

**DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE LA
REUNION**



**ETANG DE SAINT PAUL, SYNTHESE DES DONNEES –
ANALYSE DE SON COMPORTEMENT HYDROLOGIQUE ET
HYDRAULIQUE**

Janvier 2001

A 22476



ANTEA

Etang Saint Paul, synthèse des données – Analyse de son comportement hydrologique et hydraulique

A 22476 – Version A

**DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE LA
REUNION
23, Rue de Paris
97400 SAINT DENIS**

**ETANG DE SAINT PAUL, SYNTHÈSE DES DONNÉES –
ANALYSE DE SON COMPORTEMENT HYDROLOGIQUE ET
HYDRAULIQUE**

Janvier 2001

A 22476



Agence Réunion

5bis, rue Sainte Anne - 97400 SAINT-DENIS
Tel : 02.62.20.95.88 - Fax : 02.62.20.95.87

Sommaire

	Page
1	CONTEXTE ET OBJECTIF4
2	PRESENTATION5
3	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE L'ETANG ST PAUL6
4	L'ALIMENTATION DE L'ETANG ST PAUL9
4.1	LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE9
4.2	LES EMERGENCES DE SOURCES10
4.2.1	<i>Les sources du Moulin</i>11
4.2.2	<i>Les sources de Champcourt</i>13
4.2.3	<i>Les sources Roches Blanches</i>13
4.2.4	<i>La Source Cresson</i>14
4.2.5	<i>Source Bouillon</i>14
4.2.6	<i>Source Grande Fontaine</i>14
4.2.7	<i>Ravine du Bernica au bassin Pigeon</i>15
4.2.8	<i>La Ravine Divon</i>15
4.2.9	<i>Autres sources</i>15
4.3	BILAN DES APPORTS DE L'ETANG SAINT-PAUL.....16
4.4	IMPLICATION DE CES RESULTATS19
4.4.1	<i>Quantification des apports de l'étang</i>19
4.4.2	<i>Qualité des eaux</i>19
4.4.3	<i>Bilan hydrologique</i>20
5	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE DE L'ETANG SAINT PAUL22
5.1	GEOLOGIE22
5.2	AQUIFERE ET SALINITE23
5.3	EVOLUTIONS PIEZOMETRIQUES25
6	CONCLUSIONS29
7	INFORMATIONS SUPPLEMENTAIRES ET COMPLEMENTS30
7.1	MESURES ET SUIVIS COMPLEMENTAIRES31
7.1.1	<i>Bilans hydrométriques</i>31
7.1.2	<i>Mesures de crues</i>33
7.2	ETUDES COMPLEMENTAIRES33
7.2.1	<i>Bilan hydrologique</i>33
7.2.2	<i>Modélisation hydrogéologique</i>34
7.3	ESTIMATION FINANCIERE34

Liste des Figures

FIGURE 1 : COMPARAISON DES NIVEAUX DU PLAN D'EAU AUX PONTS DE GRANDE FONTAINE ET DES ANGLAIS/PONT DE LA RN1 AUX MEMES DATES.....	6
FIGURE 2 : INFLUENCE DU CORDON LITTORAL SUR LE NIVEAU DU PLAN D'EAU (SOURCE : ORE; SUIVI PIEZOMETRIQUE ET HYDROLOGIQUE DU SECTEUR DE L'ETANG SAINT PAUL).....	8
FIGURE 3 : ABAQUE DES CRUES DE L'ORE.....	10
FIGURE 4 : PLAN DETAILLE DU SITE DES SOURCES DU MOULIN	12
FIGURE 5 : EVOLUTIONS PIEZOMETRIQUES COMPAREES DES OUVRAGES DU TOUR DES ROCHES, DU P13 CAMBAIE ET DU PIEZOMETRE DU DEBOULE	26
FIGURE 6 : EVOLUTIONS PIEZOMETRIQUES COMPAREES DES PUIITS BOUILLON ET GRANDE FONTAINE	26
FIGURE 7 : EVOLUTIONS PIEZOMETRIQUES COMPAREES DE P 21 N°1 ET 2	27
FIGURE 8 : EVOLUTIONS PIEZOMETRIQUES COMPAREES DE P18 OMEGA N°1 ET 2	28

Liste des Tableaux

TABLEAU 1 : ECHELLES LIMNIMETRIQUES DE L'ORE.....	6
TABLEAU 2 : POINTS D'EAU SUPERFICIELLE	11
TABLEAU 3 : BILAN HYDROMETRIQUE DE L'ETANG SAINT PAUL (1998 – 1999, D'APRES L'ORE)	18
TABLEAU 4 : CONDUCTIVITE DE LA TRANCHE D'EAU DOUCE	23
TABLEAU 5 : POINTS D'EAU SOUTERRAINE.....	25

Liste des Annexes

ANNEXE A : COUPES DE FORAGES	
ANNEXE B : BILANS HYDROMETRIQUES DE L'ETANG SAINT PAUL DE 1994 A 1999 (D'APRES L'ORE)	
ANNEXE C : STATIONS METEOROLOGIQUES	

1 Contexte et objectif

Depuis plusieurs années, l'étang de St Paul se trouve au cœur d'une problématique complexe où conflits d'usage (protection, exploitation) et méconnaissance de l'étang et de son environnement contribuent à diviser les actions à entreprendre.

En ce qui concerne le fonctionnement de l'étang, plusieurs études ont déjà été réalisées par des organismes et bureaux d'études et il s'agit aujourd'hui de faire le point de l'état des connaissances et de définir les grandes orientations pour améliorer la compréhension.

2 Présentation

L'étang St Paul représente une superficie de 300 à 400 ha, circonscrite par la route du Tour des Roches et la route digue de St Paul.

Il s'agit aujourd'hui d'une zone plus ou moins immergée où les prairies à Papyrus dominant. Du fait de travaux de drainage et de canaux, la partie amont de l'étang a vu se développer une activité agricole importante tournée vers le maraîchage, le piment et l'arboriculture.

L'aval du plan d'eau est quant à lui libre et fait l'objet de la pratique de la pêche et du ski nautique.

Le plan d'eau est alimenté par l'émergence de sources le long du Tour des Roches et par les ravines au moment de la saison des pluies. Aucune de ces ravines n'est pérenne.

L'exutoire de l'étang s'effectue vers l'océan au travers d'un cordon littoral fluctuant sous l'effet de la houle et de l'action de l'homme.

L'émergence des sources constituant sa principale alimentation, l'étang St Paul ne peut être dissocié du contexte hydrogéologique. Celui-ci est représenté par un système volcanique et alluvionnaire où siègent une ou plusieurs nappes. Elles proviennent en première approche de l'infiltration des eaux sur la planèze.

3 Fonctionnement hydraulique de l'étang St Paul

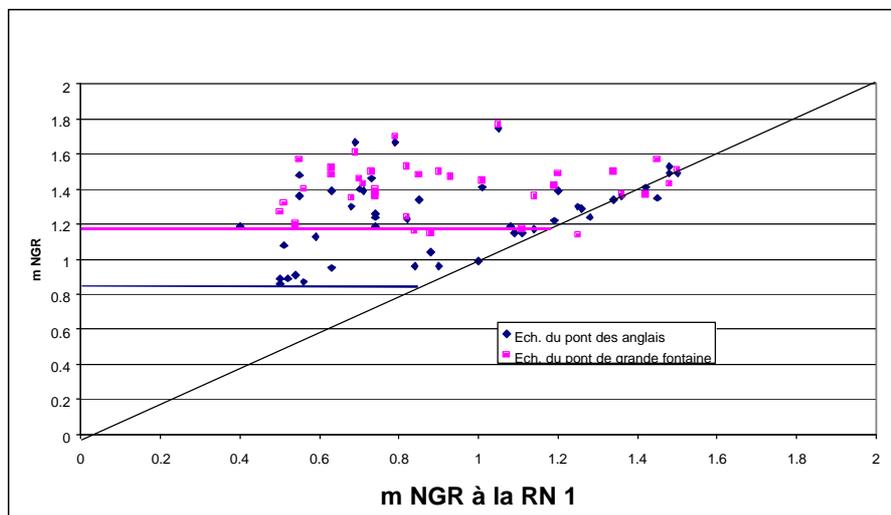
Les variations du plan d'eau sont aujourd'hui connues. L'ORE (Observatoire Réunionnais de l'Eau) dispose d'une station de mesures en continu située au droit du pont métallique de l'ancienne RN1. Par ailleurs, un certain nombre d'échelles limnimétriques ont été installées et suivies le long du Tour des Roches.

Tableau 1 : Echelles limnimétriques de l'ORE

Désignation	Numéro BSS	Code ORE
Echelle du pont de Grande Fontaine		12009-C
Echelle du Puits Bouillon	1226 2X 0002	12002
Echelle des sources Roches Blanches	1226 2X 0003	12003
Echelle des sources Champcourt	1226 2X 0007	12007
Echelles des sources du Moulin		12008-B
Echelle du Pont des Anglais		12009-B
Echelle du Pont de la RN1	1226 2A 0009	12009-A

Nous avons repris et actualisé l'interprétation faite par l'ORE en 1996 dans le cadre de l'étude SOGREAH, "Campagne de mesures physico-chimiques de l'étang St Paul" pour la DIREN. Le graphique suivant représente des cotes mesurées aux mêmes dates, atteintes par le plan d'eau aux échelles du Pont des Anglais et du Pont de la Grande Fontaine par rapport au niveau mesuré au pont de la RN1.

Figure 1 : Comparaison des niveaux du plan d'eau aux ponts de Grande Fontaine et des Anglais/Pont de la RN1 aux mêmes dates



Au pont des Anglais, le niveau du plan d'eau ne descend pas au-dessous d'environ 0,85 m NGR. En dessous de cette valeur, ce secteur fonctionne avec un écoulement entre le pont des Anglais et le pont de la RN 1. Il ne s'agit plus d'un plan d'eau. Au pont de la Grande Fontaine, la valeur minimum est de 1,2 m NGR. En dessous de cette valeur, il existe un écoulement par le canal vers l'aval. Au-dessus de 1,20 m NGR, le plan d'eau se répercute à l'amont du pont de Grande Fontaine.

La cote de l'échelle de la source Roche Blanche étant de 0,89 m NGR, on constate qu'à cette valeur le plan d'eau s'étend sur la majeure partie de l'emprise de l'étang, puisqu'il atteint la route du Tour des Roches.

Au droit du ski club, existe un seuil artificiel qui permet de maintenir un plan d'eau entre le ski club et le pont de la RN1.

L'impact de ce seuil ne se fait pas sentir à l'amont de la RN1.

Enfin, au droit de la RN1, le fond est également stabilisé (seuil naturel ou artificiel ?).

C'est donc le degré d'ouverture du cordon littoral qui contrôle le niveau du plan d'eau de l'étang.

- cordon ouvert : le seuil du ski club maintient un plan d'eau entre le ski club et la RN1
- cordon ouvert à la cote environ 0,60 m NGR : le seuil du ski club est noyé, le plan d'eau existe jusqu'au pont de la RN1
- cordon partiellement obstrué cote 0,90 m NGR : le seuil du ski club et celui de la RN1 sont noyés. Le plan d'eau atteint quasiment le Tour des Roches et le pont des Anglais
- cordon obstrué cote 1,20 m NGR : le plan d'eau est limité par le Tour des Roches et atteint le pont de Grande Fontaine.

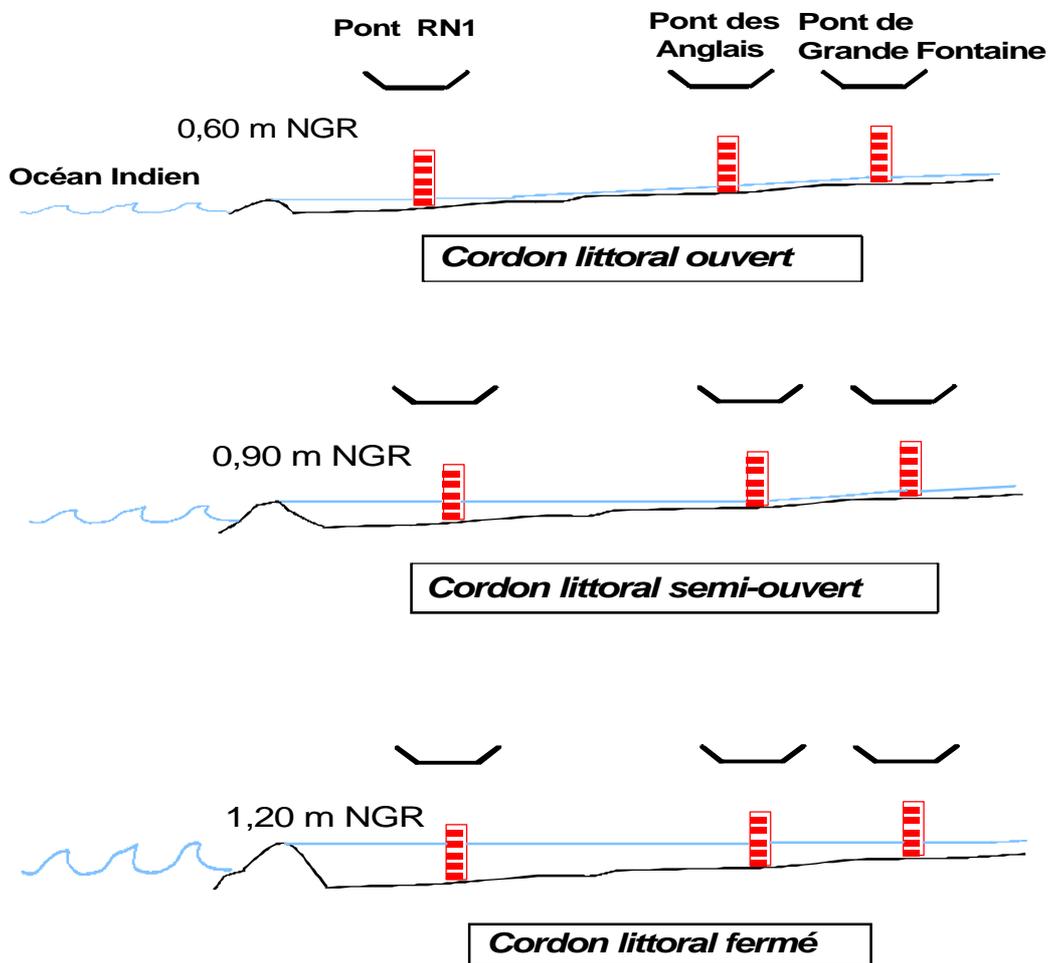
Toutefois, il est important de signaler que des niveaux élevés peuvent être également observés à l'amont, le cordon littoral étant ouvert. Ceci est dû à l'obstruction des canaux d'écoulement par des jacinthes d'eau et polygonum.

En terme de rythmes de variations de niveaux, il n'y a pas de règles particulières. Le niveau du plan d'eau varie régulièrement (de manière quasi hebdomadaire), car il suffit d'une simple rainure dans le sable du cordon pour que celui-ci se détériore rapidement et s'ouvre.

La vidange de l'étang est rapide et s'effectue entre 6 et 8 heures.

Enfin signalons que le cordon littoral ouvert, l'influence de la marée peut se faire sentir jusqu'au pont de la RN1 (suivant l'état du seuil du ski club).

Figure 2 : Influence du cordon littoral sur le niveau du plan d'eau (source : ORE; Suivi piézométrique et hydrologique du secteur de l'étang Saint Paul)



4 L'alimentation de l'étang St Paul

4.1 Le réseau hydrographique

L'étang St Paul constitue l'exutoire de nombreuses ravines peu ramifiées qui prennent naissance en altitude. Ces ravines entaillent la plaine dans la partie basse et forment des canyons avec d'importantes cascades avant l'exutoire sur l'étang.

Aucune de ces ravines n'est pérenne.

- La ravine La Plaine est la plus au nord, mais son débouché sur l'étang s'effectue à l'aval du pont de la RN1
- La ravine Lolotte vient ensuite et présente la particularité de recevoir le trop plein des eaux des réservoirs de Mon Repos du transfert Est-Ouest. En deçà d'un débit estimé à environ 50 l/s, les eaux s'infiltrent totalement avant leur arrivée à l'étang.
- On trouve ensuite les ravines Précipice, Bassin, Tête dure, Ruisseau, Laforge, Renaud, Athanase, Divon et enfin Bernica. Les ravines Divon et Bernica présentent dans leur partie basse mais avant leur débouché à l'étang de petites sources qui engendrent un faible écoulement. Sur la ravine Divon, ces écoulements sont captés et sur la ravine Bernica, ils forment le bassin Pigeon.

L'ensemble de ces ravines ne coule qu'exceptionnellement. Seuls les événements cycloniques ou de fortes pluies engendrent du ruissellement qui ne dure que quelques jours.

Compte tenu de l'importance des bassins versants et de l'intensité des pluies lors de tels événements, les pointes de crues peuvent être importantes et entraînent des inondations submergeant l'intégralité du plan d'eau.

L'ORE dispose d'une station limnigraphique sur la ravine Bernica à l'aval de la route Hubert Delisle depuis 1976. L'enregistrement des crues a permis à l'ORE d'établir la répartition statistique des crues.

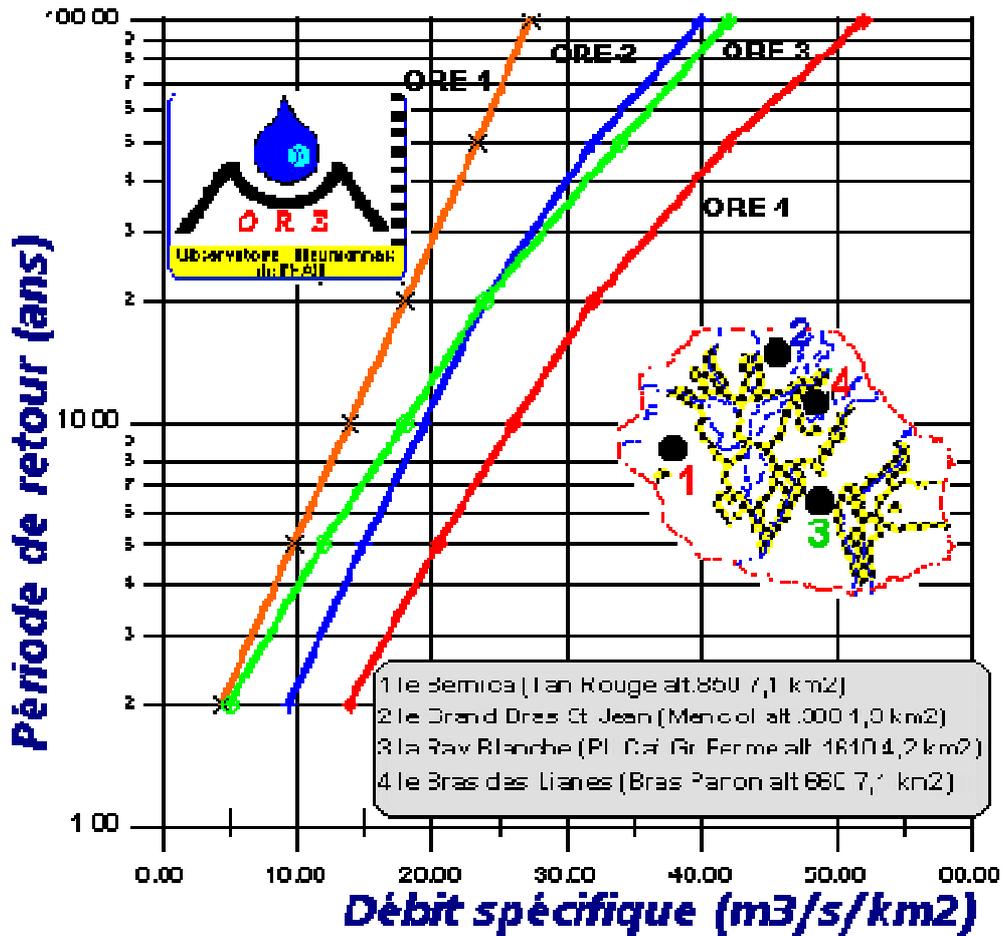


Figure 3 : Abaque des crues de l'ORE

4.2 Les émergences de sources

Les émergences d'eau souterraine constituent hors période de pluie l'intégralité de l'alimentation de l'étang St Paul.

La majeure partie d'entre elles se situe le long du Tour des Roches. Les plus importantes sont :

- les sources du Moulin
- Les sources Champcourt
- Les sources Roches Blanches

Tableau 2 : Points d'eau superficielle

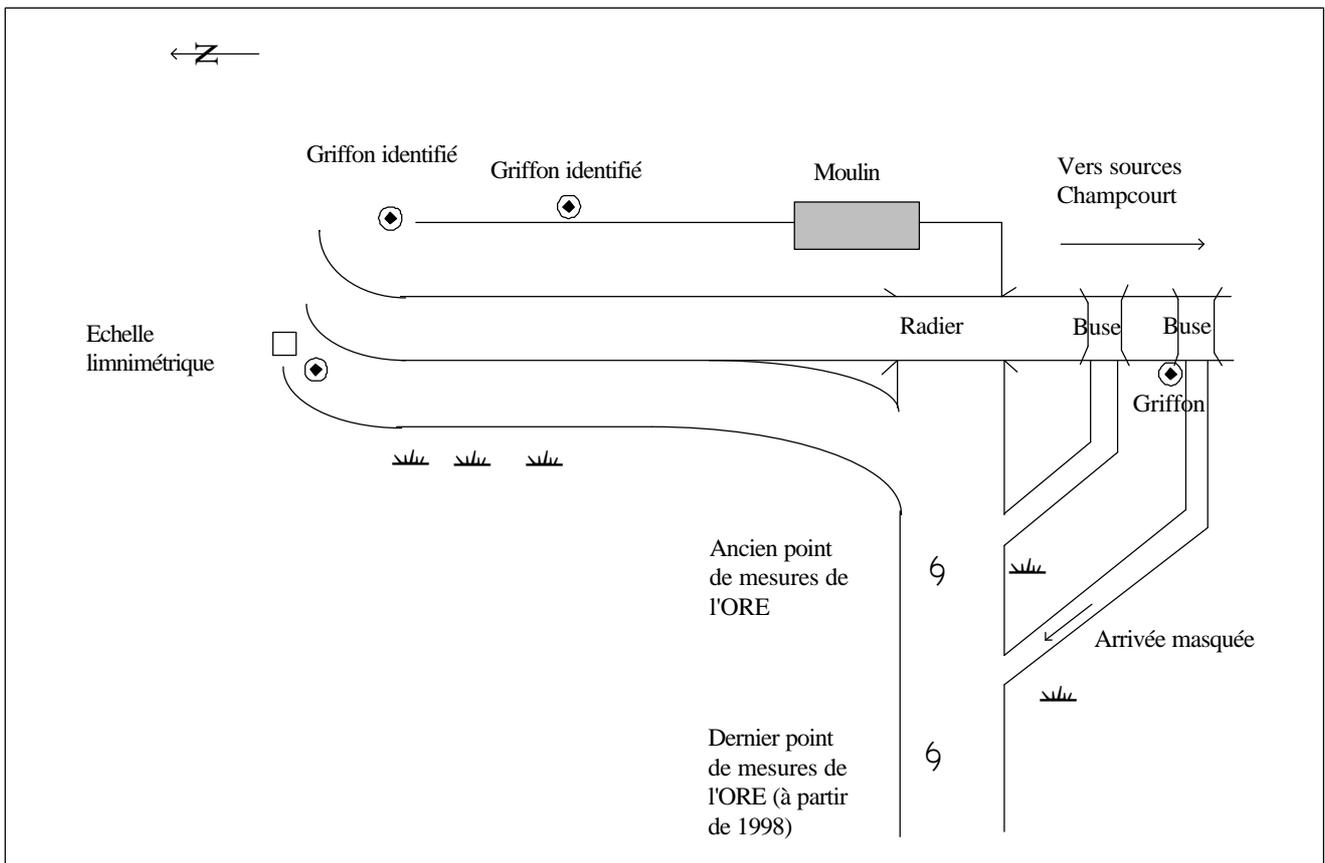
Num_BSS	Code ORE	Désignation	Première mesure ORE	Dernière mesure ORE
12262X0001	12001	Source Grande Fontaine " Tour des Roches "	12/11/98	17/6/99
12262X0006	12006	Source Cresson " Tour des Roches "	12/11/98	15/12/99
	12008-A	Source du Moulin principale	3/1/96	23/10/96
	12008-c	Source du Moulin secondaire 2	15/2/96	4/9/96
	12008-D	Sources du Moulin "Tour des Roches "	12/5/80	7/12/99
	12009-D	Etang St Paul au pont RN 1	25/1/82	7/12/99
12262X0151	12151	Etang St Paul à l'embouchure	29/10/81	11/9/95
12262X0263	12263	Etang St Paul au parc Amazone " Tour des Roches "	28/10/98	28/10/98
12262X0264	12264	Etang St Paul au Bras de Champcourt	18/11/98	7/12/99
12262X0265	12265	Source Roche Blanche N° 2 " Tour des Roches "	12/11/98	12/11/98
12262X0266	12266	Rav. Lolotte au conf. Etg St Paul	2/9/98	30/8/99
12266X0086	16086	Ravine du Bernica au Bassin Pigeon	18/3/80	17/6/99
12266x0118	16118	Ravine Divon	9/12/97	9/12/97

4.2.1 Les sources du Moulin

Il s'agit d'une série d'émergences à proximité du site du Moulin. Certains griffons sont bien individualisés (à l'amont et à l'aval de la route), mais leur identification et leur quantification n'est pas aisée. Leur débit d'après les mesures varie de 250 l/s à 670 l/s. Toutefois, ces valeurs sont difficilement interprétables si l'on ne connaît pas précisément l'endroit où ce débit a été mesuré.

Le schéma suivant explique la complexité du site

Figure 4 : Plan détaillé du site des sources du Moulin



Les griffons des sources se situent à l'amont et à l'aval de la route. A l'aval le plan d'eau de l'étang et la végétation masquent les arrivées d'eau. Celles-ci peuvent toutefois être localisées par des mesures de conductivité. A l'amont de la route, les différents griffons sont collectés par un petit canal et l'eau traverse la route par un radier.

Une partie de cette eau peut toutefois continuer à l'amont de la route par le biais d'une vanne. Des buses existent au travers de la route. Sous la seconde, à l'aval de la route existe un griffon. Cette seconde buse recueille des arrivées plus diffuses qui rejoignent le canal principal par une rigole masquée par la végétation.

A l'amont de la route, après la seconde buse, le canal (ou plutôt fossé) plus ou moins comblé reçoit des arrivées diffuses plus faibles qui s'écoulent vers les sources Champcourt.

La caractéristique principale de ces sources, en dehors de leur importance, réside dans leur salinité.

Des mesures de conductivité mettent en évidence qu'aucun des griffons ne présente les mêmes valeurs. Cela peut aller de quelques centaines de $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. L'explication de l'origine de l'eau salée a tout d'abord été l'hydrothermalisme (G. Billard). Puis des analyses (J.L. Join) ont montré la similarité avec la composition des eaux marines, Armines ayant émis l'hypothèse d'un fonctionnement basé sur une dépression liée à l'émergence et l'importance des arrivées d'eau douce au-dessus du sel. Armines estime à 10 % la quantité d'eau de mer en période de hautes eaux et à 2-3 % à l'étiage.

Des expérimentations ont été effectuées par Armines et la REDETAR sur le canal à l'amont du radier, pour déterminer l'impact du débit sur la salinité. Le principe des mesures consistait à faire varier le niveau du canal (et donc la charge d'émergence des sources) pour étudier les variations de conductivité.

Nous retiendrons donc de ces sources, un débit important, une salinité marquée, de nombreux griffons aux caractéristiques différentes, l'explication de l'origine du sel restant, à notre avis, à confirmer.

4.2.2 Les sources de Champcourt

Situées à une altitude comparable à celles du Moulin, les sources de Champcourt émergent à l'amont immédiat de la route du Tour des Roches.

Leur débit varie de 80 à 150 l/s, mais là encore, des arrivées en provenance des sources du Moulin, normalement faibles du fait des buses au travers de la route, peuvent se produire et perturber la quantification de ces sources.

Les griffons sont moins individualisés mais on retrouve également quelques zones d'arrivées plus salées.

4.2.3 Les sources Roches Blanches

Les sources Roches Blanches sont matérialisées par une étendue d'eau de quelques centaines de mètres carrés entre la route du Tour des Roches et un

escarpement basaltique. L'ensemble est envahi par la végétation et les griffons ne sont pas visibles.

Deux buses permettent le passage au travers de la route vers l'étang, un canal souvent obstrué collecte les eaux vers le canal en travers, à l'aval du pont des Anglais. Les niveaux d'eau dans ce secteur sont souvent élevés (du fait de l'obstruction des canaux par la végétation) et empêche les mesures de débit.

Les valeurs anciennes effectuées par l'ORSTOM donnent entre 100 et 140 l/s, alors que les mesures réalisées par l'ORE donnent entre 40 et 50 l/s. Ces dernières sont en fait partielles puisque seule une buse sur les deux était mesurée. Reconnu fin 1998, le deuxième passage sous la route était jaugé à 28 l/s et 46 l/s pour le premier, soit 74 l/s au total. Le contexte déficitaire de ces dernières années ne permet pas de comparer les mesures et de déterminer si l'intégralité du débit était mesuré. Des mesures de conductivité effectuées en différents points à l'amont de la route tendraient à supposer l'influence d'eau salée mais non comparable à celle des sources du Moulin.

4.2.4 La Source Cresson

Elle est située à l'aval de la route du Tour des Roches à l'altitude d'environ 2,20 m NGR, dans le secteur de la ravine Renaud. Les griffons sont bien individualisés au pied d'un affleurement de basalte. L'eau sort par des fissures et présente la caractéristique d'être très douce (120 à 160 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Cette source a surtout fait l'objet de mesures de conductivité par l'ORE, et depuis 1998, de mesures de débit. Les valeurs sont de l'ordre de 20 l/s alors que l'ORSTOM en 1959 et 1960 donnait 65 à 70 l/s, s'il s'agit du même point d'eau. Les coordonnées jusqu'à présent données par l'ORE dans ses annuaires sont par ailleurs erronées.

4.2.5 Source Bouillon

Située à l'amont immédiat de la route, cette source était autrefois captée. Son débit est aujourd'hui quasi nul (depuis au moins 1993), les mesures antérieures de l'ORSTOM donnaient hors captage 30 à 45 l/s. L'exploitation du puits Bouillon à l'amont peut expliquer cette différence. La conductivité y est relativement stable à 280-300 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

4.2.6 Source Grande Fontaine

Anciennement captée, cette source (ou d'autres griffons) est située au niveau du lavoir de Grande Fontaine. En sortie du lavoir, l'ORE a mesuré

entre 2 et 15 l/s. Les mesures antérieures de l'ORSTOM donnaient 40 à 55 l/s. Là encore, l'explication réside peut-être dans l'exploitation du puits de Grande Fontaine. La conductivité est un peu supérieure à celle du secteur Bouillon, entre 330 et 360 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

4.2.7 Ravine du Bernica au bassin Pigeon

A l'extrémité amont de l'étang St Paul, la ravine du Bernica présente des arrivées d'eau à l'amont de la cascade du bassin Pigeon. Ces sources présentent une altitude plus élevée que celle du Tour des Roches. Le débit jaugé à l'extrémité du bassin y varie à l'étiage entre 5 et 10 l/s. Ces eaux s'infiltrèrent avant le radier.

Elles contribuent sans doute au débit qui passe sous le pont de Grande Fontaine jaugé en 1994 à 14 l/s. Il est intéressant de remarquer qu'au pont de Grande fontaine, la conductivité est d'environ 420 à 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, soit supérieure à celle de la source du lavoir situé à l'aval du pont. Si les eaux infiltrées au droit du bassin Pigeon à priori douces, puisque émergeant au-dessus de la cascade, contribuent quasiment pour moitié au débit passant sous le pont, cela signifie que des arrivées plus salées existent à l'amont du pont (des ruissellements sont visibles en rive gauche à l'amont immédiat du pont).

4.2.8 La Ravine Divon

Au débouché de la ravine Divon existent quelques émergences comparables à celles de la ravine du Bernica. Un jaugeage effectué par l'ORE donnait en 1998 environ 5 l/s. Ces eaux sont quasiment intégralement captées.

4.2.9 Autres sources

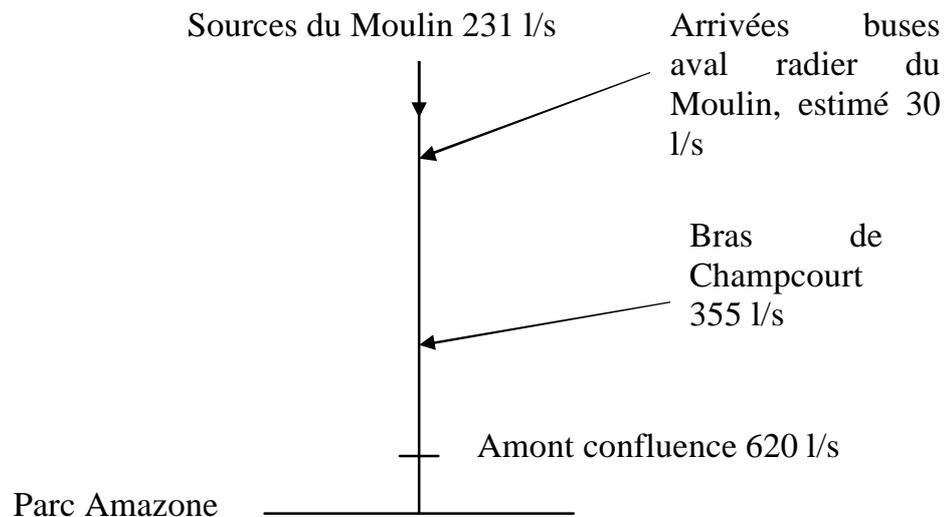
D'autres émergences de faible ampleur ont été reconnues à l'amont de la route, à proximité du forage SP2, les griffons ne sont pas visibles. Des arrivées faibles sont également identifiables mais non visibles au droit du parc Amazone, en provenance du secteur de la pisciculture (quelques litres/secondes).

Enfin, une importante ligne d'émergences a été localisée au sein de la végétation de l'étang à l'aval des sources Champcourt. Situées à une cinquantaine de mètres à l'aval de la route, ces sources n'ont à priori pas été inventoriées avant 1998. Elles se mélangent avec les apports des sources Champcourt amont, mais leur débit est plus important. Elles ne peuvent cependant être jaugées du fait de la végétation. Elles présentent des conductivités faibles (150 $\mu\text{S}/\text{cm}$) qui font que, après mélange avec les

sources Champcourt amont, la conductivité s'établit à environ 300 µS/cm. Ces eaux rejoignent les eaux d'un canal en provenance des sources du Moulin, par un canal envahi par la végétation. Des jaugeages ont pu être réalisés en 1998 et 1999 sur ce que nous appellerons le Bras de Champcourt et le Bras du Moulin, et donnaient :

	Bras de Champcourt	Bras du Moulin
1998	355 l/s	231 l/s
1999	320 l/s	253 l/s

Les jaugeages du Bras de Champcourt sont difficiles du fait de la végétation et les valeurs peuvent être sous évaluées d'une dizaine de litres par secondes. Un jaugeage complémentaire effectué en 1998 à l'aval de la confluence des deux bras et à l'amont de la confluence avec les arrivées du parc Amazone a confirmé la cohérence des jaugeages.



Les émergences des sources situées à l'aval du secteur Champcourt représentent environ 230 l/s d'une eau très douce. Malgré une proximité géographique des sources du Moulin, d'un débit équivalent et une cote d'émergence semble-t-il plus faible que les sources du Moulin, ces résurgences n'entraînent pas d'eau salée.

4.3 Bilan des apports de l'Etang Saint-Paul

Avec l'installation, fin 1993, de la station limnigraphique au pont de l'ancienne RN1, les protocoles de jaugeages des débits de l'Etang Saint-Paul ont été revus par l'ORE.

Sujet d'incertitudes mis en évidence dans les études Armines et BRGM, les jaugeages antérieurs à 1994 ne permettaient pas de savoir si l'étang était en vidange. Par ailleurs, les mesures effectuées à l'exutoire de l'océan, si elles étaient censées intégrer les arrivées de la ravine la Plaine et donc du trop plein du canal Lemarchand, étaient faussées par les infiltrations au travers du cordon littoral.

A partir de 1995, le point de référence choisi est le pont de l'actuelle RN1 (présence d'un seuil) en période stabilisée basses eaux, validée par les enregistrements de niveau.

Depuis 1995, les valeurs de débit de l'Etang Saint-Paul varient de 0,79 m³/s valeur minimale (décembre 1999) à 1,3 m³/s (août 1995) hors période de pluie.

La valeur de 0,79 m³/s représente la valeur minimum jugée. Il existe dans les données antérieures, une valeur bien plus faible (< 500 l/s) mais il semble que les conditions de réalisation de cette mesure n'étaient pas fiables (jaugeage partiel). A l'étiage 2000, l'ORE a effectué un jaugeage donnant 0,74 m³/s, mais cette valeur n'est pas encore validée.

Si l'on étudie les bilans hydrométriques réalisés par l'ORE en 1998 et 1999 on obtient les résultats suivants :

Tableau 3 : Bilan hydrométrique de l'étang Saint Paul (1998 – 1999, d'après l'ORE)

- Mi -novembre 1998

Bras du Moulin amont confluent Parc Amazone	Source du Moulin	231 l/s sources du Moulin (mesuré) 30 l/s canal rive gauche (estimé sur le terrain)	620 l/s (mesuré)
	Bras de Champcourt	355 l/s (mesuré) dont 122 l/s sources Champcourt amont (mesuré)	
Entrée Parc Amazone (estimé sur le terrain)			5 à 10 l/s
Parc Amazone estimé			5 à 10 l/s
Source Cresson			19 l/s (mesuré)
Source Roches Blanches n° 1 46 l/s			68 l/s
Source Roches Blanches n° 22 l/s			
Pont des Anglais	Source Lavoir	14 l/s (mesuré)	≈ 50 l/s
	Pont de Grande Fontaine	10 l/s (estimé)	
	Apports autres (estimé d'après autres bilans) 25 l/s		
Autres sources estimées	Sources aval P21 – Champ de piments	5 à 10 l/s	≈ 10 l/s
	Source amont route SP2	5 l/s	
Total apports reconnus			790 l/s
Etang Saint-Paul au Pont RN1			870 l/s

A la mi novembre 1998, les apports en provenance du bras du Moulin et du Bras de Champcourt représentent 620 l/s soit 71 % du débit de l'étang au pont de la RN1. A cette date il "manque" 80 l/s soit 10 % du débit à la RN1 pour reconstituer totalement les apports. En 1999, les bras de Champcourt et bras du Moulin représentent 573 l/s, soit 72 % du débit de l'étang au pont de la RN1.

4.4 Implication de ces résultats

La reconnaissance des sources aval de Champcourt implique plusieurs points que nous listons dans les paragraphes suivants.

4.4.1 Quantification des apports de l'étang

Le seul secteur nord de l'étang, Moulin, Champcourt, Cresson, Parc Amazone apporte aujourd'hui 76 % du débit de l'Etang, le secteur Roche Blanche, 7.5 % et le Pont des Anglais, 6%.

Le reste des apports n'est pas identifié mais peut provenir en partie de Roche Blanche, de l'aval du secteur Bouillon et peut être de sources non reconnues à l'aval de la route entre le secteur Cresson et Roche Blanche. Le total de ces apports non reconnus ne dépasse pas 10 %.

En mars 2000, des jaugeages simultanés des sources Roches Blanches, du Pont des Anglais et du canal en travers avant la confluence avec l'étang révélèrent environ 50 l/s d'apports non reconnus provenant de cette partie de l'étang.

La faible part du secteur Grande Fontaine – Bouillon peut résulter des pompages importants du Puits Bouillon et de Grande Fontaine (120 l/s en débit fictif continu au total).

4.4.2 Qualité des eaux

Les émergences Champcourt aval contribuent à abaisser les teneurs en sel des eaux de l'étang du fait de leur absence de contamination salée.

Il est également remarquable que, bien que situées à environ 80 m à l'aval des sources Champcourt amont et donc à une cote d'émergence plus basse, elles ne répondent pas au schéma jusque-là admis.

La quasi totalité des autres émergences de l'Etang Saint-Paul (exceptée Cresson) correspond à des griffons d'eau contaminée par le sel.

4.4.3 Bilan hydrologique

Le BRGM sur la période 1971 à 1995 a estimé une infiltration moyenne sur le bassin versant supposé des hauts de Saint-Paul de 1090 à 1270 l/s.

Armines, après avoir montré la difficulté de déterminer le bassin versant de la ravine Saint-Gilles et sa limite avec celui de l'Etang Saint-Paul estime à 1024 l/s l'infiltration moyenne.

Dans les deux cas, l'infiltration calculée contribue à l'alimentation de l'Etang Saint-Paul. En 1993, Armines estimait par modélisation le débit de l'exutoire de l'étang à 988 l/s en régime naturel et à 825 l/s en tenant compte des pompages, soit une différence d'environ 380 l/s avec les mesures et estimation de l'ORE de l'époque. Cette surestimation de l'ORE pouvait provenir selon Armines de la contribution par vidange (régime transitoire) de l'étang.

En 1996, le BRGM montrait que le bilan hydrologique établi sur les hauts de Saint-Paul et la majeure partie du littoral nord était insuffisant pour expliquer le débit de l'étang, les débits prélevés pour l'AEP voire d'éventuelles fuites vers l'océan. Trois hypothèses étaient émises :

- une surestimation des débits de l'étang de l'exutoire
- une sous-estimation de l'infiltration du modèle BRGM
- une participation d'autres apports dans le bilan hydrologique

Aujourd'hui les mesures réalisées par l'ORE avec vérification du contexte à la station limnigraphique confirment les débits de l'étang à l'exutoire.

La reconnaissance des sources de Champcourt aval permettent également de reconstituer à 90 % ce débit.

En ce qui concerne la participation d'autres apports, le bassin versant de l'étang étant ceinturé par celui de la rivière des Galets et celui de la ravine Saint-Gilles, il est difficile de diminuer leur part pour augmenter celle de l'étang.

Reste alors une sous-évaluation des modèles hydrologiques, les deux dernières hypothèses du BRGM restent donc à vérifier.

Approche des sorties du système en 1999 (cycle extrêmement déficitaire) :

- exutoire de l'étang	950 l/s
- prélèvements AEP par forage	200 l/s
- galerie Mafate	110 l/s
Total	1 270 l/s

5 Contexte hydrogéologique de l'étang Saint Paul

5.1 Géologie

D'après les éléments de la carte géologique au 1/50000^{ème}, l'Etang Saint-Paul se situe dans des alluvions fluvio-marines séparées de l'océan par des sables et galets de plage (Saint-Paul ville).

Au nord, on trouve des alluvions anciennes indifférenciées (cône de déjection de la rivière des Galets).

Ces formations alluvionnaires sont dominées par des falaises de formations volcaniques du Piton des Neiges qui bordent la planèze.

Les terrains les plus anciens sont des basaltes de phase I. Peu présents sur le secteur, ils sont signalés par Armines dans le secteur de Petite Anse et au fond de la ravine Divon. Ces basaltes sont zéolités et peu perméables, les terrains de phase II constituent l'ossature de la planèze et de la falaise. Ce sont des successions de coulées métriques et d'horizons de scories plus ou moins cohérents.

Les phases les plus récentes (phases III et IV) recouvrent l'ensemble des terrains de phase II

Un certain nombre de forages plus ou moins profonds permettent de préciser les formations rencontrées. Les sondages réalisés au droit de l'étang n'excèdent pas 25 m de profondeur. On y retrouve de 30 cm à 2 m de matière organique surmontant des sables fins basaltiques plus ou moins argileux avec des intercalations de niveau de galets. Le substratum basaltique n'y est pas mis en évidence. Les ouvrages réalisés à proximité des affleurements de basalte ne le rencontrent également pas.

Dans le secteur Omega, le forage P18 profond de 137 m (-111 m NGR) n'a traversé que des alluvions.

Des forages profonds ont également été réalisés à l'amont immédiat de l'étang. Le forage P21 est situé en bordure du chemin du Tour des Roches à proximité de la ravine Renaud. Il a recoupé dix mètres d'alluvions grossières argileuses, 95 m d'un empilement de basalte et scories (jusqu'à la cote -100 m NGR) puis 45 m d'alluvions grossières anciennes.

Le forage P20 est lui situé à environ 100 m à l'amont du chemin du Tour des Roches. Il a traversé 4 m d'alluvions grossières, 15 m de basalte compact sain, puis 3 m d'un paléosol composé d'argile rouge sablo

granuleuse surmontant 76 m d'empilement de basalte et scories (jusqu'à la cote -88 m NGR). On retrouve ensuite en dessous des alluvions.

Les autres ouvrages du Tour des Roches sont moins profonds. Plus éloigné, le forage P13 Cambaie situé à la cote 67 m NGR est profond de 140 m (-73 m NGR). Il a trouvé 94 m d'alluvions grossières puis des formations volcaniques récentes jusqu'au fond du forage.

5.2 Aquifère et salinité

Les ouvrages implantés à l'amont de l'étang ont rencontré une nappe généralement libre dans les formations volcaniques, éventuellement captive sous un paléosol (forage P20) ou sous la couche d'alluvions grossières superficielles (P21).

L'aquifère peut être multistrate, en témoignent les variations de charge entre les deux piézomètres du P21. Cette nappe d'eau douce est en équilibre sur de l'eau salée dont la transition a été rencontrée à environ -50 m NGR au P20 et au P21.

Au SP4 proche du P20 (une dizaine de mètres) un pompage d'essais à 140 m³/h pendant 72h a engendré un rabattement de 6,70 m au SP 4 et 0,09 m au P20 mais a entraîné une contamination saline de la colonne d'eau.

Au P21 un pompage d'essais à 253 m³/h pendant 48 h a engendré un rabattement de 0,31 m et l'absence de modification de la salinité de l'eau.

Les logs de conductivité réalisés sur les autres ouvrages révèlent en fait des variations de la salinité de l'eau et témoignent de l'hétérogénéité de l'aquifère et de son alimentation. Le tableau suivant donne les valeurs de conductivité rencontrées dans la tranche d'eau douce.

Tableau 4 : Conductivité de la tranche d'eau douce

Ouvrage	Conductivité (µS/cm)
SP 1	≈ 300 à 500 µS/cm
SP 2	≈ 250 µS/cm
P21	≈ 150 µS/cm
SP 3	≈ 300 à 500 µS/cm
SP 4 – P 20	≈ 300 à 500 µS/cm

On peut d'ores et déjà constater la faible valeur rencontrée au P21 comparable à celle de la source du bras de Champcourt à l'aval de la route.

En ce qui concerne les ouvrages plus éloignés, le P13 Cambaie a rencontré une nappe en continuité dans des alluvions et des formations volcaniques.

Les conductivités au sein de ces deux formations sont différentes puisqu'à l'origine, on trouvait 445 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans les alluvions et 260 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans les formations volcaniques

A partir de 120 m de profondeur, la conductivité reprenait une valeur intermédiaire à environ 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

A l'aval de ce point au P18 Omega, deux nappes ont été rencontrées dans des formations alluvionnaires séparées par des alluvions fines silteuses.

La nappe alluvionnaire inférieure présente un comportement piézométrique comparable à celle du P13 Cambaie et des valeurs de conductivité comparables.

La nappe supérieure captée également par le forage Omega présente un comportement piézométrique différent et une conductivité d'environ 380 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La nappe inférieure au P18 est en équilibre sur l'eau salée à partir de -110 m NGR (soit bien plus profond qu'à proximité de l'étang avec une charge piézométrique pourtant identique).

En ce point, un essai de pompage a été mené pendant 24 h au débit de 89 m^3/h dans la nappe supérieure (ouvrage situé à quelques mètres du P18 et détruit par la suite) et a engendré un rabattement de 80 cm au forage pompé, 30 cm au P18 n°1 et 3 cm au P18 n°2. Cette dernière valeur n'est pas significative et peut être également attribuée aux variations de pression de la nappe captive.

En ce qui concerne les conductivités, les logs effectués en début et fin de pompage montrent une remontée de quelques mètres de la zone de transition avec le sel (valeurs entre 2000 et 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et l'apparition d'eau plus douce en fond d'ouvrage (entre -130 et -138 m NGR) où les conductivités passent de 14000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avant pompage à 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ après pompage.

5.3 Evolutions piézométriques

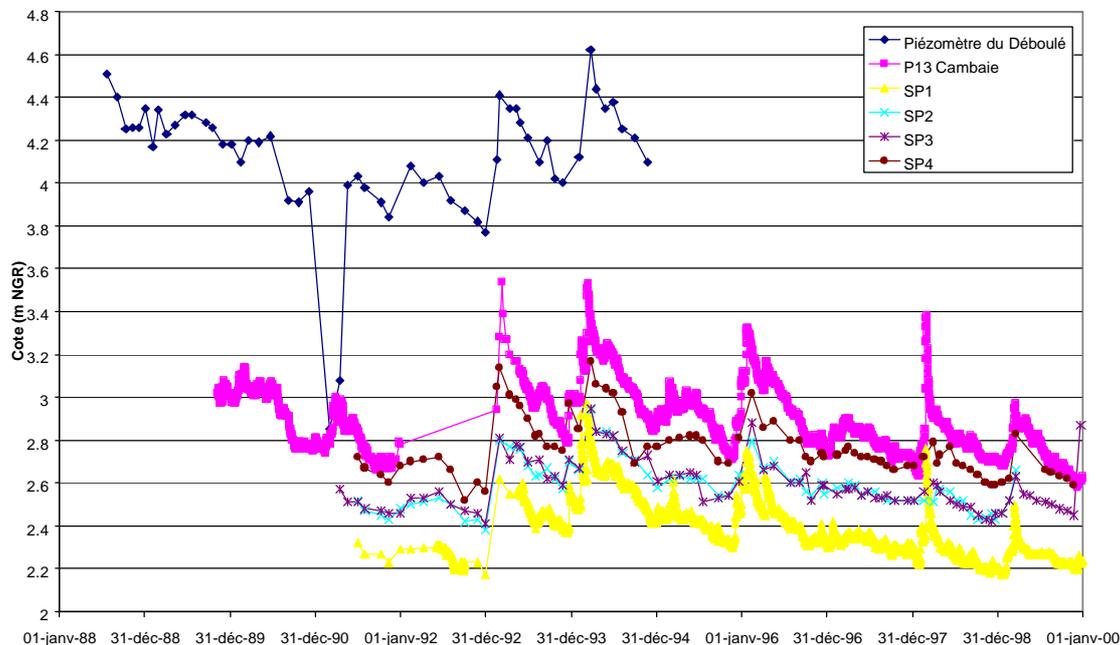
Les suivis piézométriques réalisés par l'ORE sur la plupart des ouvrages permettent de préciser le comportement piézométrique du secteur.

Tableau 5 : Points d'eau souterraine

N° BSS	Désignation	Première mesure ORE	Dernière mesure ORE
1226-2X-0124	Piézo source Bouillon	10/07/85	09/12/97
1226-2X-0125	Piézo source du Moulin	10/07/85	19/07/94
1226-2X-0126	Piézo Savannah	10/07/85	09/12/92
1226-2X-0146	Puits Bouillon	04/09/92	07/12/99
1226-2X-0167	Piézo du Déboulé	21/07/88	22/11/94
1226-2X-0170	P13 Cambaie	21/09/89	31/12/99
1226-2X-0176	SP1	04/07/91	31/12/99
1226-2X-0177	SP2	04/07/91	18/03/99
1226-2X-0178	SP3	16/04/91	31/12/99
1226-2X-0179	SP4	04/07/91	24/12/99
1226-2X-0182	Piézo Grande Fontaine	22/12/93	08/08/94
1226-2A-0186	P18 n°1	17/11/94	31/12/99
1226-2B-0186	P18 n°2	17/11/94	31/12/99
1226-2A-0188	P21 n°1	18/07/95	20/04/99
1226-2B-0188	P21 n° 2	18/07/95	20/04/95
1226-6X-0040	Puits Grande Fontaine	01/06/92	31/12/99

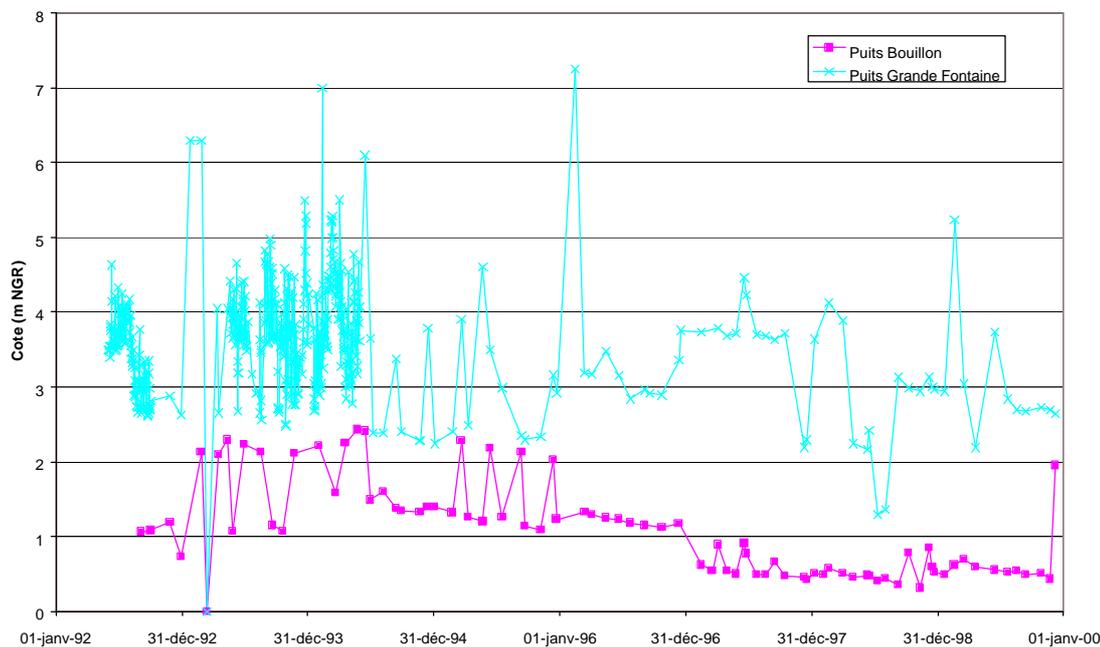
En terme de valeurs piézométriques, on trouve environ 2,5 m NGR sur les ouvrages du Tour des Roches, environ 3 m NGR au P13 Cambaie, 4,5 m NGR au Déboulé un peu plus à l'amont.

Figure 5 : Evolutions piézométriques comparées des ouvrages du Tour des Roches, du P13 Cambaie et du Piézomètre du Déboulé



On remarquera qu'au secteur sud de l'étang, à partir de Bouillon, la piézométrie augmente en allant vers Grande Fontaine où la charge atteint environ 7 m NGR (en l'absence de pompage).

Figure 6 : Evolutions piézométriques comparées des Puits Bouillon et Grande Fontaine



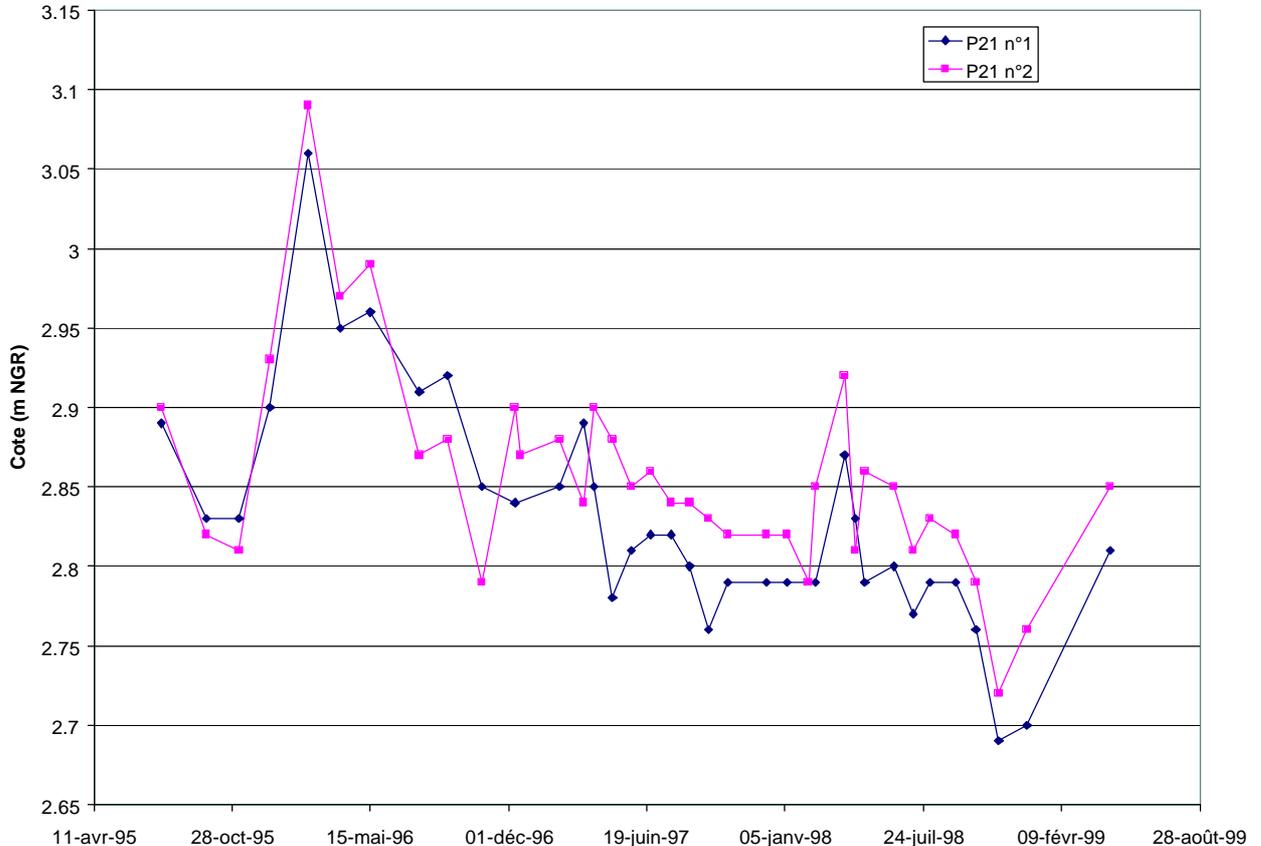
Déjà mis en évidence par l'ORE et le BRGM, cette augmentation se situe dans la zone la plus proche de l'océan. De manière générale hormis les piézomètres des formations alluviales de l'étang, tous les ouvrages présentent le même comportement.

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

Ce comportement caractérise bien les nappes des formations volcaniques de La Réunion.

On remarque parmi ces ouvrages, le P21 et ses deux piézomètres de mesures. Les variations mesurées sont globalement semblables, mais il peut exister des différences qui témoignent bien d'un aquifère multistraté.

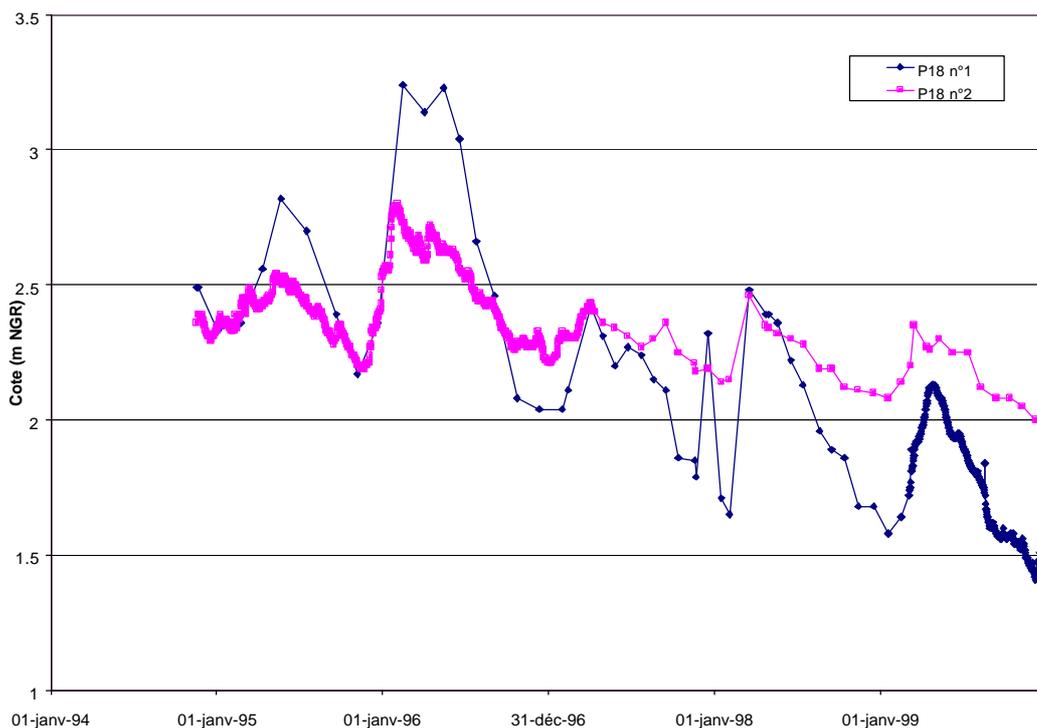
Figure 7 : Evolutions piézométriques comparées de P 21 n°1 et 2



On peut supposer que ceci serait également observable au P13 Cambaie où les logs de conductivité témoignent d'origine d'eau différente entre les alluvions et les formations volcaniques, mais l'ouvrage est crépiné sur toute la hauteur.

En ce qui concerne les formations alluviales au P18 Omega, la nappe inférieure captive sous les alluvions fines silteuses présente un comportement comparable à celles des ouvrages des formations volcaniques alors que la nappe supérieure avec des variations métriques présente un fonctionnement analogue aux nappes intermédiaires de la rive droite de la Rivière des Galets (P3 lotissement Cotur).

Figure 8 : Evolutions piézométriques comparées de P18 Oméga n°1 et 2



6 Conclusions

- L'Etang Saint-Paul résulte de l'émergence d'eau souterraine le long de la route du Tour des Roches. Son niveau est contrôlé par l'ouverture ou la fermeture du cordon littoral.
- La majorité des apports à l'étang sont quantifiés, et proviennent essentiellement des sources du Moulin, salées, et des sources Champcourt, douces.
- Les bilans hydrométriques réalisés par l'ORE confirment les débits à l'exutoire de l'étang et accentuent l'incertitude des bilans hydrologiques réalisés sur la zone. D'après les éléments de connaissance actuels, on peut envisager que l'étang collecte la majeure partie des eaux souterraines et qu'en prenant en compte l'exploitation par l'alimentation en eau potable, peu d'eau s'évacue en mer par le système souterrain.
- Le système aquifère est composé de formations volcaniques récentes qui épouse un relief ancien. Ces formations sont en continuité verticale et à l'aval avec un système alluvionnaire.
- Au Nord du secteur la nappe dans les alluvions devient captive sous une formation alluvionnaire semi-perméable qui contient une nappe supérieure en relation avec le système rivière des galets aval.
- L'alimentation et l'existence de l'Etang de Saint-Paul proviennent de l'accumulation de formations alluviales fines de moins bonnes caractéristiques hydrodynamiques que le système volcanique. Ces alluvions rendent captive la nappe et favorise l'émergence d'eau très douce ou de mélange d'eau salée pourtant dans des secteurs proches.
- La sensibilité au sel est quasi générale sur l'ensemble de la zone.

7 Informations supplémentaires et compléments

La synthèse des données disponibles montre qu'à ce jour, le fonctionnement hydraulique du plan d'eau est globalement cerné. A l'étiage environ 90 % des apports à l'étang sont identifiées.

Pour des cycles humides par contre, la répartition de ces apports reste à valider.

Outre l'étang proprement dit, la problématique réside aujourd'hui dans l'étang et sa relation avec le système hydrogéologique et l'exploitation qui en est faite notamment.

Les bilans hydrologiques effectués sur la zone, Armines et BRGM s'accordent pour évaluer l'infiltration moyenne annuelle à 1100 à 1300 l/s. Si l'on en déduit les pompages actuels et l'évapotranspiration potentielle, on arrive à des valeurs proches de zéro ou négatives.

Si l'on considère les valeurs d'infiltration moyenne au moins comme ordre de grandeur, cela signifie que toute exploitation supplémentaire s'effectue au détriment des émergences à l'étang.

Ceci semble être validé par les faibles arrivées en provenance du secteur Grande Fontaine – Bouillon déjà exploité. Mais l'impact d'un prélèvement ne semble pas le même suivant sa localisation géographique.

Ainsi, on peut supposer que l'impact d'un pompage supplémentaire dans une zone où les émergences sont faibles aura plus de conséquences vis-à-vis de l'étang qu'une zone où les arrivées sont importantes.

Par ailleurs, un autre problème réside dans la qualité des eaux prélevées. L'exemple du forage Renaud illustre bien cette problématique. Prévu pour être équipé d'une pompe à 250 m³/h, on peut envisager la probabilité d'un pompage 24h/24 h à l'étiage, soit 70 l/s

Du fait de ses caractéristiques hydrodynamiques, de sa faible conductivité et de sa proximité du secteur Champcourt – Cresson , on peut supposer que cet ouvrage se situe sur le même axe d'alimentation.

En exploitation, en supposant que tout prélèvement supplémentaire se fasse au détriment des apports de l'étang, les conséquences probables pourraient être :

- Baisse des sources aval Champcourt de 230 à 160 l/s (base bilan ORE mi -novembre 98)
- Baisse du débit de l'étang à la RN1 de 870 l/s à 800 l/s (base ORE mi-novembre 98)
- En terme de débit, le secteur Champcourt étant bien alimenté, la baisse du débit des émergences devrait avoir peu de conséquences. Ce prélèvement représenterait environ un peu moins de 10 % du débit de l'étang.
- Augmentation de la conductivité du Bras de Champcourt d'environ 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Augmentation de la conductivité du Bras de Moulin à l'aval de la confluence du Bras de Champcourt, entre 80 et 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que l'on retrouve quasiment jusqu'à la RN1
- En terme de conductivité, la salinité des eaux de l'étang augmente d'environ 80 et 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La problématique du forage Renaud révèle bien l'échelle locale et régionale de l'Etang Saint-Paul.

Pour bien appréhender cette problématique, un certain nombre d'actions complémentaires peuvent être envisagées.

Nous les présentons ci-dessous.

7.1 Mesures et suivis complémentaires

7.1.1 Bilans hydrométriques

Les bilans réalisés par l'ORE ont confirmé et révélé la répartition des apports. Mais, les conditions de mesures et les moyens de l'ORE sont limités et bien souvent ces bilans sont incomplets.

Il serait important d'engager des bilans hydrométriques et piézométriques à différentes périodes.

Le protocole suivant pourrait être adopté :

- Nettoyage préalable de l'ensemble des sections de mesure, l'envahissement par la végétation empêche bien souvent la mesure ;

- Etang bas , hors phase de vidange, validé par les enregistrements à la RN1 ;
- 3 à 4 bilans repartis après la saison des pluies ;
- mesures de piézométrie, débit et conductivité

Points de mesures hydrométriques :

- mesure des apports souterrains de la galerie du transfert et éventuellement du rejet (ravine Lolotte) ;
- mesure du canal du Moulin après concentration de l'ensemble des écoulements ;
- mesure des sources Champcourt à la route (mesure des arrivées en provenance du secteur du Moulin)
- mesure du canal Champcourt à l'amont de la confluence avec le canal du Moulin (conductivité et débit)
- mesure du canal Moulin/Champcourt à l'amont de la confluence du Parc Amazone
- Mesure des arrivées du Parc Amazone (canal de débordement à l'entrée) et du canal de navigation avant confluence avec les arrivées du Moulin
- Mesure de la source Cresson
- Recherche et mesures des arrivées à l'aval du P21 (point d'eau mal identifié et non quantifié)
- Mesures des sources Roches Blanches
- Mesure de la source Bouillon
- Mesure de la source de la Ravine Divon
- Mesure de la source du Lavoir de Grande Fontaine
- Mesure des arrivées au pont de Grande Fontaine (nettoyage et aménagement de la section nécessaire)
- Mesure au Pont des Anglais
- Mesure du Canal en travers à l'amont immédiat de la confluence
- Mesure des sources Barrois et émergences du secteur de la grotte des Premiers Français
- Mesures au Pont de la RN1

Points de mesures piézométriques

L'ensemble des ouvrages souterrains devra faire l'objet d'une mesure piézométrique, y compris ceux en exploitation.

Les forages Trois Chemins devront être adaptés d'un tube guide pour permettre la mesure.

Un arrêt des pompes des ouvrages exploités serait souhaitable pour disposer d'une valeur piézométrique hors pompage. Des mesures de conductivité seront également réalisées.

7.1.2 Mesures de crues

L'ORE dispose d'une station d'enregistrement en continu de la ravine Bernica à l'altitude 800 m NGR.

Ce dispositif mériterait d'être complété par une station identique plus à l'aval, si possible à l'amont de la Cascade du Bassin Pigeon ou au bassin Sandrine à l'altitude 300 m NGR.

Ces deux stations permettront de mieux connaître le paramètre ruissellement du bilan hydrologique et donc l'infiltration profonde.

7.2 Etudes complémentaires

7.2.1 Bilan hydrologique

La problématique de l'étang et de sa dynamique nécessite de connaître l'importance des émergences par rapports aux circulations souterraines.

Les bilans hydrologiques établis jusqu'à aujourd'hui montrent que l'intégralité des débits souterrains doit émerger pour alimenter les débits de l'étang.

Un bilan hydrologique précis devra être réalisé.

Il devra permettre la détermination de l'infiltration vers la nappe. Ce bilan sera établi à partir :

- des informations pluviométriques (une dizaine de postes Météo France existent sur la zone) ;
- du calcul de l'ETR. Il existe malheureusement peu de données d'ETP sur la zone. Des calculs menés par le CIRAD basés sur des observations pourraient être menés préalablement ;
- Des informations de ruissellement de la station ORE actuelle du Bernica complétée par une station plus à l'aval ;

Le bilan hydrologique sera mené au minimum au pas de temps journalier et pourra être descendu au pas de temps horaire pour l'étude des épisodes pluvieux, si les données météorologiques sont disponibles.

La réalisation du bilan hydrologique nécessitera de s'intéresser et de définir les limites d'alimentation des circulations souterraines par rapport au système Galets et au système ravine Saint-Gilles.

Les résultats du bilan hydrologique devront être la quantification des apports à la nappe pour des cycles humides, moyens et secs.

7.2.2 Modélisation hydrogéologique

La quantification des apports souterrains permettra de définir l'importance des émergences de l'étang sur les circulations souterraines, mais ne peut déterminer l'impact des pompes sur ces émergences.

Un modèle hydrogéologique permettra de simuler ces impacts. Il devra permettre une bonne représentation de l'impact d'un prélèvement sur les émergences.

Ce modèle devra prendre en compte les hétérogénéités de faciès et l'impact sur le biseau salé.

La simulation de la salinité des différentes sources sera cependant sans doute difficile.

La géométrie de l'aquifère et son extension seront établies à partir des données de forages et géophysiques existantes.

7.3 Estimation financière

- Bilans hydrométriques réalisés par l'ORE (par bilan)

- 1 équipe de nettoyage des sections	2 jours
- 2 équipes hydrométriques	2 jours
- 1 équipe piézométrique	1 jour

Les mesures piézométriques et hydrométriques devront être réalisées simultanément.

- Installation d'une station hydrographique sur la ravine Bernica cote 300 m NGR ou plus basse

- travaux	
Si réalisation ORE	80 - 100 kF
Si réalisation autre	200-250 kF

- appareillage 30 – 50 kF
- suivis 50 kF

- Bilans hydrologiques
 - données météo (10 postes) 10 kF
 - données ETP CIRAD p.m
 - données ORE (hydrogrammes ravine Bernica) 3-5 kF
 - synthèse des données, bilan hydrologique détaillé 200-250 kF

- Modèle hydrogéologique
 - données piézométriques ORE (numérique) p.m
 - modèle et simulations (nombre à définir) 150-250 kF

Fiche signalétique

Rapport

Titre : *Etang Saint Paul, synthèse des données – Analyse de son comportement hydrologique et hydraulique*

Numéro : **A 22476**

Date d'envoi : janvier 2001

Statut du rapport : Définitif

Nombre de pages : 35

Nombre d'annexes dans le texte :

Nombre d'annexes en volume séparé :

Diffusion (nombre et destinataires) :

3 ex. clients

1 ex. service de documentation

1 ex. (unité)

Client

Coordonnées complètes : Direction Régionale de l'Environnement de la Réunion
23, Rue de Paris
97400 SAINT-DENIS

Téléphone :

Télécopie :

Nom des interlocuteurs : M. MERCY

ANTEA

Unité réalisatrice : *Agence Réunion*

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Auteur : Eric ANTEMI

Secrétariat :

Qualité :

Contrôlé par : *Eric ANTEMI* (signature)

Date : *janvier 2001*

Traçabilité

N° du projet : *REUP00/0016*

Références et date de la commande :

Mots-clés :

ANNEXE A :
COUPES DE FORAGE

(12 pages)

ANNEXE B :

**BILANS HYDROMETRIQUES DE 1994 A 1999
(D'APRES L'ORE)**

(6 pages)

ANNEXE C :
STATIONS METEOROLOGIQUES

(1 page)

ANNEXE D :
DONNEES HYDROMETRIQUES

(28 pages)