

Les débits des rivières

Les débits d'un cours d'eau dépendent d'une façon générale de très nombreux facteurs qui peuvent être classés en quatre catégories selon leur nature.

Les *facteurs climatiques* interviennent au premier chef puisqu'ils sont responsables de l'abondance et de la répartition dans le temps des précipitations et commandent en outre l'évaporation à la surface du bassin versant.

Les *caractéristiques morphologiques* du bassin ont une influence sur le développement et la vitesse de propagation

des crues ainsi que, de façon indirecte, sur les phénomènes d'évaporation. Par exemple, des versants à forte pente favorisent la concentration puis l'évacuation des eaux de ruissellement alors que des plaines ou des vallées marécageuses accentuent les phénomènes d'inondation et d'évaporation.

Les *caractéristiques du sol et de la végétation* sont à la base des phénomènes d'infiltration et de rétention de l'eau. Certains types de sols ou de couverts végétaux favorisent le ruissellement tandis que d'autres auront tendance à retenir tout ou partie des eaux précipitées qui seront ainsi acheminées vers les nappes souterraines ou reprises dans l'atmosphère par évapotranspiration.

Les *facteurs anthropiques* tels que le

degré d'urbanisation, l'extension des zones mises en culture ou les grands travaux d'aménagement modifient et parfois annulent les effets des facteurs décrits plus haut, bouleversant dans certains cas les conditions naturelles d'écoulement.

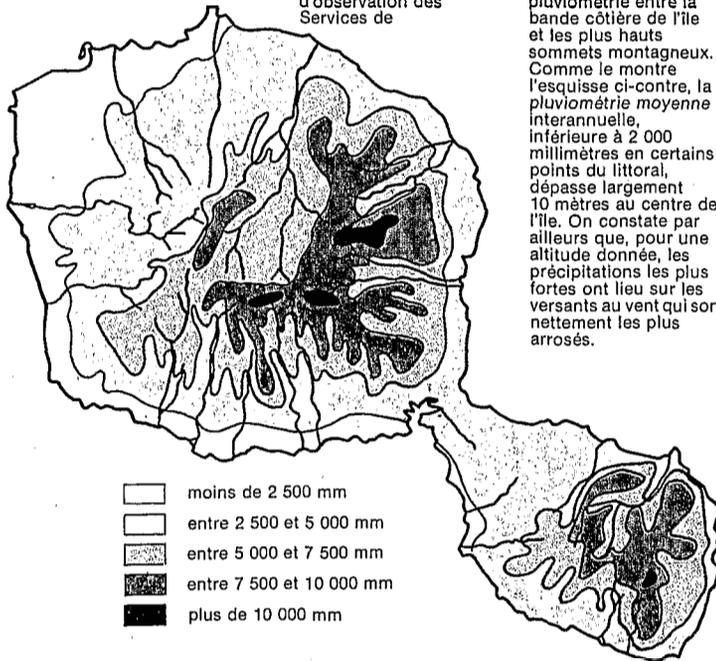
D'une part, dans l'île de Tahiti et probablement d'ailleurs dans toutes les îles hautes de Polynésie, les facteurs autres que climatiques sont relativement homogènes. D'autre part les actions anthropiques restent en général, et jusqu'à présent, limitées à une étroite bande côtière. C'est pourquoi l'examen global des débits des rivières va faire apparaître que le facteur hydrologique de loin le plus important est le régime des précipitations qui dépend lui-même étroitement de l'altitude ainsi que de l'exposition des bassins versants par rapport aux vents dominants.

Méthode classique utilisée pour obtenir les débits et les apports d'une rivière en un point donné.

1. Enregistrement dans le temps (T) des variations de cote (H) du plan d'eau à l'aide d'un appareil appelé *limni-graphe*.
2. Exploration périodique du champ des vitesses du courant dans une section droite du cours d'eau à l'aide de dispositifs appropriés (*moulinets*).
3. Intégration spatiale du champ de vitesses afin de calculer des débits instantanés (Q).
4. Élaboration d'une courbe d'étalonnage Q (H) à partir de tous les couples connus "hauteurs (H) - débits (Q)".
5. Transformation de la courbe de variation des hauteurs dans le temps H (T) en une courbe de variation des débits Q (T) à l'aide de la courbe d'étalonnage.

Esquisse pluviométrique de Tahiti.
Les mesures effectuées sur les réseaux d'observation des Services de

l'Équipement et de la Météorologie Nationale permettent de mettre en évidence un très important gradient de pluviométrie entre la bande côtière de l'île et les plus hauts sommets montagneux. Comme le montre l'esquisse ci-contre, la pluviométrie moyenne interannuelle, inférieure à 2 000 millimètres en certains points du littoral, dépasse largement 10 mètres au centre de l'île. On constate par ailleurs que, pour une altitude donnée, les précipitations les plus fortes ont lieu sur les versants au vent qui sont nettement les plus arrosés.

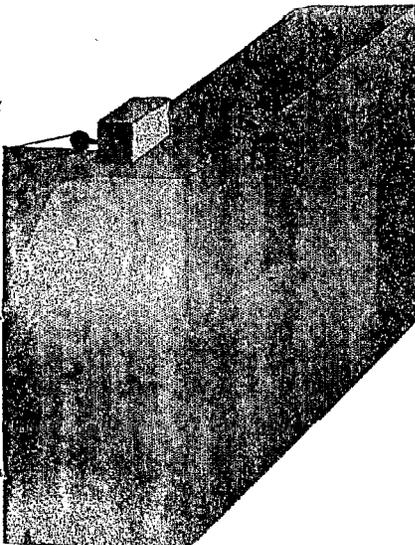


- moins de 2 500 mm
- entre 2 500 et 5 000 mm
- entre 5 000 et 7 500 mm
- entre 7 500 et 10 000 mm
- plus de 10 000 mm

Les débits moyens ou modules interannuels

Les mesures effectuées sur les différentes stations du réseau tahitien permettent d'établir des moyennes de débits sur une douzaine d'années pour onze des principales rivières. Les valeurs de ces moyennes interannuelles, encore appelées *modules* sont données sous forme de tableau. Elles ont été ramenées à une période commune qui débute le 1er novembre 1970 et se termine le 31 octobre 1982, et afin de faciliter les comparaisons, à une unité de surface commune. Il s'agit de *modules spécifiques* exprimés en litres par seconde et par kilomètre carré de superficie. Par exemple, sur la période commune d'observation, la Papenoo qui draine le bassin le plus étendu de l'île (79,7 km²) a fourni un débit moyen de 11,5 m³/s, ce qui correspond à un module spécifique de 144 l/s/km². Dans le même temps la Vaitepiha a débité en moyenne 6,01 m³/s soit un module spécifique de 180 l/s/km², supérieur à celui de la Papenoo malgré une superficie moindre (33,3 km²).

Le classement des rivières par ordre de débits spécifiques décroissant permet de mettre en évidence l'abondance relative des



Débits moyens observés sur quelques cours d'eau						
Rivière et station	Situation du bassin	Superficie (km ²)	Altitude moyenne (mètres)	Débit moyen, sur 12 ans (m ³ /s)	Module spécifique Qs (l/s/km ²)	Importance des écoulements selon leur origine
Paraura à la cote 100	Tahiti Nui côte est	5,69	800	2,06	362	Côtes au vent Écoulements très importants
Papeiha à la cote 60	Tahiti Nui côte est	20,5	(700)	4,62	225	
Papeiha à la cote 10	Tahiti Nui côte est	30,7	506	6,02	196	
Vaitepiha à la cote 10	Presqu'île (nord-est)	33,3	410	6,01	180	Qs > 150 l/s/km ²
Vairaharaha à la cote 200	Tahiti Nui côte sud	6,6	749	1,05	159	Zone intermédiaire Écoulements assez forts 75 < Qs < 150 l/s/km ²
Papenoo à la cote 45	Tahiti Nui centre nord	79,7	605	11,5	144	
Taharuu à la cote 100	Tahiti Nui côte sud	26,3	720	3,31	126	
Aivaro à la cote 10	Presqu'île (sud)	6,5	480	0,65	100	Côtes sous le vent Écoulements relativement faibles
Tuauru à la cote 10	Tahiti Nui (nord)	26,5	746	2,23	84	
Punaruu à la cote 50	Tahiti Nui (côte ouest)	39,2	724	2,48	63	
Fautaua à la cote 92	Tahiti Nui (côte ouest)	19,9	781	1,23	62	Qs < 75 l/s/km ²
Vaitiu (Orofero)-cote 60	Tahiti Nui (côte ouest)	18,4	750	0,72	39	

écoulements selon leur origine. C'est ainsi que les écoulements les plus importants s'observent sur les rivières dont les bassins versants sont les mieux exposés aux vents dominants comme la Paraura, la Vaitepiha, la Papeiha, la Vairaharaha. Les débits spécifiques y sont généralement supérieurs à 150 l/s/km². On doit cependant noter que le module attribué à la Paraura (362 l/s/km²) est anormalement fort malgré l'excellente exposition de son bassin aux alizés de nord-est. Selon toute vraisemblance, cette rivière reçoit des apports additionnels souterrains en provenance des bassins voisins du plateau d'Hitiaa.

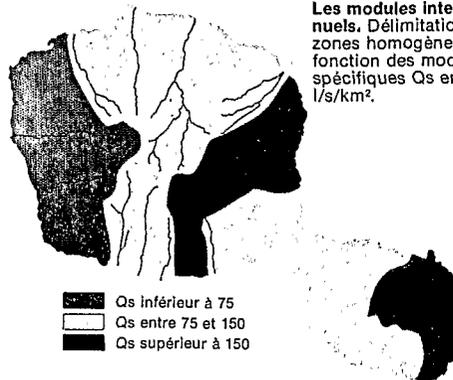
En revanche les cours d'eau qui s'écoulent vers la côte ouest, sous le vent, présentent des modules spécifiques beaucoup plus faibles, généralement inférieurs à 75 l/s/km². Si l'on considère par exemple deux bassins tels que ceux de la Papeiha et de la Punaruu qui occupent des positions symétriques par rapport aux plus hauts sommets de l'île, on constate que le premier, exposé plein est, débite en moyenne de l'ordre de 200 l/s/km² alors que le second, protégé des vents dominants, ne débite que 63 l/s/km².

Entre les secteurs bien protégés et ceux qui sont exposés en toutes saisons, il existe une zone intermédiaire partiellement exposée où les modules fluctuent entre 75 et 150 l/s/km². C'est le cas de toute la partie centrale de Tahiti Nui et en particulier celui du grand bassin versant de la Papenoo, partiellement abrité par les crêtes qui le bordent à l'est, crêtes dépassant fréquemment 1 000 mètres d'altitude.

Les bilans d'écoulement

Pour un bassin versant donné le bilan d'écoulement exprime l'égalité qui doit exister entre les quantités de pluie précipitées d'une part et la somme des quantités d'eau qui se sont écoulées, infiltrées et évaporées d'autre part. Etant donné qu'il est très difficile d'évaluer séparément ces deux derniers termes, on les regroupe fréquemment sous l'appellation globale de *déficit d'écoulement*. Malgré cet artifice, le bilan d'écoulement reste encore délicat à établir en raison de l'incertitude qui règne sur l'estimation de la pluie moyenne étendue à la superficie du bassin versant. Les valeurs fournies dans le tableau pour trois cours d'eau représentatifs des zones précédemment définies sont donc assez approximatives.

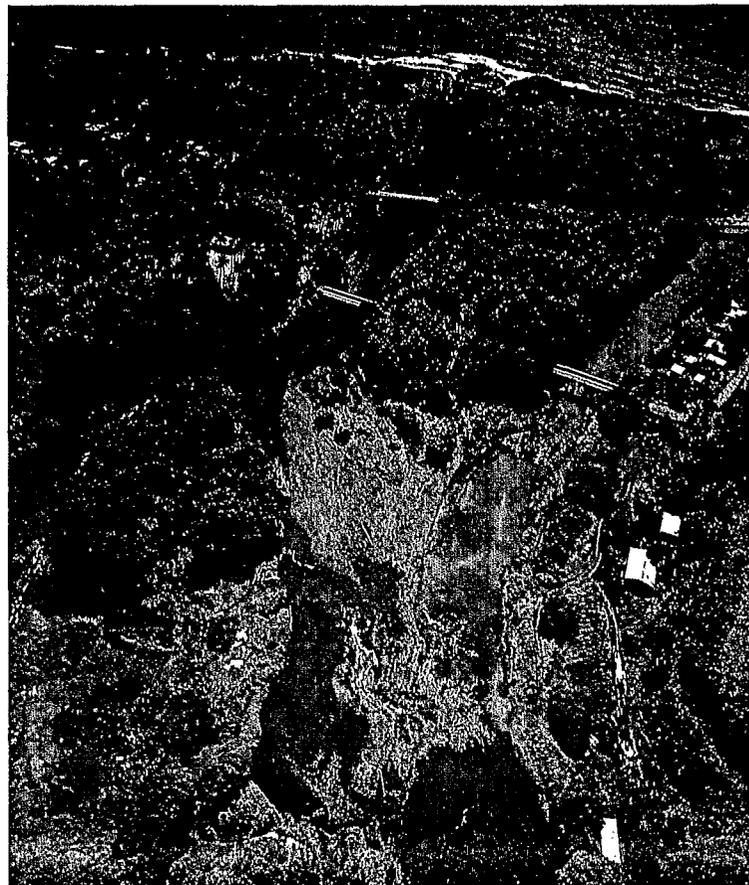
Rivière et station	Pluie moyenne annuelle (mm)	Écoulement moyen annuel (mm)	Déficit d'écoulement annuel (mm)	Coefficient d'écoulement
Vaitepiha cote 10	7800	5680	2120	73 %
Papenoo cote 45	6600	4544	2056	69 %
Fautaua cote 92	3700	1957	1743	53 %



Les modules interannuels. Délimitation de zones homogènes en fonction des modules spécifiques Qs en l/s/km².

Modules spécifiques. On appelle modules spécifiques les valeurs des moyennes de débits calculées sur plusieurs années (une douzaine pour les cours d'eau de Tahiti) et exprimées en litres par seconde et par kilomètre carré de superficie.

Vue aérienne de l'embouchure de la Papenoo. Ce cours d'eau draine le bassin le plus étendu de l'île, avec un débit moyen de 11,5 m³/s.



Les rivières de Tahiti - ici la Vairahia - offrent souvent l'aspect tumultueux des torrents.



On constate que globalement, les déficits d'écoulement moyens observés à Tahiti sont extrêmement élevés et dépassent de loin les possibilités évaporatoires des bassins. Cela s'explique par une forte perméabilité d'ensemble des sols et du sous-sol de l'île : une partie des eaux infiltrées rejoint directement l'océan à partir des nappes souterraines sans réapparition préalable dans le réseau de drainage superficiel. Cependant, les coefficients d'écoulement, supérieurs à 50 % dans la majorité des cas, conservent malgré tout des valeurs remarquablement fortes en raison de l'énormité des précipitations.

Quant à l'irrégularité interannuelle, elle peut être appréciée par la valeur d'un coefficient égal au rapport des modules annuels qui caractérisent respectivement une année "humide" et une année "sèche" correspondant toutes deux à une période de retour moyenne de dix années. On a coutume de désigner ce coefficient par le symbole K_3 .



La *Valtepiha* près de son embouchure. Comme tous les cours d'eau de Tahiti cette rivière, issue de la caldeira de la presqu'île, charrie encore des quantités considérables de roches et de galets.

Les débits spécifiques mensuels. Ces schémas mettent en évidence une période humide de novembre-décembre à mars et une période sèche en juillet-août-septembre.

Rivière et station	Module décennal humide (m^3/s)	Module médian (m^3/s)	Module décennal K_3	Coefficient d'irrégularité
Valtepiha cote 10	3,70	5,10	9,55	2,58
Papenoo cote 45	8,55	11,1	15,5	1,81
Fautaua cote 92	1,84	1,25	0,83	2,22

Débits spécifiques mensuels médians de six cours d'eau de Tahiti

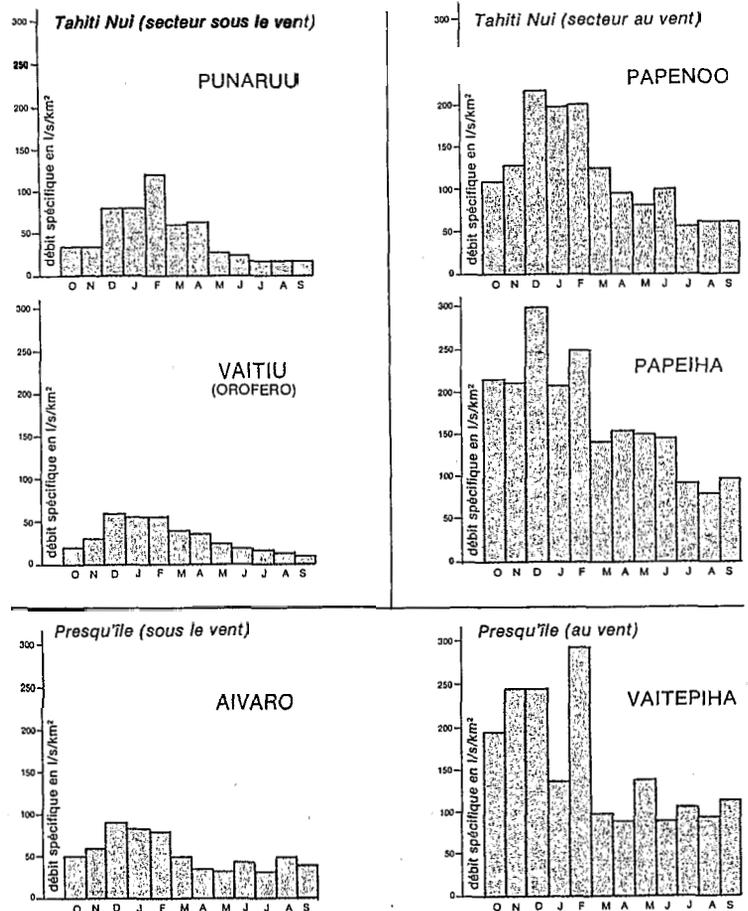
Les valeurs de K_3 , de l'ordre de 2 pour les modules des cours d'eau de Tahiti, sont caractéristiques de régimes réguliers, un des éléments régulateurs étant l'importance des réserves souterraines qui jouent le rôle de volant d'inertie.

Les variations saisonnières des écoulements

Les débits mensuels sont plus variables d'une année sur l'autre que les modules. Cette irrégularité peut également être caractérisée par un coefficient K_3 dont la valeur moyenne pour un mois donné est d'environ 2,5 sur l'ensemble de l'île. Il s'ensuit que les moyennes mensuelles sont plus difficiles à évaluer lorsqu'on a affaire à de courtes périodes d'observation comme c'est le cas à Tahiti.

Pour cette raison, plutôt que les moyennes, sont présentés, ici, sous forme de diagrammes annuels, les débits spécifiques mensuels médians de six rivières. Ces diagrammes mettent en évidence l'effet de l'exposition des bassins et permettent en outre de définir pour les débits une période humide de trois à quatre mois qui débute en novembre-décembre pour se terminer début mars, et une période sèche de trois mois (juillet-août-septembre). Les autres mois, mars à juin et octobre-novembre constituent des périodes transitoires entre les débits importants et les étiages, ou plus bas niveau des eaux.

En réalité, comme on pourra s'en assurer en consultant la partie de cet ouvrage qui traite de la climatologie, le régime saisonnier des écoulements suit de façon assez fidèle celui de la pluviométrie.



ENCYCLOPEDIE DE LA POLYNESIE

les îles océaniques

Ce premier volume de l'Encyclopédie de la Polynésie a été réalisé sous la direction de

Bernard Salvat,

Docteur ès sciences, Muséum E.P.H.E.

avec la collaboration de : **Roger Bergès**, Ingénieur, Service de la Météorologie,

Jean-Marc Bouzat, Ingénieur, Service de l'Energie et des Mines, **Robert Brousse**, Docteur ès sciences, Université d'Orsay,

Georges Cauchard, Ingénieur, Service de la Météorologie, **Jean-Pierre Charles**, Professeur certifié, Lycée Paul Gauguin,

Pascal Gelugne, Docteur de 3ème cycle, Laboratoire des Travaux Publics,

Maurice Graindorge, **Didier Jacquet**, Ingénieur, Laboratoire des Travaux Publics,

Rémi Jamet, Maître ès sciences et D.E.S., O.R.S.T.O.M., **Alain Lafforgue**, Ingénieur-O.R.S.T.O.M.,

François Merceron, Agrégé de l'Université, Lycée Paul Gauguin,

Christian Prudhomme, Ingénieur, Laboratoire des Travaux Publics,

Francis Rougerie, Licencié et D.E.A. ès sciences, O.R.S.T.O.M., **Bernard Salvat**, Docteur ès sciences, Muséum-E.P.H.E.,

Jacques Talandier, Docteur de l'Université, Laboratoire de Géophysique (C.E.A.), **René Villot**, Ingénieur, Service de l'Équipement,

Bruno Wauthy, Ingénieur, O.R.S.T.O.M.

et la coopération des organismes et services suivants : Bureau Technique des Communes, Commissariat à l'Énergie Atomique,

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Cnexo-I.S.T.P.M.), Lycée Paul Gauguin,

Antenne du Muséum National d'Histoire Naturelle et de l'École Pratique des Hautes Études,

Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Service de l'Énergie et des Mines, Service de l'Équipement,

Service de la Météorologie ...

Conception et production : **Christian Gleizal**

Maquette et coordination de la réalisation technique : **Jean-Louis Saquet**

Assistante de production : **Catherine Krief**

Illustration : **Bernard Hugueville**

Cartographie : **Jacques Sablayrolles**

Photographies : J.-C. Bosmel, J. Bouchon, G. Boutault, R. Brousse, E. Christian,

M. Folco, P. Gelugne, B. Hermann, J.-C. Iogna, R. Jamet,

P. Laboute, C. Macherey, J.-P. Marquant, M. Moissard, G. Mottay, C. Pinson,

M. Pirazzoli, M. Ricard, C. Rives, J. Robin,

F. Rougerie, B. Salvat, J.-L. Saquet, J. Talandier

Les photographies autres que celles confiées par leurs auteurs ou leurs agences

sont publiées avec l'autorisation des sociétés ou organismes suivants :

C.E.A., C.N.R.S., IFREMer (Cnexo), I.S.T.P.M., Escadrille 12 S, O.P.A.T.I.,

O.R.S.T.O.M., Marama Nui, Météorologie nationale, Muséum E.P.H.E...

Notre travail a été considérablement facilité par l'importante documentation mise à notre disposition par Times Editions/les Editions du Pacifique et leur fondateur Didier Millet.



03 JUL. 1990

AM
POL