

SOCIÉTÉ HYDROTECHNIQUE DE FRANCE

VI^{èmes} JOURNÉES DE L'HYDRAULIQUE (Nancy, 1960)

L'HYDRAULIQUE SOUTERRAINE

DOCUMENTATION

Question III

Rapport n° 10

Recherches d'eaux souterraines dans la région Sous-le-Vent de l'île de la Réunion

PAR P. TOUCHEBEUF DE LUSSIGNY

INGÉNIEUR HYDROLOGUE DE L'ÉLECTRICITÉ DE FRANCE
(INSPECTION GÉNÉRALE POUR L'UNION FRANÇAISE ET L'ÉTRANGER)

L'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, assisté de l'Electricité de France, a été chargé par M. le Préfet de la Réunion d'établir un inventaire des ressources en eau de l'île. Le problème de l'eau est, en effet, crucial dans la région Sous-le-Vent dont l'accroissement démographique est très rapide.

Les eaux de surface sont relativement rares par suite de la perméabilité des coulées volcaniques qui constituent la totalité de l'île. Cependant, l'étude des différents termes du bilan hydrologique (précipitations, ruissellement superficiel, évapotranspiration), permet de conclure qu'une partie importante des eaux de pluie s'infilte en profondeur et alimente d'importantes réserves d'eaux souterraines. Parmi celles-ci, on peut distinguer une « nappe de base » qui est en équilibre hydrostatique avec la mer et des « nappes perchées » retenues en altitude par de rares formations imperméables (anciens sols de décomposition, couches de cendres altérées, anciens lits alluvionnaires, conglomérats, dikes).

Bien que leur recherche soit difficile les « nappes perchées » présentent un intérêt particulier parce qu'elles permettent d'éviter des pompages onéreux pour l'alimentation des régions hautes. Leur prospection a été commencée en priorité dans la région comprise entre la rivière des Galets et la rivière Saint-Etienne. Elle a permis de délimiter trois secteurs présentant des indices géologiques suffisants pour justifier des travaux de reconnaissance : secteur de Saint-Gilles-les-Hauts (vaste conglomérat volcanique), de la ravine des Avirons (série de dikes compacts) et de la plaine des Makes (rivière fossile). Les travaux de reconnaissance viennent seulement de débiter et n'ont pas encore fourni de renseignements exploitables.

I. — INTRODUCTION

Le problème de l'eau est d'une importance primordiale à la Réunion, car il conditionne étroitement le développement économique et social de l'île, dont l'expansion démographique est très rapide. La réalisation d'un grand programme d'irrigations dans la région Sous-le-Vent permettrait d'accroître considérablement la

production agricole et de rénover ainsi l'économie du pays. La modernisation et l'extension des réseaux d'adduction d'eau amélioreraient beaucoup les conditions de vie d'une grande partie de la population dont les besoins élémentaires sont actuellement assurés de façon très précaire.

Epreuves non relues par l'auteur.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 39627

Cote : B

1 3 JUIN 1994

ORSTOM
HYDROLOGIE
DOCUMENTATION

80146

Pour établir sur des bases solides une politique rationnelle de l'eau, l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, assisté d'Electricité de France, a été chargé par M. le Préfet de la Réunion d'établir un inventaire des ressources en eau de l'île. Par suite de

la rareté des eaux de surface, cet inventaire doit porter principalement sur les eaux souterraines et a été commencé en priorité dans la région Sous-le-Vent où les besoins sont les plus impérieux.

II. — DONNÉES GÉNÉRALES SUR LA GÉOLOGIE DE LA RÉUNION

Les deux massifs volcaniques qui constituent l'île de la Réunion — massif éteint du Piton des Neiges et massif en semi-activité du Piton de la Fournaise — ont été édifiés par l'accumulation de laves basaltiques très fluides qui caractérisent les volcans du type hawaïen.

Ces coulées de laves ne se sont pas épanchées exclusivement à partir de deux cratères centraux mais ont, au contraire, été en grande partie émises par des fissures entrouvertes sur les pentes des deux dômes principaux. Les éruptions de ce genre ont été parfois accompagnées de projections de débris volcaniques (bombes, cendres, lapilli, etc.) dont l'accumulation a pu former des cônes secondaires.

La solidification du magma à l'intérieur des fissures qui ont alimenté les coulées, a donné lieu à des « dikes », sortes de filons qui recourent plus ou moins verticalement les coulées antérieures et sont généralement beaucoup plus compacts qu'elles. Des dikes s'observent en grand nombre dans les cirques de Salazie, Mafatte et Cilaos. Par contre, sur les pentes exté-

rieures de l'île, ils sont rares et généralement isolés.

De nombreux accidents tectoniques (effondrements, failles) ont, à diverses époques, plus ou moins bouleversé la structure des deux massifs. Dans l'intervalle des périodes de grandes coulées, l'érosion torrentielle, rendue très active par la pente et la fissuration du terrain, a créé des réseaux hydrographiques qui, après avoir fonctionné un certain temps, ont été ensevelis plus ou moins complètement. De même, la plupart des vallées actuelles ont manifestement canalisé de grandes quantités de laves qui les ont partiellement comblées.

Des explosions et des éboulements grandioses ainsi qu'une érosion torrentielle toujours intense ont contribué à la formation de trois grands cirques et de canyons d'une profondeur exceptionnelle. Les restes de ce démantèlement, qui en est à un stade avancé pour le massif du Piton des Neiges, ont formé au fond des cirques d'importants conglomérats et, sur le littoral, de vastes cônes de déjection (plaines du Champ-Borne, de la Possession et de Saint-Louis).

III. — CONDITIONS HYDROGÉOLOGIQUES

Le haut degré de fissuration des basaltes de type compact et la structure très vacuolaire des basaltes de type scoriacé confèrent à l'ensemble des coulées volcaniques de la Réunion une grande perméabilité. Cette perméabilité générale favorise l'infiltration profonde des eaux de pluie et donne, dans l'hydrologie réunionnaise une place prépondérante aux eaux souterraines.

Les seules formations capables d'entraver le cheminement souterrain des eaux et donnant naissance à des sources sur les versants des vallées, sont principalement : les sols de décomposition ensevelis, les couches de cendres volcaniques ou de débris d'explosion altérés, les anciens lits alluvionnaires et certains conglomé-

rats. Les dikes étant généralement beaucoup moins perméables que les coulées qu'ils injectent, ont également une grande influence sur le cheminement des eaux d'infiltration, lorsqu'ils sont groupés en réseaux suffisamment denses. Ils forment des barrages souterrains derrière lesquels les eaux tendent à s'accumuler.

Les réserves souterraines ainsi retenues en altitude par les formations imperméables que l'on vient de voir, peuvent être désignées du terme générique de « nappes perchées ». Par suite des nombreux bouleversements qui ont accompagné la formation de l'île, ces nappes n'offrent presque jamais une grande continuité, ce qui explique la rareté des sources importan-

tes, notamment dans la région Sous-le-Vent (la plupart des sources ont un débit ne dépassant pas quelques litres/seconde).

Les eaux d'infiltration qui ont échappé aux formations imperméables rejoignent une nappe en équilibre hydrostatique avec la mer, que l'on peut appeler « nappe de base ». Cette nappe de profil lenticulaire repose, en profondeur, sur l'eau de mer, de densité supérieure, qui sature tout le sous-sol de l'île dans la mesure où des

formations imperméables ne s'opposent pas à sa pénétration. D'après le principe de Ghyben-Hertzberg, la hauteur de la surface supérieure de la nappe de base, en un point donné, est approximativement égale au quarantième de la profondeur de sa surface inférieure, hauteur et profondeur étant mesurées par rapport au niveau de la mer. Il peut arriver localement que la nappe de base soit artésienne si elle est surmontée par une couche imperméable.

IV. — ALIMENTATION DES NAPPES SOUTERRAINES

L'alimentation des nappes souterraines ne peut être évaluée a priori que d'une façon approximative, à partir de l'étude du bilan hydrologique. Cette étude a déjà été tentée il y a quelques années (Cf. *Annuaire Hydrologique de la France d'Outre-Mer*, 1950). Nous la résumerons ici rapidement.

L'équation du bilan hydrologique peut s'écrire :

$$P = R + D + I$$

qui exprime que les précipitations annuelles P donnent lieu à un certain ruissellement superficiel R, à des pertes par évapotranspiration D (déficit d'écoulement) et, enfin, à des infiltrations profondes I.

L'estimation des trois premiers termes de l'équation ci-dessus permet de déterminer la valeur de I, qui correspond à l'alimentation des nappes souterraines.

Les précipitations P, en année moyenne, peuvent être évaluées à partir de la carte pluviométrique qui a été reproduite sur la figure n° 1. Notons, d'ailleurs, que le tracé des isohyètes sur cette carte n'a qu'une valeur indicative, car la pluviométrie à l'intérieur de l'île n'est pas encore connue avec une grande précision. On observe, en effet, de fortes variations locales de la pluviosité sous l'influence du relief; de plus, l'irrégularité interannuelle des précipitations est très importante, par suite des incursions fréquentes de cyclones tropicaux qui, parfois, donnent lieu, en montagne, à des pluies véritablement diluviennes (1 580 mm d'eau tombée à Aurère pendant la seule journée du 8 avril 1958!).

Le ruissellement superficiel R a pu être évalué assez grossièrement à partir de l'étude des crues des principales rivières. Cette étude est assez délicate par suite de la violence des crues qui se prêtent mal à des mesures précises. On a pu cependant dégager des valeurs approximatives du coefficient de ruissellement, qui se situent presque toujours entre 0 et 30 %, tout

au moins en année moyenne exempte de cyclones exceptionnellement pluvieux. Les valeurs les plus faibles s'observent dans les régions de volcanisme récent (massif de la Fournaise) où la couche d'altération superficielle des coulées est inexistante ou trop mince pour s'opposer efficacement à la pénétration des eaux de pluie dans les fissures du sous-sol. Les valeurs les plus élevées se rencontrent, au contraire, dans les régions recouvertes d'un épais manteau de décomposition argileux, ou sur les conglomérats des cirques.

Quant au déficit d'écoulement, qui correspond aux pertes par évapotranspiration et qui dépend, en premier lieu, de la pluviosité annuelle et de la température moyenne, sa valeur peut être estimée a priori, sans risque d'erreur grave, en s'inspirant des nombreuses données recueillies sur des bassins versants imperméables situés sous climat tropical ou tempéré. La formule de M. Turc peut, par exemple, être utilisée pour obtenir une valeur approchée du déficit d'écoulement :

$$D_{mm/an} = \frac{P_{mm/an}}{\sqrt{0,9 + (P^2/L^2)}}$$

avec :

$$L = 300 + 25 t + 0,05 t^3$$

(t : température moyenne en degré centigrade).

Connaissant pour un point quelconque de l'île, la valeur approchée des trois termes P, R et D du bilan hydrologique, il est facile d'en déduire l'importance des infiltrations I en ce point (avec une précision d'environ 25 %). On a pu ainsi établir une carte des débits spécifiques d'infiltration en année moyenne (fig. n° 2).

Cette carte donne une idée de l'alimentation des réserves souterraines à partir de la surface du sol, mais elle ne peut évidemment fournir aucune indication précise sur le cheminement des eaux d'infiltration à l'intérieur du sol.

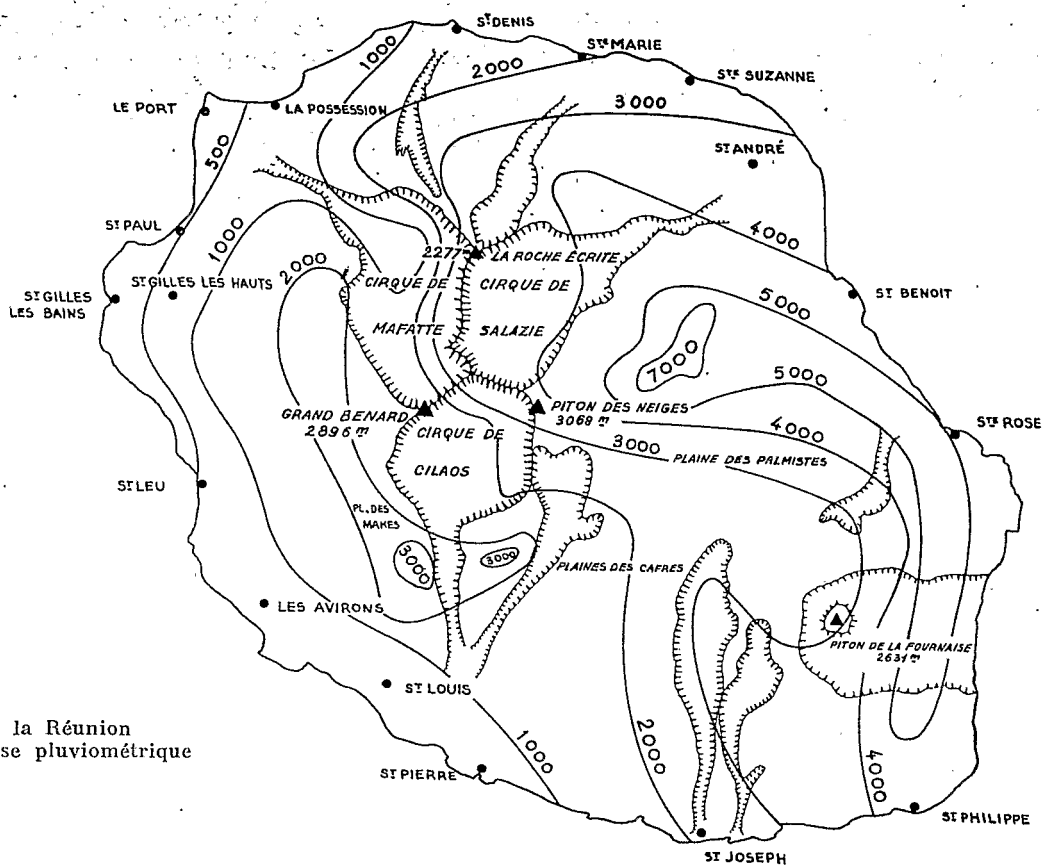


Fig 1.
Ile de la Réunion
Esquisse pluviométrique

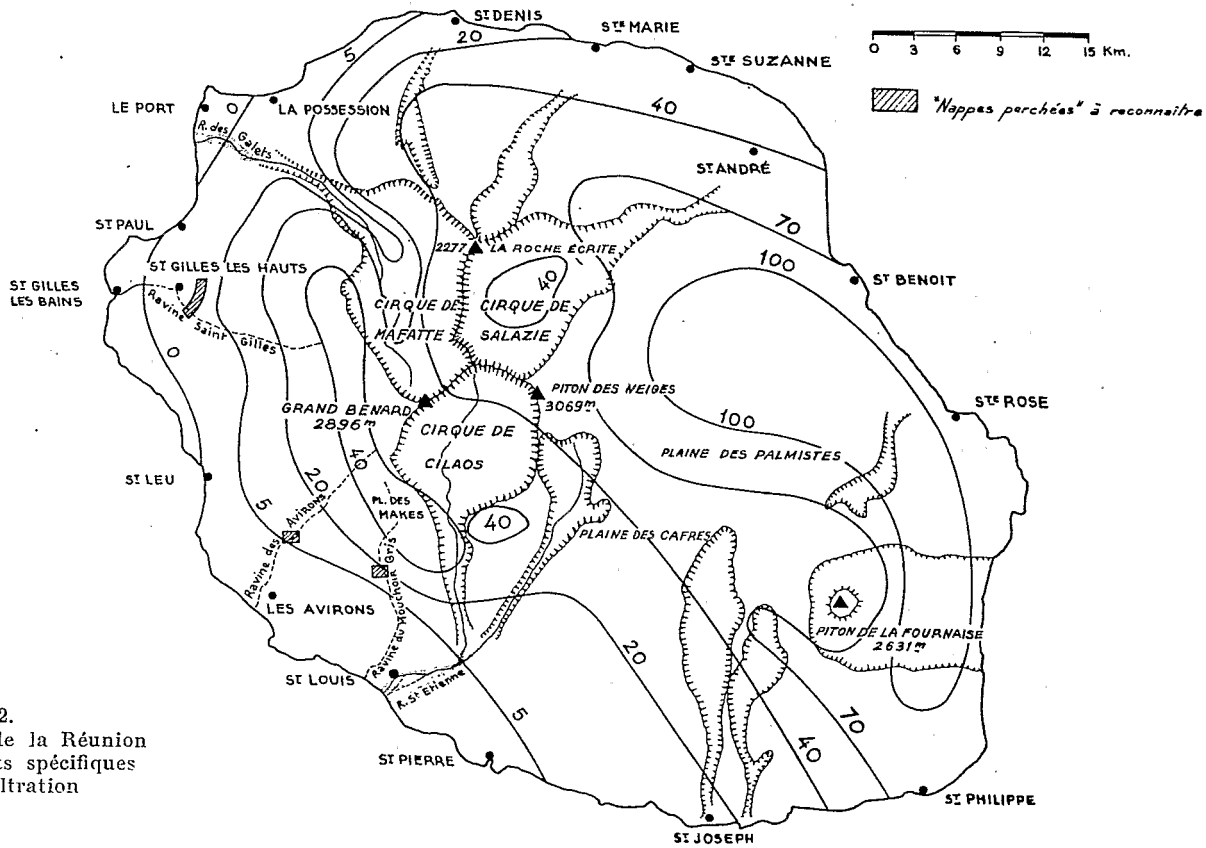


Fig. 2.
Ile de la Réunion
Débits spécifiques
d'infiltration

Dans l'ignorance de la structure géologique profonde, on peut admettre que le périmètre d'alimentation d'une nappe souterraine correspond au bassin versant déterminé par la topographie superficielle du terrain sus-jacent, mais cette approximation peut conduire à des erreurs importantes.

Une partie des eaux d'infiltration réapparaît

sous forme de sources et de résurgences au fond des vallées des rivières pérennes (débit moyen global d'environ 30 m³/s). Mais, la plus grande partie (évaluée à près de 100 m³s), tout en transitant éventuellement par des nappes perchées, rejoint en définitive la nappe de base, qui se diffuse elle-même dans la mer tout le long du littoral.

V. — RECHERCHES DE NAPPES PERCHÉES DANS LA RÉGION SOUS-LE-VENT

Par suite des conditions hydrogéologiques que nous avons exposées et malgré une pluviosité forte en moyenne, les ressources en eaux de surface sont rares à la Réunion. L'étude du bilan hydrologique nous a montré cependant que cette rareté qui semble paradoxale dans des régions aussi pluvieuses que celles de Sainte-Rose ou de Saint-Philippe (précipitations annuelles supérieures à 4 mètres) n'est qu'apparente et a pour contrepartie une grande abondance des eaux souterraines. C'est donc tout naturellement vers une utilisation rationnelle de celles-ci que l'on doit s'orienter à l'avenir.

La nappe de base dont l'exploitation a déjà été amorcée par des particuliers et des sociétés privées, offre certainement les plus grosses possibilités. Les nappes perchées, dont la prospection est beaucoup plus difficile, ne laissent au contraire espérer que des résultats assez modestes. Cependant, elles présentent *a priori* le très gros avantage d'éviter des pompages onéreux pour l'alimentation des régions hautes. C'est pourquoi, à la demande de M. le Préfet, les premiers efforts de l'O.R.S.T.O.M. ont porté sur les recherches de nappes perchées dans la partie de la région Sous-le-Vent comprise entre la rivière des Galets et la rivière Saint-Etienne. Les prospections effectuées sur le terrain en 1959 ont permis de déterminer trois secteurs où des indices géologiques peuvent justifier des travaux de reconnaissance par sondages ou galeries. Ce sont les secteurs de Saint-Gilles-les-Hauts, de la ravine des Avirons et de la plaine des Makes.

a) Secteur de Saint-Gilles-les-Haut.

Dans la région comprise entre la rivière des Galets et la rivière Saint-Etienne, on rencontre de nombreux torrents généralement à sec (appelés localement « ravines ») qui, chaque année,

écoulent seulement quelques crues aussi violentes que brèves, pendant les grosses pluies cycloniques. La ravine Saint-Gilles, qui est alimentée par plusieurs résurgences pérennes, étagées entre les altitudes 230 et 70 mètres (débit total d'environ 800 l/s en étiage), constitue une exception remarquable qui dénote l'existence certaine de nappes perchées. Ce fait est, par ailleurs, confirmé par la présence de plusieurs sources importantes à faible altitude sur les pentes qui dominent Saint-Paul.

La formation imperméable — ou tout au moins faiblement perméable — qui supporte ces nappes perchées, est fort probablement un vaste conglomérat volcanique qui apparaît très nettement sur la côte entre le cap la Houssaye et Saint-Gilles-les-Bains. A trois ou quatre kilomètres de la côte, ce conglomérat disparaît sous des basaltes plus récents mais, selon toute vraisemblance, il se prolonge vers l'intérieur de l'île, d'où il se serait épanché sous la forme d'une immense coulée boueuse. Cette hypothèse semble confirmée par la présence, au sein du conglomérat, de fragments de roches plutoniques (gabbros et syénite, signalés par P. Bussière, que l'on rencontre « en place » uniquement au fond des trois cirques de Mafatte, Cilaos et Salazie.

Les reconnaissances géologiques à entreprendre dans le secteur de Saint-Gilles-les-Hauts auront pour objectif de déterminer dans ses grandes lignes la topographie souterraine du conglomérat volcanique et de rechercher dans les thalwegs enfouis l'existence de nappes perchées. Il s'agit là de travaux importants qui seront commencés prochainement par la réalisation de deux premiers sondages; d'une centaine de mètres de profondeur, dans le lit majeur de la ravine Saint-Gilles et celui de la ravine Fond-Maunier, vers 500 m d'altitude. Une galerie de reconnaissance partant de la ravine du Bernica, est également prévue vers l'altitude 420 mètres.

b) Secteurs de la ravine des Avirons.

traversée par la ravine des Avirons, a été le siège d'éruptions volcaniques secondaires attestées par la présence de plusieurs cônes de cendres, appelés localement « pitons ». La recherche de « dikes » ou autres formations imperméables, qui n'avait donné aucun résultat positif dans les

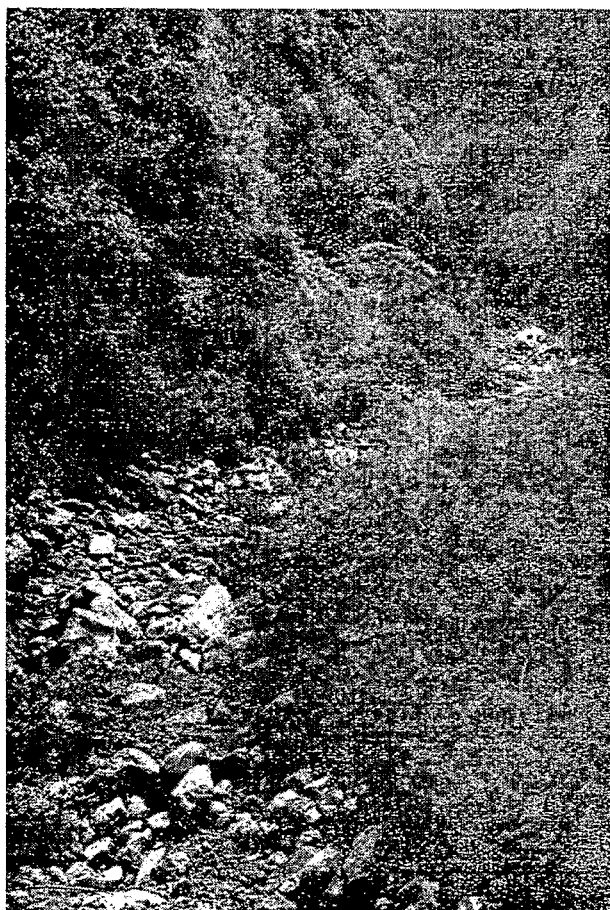
cement d'accès difficile, vient malheureusement d'être interrompu par le cyclone du 19 janvier dernier et n'a pas été repris à ce jour. Il n'a pas encore fourni de renseignements très intéressants, mais il pourrait *a priori* donner des résultats plus immédiats que ceux de Saint-Gilles-les-Hauts.

c) Secteur de la plaine des Makes :

La plaine des Makes est un exemple typique, déjà signalé par P. Rivals, d'une topographie ancienne ensevelie sous des coulées plus jeunes. La petite chaîne du Bois de Nèfles qui la borde au sud-est apparaît nettement comme un lambeau de vieux terrain (reconnaissable à ses thalwegs évasés en V) émergeant de coulées récentes (thalweg en U) qui ont, en grande partie, comblé l'ancien cirque des Makes et l'étroit défilé qui constituait son exutoire.

Il est assez probable que la rivière fossile qui drainait autrefois le cirque, continue à collecter

à



Ravine des Avirons



Dike dans le lit de la Ravine des Avirons

une partie de ses eaux d'infiltration, son lit alluvionnaire fortement colmaté jouant le rôle de couche imperméable.

Il serait possible de reconnaître l'existence de cette ancienne rivière, dont le débit ne peut d'ailleurs être évalué, par des sondages implantés vers 600 m d'altitude dans le lit majeur de

la ravine actuelle du Mouchoir Gris. Il semble que ces sondages devraient avoir une profondeur de l'ordre de 200 mètres. Les besoins en eau de la commune de Saint-Louis étant actuellement moins impérieux que ceux de Saint-Paul, Saint-Gilles et Saint-Leu, ces sondages n'ont pas été retenus pour l'avenir immédiat.

CONCLUSION

Les ressources offertes par l'hydrologie souterraine de la Réunion sont restées trop longtemps méconnues. Depuis quelques années, des sociétés privées et des particuliers, encouragés par l'Administration, ont pris conscience des possibilités importantes de la nappe de base dans les plaines littorales et ont commencé à creuser des puits de grand diamètre qui leur permettent de procéder à de nouvelles irrigations. Ces efforts méritent d'être poursuivis activement, tout en étant étroitement surveillés, car il ne faut pas perdre de vue que des pompages trop intenses dans la nappe de base risquent de

la rendre saumâtre par diffusion de l'eau salée sous-jacente.

La recherche des nappes perchées, qui sont précieuses par leur potentiel gravitaire, est beaucoup plus difficile et plus aléatoire. Elle représente une œuvre de longue haleine qui nécessitera de nombreux sondages poursuivis avec persévérance, pendant des années, malgré des échecs inévitables. Elle ne peut être entreprise dans un but de rentabilité immédiate, mais il est certain que l'économie d'énergie qu'elle permettra justifie amplement ces coûteuses recherches.