hauteur dépassant 50 cm dans le lit majeur	Surface supérieure à 1000 m ²	Surface supérieure à 400 m ² et inférieure à 1000 m ² Surface inférieure à 400 m ² mais fraction supérieure à 20% du lit majeur	
Drainage d'une zone humide	Superficie supérieure à 100 ha	Superficie supérieure à 20 ha et inférieure à 100 ha	

5.1. LES SYSTEMES CONTINENTAUX

5.1.2.3 QUALITE DES EAUX

5.1.2.3.1 Qualité des eaux superficielles

L'OLE utilise les classes de qualité métropolitaines élaborées par le Ministère de l'Environnement et les Agences de l'Eau dans le Système d'Évaluation de la Qualité des Eaux (SEQ-Eau). Ces classes, mises à jour en 1999, diffèrent de celles utilisées précédemment (définies en 1997) notamment pour la bactériologie et les particules en suspension. Il est donc nécessaire de comparer avec prudence les données de qualité antérieures à 2001.

Les paramètres suivants sont suivis à la Réunion :

Tableau 70: Classes de qualité utilisées par l'OLE

CLASSES DE QUALITE	1A	1B	2	3	4
INDICE	80	60	40	20	
PARAMETRES					
O ₂ (mg/l)	>8	8-6]	] 6-4]	] 4-3]	<3
O ₂ (%)	> 90	]90-70]	]70-50]	]50-30]	<30
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	< 0,1	] 0,1-0,5]	] 0,5-1]	] 1-2]	>2
Ptot (mg/l)	< 0,05	] 0,05-0,2]	] 0,2-0,5]	] 0,5-1]	>1
NO ₃ ⁻ (mg/l)	< 2	] 2-10]	] 10-25]	]25-50]	>50
NO ₂ ⁻ (mg/l)	< 0,03	] 0,03-0,1]	] 0,1-0,5]	] 0,5-1]	>1
NH ₄ ⁺ (mg/l)	< 0,1	] 0,1-0,5]	] 0,5-2]	] 2-5]	>5
NTK (mg/l)	< 1	]1-2]	]2-4]	]4-6]	>6
Oxydabilité (mg/l O ₂)	< 3	] 3-5]	] 5-8]	] 8-10]	>10
MES (mg/l)	<5	] 5-25]	] 25-38]	] 38-50]	>150
Coliformes fécaux (N/100ml)	< 20	] 20-100]	] 100 -1000]	]1000 -2000]	>2000
Streptocoques fécaux (N/100ml)	< 20	] 20-100]	] 100 -250]	]250 -400]	>400

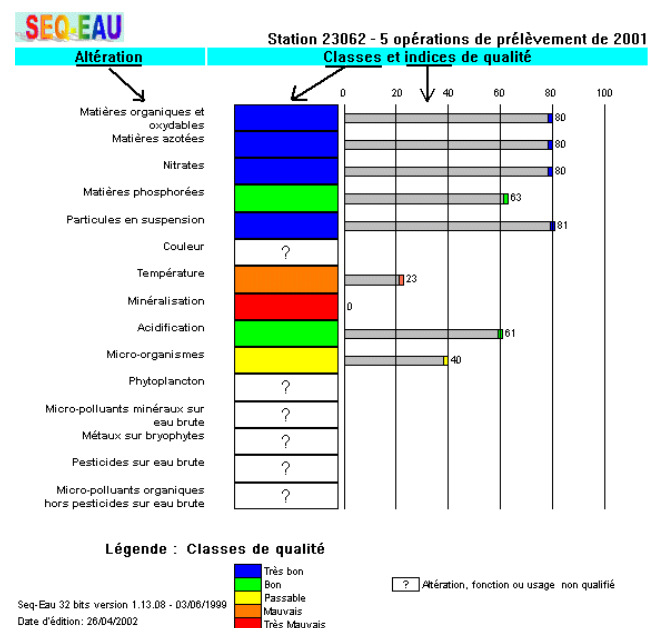
Les paramètres de même nature ou de même effet sont regroupés en quinze altérations différentes. Ainsi, les « Matières Azotées » rassemblent

les éléments susceptibles de contribuer à la prolifération des algues tels que l'ammonium (NH₄⁺), l'azote Kjeldahl (NKJ) et les nitrites (NO₂⁻).

Le logiciel SEQ-Eau calcule les sous-indices de qualité par paramètre grâce à des courbes de transformation. La qualité globale de l'altération retenue est donnée par le niveau de qualité du paramètre le plus dégradant.

Quatre prélèvements au minimum sont nécessaires pour définir une qualité générale annuelle et en éditer une planche détaillée.

Figure 22 : Exemple de synthèse des prélèvements annuels



Par la suite, les classes de qualité, définies pour chaque altération, permettent de rendre compte des « classes d'aptitude » aux usages (irrigation, production d'eau potable, loisirs, ...).

La qualité des captages du SAGE sont présentés dans les cartes 40 à 44.

5.1. LES SYSTEMES CONTINENTAUX



5.1.2.3.2 Qualité des eaux souterraines

Le suivi de la qualité des eaux souterraines est effectué par la DRASS dans le cadre des contrôles sanitaires et par l'OLE dans leur rôle de suivi des données quantitatives sur l'eau, sur l'ensemble de la Réunion.

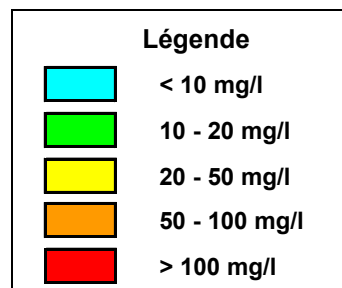
En attendant la version 1 du nouveau SEQ-Eaux Souterraines validée par les utilisateurs, l'analyse des données se fait au regard des normes utilisées pour l'alimentation en eau potable. Les paramètres suivants sont suivis : nitrates, pesticides, chlorures, azote et qualité biologique.

5.1.2.3.2.1 Les nitrates

Limites DRASS

- 25 mg/l objectif de qualité ;
- 50 mg/l consommation maximale admissible.
-

Classement SEQ-Eaux souterraines (version 0 – 2002)



Les résultats pour le territoire du SAGE Ouest sont présentés sur la Carte 41.

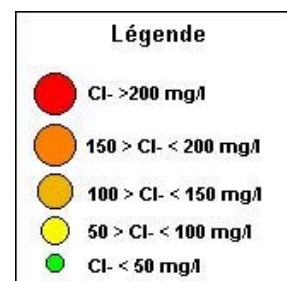
5.1.2.3.2.2 Les pesticides

- Absence ;
- Présence ;
- Dépassement du seuil CEE (0,1 microgramme/l) (DRASS).

Les résultats pour le territoire du SAGE Ouest sont présentés sur la Carte 41.

5.1.2.3.2.3 Les chlorures

Classement OLE



Les résultats pour le territoire du SAGE Ouest sont présentés sur la Carte 42.

5.1.2.3.2.4 L'azote isotopique

Le suivi des isotopes de l'azote permet de définir la source d'une pollution observée : Agricole/Assainissement. Ces données seront disponibles prochainement.

5.1. LES SYSTEMES CONTINENTAUX

5.1.2.3.2.5 Qualité biologique

Les indices biologiques métropolitains, type IBGN³⁴, sont inadaptés à La Réunion : les groupes faunistiques y sont différents. En attendant de pouvoir disposer d'un « indice biologique péi » à La Réunion, les qualités biologiques sont définies principalement sur la base de cinq classes de variétés faunistiques.

La variété faunistique (symbolisée S') correspond au nombre de taxons animaux – en l'occurrence des macroinvertébrés benthiques – échantillonnés dans une station.

Tableau 71 : Classes de variété définies pour la Réunion.

Nombre de taxons	Classes de Variété
> 20 taxons	Variété Très Elevée
15 – 19 taxons	Elevée
10 – 14 taxons	Moyenne
5 – 9 taxons	Faible
0 – 4 taxons	Très Faible

Les résultats pour le territoire du SAGE Ouest sont présentés sur la Carte 42.

5.1.2.3.3 Réseau de mesures

Pour les eaux souterraines, le réseau de mesures est composé de :

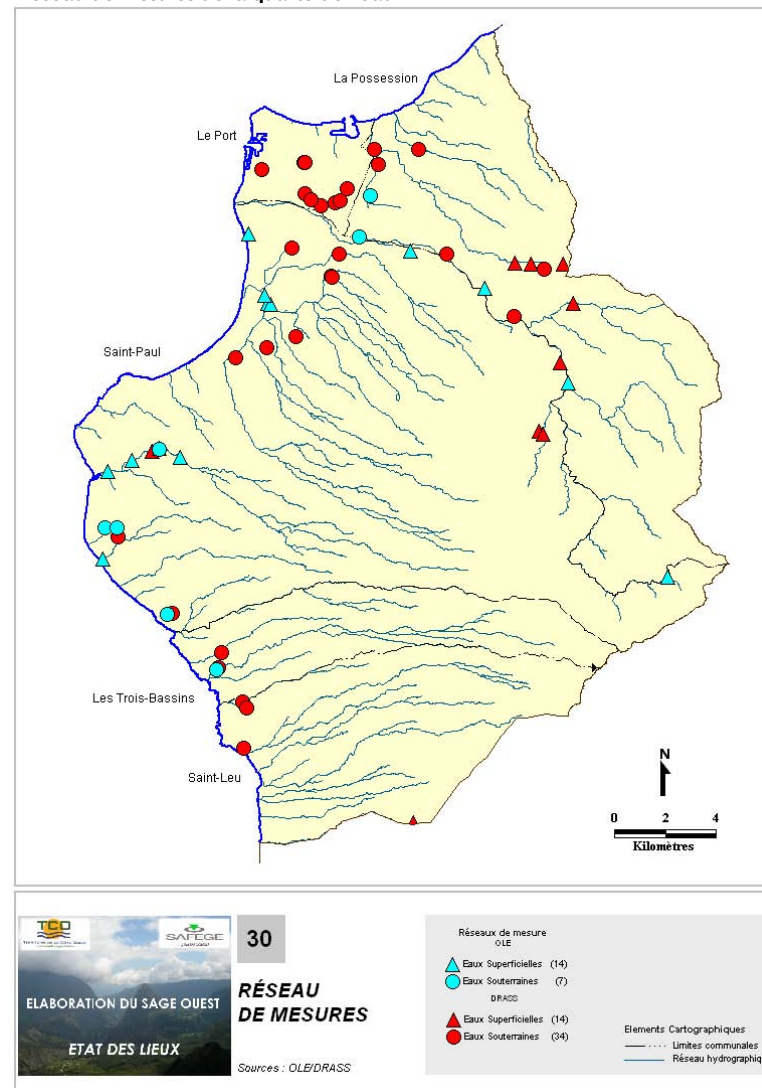
- 24 points de prélèvement suivis par la DRASS dans le cadre du contrôle sanitaire ;
- 7 stations de mesure suivies par l'OLE ;

Pour les eaux superficielles, le réseau est composé de :

- o 6 stations de mesure OLE pour la qualité physico-chimique ;
- o 10 points de prélèvement de la DRASS pour le contrôle sanitaire ;
- o 5 stations de mesure OLE pour la qualité biologique.

Ces stations sont localisées sur la carte suivante.

Carte 29 : Réseau de mesures de la qualité de l'eau



Sources : OLE/DRASS/IGN

³⁴ Indice Biologique Global Normalisé



5.1.3 MAFATE – RIVIERE DES GALETS

A RETENIR

Les ressources du secteur Mafate - Plaine des Galets ont fait l'objet de nombreuses mesures et identification de leur potentiel. Même s'il existe une incertitude des volumes mobilisables en fonction des cycles hydrologiques, ces ressources sont exploitées quasiment à leur maximum.

La Rivière des Galets est mobilisée par les aménagements du Projet d'irrigation du Littoral Ouest.

La Plaine des Galets fait l'objet d'une exploitation qui dépasse les potentiels, jusqu'à présent, estimés.

Le secteur de Dos d'âne dispose de ressources limitées et, de part ses activités agricoles, les eaux présentent des contaminations par les nitrates et les produits phytosanitaires.

Les nombreux programmes de reconnaissance sur le secteur n'ont pas permis d'identifier d'autres ressources potentielles.

Le cours inférieur de la Rivière des Galets a subi une forte anthropisation. Seule une petite zone humide estuarienne présente encore un intérêt écologique notable.

En amont, les remparts qui bordent le cours d'eau à sa sortie de Mafate sont peuplés d'une forêt semi-sèche pionnière, formation dont il ne reste qu'environ 1% des surfaces originelles.

D'après les données disponibles (peu nombreuses en terme d'inventaires), 9 espèces protégées au titre de la Loi du 10 juillet 1976 ont été recensées (8 oiseaux et 1 mammifère).

Les populations piscicoles (49 ind./100m²) et de macrocrustacés (17 ind./100 m²) sont peu diversifiées et peu abondantes.

Le cours supérieur de la rivière est inclus dans le projet de création du Parc National des Hauts de la Réunion (cf. fiche 3.3).

5.1.3.1 DELIMITATION

Ce secteur représente le bassin versant de la Rivière des Galets (cirque de Mafate), la plaine alluviale du Port et la planèze de la Possession jusqu'au bassin versant de la Ravine des Lataniers comprise.

Au nord de ce système, il n'existe pas de données suffisantes permettant de distinguer une unité hydrologique. Au sud, on retrouve le système hydrologique lié à l'Etang Saint-Paul.

La limite entre l'aquifère d'accompagnement de la Rivière des Galets et le système de l'Etang de Saint-Paul serait créé par une coulée boueuse imperméable en rive gauche de la Rivière des Galets.

La zone d'étude est caractérisée par les trois entités distinctes mais dont la Plaine des Galets correspond à un exutoire souterrain à la fois du bassin de Mafate et de la planèze de la Possession.

La surface de la zone est d'environ 160 km².

5.1.3.2 DONNEES DISPONIBLES

5.1.3.2.1 Données météorologiques et hydrologiques

- Données pluviométriques de Météo France : 3 postes pluviométriques : 1 à Mafate, 1 au Port, 1 à Dos d'Âne. A ces postes, viennent s'ajouter ceux associés à la gestion de la route du littoral.
- Données de l'OLE et du BRGM : Plus d'une cinquantaine de stations piézométriques, 15 stations de suivi de forages AEP, 45 points de mesures hydrométriques.

5.1.3.2.2 Données de qualité

- Données de l'OLE : 3 points de mesures sur la Rivière des Galets.
- Données DRASS : 15 forages et puits et 5 sources AEP.

5.1.3.2.3 Etudes de référence

- Thèse de Bargeas (1984) : évaluation globale de la ressource en eau de l'île de la Réunion (BRGM).

5.1.3.

MAFATE – RIVIERE DES GALETS



- Les travaux d'Armines et BRL (1988) : Etude d'impact du Transfert Est-Ouest – ressources en eau souterraine – construction et exploitation du modèle mathématique.
- BRGM (2001): Etude de la Plaine des Galets – Vulnérabilité des grands aquifères de la Réunion.

5.1.3.2.4 Ecologie

- Principes pour un Parc National de nouvelle génération ; DIREN ; Mission de création du Parc National ; Mars 2003
- Plan de développement de la zone de Cambaie ; Conseil Régional ; SCET ; février 2003
- Inventaire biologique des milieux aquatiques ; DIREN ; ARDA ; 1997
- Réseau Piscicole - synthèse 2003 ; DIREN ; ARDA ; 2003
- Atlas des espaces naturels du littoral de l'île de la Réunion ; DIREN ; DDE ; Décembre 1991
- Inventaire patrimonial des petites zones humides ; DIREN ; BRL ; Novembre 2002

5.1.3.2.5 Etat des connaissances

Les réseaux d'observations de l'OLE, BRGM, METEO France, DRASS et plus récemment les données du CIRAD, permettent d'avoir une approche correcte et représentative des ressources en eau du secteur. L'historique des données de qualité est toutefois encore un peu récent.

Les études de synthèse couvrent également une bonne part de ce secteur : nombreuses études dans le cadre du PDRE³⁵ du Conseil Général, sur le bassin expérimental de la Ravine à Marquet (hydrologie et suivis agricoles), sur la Plaine des Galets (études géophysiques et modélisation des ressources en eau), études effectuées dans le cadre

de l'évaluation des impacts des prélèvements du projet ILO (Rivière des Galets et Plaine des Galets) et lors de la conception du SDAGE (étude de vulnérabilité des ressources en eau.)

A ce jour, la problématique de la connaissance se pose plus en terme de :

- Disponibilité et de gestion fine des ressources en eau ;
- Impacts ponctuels d'aménagements (extension du Port Est par exemple) ;
- Données de références entérinées (débits de référence de la Rivière des Galets, débit optimum d'exploitation des nappes).

³⁵ Programme Départemental de Recherche en Eau

5.1.3.

MAFATE – RIVIERE DES GALETS



5.1.3.3 RIVIERE DES GALETS

5.1.3.3.1 Eaux de surface

5.1.3.3.1.1 Réseau hydrographique

Le bassin versant de la Rivière des Galets a une surface d'environ 117 km² à l'embouchure. Le cirque de Mafate en représente 80 km².

Le réseau hydrographique de la zone se caractérise par deux affluents principaux pérennes :

- le Bras Sainte Suzanne (environ 23 km²) ;
- le bras d'Oussy (environ 19 km²).

Le bassin versant de la Rivière des Galets représente 48 km² à sa confluence avec le bras d'Oussy. La Rivière des Galets suit ensuite un cours encaissé jusqu'au débouché sur la Plaine des Galets. Les endiguements la contraignent alors jusqu'à l'océan. Dans cette partie aval, les eaux s'infiltrent quasiment totalement à l'étiage et la continuité hydraulique n'est plus assurée jusqu'à l'océan.

5.1.3.3.1.2 Crues et inondations

Compte tenu de la surface des bassins versants des ravines et de l'intensité des pluies lors de tels événements, les pointes de crues sont importantes. Toutefois les inondations sont limitées du fait des aménagements hydrauliques.

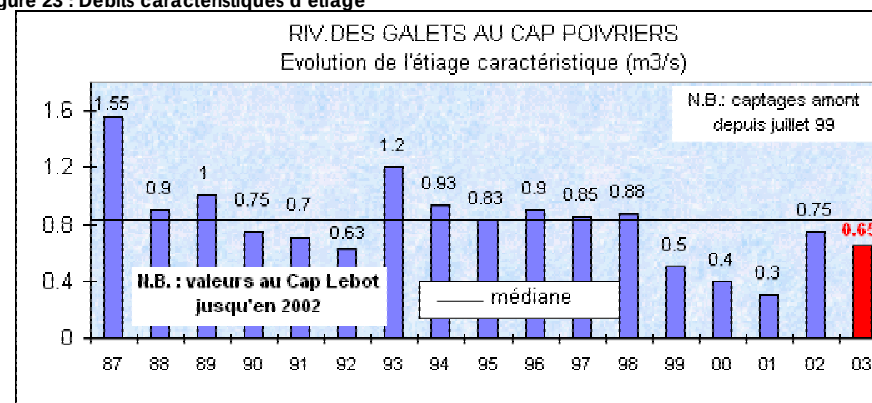
En terme de données disponibles sur les crues, l'OLE disposait d'une station limnigraphique sur la Rivière des Galets, au lieu-dit Cap Lebot jusqu'en 2002 puis remplacée par celle du Cap Poivrier. Toutefois les relations hauteurs/débits en crues sont imprécises du fait d'un lit mouvant et d'une largeur importante. Des estimations sont cependant disponibles.

5.1.3.3.1.3 Hydrologie

Si la connaissance des pointes de débit de crue du cours d'eau présente une marge d'incertitude, en revanche l'hydrologie générale de l'étiage de la rivière est bien connue dans son ensemble. Celle-ci est

bien entendue modifiée depuis la mise en service des captages du Transfert Est-Ouest en 1999. **Les débits caractéristiques de référence du cours d'eau ne sont toutefois pas arrêtés.**

Figure 23 : Débits caractéristiques d'étiage

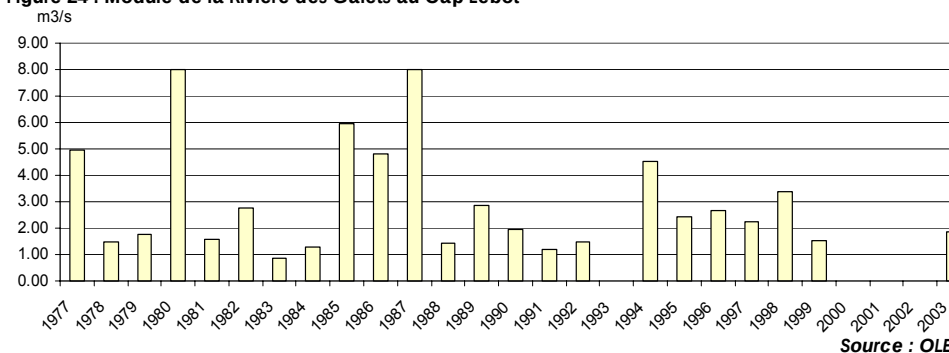


Source : OLE

Les bilans réguliers de l'OLE permettent de bien appréhender la répartition des ressources.

En ce qui concerne les modules de la Rivière des Galets, les simulations pluies /débits effectuées sur la période 77/89 puis les mesures de l'OLE permettent d'obtenir les valeurs suivantes.

Figure 24 : Module de la Rivière des Galets au Cap Lebot



5.1.3.

MAFATE – RIVIERE DES GALETS



Il est difficile d'en tirer une valeur objective dans la mesure où les années manquantes correspondent à des événements hydrologiques ayant détériorés la station d'enregistrement. Sur la base de ces seules valeurs, le module de la Rivière des Galets serait d'environ 3m³/s.

5.1.3.3.1.4 Caractéristiques physico-chimiques et hydro-biologiques de la Rivière des Galets

Stations de mesure et paramètres suivis

Le suivi de la qualité physico-chimique et biologique des eaux de la Rivière des Galets est effectué par l'OLE, par le biais de quatre points de mesures. Trois ouvrages de prises d'eau, à usage l'Alimentation en Eau Potable, sont également suivis par le réseau de mesures de la DRASS.

L'ensemble de ces stations est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 72 : Stations de mesure des Eaux Superficielles - bassin versant de la Rivière des Galets

Réseau de mesures	Nom usuel de la station	Code	Paramètres suivis
OLE	Maison Laclos (GA1)	18104	Physico-Chimiques : - Concentration en (*) : NO ₃ ⁻ , PO ₄ ²⁻ , NO ₂ ⁻ , Oxygène, NH ₄ ⁺ , Azote Khejda,
	Prise du transfert (GA2)	17030	phosphores totaux ; - Taux de saturation en O ₂ ; - Oxydabilité ; - MES ;
	Canal Lemarchand (GA4)	13093	- Coliformes thermotolérants et Streptocoques fécaux.
	Cap Lebot (GA3)	13094	Biologiques : - Variété (excepté 17030).
DRASS	Bras de Ste-Suzanne	753	Pas de données en 2003
	Rivière des Galets	754	Concentration en nitrates et pesticides
	Les Orangers	330	

(**) MES : Matières en Suspension ; NO₃⁻ : nitrates ; NO₂⁻ : nitrites ; NH₄⁺ : ammonium ; PO₄²⁻ : Phosphates ; O₂ : oxygène.

Résultats et tendances

Dans un souci de cohérence entre les données annuelles du réseau DRASS et les données ponctuelles de l'OLE, ces dernières ont été, pour chaque paramètre, moyennées sur l'année 2003.

Les résultats obtenus, comparés aux classes de qualité définie par l'OLE, sont présentés ci dessous.

Tableau 73 : Résultats des paramètres suivis sur les Eaux Superficielles, moyennés sur l'année 2003 – Rivière des Galets

	Les Orangers	Bras de Ste-Suzanne	Rivière des Galets	Canal Lemarchand	Cap Lebot	Prise du transfert	Maison Laclos
Pesticides	Absence	Absence	Absence	-	-	-	-
Oxygène (mg/l)	-	-	-	9,19	-	10,313	10,87
Taux de saturation en Oxygène (%)	-	-	-	112,3	-	127,3	121,9
Phosphates (mg/l)	-	-	-	0,015	-	0,0075	0,02
Phosphore Total (mg/l)	-	-	-	0,06	-	0,025	0,04
Nitrates (mg/l)	1,547	0,812	0,812	0,7425	-	0,5025	0,26
Nitrites (mg/l)	-	-	-	0,005	-	0	0
Ammonium (mg/l)	-	-	-	0,015	-	0	0
Azote Khejda (mg/l)	-	-	-	1,23	-	0,9525	1,46
Oxydabilité (mg/l de O ₂)	-	-	-	1,3175	-	0,9	0,74
Matière En Suspension	-	-	-	20,4	-	2,5	0
Coliformes thermotolérants	-	-	-	45,75	-	8	10
Streptocoques fécaux	-	-	-	37,25	-	17,75	8
Variété (nombre de taxons)	-	-	-	6	-	-	6

Source : SAFEGE/OIE

1A	Très Bonne
1B	Bonne
2	Passable
3	Mauvais
4	Hors Classe

Ces résultats montrent une qualité « bonne » à « Très bonne » des eaux aux points de mesure suivis.

Cependant, selon le classement SEQ-Eau, au niveau de la station du Canal Lemarchand, est constatée une qualité « passable » des eaux sur l'altération « micro-organismes ».

5.1.3.

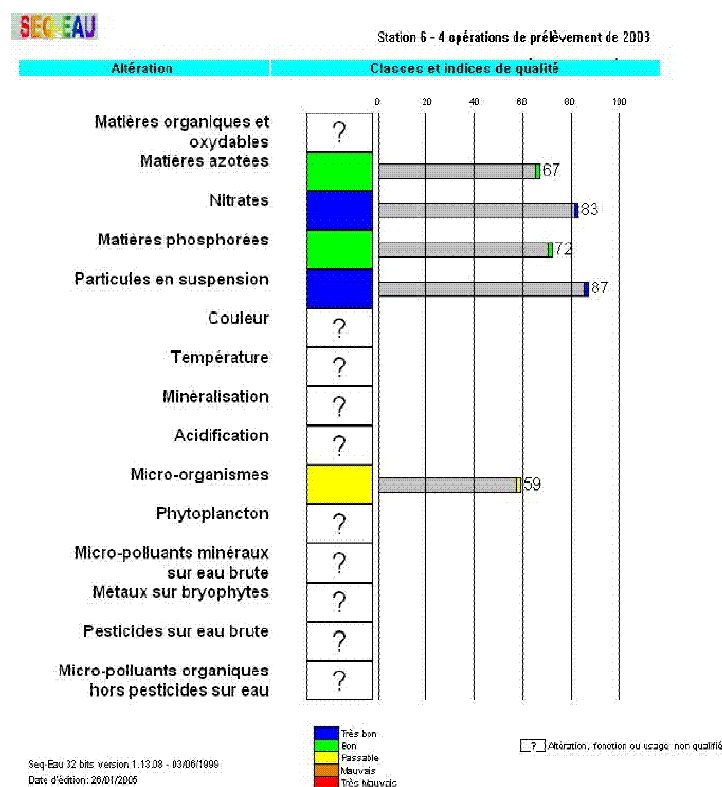
MAFATE – RIVIERE DES GALETS



Il s'agit d'une pollution ponctuelle non répertoriée les années précédentes.

Aux stations de mesure de Maison Laclot et du Canal Lemarchand, six taxons, soit une variété faible, ont été dénombrés. Au regard des années précédentes, la variété biologique diminue fortement. Ainsi en 1998, la richesse biologique de Maison Laclot était bien plus importante avec la présence de vingt-trois taxons différents.

Figure 25 : Classes et indices de prélèvement de la station Canal Lemarchand (13093) en 2003



Source : ORE /SAFEGE - 2003

Conclusion

L'évolution spatiale et temporelle montre **de manière générale que les eaux sont de bonne qualité**. Les teneurs en nitrates sont inférieures à 1,5 mg/l, les phosphates ne dépassent pas 0,15 mg/l.

Il a été toutefois constaté en aval en 2003, une qualité passable (classification SEQ-Eau) du fait d'un dépassement de seuil sur les coliformes thermotolérants et les matières en suspension. En 2002, des prélèvements en février ont conduit à une qualité hors classe pour le phosphore total.

5.1.3.3.2 Les usages de l'eau

5.1.3.3.2.1 Les ouvrages de captage du Projet ILO

Les ouvrages de prise du transfert Est Ouest du Bras Sainte Suzanne et de la Rivière des Galets représentent les prélèvements les plus importants. Ils ont été mis en service à partir de 1999. Les valeurs des débits pouvant être captés au niveau de l'ensemble des ouvrages de prise et des débits réservés ont été fixées par Décret Ministériel du 08 février 2002 déclarant le projet d'Irrigation du Littoral Ouest d'Utilité Publique.

Les volumes annuels affectés à chacun des usages ont été fixés par l'Arrêté Préfectoral N° 01-0791 du 10 avril 2001, complétant l'Arrêté Préfectoral N°1717 du 13 juillet 1999 portant autorisation du projet au titre de la loi sur l'eau.

Tableau 74 : Débits réglementaires du Transfert des eaux Est-Ouest

Ouvrages de prise	Débit maximum autorisé m³/s	Débit réservé m³/s
Rivière des Galets	1.30	0.20
Bras Sainte Suzanne	0.65	0.10

Ces ouvrages sont équipés de dispositifs de passes à poissons qui garantissent une continuité hydraulique pour les migrations saisonnières des "bichiques".

5.1.3.

MAFATE – RIVIERE DES GALETS



Le projet prévoit une restitution du trop plein des réservoirs à la Rivière des Galets visant à favoriser son infiltration naturelle.

5.1.3.3.2 Les prélèvements AEP

L'alimentation en eau des îlets de Mafate s'effectue par le captage de sources non traitées et de faible débit, souvent suffisant pour l'usage AEP. Les analyses révèlent régulièrement des eaux impropres à la consommation du fait de contaminations bactériologiques.

Il existe toutefois les captages Orangers et Grand-Mère (0,7 m³/s) qui constituent une ressource essentielle du réseau d'alimentation en eau potable de Saint-Paul et ceux des sources Denise et Blanche (0,035 m³/s) qui alimentent le réseau du Port.

Tableau 75 : Prélèvements AEP – Rivière des Galets

Désignation	Desserte
Captage des Trois Canons	Marla
Captage Cimendal	La Nouvelle
Captage Ravine Citron	La Nouvelle
Captage des Calumets	Grand Place
Captage Ravine Fontaine	Cayenne
Source Affouche	Ilet des orangers
Source Affine	Roche plate
Source Bullin	Roche plate
Source Lazare	Roche plate
Captage Ravine Augustave	Aurère
Captage Grimaud	Ilet à Malheur
Source Ravine Cap Blanc	Ilet à Bourse
Source Ravine Chouchou	Ilet à Bourse
Captage Ravine Jozon	Ilet à Bourse
Captage Ilet à Bourse	Ilet à Bourse
Ravine Grand Mère	Saint- Paul
Source des Orangers	Saint -Paul
Source Denise	Le Port
Source Blanche	Le Port

5.1.3.3.2.3 Les prélèvements pour l'irrigation

Depuis la mise en service des ouvrages du projet ILO, la prise du Canal Lemarchand sur la Rivière des Galets a été arrêtée. En revanche celle du canal Ravine à Marquet en rive droite subsiste toujours. En août 2003, l'OLE mesurait un captage de 0,155 m³/s.

5.1.3.3.3 Bilan global en eau de la zone d'étude

5.1.3.3.3.1 Pluviométrie

A La Nouvelle, la pluviométrie moyenne est de : 1 600 mm/an. Des données anciennes sur des stations arrêtées sont toutefois disponibles.

- Aurère : 2 000 mm/an
- Roche Plate : 1 500 mm/an

La pluviométrie est hétérogène d'un point de vue spatial.

Lors d'une année de pluviométrie moyenne, il pleut de novembre à mai.

La pluviométrie est hétérogène d'un point de vue temporel.

5.1.3.3.3.2 ETP³⁶

Sur la planèze de Saint-Paul, les données moyennes d'ETP de la station Saint-Paul, située à 186 m d'altitude, sont de 1 300 mm/an.

Les données moyennes d'ETP de la station de Petite France 2, située à 1 200 m d'altitude, sont de 700 mm/an.

Ces valeurs permettent de mettre en évidence qu'une augmentation d'altitude de 100 m entraîne une diminution de l'ETP de l'ordre de 60 mm/an.

³⁶ Evapo-Transpiration

5.1.3.

MAFATE – RIVIERE DES GALETS



Les bilans hydrologiques effectués dans le cadre du projet ILO ont abouti à définir les hypothèses suivantes :

Tableau 76 : Evapotranspiration – Rivière des Galets

	Altitude	ETP
Le Port/ Possession	10 m	1430 mm
Dos d'Ane	890 m	1010 mm
Aurère	940 m	990 mm
Roche Plate	1320 m	800 mm
La Nouvelle	1400 m	770 mm

Ces valeurs sont homogènes avec celles aujourd'hui disponibles.

5.1.3.3.3 Ruissellement

Le ruissellement est connu sur la zone et peut être traduit par le module de la Rivière des Galets. Sur la période simulée 1977-1989, le module de la Rivière des Galets était de 3,80 m³/s (2 m³/s sur la Rivière des Galets au droit de la prise, 1 m³/s sur le Bras Sainte-Suzanne).

5.1.3.3.3.4 Bilan global

De ces résultats, on peut déduire que le ruissellement reprend la totalité de la pluie efficace. Il n'y a pas d'infiltration sur le cirque de Mafate, la Rivière des Galets constitue l'exutoire des eaux du cirque.

5.1.3.4 LA PLANEZE DE LA POSSESSION

5.1.3.4.1 Eaux de surface

5.1.3.4.1.1 Réseau hydrographique

Le bassin versant de la planèze de la Possession représente une surface d'environ 32 km².

Le réseau hydrographique de la zone se caractérise par deux ravines principales non pérennes :

- La Ravine à Marquet et son affluent La Ravine La Mare ;
- La Grande Ravine des Lataniers.

Le haut du bassin versant de la Ravine à Marquet correspond au plateau de Dos d'Âne. A son arrivée sur la plaine alluviale en aval, le cours d'eau présente la particularité de changer d'orientation, il prend alors une direction Sud-Nord.

5.1.3.4.1.2 Crues et inondations

En terme de données disponibles sur les crues, il existe des données (1980-1991) de débit sur le haut du cours de la Ravine à Marquet jusqu'à Dos d'Âne. Le bassin versant correspondant est toutefois limité à 2,3 km². Le débit moyen journalier maximum enregistré était de 4,5 m³/s en 1987. Dans l'ensemble le débit ne dépasse que rarement 1 m³/s. A l'aval, il n'existe pas de mesure de débit.

5.1.3.4.1.3 Hydrologie

Les enregistrements sur la station de la Ravine à Marquet montrent que les débits à l'étiage sont faibles, inférieurs à 0,001 m³/s. A l'aval le cours d'eau n'est plus pérenne. Sur le secteur de Dos D'Âne, il existe d'autres sources qui sont généralement captées et dont le débit est également faible.

Exceptées les sources Cresson et Latanier, il n'existe pas d'autre point d'eau sur la planèze.

5.1.3.

MAFATE – RIVIERE DES GALETS



5.1.3.4.2 Eaux souterraines

5.1.3.4.2.1 *Contexte hydrogéologique*

Les éléments disponibles permettent de distinguer trois secteurs :

- Le bassin de Dos d'Ane correspondant à un amphithéâtre d'érosion régressive rempli de matériaux détritiques. Une nappe libre siège dans ces formations.
- La planèze de Sainte Thérèse, aquifère volcanique, où siège une nappe libre.
- La Ravine des Lataniers.

La nappe de Dos d'Ane a fait l'objet d'un suivi piézométrique par l'OLE. La nappe y est située à faible profondeur et présente des amplitudes plurimétriques.

La nappe libre de la planèze Sainte Thérèse n'est quant à elle connue qu'au travers des ouvrages qui l'exploitent (Forage Balthazar, Puits Samy, Puits Ravine à Marquet). Il existe peu de données de ses variations naturelles, celles-ci sont métriques et réagissent très vite en relation avec les fortes pluies. Dans le secteur du puits de la Ravine à Marquet des infiltrations au droit du cours d'eau en cas de fortes pluies semblent également alimenter la nappe.

La nappe de la Ravine des Lataniers est peu connue. Elle est exploitée par un forage de petite capacité. Sa piézométrie y est élevée et ce système ne semble pas être en liaison avec le système rencontré sur la planèze.

5.1.3.4.2.2 *Caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines*

La présence d'eau contaminée par le sel est mise en évidence au puits de la Ravine à Marquet. Les mesures effectuées tendraient à montrer des circulations par le biais de fissures.

Les autres ouvrages ne montrent pas de sensibilité au sel.

En revanche, la présence de produits phytosanitaires ou de nitrates a été décelée sur les ouvrages de la planèze. Ce point est évoqué dans le cadre de la Plaine des Galets.

Le point majeur réside dans la qualité des eaux du secteur de Dos d'Ane qui révèlent des teneurs dépassant les normes de potabilité sur certains produits phytosanitaires et les nitrates. La forte activité agricole de ce secteur a entraîné la contamination de la nappe et l'arrêt de son exploitation.

Ces conditions ont amené la DIREN à identifier ce bassin comme bassin versant prioritaire. La modification des pratiques agricoles et la régulation des intrants commencent à montrer des résultats.

5.1.3.4.3 Usages

5.1.3.4.3.1 *Irrigation*

Les pratiques agricoles sur le secteur de Dos d'Ane induisent des besoins en irrigation. Les réflexions ont conduit à la mise en œuvre d'une retenue collinaire de moyenne importance.

5.1.3.4.3.2 *Alimentation en eau potable*

La nappe libre de la planèze de Sainte Thérèse est exploitée pour l'AEP par trois ouvrages et un forage qui capte la nappe de la Ravine des Lataniers. Ces points sont traités dans le chapitre de la Plaine des Galets.

5.1.3.4.4 Bilan global en eau

Des infiltrations sur le secteur ont été évaluées dans le cadre de la réalisation des modèles hydrogéologiques, elles sont estimées à 0,144 m³/s et contribuent à alimenter les nappes de la Plaine des Galets.

5.1.3.

MAFATE – RIVIERE DES GALETS



5.1.3.5 LA PLAINE DES GALETS

5.1.3.5.1 Eaux souterraines

5.1.3.5.1.1 Contexte hydrogéologique

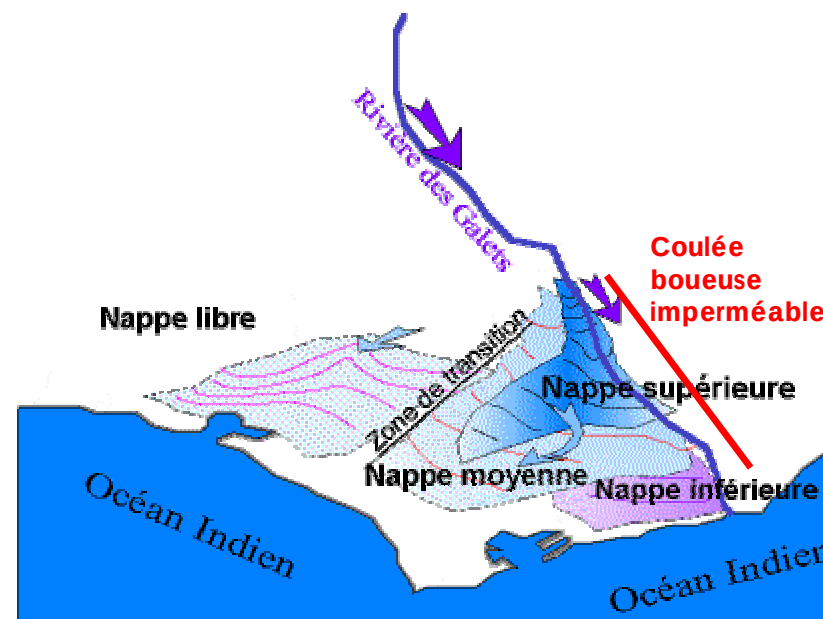
De nombreux ouvrages sont répartis sur la zone d'étude, ils se trouvent exclusivement à l'aval, dans le domaine littoral.

Les suivis piézométriques réalisés par le BRGM et l'OLE, sur une vingtaine d'ouvrages, permettent de préciser le contexte des nappes de la Plaine des Galets.

De manière générale, trois nappes superposées localisées dans l'axe de la Rivière des Galets ont été reconnues :

- La nappe supérieure, dans des alluvions, dont les limites ne s'éloignent guère du lit de la Rivière des Galets. Son bassin d'alimentation est essentiellement lié au bassin versant de la Rivière des Galets et des pertes de celle-ci en partie aval ;
- La nappe moyenne (qui siège également dans des alluvions) est partiellement sous-jacente à la précédente. Son alimentation est semblable à la nappe supérieure dont elle draine une partie des eaux ;
- La nappe inférieure (nappe de base, volcanique et alluvionnaire) qui tire son alimentation des infiltrations sur les planèzes basaltiques de l'amont.

Figure 26 : Principe des nappes de la Plaine des Galets



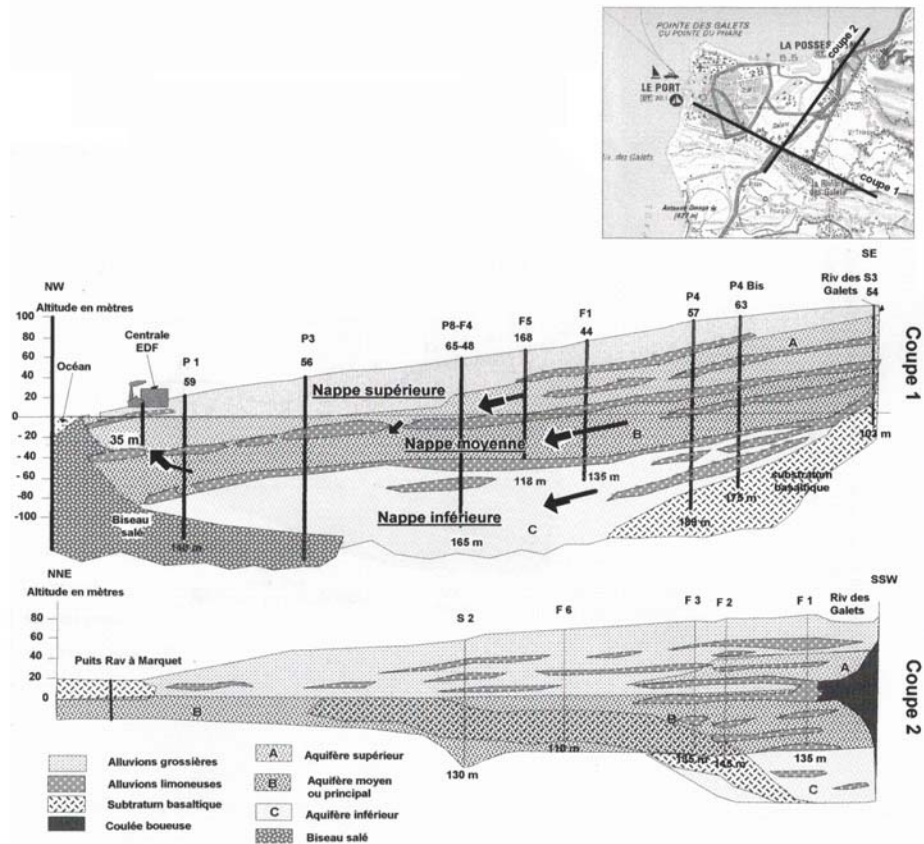
Source : OLE

Au centre de la plaine, les deux premiers niveaux n'en forment plus qu'un seul qui bénéficie des alimentations directes sur le secteur des alimentations des nappes précédentes et de la vidange de la nappe libre de la planèze.

5.1.3. MAFATE – RIVIERE DES GALETS



Figure 27 : Coupes hydrogéologiques transversale et longitudinale du secteur de la Plaine des Galets



Source : BRGM

5.1.3.5.1.2 Caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines

Stations de mesure et paramètres suivis

Les nappes de la Plaine des Galets sont suivies par la DRASS au niveau des captages Alimentation en Eau Potable. Un de ces ouvrages fait également parti du réseau de stations de mesure de l’OLE.

Tableau 77 : Stations de mesure des Eaux Souterraines - bassin versant de la Rivière des Galets

Réseau de mesures	Nom usuel de la station	Code	Paramètres suivis
OLE ET DRASS	Forage Balthazar	13087/160	Nitrates, pesticides et phosphates.
DRASS	Forage F2	151	Nitrates et pesticides.
	Forage F3	152	
	Forage F4	153	
	Forage F5	154	
	Forage P11	155	
	Puits EDF	165	
	Forage F6	750	
	Forage P11 bis	156	
	Puits Ravine à Marquet	157	
	Forage des Lataniers	158	
	Puits Samy	159	
	Forage Grand Coin	163	

5.1.3.

MAFATE – RIVIERE DES GALETS



Résultats

Contamination saline des eaux souterraines

La présence d'eau contaminée par le sel est mise en évidence au travers des forages où les mesures de conductivité, réalisées à différentes profondeurs, indiquent une stratification liée à la présence du biseau salé. Cette contamination marine ne touche pas la nappe moyenne, ni la nappe supérieure de la Rivière des Galets.

En revanche, la nappe de base présente une salinité élevée qui peut migrer vers les niveaux supérieurs à la faveur de pompage.

Nitrates et produits phytosanitaires : contamination anthropique de l'aquifère

Les teneurs en nitrates ont été comparées à la classification SEQ-Eaux souterraines provisoire (version 0 – 2002). Les seuils de la classification SEQ-Eaux cours d'eau ont été utilisés pour qualifier les concentrations en phosphate.

Tableau 78 : Résultats des paramètres suivis sur les Eaux Souterraines, moyennés sur l'année 2003 – Rivière des Galets

	Nitrates (mg/l)	Pesticides	Phosphates (mg/l)
Forage F1	2,186	Absence	-
Forage F3	2,37	Absence	-
Forage F4	5,58	Absence	-
Forage F5	3,82	Absence	-
Forage P11	12,19	Absence	-
Forage P11 bis	12,19	Absence	-
Puits EDF	13,86	Absence	-
Forage F6	11,425	Absence	-
Puits Ravine à Marquet	8,835	Absence	-
Forage des Lataniers	0,98	Absence	-
Puits Samy	9,18	Absence	-
Forage Balthazar	4,09	Absence	0,18
Forage Grand Coin	91,47	Absence	-

1A	Très Bonne
1B	Bonne
2	Passable
3	Mauvais
4	Hors Classe

Sur la zone d'étude, les forages du centre de la plaine ont révélé la présence de nitrates à une concentration supérieure à 10 mg/l mais inférieure à 25 mg/l :

- Le puits EDF,
- Les forages P11 et P11bis,
- Le forage F6.

Le seuil de 10 mg/l (inférieur au seuil de potabilité) a été établi considérant qu'au-delà de cette valeur, la présence de nitrates à la Réunion pouvait être liée à des usages ou pratiques anthropiques.

Les eaux, au niveau du forage Grand Coin, en amont de la nappe, sont de mauvaise qualité en raison d'un taux de nitrates dépassant largement le seuil eau potable des 50 mg/l.

Sur la zone d'étude, trois points de captage ont révélé ponctuellement la présence de produits phytosanitaires : le P11 et P11bis, le puits Samy et le forage Ravine Balthazar. Toutefois de 2002 à 2004, l'absence de ces produits a été constatée.

5.1.3.5.1.3 Vulnérabilité

Les études de vulnérabilité menées par le BRGM ont conduit à définir une cartographie du secteur.

Cette vulnérabilité est très variable d'un secteur à l'autre. Les nappes principale et supérieure, tributaires des venues d'eau du bassin versant de la Rivière des Galets ont une zone d'alimentation indirecte peu vulnérable. La nappe libre, au contraire, apparaît très vulnérable de par l'occupation de son bassin d'alimentation indirecte (bassin versant de la Ravine Balthazar).

Quatre espaces distincts de vulnérabilité du domaine d'alimentation directe des nappes de la Plaine des Galets sont mis en évidence :

Une aire d'extension située de part et d'autre du lit de la Rivière des Galets. Cette zone est très fortement vulnérable et une pollution peut avoir un impact très important sur les nappes. La présence d'un niveau imperméable (dépôts indurés d'une coulée boueuse) rend, en

5.1.3.

MAFATE – RIVIERE DES GALETS

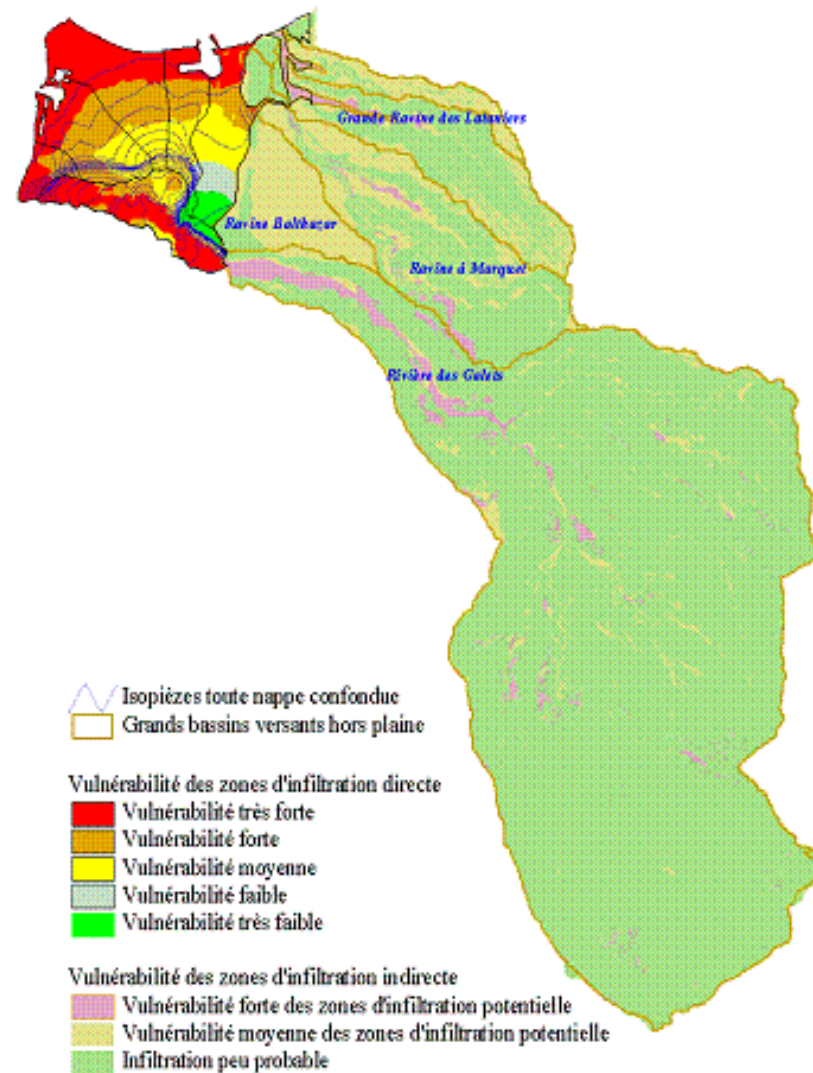
revanche, très peu vulnérable, la nappe principale qui se situe sous cette formation.

La zone urbaine des villes du Port et de La Possession. La vulnérabilité y est forte à très forte. La nappe libre et la nappe principale y sont cependant de faible ampleur et la ressource en eau souterraine (à l'exception du secteur de la centrale EDF) présente un enjeu relativement faible.

La zone urbanisée de la Rivière des Galets. La vulnérabilité de la nappe est forte vis à vis de sa zone d'alimentation indirecte (plateau de Sainte-Thérèse). La nappe libre et la nappe principale y sont par contre peu vulnérables face à des phénomènes d'infiltrations directes.

Une zone « intermédiaire », de vulnérabilité moyenne à faible est localisée au centre de la Plaine des Galets.

Carte 30 : Zonage de la vulnérabilité du domaine aquifère de la Plaine des Galets.



Source : BRGM

5.1.3.

MAFATE – RIVIERE DES GALETS



5.1.3.5.2 Usages de l'eau

5.1.3.5.2.1 Usages Agricoles

La zone amont est desservie en eau d'irrigation par le canal Ravine à Marquet (prise d'eau sur la Rivière des Galets). En revanche, il n'y a pas de prélèvements en eau souterraine pour l'irrigation.

5.1.3.5.2.2 Usages industriels

Seuls les prélèvements EDF ont été recensés sur le secteur.

5.1.3.5.2.3 Usages AEP

Les nappes de la rive droite de la Plaine des Galets sont exploitées de manière importante pour l'alimentation en eau potable des populations (A.E.P.).

Tableau 79 : Forage AEP de la Plaine des Galets

Ouvrages exploités pour l'AEP	Equipement (m3/h)	Exploitation (m3/j) (chiffres 2002)
Forage des Lataniers	35	467
Puits de la ravine à Marquet	1x75,1x100	3510
Puits samy	2x150	4787
Forage Balthazar	1x180	2083
Puits EDF	1x180	2882
Puits de la rivière des Galets	2x100	1656
Forage F1 Mounien	1x180	2513
Forage F2	1x120	100
Forage F3	1x180	4495
Forage F4	1x160	1507
Forage F5	1x120	2569
Forage F6	1x120	2372
Forages P11 P11 bis	2x200	5070
Total		34011

5.1.3.5.3 Bilan global en eau de la zone d'étude

En 1988, l'actualisation du modèle mathématique de gestion du système aquifère de la Plaine des Galets (mis en œuvre par le BRGM) avait permis de déterminer que le débit susceptible d'être fourni par les

nappes, sur la base des connaissances hydrogéologiques à cette date, était de 0,420 m³/s. Un autre modèle réalisé par ARMINES et actualisé par l'OLE aboutissait à 0,4 m³/s.

La valeur des pompages atteint à ce jour environ 0,450 m³/s.

5.1.3.6 ECOSYSTEMES DE LA RIVIERE DES GALETS

5.1.3.6.1 Intérêt écologique

Le cours supérieur de la rivière est relativement bien préservé avec une abondance de végétaux de la famille des Carex. Dans les zones de cascades, les Bryophytes (mousses, Hépatiques) et Fougères dominent.

Certains des remparts abrupts, qui bordent la rivière à sa sortie du cirque de Mafate, sont peuplés d'une **forêt semi-sèche pionnière**, formation quasi-disparue à la Réunion.

En aval, la plaine périurbaine de Cambaie (rive gauche) est un espace délaissé où se côtoient zones industrielles, quartiers résidentiels et friches agricoles rudéralisées.

Au Nord, l'agglomération du Port ne laisse aucune place aux espaces naturels, d'autant que les surfaces non-urbanisées sont consacrées généralement à la culture de la canne à sucre.

L'intérêt écologique de cette portion du cours est donc désormais très limité à l'exception d'une **mare alluviale temporaire** d'environ 1 ha qui s'est formée au niveau des anciennes gravières situées dans le cône de déjection de la rivière et est peuplée principalement de formations indigènes à Massette et à *Cyperus articulatus*.

Des espèces de l'avifaune aquatique (Héron, Poule d'eau) et migratrices (Bécasseau cocorli, Courlis, ...) ainsi que des batraciens (Reinette) sont présents dans cette mare alluviale.

5.1.3.

MAFATE – RIVIERE DES GALETS



La forêt semi-sèche abrite « la grande majorité des taxons menacés et protégés » (Mission de création du Parc National ; mars 2003).

Tableau 80 : Espèces vertébrés protégées au titre de la loi du 10 juillet 1976 – Rivière des Galets

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Origine	
<i>Butorides striatus</i>	Héron strié	Indigène	Avifaune
<i>Calidris ferruginea</i>	Bécasseau cocorli	Migrateur	
<i>Collocalia francica</i>	Salagane	Endémique Masc.	
<i>Coracina newtoni</i>	Merle blanc	Endémique Réunion	
<i>Gallinula chloropus</i>	Poule d'eau	Indigène	
<i>Numenius phaeopus</i>	Courlis colrieu	Migrateur	
<i>Phaethon lepturus</i>	Paille en queue	Indigène	
<i>Zosterops borbonica</i>	Oiseau lunette gris	Endémique Réunion	
<i>Morphopterus acetabulosus</i>	Petit molosse	Indigène	Mammifère

5.1.3.6.2 Intérêt Piscicole

Les **populations piscicoles sont peu diversifiées et peu abondantes** (49 ind./100m²). L'ARDA a recensé en 2003 : le Guppy, l'Anguille marbrée, l'Anguille marbrée africaine et deux espèces de Cabots bouche-ronde. La Loche a parfois été répertoriée lors d'inventaires précédents. Seule la Crevette bouledogue présente des effectifs à la hausse malgré une densité globale de macro-crustacés restant relativement faible (17 ind./100m²).

5.1.3.6.3 Sources de dégradation

• **Les ouvrages de transfert des eaux** (ILO) sont en service sur la Rivière des Galets depuis 1998. Même si des dispositifs de franchissement des seuils ont été installés (passes à poissons), certaines espèces ne parviennent pas à atteindre le cours supérieur de la rivière, ces systèmes étant inadaptés.

Il est aussi à noter que suite à des vérifications en 2002, les débits réservés réglementaires n'étaient pas respectés sur les prises d'eau.

Sur le Bras Sainte-Suzanne, le peuplement piscicole indigène (Cabots bouche-ronde) est nul en amont du captage, l'absence de continuité hydraulique pérenne jusqu'au cours principal de la Rivière des Galets en est également responsable.

Ces captages modifient également la dynamique sédimentaire fluvio-marine de la Baie par une réduction des débits solides.

• **La création de « canal bichiques »** en vu de favoriser l'activité de pêche a provoqué une zone d'écoulement préférentielle des eaux (modification probable de la dynamique sédimentaire de la rivière) et multiplie les risques d'assèchement de la zone humide temporaire située à proximité.

• **De multiples dégradations anthropiques** sont à l'origine d'une régression de la forêt semi-sèche indigène : l'extension des terres cultivées, les défrichements pour la production de bois, l'invasion de plantes et animaux allochtones, le braconnage d'espèces patrimoniales, les incendies répétés et enfin l'urbanisation croissante ont fait régresser ce milieu de façon spectaculaire.

• **Les extractions de sables et granulats** pratiquées pendant des années dans le lit vif de la rivière ont cessé en 1991. Cette exploitation a favorisé une érosion préférentielle du lit et donc une concentration des écoulements à la source de la dissymétrie du cône de déjection.

• **L'intense urbanisation** des secteurs de plaine attenants à la rivière a requis la construction de digues et épis pour assurer la protection des berges contre l'érosion et donc des zones bâties contre les inondations. L'implantation d'une station d'épuration est projetée en arrière de l'endiguement qui assurera sa protection.

Le peu d'espaces non-bâti sur le cours aval de la rivière est peuplé de formations rudérales xérophiles ou de cultures irriguées de canne à sucre.

5.1.3.

MAFATE – RIVIERE DES GALETS



5.1.3.6.4 Mesures de protection

Tableau 81 : Mesures de protection de la Rivière des Galets

Outils opérationnels (cf. Carte 45)		
Atlas des espaces naturels (Loi Littoral)	Lit rivière des Galets	Intérêt écologique fort
	Pentes de la cassure	Paysages remarquables
S.A.R.	Rivière des Galets	Espace naturel de protection forte
Inventaires ZNIEFF (cf. Carte 46)		
ZNIEFF Type I	Remparts Nord de la rivière (298 ha)	Séries semi-xérophiles pionnières, avifaune et entomofaune indigène, paysages remarquables : Dos d'Ane, Mafate
Procédures en Cours		
Rivière réservée (Loi du 16 oct.1919)	Rivière des Galets	Protection de toute implantation hydroélectrique
Parc National des hauts de la Réunion	Amont de « Rivière des Galets »	Zone périphérique de soutien au développement
	Amont « îlet rosier blanc »	Zone centrale de conservation



5.1.4 BASSIN VERSANT DE L'ETANG DE SAINT-PAUL

A RETENIR

L'Etang de Saint-Paul est l'exutoire des émergences d'eaux souterraines.

Son niveau d'eau est entièrement contrôlé par le degré d'ouverture du cordon littoral.

Les ressources en eau de ce secteur sont caractérisées par une imbrication forte entre les eaux souterraines et les eaux de surface ; l'Etang de Saint-Paul est l'exutoire naturel des eaux souterraines infiltrées à l'amont.

Le fonctionnement des deux compartiments est relativement bien connu et des études de synthèse permettent d'en approcher les potentialités.

Des améliorations sont possibles en terme de connaissance des potentialités par le biais de mesures de ruissellement des ravines mais la complémentarité des eaux souterraines et de l'étang implique un équilibre difficile dans la gestion et la qualité des ressources.

La zone des canaux est affectée d'un niveau de qualité de mauvaise à passable. Le facteur déclassant est l'oxygène.

L'Etang de Saint-Paul est la plus vaste zone humide de la Réunion (415 ha) et un milieu d'une rare richesse écologique avec la présence de formations végétales uniques sur l'île : Papyraies, submangroves et prairies hygrophiles.

De nombreuses espèces de vertébrés protégées au titre de la Loi du 10 juillet 1976 ont été recensées (15 espèces d'oiseaux, 2 espèces de mammifères).

Résultant de la dynamique sédimentaire fluvio-marine, l'étang s'est peu à peu comblé pour devenir marais avec des surfaces en eaux libres toujours plus réduites.

Ce phénomène d'atterrissement a été fortement accéléré par les actions anthropiques : isolation du milieu, agriculture, introduction d'espèces, prélèvements pour l'alimentation en eau potable et l'irrigation.

Un projet de Réserve Naturelle Nationale concerne l'Etang de Saint-Paul. Cet outil devrait permettre d'assurer une conservation et une gestion cohérente et durable du site et de ses abords.

5.1.4.1 DELIMITATION

Le bassin versant de l'Etang Saint-Paul s'étend de la Rivière des Galets à la Ravine Bernica.

Au Nord, le système de la Rivière des Galets constitue une unité à part entière mis en évidence notamment par les études de modélisation du Projet ILO et les différents bilans hydrologiques. Le cirque de Mafate, bassin versant de la Rivière des Galets, peut être considéré comme imperméable.

Au Sud, la ravine du Bernica constitue la limite entre le système de l'Etang de Saint-Paul et celui de la Ravine Saint-Gilles.

L'amont de la zone est caractérisé par de nombreuses ravines peu ramifiées. Elles prennent naissance sur la planèze, qu'elles entaillent profondément dans sa partie basse, en formant des canyons et d'importantes cascades à l'aval.

L'Etang Saint-Paul, situé à l'aval de l'ensemble, constitue l'exutoire de ces ravines.

D'une superficie de 3 à 4 km², il finit son parcours au niveau de l'océan au travers d'un cordon littoral.



5.1.4.2 DONNEES DISPONIBLES

5.1.4.2.1 Données météorologiques et hydrologiques

- Données pluviométriques de Météo France : 6 postes pluviométriques : 4 à l'amont (Bois de Nèfles/ Saint-Paul, Petite France 2, Palmiste Guillaume, Piton Maito ONF) et 2 à l'aval (Savanna et Bernica).
- Données d'ETP de Météo France et du CIRAD : 2 postes d'ETP : Saint-Paul (CIRAD) et Petite France 2.
- Données de l'OLE : 2 stations hydrométriques en continu (une à l'amont de la Ravine Bernica, l'autre sur l'Etang Saint-Paul) et 18 points de mesures de débit, une vingtaine de stations de mesures piézométriques, cinq points de mesures piézométriques en continu,
- Données Banque des données du Sous-Sol : une cinquantaine de fiches de points d'eau souterraine, une cinquantaine de fiches de sondages, 15 sources et points d'eau de surface.

La quasi totalité des données de l'OLE se situe à l'aval de la zone d'étude sur la partie littorale.

5.1.4.2.2 Etudes de référence

- Thèse de Bargeas (1984) : évaluation globale de la ressource en eau de l'île de la Réunion (BRGM)
- Les travaux d'Armines (1993) : Etang de Saint- Paul – ressources en eau souterraine – construction et exploitation du modèle mathématique (BRL)
- ANTEA (2001) : Etang de Saint-Paul – synthèse des données – analyse de son comportement hydrologique et hydraulique.
- Odile Conchou, Paysag'Ylang, IDEM'S et ANTEA, (2002) : Le projet d'aménagement, de mise en valeur et de protection de l'Etang de Saint-Paul et de ses abords.

5.1.4.2.3 Ecologie

- La zone humide de Saint-Paul ; DIREN ; IRD ; Octobre 2002
- Analyse du comportement hydrologique et hydraulique de l'Etang de Saint-Paul ; DIREN ; ANTEA ; 2001
- Suivi des plans d'eau réunionnais-Résultats 2002; DIREN ; OLE ; Août 2002
- Projet d'aménagement, de mise en valeur et de protection de l'Etang de Saint- Paul et de ses abords - Phases 1 & 2 ; Commune de Saint-Paul ; O.COCHOU ; Avril 2003
- Atlas des espaces naturels du littoral de l'île de la Réunion ; DIREN ; DDE ; Décembre 1991
- Schéma Départemental des Espaces Naturels Sensibles - Phase1 : diagnostic et priorités ; Conseil Général ; BCEOM ; 2003

5.1.4.3 ETAT DES CONNAISSANCES

Les réseaux d'observations de l'OLE, BRGM, METEO France, DRASS, CIRAD permettent d'avoir une approche correcte du fonctionnement et de la qualité des ressources en eau du secteur. Toutefois, les données de ruissellement des ravines sont insuffisantes. Si ce paramètre peut être approché à l'étiage par les débits des sources ou de l'Etang Saint-Paul, en revanche les crues ne sont pas connues (pas de possibilité de mesures des débits de l'Etang Saint-Paul en crue et la station hydrométrique du Bernica se situe à une altitude trop élevée).

Les études de synthèse couvrent largement le secteur : de nombreuses études dans le cadre du PDRE du Conseil Général (Programme Départemental de Recherche en Eau), une étude de modélisation des ressources en eau de la planèze de l'Etang Saint-Paul, une étude d'aménagement et de protection de l'Etang de Saint-Paul et de ses abords et un projet de Réserve Naturelle Nationale.

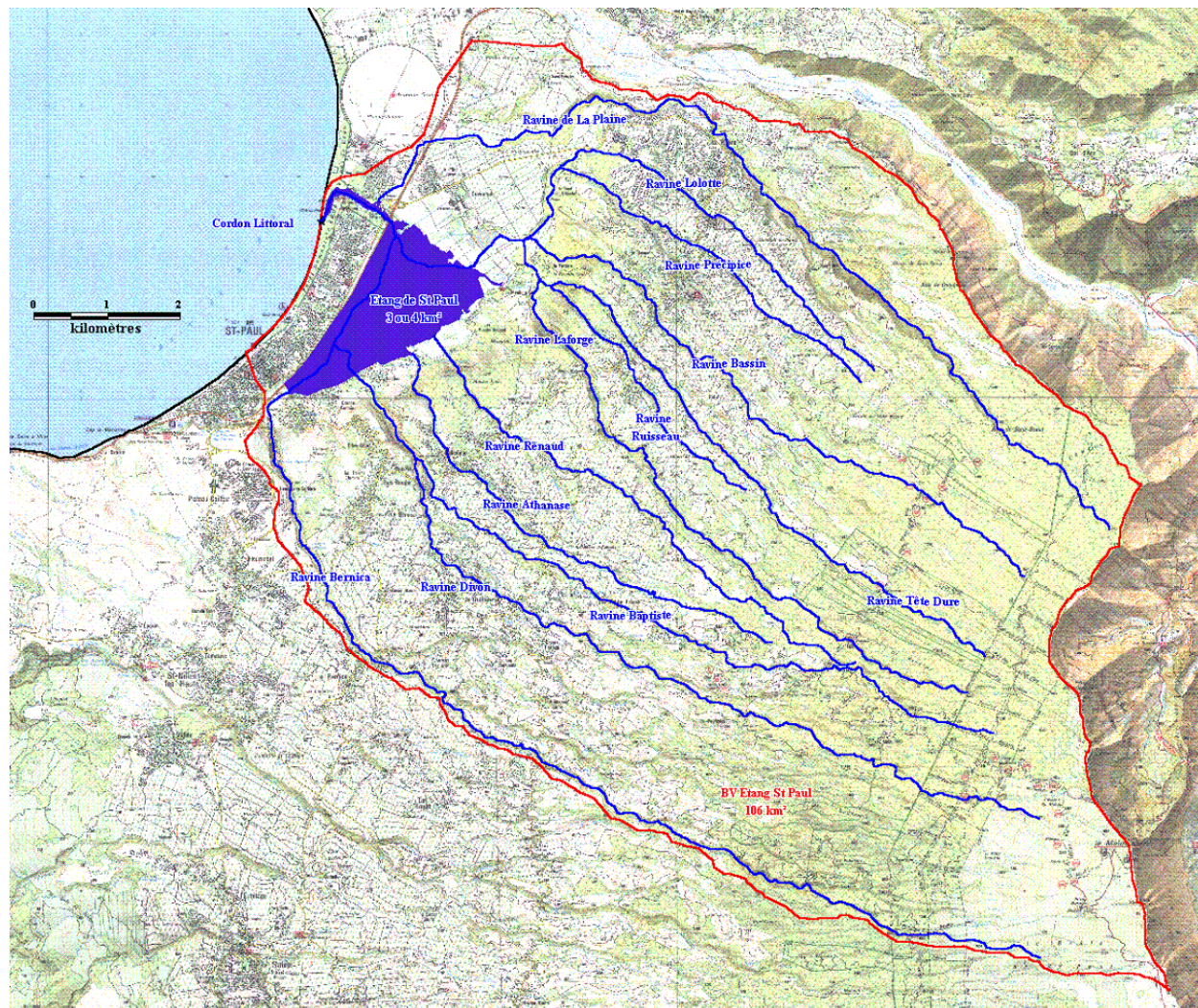


A ce jour, la problématique de la connaissance des ressources en eau se pose, il est ainsi nécessaire d'avoir :

- Une meilleure évaluation par mesure du paramètre ruissellement permettant de préciser le bilan des ressources en eau de la zone ;
- Des approches de recherche précisant les interactions et les modes de circulation des eaux salines en profondeur et aux émergences (incidences sur les eaux souterraines et sur les eaux salées de l'Etang Saint-Paul).



Carte 31 : Présentation de la zone d'étude – Etang de Saint-Paul



5.1.4

BASSIN VERSANT DE L'ETANG DE SAINT-PAUL



5.1.4.4 EAUX DE SURFACE

5.1.4.4.1 Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique de la zone se caractérise par l'absence de ravine pérenne. Il y a au total une dizaine de ravines sèches. Elles se jettent toutes dans l'Etang de Saint-Paul qui joue le rôle d'exutoire.

Les ravines sont les suivantes :

- La ravine La Plaine, dont le débouché sur l'étang s'effectue à l'aval du pont de la RN1.
- La ravine Lolotte, présentant la particularité de recevoir le trop plein des eaux du réservoir de Mon Repos du Projet ILO. Elle infiltre totalement avant son arrivée à l'étang en deçà d'un débit estimé à environ 0,050 m³/s.
- Les ravines Précipice, Bassin, Tête dure, Ruisseau, Laforge, Renaud, Athanase et Baptiste.
- Les ravines Divon et Bernica qui présentent, dans leur partie aval, de petites sources engendrant un faible écoulement. Sur la ravine Divon, ces écoulements sont partiellement captés et sur la ravine Bernica, ils forment le bassin Pigeon. Ces sources se situent à l'amont de l'Etang de Saint- Paul.

Ces ravines présentent des écoulements uniquement lors d'événements cycloniques ou de fortes pluies.

5.1.4.4.2 Crues et inondations

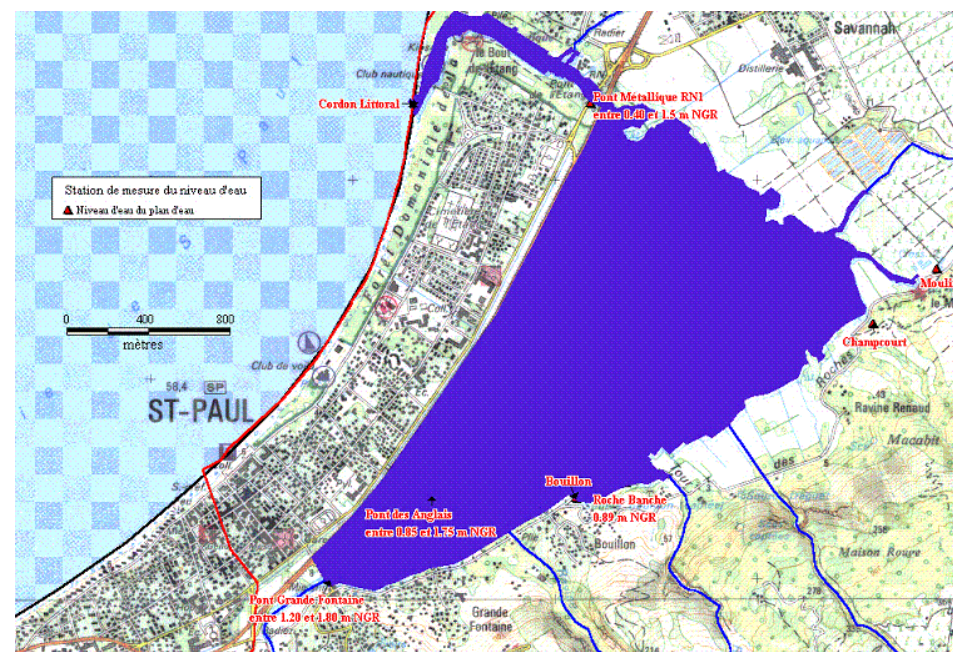
Compte tenu de l'importance des bassins versants des ravines au regard de l'exutoire et de l'intensité des pluies lors de tels événements, les pointes de crues peuvent entraîner des inondations submergeant l'intégralité de l'Etang de Saint- Paul.

En terme de données disponibles sur les crues, l'OLE dispose d'une station limnigraphique sur la Ravine Bernica à l'aval de la Route Hubert Delisle depuis 1976.

5.1.4.4.3 Fonctionnement hydraulique de l'étang

A l'étiage, les variations du plan d'eau sont suivies par l'OLE au niveau d'une station de mesures en continu située au droit du pont métallique de l'ancienne RN1 et de 6 échelles limnimétriques positionnées le long du Tour des Roches.

Carte 32 : Points de suivi du niveau de l'étang



Source : ANTEA

Dans sa partie aval, hors crues, le niveau d'eau de l'Etang Saint-Paul varie de 0,40 m NGR à 1,80 m NGR. Les variations sont régulières, quasi-



hebdomadaires et dépendent des conditions de vidange vers l'océan au travers du cordon littoral.

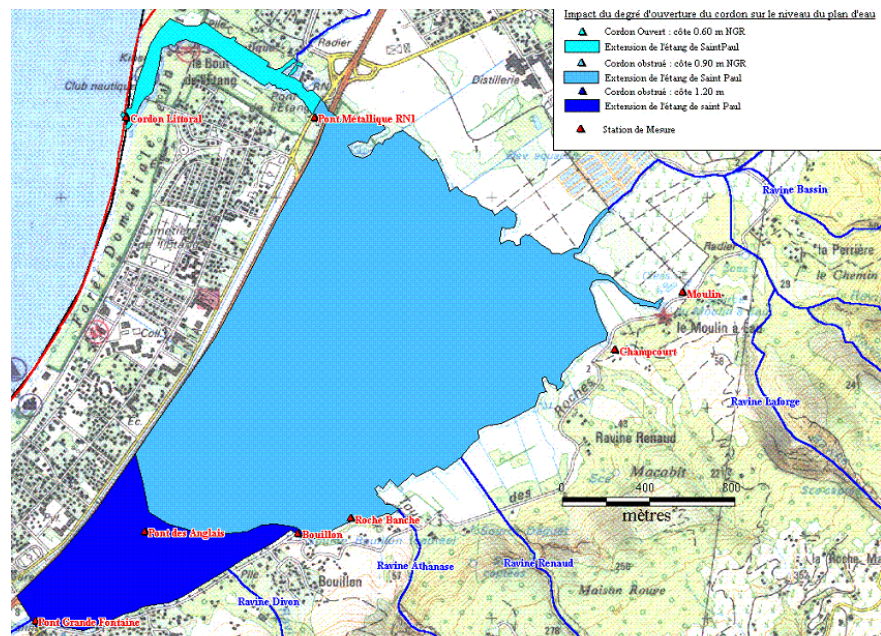
Le niveau du plan d'eau est entièrement contrôlé par le degré d'ouverture du cordon littoral.

Lorsque le cordon littoral est ouvert, le plan d'eau de l'étang se limite entre le club de ski nautique et la RN1. L'influence de la marée peut alors se faire sentir jusqu'au pont de la RN1. Au-delà du pont, seul un écoulement canalisé existe.

Lorsque le cordon est partiellement obstrué (cote 0,90 m NGR), le plan d'eau atteint quasiment le Tour des Roches et le pont des Anglais.

Lorsque le cordon est obstrué (cote 1,20 m NGR) : le plan d'eau atteint la route du Tour des Roches et le pont de Grande Fontaine.

Carte 33 : Fonctionnement hydraulique de l'étang



Toutefois, il est important de signaler que des niveaux élevés peuvent être également observés à l'amont lorsque le cordon littoral est ouvert, dû à l'obstruction des canaux d'écoulement par la végétation liée aux jacinthes d'eau et au polygnum.

A l'ouverture du cordon, la vidange de l'Etang est rapide et s'effectue entre 6 et 8 heures.

5.1.4.4.4 Alimentation de l'étang

Les émergences d'eaux souterraines constituent, hors période de pluie, l'intégralité de l'alimentation de l'Etang Saint-Paul.

Elles se situent le long de la route du Tour des Roches.

Les quatre émergences les plus importantes sont :

- Les sources du Moulin, situées au Nord/ Est de l'étang
 - o débit des sources = ~ 30 % du débit à l'exutoire de l'Etang Saint -Paul
- Les sources Champcourt et le bras de Champcourt, situées légèrement au sud des sources du Moulin
 - o débit total des sources = ~ 35 % du débit à l'exutoire de l'Etang Saint- Paul
- Les deux sources Roches Blanches, situées à l'Est de l'étang
 - o débit total des sources = ~ 8 % du débit à l'exutoire de l'Etang Saint-Paul

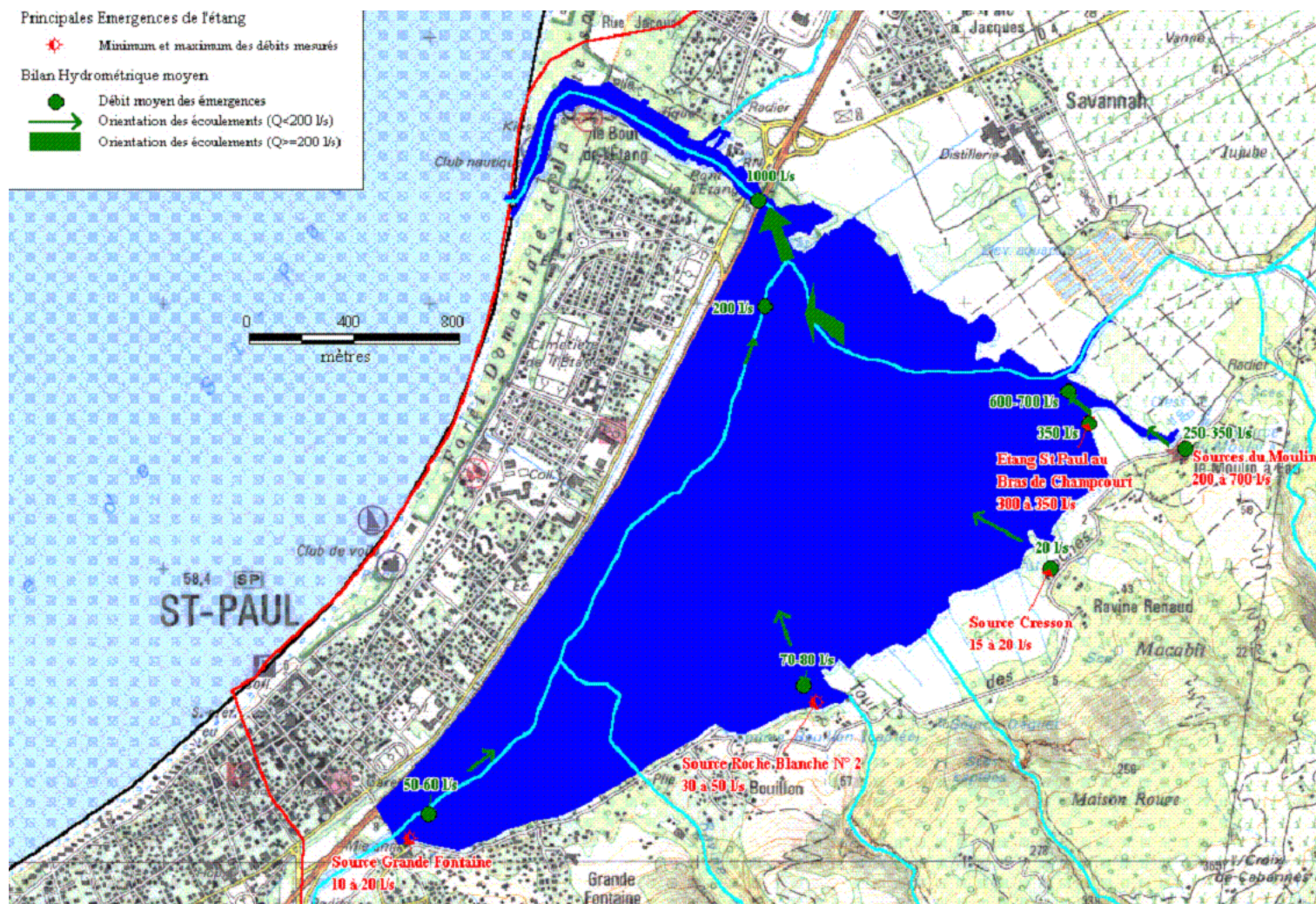
En dehors de ces trois principales zones d'apports (deux au Nord-Est, une à l'Est de l'étang), une dizaine d'autres sources de moindre importance émergent tout au long de la route du Tour des Roches. Leur débit varie entre 0,002 et 0,020 m³/s. Au total, elles contribuent à l'alimentation de l'étang à hauteur de 0,080 m³/s.

5.1.4

BASSIN VERSANT DE L'ETANG DE SAINT-PAUL



Carte 34 : Bilan des apports de l'étang





En période d'étiage, le total des apports reconnus en amont de la RN1 est de 0,8 à 0,9 m³/s. Ainsi, sur les 1m³/s de débit mesuré à la RN1, 0,1 à 0,2 m³/s n'ont pas été recensés. Ces débits "manquants" au bilan hydrométrique proviennent, d'une part, de sources non répertoriées jusqu'à aujourd'hui, et d'autre part, d'une alimentation souterraine diffuse au niveau de la zone des prairies au Nord de l'étang, à proximité de la maison Savanna.

La figure précédente montre également que les 2/3 de l'alimentation de l'étang proviennent des sources du Moulin et du bras de Champcourt, situés au Nord-Est de l'étang ; à proximité l'une de l'autre.

5.1.4.4.5 Caractéristiques physico-chimiques et hydro-biologique de l'Etang de Saint-Paul

5.1.4.4.5.1 Stations de mesure et paramètres suivis

Le suivi de la qualité des eaux de l'Etang de Saint-Paul est effectué par l'OLE par le biais de quatre points de mesure. Deux sont situés à l'aval des deux principaux canaux et deux à proximité du pont de la RN1, tels que :

Tableau 82 : Stations de mesure des Eaux Superficielles - bassin versant de l'Etang de Saint-Paul

Réseau de mesures	Nom usuel de la station	Code	Paramètres suivis
OLE	Pont métallique Ex RN1	12009-A	Conductivité, niveau, température.
	Aval Passerelle (Point A)	12239	Physico-Chimiques : - Concentration en (*) : NO ₃ ⁻ , PO ₄ ²⁻ , NO ₂ ⁻ , Oxygène, NH ₄ ⁺ , Azote Khejda, phosphores totaux ;
	Canal en travers (Point C)	12257	- Taux de saturation en O ₂ ; - Oxydabilité ; - MES ;
	Canal du moulin (Point D)	12258	- Coliformes thermotolérants et Streptocoques fécaux. Biologiques : - Variété.

(**) MES : Matières en Suspension ; NO₃⁻ : nitrates ; NO₂⁻ : nitrites ; NH₄⁺ : ammonium ; PO₄²⁻ : Phosphates ; O₂ : oxygène

5.1.4.4.5.2 Résultats et tendances

Paramètres Physico-Chimique et biologique

5.1.4

BASSIN VERSANT DE L'ETANG DE SAINT-PAUL



Aucune station de mesure de l'Etang de Saint-Paul n'a fait l'objet d'au moins quatre campagnes de prélèvements sur les paramètres physico-chimiques et biologiques. Par conséquent, la représentation de la qualité annuelle des eaux selon la méthode SEQ-Eau n'est pas possible.

Tableau 83 : Résultats des paramètres suivis sur les Eaux Superficielles, moyennés sur l'année 2003 – Etang de Saint-Paul

	Point A	Point C	Point D
Oxygène (mg/l)	31,53	1,6	2,57
Taux de saturation en Oxygène (%)	29,32	18,3	30,2
Phosphates (mg/l)	0,015	0,03	0,02
Phosphore Total (mg/l)	0,115	0,06	0,06
Nitrates (mg/l)	2,035	0,5	0,86
Nitrites (mg/l)	0,02	0	0
Ammonium (mg/l)	0	0	0
Azote Khejdal (mg/l)	1,695	0,92	1,43
Oxydabilité (mg/l de O ₂)	3,905	3,61	3,9
Matière En Suspension	4,9	0,5	1,7
Coliformes thermotolérants	116	14	16
Streptocoques fécaux	66	52	1
Variété (nombre de taxons)	2,5	3,5	5

1A	Très Bonne
1B	Bonne
2	Passable
3	Mauvais
4	Hors Classe

Sur les valeurs moyennes de l'année 2003, plusieurs anomalies sont observées :

Sur les trois stations et d'après le taux de saturation en oxygène, il est constaté une qualité des eaux « mauvaise » à « hors classe » ;

Le manque d'oxygène dissous au niveau des points de mesure des deux canaux est traduit également par une qualité « hors classe » ;

Au niveau du point A, il y a dépassement du seuil « passable » sur les coliformes thermotolérants.

Depuis 1998, l'eau dans la zone des canaux a toujours été qualifiée de « passable » à « hors classe » sur les taux de saturation et teneur en oxygène. De même, au niveau du point A, la qualité en coliformes thermotolérants était comprise entre les seuils « passable » à « bon ».

En revanche, le dépassement du seuil « hors classe » sur le taux de saturation en oxygène, à l'aval de la passerelle, apparaît comme exceptionnel. En effet, excepté en 1999, la qualité des eaux était « très bonne ».

Sur les trois stations, la variété biologique est « faible » à « très faible », avec, au plus, cinq taxons différents au Canal Lemarchand. Depuis 1998, il apparaît un léger enrichissement faunistique avec des maximum atteints entre 2000 et 2002. Cependant, la qualité des eaux du point de vue biologique est toujours restée en dessous du seuil « moyen ».

Température

La température de l'eau de l'étang varie en fonction de la température de l'air :

- Différences de température entre le jour et la nuit : 1 à 2 °C ;
- Différences de température entre les saisons : 7 à 8,5 °C .

La température de l'eau varie également de 2 à 4 °C en fonction de la profondeur.

Enfin, elle diminue à chaque ouverture de cordon littoral de 4 à 5°C.

Salinité des eaux de l'étang

La sensibilité à la salinité se mesure par le biais de la conductivité :

- On peut considérer à la Réunion qu'une eau est douce si sa conductivité < 150 µS/ cm ;
- Une eau sera contaminée par le sel (eau saumâtre) si sa conductivité > 500µS/ cm.

Les eaux de l'étang sont globalement saumâtres puisque la conductivité est supérieure à 600µS/ cm. L'étang est contaminé par le sel de par



l'influence de l'océan mais aussi de par l'apport d'émergences d'eaux salines (sources du Moulin par exemple).

Les eaux les plus salées se situent au fond de l'étang.

L'oxygène dissous

Les zones les plus profondes de l'étang ainsi que les canaux sont pauvres en oxygène dissous.

Cette désoxygénation a deux causes principales :

- Le faible brassage de la colonne d'eau lui-même lié au faible renouvellement des eaux. Ce faible brassage est accentué par les prélèvements en amont qui réduisent le débit des sources, et par les seuils aval qui provoquent la stagnation des eaux.
- Une pollution chronique par des eaux de ruissellement chargées en matière nutritive pourrait aussi être responsable de cette désoxygénation (en favorisant la croissance de la biomasse consommatrice d'oxygène) même si les teneurs en nitrates et phosphates ne font pas apparaître de pollution grave.

Cette désoxygénation traduit le fonctionnement eutrophe de l'étang : limitation de la vie piscicole et mise en place de conditions anoxiques dans le fond de l'étang. Les rendements de dégradation de la matière organique sont moins importants et favorisent l'accélération de l'atterrissement.

5.1.4.5 EAUX SOUTERRAINES

5.1.4.5.1 Contexte hydrogéologique et comportements piézométriques

De nombreux ouvrages sont répartis sur la zone d'étude. Ils se trouvent exclusivement à l'aval dans le domaine littoral.

La plupart d'entre eux ont été réalisés dans le cadre du Programme Départemental de Recherche en eau (PDRE) et par la commune de Saint-Paul.

Il existe également un certain nombre de puits anciens en ville de Saint-Paul.

Les suivis piézométriques réalisés par l'OLE sur une vingtaine d'ouvrages permettent de préciser le comportement piézométrique du secteur. De manière générale, le niveau piézométrique mesuré sur ces ouvrages est compris entre 2 et 4,5 m NGR.

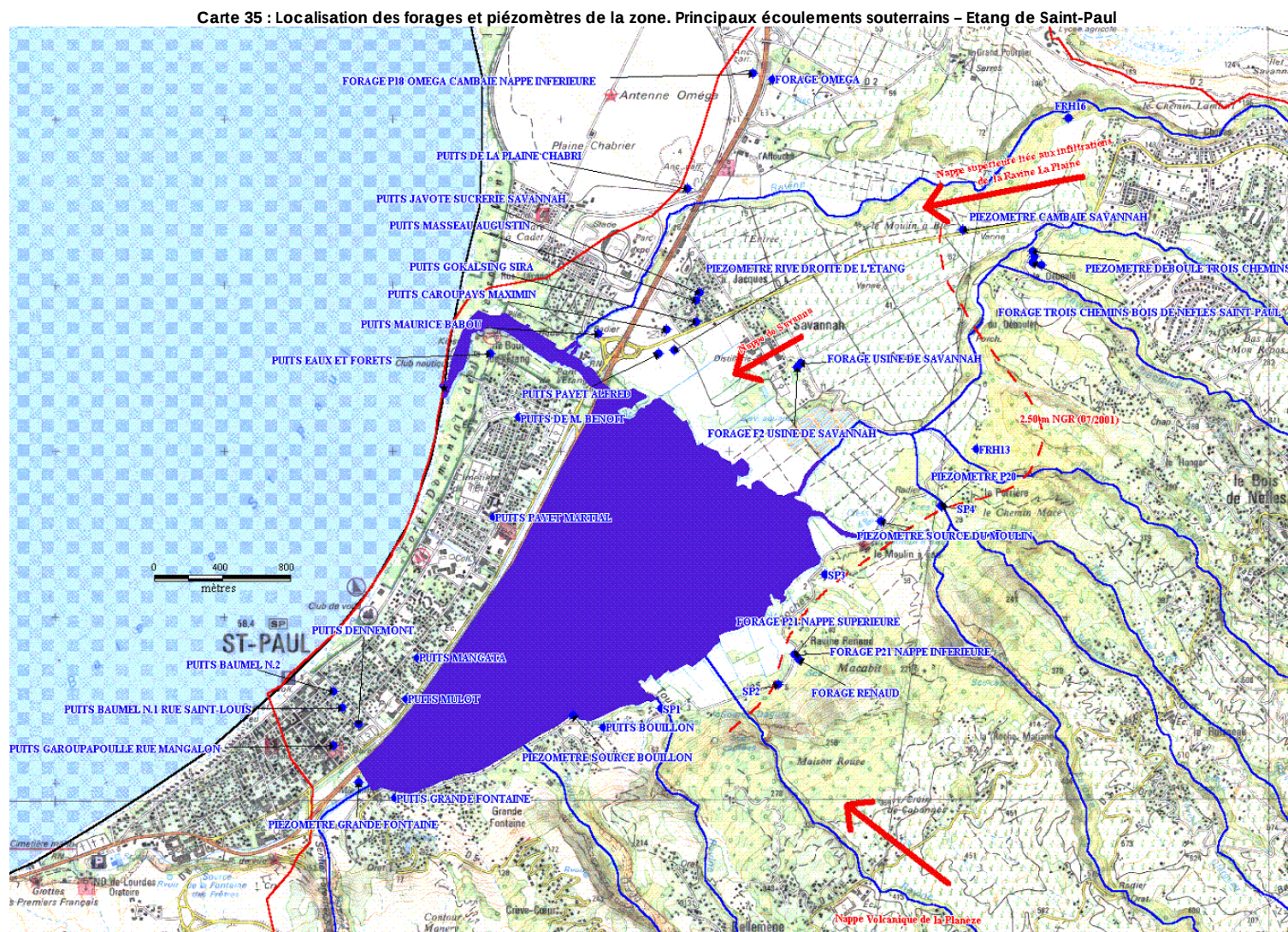
La piézométrie la plus élevée du secteur se trouve au niveau du puits de la Grande Fontaine situé au Sud de l'étang. Hors pompage, elle est de l'ordre de 7 m NGR : elle se situe 5 m au-dessus du niveau de l'étang au pont Grande Fontaine.

De manière générale, hormis les piézomètres des formations alluviales de l'étang, tous les ouvrages présentent le même comportement piézométrique :

- Variations annuelles décimétriques,
- Recharge rapide après de fortes pluies,
- Tarissement rapide après les pluies puis tarissement lent.

L'analyse piézométrique des ouvrages et de leurs caractéristiques ainsi que celles des émergences de l'Étang Saint-Paul montrent que l'on peut distinguer trois sous-ensembles :

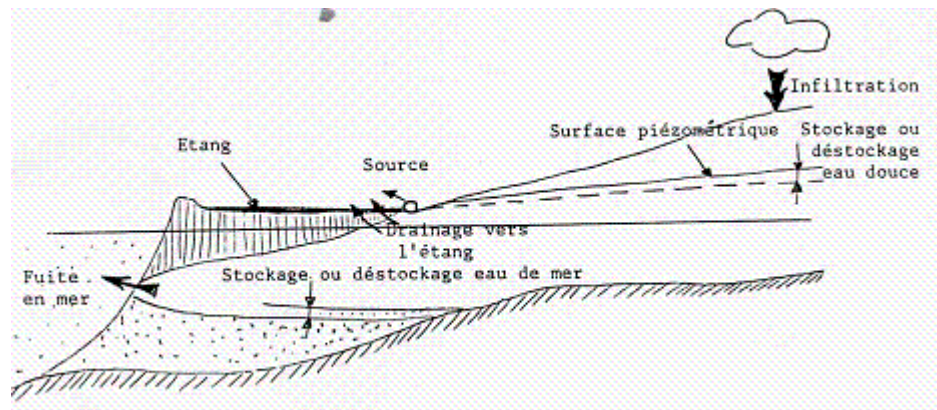
- Au Nord de la zone : une nappe supérieure liée aux infiltrations de la Ravine la Plaine ;
- A proximité de l'étang, au Nord : la nappe de Savanna ;
- En amont de l'étang : la nappe volcanique de la planèze de Saint-Paul présentant des caractéristiques hétérogènes avec des circulations préférentielles par des fissures.





L'analyse piézométrique des ouvrages et de leurs caractéristiques ainsi que celle des émergences de l'Etang Saint-Paul permettent de mettre en évidence le fonctionnement hydrogéologique du secteur.

Figure 28 : Hydrogéologie de la zone de Saint -Paul



Source : Coupe issue des travaux d'Armines (1993)

De manière générale, les eaux s'infiltrent sur la planèze ou à la faveur d'accidents topographiques (ravines, pieds de planèze). Les eaux souterraines circulent ensuite à la faveur de niveaux imperméables locaux (paléosols). Confrontées à des variations importantes de perméabilité à l'approche des alluvions côtières, les eaux souterraines donnent lieu aux sources de débordement de la route du Tour des Roches.

5.1.4.5.2 Caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines

5.1.4.5.2.1 Stations de mesure et paramètres suivis

Sur le bassin versant de l'Etang de Saint-Paul, seule la DRASS possède un réseau de mesures.

Tableau 84 : Stations de mesure des Eaux Souterraines - bassin versant de l'Etang de Saint-Paul

Réseau de mesures	Nom usuel de la station	Code	Paramètres suivis
DRASS	Puits Grande Fontaine	327	Nitrates et pesticides.
	Puits Bouillon	332	
	Forage Omega	337	
	Forage des trois Chemins F5	525	
	Forage Renaud	608	
	Forage des trois Chemins F5 bis	638	
	Forage des trois Chemins F5 ter	639	
	Forage FRH16	796	

5.1.4.5.2.2 Résultats

Contamination saline des eaux souterraines

La présence d'eau contaminée par le sel est mise en évidence au travers des forages où les mesures de conductivité réalisées à différentes profondeurs indiquent une stratification liée à la présence du biseau salé.

5.1.4

BASSIN VERSANT DE L'ETANG DE SAINT-PAUL



Elle est également observée au niveau de certaines émergences du Tour des Roches.

La nappe d'eau douce captée par les différents forages de la zone est en équilibre sur de l'eau salée.

L'interface eau douce/eau salée n'est jamais franche : une zone de transition de plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur les sépare.

Au Nord de la zone, la pente du biseau salé est raide. Le sel serait trouvé à – 80 m NGR à environ 400 m de la côte.

Sur la bordure côtière du cône alluvial de la Ravine de la Plaine, l'interface salée pénètre largement à l'intérieur des terres sous l'influence et la proximité de l'Etang Saint-Paul.

La quasi-totalité des émergences de l'Etang de Saint-Paul correspond à des griffons d'eau contaminés par le sel. La contamination est plus ou moins importante en fonction du débit de l'émergence et de sa localisation. Les plus fortes conductivités se trouvent au niveau des sources du Moulin où elles atteignent plus de 3 000 µS/cm.

Seules les émergences au niveau du Bras de Champcourt et de la source Cresson contribuent à abaisser les teneurs en sel des eaux de l'étang du fait de leur absence de contamination saline.

Nitrates et produits phytosanitaires : contamination anthropique de l'aquifère

Tableau 85 : Résultats des paramètres suivis sur les Eaux Souterraines, moyennés sur l'année 2003 – Etang de Saint-Paul

	Nitrates (mg/l)	Pesticides
Puits Grande Fontaine	15,655	Absence
Puits Bouillon	5,528	Absence
Forage Oméga	9,848	Présence
Forage des Trois Chemins F5	23,04	Absence
Forage Renaud	2,97	Absence
Forage des Trois Chemins F5 bis	23,04	Absence
Forage des Trois Chemins F5 ter	23,04	Absence
Forage FRH16	13,72	Absence

1A	Très Bonne
1B	Bonne
2	Passable
3	Mauvais
4	Hors Classe

Sur la zone d'étude, cinq points de captage ont révélé la présence de nitrates à une concentration supérieure à 10 mg/l. Du Nord au Sud :

- Le Forage Oméga ;
- Les Forages F5, F5 bis et F5 ter – Plaine de Saint-Paul ;
- Le Puits Grande Fontaine.

Le seuil de 10 mg/l (inférieur au seuil de potabilité) a été établi considérant qu'au-delà de cette valeur la présence de nitrates à la Réunion pouvait être liée à des usages ou pratiques anthropiques.

La présence de pesticides a été constatée au niveau du forage Oméga. Cependant, sur la zone d'étude, deux points de captage ont révélé ponctuellement la présence de produits phytosanitaires : le Puits Bouillon et le Puits Grande Fontaine.

5.1.4

BASSIN VERSANT DE L'ETANG DE SAINT-PAUL



5.1.4.6 USAGES DE L'EAU

5.1.4.6.1 Usages Agricoles

Anciennement, la zone était desservie en eau d'irrigation par le canal Lemarchand. Aujourd'hui, elle l'est par le projet ILO dont l'eau est stockée dans le réservoir de Mon Repos puis distribuée sur la zone.

Remarque : la ravine Lolotte est également alimentée par le transfert puisqu'elle reçoit le trop plein des eaux du réservoir de Mon Repos

Sur la zone d'étude, il n'y a pas de forage en exploitation pour l'irrigation. Il existe des prélèvements par le biais de canaux et de puits dans l'Etang de Saint-Paul et la ravine Divon mais ils sont non organisés.

5.1.4.6.2 Usages industriels

Autrefois, les forages de l'usine de Savanna étaient exploités pour un usage industriel. Cette activité étant aujourd'hui arrêtée, il n'y a plus de prélèvement à usage industriel sur la zone.

5.1.4.6.3 Usages AEP

Huit forages sont exploités pour l'AEP.

L'exploitation totale journalière est de 25 265 m³ (chiffres de 2003). En considérant un pompage de 19h par jour, cela correspond à 0,370 m³/s.

Tableau 86 : Exploitation AEP – Etang de Saint-Paul

Ouvrages exploités pour l'AEP	Equipement (m ³ /h)	Exploitation (m ³ /j) (chiffres 2003)
Forage Omega	150	3 127
Forage FRH16	200	4 122
Forages F5, F5bis, F5ter (forages 3 Chemins)	3 x 80	3 917
Forage Renaud	250	4 849
Puits Bouillon	4x120	5 811
Puits Grande Fontaine	2x110	3 439
Total		25 265

L'exploitation de forages comme le puits Bouillon ou le puits Grande Fontaine a eu pour conséquence une diminution du débit des sources du même nom situées en aval.



5.1.4.7 BILAN GLOBAL EN EAU DE LA ZONE D'ÉTUDE

5.1.4.7.1 Pluviométrie

A l'amont de la zone, la pluviométrie moyenne est de : 1 200 mm/an

A l'aval de la zone; la pluviométrie moyenne est de : 600 mm/an

La pluviométrie est hétérogène d'un point de vue spatial.

Lors d'une année de pluviométrie moyenne, il pleut de novembre à mai.

La pluviométrie est hétérogène d'un point de vue temporel.

5.1.4.7.2 ETP

Les données moyennes d'ETP de la station Saint-Paul, située à 186m d'altitude, sont de 1 300 mm/ an.

Les données moyennes d'ETP de la station de Petite France 2, située à 1 200m d'altitude, sont de 700 mm/ an.

Ces valeurs permettent de mettre en évidence qu'une augmentation d'altitude de 100m entraîne une diminution de l'ETP de l'ordre de 60 mm/an.

5.1.4.7.3 Ruissellement

Les ravines de la zone d'étude n'étant pas pérennes, il y a ruissellement uniquement au moment des pluies.

Il existe une seule station de mesure du ruissellement sur la zone d'étude : il s'agit de la station de Bernica. Etant donné son altitude, les données ne peuvent être représentatives du ruissellement de la zone.

Les études réalisées antérieurement ont estimé que le ruissellement direct de la zone pouvait être compris entre 30 et 40 % de la pluie efficace.

5.1.4.7.3.1 *Ruissellement à l'amont de la zone*

Par observation, les sommets du Maïdo sont très sensibles au ruissellement, présent dès qu'il pleut. Il s'atténue fortement à l'aval où la végétation s'intensifie.

5.1.4.7.3.2 *Ruissellement à l'aval de la zone*

Par observation, il existe une forte infiltration en pied de planèze. A cet endroit, le ruissellement disparaît : il faut une pluviométrie journalière supérieure à 80 mm/j pour voir couler les cascades du Tour des Roches.



5.1.4.7.4 Bilan des infiltrations

5.1.4.7.4.1 Pluviométrie/ ETP

- A l'amont de la zone d'étude :

Pluviométrie > ETP donc la pluie efficace est positive : il y a potentiellement ruissellement et infiltration.

- A l'aval de la zone d'étude :

Pluviométrie < ETP donc la pluie efficace est négative : il n'y a ni ruissellement, ni infiltration sauf au moment des fortes pluies.

5.1.4.7.4.2 Résultats

Les bilans réalisés jusqu'à présent restent imprécis car ils ont été effectués au pas de temps mensuel alors que la pluviométrie est temporellement très hétérogène.

Les résultats les plus précis obtenus jusqu'à présent sont les suivants :

Tableau 87 : Valeurs de la pluviométrie sur le bassin versant de l'Etang de Saint-Paul

	En fonction de l'altitude	Moyenne
Pluie totale annuelle	650 à 1550 mm	1150 mm
Pluie efficace annuelle	100 à 850 mm	524 mm

Remarque : calculs issus du modèle du BRGM sur la période 1971 à 1995

Ruissellement direct

On estime un ruissellement direct compris entre 30 et 40 % de la pluie efficace.

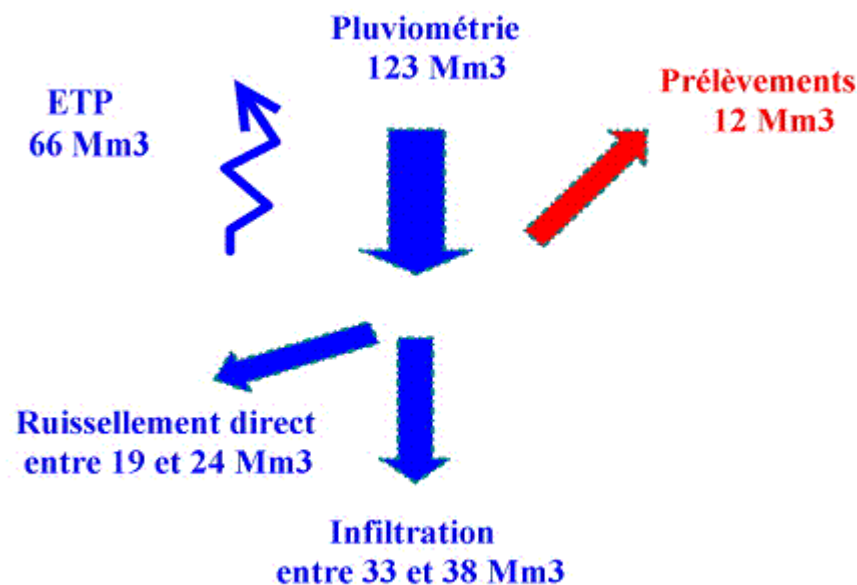
Cela correspond à un ruissellement direct compris entre 157 et 209 mm.

Infiltration totale

L'infiltration totale est ainsi comprise entre 315 et 367 mm/ an.

La superficie de la zone d'étude étant de 106 km², on obtient un volume total d'infiltration compris entre 33 390 000 et 38 902 000 m³/an ce qui correspond en m³/s à une **infiltration fictive continue comprise entre 1,060 et 1,235 m³/s.**

Figure 29 : Répartition globale des ressources sur l'Etang de Saint-Paul





5.1.4.7.5 Sorties du système

Approche des sorties du système : 2003

- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| • exutoire de l'étang (novembre 2003) | 0,08 m ³ /s |
| • galerie Mafate | 0,11 m ³ /s |
| • prélèvements AEP forages (2003) | 0,37 m ³ /s |

Total : 1,28 m³/s

En sortie du système, il est possible de comptabiliser 1,280 m³/s. La valeur réelle est supérieure puisque le débit à l'exutoire de l'Etang Saint-Paul a été considéré à l'étiage et qu'une partie des sorties du système a lieu en mer : exutoire certain de la nappe de la Ravine la Plaine, de la nappe de Savanna et de la nappe de la Planète. On ne connaît pas son ampleur.

Le bilan précédent, indiquant une infiltration fictive continue comprise entre 1,060 et 1,235 m³/s, sous estime donc cette valeur. On peut en effet considérer qu'une partie du ruissellement (écartée entièrement pour le calcul de l'infiltration) est en réalité réinfiltrée en pied de planète au moment des fortes pluies : il faudrait donc ajouter cette partie à l'infiltration.

De ces résultats, on peut également déduire que le système est dans un état d'équilibre.

5.1.4.8 VULNERABILITE DES EAUX

5.1.4.8.1 Vulnérabilité des eaux souterraines

Les eaux souterraines sont vulnérables :

- Vis à vis de la contamination saline.

Elles sont sensibles à l'exploitation de l'aquifère :

- Vis à vis des nitrates et des produits phytosanitaires.

Elles sont sensibles aux pressions urbaines et agricoles.

5.1.4.8.2 Vulnérabilité des eaux de surface

L'Etang Saint-Paul est répertorié dans le SDAGE dans la liste des écosystèmes aquatiques continentaux remarquables qui méritent une attention particulière.

Toute la partie centrale de l'étang comprenant le marais, l'étang, la forêt domaniale au nord de l'étang et la Ravine Bernica est identifiée au SAR et au SMVM comme espace naturel remarquable du littoral à préserver.

La zone de l'étang et du marais ainsi que les ravines sont inventoriées en ZNIEFF de type 1 ou 2.

Le système aquatique en relation avec l'étang est également considéré comme aquifère stratégique au sens du SDAGE.

Les deux éléments fondamentaux qui conditionnent la diversité écologique du site sont l'eau et la salinité. Un déséquilibre de l'un des deux paramètres entraînerait un impact sur le milieu naturel.



5.1.4.9 ECOSYSTEME DE L'ETANG DE SAINT-PAUL

5.1.4.9.1 Intérêt écologique et piscicole

L'Etang de Saint-Paul se caractérise par la présence de deux entités écologiques majeures : le complexe étang-marais peuplé de formations végétales littorales et de zones humides, puis les formations végétales xérophiles qui colonisent les ravines autour de l'étang, Savanna et la Plaine Défaud.

Les travaux de RICOU (1996) et de la SEOR (2001) ont permis d'affirmer la richesse spécifique des écosystèmes de l'Etang de Saint-Paul où il est recensé :

- **Botanique** : 151 espèces (13 associations) dont 39 d'intérêt et 22 remarquables
- **Avifaune** : 28 espèces dont 17 d'intérêt patrimonial (indigènes, endémiques ou protégées) ;
- **Entomofaune** : plus de 345 espèces d'arthropodes dont 330 espèces d'insectes
- **Ichtyofaune** : 18 espèces de poissons (marines / dulcicoles / migratrices), 6 de macrocrustacés
- **Reptiles et amphibiens** : 4 espèces de reptiles dont une protégée (le Caméléon), 2 espèces d'amphibiens
- **Mammifères** : 6 espèces dont deux Chauves-souris protégées (Taphien de Maurice et Petit molosse)

La zone est désormais dominée par des formations de type prairies à Papyrus qui envahissent rapidement les canaux sinueux de la zone marécageuse (croissance de 1 ha/an environ).

Présence également de nombreuses autres espèces introduites qui viennent coloniser le milieu au détriment de taxons autochtones.

Espèces de vertébrés protégées recensées sur le site :

Tableau 88 : Espèces vertébrés protégées au titre de la loi du 10 juillet 1976 – Etang de Saint-Paul

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Origine	
<i>Actitis hypoleucos</i>	Chevalier guignette	Migrateur	A
<i>Butorides striatus</i>	Héron strié	Indigène	
<i>Calidris ferruginea</i>	Bécasseau cocorlis	Migrateur	
<i>Circus maillardi</i>	Busard de Maillard	Endémique Réunion	
<i>Collocalia francica</i>	Salagane	Endémique Masc.	
<i>Columba picturata</i>	Tourterelle malgache	Introduit ?	
<i>Gallinula chloropus</i>	Poule d'eau	Indigène	
<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	Migrateur	
<i>Mumenius phaeopus</i>	Courlis corlieu	Migrateur	
<i>Phaethon lepturus</i>	Paille en queue	Indigène	
<i>Phedina borbonica</i>	Hirondelle de Bourbon	Endémique Masc.	
<i>Puffinus iherminieri</i>	Petit Puffin de Baillon	Endémique Réunion	
<i>Puffinus pacificus</i>	Puffin du pacifique	Indigène	
<i>Zosterops borbonica</i>	Oiseau lunette gris	Endémique Réunion	
<i>Zosterops olivecea</i>	Oiseau lunette vert	Endémique Réunion	
<i>Tadarida acetabulosa</i>	Molosse	Indigène	Mammifère
<i>Taphosous mauritanus</i>	Taphien de Maurice	Indigène	

Source : O.COCHOU ; Avril 2003

La grande richesse écologique du site de l'Etang de Saint-Paul réside donc dans la mosaïque de biotopes que forment ses nombreuses formations végétales, des milieux humides vers les milieux les plus secs.

Certaines formations sont uniques sur l'île : la Papyraie, la submangrove et les prairies hygrophiles.

5.1.4.9.2 Tendances évolutives de l'écosystème

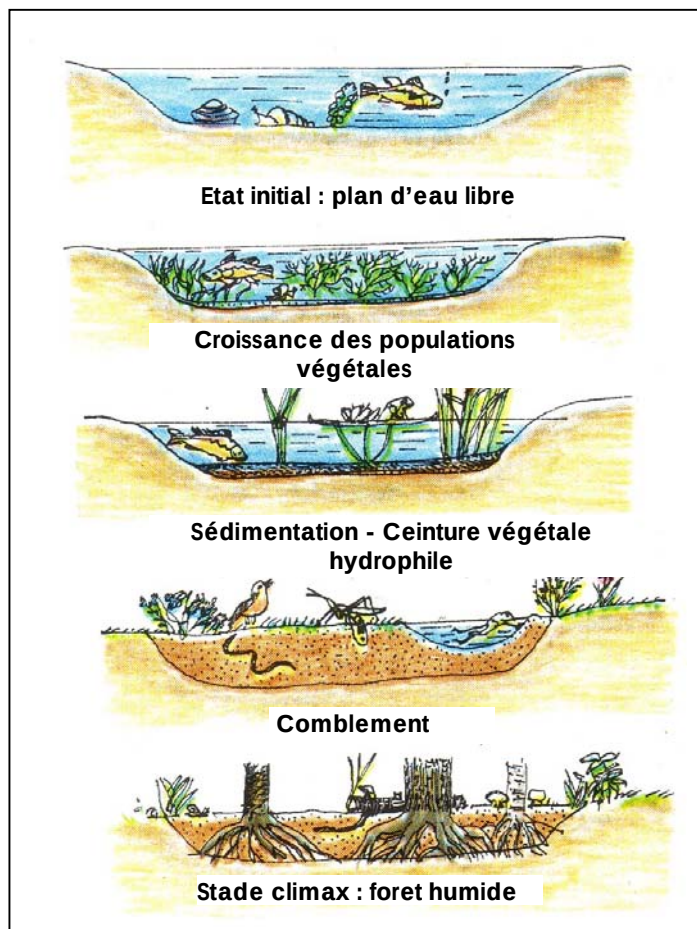
5.1.4.9.2.1 Origines

Formé par l'accumulation d'alluvions et de colluvions provenant du cirque de Mafate et acheminées par la Rivière des Galets, l'Etang de Saint-Paul a pris à ses origines la forme d'une lagune qui va isoler



la falaise terminale de l'influence océanique. Un vaste plan d'eau libre est alors créé.

Figure 30 : Le phénomène d'atterrissement



Source : FISCHESSE ; Guide illustré de l'écologie ; 1998

La transition vers un système d'étang sera la conséquence d'apports éoliens et sédimentaires.

La forte production biologique du milieu, parallèlement à des flux sédimentaires terrigènes ponctuels mais très massifs (épisodes cycloniques) sera ensuite favorable à la prolifération végétale d'un milieu devenu marais.

La croissance de ces peuplements hydrophiles ne fait que précipiter le processus d'atterrissement de la zone humide dont les surfaces d'eau libre sont en constante diminution.

5.1.4.9.2.2 Facteurs d'évolution

Ces successions, bien que naturelles, ont été fortement accélérées par des activités anthropiques anciennes et prospères dans la zone. Elles sont responsables de :

Défrichements massifs : ils ont entraîné une érosion rapide des sols et contribué ainsi au comblement de la zone humide ; ils impliquent d'une manière générale la disparition ou la régression d'espèces et d'habitats ; ils freinent l'écosystème dans l'élaboration de son réseau trophique et nuisent ainsi à sa biodiversité.

Introduction d'espèces allochtones : volontaire ou involontaire (aquaculture, Ecrevisses australiennes), elle se traduit par un risque fort de prolifération et de colonisation de niches écologiques au détriment d'espèces indigènes.

Artificialisation du milieu : les constructions de digues, de routes sont venues perturber l'intégrité hydrologique (stagnation des eaux en aval des digues et déficit de l'alimentation en eaux en amont), écologique (création d'isolats, rudéralisation de la végétation, assèchement du milieu, altération des caractéristiques du sol dans le secteur de Savanna), et paysagère du milieu. La croissance de zones urbaines au dépend d'espaces naturels ou agricoles se traduit également par de nombreuses nuisances (assainissement inefficace, rejets directs, eaux pluviales polluées, déchets, ...).

5.1.4

BASSIN VERSANT DE L'ETANG DE SAINT-PAUL



Développement des activités agricoles : à l'origine de défrichements, de pollutions diffuses liées aux pesticides et engrais, et d'un drainage irraisonné de parcelles à sols tourbeux anoxiques.

Au niveau du point de rejet de ces eaux de drainage, les eaux sont très fortement concentrées en oxydes de fer et populations bactériennes, entraînant la dégradation de biotopes favorables à la croissance de l'avifaune et un risque de pollution des sites situés en aval.

Prélèvements pour l'alimentation en eau : impact du pompage sur les débits globaux de l'étang qui est probablement à l'origine du tarissement significatif que présentent actuellement les résurgences (à mettre éventuellement en corrélation avec des déficits pluviométriques).

Malgré cela, la zone humide de Saint-Paul présente toujours un réel intérêt et potentiel environnemental, à proximité d'un pôle urbain croissant (310 hab./km²) et dans une zone de plaine consacrée en grande majorité à la culture de la canne à sucre.

De nombreux projets affectent la zone : la définition de mesures de protection contre les crues de la Ravine la Plaine (SAFEGE, étude en cours), l'installation d'un seuil visant à réguler les échanges hydriques entre l'océan et l'étang (SOGREAH, étude en cours), la création de l'échangeur et du viaduc de Saint-Paul ville pour le tracé de la route des Tamarins (SCETAUROUTE, travaux imminents), et les aménagements urbains avec la création d'une station d'épuration (80 000E.H) à Cambaie.

5.1.4.9.3

Mesures de protection et mode de gestion.

Tableau 89 : Mesures de protection de l'Etang de Saint-Paul

Outils opérationnels (cf. Carte 45)		
Site classé (loi du 2 mai 1930)	Ravine Bernica (134 ha)	Surveillance rigoureuse du site Modification de l'état ou aspect du site interdite, sauf autorisation spéciale
Périmètre de protection de captage	Bordure Est étang : 6 périmètres validés, 3 arrêtés	Toutes activités sont interdites dans le périmètre de protection immédiate, réglementées en périmètre rapproché et éloigné
Forêt de protection	Espaces boisés littoraux	Gestion des peuplements forestiers par l'ONF
Espaces naturels sensibles	Etang de Saint- Paul et périphérie	Zone de préemption (405 ha) approuvée pour maîtrise foncière du site par le Conseil Général
Monuments historiques inscrits	Grande maison et cheminée de l'usine de Savanna	Périmètre de protection de 500 m dans lequel toute modification est soumise à avis du directeur des affaires culturelles
S.A.R./S.M.V.M ³⁷ .	Zone centrale de l'étang	Espace remarquable du littoral à préserver
Atlas des espaces naturels (Loi Littoral)	Etang de Saint- Paul	Intérêt écologique très fort & paysage exceptionnel
Inventaires ZNIEFF (cf. Carte 46)		
ZNIEFF Type I	Etang de Saint Paul (390 ha)	Végétation marécageuse littorale
	Seuil étang (3ha)	Submangroves
ZNIEFF Type II	Etang de Saint- Paul et Ravines	Grand ensemble naturel d'intérêt écologique
Procédures en Cours		
Réserve Naturelle Nationale	Etang de Saint- Paul (449 ha)	Distinction d'une Zone centrale de protection forte et de Zones de protection périphériques Plan de gestion établi pour 5 ans Aquaculture et ski-nautique maintenus Avancement : phase de consultation locale préalable achevée

³⁷ Schéma de Mise en Valeur de la Mer



La protection de l'Etang de Saint-Paul est en partie assurée par différents outils. Cette protection reste partielle actuellement d'où le projet de Réserve Naturelle.

Le foncier qui entoure l'Etang de Saint-Paul est principalement privé. Le Conseil Général mène actuellement une procédure d'acquisition au titre des Espaces Naturels Sensibles.

A noter que l'ONF est gestionnaire des berges domaniales forestières de l'Etang.

Le problème de la gestion du niveau de l'Etang fait l'objet d'une étude de la Mairie de Saint-Paul pour installer un seuil à hauteur variable sous le Pont de la RN 1.



5.1.5 RAVINE SAINT-GILLES

A RETENIR

Les ressources de la Ravine Saint-Gilles ont fait l'objet de nombreuses mesures sans pour autant avoir défini des valeurs de référence. Même s'il existe une incertitude des volumes mobilisables en fonction des cycles hydrologiques, ses ressources sont fortement exploitées.

Toutefois, il reste à identifier le bassin versant hydrogéologique de ce système, ce qui conduira à préciser d'autant les limites avec la zone d'alimentation des nappes côtières.

La Ravine Saint-Gilles est peuplée d'une forêt tropicale héliophile, remarquable par sa structure et sa richesse biologique car entourée de Savanes herbacées aux potentialités écologiques réduites.

Les points d'eau et les remparts offrent un habitat pour de nombreuses espèces de vertébrés protégées au titre de la Loi du 10 juillet 1976 (5 oiseaux et 2 mammifères).

La densité et la richesse du cours d'eau en macro-crustacés sont importantes. Le peuplement de poissons est stable (160 ind./100m²).

L'intense fréquentation des bassins, les défrichements massifs du bassin versant, la pression de l'urbanisation sont venus perturber ce milieu désormais isolé.

5.1.5.1 DELIMITATION

Le bassin versant de la Ravine Saint-Gilles, s'étend de la Ravine Bernica à la Ravine de l'Hermitage. Il fait 31,3 km².

Au Nord, se trouve le système de l'Etang de Saint- Paul et au Sud, celui des nappes côtières s'étendant du Sud de Saint-Gilles jusqu'à Saint-Leu.

L'amont de la zone est caractérisé par de nombreuses ravines prenant naissance sur la planèze et confluant vers la Ravine Saint-Gilles. Celle-ci entaille profondément les terrains dans sa partie basse. Elle représente l'exutoire du bassin versant.

La limite nord du bassin versant couramment admise correspond à la Ravine Bernica.

Le bassin versant hydrologique ne correspond pas à la totalité des apports d'eau. En effet, les écoulements souterrains alimenteraient en partie la ravine Saint-Gilles. Le bassin hydrogéologique remonterait alors jusqu'au Grand Benare, qui constitue par ailleurs la limite sud de la zone d'apport.

5.1.5.2 DONNEES DISPONIBLES

5.1.5.2.1 Données météorologiques et hydrologiques

- Données pluviométriques de Météo France : 3 postes pluviométriques : Saint-Gilles les Bains (5 m d'altitude), Musée de Villèle (370 m d'altitude) et Tan Rouge (650 m d'altitude).
- Données d'ETP de Météo France et du CIRAD : Il n'y a pas de poste d'ETP sur la zone. Les postes les plus proches sont au Nord, la station Saint-Paul (CIRAD) et la station Petite France 2 (Météo France) et au Sud la station Saint- Leu et la station Piton Saint Leu (CIRAD).
- Données de l'OLE : Plus de dix de points de suivi d'émergences et trois points de mesures piézométriques, un point de suivi de puits AEP. Les données de l'OLE se situent sur le linéaire pérenne de la zone d'étude.
- Données Banque des Données du Sous-Sol : Douze fiches de puits et forages dont cinq forages entre 400 et 500 m d'altitude, 35 fiches de sondages.
- BCEOM (juin 1998) : Dossier de demande d'autorisation de prélèvement dans la Ravine Saint-Gilles au titre de la loi sur l'eau.

5.1.5.2.2 Etudes de Références

- BCEOM (juin 1998) : Dossier d'Enquête Publique préalable à la Déclaration d'Utilité Publique des captages AEP de la Ravine Saint-Gilles

5.1.5.

RAVINE SAINT-GILLES



- ANTEA (juin 2002) : Route des Tamarins – étude hydrogéologique
- Thèse de Jean Lambert JOIN (1991) : Caractérisation hydrogéologique du milieu volcanique insulaire – le Piton des Neiges – Ile de la Réunion

5.1.5.2.3 Etat des connaissances

Le secteur de la Ravine Saint-Gilles a fait l'objet de travaux universitaires qui ont conduit à une thèse et à des cartographies géologiques précises.

Des travaux anciens avaient également conduit à la réalisation de forages à des altitudes comprises entre 400 et 500 m et sur le littoral.

De fait la problématique de la connaissance se pose aujourd'hui en terme de :

- Délimitation du bassin versant hydrogéologique de la Ravine Saint-Gilles,
- Données de références (débits de référence du cours d'eau).

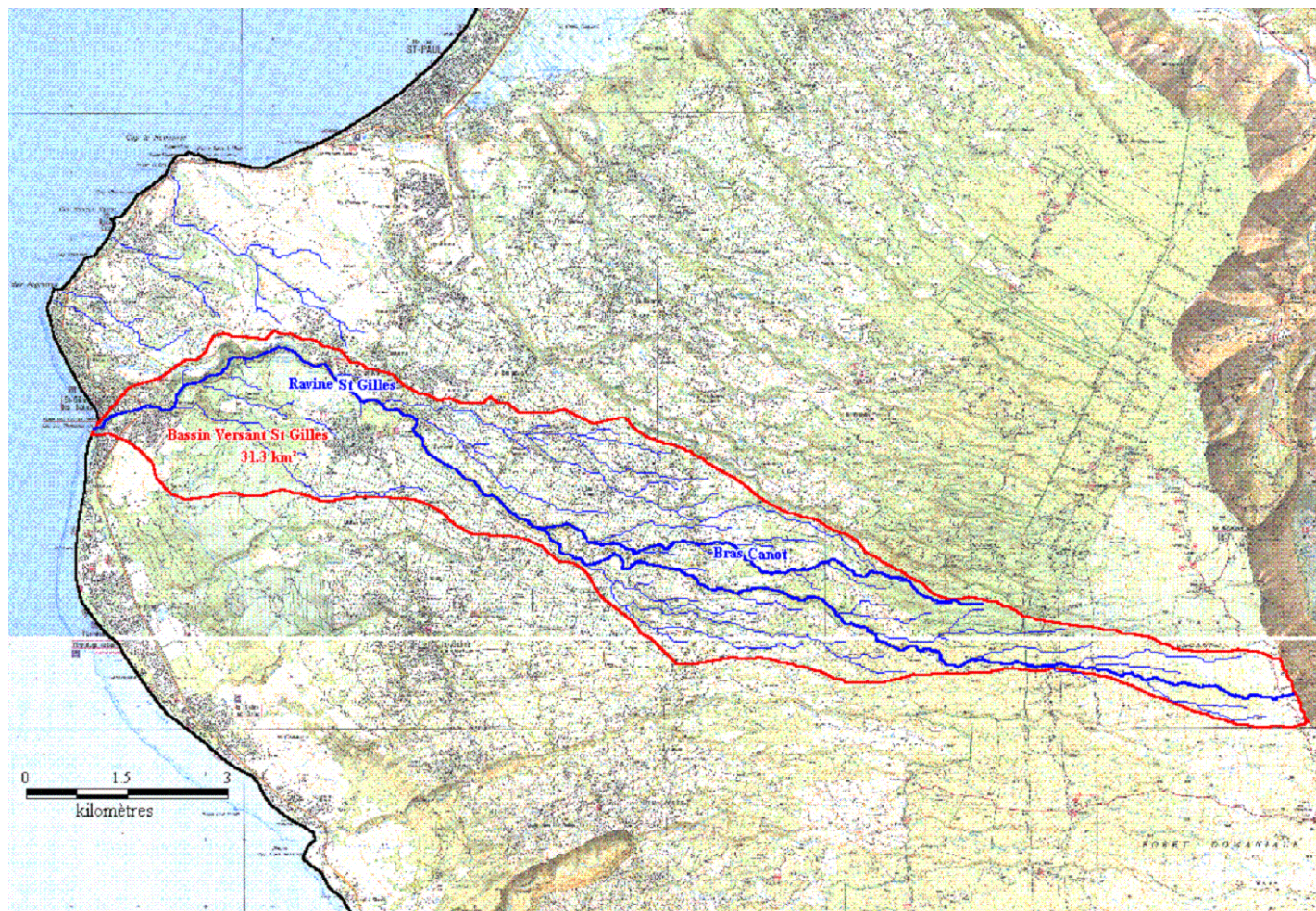
5.1.5.2.4 Ecologie

- Atlas des espaces naturels du littoral de l'île de la Réunion ; DIREN ; DDE ; Décembre 1991
- Plan de gestion « Rocher des Colimaçons / littoral de Trois-Bassins » ; CELRL ; CYATHEA ; Juin 2002
- Suivis hydrobiologiques des rivières réunionnaises - Résultats année 2000 ; Conseil Régional ; OLE ; 2001
- Réseau Piscicole - synthèse 2003 ; DIREN ; ARDA ; 2003
- Inventaire biologique des milieux aquatiques ; DIREN ; ARDA ; 1997
- Etude d'impact Route des Tamarins ; DDE ; INGEROP ; Juin 2004
- Schéma Départemental des Espaces Naturels Sensibles - Phase1 : diagnostic et priorités ; Conseil Général ; BCEOM ; 2003

- Etude de la faune vertébrée - Tamarins ; SCATAUROUTE ; SEOR ; 2002



Carte 36 : Localisation de la zone d'étude - Ravine Saint-Gilles



5.1.5.

RAVINE SAINT-GILLES



5.1.5.3 EAUX DE SURFACE

5.1.5.3.1 Réseau hydrographique

La Ravine Saint-Gilles, seule ravine pérenne du secteur, constitue le réseau hydrographique principal.

Il existe un réseau secondaire, peu dense, apparaissant à la faveur de rupture de pente et rejoignant la Ravine Saint-Gilles.

La Ravine Saint-Gilles fait l'objet de mesures ponctuelles de débit par l'OLE. Les autres ravines, non pérennes, ne disposent pas de données.

Ces mesures indiquent une certaine constance des débits du cours d'eau en dehors des périodes de fortes précipitations.

Le tarissement est très régulier suivant un même cycle hydrologique et témoigne d'une alimentation par émergences tamponnées.

5.1.5.3.2 Fonctionnement de l'estuaire hydrologique

Anciennement, l'embouchure de la Ravine Saint-Gilles constituait un marais. Avec les travaux du port de Saint-Gilles, la partie aval de la ravine a été canalisée. Le fonctionnement initial prévoyait en cas de crue moyenne, le débordement de la ravine dans le port. Actuellement, pour éviter le transfert vers le port des débris charriés par la ravine, on préfère percer le cordon dunaire pour faciliter un écoulement direct vers la mer sans passer par le port.

Le cumul de l'endiguement de la ravine, de la suppression des zones tampon naturelles et du mode de gestion actuel de l'exutoire favorise le transfert de polluants vers le milieu marin.

5.1.5.3.3 Alimentation de la Ravine Saint-Gilles

Les émergences d'eaux souterraines constituent hors période de pluie l'intégralité de l'alimentation de la Ravine Saint-Gilles.

Les premières émergences de sources apparaissent au droit du Bassin Bleu, vers 225 m d'altitude. Les débits sont faibles et ne permettent pas d'assurer un écoulement dans la ravine.

A l'aval, d'importantes émergences d'eaux souterraines apparaissent en pied de rempart, au niveau du Bassin Malheur (cote 150 m). Elles permettent d'assurer une continuité hydraulique jusqu'à la mer.

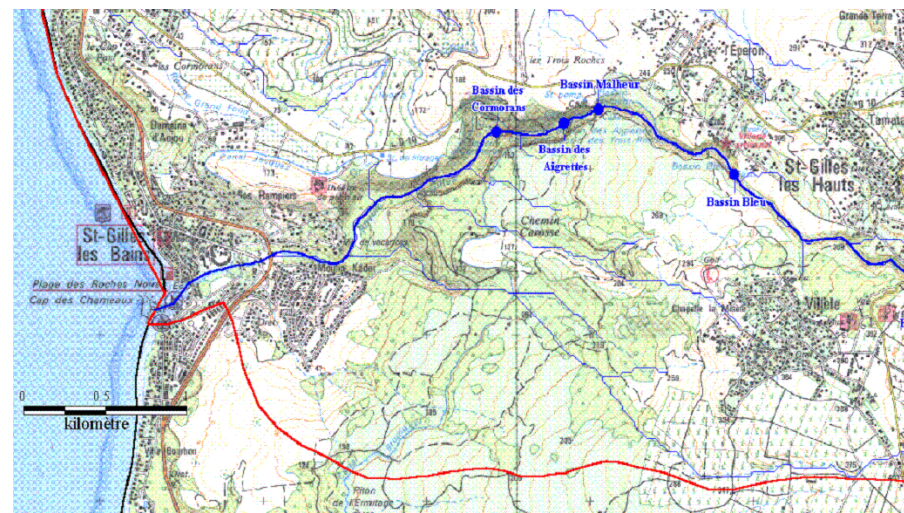
A la faveur de chaque rupture de pente, des apports de débit sont constatés. Ils atteignent au total environ 0,600 m³/s correspondant au débit total de la ravine.

70% du débit provient de la zone des bassins.

Dès le Bassin Malheur, ces eaux font l'objet de dérivation à des fins d'eau potable et d'irrigation. Un débit réglementaire de 0,046 m³/s est réservé à l'aval des captages.

La ravine canalisée traverse ensuite Saint-Gilles où elle stagne à l'amont de la plage, le trop plein s'écoulant dans le port de Saint-Gilles.

Carte 37 : Localisation des bassins de la Ravine Saint -Gilles



5.1.5. RAVINE SAINT-GILLES



5.1.5.3.4 Caractéristiques physico-chimiques et hydro-biologiques des eaux de surface

5.1.5.3.4.1 Stations de mesure et paramètres suivis

Les eaux des sources de la Ravine Saint-Gilles présentent une excellente minéralisation traduisant un trajet souterrain important.

Dès que le parcours des eaux devient superficiel, les caractéristiques physico-chimiques des eaux se dégradent.

Des sources de pollutions bactériologiques ont notamment été mises en évidence entre les points d'émergences et les points de captage.

La qualité physico-chimique de la Ravine Saint-Gilles est notamment suivie par l'OLE au niveau du Verrou, du pont de la RN1 et du Bassin Bleu. Il existe trois ouvrages AEP de prise d'eau suivis pas la DRASS.

Tableau 90 : Stations de mesure des Eaux Superficielles - bassin versant de la Ravine Saint-Gilles

Réseau de mesures	Nom usuel de la station	Code	Paramètres suivis
OLE	Pont RN1 (SG3)	15034	Physico-Chimiques : - Concentration en (*) : NO_3^- , PO_4^{2-} , NO_2^- , Oxygène, NH_4^+ , Azote Khejda**, phosphores totaux** ; - Taux de saturation en O_2 ; - Oxydabilité ; - MES** ; - Coliformes thermotolérants et Streptocoques fécaux. Biologiques : - Variété** ** excepté Bassin Bleu
	Verrou (SGi)	15035	
	Bassin Bleu	16017	
DRASS	Bassin Aigrettes	328	Concentration en nitrates et pesticides (sauf Verrou)
	Bassin malheur	333	
	Verrou	733	

(*) MES : Matières en Suspension ; NO_3^- : nitrates ; NO_2^- : nitrites ; NH_4^+ : ammonium ; PO_4^{2-} : Phosphates ; O_2 : oxygène.

5.1.5.3.4.2 Résultats et tendances

Tableau 91 : Résultats des paramètres suivis sur les Eaux Superficielles, moyennés sur l'année 2003 – Ravine Saint-Gilles

	Bassin Aigrettes	Bassin Malheur	Verrou	Pont RN1 (SG3)	Verrou (SGi)	Bassin Bleu
Pesticides	Absence	Absence	-	-	-	-
Oxygène (mg/l)	-	-	-	8,6043	10,214	4,98
Taux de saturation en Oxygène (%)	-	-	-	97,64	113,26	55,9
Phosphates (mg/l)	-	-	-	0,055	0,032	0,13
Phosphore Total (mg/l)	-	-	-	0,867	0,098	-
Nitrates (mg/l)	7,1675	8,378	4,925	4,8488	5,916	3,065
Nitrites (mg/l)	-	-	-	0,0075	0,006	0,035
Ammonium (mg/l)	-	-	-	0,0288	0,036	0,055
Azote Khejda (mg/l)	-	-	-	1,177	1,044	-
Oxydabilité (mg/l de O_2)	-	-	-	1,025	1,184	0,915
Matière En Suspension	-	-	-	1,683	4,64	-
Coliformes thermotolérants	-	-	-	225	198	200
Streptocoques fécaux	-	-	-	89	93,2	75
Variété (nombre de taxons)	-	-	-	16	12	-

1A	Très Bonne
1B	Bonne
2	Passable
3	Mauvais
4	Hors Classe

D'après les valeurs moyennes des paramètres, les eaux de la Ravine Saint-Gilles sont globalement de bonne qualité au Pont de la RN1 et au Verrou.

Les eaux du Bassin Bleu sont de qualité moindre, en particulier sur la teneur en oxygène et le taux de saturation. Ces anomalies restent ponctuelles et ne se retrouvent pas les années précédentes.

5.1.5.

RAVINE SAINT-GILLES

Au niveau des stations de la RN1 et du Verrou, les calculs des indices de qualité selon la méthodologie SEQ-Eau montrent que sur de nombreuses altérations, les eaux sont de bonne qualité. Néanmoins, du point de vue des micro-organismes, la qualité est considérée comme « passable ».

C'est une anomalie récurrente sur les années précédentes avec des classes de qualité variant de « bonne » à « passable ».

Figure 32 : Classes et indices de qualité de la station du Pont de la RN1 (15034)

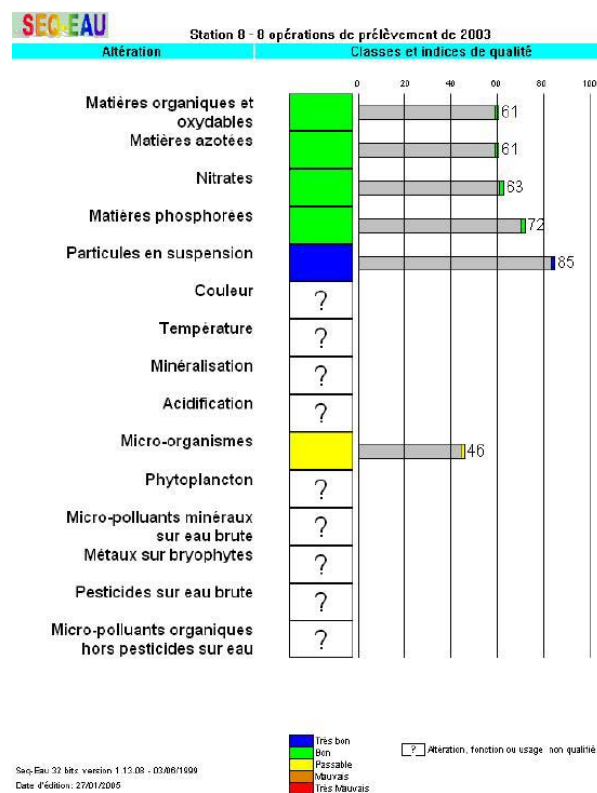
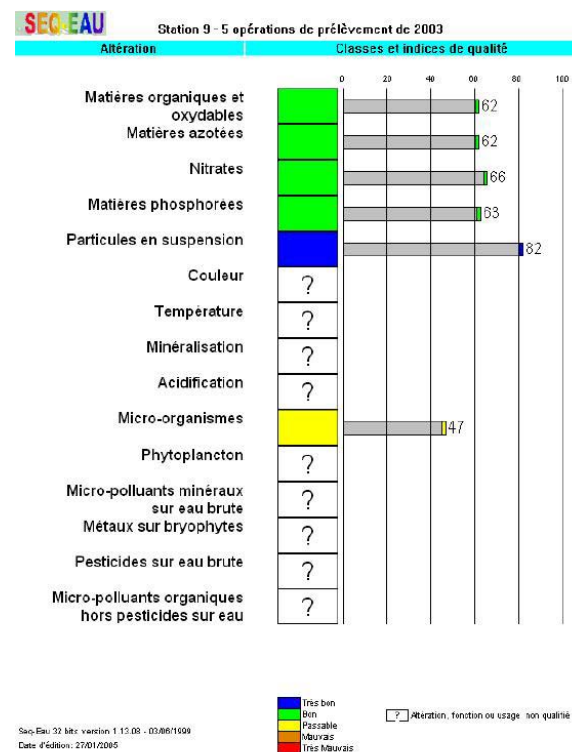


Figure 33 : Classes et indices de qualité de la station du Verrou (15035)



Sur ces stations, la variété biologique est « moyenne » à « élevée ». Depuis 1998, au niveau du pont de la RN1, la richesse ne présente pas de réelle tendance. La valeur la plus basse a été observée en 2001 avec une variété biologique « faible », égale à neuf. En revanche, au Verrou, le nombre de taxons diminue progressivement.



5.1.5.

RAVINE SAINT-GILLES



5.1.5.3.4.3 Conclusion

Les teneurs en nitrates sont comprises entre 3 et 15 mg/l au niveau du Verrou. Les teneurs en phosphates sont inférieures à 0,20 mg/l sur la Ravine Saint-Gilles. L'évolution de sept paramètres physico-chimiques (conductivité, saturation en O₂, oxydabilité, matières en suspension, nitrates, phosphore et coliformes) permet d'indiquer une qualité passable des eaux à ces deux endroits. Les paramètres les plus pénalisants sont les bactéries et les matières en suspension. La qualité est particulièrement mauvaise au niveau du pont de la RN1.

5.1.5.4 EAUX SOUTERRAINES

5.1.5.4.1 Contexte hydrogéologique et comportements piézométriques

5.1.5.4.1.1 Deux aquifères recensés sur la zone

L'aquifère principal se situe dans les **coulées d'océanites de phase II**, très fortement diaclasés. Ces coulées reposent sur des alluvions anciennes argilisées peu perméables, au fond d'une ancienne paléo-ravine, creusée dans les tufs de Saint-Gilles. Le contact coulées/alluvions argilisées donne naissance aux émergences visibles dans la Ravine Saint-Gilles.

Les caractéristiques hydrochimiques des différentes émergences sont concordantes et les eaux présentent une conductivité moyenne de 145 µS/cm, prouvant une circulation souterraine relativement longue et profonde.

L'unicité de la structure aquifère qui donne lieu aux émergences de la ravine a été prouvée par injection de fluorescéine entre le Bassin Malheur et le Bassin des Aigrettes (Bocquée, 1980).

Ce contact a également été identifié au niveau du Puits Bassin Malheur.

Il existe une autre nappe souterraine au sein des **tufs de Saint-Gilles** qui forment le mur des écoulements souterrains. Elle a été mise en évidence au niveau des deux forages suivis par l'OLE : le sondage dit du Chemin Carrosse et le sondage de la Ravine Saint-Gilles. La conductivité de ces eaux a été mesurée à plus de 700 µS/cm prouvant l'indépendance hydrodynamique de ce système aquifère avec celui donnant lieu aux sources.

Les niveaux piézométriques relevés sur les deux forages pourtant proches traduisent un fort gradient piézométrique de la nappe vers la mer et une concordance entre les niveaux de la nappe et le niveau d'écoulement superficiel de la ravine.

5.1.5.

RAVINE SAINT-GILLES



5.1.5.4.1.2 Une nappe stratégique au sens du SDAGE

Dans le cadre du SDAGE, la nappe de Saint-Gilles est recensée comme nappe stratégique. A ce titre des mesures de prévention sont définies et visent :

- A la mise en place d'un réseau de suivi quantitatif et qualitatif de l'amont de la zone d'exploitation de la nappe ;
- A la surveillance, dans le cadre du SAGE, pour que tout projet conduisant à l'imperméabilisation de zones incluses dans l'aire d'alimentation recherche des solutions techniques permettant la ré-infiltration des eaux pluviales épurées ;
- A éviter tout risque de pollution diffuse ou accidentelle susceptible d'altérer sa qualité. Il est nécessaire de mettre en place des moyens de contrôle de l'efficacité des techniques d'épuration autonome.

5.1.5.4.2 Caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines

5.1.5.4.2.1 Stations de mesure et paramètre suivis

Une seule station de mesure est disponible sur la zone. Il s'agit du puits Bassin Malheur (16049) suivi par l'OLE au travers des paramètres Nitrates et Phosphates.

5.1.5.4.2.2 Résultats

Les eaux au niveau de la station de mesure ne présentent pas d'anomalie sur les deux paramètres suivis. La teneur en Nitrates est inférieure à 10 mg/l et les teneurs en phosphates restent dans la classe « bonne qualité ».

5.1.5.4.3 Vulnérabilité

L'épaisseur des terrains volcaniques sus-jacents à l'aquifère augmente rapidement en amont du Bassin Malheur, le gradient topographique étant plus important que celui de la nappe.

Cette configuration, les variations piézométriques lentes et le fait que les conductivités des eaux des émergences soient élevées incitent à

considérer que le secteur en amont des captages ne présente qu'une vulnérabilité faible vis-à-vis des pollutions de surface.

Ceci semble également confirmé par les résultats d'analyses indiquant des teneurs en nitrates inférieures à 10 mg/l et l'absence de produits phytosanitaires, alors que l'occupation du sol à l'amont du secteur est vecteur de sources d'apports (urbanisation et agriculture).

L'auto épuration de la nappe d'eau souterraine est assurée au cours de l'infiltration des eaux de pluies et de leur cheminement souterrain, dans les formations volcaniques jusqu'aux émergences.

En aval des zones d'émergences, la ressource en écoulement libre ne présente aucune capacité à l'auto-épuration, la nappe est très vulnérable (notamment au Bassin Malheur).

5.1.5.5 USAGES DE L'EAU

Les eaux de la Ravine Saint-Gilles sont captées par dérivation dès le Bassin Malheur à des fins d'eau potable et d'irrigation.

5.1.5.5.1 Usages AEP

Trois ouvrages sont destinés à l'alimentation en eau potable de la zone :

- Le puits AEP du Bassin Malheur en rive droite, qui permet l'alimentation du réseau "Saint-Gilles-les-Hauts".
- Le canal Jacques pour l'AEP et l'irrigation, situé en rive droite à l'aval immédiat du Bassin des Aigrettes. Concernant l'AEP, il permet l'alimentation en eau du littoral.
- Captage AEP du verrou, à l'aval du Bassin des Cormorans.

5.1.5.

RAVINE SAINT-GILLES



Figure 35 : Ouvrages AEP et débits captés – Ravine Saint-Gilles

N° BSS	Ouvrage AEP	Débit (m³/j) - Chiffres 2003
1226-6X-0049	Puits Bassin Malheur (puits)	8200
1226-6X-0075	Canal Jacques (prise d'eau AEP de surface)	10800
1226-5X-0035	Canal du Verrou (prise d'eau de surface)	2400

Au total, environ 21 400 m³/j sont captés pour l'AEP, ce qui correspond en litre par seconde à **0,250 m³/s** (chiffres considérant un captage 24h/24).

5.1.5.5.2 Usages d'irrigation

Les quatre ouvrages de la Ravine Saint-Gilles destinés à l'irrigation sont les suivants :

- Le captage du Bassin Bleu qui permet l'irrigation du golf,
- Le canal Prune situé en rive droite, à l'aval immédiat du Bassin Malheur, permet l'irrigation agricole du périmètre de la Ravine Saint-Gilles,
- Le canal de Villèle situé en rive gauche, à l'aval immédiat du Bassin des Aigrettes, dérive l'eau vers des propriétés privées,
- Le canal Jacques situé en rive droite, à l'aval immédiat du Bassin des Aigrettes participe à l'irrigation du périmètre de Grand Fond.

Figure 36 : Ouvrages pour l'irrigation et débits captés – Ravines Saint-Gilles

N° BSS	Ouvrage d'irrigation	Débit (m³/j) Chiffres 1998	Débit (m³/s) Chiffres 1998
1226-6X-0072	Canal Prune (prise d'eau de surface)	13 390	0,155
1226-6X-0073	Canal de Villèle (prise d'eau de surface)	430	0,005
1226-6X-00176	Captage du Bassin Bleu (prise d'eau de surface)	430	0,005
	Canal Jacques (prise d'eau d' irrigation de surface)	2600	0,030

Au total, environ 16 900 m³/j sont captés pour l'irrigation, ce qui correspond en litre par seconde à **0,200 m³/s** (chiffres considérant un captage 24h/24).

Au total, 0,450 m³/s sont captés pour l'AEP et l'irrigation.

5.1.5.

RAVINE SAINT-GILLES



5.1.5.5.3 Situation réglementaire des ouvrages de captage

Il existe un périmètre de protection immédiate et rapprochée des ouvrages de captage installés dans la ravine (Arrêté Préfectoral du 24 octobre 2000). Ce périmètre s'étend de l'amont du Bassin Malheur à l'aval du Verrou et couvre les versants de la ravine.

La réglementation en terme de respect des captages d'eau, impose que "toutes activités autre que celles nécessaires à l'exploitation et l'entretien des points d'eau sont interdites, et seul l'accès pédestre aux personnes non autorisées est toléré".

5.1.5.6 BILAN GLOBAL EN EAU DE LA ZONE D'ETUDE

5.1.5.6.1 Pluviométrie

A l'amont de la zone, la pluviométrie moyenne est de : 1 200 mm/an

A l'aval de la zone; la pluviométrie moyenne est de : 600 mm/an

La pluviométrie est hétérogène d'un point de vue spatial.

Lors d'une année de pluviométrie moyenne, il pleut de novembre à mai.

La pluviométrie est hétérogène d'un point de vue temporel.

5.1.5.6.2 ETP

- ETP moyenne de la station Saint-Paul (186m d'altitude) : 1 300 mm/an
- ETP moyenne de la station de Saint-Leu (220m d'altitude) : 1200 mm/an.
- ETP moyenne de la station de Piton Saint-Leu (572 m d'altitude) : 950 mm/an.
- ETP moyenne de la station Petite France 2 (1200 m d'altitude) : 700 mm/an.

Ces valeurs permettent de mettre en évidence qu'une augmentation d'altitude de 100 m entraîne une diminution de l'ETP de l'ordre de 60 mm/an.

5.1.5.6.3 Ruissellement direct

Les études réalisées antérieurement ont estimé que le ruissellement direct de la zone pouvait être compris entre 30 et 40 % de la pluie efficace.

5.1.5.6.4 Sorties du système

L'écoulement naturel de base de la Ravine Saint-Gilles (écoulement actuel + prélèvements) correspond à environ **0,600 m³/s**

5.1.5.

RAVINE SAINT-GILLES



5.1.5.6.5 Bilan global

5.1.5.6.5.1 Pluie efficace

Tableau 92 : Valeurs de la pluviométrie sur le bassin versant de la Ravine Saint-Gilles

	En fonction de l'altitude	Moyenne
Pluie totale annuelle	650 à 1550 mm	1150 mm
Pluie efficace annuelle	100 à 850 mm	524 mm

Remarque : calculs issus du modèle du BRGM sur la période 1971 à 1995 sur la zone de Saint-Paul.

5.1.5.6.5.2 Ruissellement direct

On estime un ruissellement compris entre 30 et 40 % de la pluie efficace.

Cela correspond à un ruissellement direct compris entre 157 et 209 mm

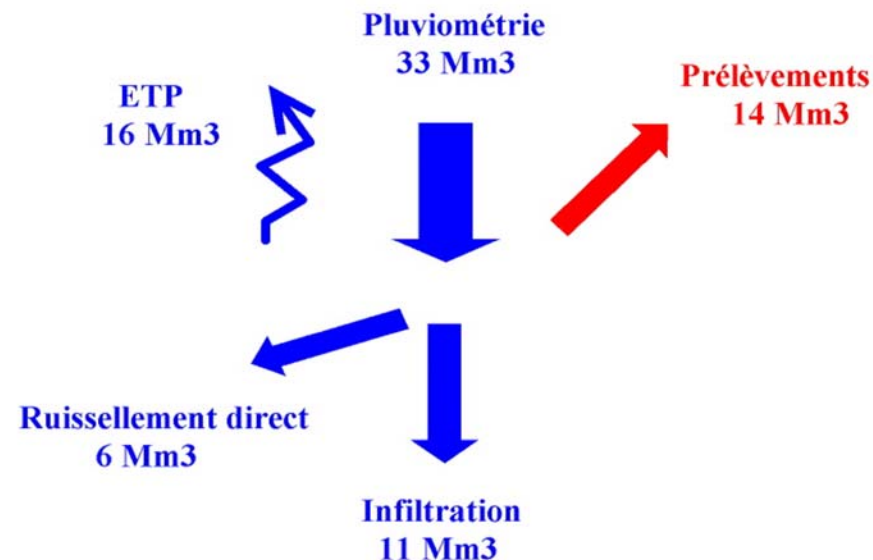
5.1.5.6.5.3 Infiltration

L'infiltration totale est ainsi comprise entre 315 et 367 mm/an.

La superficie de la zone d'étude étant de 31,3 km², on obtient un volume total d'infiltration compris entre 9 859 500 et 11 487 100 m³/an ce qui correspond en l/s à une **infiltration fictive continue comprise entre 0,310 et 0,360 m³/s.**

On obtient alors le bilan suivant :

Figure 37 : Répartition globale des ressources – Ravine Saint-Gilles



Le cumul du ruissellement direct et de l'infiltration ne suffit pas pour reconstituer les débits de la Ravine Saint-Gilles.

De ces résultats, on peut déduire que le bassin versant hydrogéologique est beaucoup plus grand que le bassin versant de surface (sur lequel le bilan des infiltrations a été déterminé). Pour atteindre les 0,600 m³/s, il faudrait un bassin versant plus grand de plus de 50 km². Ainsi, le bassin versant hydrogéologique réel doit s'étendre à l'amont vers le sud jusqu'à Trois-Bassins.

5.1.5. RAVINE SAINT-GILLES



5.1.5.7 VULNERABILITE DES EAUX

5.1.5.7.1 Vulnérabilité des eaux souterraines

Par la nature et l'épaisseur du recouvrement, la nappe apparaît relativement protégée vis à vis des sources de pollution.

5.1.5.7.2 Vulnérabilité des eaux de surface

Les eaux de surface apparaissent très sensibles pour les raisons suivantes :

- Sur fréquentation touristique ;
- Urbanisation proche de Saint-Gilles -les-Hauts .

Le captage des eaux de surface est extrêmement vulnérable aux pollutions de surface. Les principaux risques de contamination concernent la contamination bactériologique et le déversement de produits nocifs.

5.1.5.8 ECOSYSTEME DE LA RAVINE SAINT-GILLES

5.1.5.8.1 intérêt écologique

L'ensemble des secteurs attenants au milieu naturel arboré de la Ravine Saint-Gilles et non-cultivés sont représentés par des unités de type Savane herbacée aux potentialités écologiques réduites.

On y trouve quelques espèces granivores exotiques (Cardinal, Moineau, Martin...), l'Oiseau lunette indigène (*Zosterops borbonica*) et des Cailles. A noter également la forte urbanisation estuarienne de la ravine au niveau de Saint-Gilles ville où d'importants endiguements ont été réalisés.

Il apparaît donc que la forêt tropicale héliophile qui borde la ravine représente un patrimoine écologique majeur en termes de richesse et de diversité :

- La présence d'une **végétation structurée** est favorable à la nidification d'espèces de l'avifaune (Béliers, Martins, Cardinaux, Moineaux, Taphiens ...).

- Les **points d'eau pérennes** constituent un habitat pour de nombreuses espèces végétales hydrophiles, une zone d'abreuvement pour les oiseaux des ravines et des planèzes, un biotope favorable à la croissance des populations d'oiseaux insectivores (Salangane, Hirondelle et deux espèces de Chauves-souris).

- Les **remparts** bordant la ravine offrent un site de nidification pour les espèces cavernicoles (Petit molosse, Salangane, Hirondelles) et rupestres (Paille en queue et Petit Puffin de baïllon).

Espèces de vertébrés protégées recensées dans la Ravine Saint-Gilles :

Tableau 93 : Espèces de vertébrés protégées au titre de la loi du 10 juillet 1976 – Ravine Saint-Gilles

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Origine	
<i>Collocalia francica</i>	Salangane	Endémique Masc.	Avifaune
<i>Phaethon lepturus</i>	Paille en queue	Indigène	
<i>Phedina borbonica</i>	Hirondelle de Bourbon	Endémique Masc.	
<i>Puffinus iherminieri</i>	Petit Puffin de Baïllon	Endémique Réunion	
<i>Zosterops borbonica</i>	Oiseau lunette gris	Endémique Réunion	
<i>Morphopterus acetabulosus</i>	Petit molosse	Indigène	Mammifère
<i>Taphosous mauritanus</i>	Taphien de Maurice	Indigène	

5.1.5.8.2 Intérêt piscicole

Les eaux de la ravine présentent une **forte richesse et densité** en macro-crustacés (400 ind./100m² en amont du captage du Verrou) avec une croissance significative des populations. En 2003, 5 espèces ont été recensées par l'ARDA : la Crevette bouledogue, la Chevaquine, la Chevette, l'Ecrevisse et le Camaron.

Le peuplement de poissons est relativement important mais ne semble pas afficher le même dynamisme. 8 espèces ont été recensées conformément aux anciennes campagnes de mesures (Anguille marbrée / marbrée africaine / du Mozambique, le Guppy, le Cabot noir, la Loche et deux espèces de Cabots Bouche-ronde).

5.1.5. RAVINE SAINT-GILLES



Sa densité de 160 ind./100 m² reste moyenne mais peut être considérée comme élevée compte tenu des nombreux obstacles à la libre circulation des eaux rencontrés le long du cours (faciès de type cascade).

5.1.5.8.3 Conflits d'usages sur les bassins de la Ravine Saint-Gilles

Les trois bassins de la Ravine Saint-Gilles (bassins des Cormorans, des Aigrettes, Malheur) formaient un **site touristique très prisé** : jusqu'à 150 000 visiteurs par an.

Ces sites font l'objet de captages d'eaux destinés à l'alimentation en eau potable (3/5^{ème} de la réserve en eau de Saint-Paul) qui sont alimentés par des canaux de dérivation à ciel ouvert, ce qui leur confère une importante vulnérabilité aux pollutions bactériologiques et déversements accidentels.

Dans ce contexte, des périmètres de protection ont été délimités afin de stopper la dégradation tendancielle de la qualité des eaux prélevées.

Le site des trois bassins se trouve englobé dans les périmètres de protection immédiate, imposés par la Loi sur l'eau du 3 janvier 1992, qui empêchent tout accès.

Pour cette raison mais aussi en raison d'un risque d'éboulement élevé (Source : BRGM), la commune a donc fermé le site et mis en place une clôture. Il reste actuellement sur les bassins une fréquentation résiduelle qui peut être estimée à 5 000 personnes par an.

La commune et l'Office du Tourisme de Saint-Gilles travaillent actuellement à une possibilité de réouverture partielle des bassins (belvédère et sentiers).

5.1.5.8.4 Autres sources d'altération

Les importants défrichements ont favorisé la **croissance de populations floristiques rudérales et envahissantes**. Ils sont également favorables à la propagation d'incendies par l'augmentation des surfaces en prairies sèches et au transfert de produits phytosanitaires vers le cours d'eau.

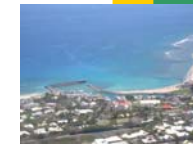
La **pression de l'urbanisation** exercée sur la zone est très forte (pôle balnéaire) réduisant et isolant de plus en plus les milieux naturels préservés.

Un des grands projets de la zone réside dans le tracé de la Route des Tamarins (cf. fiche 3.2) qui prévoit un franchissement de la Ravine Saint-Gilles au niveau du hameau l'Eperon. Outre la nuisance paysagère, l'étude réalisée par la SEOR (2002) concernant son impact sur la faune vertébrée insiste sur les risques éventuels de destruction d'habitats, de sites de reproduction et de collision avec les ouvrages d'art. Une dégradation physico-chimique de la qualité des eaux n'est pas non plus à exclure.

5.1.5.8.5 Mesures de protection

Tableau 94 : Mesures de protection sur la Ravine Saint-Gilles

Outils opérationnels (cf. Carte 45)		
Site inscrit (loi du 2 mai 1930)	Ravine Saint-Gilles	Surveillance rigoureuse du site Toute modification est soumise à avis de l'autorité administrative
Périmètre de protection de captage (arrêté du 24/10/2000)	Captages de la ravine Saint-Gilles (3)	Toutes activités sont interdites dans périmètre de protection immédiate, réglementées en périmètre rapproché et éloigné
S.A.R.	Ravine Saint-Gilles	Espace remarquable du littoral à préserver
Atlas des espaces naturels (Loi Littoral)	Amont Saint-Gilles ville	Intérêt écologique très fort & Paysage exceptionnel
Inventaires ZNIEFF (cf. Carte 46)		
ZNIEFF Type I	Ravine Saint-Gilles (54 ha)	Séries semi-xérophiles
Procédures en Cours		
Espaces naturels sensibles	Ravine Saint-Gilles	Délimitation d'une zone de préemption à l'étude pour maîtrise foncière du site par le Conseil Général
Parc National des Hauts de la Réunion	- Amont « Pausé » - Amont route forestière	- Zone périphérique de soutien au développement - Zone centrale de conservation



5.1.6 NAPPES COTIERES DE SAINT-GILLES A SAINT-LEU

A retenir

Les ressources des nappes côtières sont principalement identifiées dans la zone de l'arrière lagon où la configuration géologique évite une évacuation trop rapide des eaux souterraines vers l'océan. Sur le reste du secteur, les études hydrogéologiques n'ont pas permis de localiser des zones d'accumulation. Associées à une pluviométrie plus faible que sur le reste de l'île, les eaux souterraines sont bien souvent salées.

La topographie forte et les faibles gradients d'écoulements induisent également des eaux souterraines présentes mais à des profondeurs importantes.

5.1.6.1 DELIMITATION

Le bassin versant global s'étend de la Ravine Saint-Gilles à la Ravine des Poux à Saint-Leu.

Au Nord, le système de la Ravine Saint-Gilles doit être considéré comme une unité hydrogéologique beaucoup plus importante que le seul bassin versant de surface : les débits d'émergences de la Ravine Saint-Gilles ne peuvent être justifiés autrement. Le système de la Ravine Saint-Gilles devrait s'étendre à l'amont jusqu'au Sud des Hauts de Trois-Bassins.

Ainsi, une partie de l'amont de cette zone d'étude doit appartenir au système de la Ravine Saint-Gilles.

La zone est caractérisée par une dizaine de ravines dont la moitié prennent naissance dans la forêt domaniale des Bénaires et l'autre moitié à mi-planète.

Ces ravines entaillent profondément l'aval de la planète avant d'atteindre la mer.

5.1.6.2 DONNEES DISPONIBLES

5.1.6.2.1 Données météorologiques et hydrologiques

- Données pluviométriques de Météo France et du CIRAD : 10 postes pluviométriques : 1 à l'amont (Carreau Alfred), 6 en position intermédiaire (Saline Les Hauts (CIRAD), Trois-Bassins, Mascarin, Chaloupe Saint-Leu, Colimaçons (CIRAD) et 3 à l'aval (Pointe des Trois-Bassins, Ferme Corail Saint-Leu).
- Données d'ETP du CIRAD : aucune donnée d'ETP sur la zone. 2 postes d'ETP situés au Sud : Saint-Leu et Piton Saint-Leu (CIRAD).
- Données de l'OLE : 1 station hydrométrique en continu (située à l'amont, "Fond Persil" affluent de la Ravine Trois-Bassins), 1 point de suivi d'émergences (situé au centre, "source Piveteau" dans la Grande Ravine) et 25 stations piézométriques dont 5 de mesures en continu.
- Données de la Banque des Données du Sous-Sol : 75 fiches de puits et forage, 40 fiches de sondages, 1 fiche de source.

La quasi totalité des données de l'OLE se situent à l'aval de la zone d'étude sur la partie littorale.

5.1.6.2.2 Etudes de référence

- ANTEA (juin 2002) : Route des Tamarins – étude hydrogéologique
- Thèse de Jean Lambert JOIN (1991) : Caractérisation hydrogéologique du milieu volcanique insulaire – le Piton des Neiges – Ile de la Réunion
- Evolution des teneurs en chlorures de la nappe du littoral Ouest – PDRE –(1989) - SOGREA
- Thèse de BARGEAS (1984) : évaluation globale de la ressource en eau de l'île de la Réunion (BRGM)

5.1.6.

NAPPES COTIERES DE SAINT-GILLES A SAINT-LEU



5.1.6.2.3 Etat des connaissances

Les réseaux d'observations de l'OLE, BRGM, METEO France, DRASS permettent d'avoir une approche d'ensemble des ressources en eau du secteur : sans pour autant qu'elles soient clairement identifiées.

Les études de synthèse couvrent également une bonne part de ce secteur : nombreuses études dans le cadre du PDRE du Conseil Général (Programme Départemental de Recherche en Eau), études géophysiques et modélisation des ressources en eau, travaux universitaires, SDAGE, études de « point zéro » et de suivi de l'antenne 4.

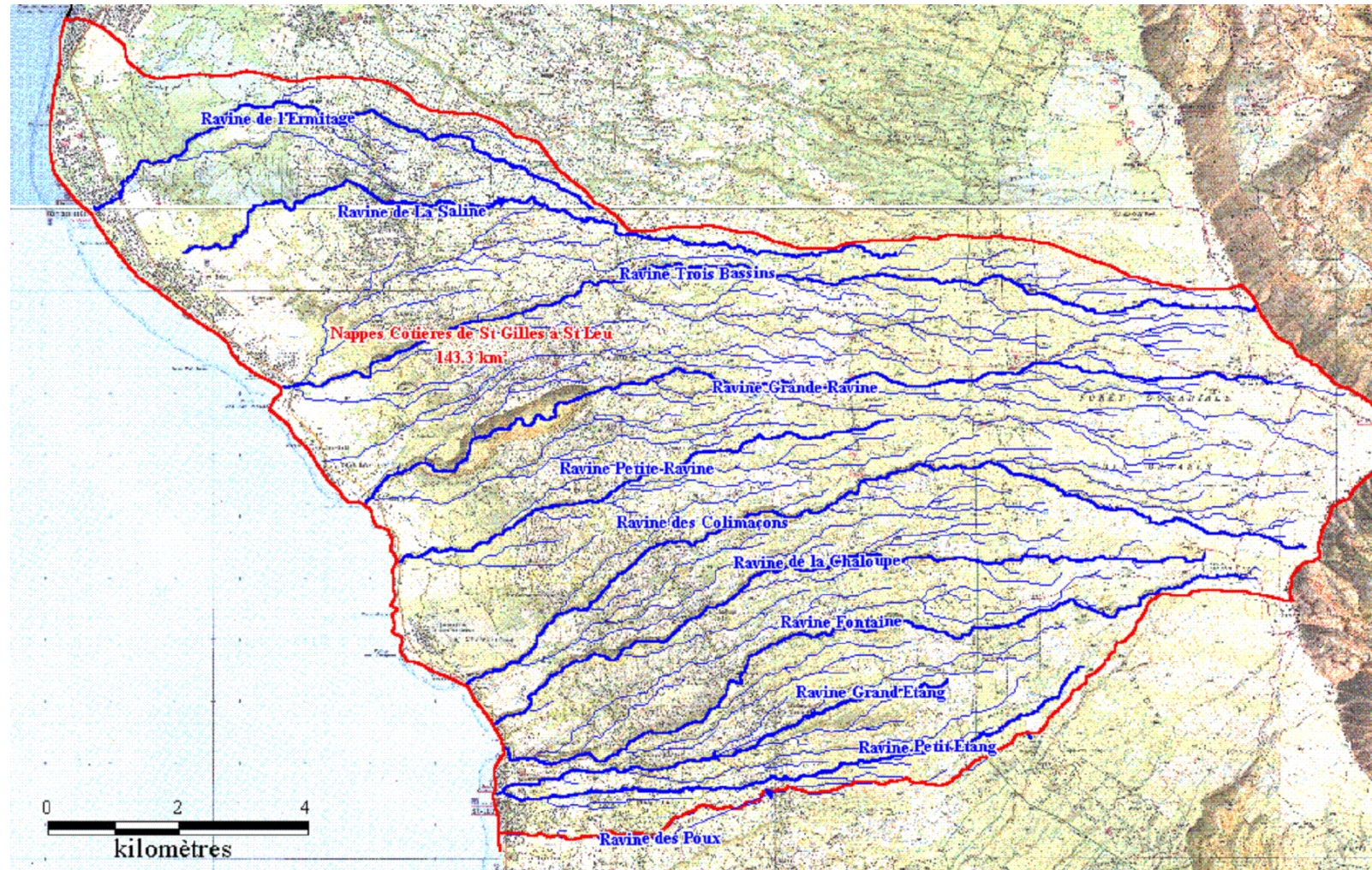
Les approches sectorielles concernent essentiellement la zone de l'arrière lagon (Hermitage, la Saline), les autres secteurs étant traités par comparaison.

De fait, la problématique de la connaissance se pose à ce jour plus en terme de :

- Faibles possibilités de mobilisation des ressources en eau ;
- Salinité des ressources jusqu'à présent reconnues.



Carte 38 : Localisation de la zone d'étude - Nappes côtières



5.1.6.

NAPPES COTIERES DE SAINT-GILLES A SAINT-LEU



5.1.6.3 EAUX DE SURFACE

5.1.6.3.1 Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique de la zone se caractérise par l'absence de ravine pérenne.

On compte onze ravines principales : les Ravines de l'Hermitage, de la Saline, de Trois-Bassins, les Petite et Grande Ravines, la Ravine des Colimaçons, la Ravine Chaloupe, les Ravines Petit et Grand Etang, la Ravine Fontaine et la Ravine des Poux.

Il existe un réseau secondaire peu dense, apparaissant à la faveur de ruptures de pente et rejoignant une ravine principale ou directement l'océan.

En terme d'hydrologie, peu de données sont disponibles sur le secteur d'étude. Les ravines ne sont pas suivies.

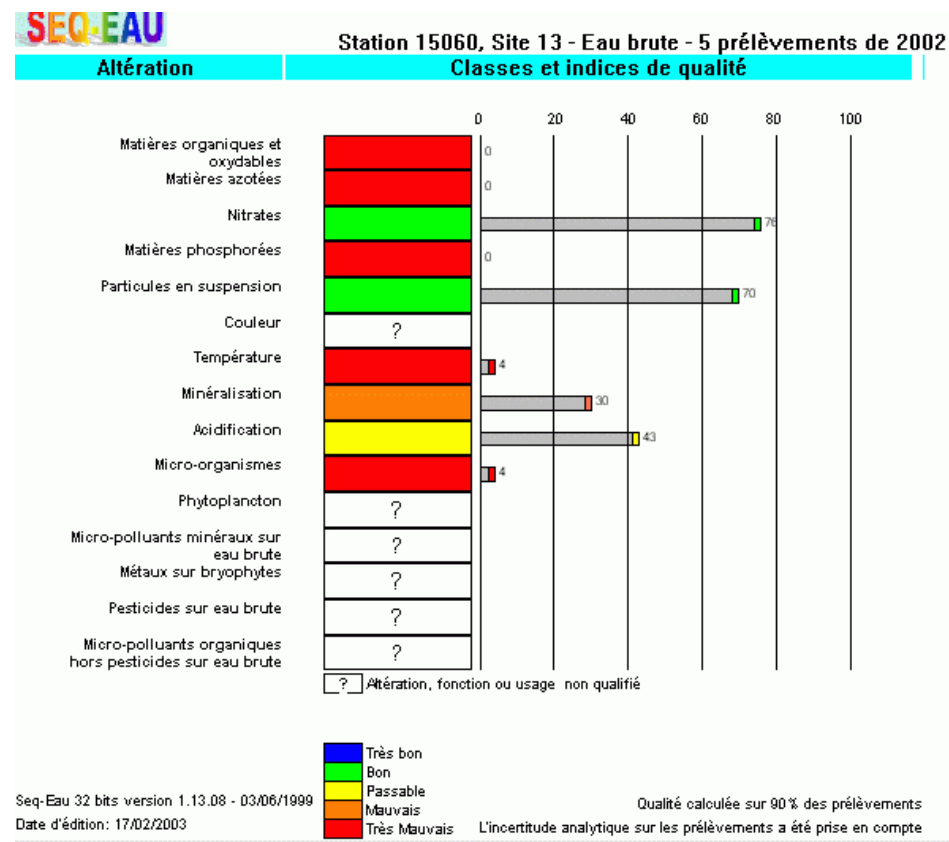
5.1.6.3.2 Caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface

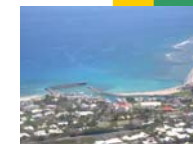
Seule la qualité physico-chimique et bactériologique de la Ravine de l'Hermitage est suivie par l'OLE au niveau de l'embouchure. Celle-ci n'est en fait pas une véritable ravine car elle correspond à une mise à l'air de la nappe dans laquelle sont rejetées les eaux de la station d'épuration.

L'analyse de six paramètres physico-chimiques (saturation en O₂, oxydabilité, ammonium, nitrites, azote Kjeldahl et phosphore) indique des teneurs très importantes.

Ces paramètres sont de véritables témoins d'un état critique de pollution.

Figure 38 : SEQEAU-Ravine Hermitage à l'embouchure





5.1.6.4 EAUX SOUTERRAINES

5.1.6.4.1 Contexte hydrogéologique et comportements piézométriques

La dénomination habituellement retenue des nappes de la côte Ouest comprend les différents systèmes aquifères, qui s'étendent de la Ravine Saint-Gilles jusqu'au Nord d'Etang-Salé-les-Bains.

On y trouve ainsi les formations aquifères volcano-détritiques à l'arrière du lagon et les formations volcaniques proprement dites.

En effet, sur toute la zone, une couche de 5 à 15 mètres d'épaisseur de sables coralliens reposent sur un substratum volcanique constitué par une alternance de coulées de basaltes et d'horizons scoriacés.

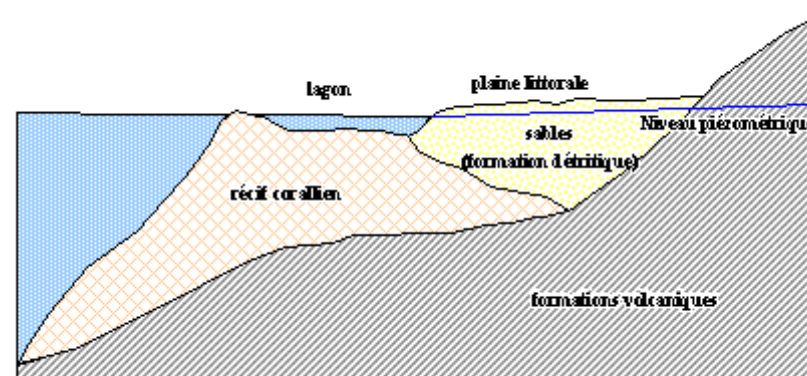
Les suivis piézométriques réalisés par l'OLE sur une trentaine d'ouvrages permettent de préciser le comportement piézométrique du secteur. Il existe notamment des enregistrements continus comme le piézomètre P6 Hermitage et le piézomètre P5 Grande Ravine.

Au sein de la couche de sable, s'écoule une nappe libre dont l'exutoire est la plage. Au sein du substratum basaltique, d'autres écoulements ont lieu mais il existe une continuité hydraulique entre les deux formations. L'exutoire se fait sous les sables ou au travers de ceux-ci.

Ces aquifères sont caractérisés par :

- Une faible piézométrie et de faibles gradients : entre 0,30 et 0,80 m NGR ;
- Des variations décimétriques généralement avec influence des marées océaniques ;
- Des réactions rapides mais peu importantes au moment des fortes précipitations ;
- La présence proche du biseau salé (de quelques mètres sur la côte à -20 et -25 mètres NGR en début de planèze).

Figure 39 : Schéma interprétatif du contexte hydrogéologique de l'aquifère côtier (d'après J.L. Join, 1991)



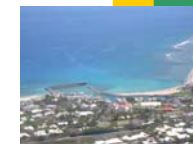
Ces nappes bénéficient d'une double alimentation :

Une alimentation ponctuellement élevée au moment des fortes précipitations par infiltration directe des pluies et infiltration par les écoulements des ravines. Du fait des fortes perméabilités des formations aquifères et de la proximité de l'océan, le bénéfice piézométrique ne dure pas plus de 1 à 2 mois.

Un deuxième flux d'alimentation plus progressif et retardé, observé en milieu d'année. Il correspond aux circulations plus lentes au sein des formations volcaniques plus anciennes.

5.1.6.

NAPPES COTIERES DE SAINT-GILLES A SAINT-LEU



5.1.6.4.2 Caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines

5.1.6.4.2.1 Stations de mesure et paramètres suivis

Sur ce secteur, dix stations de mesure sont recensées. La DRASS suit l'ensemble des ouvrages AEP, l'OLE suit également quelques-uns de ces ouvrages et un piézomètre.

Tableau 95 : Stations de mesure des Eaux Souterraines – Nappes Côtieres de Saint-Gilles à Saint-Leu

Réseau de mesures	Nom usuel de la station	Code	Paramètres suivis
OLE	Piézomètre F6 l'Hermitage	15033	Nitrates et phosphates.
OLE ET DRASS	Puits de la Grande Ravine	16070/297	Nitrates, pesticides et phosphates.
	Forage Trou d'eau	16056/329	
	Forage les Filaos-l'Hermitage	15025/335	
DRASS	Puits des Colimaçons	296	Nitrates et pesticides.
	Forage de la Petite Ravine	298	
	FRH9	734	
	Puits de la Grande Ravine Rive Droite	302	
	Forage le Blanchard	574	
	Fonds Petit Louis	299	

Sur la zone côtière de Saint-Gilles à Saint-Leu, le biseau salé se trouve à quelques mètres de profondeur sur la côte et entre -20 et -25 m NGR en début de planèze.

Si la contamination saline de la nappe semble homogène dans l'ensemble, des forages situés à quelques mètres les uns des autres ont montré des réactions différentes vis à vis des intrusions salines suivant le jeu des fractures et fissures des basaltes.

Nitrates : contamination anthropique de l'aquifère

Tableau 96 : Résultats des paramètres suivis sur les Eaux Souterraines, moyennés sur l'année 2003 – Nappes Côtieres de Saint-Gilles à Saint-Leu

	Nitrates (mg/l)	Pesticides	Phosphates (mg/l)
Puits des Colimaçons	1,97	Absence	-
Puits de la Grande Ravine II	2,445	Absence	0,09
Forage de la Petite Ravine	2,92	Absence	-
Forage Trou d'eau	11,515	Absence	0,1
Forage les Filaos-l'Hermitage F1	21,14	Absence	0,29
FRH9	18,38	Absence	-
Puits de la Grande Ravine rive droite	2,265	Absence	-
Forage le Blanchard	2,885	Absence	-
Fonds petit Louis	2,33	Absence	-
Piezo S6 Hermitage	27,7	-	0,255

1A	Très Bonne
1B	Bonne
2	Passable
3	Mauvais
4	Hors Classe

5.1.6.4.2.2 Résultats

Contamination saline des eaux souterraines

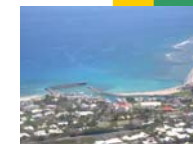
La présence d'eau contaminée par le sel est mise en évidence au travers des forages où les mesures de conductivité réalisées à différentes profondeurs indiquent une stratification liée à la présence du biseau salé.

Le seuil de 10 mg/l (inférieur au seuil de potabilité) a été établi considérant qu'au-delà de cette valeur, la présence de nitrates à la Réunion pouvait être liée à des usages ou pratiques anthropiques.

Quatre points de mesure ont révélé la présence de nitrates à des concentrations supérieures à 10mg/l. Sur deux de ces stations, le seuil de qualité « passable » des eaux est dépassé. En revanche, les autres

5.1.6.

NAPPES COTIERES DE SAINT-GILLES A SAINT-LEU



paramètres suivis – pesticides et phosphates – ne présentent pas d'anomalies sur ce secteur.

La présence de nitrates en quantité élevée pour la Réunion sur certains secteurs de la zone incite à considérer que le système aquifère est vulnérable.

5.1.6.4.3 Vulnérabilité

L'épaisseur des terrains volcaniques situés au-dessus de l'aquifère augmente rapidement en amont sur la planèze. Cette configuration est favorable à la protection de la nappe.

Cependant, la nature des terrains (formations récentes, alternance de basaltes, scories à forte perméabilité d'ensemble) ne constitue pas une protection naturelle suffisante.

De plus, au moment des fortes précipitations, des infiltrations rapides se produisent à la faveur des ravines ou des ruptures de pentes et alimentent les aquifères sous jacents : cette alimentation rapide rend vulnérable l'aquifère.

Dans le secteur de la Grande Ravine, l'érosion ayant entaillé les formations géologiques de la ravine, la couverture au-dessus de la nappe est limitée aux seules alluvions. Les infiltrations rapides, ayant lieu lors des fortes pluies, entraînent une vulnérabilité particulière importante des eaux souterraines.

La mise en irrigation des hauteurs de la zone dans le cadre du projet ILO peut être , si des bonnes pratiques agricoles ne sont pas mises en œuvre, un facteur de dégradation de la qualité des eaux.

5.1.6.4.4 Réglementation

Dans le cadre du SDAGE, les nappes de la côte Ouest sont recensées comme nappe stratégique. A ce titre, des mesures de prévention sont définies.

5.1.6.5 USAGES DE L'EAU

5.1.6.5.1 Usages AEP

Sur la zone, une dizaine de forages sont exploités pour l'AEP.

L'exploitation totale journalière est de 8 362 m³ (chiffres de 2003). En considérant un pompage de 19h par jour, cela correspond à 0,122 m³/s.

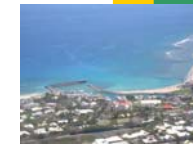
Tableau 97 : Prélèvements AEP dans les nappes côtières

Communes correspondantes	Ouvrages exploités pour l'AEP	Exploitation (m ³ /j) (chiffres 2003)	Exploitation (m ³ /s) (chiffres 2003)
Saint- Paul	F1 l'Hermitage	308	0,005
	F2 La Saline, FRH1, FRH2...	1075	0,016
	FRH9	31	0,0005
Trois- Bassins	Le Blanchard	619	0,009
	Grande Ravine n°1	1869	0,027
Saint- Leu	Grande Ravine n°2	2944	0,043
	Petite Ravine	1263	0,018
	Fond Petit Louis	250 (chiffres 2002)	0,004
	Puits des Colimaçons	3	0,00004
	Total	8362	0,122

Sur la commune de Saint-Paul, dans le secteur de l'Hermitage et de la Saline, les forages exploités pour l'AEP sont de faibles capacités, l'exploitation des eaux souterraines étant limitée par les problèmes de contamination saline. Compte-tenu de la configuration du réseau, ce secteur présente des insuffisances de ressources conduisant à l'étiage à des coupures de distribution. Ces ouvrages même modestes n'en restent pas moins importants.

Il s'agit :

- Du Forage F1 de l'Hermitage
- Du forage F2 de la Saline, complété et/ou remplacé ces dernières années par le FRH 1 et FRH 2, situés à quelques mètres.
- Du FRH 5 à un kilomètre au Nord-Ouest des précédents, du FRH 7 et du FRH 9 à 300 m au Sud de F1 Hermitage. Seul le FRH 5 est prévu pour être mis en exploitation.



Sur la commune de Trois-Bassins, la quasi-totalité de l'alimentation provient de la production du Puits de la Grande Ravine. Le forage du Blanchard, également sur la commune, de capacité moindre intervient en secours.

La commune de Saint-Leu utilise les eaux de plusieurs forages répartis sur le secteur. Les ressources disponibles sur le territoire de la commune sont insuffisantes et un complément important (jusqu'à 40% de la production) provient des eaux brutes du périmètre irrigué du Bras de Cilaos, des sources du Cap et du Bras de Jeanne. Le Puits Grande Ravine n°2 participe à l'alimentation de Saint-Leu ville. Le Forage Fond Petit Louis vient en complément.

Le forage Petite Ravine dessert la Pointe des Châteaux.

Enfin, le Puits des Colimaçons équipé de deux pompes de 150 m³/h n'est utilisé que partiellement du fait des problèmes de salinisation de ses eaux et de son environnement. Il n'en reste pas moins un ouvrage important du fait du déficit de ressources en eau de la commune.

5.1.6.5.2 Situation réglementaire

Le forage F1 l'Hermitage a fait l'objet d'un périmètre de protection institué par l'arrêté du 12/01/2000 relatif au "prélèvement d'eau souterraine à partir du forage F1 l'Hermitage".

5.1.6.6 BILAN GLOBAL EN EAU DE LA ZONE D'ETUDE

5.1.6.6.1 Pluviométrie

A l'amont de la zone, la pluviométrie moyenne est de : 1 200 mm/an

A l'aval de la zone; la pluviométrie moyenne est de : 600 mm/an

La pluviométrie est hétérogène d'un point de vue spatial.

Lors d'une année de pluviométrie moyenne, il pleut de novembre à mai.

La pluviométrie est hétérogène d'un point de vue temporel.

5.1.6.6.2 ETP

ETP moyenne de la station de Saint-Leu (220 m d'altitude) : 1 200 mm/an.

ETP moyenne de la station de Piton Saint-Leu (572 m d'altitude) : 950 mm/ an.

Ces valeurs permettent de mettre en évidence qu'une augmentation d'altitude de 100 m entraîne une diminution de l'ETP de l'ordre de 70 mm/an.

5.1.6.6.3 Ruissellement

Les ravines de la zone d'étude n'étant pas pérennes, il y a ruissellement uniquement au moment des pluies.

Il n'y a pas de station de mesure du ruissellement sur la zone d'étude.

Les études réalisées antérieurement ont estimé que le ruissellement direct de la zone pouvait être compris entre 30 et 40 % de la pluie efficace.

5.1.6.

NAPPES COTIERES DE SAINT-GILLES A SAINT-LEU



5.1.6.6.4 Bilan des infiltrations

5.1.6.6.4.1 Pluviométrie/ ETP

- A l'amont de la zone d'étude :

Pluviométrie > ETP donc la pluie efficace est positive : il y a potentiellement ruissellement et infiltration.

- A l'aval de la zone d'étude :

Pluviométrie < ETP donc la pluie efficace est négative : il n'y a ni ruissellement, ni infiltration sauf au moment des fortes pluies.

5.1.6.6.4.2 Résultats

Pluie efficace

Tableau 98 : Valeurs de la pluviométrie sur le bassin versant des nappes côtières de Saint-Gilles à Saint-Leu

	En fonction de l'altitude	Moyenne
Pluie totale annuelle	650 à 1550 mm	800 mm
Pluie efficace Annuelle	100 à 850 mm	250 mm

Remarque : calculs issus du modèle du BRGM sur la période 1971 à 1995

Ruissellement direct

On estime un ruissellement direct compris entre 30 et 40 % de la pluie efficace.

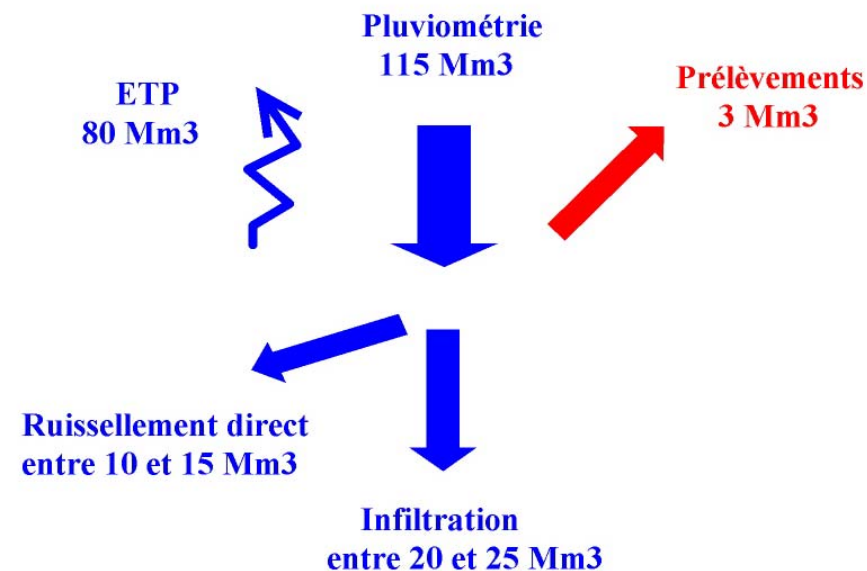
Cela correspond à un ruissellement direct compris entre 75 et 100 mm.

Infiltration totale

L'infiltration totale est ainsi comprise entre 150 et 175 mm/ an.

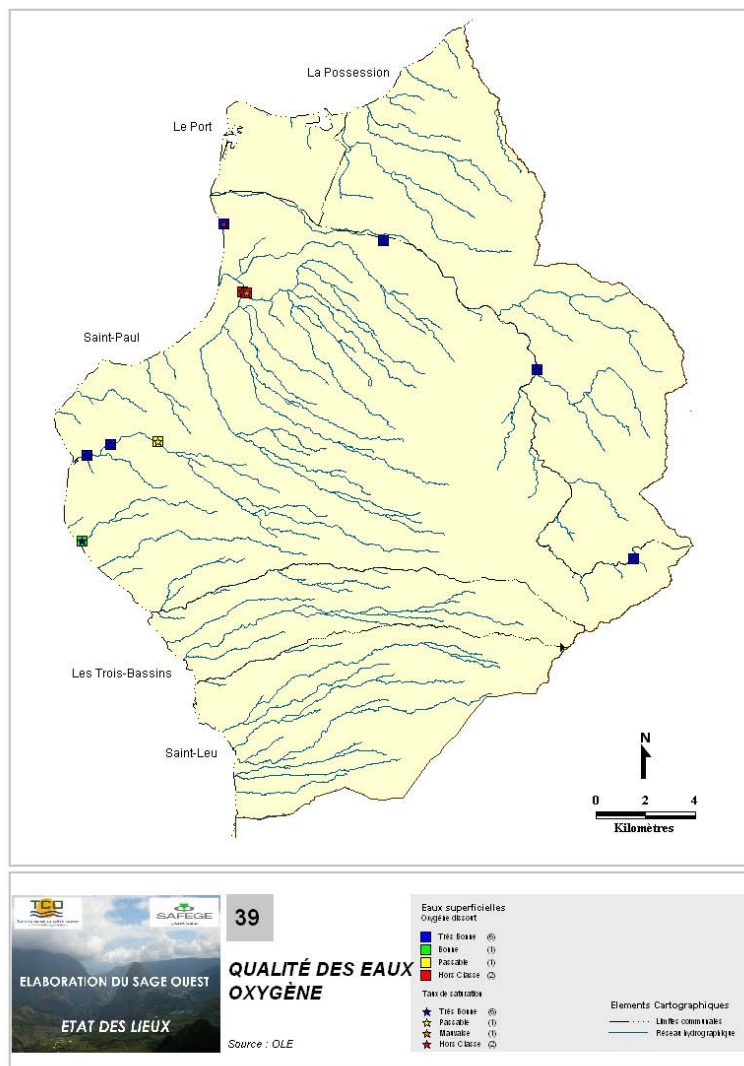
La superficie de la zone d'étude étant de 143,3 km², on obtient un volume total d'infiltration compris entre 21 495 000 et 25 077 500 m³/an ce qui correspond en l/ s à une **infiltration fictive continue comprise entre 680 et 780 l/s** (0,68 et 0,78 m³/s).

Figure 40 : Répartition globale des ressources – Nappes Cotières

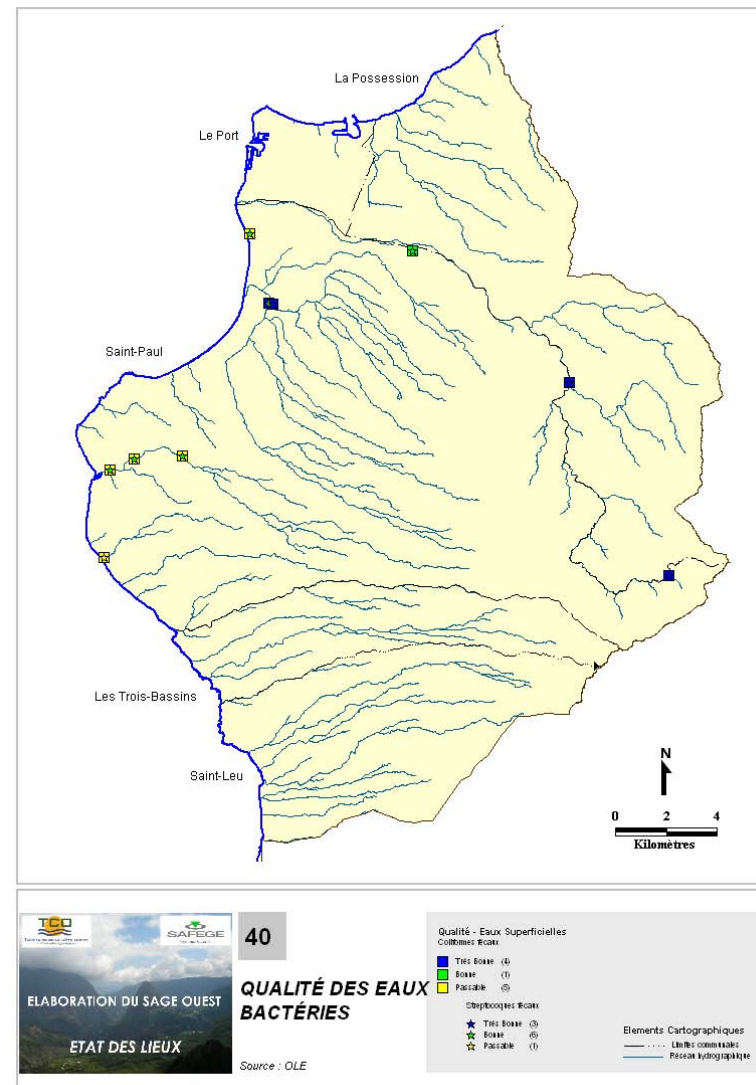


5. CARTES QUALITE (OLE/DRASS)

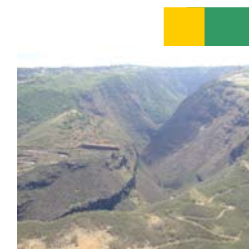
Carte 39 : Données qualité teneur et taux de saturation en oxygène



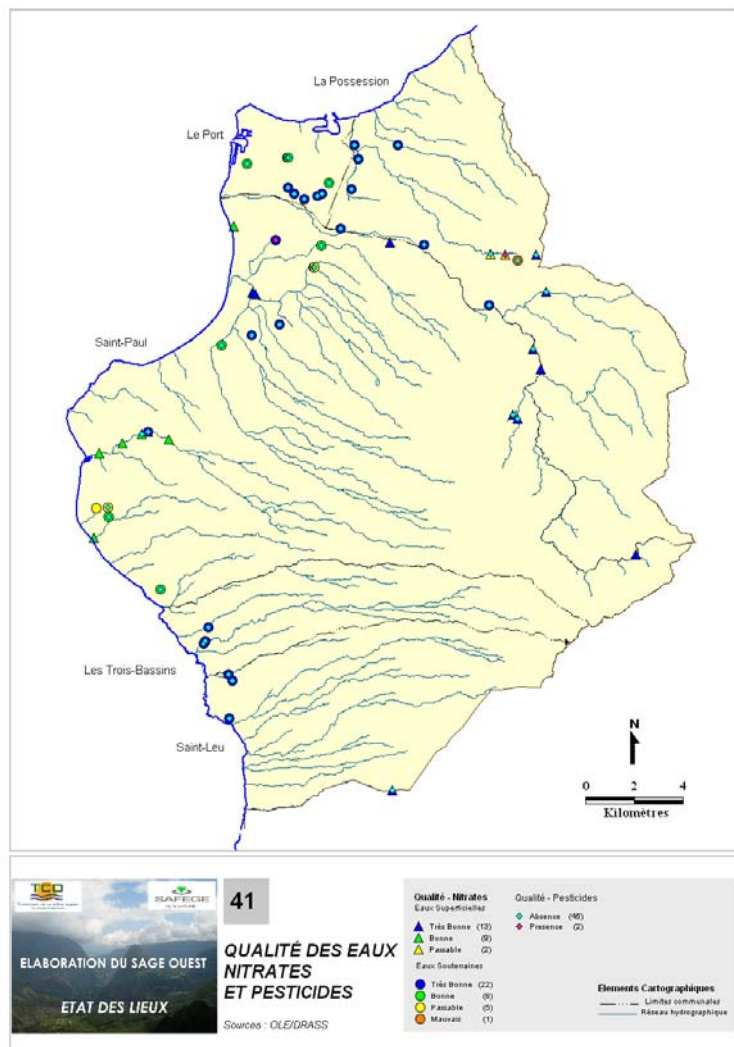
Carte 40 : Données qualité micro-organismes



5. CARTES QUALITE (OLE/DRASS)

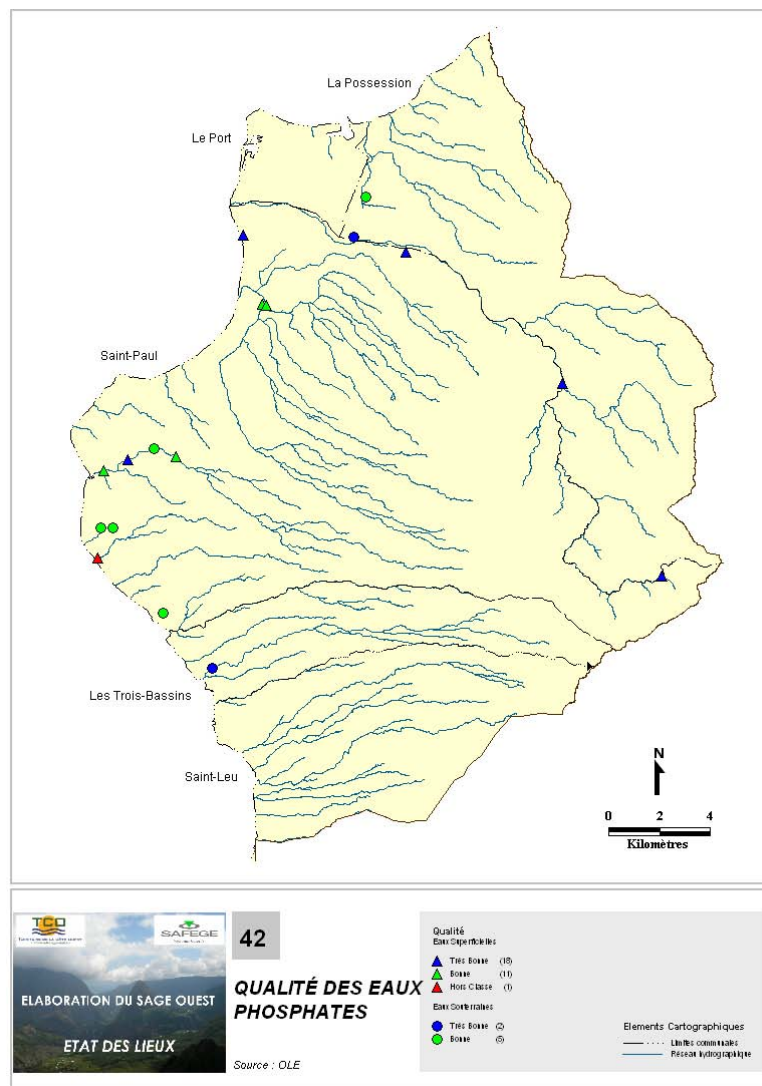


Carte 41 : Données qualité Nitrates et Pesticides



5. CARTES QUALITE (OLE/DRASS)

Carte 42 : Données qualité Phosphates



Carte 43 : Données qualité Variété Biologique

