

Université Paris-Sud  
UFR Sciences et Technologies  
**UE Informatique et Base de Données**

Responsable de l'UE : Pascal RIGOLET

# **Inventaire des Ouvrages Géologiques sur le Bassin Versant de la Rivière des Pluies (Ile de la Réunion)**

---

*Matthieu GARDENAT  
M1 Génie Géologique*

Orsay, le 3 février 2013

## **Résumé**

De nos jours, les systèmes de gestion de base de données relationnelles sont des outils formidables pour gérer un volume conséquent de données. Dans tous les domaines, le volume de données à gérer pour des activités de recherche ou d'ingénierie sont de plus en plus important. Il est donc nécessaire que les scientifiques ou les ingénieurs puissent utiliser cet outil.

Dans cette UE, nous avons élaboré une base de données. Les données de mon projet sont issues d'un stage que j'ai réalisé au Laboratoire Géosciences Reunion dans le cadre du projet de recherche Erorun. Il sera présenté les étapes de la construction de la base puis les différents éléments qui la constituent. L'utilisation de la base sera également présentée. Enfin, il sera vu un exemple d'utilisation d'une base de données dans un contexte d'étude de terrain avec l'intégration de la base dans un système d'information géographique.

## **Abstract**

Nowadays, Database management systems are a powerful tool to manage a large volume of data. In all areas, the volume of data to manage for research and engineering are increasingly important. Therefore, it is necessary for scientists or engineers to be able to use this tool. In this class, we have developed a database. Data of my project come from an internship that I realized in the Laboratoire Geosciences Reunion for the research project Erorun. The steps of the construction the base will be presented and the different elements that constitute it. The use of the database will be presented too. Finally, it will be seen an example of using a database in the case of an environmental project with the integration of the base in a geographic information system.

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Présentation des données</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Présentation de la base de données</b>	<b>5</b>
3.1	Objectifs de la base . . . . .	5
3.2	Construction de la base . . . . .	5
3.2.1	Pour la petite histoire... . . . .	5
3.2.2	Construction du schéma relationnel . . . . .	6
3.3	Utilisation de la base . . . . .	7
3.3.1	La Fiche Ouvrage . . . . .	7
3.3.2	Les requêtes . . . . .	8
3.3.3	Le formulaire d'accueil . . . . .	8
3.3.4	Utilisation pratique de la base . . . . .	9
3.3.5	Points à améliorer . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Pour aller plus loin : Intégration de la base dans un système d'information géographique</b>	<b>10</b>
<b>A</b>	<b>Annexe : Notice Technique</b>	<b>12</b>
A.1	Introduction . . . . .	12
A.2	Installation de la base de données . . . . .	12
A.3	Page d'accueil . . . . .	12
A.3.1	Accès aux données . . . . .	12
A.3.2	Services . . . . .	13
A.4	Fiche ouvrage . . . . .	13

# 1 Introduction

Dans tous les domaines, qu'ils soient économiques ou scientifiques, les différents projets ou applications existants nécessitent de traiter un volume de données de plus en plus important et qui doivent également être analysées le plus rapidement possible. Cette amélioration dans la gestion et le traitement des données a pu se faire grâce à l'amélioration des techniques informatiques. Pour pouvoir répondre à ces contraintes, les *systèmes de gestion de bases de données relationnelles* sont un outil formidable.

Aujourd'hui, dans le monde scientifique, il devient nécessaire de maîtriser cet outil. Tant dans le monde de la recherche que de l'ingénierie, les projets nécessitent également de traiter un volume de données important. Citons l'exemple d'un cabinet d'ingénierie qui souhaiterait organiser les données issues des différentes études réalisées. Ces données devraient être facilement retrouvées pour être utilisées dans de nouveaux projets.

Dans le cadre de cette unité d'enseignement, nous avons pu nous initier à cet outil informatique et élaborer une base de données qui sera présentée dans la suite de ce rapport.

## 2 Présentation des données

Les données que j'ai utilisées pour mon projet de base de données sont issues d'un stage que j'ai réalisé en Juillet 2012 au sein du *Laboratoire Géosciences Réunion* de l'Université de la Réunion. Mon travail, pendant une partie de ce stage, portait sur le projet de recherche *Erorun*. Ce projet est porté par trois des laboratoires composant l'Osu-Réunion :

- Le Laboratoire Géosciences Réunion (*LGSR*), Université de la Réunion
- Le Laboratoire de l'Atmosphère et des Cyclones (*LaCy*), Université de la Réunion
- L'UMR Espace-Dev, IRD

Ce projet de recherche a pour objectif l'étude et la caractérisation des phénomènes d'érosion à la Réunion qui bénéficie d'un contexte géologique et météorologique particulier caractérisé par une saison humide entre novembre et avril et une saison sèche entre mai et octobre. Les phénomènes d'érosion ont lieu essentiellement pendant cette saison humide. Cependant, les taux d'érosion sont très importants, en témoigne l'incision et la profondeur des vallées qui sont pourtant relativement jeunes. Le site d'étude choisi pour ce projet est le bassin versant de la Rivière des Pluies situé dans le Nord de l'île.

Mon travail, lors de ce stage, était de réaliser l'inventaire des ouvrages géologiques existant sur le site d'étude. L'idée était de répertorier toutes les informations disponibles sur ces ouvrages et de les cartographier. En fonction des données recueillies, il sera possible de déterminer quels sont les ouvrages, notamment ceux qui sont encore accessibles ou exploités, qui pourront être utilisés pour réaliser des mesures pour le projet. Ces ouvrages pourront être équipés d'instruments de mesures automatiques comme des capteurs hydrométriques ou des sondes CTD. Enfin, la cartographie des ouvrages (Figure 1) permettra de définir des zones où il y a des lacunes en terme d'ouvrages et dans lesquelles il pourra s'avérer nécessaire d'implanter et de construire de nouveaux.

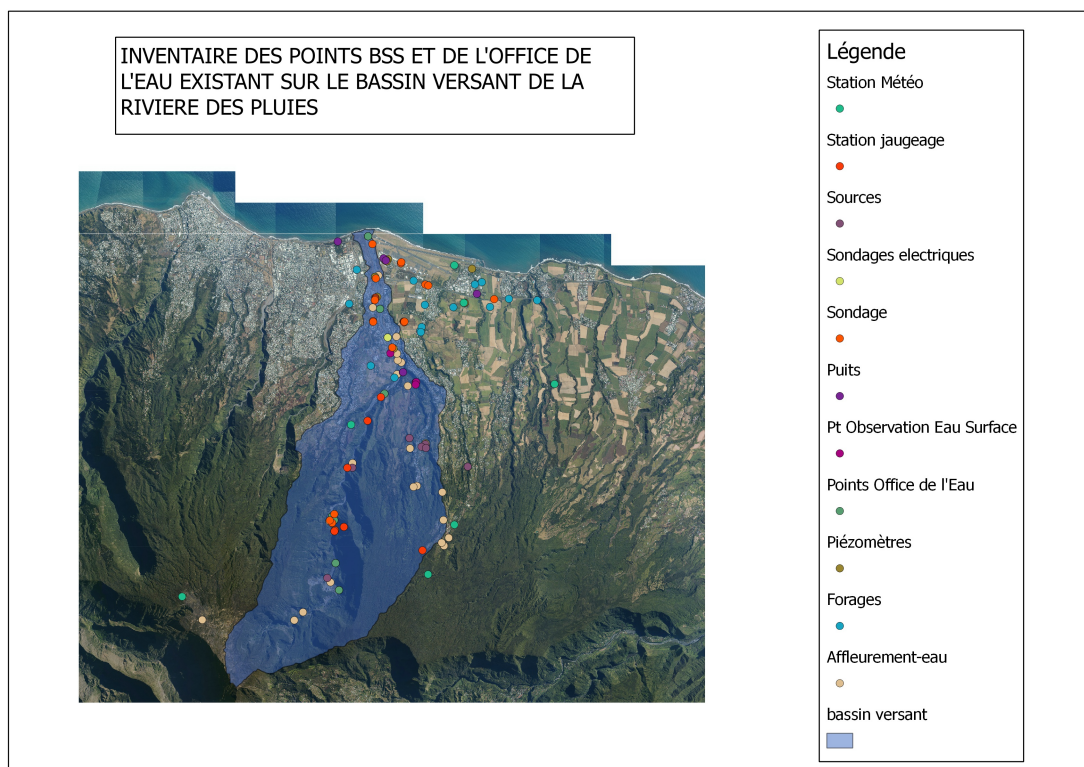


FIGURE 1 – Cartographie des ouvrages géologiques existant sur le bassin versant de la Rivière des Pluies

Les informations recueillies sur les ouvrages proviennent de la compilation de deux bases de données, celle de l'Office de l'eau de la Réunion<sup>1</sup> et de la banque de données du sous-sol du BRGM<sup>2</sup>. Ainsi, cent-quatre ouvrages ont été trouvés sur le site d'étude, regroupés selon leur nature.

## 3 Présentation de la base de données

### 3.1 Objectifs de la base

La base de données proposée est une base interne au projet Erorun. Elle sera utilisée par tous les intervenants des différentes équipes intervenant dans ce projet. D'une part, elle permettra aux utilisateurs de consulter les informations disponibles sur les différents ouvrages. D'autre part, ils pourront également l'enrichir, soit par l'ajout de nouvelles informations, soit par l'ajout d'un nouvel ouvrage.

### 3.2 Construction de la base

#### 3.2.1 Pour la petite histoire...

Une base de données, pour qu'elle soit cohérente, doit pouvoir raconter une histoire. Cette histoire, ou plutôt une phrase, permet de déterminer les différents éléments de la

1. disponible à l'adresse <http://banquededonnees.eaureunion.fr>

2. disponible via l'interface *Infoterre* à l'adresse <http://infoterre.brgm.fr>

base et la façon dont ils sont reliés. Nous pouvons résumer nos données ainsi :

*Il existe sur le bassin versant de la Rivière des Pluies un OUVRAGE qui est un TYPE d'OUVRAGE. Il est ACCESSIBLE et/ou EXPLOITÉ et on a effectué sur celui ci des MESURES de TYPE DE MESURE.*

Les mots en capitale dans cette phrase vont correspondre aux différentes tables de la base. La table *ouvrage* sera la table centrale de la base. Elle sera reliée aux tables *type d'ouvrage*, *accessibilité*, *exploitation* et *mesures*, cette dernière étant elle-même reliée à la table *type de mesure*.

### 3.2.2 Construction du schéma relationnel

A partir de ce travail préparatoire, un premier schéma relationnel a été élaboré (Figure 2)

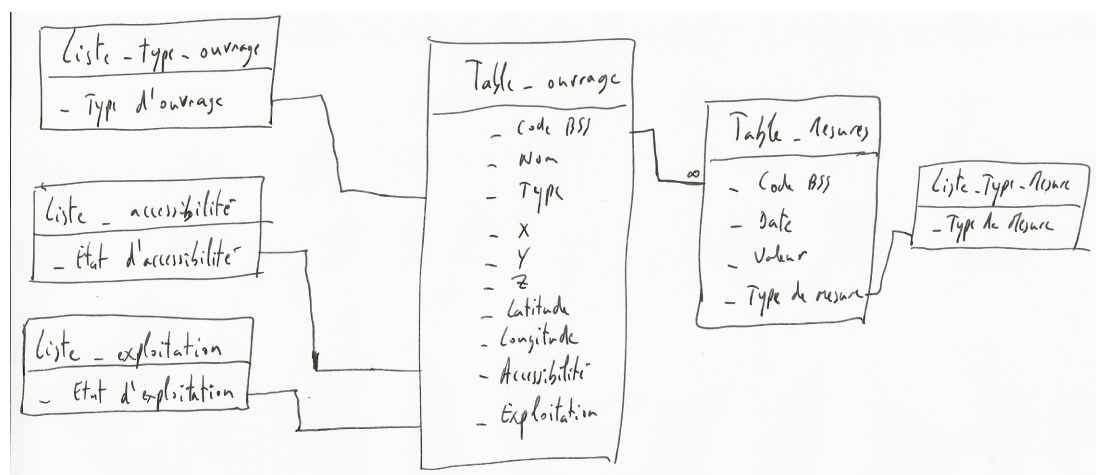


FIGURE 2 – Schéma relationnel préliminaire

Pour commencer à construire la base, la première table à renseigner est la table *ouvrage* qui est la table principale. Elle va regrouper toutes les informations disponibles sur les ouvrages : son nom, ses coordonnées, sa latitude et sa longitude, son état d'accessibilité et d'exploitation. Le champ le plus important de cette table est le code BSS. C'est un code national permettant d'identifier tout ouvrage ayant trait à la géologie. Du fait que ce code soit unique, il pourra être utilisé dans la base comme une clé primaire. En ce qui concerne la nature de l'ouvrage et l'état d'accessibilité ou d'exploitation des ouvrages, il sera renseigné par les tables correspondantes (respectivement la table *type d'ouvrage*, *accessibilité* et *exploitation* qui feront office de liste de choix. Savoir si un ouvrage est accessible et exploité est important dans l'optique du projet. Ces ouvrages pourraient alors être facilement équipés de sondes automatiques.

L'autre table importante de la base est la table *mesures*. Elle va regrouper les différentes mesures réalisées sur chaque ouvrage. Cette table est reliée à la table *ouvrage* par le code BSS faisant office de clé primaire. Différents types de mesure sont possibles en fonction du types d'ouvrage : mesure de débit pour les stations de jaugeage ou les affleurement-eau, mesures du niveau piézométrique pour les puits et les forages, etc. Une

table *type de mesure* qui servira de liste de choix s'avère donc pertinente.

Le schéma relationnel final est donc celui-ci (Figure 3) :

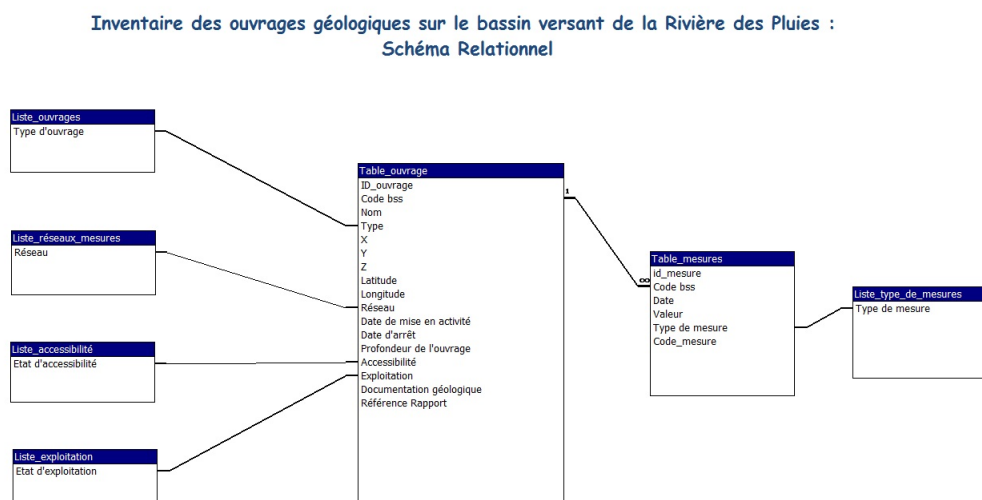


FIGURE 3 – Schéma relationnel final

Quelques petites modifications ont été apportées par rapport au schéma préliminaire. D'abord, sur la table *ouvrage*, de nouveaux champs ont été ajoutés pour d'autres informations pertinentes. Parmi ces ajouts, citons le champ *réseau*. Les différents ouvrages ont été regroupés en réseau selon le type de mesure effectué (hydrométrie, piézométrie ou pluviométrie). Cela permettra de faire une classification des ouvrages. Une table *réseaux de mesures* servira également de liste de choix.

### 3.3 Utilisation de la base

La base est actuellement composée de cent-quatre ouvrages et d'un peu plus de dix-neuf mille mesures. Il s'avère donc nécessaire de créer des formulaires et des requêtes pertinentes pour pouvoir naviguer le plus facilement et le plus rapidement possible dans la base pour consulter et/ou entrer des données.

#### 3.3.1 La Fiche Ouvrage

La *Fiche Ouvrage* est un formulaire ayant deux emplois possible. Il est possible de consulter toutes les informations sur les différents ouvrages ou d'entrer de nouvelles données. Ce formulaire est composé deux parties :

- Une partie regroupant des les informations de la table *ouvrage*
- Un sous-formulaire, sous la forme d'une feuille de données, regroupant toute les mesures effectuées sur cet ouvrage.

La navigation dans ce formulaire se fait via des menus déroulants situés sur l'en-tête du formulaire. Ces menus permettent de rechercher un ouvrage par son nom ou son code BSS.

L'intérêt de ce formulaire est d'afficher toutes les données un ouvrage (informations et mesures) sur une même page.

**Fiche ouvrage**

Rechercher un ouvrage par son nom  Rechercher un ouvrage par son code bss

[Retour Accueil](#) [Exportation des données](#) [Nouvel Ouvrage](#)

**ID\_ouvrage:**

**Code bss:**

**Nom:**

**Type:**

**X:**

**Y:**

**Z:**

**Latitude:**

**Longitude:**

**Réseau:**

**Date de mise en activité:**

**Date d'arrêt:**

**Profondeur de l'ouvrage:**

**Accessibilité:**

**Exploitation:**

**Documentation géologique:**

**Référence Rapport:**

id_mesure	Date	Valeur	Type de mesure	Code_mesure
19145	18/11/2002	162	Débit instantané (l/s)	1
*	(Nouv.)			

FIGURE 4 – Fiche Ouvrage

### 3.3.2 Les requêtes

J'ai composé plusieurs requêtes dans cette base pour accélérer le processus de recherche. Rappelons qu'il est important, dans l'optique du projet, de savoir si un ouvrage est accessible ou exploité et à quel réseau de mesure il appartient. Le but des différentes requêtes a pour but de répondre à ces questions. Ainsi, deux types de requête ont été réalisées :

**Les requêtes réseaux :** elles permettent de lister les ouvrages appartenant aux trois réseaux de mesure

Les requêtes état : elles listent les ouvrages accessibles et les ouvrages exploités.

ID_ouvrage	Code bss	Nom	Type	X	Y	Z	Latitude	Longitude	Réseau
105	12271X0199/SM	Plaine des Fougères	Station Météo	346159	7679111	1297			Pluviométrie
	099 97411155/SM	Montauban - La Bretagne	Station Météo	343700	7683900	420			Pluviométrie
	101 97411170/SM	Plaine des Chicots	Station Météo	338300	7678400	1834			Pluviométrie
	104 97418110/SM	Gillot Aéroport	Station Météo	347000	7689000	8			Pluviométrie
	103 97418123/SM	La Mare - CIRAD Grand Prado	Station Météo	347300	7687800	68			Pluviométrie
	102 97418150/SM	Beaufonds Propriété Barau	Station Météo	350200	7685200	225			Pluviométrie
	100 97418170/SM	Plaine des Fougères Le Coteau Rouge	Station Météo	347000	7680700	1062			Pluviométrie
*	(Nouv.)								

FIGURE 5 – Exemple de requête : la requête Réseau Pluviométrie

### 3.3.3 Le formulaire d'accueil

Pour structurer ces éléments, il est nécessaire d'avoir un bon formulaire d'accueil permettant d'accéder facilement aux différentes possibilités offertes par la base tout en naviguant facilement.

Ce formulaire est divisé en deux parties :

**L'accès aux données,** qui permet d'accéder aux formulaires et requêtes présentés précédemment. Elle permet également d'afficher une cartographie des ouvrages.



Les services, qui regroupent différentes fonctionnalités permettant d'aider l'utilisateur.

Inventaire des Ouvrages Géologiques sur le Bassin Versant de la Rivière des Pluies

Bienvenue sur la base de données du projet ERORUN

ACCES AUX DONNEES

- Fiches Ouvrage
- Réseau Hydrométrie
- Réseau Piézométrie
- Réseau Pluviométrie
- Ouvrages Accessibles
- Ouvrages Exploités
- Cartographie

SERVICES

- Schéma relationnel
- Notice Technique
- Contact

Auteur : Matthieu GARDENAT

Quitter la base de données

Dernière Mise à jour : 29 Janvier 2013

FIGURE 6 – Le Formulaire d'accueil

### 3.3.4 Utilisation pratique de la base

En fonction de la phase d'avancement du projet, il y a plusieurs façons d'aborder l'utilisation de la base de données.

En phase initiale, l'utilisateur voudra surtout chercher des informations générales sur les ouvrages. Il pourra d'abord utiliser les requêtes pour chercher les ouvrages qui l'intéressent. Ensuite, sur la fiche ouvrage, il pourra facilement trouver l'ouvrage voulu grâce aux fonctions de recherche. Ces informations lui seront utiles pour retrouver l'ouvrage sur le terrain.

Dans une phase plus avancée, une fois par exemple que des sondes et des dispositifs automatiques sont installés, il pourra facilement entrer les mesures effectuées. De même, si de nouveaux ouvrages sont implantés, il pourra facilement entrer les données correspondantes dans la base. Dans tous le cas, les données pourront être exportées sous la forme d'un fichier *Excel*<sup>3</sup>

### 3.3.5 Points à améliorer

Il existe bien sûr différents points à améliorer :

- Une recherche cartographique pourrait être pertinente. Chaque ouvrage serait représenté par un point sur une carte et une action sur ces points permettraient d'ouvrir la fiche ouvrage correspondante.
- L'exportation des données pourraient être amélioré. L'idéal serait, sur la fiche ouvrage, de mettre un bouton-commande qui exporteraient les informations et les

---

3. la procédure d'exportation est expliquée dans la notice technique présentée en annexe

mesures de l'ouvrage dans un fichier *Excel*. La difficulté est due au changement de la source à exporter en fonction de l'enregistrement.

- Il serait également intéressant de pouvoir piloter, à partir de la fiche ouvrage, un graphueur qui permettrait de réaliser des un nuage de point à partir des mesures sélectionnées.

## 4 Pour aller plus loin : Intégration de la base dans un système d'information géographique

Dans le domaine des géosciences, et plus généralement dans le domaine des sciences environnementales ou des données de terrain doivent être analysées, l'élaboration d'une base de données n'est qu'une étape du processus permettant de réaliser un système d'information géographique ou SIG qui est un outil permettant de gérer et d'organiser données référencées dans l'espace pour établir, par exemple, des cartes.

Il existe différents logiciels permettant de créer un SIG. Parmi eux, le logiciel référence ArcGis ou son équivalent Open Source QGIS qui sera utilisé dans la suite.

Pour être franc, le couple Access/QGIS n'est pas la meilleure combinaison. Il est préférable d'utiliser une base codée en *SQL*. Il est cependant possible d'intégrer une base Access dans un projet QGIS grâce au plugin *eVis* qui permet de créer une couche à partir d'une table Access (Figure 7) En cliquant sur un des points de la carte, les informations du point sont affichées. Cela pourrait être une amorce pour une future recherche cartographique.

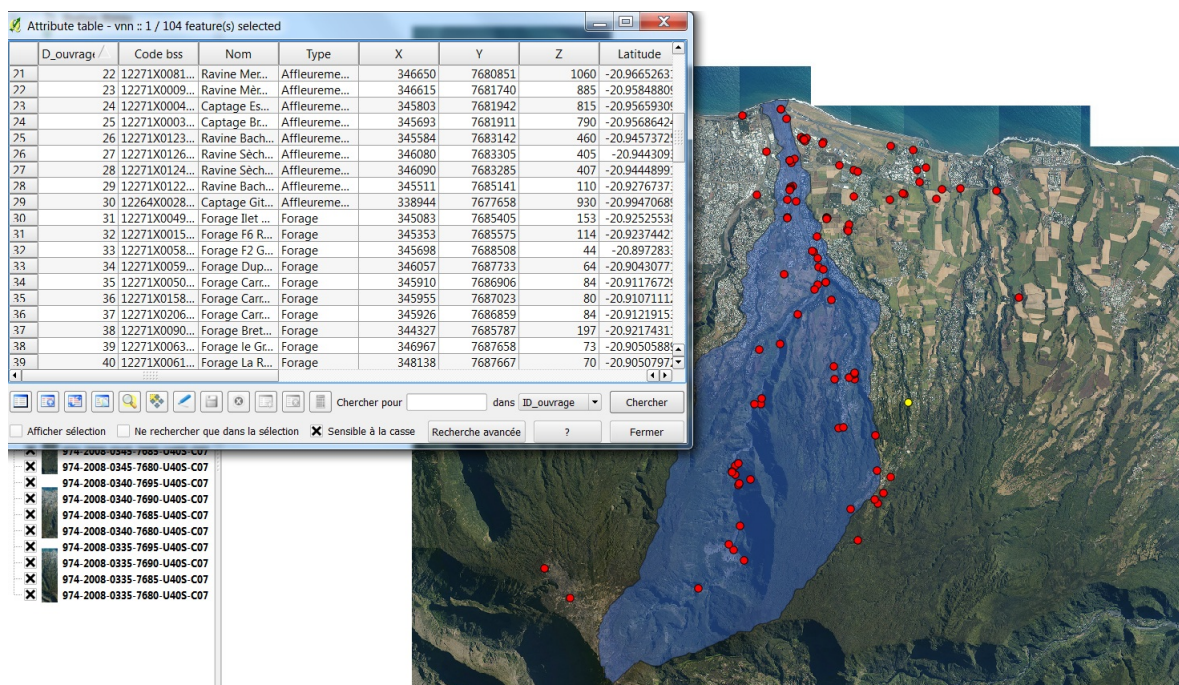


FIGURE 7 – Création d'une couche à partir dans QGIS à partir d'une table. La table attributaire de la couche montre les différents champs de la Table Ouvrage

# ANNEXES

# A Annexe : Notice Technique

## A.1 Introduction

Nous allons vous présenter la base de données interne au projet *ERORUN* (observatoire de l'Érosion à la Réunion) porté par trois laboratoires de l'Observatoire des Sciences de l'Univers de la Réunion (*Osu-Réunion*) :

- Le Laboratoire Géosciences Réunion (*LGSR*), Université de la Réunion
- Le Laboratoire de l'Atmosphère et des Cyclones (*LaCy*), Université de la Réunion
- L'UMR Espace-Dev, IRD

Ce projet, intégré au SOERE *Bassins Versants*, a pour objectif l'étude et la quantification des phénomènes de crues et d'érosion à la Réunion, en prenant comme cadre d'étude le bassin versant de la Rivière des Pluies.

Dans cette base de données, vous retrouverez les différentes caractéristiques des ouvrages géologiques appartenant aux trois réseaux de mesure (Pluviométrie, Hydrométrie et Piézométrie) présents sur ce bassin versant. Vous trouverez également les différentes mesures effectuées sur ces ouvrages.

## A.2 Installation de la base de données

Il n'y a pas de réelle installation à faire pour pouvoir utiliser cette base de données. Il est juste nécessaire d'avoir préalablement installé le logiciel *Microsoft Access 2003* ou toutes versions ultérieures.

Pour pouvoir utiliser la base, il suffit de copier le dossier *BD Rivière des Pluies*. Il suffira d'ouvrir via Access le fichier *bd rivière des pluies* qui se trouve à la racine de ce dossier.

## A.3 Page d'accueil

La page d'accueil est divisée en deux parties :

- La partie *Accès aux données*
- La partie *Services*

### A.3.1 Accès aux données

Différentes commandes sont regroupées dans cette section :

**Fiches Ouvrage :** permet d'accéder au formulaire fichant les différentes informations sur les ouvrages. Ce formulaire sera décrit plus tard dans la présente notice

**Réseau Hydrométrie :** c'est une requête listant les différents ouvrages appartenant au réseau de mesure *Hydrométrie*

**Réseau Piézométrie :** c'est une requête listant les différents ouvrages appartenant au réseau de mesure *Piézométrie*

**Réseau Pluviométrie :** c'est une requête listant les différents ouvrages appartenant au réseau de mesure *Pluviométrie*

**Ouvrages accessibles :** c'est une requête listant les différents ouvrages actuellement accessibles

**Ouvrages exploités :** c'est une requête listant les différents ouvrages actuellement exploités

**Cartographie :** cette commande ouvre une carte de localisation des ouvrages

### A.3.2 Services

Les commandes de cette section regroupent des services qui peuvent être utiles à l'utilisateur :

**Schéma relationnel :** cette commande ouvre le schéma relationnel de la base de données pour pouvoir la recréer, par exemple, pour un but pédagogique...

**Notice technique :** permet d'ouvrir la notice technique

**Contact :** permet de contacter par email l'auteur de la base

## A.4 Fiche ouvrage

Ce formulaire est la partie principale de la base de données. Elle permet d'obtenir différentes informations sur les cent-quatre ouvrages répertoriés sur le site d'étude. Les informations sur l'ouvrage sont regroupés dans les champs et les mesures effectuées sur l'ouvrage sont inscrites dans la feuille de données.

Il est possible de réaliser plusieurs actions sur ce formulaire :

**La recherche d'un ouvrage :** elle se fait via les menus déroulants présents sur l'en-tête du formulaire, à l'aide du nom ou du code BSS de l'ouvrage

**L'ajout de nouvelles données :** trois cas sont possibles,

**L'ajout d'une information sur un ouvrage répertorié :** il suffit de remplir le champ correspondant. Attention, dans le cas d'un ajout d'une documentation géologique, il est d'abord nécessaire de créer un dossier ayant pour nom le code bss de l'ouvrage dans le dossier nommé *Données BSS*. La documentation géologique sera stockée dans ce dossier nouvellement créé et il faudra remplir le champ correspondant, dans le formulaire, par le chemin relatif nécessaire pour accéder à ce dossier.

**L'ajout d'une mesure sur un ouvrage répertorié :** il suffit d'entrer les mesures dans la feuille de données du formulaire. Le champ *id-mesure* sera rempli automatiquement. Pour le champ *code-mesure*, veuillez suivre le code suivant :

- 1 pour un débit instantané, en  $L.s^{-1}$
- 2 pour un débit moyen journalier, en  $L.s^{-1}$
- 3 pour un niveau piézométrique instantané, en  $mNGR$
- 4 pour un niveau piézométrique journalier moyen, en  $mNGR$

**L'ajout d'un nouvel ouvrage :** en cliquant sur le bouton commande *Nouvel Ouvrage*, un nouvel enregistrement vierge est créé dont il faudra remplir les différents champs. Pour le champ *Documentation géologique* et pour l'ajout de mesures, veuillez suivre les procédures décrites précédemment

**L'exportation des données :** ici également, plusieurs cas sont possibles,

**L'exportation des données sur les ouvrages :** en cliquant sur le bouton commande *Exportation des données*, vous pouvez créer un fichier au format .xls regroupant les informations de tous les ouvrages, mais pas les mesures.

**L'exportation des mesures :** pour exporter les mesures appartenant à un ouvrage, vous devez sélectionner toutes les mesures en cliquant sur le coin supérieur gauche de la feuille de données sur le formulaire de l'ouvrage voulu. Ces mesures pourront être insérées, par un *Copier-Coller* dans un logiciel tableur.