



GIE ORSTOM - EDF

**Evaluation du système d'acquisition et de gestion  
des données hydrologiques à l'île Maurice**

*Projet n° 92 018 000*

*« Appui à la gestion des ressources en eau  
et à la préservation de leur qualité »*

*Composante 02 : Mise en valeur des ressources en eau*

*Appui de l'ORSTOM*

*Montpellier, juillet 1995*



Mes remerciements vont à Monsieur Gérard Monchalin, Conseiller technique auprès du Ministère de l'Energie chargé des Ressources en Eau, pour l'organisation parfaite de la mission, à Monsieur Farook Mowlabucus (Officer CWA, WRU) qui m'a accompagné tout au long de ces 2 semaines et avec lequel l'échange d'idées a été particulièrement fructueux et à Monsieur Jawaheer, Adviser, Conseiller auprès du Ministre, pour l'appui de sa grande expérience en hydrologie.

Montpellier, le 10 juillet 1995

Marc Morell



# SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE</b>	<b>5</b>
<b><u>INTRODUCTION</u></b>	<b>7</b>
<b>1 . Objectifs de la mission</b>	<b>7</b>
<b>2 . Le contexte institutionnel</b>	<b>8</b>
<b><u>1<sup>ÈRE</sup> PARTIE : BANQUES DE DONNÉES HYDROPLUVIOMÉTRIQUES DE L'ÎLE MAURICE</u></b>	<b>9</b>
<b>1 . Géographie, climat et hydrologie de l'île Maurice</b>	<b>9</b>
<b>2 . L'acquisition et la gestion des données sur l'eau à l'île Maurice</b>	<b>10</b>
2 . 1 . Mesures hydropluviométriques	10
2 . 1 . 1 . Etalonnage des seuils déversoirs	11
2 . 1 . 2 . Etalonnage en moyennes et hautes-eaux	11
2 . 1 . 3 . Exécution des jaugeages de basses et moyennes-eaux	12
2 . 1 . 4 . Evaluation des ressources des sous-bassins	12
2 . 1 . 5 . Enregistreurs pluviographiques et limnigraphiques	12
2 . 2 . Constitution de bases de données pluviométriques et hydrologiques	13
2 . 2 . 1 . La base de données pluviométriques	13
2 . 2 . 2 . La base de données hydrologiques	15
2 . 2 . 3 . Recommandations : utilisation d'HYDROM et de PLUVIOM	16
<b><u>2<sup>ÈME</sup> PARTIE : L'ÉVALUATION DES RESSOURCES EN EAU DE L'ÎLE RODRIGUES</u></b>	<b>21</b>
<b>1 . Géographie - Morphologie</b>	<b>21</b>
<b>2 . Climat</b>	<b>21</b>
2 . 1 . Pluviométrie annuelle et répartition saisonnière	21
2 . 2 . Pluviométrie journalière	22
2 . 3 . Pluviographie	23
<b>3 . Les ressources en eau de surface</b>	<b>23</b>
3 . 1 . Structure géologique et hydrogéologie	23
3 . 2 . Description des bassins versants	24
3 . 3 . Les processus hydrologiques	24
3 . 4 . Méthodologie d'évaluation des ressources de surface	26
3 . 5 . Les cours d'eau	26
3 . 5 . 1 . Rivière Pistache	26
3 . 5 . 2 . Rivière Cascade Pigeon à Fond la Digue	27
3 . 5 . 3 . Rivière Coco	28
3 . 5 . 4 . Rivière Banane	28
3 . 5 . 5 . Rivière Mourouk	28
3 . 5 . 6 . Rivière Cascade Victoire	29
3 . 5 . 7 . Rivière Anse Baleine	29
3 . 5 . 8 . Rivière Tamarin	29
3 . 5 . 9 . Rivière Anse Raffin	29

3 . 6 . Postes pluviométriques	29
3 . 7 . Réunion du 4 juillet	30
3 . 8 . Recommandations générales	31
3 . 8 . 1 . Constat	31
3 . 8 . 2 . Recommandations	32
<b>3<sup>IÈME</sup> PARTIE : GEOLAB, HYDROM ET PLUVIOM</b>	<b>35</b>
<b>CONCLUSIONS</b>	<b>37</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>41</b>
<b>1 . Règles élémentaires de gestion adaptées au réseau hydropluviométrique de Rodrigues</b>	<b>41</b>
<b>2 . Agenda de la mission</b>	<b>43</b>
<b>3 . Bibliographie</b>	<b>45</b>

# **Introduction**

Dans le cadre du projet FAC intitulé « Appui à la gestion des ressources en eau et à la préservation de leur qualité », La Mission Française de Coopération a confié à HYDROCONSULT INTERNATIONAL, GIE ORSTOM-EDF, une mission d'expertise et d'appui technique dans le domaine de l'évaluation des ressources eaux superficielles. Cette mission comporte une tranche ferme et une tranche conditionnelle dont les contenus sont respectivement :

1) tranche ferme :

- l'évaluation des systèmes d'acquisition des données hydropluviométriques à Maurice
- l'implantation des logiciels HYDROM, PLUVIOM, et SAFARHY
- la prospection d'un réseau hydropluviométrique de base à Rodrigues.

2) tranche conditionnelle (contenu minimum) :

- la formation aux logiciels HYDROM et PLUVIOM

HYDROCONSULT International a confié à Marc Morell<sup>1</sup> le soin de réaliser la première tranche de la mission entre le 26 juin et le 8 juillet 1995.

## **1 . Objectifs de la mission**

Les objectifs de l'expertise ont été précisés le 26 juin, à l'occasion d'une première entrevue avec Monsieur Monchalain à laquelle assistaient Monsieur Jawaheer, Conseiller auprès du Ministre et de Monsieur Mowlabucus, Hydrologist Officer de la Central Water Authority (Water Ressource Unit).

Au cours de la première semaine, l'évaluation des systèmes d'acquisition des données hydropluviométriques à l'île Maurice se fera dans la perspective d'améliorer la gestion et le traitement des données hydrométriques et des données pluviométriques.

Il sera proposé d'utiliser le logiciel HYDROM et le logiciel PLUVIOM selon des modalités de récupération de l'information gérée par les systèmes de gestion actuels qu'il conviendra d'analyser.

Au cours de la deuxième semaine, la mission à Rodrigues permettra de préciser le choix des dispositifs de mesure hydropluviométriques et des sites qu'il conviendra d'équiper afin d'évaluer les ressources en eau de surface mobilisables sur l'île.

Enfin, les modalités d'importation des données hydrologiques et des données pluviométriques dans le modèle GEOLAB appliqué à la gestion des ressources en eau de Maurice et de Rodrigues seront abordées avec Yves Emsellem au cours des derniers jours de la mission.

---

<sup>1</sup> Ingénieur hydrologue à l'ORSTOM, Responsable du Laboratoire d'Hydrologie de Montpellier et de l'Unité d'Hydrologie Opérationnelle du Département « Eaux continentales » (DEC)

Laboratoire d'Hydrologie - ORSTOM - BP 5045 - 34 032 - Montpellier

Tél : (033) 67 61 74 35 Fax : (033) 67 41 18 06

## **2 . Le contexte institutionnel**

Le Ministère de l'Energie chargé des Ressources en Eau (dénommé ci-après le Ministère) a sous sa tutelle :

- la « Central Water Authority » (CWA) agence chargée de la distribution et du traitement de l'eau domestique - l'Irrigation Authority étant chargée de la gestion de l'eau agricole sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture -
- le Waste Water Authority (WWA) responsable des eaux usées

La Water Resources Unit récemment constituée aura la charge de l'évaluation et de la gestion des ressources en eau superficielles et souterraines. Elle comprendra une partie du personnel des actuelles équipes de la CWA réparties en un département « hydrologie » et un département « ingénierie ».

En conséquence, d'importantes modifications de structure sont en cours et conditionnent le transfert des activités liées à l'évaluation des ressources en eau de la Central Water Authority à la Water Ressources Unit.

Le staff de la section hydrologie du CWA comprend actuellement un « hydrologist » M.H. Ramrekha, 4 « hydrological officers » M H Durup, R. Jagannath, F. Mowlabucus, et Mrs S.Boodhoo, ainsi qu'une douzaine d'assistants en hydrologie et 4 en hydrogéologie. 20 à 30 autres personnes sont affectées à cette section (jaugeurs, chauffeurs, etc).

La restructuration devrait préserver le maintien de 80 % du personnel affecté aujourd'hui à la WRU.

Concernant l'île Rodrigues, l'évaluation et la gestion de l'eau est confiée à la Water Unit de la Works Division qui opère sous la responsabilité de Monsieur le Ministre de Rodrigues.



# 1<sup>ère</sup> partie : Banques de données hydropluviométriques de l'île Maurice

## 1. Géographie, climat et hydrologie de l'île Maurice

L'île Maurice a une superficie de 1860 km<sup>2</sup>. Localisée entre 20° et 20°30' de latitude Sud et 57° 30' à 57° 50' de longitude Est, elle est située à environ 300 km de la Réunion et à près de 900 km de Madagascar. Sa population a un effectif stable de près d'un million d'habitants. Agriculture, industrie textile, et tourisme constituent l'essentiel de secteurs d'activités de l'île.

Le relief de l'île, d'origine volcanique, est caractérisé par un plateau central d'altitude comprise entre 300 m et 600 m. Le pic le plus élevé (le Peter Boss) culmine à 828 m. Les sols sont issus de coulées basaltiques : lithosols, vertisols, sols ferrallitiques, etc. La culture de la canne à sucre domine. Les versants des pics montagneux sont occupés par de la forêt.

L'île Maurice est soumise à un climat tropical océanique caractérisé par des flux dominants de secteur Est-Sud-Est, une saison pluvieuse et chaude de décembre à avril et une saison relativement sèche et froide de septembre à novembre. L'ensoleillement à Maurice évolue entre 2000 h sur le plateau en altitude et 3000 h sur le littoral Nord. L'ETP varie entre 1100 et 1600 mm selon la région. L'humidité relative varie selon la localisation entre 60 % à 70 % sur le littoral et 95 % en altitude. Les valeurs moyennes mensuelles de température sont comprises généralement entre 20° en août et 28° en février.

La pluviométrie moyenne interannuelle sur la période 1951-1980 s'échelonne entre 800 mm en côte ouest à 4000 mm. (source Meteorological Services). La pluviométrie sur la côte Sud-Est exposée aux vents dominants passe de 1600 mm sur le littoral à 4000 mm sur les sommets. La pluviométrie moyenne sur l'île est d'environ 2100 mm.

Les intensités maximales de précipitation relevées sont les suivantes (Padya, 1984) :

### Précipitations maximales relevées à Maurice

Durée	5 mn	15 mn	30 mn	1 h	2 h	3 h	4 h	12 h	24 h
Pmm	15	30	61	82	115	150	180	250	490

Le risque de passage sur l'île de perturbations cycloniques existe de novembre à mars. Les perturbations susceptibles d'affecter l'île naissent généralement par 10°-15° de latitude sud et par 65°-70° de longitude Est.

Le tableau suivant donne les caractéristiques des principaux réservoirs de Maurice :

### Caractéristiques des principaux réservoirs de l'île Maurice

Réservoir	Capacité (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Niveau (m)	Surface (km <sup>2</sup> )	Utilisation
Mare aux Vacoas	27.6	565.0	3.391	D - E - I
Mare Longue	6.2	580.0	0.348	H - I
La Ferme	12.0	145.8	0.891	I
Piton du Milieu	3.2	437.0	0.696	D
Nicolière	5.7	449.8	0.879	D - I
Tamarind Falls	2.3	494.0	0.566	H - I
Eau Bleue	4.05	359.3	0.302	H

Utilisation domestique : D    Electrique : E    Irrigation : I

L'année hydrologique est définie à Maurice du 1<sup>er</sup> novembre au 31 octobre.

Les apports mensuels maximaux en eau de surface se manifestent le plus souvent en février mars ou avril. Les apports mensuels les plus faibles intéressent généralement octobre ou novembre. Les débits journaliers maximaux apparaissent le plus souvent en mai mais parfois en d'autres périodes ; ils sont souvent de plus de 100 fois supérieurs aux débits minimaux observés qui correspondent, il est vrai, à des débits résiduels de rivières fortement sollicitées.

## **2 . L'acquisition et la gestion des données sur l'eau à l'île Maurice**

Les ressources en eau de l'île sont constituées par les pluies qui conditionnent les apports naturels aux cultures, par les eaux de surface prélevées au fil de l'eau ou stockées dans d'importantes retenues, et par les eaux souterraines sollicitées par forage.

La demande croissante en eau de qualité est liée à l'essor économique de l'île : augmentation sensible des demandes domestiques, agricoles (20 000 ha irrigués) et touristiques. L'augmentation simultanée des rejets d'eau usée nécessite de prendre des mesures efficaces pour préserver, entre autres, la qualité des ressources de surface et souterraines.

La satisfaction des besoins des populations et la nécessité de la préservation des milieux naturels imposent de connaître précisément la répartition des ressources en eaux dans le temps et dans l'espace et donc de disposer de bases de données fiables et aisément accessibles.

### **2 . 1 . Mesures hydropluviométriques**

Une brève visite de sites hydrométriques a été faite le 27 juin :

- la rivière Cascade à Trianon tributaire de la Grande Rivière Nord-Est qui est observée depuis 1911,
- la rivière La Marie, station récente équipée d'un déversoir,
- et la Mare aux Vacoas, retenue de 27.6 millions de m<sup>3</sup> sur laquelle est prélevé un débit constant d'environ 1 m<sup>3</sup>/s.

Ont été rencontrés :

- M. Ramasawmy qui saisit les données piézométriques qui seront utilisées par GEOLAB.
- M Ramrekha, actuel chef du département hydrologie de la WRU.
- Mme Boodhoo, homologue de F. Mowlabucus, qui saisit sur Symphonie des données relatives aux prélèvements en rivières et canaux. Les débits sont actuellement traduits manuellement de cotes relevées sur les limnigrammes.

Le bureau attribué à la WRU de la CWA à Saint Paul dispose d'une table à numériser Summagraphics Microgrid III de format A0, d'une Summasketch II professional de format A3, et d'une table traçante Roland A1 actuellement hors service.

Les visites sur le terrain ont permis de constater que la mise en place de déversoirs permettait d'avoir des sections stables et facilitait l'étalonnage des stations. Cependant, certains déversoirs parmi les plus anciens présentent des seuils mal dimensionnés ou endommagés et ne peuvent être correctement étalonnés par des formules théoriques. De plus, les courbes d'étalonnage

sont extrapolées parfois de façon incertaine en hautes eaux, notamment en zone de débordement.

Par ailleurs, la précision de mesure des faibles débits paraît insuffisante en raison du faible nombre de points mesurés (1 à 3 par verticale) et des méthodes d'intégration utilisées (moyenne arithmétique).

Le matériel utilisé est de type Stevens pour les limnigraphes (tambour horizontal avec défilement du stylet en fonction du temps et rotation du tambour pilotée par le flotteur). Les limnigraphes visités étaient à défilement hebdomadaire avec une échelle de réduction de 1/5 semble-t-il.

Les pluviographes vus aux bureaux de la WRU de Rose Hill sont de type Cassela à siphon. L'enregistrement est graphique sur tambour rotatif.

## **Recommandations**

Les propositions faites pour améliorer la qualité des mesures sont les suivantes.

### ***2.1.1. Etalonnage des seuils déversoirs***

Pour les seuils qui ne remplissent pas les conditions d'application de formules classiques en raison d'une conception inadaptée, d'une dégradation de leur structure ou d'une anomalie des conditions d'écoulement, il est recommandé d'effectuer un étalonnage par mesures classiques au moulinet.

Pour ce faire, il conviendra de choisir, voire d'aménager préalablement, des sections de mesures de basses eaux à travers lesquelles l'écoulement sera relativement laminaire et les vitesses d'écoulement suffisantes pour être mesurées. On veillera à ce qu'il n'y ait pas de perte ou d'apport en eau significatif entre le site de jaugeage et la station hydrométrique.

### ***2.1.2. Etalonnage en moyennes et hautes-eaux***

Lorsque les seuils sont submergés, il convient d'effectuer des mesures ou des estimations de débit par tous les moyens disponibles.

Des biefs sur lesquels il sera possible d'effectuer des jaugeages au flotteur seront préalablement explorés et aménagés (choix de biefs rectilignes sans débordement, positionnement de repères visibles sur les berges, etc). Cette méthode de mesure sera appliquée aussi aux stations implantées sur des biefs naturels sans déversoir.

L'application de formule de type Manning-Strickler pourra aussi permettre une évaluation des débits de moyennes et hautes-eaux même en cas de débordement en distinguant dans le calcul le lit mineur des zones inondées.

La confrontation des évaluations obtenues à partir de ces différentes méthodes, leur rapprochement avec des estimations en des sites voisins (station amont ou aval) ou comparables (bassins versants de caractéristiques semblables) permettra à l'hydrologue d'estimer quelques couples de points sur lesquels s'appuieront l'extrapolation des courbes d'étalonnage en moyennes et hautes-eaux.

### **2. 1. 3. Exécution des jaugeages de basses et moyennes-eaux**

Les jaugeages au moulinet (OTT C2 ou C31) doivent être réalisés, autant que faire se peut, dans des sections à écoulement laminaire où les vitesses d'écoulement sont mesurables.

Il est important de s'attacher aux conditions d'écoulement près des berges : en rive droite et en rive gauche sera relevée éventuellement la profondeur (cas de berges pratiquement verticales) ; le cas échéant, il sera précisé jusqu'à quelle distance de la berge, la vitesse peut être considérée comme nulle ; la présence de rochers ou d'herbes abondantes perturbant les mesures doit être indiquée, etc.

Sur un profil en travers, il est recommandé de sélectionner au moins 5 à 7 verticales, sur lesquelles, si possible, un minimum de 3 points seront explorés (surface, fond et points intermédiaires). Par exemple, avec un C2 muni d'une hélice de 5 cm de diamètre, 3 points peuvent être explorés à partir d'une profondeur de 15 cm. Au delà de 30 cm, il est préférable d'explorer la vitesse en 4 points.

Les jaugeages doivent être dépouillés soit graphiquement (tracé et planimétrage des profils de vitesse par verticale et report des débits partiels), soit automatiquement à l'aide d'un logiciel qui intègre correctement les mesures de vitesse sur chaque verticale et les débits partiels sur la largeur (méthode des parallélogrammes ou de préférence utilisation de fonctions spline) : un module d'HYDROM2 accessible depuis HYDROM3 permet ce type de dépouillement automatisé (15 mn environ par dépouillement de jaugeage).

### **2. 1. 4. Evaluation des ressources des sous-bassins**

L'évaluation des ressources de sous-bassins non contrôlés, nécessaire notamment pour établir les droits d'eau, doivent se faire sur la base de mesures de débits simultanées (au cours de la même journée) aux sites concernés et au site contrôlé.

Ces mesures doivent être faites en l'absence de crues.

Cette évaluation implique, par ailleurs, une parfaite connaissance des prélèvements effectifs sur les débits des cours d'eau.

### **2. 1. 5. Enregistreurs pluviographiques et limnigraphiques**

La durée limitée de la mission n'a pas permis d'évaluer la fiabilité et les performances des matériels utilisés. L'Unité d'Hydrologie Opérationnelle de l'ORSTOM est à la disposition des gestionnaires de réseaux pour fournir toutes informations techniques et références sur les matériels qui ont été conçus sur la base des cahiers des charges établis par l'ORSTOM.

#### **2. 1. 5. 1. Un matériel » tropicalisé »**

Les contraintes imposées le plus souvent par la collecte de données hydrométriques en zone intertropicale (difficultés d'accès, environnement difficile, etc) imposent de recourir à des appareillages qui répondent aux spécifications suivantes :

- automatisation (usage de l'électronique, fiabilité de la mesure, enregistrement à pas de temps variable, etc) ;

- autonomie de fonctionnement (batterie, faible utilisation d'énergie, panneaux solaires) ;
- résistance aux climats agressifs (peu de connectique, étanchéité des appareillages, respect de normes militaires, etc) ;
- adaptation à toute forme de lit (centrale d'acquisition en zone non inondable reliée par câble de longueur variable au capteur, etc) ;
- facilité d'implantation (supports standardisés, capteur démontable, etc) ;
- mise en oeuvre et exploitation aisée (panneau de paramétrisation et de contrôle, mémoire amovible de capacité de plusieurs mois à plusieurs années, etc) ;
- possibilité de télétransmission des données par vecteur satellitaire (Argos, Météosat, Goes, Inmarsat, modem etc).

Les centrales d'acquisition de données pluviométriques sont conçues et conditionnées selon les mêmes principes afin de satisfaire les besoins des gestionnaires de réseaux en zone intertropicale.

### ***2.1.5.2. La télétransmission satellitaire***

La télétransmission satellitaire a été utilisée par l'ORSTOM dans le cadre de grands programmes internationaux tels que OMS-ONCHO depuis les années 1983-1984 ou prochainement MED-HYCOS .

Le programme de lutte contre l'onchocercose a nécessité la mise en place de plus de 100 limnigraphes (type Chloe de la Société Elsyde) télétransmis par les satellites à défilement ARGOS. Le programme MED-HYCOS d'évaluation des ressources en eau sur le pourtour de la Méditerranée va conduire à mettre en place un réseau de 150 plateformes hydro-météorologiques télétransmises par le satellite géostationnaire METEOSAT.

Dans le premier cas - système ARGOS- , l'intérêt est d'obtenir à un faible coût les moyens de télésurveillance des appareillages et la télétransmission en temps légèrement différé des niveaux d'eau.

Dans le deuxième cas - système METEOSAT ou équivalent- , on ajoute aux fonctions qui viennent d'être citées la possibilité de transmettre une grande quantité d'informations (qualité de l'eau, variables climatiques, etc).

Le système INMARSAT permet, comme ARGOS et METEOSAT, la réception des messages émis par la balise émettrice mais aussi l'émission de messages vers la centrale d'acquisition ce qui autorise la télécommande des appareillages (modification de la paramétrisation, déclenchement de prélèvements, etc).

## **2.2. Constitution de bases de données pluviométriques et hydrologiques**

### ***2.2.1. La base de données pluviométriques***

Environ 225 postes pluviométriques ont été retenus parmi les 300 existant sur l'île. Les plus anciens sont observés depuis 1862. Une dizaine de postes disposent de près d'un

siècle d'observations, la plupart ont été implantés dans les années 70. L'essentiel est composé des postes pluviométriques appartenant aux sucriers.

Le « Rainfall Compendium » (CWA, 1993) récapitule les données mensuelles observées depuis l'origine jusqu'en 1991/1992 pour 34 postes répartis sur l'île. Pour chacun d'entre eux, il est fourni l'identification et la localisation en coordonnées géographiques ainsi que les informations suivantes :

- tableau des pluviométries mensuelles et annuelles
- la distribution des pluies journalières pour les limites de classes suivantes en mm :  
0, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 150, 200, 250
- 7 graphiques :
  - pluviométries annuelles sur la période
  - pluviométries moyennes mensuelles
  - écarts à la moyenne annuelle sur la période
  - cumuls des écarts à la moyenne
  - moyennes annuelles mobiles sur 5 ans
  - moyennes annuelles mobiles sur 10 ans
  - début et arrêt des précipitations (seuil 50 mm en 5 j)

L'annuaire 1987-1991 (CWA, 1993) fournit des données pluviométriques sur 10 postes de l'île. Le poste le plus ancien présenté est le poste *Savinia* observé depuis 1881 avec une moyenne interannuelle de 1900 mm dépassée seulement une année sur trois au cours de ces 60 dernières années.

L'information pluviométrique journalière a été saisie et gérée par des logiciels écrits en Fortran 77 par F. Mowlabucus. Les données d'un poste pluviométrique sont enregistrées dans 1 à 3 fichiers nécessaires à un découpage de la période d'observation en 20 années :

- A : du 1/11/49 au 31/10/69
- B : du 1/11/69 au 31/10/89
- C : depuis le 1/11/89

Les principaux logiciels développés par F. Mowlabucus traitant les données pluviométriques sont les suivants :

- PCGIN : saisie
- PCGOUT : visualisation
- YPTOPRE : impression tableaux annuels de valeurs journalières
- YEARTAB : impression tableaux des valeurs mensuelles et annuelles
- NDAYRAIN : calcul cumul sur périodes glissantes de n jours
- THIESSEN : calcul pluviométries moyennes journalières
- ZERORAIN : détermination du nombre de jours secs consécutifs
- DMP : calcul double-cumul en mensuel ou annuel

Le fichier nommé « W9C11.H » indique que :

- W : caractérise le bassin (24 lettres de l'alphabet sont utilisées)
- 9 : représente le n° de la station
- C : période d'observation
- 11 : le code origine des données (pluviomètre, pluviographe...)
- H : l'extension identifie le poste

Aucun libellé ne précise la date de la première valeur enregistrée ce qui oblige l'opérateur à disposer d'un cahier sur lesquelles sont portées ce type d'information. Aucun code de qualité n'est associé aux données. Les lacunes sont notées par des valeurs aberrantes.

Une disquette de 1.44 Mo peut comprendre jusqu'à 480 stations-années de données journalières.

Les données journalières ont été saisies par la CWA pour près de 200 stations. Sur la base de 200 stations saisies comportant une moyenne de 25 années d'observations, la banque comprendrait aujourd'hui 519 fichiers distincts sur 17.8 Mo représentant près de 5000 stations-années.

Aucun relevé pluviographique n'est numérisé à ce jour.

D'après les informations recueillies auprès de la CWA, le Service Météorologique disposerait d'une banque gérée par CLICOM comportant un nombre limité de stations.

### **2. 2. 2. La base de données hydrologiques**

Environ 115 stations hydrométriques sont identifiées à ce jour sur l'île Maurice ainsi qu'environ 350 prélèvements (dont près de 50 sont quantifiés et suivis depuis 1986).

Les annuaires sont publiés depuis 1967 (CWA, 1991). L'annuaire des années 1987-1991 (CWA, 1993) fournit des graphiques représentatifs des variations journalières des quantités d'eau stockée dans les réservoirs de la Mare aux Vacoas, de La Ferme et de Nicolière sur la période novembre 1986 octobre 1991.

L'annuaire présente des schémas de connexions souvent complexes entre cours d'eau, réservoirs et canaux de prélèvement ainsi qu'un inventaire des stations hydrométriques (numéro, nom, localisation, type d'équipement) accompagné d'une carte.

Pour chaque année et pour environ une trentaine de stations, sont présentés le tableau de débits mensuels avec les valeurs maximales et minimales observées chaque mois, un graphique annuel de variation des débits journaliers, la courbe des débits classés, et un graphique de débits moyens mensuels.

Enfin, cet annuaire propose les relevés de niveaux piézométriques épisodiques en une douzaine de sites.

Les hauteurs d'eau ont été saisies de 1983 à 1994. Tous les débits journaliers disponibles sur l'ensemble des stations (environ 2000 stations années) et prélèvements contrôlés ont été saisis. Seuls quelques réservoirs (Mare aux Vacoas, La Nicolière et La ferme) ont fait l'objet d'une saisie des entrées, sorties et variations de stock.

CWA contrôle aussi Mare longue et Piton du Milieu. Le Central Electricity Board (CEB) contrôle les réservoirs de Diamamouve, Eau Bleue et Tamarin Falls. Les données de ces 5 derniers réservoirs n'ont pas été saisies.

Un fichier identifié « W03C.SIG » renseigne ainsi :

- W représente le bassin versant
- 03 le numéro de la station sur rivière (3 chiffres pour une dérivation)
- C la période (depuis 1/11/89)

Les principaux logiciels développés par F. Mowlabucus traitant les données hydrologiques sont les suivants :

GHTIN2 :	Saisie des hauteurs d'eau (25 par jour)
GHTIN4 :	Saisie 1 ou 2 valeurs journalières
GHTOIT :	Visualisation des hauteurs d'eau
FLOWCF/HL :	Conversion hauteurs en débits (25, 2 ou 1 lectures /jour)

Les tables d'étalonnage sont calculées par des programmes adaptés à chaque type de déversoir. RATMAN calcule les tables d'étalonnage à partir d'un ajustement automatisé des courbes à partir des jaugeages.

### **2. 2. 3. Recommandations : utilisation d'HYDROM et de PLUVIOM**

Les fichiers de données hydrologiques (débits journaliers) et de données pluviométriques ont été générés, on l'a vu, par des logiciels écrits en Fortran 77. Les contraintes imposées il y a une dizaine d'années ont incité le programmeur à créer autant de fichiers que de périodes de 20 années d'observation par station.

Par type de données, une douzaine de logiciels distincts permettant la saisie, la visualisation et l'exploitation des données rendent particulièrement délicate la gestion et le traitement de cette information.

Il est donc impératif de concevoir une base de données, facile à mettre en oeuvre, offrant une sécurité acceptable et permettant un interfacage aisé avec les logiciels commerciaux couramment utilisés.

Une première voie pourrait être de parfaire les logiciels existants ou d'en écrire de nouveaux. Pour arriver à un niveau de performance acceptable pour satisfaire les besoins des hydrologues, cette démarche conduirait à un développement informatique impliquant plus de 2 hommes-années pour chaque base.

Il est donc recommandé de mettre en oeuvre les logiciels HYDROM et PLUVIOM développés par l'ORSTOM au Laboratoire d'Hydrologie de Montpellier.

HYDROM et PLUVIOM sont des gestionnaires de banques de données hydrométriques et pluviométriques « en l'état », c'est à dire issues d'observations ou ayant subi des traitements élémentaires (traduction hauteur-débit, moyennes, etc).

HYDROM, logiciel développé en Turbo Pascal est adapté à la gestion d'importantes banques de données hydrologiques comportant des données à pas de temps fixe ou variable (dépouillement et traitement des limnigrammes).

Actuellement, plus d'une centaine d'utilisateurs sont identifiés dont de nombreux services gestionnaires (Afrique de l'Ouest, Amérique du Sud, Madagascar, DOM-TOM, etc).

HYDROM, dans sa version 3, gère plusieurs types de fichiers :

- les entités administratives, les bassins et les rivières
- les identifications des stations
- les historiques d'appareillage
- les jaugeages (dont les fichiers hélices)
- les étalonnages
- les cotes instantanées
- les cotes journalières
- les débits instantanés



- les débits journaliers
- les débits mensuels
- les crues
- les tarissements

HYDROM offre de nombreuses possibilités. Parmi celles-ci :

- HYDROM admet différents niveaux d'utilisateurs permettant ainsi de limiter l'utilisation de certaines fonctionnalités du logiciel à certains agents (niveaux administrateur, spécialiste ou simple utilisateur).
- plusieurs réseaux et dossiers peuvent être créés afin de faciliter l'archivage et la mise à jour de la base de données.
- les menus sont de type déroulant.
- une ligne d'aide est toujours présente à l'écran précisant le rôle des touches de fonction utilisables à tout instant.
- les possibilités graphiques permettent de visualiser les courbes d'étalonnage, les jaugeages, les hydrogrammes, etc.
- la mise en forme automatique de tableaux facilite l'édition d'annuaires.
- un journal enregistre toutes les opérations effectuées sur la banque.
- une fonction d'import-export permet l'échange de données en format ASCII, etc.

Certaines fonctionnalités sont encore empruntées à la version 2 d'HYDROM, telles que le dépouillement des jaugeages, la numérisation de limnigrammes ou le transfert d'informations numérisées des cartouches EEPROM (appareillage Elsyde).

PLUVIOM est adapté à la constitution, à la gestion et au traitement de données pluviométriques à pas de temps fixe (données journalières, mensuelles, annuelles) et à pas de temps variable (pluviographie).

Développé dans l'esprit d'HYDROM, PLUVIOM permet la gestion des fichiers d'identification et d'historique des stations, des appareillages, etc. PLUVIOM permet la numérisation de pluviogrammes et leur traitement. Des procédures détaillées permettent l'exportation ou l'importation de fichiers ASCII.

HYDROM et PLUVIOM sont documentés de manuels d'utilisation. Les versions anglaise, espagnole et portugaise existent pour HYDROM.

Les fonctionnalités d'exportation de données d'HYDROM et PLUVIOM garantissent la possibilité de constituer sur des tableurs (DBASE, EXCEL...) des bases opérationnelles de données adaptées aux besoins des utilisateurs :

- traitements autres que ceux offerts par HYDROM ou PLUVIOM, tels que SAFARHY (traitements statistiques hydrologiques - ORSTOM), SURFER (spatialisation de l'information), etc
- entrée des modèles de simulation tels que GEOLAB (modèle couplé distribué), EMILE (modèles globaux de surface - ORSTOM), etc...

### 2. 2. 3. 1. Mise en oeuvre d'HYDROM

L'information hydrologique qui doit être gérée sous HYDROM est composée pour l'essentiel de données journalières de cotes et de débits actuellement réparties en près de 400 fichiers.

Avant de procéder à leur introduction, il sera souhaitable que certaines opérations soient réalisées préalablement en utilisant HYDROM :

- identification des stations : code, capteur, mnémonique, bassin, rivière, localisation, altitude, etc
- entrée des étalonnages,
- saisie des jaugeages, etc

Cependant, ces opérations pourraient être effectuées, en tout ou partie, au cours de l'entrée des données dans HYDROM.

Afin d'importer les données sous HYDROM, une première démarche consistera à concaténer les fichiers enregistrés en accès direct d'une même station et à les convertir en fichiers ASCII lisibles sous DBASE 3 ou EXCEL 5. Ils seront adaptés pour être importés sous HYDROM.

Ces opérations nécessiteront le développement de modules informatiques autorisant ces transformations successives. Un contrôle de conformité avec les données initiales doit être assuré avec soin.

Lorsque la base de données hydrologiques en l'état sera constituée sous HYDROM, il sera nécessaire de procéder à une critique des données par des moyens élémentaires (vérification des étalonnages et de leur période de validité, visualisation des limnigrammes et/ou des hydrogrammes, etc) ou plus élaborés (régressions entre les débits de stations voisines, modélisation pluie-débit, etc).

Les hauteurs d'eau peuvent être corrigées si l'analyse de l'historique de la station le justifie (changement de zéro). Les corrections apportées aux étalonnages doivent être justifiées : par exemple par un détarage de la station, par l'erreur commise sur le calcul ou le report d'un ou plusieurs jaugeages, etc.

Quoiqu'il en soit, les données contenues dans la base de données en l'état doivent être déduites exclusivement d'observations ou de mesure ou de calculs élémentaires (traduction hauteur-débit, moyennes).

Les valeurs issues d'une modélisation pluie-débit ou d'une régression linéaire ne doivent en aucun cas combler des lacunes ou se substituer à des données originales ; par contre, l'application d'un modèle pluie-débit, ou d'une régression, peut mettre en évidence une anomalie et amener l'hydrologue à détecter une erreur dans les données originales et à les corriger.

Un jeu opérationnel de données pourra cependant être constitué en extrayant de la base de données en l'état les fichiers concernés et en les complétant ou en les modifiant éventuellement sous HYDROM ou sous un tableur.

En routine, les hauteurs d'eau (relevées ou numérisées), les jaugeages, les étalonnages, seront entrés directement dans la banque en l'état d'HYDROM. Les traitements de traduction en débit, les sorties d'annuaire, etc seront effectués à la demande. La mise à jour

de bases de données opérationnelles (gérées par HYDROM dans d'autres répertoires ou par des tableurs de type DBASE3 ou EXCEL5) se fera en exportant les données mises à jour de la base en l'état vers la base opérationnelle.

### **2. 2. 3. 2. Mise en oeuvre de PLUVIOM**

L'information pluviométrique (totaux journaliers) disponible est actuellement répartie en 519 fichiers.

Comme pour les données hydrologiques, il sera préférable, pour éviter des confusions ultérieures, d'utiliser PLUVIOM, dans un premier temps, pour identifier les postes, saisir leurs historiques et leurs fichiers d'appareillage si ces derniers sont disponibles, etc.

L'importation des données pluviométriques numérisées se fera selon des modalités comparables à celles appliquées pour les données hydrologiques.

Un contrôle minimal de la qualité des données importées doit être réalisé par des méthodes simples :

- contrôle visuel
- comparaison des données avec celles de postes voisins
- statistiques par classe
- méthode des doubles-cumuls, etc.

En cas de doute, il sera nécessaire de se reporter aux originaux des observateurs.

Les mêmes principes que ceux présentés pour HYDROM doivent régir l'utilisation de la banque de données en l'état de PLUVIOM : la banque doit être exempte de toute donnée élaborée par des méthodes qui peuvent être contestées.

Après cette première critique, il sera souhaitable d'utiliser le logiciel de la Méthode du Vecteur Régional (MVR) développé par l'ORSTOM et qui permet en traitant les totaux annuels, d'une part, de définir des zones climatiquement homogènes et, d'autre part, de détecter et de corriger les anomalies les plus évidentes (erreurs d'appareillage, changement d'environnement, déplacement, etc).

Les procédures d'exploitation et de mise à jour de la base de données en l'état gérée par PLUVIOM sont semblables à celles préconisées pour HYDROM : mise à jour en routine de la base en l'état et extraction ultérieure de la base de données en l'état vers les bases opérationnelles.

### **2. 2. 3. 3. Formation**

Une formation doit être dispensée aux utilisateurs des logiciels HYDROM et PLUVIOM. Cette formation peut être organisée sur place sur un minimum de 8 jours pleins (5 jours pour HYDROM et 3 jours pour PLUVIOM) pour un maximum de 6 personnes.

Par ailleurs, les agents d'encadrement pourraient suivre le stage d'hydrologie opérationnelle organisé par l'ORSTOM à Montpellier et qui se déroule sur une période de 8 semaines chaque année en mars et avril.



## **2<sup>ème</sup> partie : L'évaluation des ressources en eau de l'île Rodrigues**

La population relativement stable de l'île Rodrigues compte environ 37 000 habitants.

La production d'eau est actuellement d'environ 4000 m<sup>3</sup>/jour. Compte tenu d'une efficacité des réseaux de distribution de l'ordre de 50 %, la disponibilité serait ainsi d'environ 50 litres par habitant et par jour. Les besoins en eau ont été évalués actuellement à 8000 m<sup>3</sup>/jour.

Dans l'hypothèse d'un développement touristique adapté et d'une augmentation des surfaces irriguées, les besoins en eau ont été évalués approximativement à 16 000 m<sup>3</sup>/jour en l'an 2000 et au double en 2020.

La confrontation de ces valeurs souligne à quel point le manque d'eau constitue aujourd'hui à Rodrigues un facteur limitant du développement socio-économique de l'île.

Plusieurs solutions complémentaires sont envisagées :

- aménagements anti-érosifs favorisant, entre autre, l'infiltration ;
- implantation de nouveaux forages ;
- construction de nouvelles retenues de stockage des eaux superficielles ;
- maintien des capacités de stockage individuel.

L'objet de la visite du 3 au 5 juillet sur l'île Rodrigues était la prospection d'un réseau hydro-pluviométrique de base afin de permettre l'évaluation des ressources en eau de surface de l'île et le calage du modèle couplé GEOLAB.

### **1. Géographie - Morphologie**

L'île Rodrigues d'une superficie de 110 km<sup>2</sup> est située à 650 km au Nord-Est de l'île Maurice dont elle dépend administrativement.

L'occupation des sols se répartie dans des proportions relativement voisines sur la plupart des bassins en herbages, en forêt plus ou moins dégradée et en zones de culture.

L'île présente une dorsale orientée Est-Ouest et culmine au Mont Limon à 393 m d'altitude. Entaillée de vallées encaissées, l'île est drainée par une vingtaine de cours d'eau débouchant sur son pourtour sur de petites plaines alluviales.

### **2. Climat**

Comme l'île Maurice, Rodrigues est soumise à un climat tropical océanique avec une saison pluvieuse et chaude de décembre à avril et une saison sèche et plus fraîche de mai à novembre. Les moyennes mensuelles extrêmes des températures sont de 26.5 °C en février-mars et de 21.5 °C en août.

#### **2.1. Pluviométrie annuelle et répartition saisonnière**

Des relevés ont été effectués à la Pointe Vénus dès 1929 (près de Port Mathurin).

Les relevés pluviométriques effectués entre 1951 et 1994 à la station météorologique de Pointe Canon, près de Port Mathurin à 58 m d'altitude sur la côte Nord, permettent de calculer à 1126 mm la pluviométrie moyenne interannuelle en ce site (Van Buylaere, avril 1995). De décembre à mai, les pluies sont généralement associées à des dépressions cycloniques. Les mois de septembre à novembre accusent la faible pluviométrie moyenne.

Pluviométrie moyenne mensuelle à Pointe Canon exprimée en mm

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Total	141	161	143	133	99	75	83	64	42	42	61	88

Les mois de juin à septembre ont la plus faible irrégularité interannuelle ; les mois de novembre et décembre la plus forte. Le total maximal annuel relevé est de 1931 mm en 1972, la valeur la plus faible a été de 433 mm en 1974.

NB : Il faut noter cependant que le site de la station météorologique de Pointe Canon est particulièrement exposé aux vents dominants avec effet de crête et qu'en conséquence les valeurs enregistrées par le pluviographe peuvent être nettement inférieures à la pluie réellement tombée dans la région lors d'averses accompagnées de fortes rafales de vent (Morell, 1986).

Une station météorologique a été implantée récemment à Plaine Corail, à l'aéroport sur la côte Ouest de l'île. Des données de qualité variables sont disponibles aux postes de Solitude, Baie aux Huîtres, Lataniers, La Ferme, Rivière Cocos, Port Sud-Est (cote Sud), Roche Bon Dieu, Mourouk, Maréchal, et Saint Gabriel (à l'intérieur).

Le tracé des courbes isohyètes interannuelles basé sur l'ensemble des données pluviométriques met en évidence une pluviométrie croissant de 800 mm sur le littoral sous le vent à probablement plus de 1600 mm sur les sommets.

Une forte irrégularité des totaux pluviométriques annuels et des répartitions temporelles des épisodes pluvieux est constatée à Pointe Canon : pour une pluviométrie moyenne interannuelle de l'ordre de 1100 mm, le coefficient d'irrégularité est de l'ordre de 3 (rapport de la pluviométrie décennale humide à la pluviométrie décennale sèche).

Il a été constaté aux Antilles que l'irrégularité interannuelle diminue avec l'altitude. En effet, le relief génère des pluies orographiques de faible intensité mais fréquentes qui relèvent sensiblement la pluviométrie des années déficitaires. Par contre, les années excédentaires présentent des épisodes pluvieux abondants de répartition spatiale relativement homogène sur le relief et le littoral. En ce qui concerne l'île Rodrigues, on peut en déduire que le coefficient d'irrégularité pourrait être de l'ordre de 2.6 à 2.8 sur les sommets pour une pluviométrie moyenne de 1600 mm.

## 2.2. Pluviométrie journalière

Le record enregistré à Maurice en 24 h est de 490 mm ; en 48 h il est de 990 mm le 27 décembre 1929.

L'analyse de la pluviométrie journalière au poste de Pointe Canon sur la période 1961-1994 conduit aux estimations suivantes (Grandjean, 1994) :

Pointe Canon 1961-1993 - Loi de Gumbel

Période de retour en années	1	5	10	50	100
Pluviométrie en mm	150	210	250	330	360

La hauteur de pluie relevée entre le 16 mars 1995 et le 17 mars à 9 h a été de 204.4 mm au poste de Pointe Canon.

### 2.3. Pluviographie

Depuis 1964, le poste de Pointe Canon dispose d'un enregistreur graphique.

Le 8 janvier 1994, étaient enregistrés 85 mm en 1 h, 125 mm en 105 mn, 206 mm en 24 h.

Après une précipitation d'environ 25 mm tombée le 16 mars 1995 à partir de 18 h, une pluie de 137.5 mm tombait le 17 entre 3 et 4 h du matin, puis 20.7 mm dans l'heure qui suivait. Peu de vent accompagnait cet événement lié à la présence d'une cellule convective sur l'île.

Ces informations peuvent être rapprochées de celles établies à Maurice (Padya, 1984) :

Précipitations maximales relevées à Maurice

Durée	5 mn	15 mn	30 mn	1 h	2 h	3 h	4 h	12 h	24 h
Pmm	15	31	61	82	115	150	180	250	490
I mm/h	180	124	122	82					

L'intensité de précipitation en une heure relevée à Pointe Canon le 17 mars 1995, 137.5 mm constituerait bien un record absolu. L'interprétation du pluviogramme est délicate sur des pas de temps inférieurs à l'heure ; on peut cependant estimer que la hauteur d'eau maximale tombée en 30 mn devait être de l'ordre de 90 mm à  $\pm 5$  mm près. Ce qui correspond à une intensité remarquable de 180 mm/h en 30 minutes.

## 3. Les ressources en eau de surface

### 3.1. Structure géologique et hydrogéologie

Île d'origine volcanique le substratum de Rodrigues est composé de coulées basaltiques dont certaines formations sont cependant fortement altérées. Les affleurements rocheux accompagnent un relief souvent très accidenté à l'Est sur les  $\frac{3}{4}$  de la superficie de l'île. En côte Ouest, à une altitude moindre, on relève la présence de tufs dans une région où le relief est adouci.

Sur la majeure partie des bassins versants, la faible perméabilité des sols issus de l'altération du basalte laissent présager une capacité d'infiltration généralement faible parfois augmentée localement par la présence de zones de fracture. Comme pour la plu-

part des îles volcaniques de structure géologique et de relief comparables, une part des quantités d'eau infiltrées lors des épisodes pluvieux est restituée en mer. Cette part peut représenter une fraction non négligeable du bilan hydrique d'un bassin.

### **3.2. Description des bassins versants**

Treize bassins ont une superficie supérieure ou égale à 2.5 km<sup>2</sup> (Van Buylaere, avril 1995) ; il s'agit par ordre décroissant des bassins suivants:

#### **Caractéristiques des principaux bassins versants de Rodrigues**

Rivière	Région	Superficie km <sup>2</sup>	Cote m station	Sup. BV station km <sup>2</sup>
<b>Pistache</b>	nord-ouest	5.93	85	3.89
<b>Banane</b>	nord-est	5.77	45	3.42
Baie aux Huîtres	nord	4.73		
Cascade Victoire	sud-est	4.53		
Malgache	nord	4.40		
Cocos	sud	3.46		
Sygangue	nord-est	2.90		
Mourouk	sud-est	2.89		
Anse Ally	est	2.81		
Anse Baleine	sud	2.80		
Cascade Graviers	sud-est	2.76		
<b>Cascade Pigeon</b>	nord	2.74	5	2.27
Anse Quittor	sud-ouest	2.47		

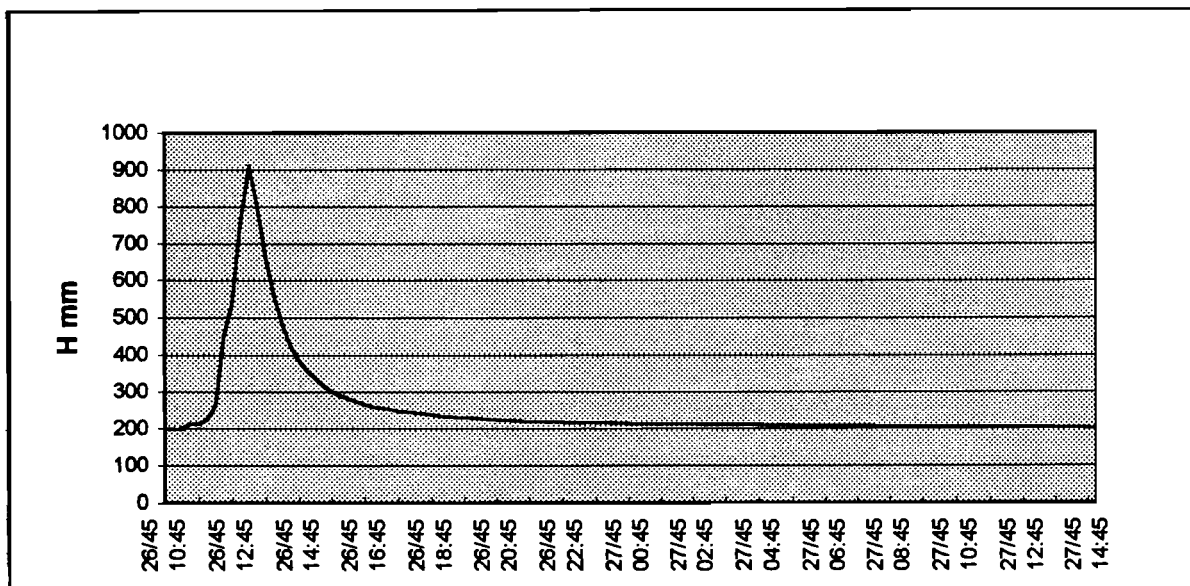
Seules sont actuellement équipées de stations hydrométriques les rivières Pistache, Banane et Cascade Pigeon. Les stations contrôlent les écoulements sur une superficie totale de 9.5 km<sup>2</sup>.

### **3.3. Les processus hydrologiques**

Les cours d'eau qui débouchent sur les côtes Nord, Est et Sud de l'île ont des bassins de morphologie semblable. Les têtes de bassin sont caractérisées par des collines au modelé adouci (pentes de 10 à 20 %). Plus en aval, les cours d'eau ont entaillé des vallées très encaissées. Les pentes des versants qui génèrent l'écoulement sont alors très fortes (30 à 100 %) avec souvent présence de cascades dans les lits et de falaises sur les hauts des versants. Les temps de transfert des zones génératrices d'écoulement sont alors très faibles. Le temps de transfert par le cours d'eau est lui-même très réduit compte tenu de la pente généralement forte des lits (10 à 15 %). Ainsi, bien que les bassins versants principaux soient le plus souvent relativement allongés, leurs temps de concentration sont très courts : de l'ordre de 15 à 30 minutes à leur embouchure en mer pour les crues les plus abondantes. Les temps de réponse sont donc extrêmement brefs et les régimes hydrologiques sont une succession de crues rapides et de courte durée séparées par des périodes d'assèchement plus ou moins longues.

L'exemple est donné par la crue du 26 avril relevée sur la rivière Pistache (Cf graphique ci-joint).





### Crue du 26 avril 1995 de la rivière Pistache

L'analyse de cet hydrogramme montre un temps de montée de l'ordre de 1 h 15 et une décrue en environ 4 h. Une journée suffit à retrouver la cote à l'échelle initiale de 20 cm.

Compte tenu de la forte érosion sur les versants les plus pentus, les écoulements torrentiels sont souvent accompagnés d'un fort transport solide par charriage et saltation notamment lors des épisodes pluvieux les plus intenses.

Le fonctionnement hydrodynamique des bassins de Rodrigues est caractéristique des milieux insulaires tropicaux de petite superficie au relief accentué. Le coefficient de ruissellement lié à un épisode pluvieux donné sera fortement conditionné par l'état initial du sol : un épisode de faible intensité ne donnera lieu à aucun ruissellement si les sols sont initialement secs. Par ailleurs, la structure de l'épisode pluvieux conditionnera la réponse du bassin : un épisode de forte intensité sur une durée égale ou supérieure au pas de temps de concentration du bassin sera assorti d'un fort coefficient de ruissellement quelque soit l'état initial de saturation du sol.

Comme ailleurs, la nature de la couverture végétale conditionnera la hauteur d'eau captée par les feuillages et la capacité d'infiltration des sols.

Finalement, au cours d'une année, la répartition dans le temps des épisodes pluvieux et leur structure conditionneront fortement le volume global des apports d'une rivière. Ainsi, les années déficitaires en pluviosité auront de faibles coefficients d'écoulement annuels alors que les années excédentaires en pluviosité auront les coefficients plus forts ; ce phénomène accentue l'irrégularité des apports annuels en eau de surface par rapport à celle des précipitations.

On peut évaluer très approximativement les débits de pointe des bassins versants correspondant à événement pluvieux extrême observé le 17 mars 1995 en se référant à l'intensité de précipitation relevée sur 30 minutes (ordre de grandeur des temps de concentration des bassins) qui a été de 180 mm/h.

En appliquant un coefficient d'écoulement de 100 %, on atteindrait des débits de pointe de 50 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>. Cette valeur est très élevée, mais voisine de celles que l'on observe sous d'autres latitudes dans des milieux comparables (Morell, 1990).

### **3 . 4 . Méthodologie d'évaluation des ressources de surface**

Ainsi, en dehors de cette évaluation approximative, seules de longues séries d'observations sur lesquelles appuyer des statistiques fiables ou une modélisation du fonctionnement des bassins permettent de mesurer la variabilité dans l'espace et dans le temps des apports de surface, d'estimer les débits de pointe exceptionnels et l'impact de fortes sécheresses sur les ressources de surface.

Dans le choix d'une modélisation, il faut disposer :

- de données hydrologiques continues et fiables en quelques bassins représentatifs sur une année minimum ;
- d'une information hydrologique même fragmentaire sur les crues et les tarissements des bassins versants qui ne sont pas équipés de limnigraphes mais dont on veut évaluer les ressources.
- de données pluviométriques compatibles avec les pas de temps des processus hydrologiques étudiés - réseau pluviographique - ;
- d'une information pluviométrique spatialisable en tous points des bassins étudiés - réseau pluviométrique - ;

Cela impose :

- de suivre un certain nombre de bassins représentatifs des régions d'étude équipés de limnigraphes - réseau primaire - ;
- de faire des mesures ponctuelles de débit en période de tarissement sur un grand nombre de bassins équipés d'une simple échelle limnimétrique - réseau secondaire - ;
- d'évaluer les débits de pointe de crue liés aux épisodes pluvieux les plus abondants sur les deux réseaux ;
- de disposer de suffisamment de pluviographes et de pluviomètres pour permettre le calcul sur de faibles pas de temps de la pluviométrie en tous points des bassins.

### **3 . 5 . Les cours d'eau**

La visite des 3 au 5 juillet fait suite à l'implantation au début du mois d'avril de 3 stations pluvio-limnigraphiques et d'un pluviographe dans le cadre du projet FAO.

Le 17 mars 1995, les habitants avaient vécu sur la quasi totalité de l'île les crues les plus fortes observées depuis une soixantaine d'années (Ferry, 1995).

L'après midi du 3 juillet et la journée du 4 ont été réservées à des visites sur le terrain de sites limnigraphiques et pluviographiques équipés et de certains pluviomètres observés sur l'île. La station météorologique de Pointe Canon a été visitée le 5 au matin.

#### ***3 . 5 . 1 . Rivière Pistache***

La station de la cote 85 a été installée le 8/04/95 en rive droite à une dizaine de mètres en amont du radier de la route de La Ferme. Elle contrôle un bassin versant de 3.89 km<sup>2</sup> (Ferry, 1995) pour une superficie à l'embouchure de 5.93 km<sup>2</sup>.

La station se compose d'un limnigraphe à flotteur de type Stevens AF Encoder comprenant une centrale d'acquisition à 2 canaux, d'une échelle limnimétrique de 0 à 2 m et d'un capteur pluviographique.

Au cours de la visite du 3 juillet à 14 h 30, la cote l'échelle était de 20 cm. Une lame d'eau de 2 à 3 cm de hauteur sur quelques mètres de large recouvrait le radier. La sensibilité de la station est très insuffisante pour estimer correctement les débits de basses eaux.

Le niveau des plus hautes eaux du 17 mars 1995 a été estimé à 1.86 m à l'échelle limnimétrique par L.Ferry pour une surface mouillée de 35.5 m<sup>2</sup>. Le débit de pointe a été estimé compris entre 66 et 82 m<sup>3</sup>/s (débit spécifique de 17 à 21 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>).

Le bassin Boeuf, réservoir se trouvant environ 150 m en amont de la station du radier, constitue une retenue de faible capacité pratiquement totalement comblée par des sédiments. Son déversoir rectangulaire est de 5.3 m de large pour 50 cm de hauteur.

### **Recommandations**

Outre, les recommandations faites par l'expert de la FAO dans son rapport (Ferry, mai 1995), il est recommandé de réaliser suffisamment de mesures en périodes de décrue et de tarissement pour suivre la décroissance effective des débits. L'idéal serait d'ancrer dans le rocher, à environ 50 m en amont de la station actuelle, un massif de béton muni d'un déversoir triangulaire à seuil mince et d'une échelle limnimétrique lue quotidiennement par un observateur résidant à proximité.

#### ***3. 5. 2. Rivière Cascade Pigeon à Fond la Digue***

La station a été mise en route le 8 avril 1995 en rive droite en amont du pont situé à la cote 5 environ. La station est équipée d'un limnigraphe à flotteur Stevens Af Encoder, d'une échelle limnimétrique de 0 à 1 m, et d'un capteur pluviographique de type Stevens.

Le 3 juillet à 17 h, la cote était de 10 cm pour un débit probablement inférieur à 2 l/s. Cet écoulement correspond au débit de quelques sources visibles quelques centaines de mètres en amont. Le lit remonté quelques centaines de mètres en amont du pont est très encombré de blocs et a été fortement bouleversé et rectifié par la crue du 17 mars 1995. La cote maximale estimée à cette date était de 3.19 m à l'échelle limnimétrique actuelle (Ferry, mai 1995) mais une voiture obstruait le débouché du pont.

Sur le bief prospecté, l'écoulement disparaît parfois dans le lit de graviers pour réapparaître quelques dizaines de mètres plus loin. Ce phénomène est caractéristique de la plupart des cours d'eau de Rodrigues, notamment dans leurs biefs situés immédiatement en amont des petites plaines alluviales du littoral.

### **Recommandations**

En raison de la présence d'arbres à proximité immédiate de la station, le capteur pluviographique doit être rapidement retiré de ce site, soit pour être installé dans un autre lieu, si une centrale d'acquisition était disponible soit pour être utilisé en cas de défaillance d'un autre appareillage.

Le site devra rester exempt de tout débris, branches d'arbres, notamment en amont immédiat du limnigraphe et de pierres et graviers sous le pont.

### **3 . 5 . 3 . *Rivière Coco***

Visite du site du réservoir et des filtres à sable.

### **3 . 5 . 4 . *Rivière Banane***

Station limni-pluviographique implantée dans une vallée encaissée accessible depuis la route qui la surplomb.

Le limnigraphe de type Stevens est implanté en rive gauche immédiatement en amont du déversoir d'un petit barrage comblé sur lequel existe une prise d'eau en conduite forcée. La station est peu sensible aux variations des faibles débits.

Le 4 juillet à 8 h 50 la cote à l'échelle était de 0.275 m pour un débit probablement supérieur à 10 l/s. La centrale semblait hors service avant le changement de la carte mémoire qui était sur l'appareil depuis le 8 avril 1995 (soit presque 3 mois pour une autonomie n'excédant pas 1 mois). La remise en route de la station après le changement de la carte n'a pas été possible.

La plaine alluviale en aval du débouché des gorges de la rivière Banane est occupée par une quinzaine d'hectares de plantations diverses ceinturées de drains gabionnés d'une dizaine de mètres de large.

Le capteur pluviographique est à l'abris de nombreuses branches.

#### **Recommandations**

Comme pour l'ensemble du réseau, il n'est pas admissible de dépasser la durée d'un mois entre 2 visites de cette station.

Toutes les branches environnantes doivent être coupées. Comme pour les autres pluviographes le câble de liaison doit être mis sous gaine ou fixé. Il conviendra à l'aide de 2 fers cornières et de planches de fixer une passerelle d'accès au limnigraphe.

Le seuil du déversoir doit être aménagé de deux massifs en béton réduisant de moitié la hauteur du déversoir actuel et limitant la largeur de la section à son quart.

### **3 . 5 . 5 . *Rivière Mourouk***

La station de pompage équipée de 5 pompes équipées de débitmètres dont 4 fonctionnaient le 4 juillet, relève les quantités d'eau prélevées dans un barrage amont, vers le réservoir de Petit Brûlé qui redistribue sur Malabar.

A 100 m environ au droit de la station de pompage, la rivière Mourouk coulait avec un débit inférieur à 2 l/s sur un triple seuil déversant. En aval, le lit est canalisé mais fortement encombré de blocs rocheux.

#### **Recommandations**

Il serait possible d'équiper le site d'un limnigraphe en amont du seuil qui devrait être ré-aménagé pour la mesure des faibles débits.

### **3 . 5 . 6 . *Rivière Cascade Victoire***

Un essai de pompage était en cours le 4 juillet. Les travaux sur le barrage situé en amont sembleraient avoir été abandonnés à la suite du comblement provoqué par la crue récente du 17 mars 1995.

### **3 . 5 . 7 . *Rivière Anse Baleine***

Le réservoir Saint Gabriel est opérationnel. La station de pompage équipée de 4 pompes avec débitmètre a été installée en mars dernier ; elle refoule l'eau vers un réservoir en altitude situé à Malartic distribuant Acacia. Le seuil est échanuré et laisse passer un filet d'eau.

#### **Recommandations**

En fonction de l'intérêt apporté aux données d'écoulement à l'aval du bassin, un limniographe pourrait être implanté sur la retenue d'eau. La reconstitution des débits d'entrée à la retenue et des débits évacués par déversement serait rendue possible par l'existence du débitmètre et une estimation des quantités d'eau perdues par infiltration et évaporation au niveau de la cuvette.

### **3 . 5 . 8 . *Rivière Tamarin***

Quelques litres par seconde s'écoulaient sur le radier.

### **3 . 5 . 9 . *Rivière Anse Raffin***

Une visite au barrage dont le seuil du déversoir est à la cote 37.15 m a permis de mesurer l'ampleur de la crue du 17 mars par les dégâts causés par un impressionnant affouillement en aval du déversoir. La cuvette en amont s'est fortement mais partiellement emplies de boues. Le seuil du déversoir pourrait s'effondrer à l'occasion d'un prochain déversement.

## **3 . 6 . Postes pluviométriques**

### **3 . 6 . 1 . 1 . *Station pluviographique de Malabar***

La visite tardive du 3 juillet à 18 h a seulement permis de s'assurer de la représentativité du site de mesure du pluviographe Stevens localisé au centre de l'île installé sur le réservoir Malabar à l'altitude 310 m environ.

La section de captage est de 8 pouces. La bague de l'impluvium est à 1.5 m du sol

#### **Recommandations**

Outre les recommandations données par L.Ferry de peindre la cabine en blanc pour éviter son échauffement excessif et de vérifier l'horizontalité de la bague réceptrice, il est conseillé de mettre sous gaine et de solidariser le câble de liaison du capteur à la centrale sur leurs supports ; ceci vaut pour tous les pluviographes visités.

### **3 . 6 . 1 . 2 . *Les pluviomètres***

Le pluviomètre de la *Baie aux Huîtres* (50 cm haut, 4.44 pouces de diamètre de bague), implanté en 1974 (?) est dans un site bien protégé. La faible hauteur sol de sa bague l'expose à un éventuel masquage par les cultures ou les herbes environnantes. Il a été déplacé au moins 2 fois depuis son implantation. Des archives sont disponibles chez l'observateur.

Le pluviomètre *Maréchal* (modèle standard PVC) est implanté sur le site relativement exposé d'une station météorologique muni d'un abris (températures de l'air, sèche et humide et maxima minima), d'un bac d'évaporation (non contrôlé) et d'un solarimètre. Les précipitations journalières relevées les 16 et 17 mars 1995 sont respectivement de 128 et 175 mm.

Le pluviomètre *Mourouk* (modèle standard PVC) installé en 1979, exposé correctement avec une hauteur de bague à 1.2 m sol, est un élément d'une station météo sommaire comprenant un abris de mesure des températures.

Le pluviomètre *Solitude* implanté dans une clairière occupée par une pépinière bénéficie d'un excellent environnement. A 40 cm du sol, il s'agit d'un modèle standard PVC. Il existe depuis 1977 et son emplacement a été modifié au moins une fois, il y a 2 à 3 ans.

Le pluviomètre *Saint Gabriel* standard PVC dispose d'une bague à 1.5 m du sol et est correctement exposé si ce n'est la présence d'un poteau électrique à 1,5 m. Présence d'un abris pour la mesure des températures.

### **Recommandations**

Les données anciennes et actuelles des pluviomètres existant sur l'île doivent être récupérées et analysées dans le cadre du programme. Par ailleurs, 4 à 6 pluviomètres pourraient compléter le dispositif en place afin de préciser les lames d'eau précipitées sur les bassins versants étudiés.

### **3.7. Réunion du 4 juillet**

Après une entrevue d'une demie heure avec Alex Pierre, le consultant a rejoint Davis Hee Hong Wye (chargé de la Water Unit de Rodrigues), Marc Simonot (expert hydrogéologue FAO), Luc Grandjean (expert agronome FED) et Farook Mowlabucus (WRU).

Les experts de la FAO et du FED se sont exprimé sur :

- l'intérêt porté à la mobilisation des ressources de surface au regard des disponibilités relativement faibles des ressources souterraines ;
- la nécessité d'obtenir en une année des données fiables qui permettraient leur évaluation ;
- les conclusions à tirer du constat négatif fait par le consultant sur les travaux en hydrométrie engagés depuis 3 mois (retrait d'Alex Pierre) ;
- l'éventualité de confier à la Météorologie Nationale l'exploitation des stations limnigraphiques (expert FED) ;
- le souhait d'obtenir le soutien de la WRU pour accompagner les travaux d'hydrométrie réalisés à Rodrigues ;
- la charge de travail imposée à Davis Hee Hong Wye qui occupe pour un mois la fonction de chef de la « Works Division »

- la demande de formation en hydrologie générale de D. Hee Hong Wye (expert FAO)

Les conclusions de cette réunion sont reprises au chapitre suivant.

### **3.8. Recommandations générales**

Les recommandations sont faites sur la base du constat fait lors des visites sur le terrain, des échanges avec Alex Pierre et des entrevues avec M. Hee Hong Wye, Simonot, Grandjean, et Mowlabucus.

Elles portent sur un aspect technique (structure du réseau hydropluviométrique) et sur un aspect organisationnel (composition et activités de la cellule hydrologique).

#### ***3.8.1. Constat***

A ce jour, dans le cadre du projet FAO, on l'a vu, 3 bassins ont été équipés de stations pluvio-limnigraphiques - rivière Pistache, rivière Cascade Pigeon, rivière Banane - et un pluviographe a été implanté à Malabar.

Depuis les dates de mise en service de ces appareillages (5 au 8 avril) jusqu'au 3 juillet, les limnigraphes de Pistache et Pigeon ont été relevés une seule fois. Le limnigraphe de la Rivière Banane a été, pour la première fois, relevé lors de notre passage le 4 juillet. Encore les fichiers récupérés comportent-ils d'importantes lacunes.

Seuls 2 jaugeages (un seul a été vu) ont été effectués en 3 mois. La plupart des consignes données à Alex Pierre (Ferry, avril 1995) n'ont pas été suivies.

La perte d'informations hydrologiques est donc déjà importante après 3 mois d'étude.

Les enregistrements paraissent fiables sur les périodes suivantes :

Pistache : 8/04 au 01/05/95 et du 22 au 30/05/95

Pigeon : 5/04 au 29/04/95

Par ailleurs, les enregistrements pluviographiques faits à la station de la rivière Banane et surtout ceux de la station Fond La Digue (rivière Cascade Pigeon) sont rigoureusement inutilisables en raison d'arbres au-dessus ou à proximité immédiate des appareillages.

Malabar a cependant fonctionné correctement entre le 7/04 et le 22/05/95.

Au bureau de la Works Division, il n'existe pas de carte facilement utilisable sur laquelle seraient portés les stations limni-pluviographiques, les pluviomètres et les tracés des bassins jaugeés. Les dossiers des stations sont désespérément vides mis à part les sorties imprimées des données enregistrées. Il n'a pas été possible de dépouiller la carte récupérée la veille sur la rivière Banane par manque d'adaptateur nécessaire au lecteur.

Certes, l'assistant n'a pas acquis de formation suffisante pour accomplir l'ensemble des tâches qui lui sont confiées, il ne dispose pas de moyens de transport attitrés et n'a bénéficié d'aucun encadrement ni fait l'objet d'aucun contrôle au cours de ces 3 derniers mois.

Néanmoins, cela ne suffit pas à expliquer les nombreuses négligences constatées.

### 3. 8. 2. *Recommandations*

Le dispositif de mesures actuellement en place - 3 limni-pluviographes, 1 pluviographe - est un réseau tout à fait réduit. Malgré cela, il est clair que l'obtention de données hydrologiques et pluviométriques fiables et continues nécessite beaucoup plus de travail et de soin qu'il n'en a été accordé jusqu'alors.

Certaines règles élémentaires doivent être respectées (liste indicative en annexe).

Les recommandations du consultant sont de deux ordres. La première recommandation porte sur les aménagements et extensions à prévoir au réseau hydropluviométrique existant. La seconde recommandation porte sur la mise en oeuvre effective d'une cellule hydrologique au sein de la Water Unit.

#### 3. 8. 2. 1. *Structure du réseau hydropluviométrique*

Le réseau hydrométrique actuel permet de contrôler les écoulements de 3 bassins versants de la Côte Nord.

La rivière Pistache présente un intérêt particulier compte tenu du projet à l'étude de transformer la baie Pistache en réservoir de grande capacité.

La rivière Cascade Pigeon a son exutoire dans la zone urbanisée de Port Mathurin.

Enfin, la plaine littorale de la rivière Banane fait l'objet d'un programme d'aménagement de cultures irriguées.

Le choix d'implantation de nouveaux équipements devra se porter en côte sud sur les bassins suivants :

le bassin de la rivière Mourouk (2.89 km<sup>2</sup> à l'embouchure)

le bassin de la Cascade Victoire (4.53 km<sup>2</sup>, projet d'aménagement d'un port)

et/ou celui de la rivière Cocos (3.46 km<sup>2</sup> à l'embouchure).

En plus des 4 à 6 bassins qui doivent être suivis en continu (limnigraphes), il est recommandé d'implanter un réseau secondaire sur 6 à 8 bassins complémentaires en des sites qui doivent être soigneusement choisis des seuils munis d'un déversoir triangulaire et d'une échelle limnimétrique. Ces sites seront l'objet de mesures de débit en période de crue. Les échelles seront lues, si possible, quotidiennement par un observateur ou 1 à 2 fois par semaine par l'hydrométriste.

Ces sites doivent être choisis par un hydrologue confirmé qui devra prendre l'avis d'un hydrogéologue ayant une bonne connaissance des sources et nappes de Rodrigues afin de choisir des sites qui répondent aux problèmes posés.

Plus que la représentativité des bassins qui, *a priori*, doivent avoir des comportements hydrologiques semblables, le choix doit être guidé par des objectifs d'aménagement (port, zone irrigable, site favorable à l'implantation de retenue de stockage, etc) et par l'émergence de problèmes spécifiques (difficulté de desserte à partir des dispositifs existant, complémentarité avec d'autres ressources etc).

En ce qui concerne l'information pluviométrique pour estimer les apports d'eau aux bassins versants étudiés, les postes pluviographiques du projet FAO et ceux de la Météorologie Nationale ainsi que les pluviomètres en service sur l'île doivent fournir une information déjà conséquente s'ils sont correctement observés. Il serait de toute façon pru-



dent de prévoir l'acquisition de 4 à 6 pluviomètres complémentaires qui viendront compléter le dispositif existant sur les bassins sur lesquels on ne dispose que d'un seul poste et en des sites facilitant l'interpolation et la spatialisation de l'information. La localisation précise de ces sites sera faite lorsque le choix d'implantation des sites du réseau de base et du réseau secondaire sera arrêté.

### **3. 8. 2. 2. Cellule hydrologique du Water Unit**

Le réseau d'évaluation des ressources en eau de Rodrigues devrait comprendre très rapidement :

- 4 à 6 pluvio-limnigraphes
- 6 à 8 stations secondaires équipées de déversoir et d'échelle limnimétrique
- 1 pluviographe
- 4 à 6 pluviomètres complémentaires

La maintenance et l'exploitation d'un tel réseau auquel il faut adjoindre l'exploitation des données des postes de la Météorologie Nationale nécessitent un travail à temps plein pour 2 agents dont l'un au moins est un hydrologue confirmé.

Le consultant propose :

- 1) qu'un agent rodriguais **motivé** soit identifié et affecté à la cellule hydrologique comme hydrométriste
- 2) que cet agent soit **encadré** et **formé** par un hydrologue confirmé de la WRU qui serait affecté à Rodrigues pour une durée minimale de 6 mois et qui pourrait ensuite à raison d'une semaine par mois suivre les travaux de l'hydrométriste.

Des décisions dans ce sens doivent être prises rapidement afin d'obtenir des données exploitables au cours de la prochaine saison des pluies avec comme second objectif de former un agent qui aura au bout d'une année les compétences requises.

Une alternative pourrait consister à l'affectation sur le programme d'un ingénieur hydrologue VSN (Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier) ou d'un expert expérimenté en gestion et exploitation de réseaux hydropluviométriques.

Compte tenu des fonctions de D. Hee Hong Way, il ne paraît pas nécessaire qu'il soit formé dans le domaine des techniques hydrométriques (stage de 2 mois organisé au Laboratoire d'Hydrologie de Montpellier). Par contre, une formation générale en hydrologie sera proposée par l'ORSTOM pour D. Hee Hong Way (stage de 15 jours comprenant la visite de services de gestion de réseaux hydrologiques régionaux).



## 3<sup>ième</sup> partie : **GEOLAB, HYDROM et PLUVIOM**

L'intégration des données hydropluviométriques dans le modèle couplé de ressources de surface et de ressources souterraines développé par GEOLAB se fera directement à partir des fichiers actuels de données numérisées.

Ces opérations prises en charge par GEOLAB faciliteront la constitution des bases de données HYDROM et PLUVIOM. Des passerelles seront développées par GEOLAB pour exporter les données de GEOLAB vers HYDROM et PLUVIOM et l'inverse.

Ces fonctionnalités d'importation-exportation permettront aux logiciels de communiquer aisément l'information entre eux.

Dans un premier temps, GEOLAB permettra d'exporter vers HYDROM et PLUVIOM des données originales. Il est rappelé qu'HYDROM et PLUVIOM sont chargés avant tout de gérer l'un et l'autre une base de données originale dite « en l'état ». Il faudra, comme il est rappelé dans le chapitre concernant la mise en oeuvre de ces outils, préalablement créer les identifications des stations.

Par la suite, la collecte en routine de l'information devra déboucher sur une alimentation des bases en l'état d'HYDROM et PLUVIOM à partir desquelles on pourra exporter les données vers GEOLAB.

En retour, le modèle GEOLAB permettra de concevoir des jeux de données opérationnels qui pourront, si nécessaire, être gérés par HYDROM et PLUVIOM, mais dans des répertoires distincts de ceux des bases en l'état.



## Conclusions

### **relatives à l'évaluation du système d'acquisition et de gestion des données hydrologiques à l'île Maurice**

L'information hydropluviométrique acquise sur l'île Maurice est considérable : de l'ordre de 4000 stations années pour la pluviométrie et 2000 stations années pour l'hydrométrie.

Cette information doit être informatisée et gérée par des logiciels spécifiques, adaptés à l'hydrologie, conviviaux, performants et assurant la sécurité des données.

Le consultant propose que les logiciels HYDROM et PLUVIOM, développés par le Laboratoire d'Hydrologie et actuellement utilisés par plusieurs dizaines de pays, soient implantés et mis en oeuvre à l'île Maurice. La diffusion à titre gracieux de ces logiciels se fait dans le cadre des missions de coopération confiées à l'ORSTOM (Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération) notamment dans le cadre des activités de soutien de son Département « Eaux continentales » aux services hydrologiques nationaux.

La Water Resources Unit a les capacités et les compétences nécessaires à la mise en oeuvre d'HYDROM et de PLUVIOM qui doit se faire avec l'appui des ingénieurs de l'ORSTOM à l'occasion d'une mission qui viserait à former le personnel à l'utilisation de ces outils informatiques

Des efforts doivent être portés sur les étalonnages des stations en moyennes et hautes eaux (jaugeages au flotteur, application de formules théoriques) et les mesures des faibles débits (meilleure exploration du champ des vitesses), notamment évaluer la contribution des différents sous-bassins.

Par ailleurs, une modernisation des systèmes d'acquisition de données pourrait être envisagée : utilisation d'appareillages électroniques de collecte de données permettant l'acquisition d'une information numérisée, précise et traitée dans les meilleures conditions de rapidité et de fiabilité. Parmi les stations principales, une vingtaine d'entre elles pourraient être équipées. Une station de réception directe permettrait par le système ARGOS d'avoir un suivi des appareillages et une récupération des données en temps légèrement différé.

L'ORSTOM peut apporter son expérience en gestion des réseaux hydrométriques acquise en 50 années d'interventions en zone intertropicale.

Il est recommandé que les agents impliqués directement dans la gestion du réseau hydropluviométrique (niveau technicien supérieur) suivent le stage en hydrologie opérationnelle organisé au Laboratoire d'Hydrologie de Montpellier en mars-avril de chaque année (hydrologie générale, techniques hydrométriques, technologie nouvelles, apprentissage d'Hydrom et Pluviom, etc).



## **relatives à l'évaluation des ressources en eau de surface de l'île Rodrigues**

Dans le cadre du programme d'évaluation des ressources en eau de surface de l'île de Rodrigues, un dispositif d'acquisition de données a été implanté :

- 3 stations pluvio-limnigraphiques et 1 pluviographe (Water Unit)
- complété par 2 pluviographes des Services de la Météorologie Nationale
- et par une dizaine de pluviomètres.

Une à trois stations pluvio-limnigraphiques et plusieurs pluviomètres doivent être installés pour compléter ce dispositif dont l'observation doit conduire à l'obtention d'une information fiable sur une durée minimale d'une année.

Le consultant a fait un constat très négatif sur les travaux réalisés depuis 3 mois par la Water Unit. Ce constat était malheureusement prévisible car la Water Unit créée au sein de la Works Division n'a actuellement ni les moyens en personnel ni les compétences pour prendre en charge la gestion du réseau hydropluviométrique implanté sur l'île.

Le consultant recommande que deux dispositions soient prises de toute urgence :

- 1 - la Water Unit de Rodrigues doit disposer au minimum d'un agent motivé et instruit dont l'unique fonction serait de gérer le réseau hydropluviométrique et d'exploiter les données acquises
- 2 - la Water Resources Unit de Maurice doit affecter à Rodrigues à temps plein pour une durée minimale de 6 mois un hydrologue confirmé qui aura, pendant cette période, la responsabilité de la gestion du réseau et de la formation de l'agent Rodriguais .

Un deuxième agent rodriguais doit être affecté à la Water Unit pour composer la cellule hydrologique au plus tard au départ de l'hydrologue de la WRU.

Après le départ de son hydrologue de Rodrigues, la Water Resources Unit devra l'envoyer en mission au moins une semaine par mois pour s'assurer du respect des consignes données.

A l'issue d'un délai minimum d'une année, la cellule hydrologique doit pouvoir assurer la responsabilité de gestion et d'exploitation du réseau hydropluviométrique.

Une alternative consisterait à faire appel à un ingénieur expatrié (VSN ou expert).

Si ces dispositions ne sont pas mises en oeuvre dans les meilleurs délais, l'évaluation des ressources en eau de surface de Rodrigues se fera, dans le meilleur des cas, sur des bases très incertaines.

Une formation en hydrologie générale sera proposée pour le responsable de la Water Unit.

## **relatives aux échanges GEOLAB - HYDROM - PLUVIOM**

Les travaux effectués par le bureau GEOLAB pour permettre les échanges entre ces 3 logiciels faciliteront grandement la constitution des bases de données HYDROM et PLUVIOM de Maurice et leur exploitation future.





# ANNEXES

## **1. Règles élémentaires de gestion adaptées au réseau hydropluviométrique de Rodrigues**

### A - Organisation

L'hydrométriste doit disposer au minimum d'un bureau dans lequel il peut stocker les documents et le matériel qu'il utilise fréquemment (dossiers, matériel de bureau, matériel de jaugeage, pièces de maintenance...). Un moyen de transport doit lui permettre de se rendre sur le terrain à tout moment.

### B - Stations limnigraphiques

1) Chaque station limnigraphique doit disposer d'un dossier comprenant :

- une description de la station (lieu, rive, altitude, longitude, latitude, etc)
- l'historique de l'appareillage
- un plan de masse de la station
- un profil en travers et un profil en long
- le rattachement de l'échelle limnimétrique à une borne
- une carte de localisation précise du bassin versant contrôlé
- les paramètres calculés du bassin (superficie, périmètre, longueur de drainage, pente moyenne, etc)
- les fiches de visites (date de passage, nature des travaux, observations, etc)
- les données papier (jaugeages, courbes d'étalonnage, sorties imprimées des fichiers numérisés, etc)

2) la carte mémoire est relevée après chaque événement ayant donné lieu à une crue remarquable ; pas plus de 4 semaines doivent s'écouler entre 2 changements de carte.

3) à chaque passage à la station sont mesurées la cote à l'échelle ; il est noté s'il y a écoulement ou si la rivière est à sec ; l'appareillage est contrôlé ; les branches et détritiques divers sont enlevés ; toutes les observations sont notées sur la fiche de visite .

4) les jaugeages sont effectués :

- systématiquement à chaque changement de carte
- en décrue et 2 à 3 fois par semaine dans les jours qui suivent une crue
- chaque semaine en période de tarissement

5) les dépouillements des cartes de mémoire et des jaugeages sont effectués dès que possible en privilégiant tout de même le travail de terrain.

6) Tous les travaux sont archivés (jaugeages, fichiers numérisés, etc).

7) En cas de défaillance de l'appareillage, il faut relever éventuellement la trace de la plus forte crue observée depuis le dernier passage et mesurer la cote à l'échelle qui lui correspond (utilisation d'un niveau topographique). Il faut intervenir le plus rapidement possible pour remettre en marche l'appareillage.

## B - Postes pluviographiques

1) Chaque poste pluviographique doit disposer d'un dossier comprenant :

- une description du poste (lieu, altitude, longitude, latitude, plan de masse, etc)
- l'historique de l'appareillage (déplacements éventuels, changement d'appareillage, etc)
- les fiches de visites (date de passage, nature des opérations, observations, etc)
- les données sous forme de diagrammes ou de sorties imprimées de fichiers numérisés

2) la carte mémoire est relevée après chaque événement pluviométrique dans le même temps que les cartes mémoires des limnigraphes ; la carte mémoire est relevée au plus tard tous les mois.

3) à chaque visite du poste, l'appareillage est contrôlé ; il est vérifié qu'aucun débris n'obstrue l'impluvium ; toutes les observations sont notées sur la fiche de visite.

4) les dépouillements des cartes mémoire sont effectués dès que possible en privilégiant toutefois le travail de terrain.

5) En cas de défaillance de l'appareillage, il faut intervenir le plus rapidement possible pour le remettre en service.

## **2. Agenda de la mission**

Le 26 juin :

Arrivée à 12 h.

Réunion au Ministère de l'Énergie chargé des Ressources en Eau de 13 h à 14 h avec Gérard Monchalin, Conseiller technique auprès du Ministère, Monsieur Mowlabucus, Officer de la Central Authority Unit et Monsieur Jawaheer, Adviser, Conseiller auprès du Ministre.

Présentation de M. Bikoo, Secrétaire adjoint pour l'énergie et de Vithilingem, Permanent Secretary.

14 h 30 : Visite à la Mission de Coopération : entrevue avec Dominique Freslon, Conseiller technique.

---

Le 27 juin :

Rose Hill : bureau central de l'hydrologie actuellement CWA.

Rivière cascade : déversoir ancien, limnigraphe Stevens hebdomadaire , 1/5

Saint Paul : siège de la CWA - entrevue M Ramrekha et Mme Boodhoo

Rivière La Marie : déversoir lame mince, limnigraphe Stevens

Barrage de la Mare aux Vacoas (27.6 Mm<sup>3</sup>)

Démonstration Vensim - Premières investigations des données hydro-pluvio de Maurice

---

Les 28-29 et 30 juin :

Travaux sur HYDROM 3 et PLUVIOM au Ministère avec F. Mowlabucus.

---

Les 1 et 2 juillet :

Rédaction première partie et analyse des documents sur Rodrigues

---

Le 3 juillet :

11 h : départ pour l'île Rodrigues

13 h : arrivée à Rodrigues

13 h 30-18 h : premières visites sur le terrain

---

Le 4 juillet :

visites sur le terrain

---

Le 5 juillet :

8 h 30 - 9 h : vu les travaux de bureau d'Alex Pierre

8 h 30 - 11 h : réunion F Mowlabucus/M. Simonot/L. Grandjean/D. Hee Hong Way.

11 h - 11 h 30 : visite de la station météorologique de Plaine Coton

13 h 15 : départ de Rodrigues

16 h 30 : arrivée à Port Louis

Le 6 juillet :

rédaction rapport de mission, arrivée Y.Emsellem

---

Le 7 juillet :

rédaction rapport de mission

---

Le 8 juillet :

18 h 30 : départ de Port-Louis

Le 9 juillet :

11 h : arrivée Montpellier

### **3 . Bibliographie**

The climate of Mauritius

Padya B.M.

Meteorological office

Mauritius - 1984

Influence de la topographie et de l'exposition aux vents dominants sur les mesures de précipitation

Morell M.

ORSTOM

Guadeloupe - 1986

Ouragans, crues et inondations en Guadeloupe

Morell M.

ORSTOM

Guadeloupe - 1989

Master plan study on water resources of Mauritius

Conclusions & recommendations

FAC - Mars 1991

Hydrology year book - 1987-1991

Central Water Authority

Saint Paul - janvier 1993

Rainfall Compendium

CWA - Hydrology section

Mauritius - December 1993

Contribution à l'hydrologie de Rodrigues

Gestion des ressources naturelles et agricoles de Rodrigues

Projet FED 7ACP MAS 004

Grandjean L.

LUXCONSULT - mars 1994

Evaluation et mise en valeur des ressources en eau de l'île Rodrigues (TCP/MAR/4451)

Rapport du Consultant principal

FAO - novembre 1994

Evaluation et mise en valeur des ressources en eau de l'île Rodrigues (TCP/MAR/4451)

Rapport du consultant hydrologique

Evaluation et mise en valeur des ressources en eau de l'île Rodrigues (TCP/MAR/4451)

Ressources en eau souterraine

Rapport provisoire

Compte-rendu de mission à Rodrigues de G.Monchalin

Appui à la gestion des ressources en eau (n° 92 018 000)

mars 1995

Evaluation et mise en valeur des ressources en eau de l'île Rodrigues (TCP/MAR/4451)

Rapport technique du Consultant principal

FAO - avril 1995

Evaluation et mise en valeur des ressources en eau de l'île Rodrigues (TCP/MAR/4451)  
Mise en place d'un dispositif préalable d'acquisition de données hydro-pluviométriques  
et de constitution de banques de données sur les ressources en eau de surface de l'île  
Rodrigues.

Ferry L.

FAO - HYDROCONSULT INTERNATIONAL - mai 1995