Document Public

Programme d'actions pour l'exploitation et la gestion des eaux souterraines de la Polynésie française : bilan des investigations menées à Moorea







Programme d'actions pour l'exploitation et la gestion des eaux souterraines de la Polynésie française : bilan des investigations menées à Moorea

Rapport final

BRGM/RP-69218-FR

Septembre 2019

Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM AP16POL001

Corbier P., Pasquier S., Bernard J., Baltassat J.-M., Mardhel V., Dewandel B., Gourcy L. et Malcuit E.

Vérificateur :						
Nom : Chrystelle Auterives						
Fonction : Hydrogéologue DEPA						
Date : 01/10/2019						
Signature :						

Approbateur :
Nom : JM Mompelat
Fonction : Directeur adjoint DAT
Date : 10/10/2019
Signature :

Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001. Contact : <u>gualite@brgm.fr</u>



Mots-clés : Captages, Diagraphies, Forages, Géologie, Géophysique, IDPR, Hydrochimie, Hydrogéologie, Modèle conceptuel, Moorea, Pompages d'essai, Polynésie française, Reconnaissances, Sources.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Corbier P., Pasquier S., Bernard J., Baltassat J.-M., Mardhel V., Dewandel B., Gourcy L. et Malcuit E. (2019) – Programme d'actions pour l'exploitation et la gestion des eaux souterraines de la Polynésie française : bilan des investigations menées à Moorea. Rapport final. BRGM/RP-69218-FR, 147 p., 98 ill., 5 ann.

© BRGM, 2019, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Le programme d'actions pour l'exploitation et la gestion des eaux souterraines de la Polynésie française a été initié suite à la signature le 3 mars 2016 de la convention MCE n° 1366 entre le BRGM et le Ministère de la Culture et de l'Environnement polynésien.

Ce programme d'une durée initialement fixée à 36 mois puis étendue à 48 mois par le biais d'un avenant s'inscrit dans le cadre des « Opérations diverses venant en appui des axes AEP, déchets et assainissement » du volet « Environnement » du Contrat de Projets 2008-2013 et vise à doter la Polynésie française d'outils de gestion et d'exploitation des ressources en eau souterraine performants.

Suite à une première phase d'inventaire ayant concernée 8 îles et conformément au contenu de la convention, des études hydrogéologiques détaillées ont été menées sur une île haute (Moorea), une île mixte (Ua Pou), un atoll (Rangiroa) et deux bassins versants de Tahiti.

Sur l'île de Moorea, des investigations géologiques, hydrogéologiques, géophysiques et hydrogéochimiques ont été mises en œuvre pour mieux cerner le potentiel aquifère des formations volcaniques situées aux alentours d'Afareaitu et le fonctionnement hydrogéologique global de l'île. Ces opérations se sont déroulées entre septembre 2017 et mars 2019.

Le secteur d'Afareaitu correspond en effet à une zone de recherche privilégiée par la commune pour la recherche de nouvelles ressources en eau et il a été jugé intéressant de mener des investigations (notamment hydrogéochimiques) sur un territoire plus étendu.

Les éléments recueillis au travers des différentes approches ont permis d'élaborer un schéma hydrogéologique conceptuel de la zone d'intérêt qui précise l'agencement des formations géologiques et illustre les modalités d'écoulement supposées. Ce dernier met notamment en évidence le rôle prépondérant du plateau basaltique qui surplombe le secteur d'étude dans l'alimentation des sources situées en contre-bas.

Parmi ces dernières, la source Vaiava est celle qui présente le plus fort débit (de l'ordre de 5 l/s à l'étiage). Elle se caractérise également par une qualité physico-chimique qui semble compatible avec la production d'eau potable. Située sur un terrain privé, son exploitation à des fins d'alimentation en eau potable pourrait être envisagée si un arrangement foncier peut être trouvé. Cette solution est en tout cas à privilégier par rapport à la réalisation d'un forage dont les résultats sont plus aléatoires.

En dehors de la zone d'intérêt, les investigations n'ont pas été assez poussées pour pouvoir établir d'autres modèles conceptuels mais les formations volcaniques sous faible recouvrement altéré situées à distance de la côte (au-delà de 700 m) pourraient représenter une cible privilégiée. Dans la mesure du possible, les investigations devront être étendues jusqu'à la cote - 30 m NGPF car les venues d'eau sont généralement observées au-dessus de ce niveau.

Sur le plan de la qualité, aucun problème majeur n'a été relevé à l'exception de phénomènes d'intrusion salée ponctuels et d'un enrichissement systématique en sodium lié à l'environnement géologique (roches riches en alcalins).

À l'avenir, il est recommandé que des investigations géophysiques aéroportées puissent être menées afin de localiser les cibles précédemment décrites à l'échelle de l'île entière.

Sur la base d'un premier traitement des données acquises en vol, une cartographie des secteurs pouvant se caractériser par la présence d'un aquifère significatif pourra ainsi être établie. Une fois classés en fonction des intérêts communaux et des contraintes foncières, ces derniers devront alors faire l'objet de reconnaissances de terrain complémentaires afin de confirmer leur intérêt. Au terme de cette phase et d'un traitement plus fin des données, une sélection de sites favorables à l'implantation de forages pourra alors être fournie.

Sur le plan opérationnel, le captage de la source Vaiva et les reconnaissances géophysiques aéroportées constituent donc 2 pistes de sécurisation de l'approvisionnement en eau potable de l'île. La première pourrait être mise en oeuvre à court terme (dans l'année à venir) après des travaux d'aménagement et la seconde, à moyen terme (dans les 3 ans à venir) au travers d'un partenariat avec un opérateur spécialisé. Son coût a été évalué à environ 390 000 XPF/km² investigué.

Sommaire

1. Introduction	11
2. Généralités sur l'île de Moorea	13
2.1. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE	13
2.2. CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE	14
2.3. CONTEXTE CLIMATIQUE	14
3. Approche géologique	17
3.1. DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES	17
3.1.1.L'archipel de la Société	17
3.1.2.L'île de Moorea	18
3.2. RECONNAISSANCES MENÉES DANS LE SECTEUR D'AFA	REAITU22
3.2.1. Observations géologiques et géomorphologiques	22
3.2.2. Description des lithologies rencontrées	24
3.2.3. Synthèse	25
4. Approche hydrogéologique	27
4.1. DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES	27
4.2. RECONNAISSANCES MENÉES À L'ÉCHELLE DE L'ÎLE	
4.2.1.Carte d'indice de persistance des réseaux (IDPR)	
4.2.2. Réinterprétation de tests de pompage	
4.2.3.Logs de conductivité électrique	50
4.3. RECONNAISSANCES MENÉES DANS LE SECTEUR D'AFA	REAITU54
4.4. SYNTHÈSE	57
5. Approche géophysique	59
5.1. PRINCIPE	
5.1.1.Généralités	
5.1.2. Dispositifs d'électrodes / configurations d'acquisition	60
5.1.3. Pseudo-sections de résistivité apparente et inversion	61
5.2. MISE EN ŒUVRE	62
5.3. RÉSULTATS	63
5.3.1.Résultats d'inversion dans la vallée d'Hotutea	63
5.3.2. Résultats d'inversion dans la vallée de Niuroa	65
5.4. SYNTHÈSE	68
6. Approche hydrochimique	69

6.1. PRÉAMBULE	69
6.2. PARAMÉTRES PHYSICO-CHIMIQUES MESURES IN SITU	70
 6.3. ÉLÉMENTS MAJEURS, MINEURS ET TRACES 6.3.1. Vérification des balances ioniques 6.3.2. Conductivité électrique <i>in situ</i> et éléments dissous totaux 6.3.3. Faciès hydrochimiques des eaux 6.3.4. Fond hydrogéochimique et normes de potabilité 	73 73 73 73 73 75
 6.4. ANALYSES ISOTOPIQUES 6.4.1. Isotopes en strontium 6.4.2. Isotopes stables de la molécule d'eau 6.5. ESTIMATION DES TEMPS MOYENS DE TRANSFERT DES EAUX 	81 81 81 82
SOUTERRAINES 6.5.1.Préambule 6.5.2.Méthode de prélèvement 6.5.3.Estimation des temps moyens de transfert 6.5.4.Résultats obtenus à Moorea	
6.6. SYNTHÈSE	94
7. Modèle conceptuel	97
8. Conclusion	99
9. Bibliographie	101

Liste des illustrations

Illustration 1 :	Potabilité des réseaux d'adduction de Moorea en 2018 (CHSP, 2019)	.12
Illustration 2 :	Localisation de Moorea dans l'archipel de la Société (Maury et al., 2000)	.13
Illustration 3 :	Communes associées, réseau routier et principaux sommets de Moorea (<u>https://www.tefenua.gov.pf</u>)	.14
Illustration 4 :	Informations sur les stations météorologiques de Moorea	.15
Illustration 5 :	Localisation des stations météorologiques de Moorea	.15
Illustration 6 :	Pluviométrie enregistrée sur le poste d'Afareaitu depuis 1997 (la couleur rouge indique les années pour lesquelles au moins une donnée mensuelle est manquante)	.16
Illustration 7 :	Carte de la bathymétrie et de l'âge des îles de la Société (Clouard et Bonneville, 2004)	.17
Illustration 8 :	Modèle d'évolution structurale retenu pour Moorea (Maury et al., 2000)	.19
Illustration 9 :	Carte géologique de l'île de Moorea (Maury et al., 2000)	.20
Illustration 10 :	Localisation de la zone d'étude	.22
Illustration 11 :	Vue d'ensemble sur la zone d'étude	.23
Illustration 12 :	Localisation et lithologie des sites étudiés dans le secteur d'Afareaitu	.24
Illustration 13 :	Exemples de lithologies rencontrées sur le terrain. A = Lave ; B = Série lavique (lave + semelles scoriacées) ; C = Brèche ; D = Série bréchique avec intercalations de lave (le géologue donne l'échelle) ; E = Dyke	.25
Illustration 14 :	Ouvrages inventoriés à Moorea (Corbier et Pasquier, 2018)	.27
Illustration 15 :	Caractéristiques des 7 forages sollicités pour l'AEP	.28
Illustration 16 :	Réseau hyrographique naturel, réseau de talwegs calculés et IDPR correspondant	.28
Illustration 17 :	Modèle numérique de terrain au pas de 5 m de Moorea	.30
Illustration 18 :	Réseau de talwegs calculé	.30
Illustration 19 :	Identification des zones endoréïques à l'échelle de Moorea	.31
Illustration 20 :	Zoom sur les zones endoréiques principales et secondaires	.31
Illustration 21 :	Réseaux hydrographiques naturels de Moorea	.32
Illustration 22 :	Carte de IDPR brut (maille de 5*5 m) et légende	.33
Illustration 23 :	IDPR par bassin versant	.34
Illustration 24 :	IDPR par unité géologique	.34
Illustration 25 :	IDPR par unités fonctionnelles	.35
Illustration 26 :	Localisation des forages ayant fait l'objet d'une réinterprétation des pompages d'essai	.36
Illustration 27 :	Méthodologie mise en œuvre pour réinterpréter les pompages d'essai (méthode des dérivées) et exemple de succession de régimes d'écoulement lors d'un pompage dans un aquifère rectangulaire clos (t_D : temps adimensionnel, s_D (courbe pleine) et s_D ' (courbe tiretée) : rabattement et dérivée du rabattement (adimensionnel))	.38
Illustration 28 :	Diagnostic des données de pompage relatives à l'ouvrage Teavaro F6	.39
Illustration 29 :	Modélisation de l'essai réalisé sur le forage Teavaro F6	.40
Illustration 30 :	Modèle utilisé pour la détermination des paramètres hydrodynamiques au droit du forage Teavaro F6	.40
Illustration 31 :	Caractéristiques hydrodynamiques des différents aquifères issues de la modélisation	.41
Illustration 32 :	Modélisation de l'essai réalisé sur le forage Teame 1	.42
Illustration 33 :	Modèle utilisé pour la détermination des paramètres hydrodynamiques au droit du forage Teame 1	.42
Illustration 34 :	Caractéristiques hydrodynamiques des différents aquifères issues de la modélisation	.43

Illustration 35 :	Modélisation de l'essai réalisé sur le forage Maharepa 1 et des suivis réalisés dans les piézomètres S3 et S4	44
Illustration 36 :	Caractéristiques hydrodynamiques des différents aquifères issues de la modélisation	45
Illustration 37 :	Modélisation de l'essai réalisé sur le forage Maharepa 2	46
Illustration 38 :	Caractéristiques hydrodynamiques des différents aquifères issues de la modélisation	46
Illustration 39 :	Modélisation de l'essai réalisé sur le forage Paopao 1.1	48
Illustration 40 :	Caractéristiques hydrodynamiques des différents aquifères issues de la modélisation	48
Illustration 41 :	Synthèse des résultats obtenus sur les 5 forages	49
Illustration 42 :	Décroissance de la transmissivité en fonction de l'épaisseur du recouvrement	49
Illustration 43 :	Forages au droit desquels des logs conductivité/température ont été réalisés en mars 2018	51
Illustration 44 :	Logs température/conductivité de l'eau réalisés sur les forages Maharepa 1, Maharepa 2 et Nuuroa F2 et le piézomètre Maharepa 1	52
Illustration 45 :	Logs température/conductivité de l'eau réalisés sur les forages Pao Pao 1.2, Pao Pao 1.3 et Pao Pao F2	53
Illustration 46 :	Sites d'intérêt identifiés dans le secteur d'Afareaitu sur fond géologique	55
Illustration 47 :	Source Vaiava (point n° 319)	56
Illustration 48 :	Conductivités mesurées lors des investigations de terrain en septembre 2017 (les étiquettes indiquent les références des points d'eau)	56
Illustration 49 :	Valeurs de pH mesurées lors des investigations de terrain en septembre 2017 (les étiquettes indiquent les références des points d'eau)	57
Illustration 50 :	Principe de la mesure en courant électrique continu (Bretaudeau et al., 2016)	59
Illustration 51 :	Géométrie du dispositif de mesure (Bretaudeau et al., 2016)	60
Illustration 52 :	Configuration dipôle-dipôle	60
Illustration 53 :	Configuration Wenner-Schlumberger	60
Illustration 54 :	Pseudo-section de résistivité apparente mesurée (haut), pseudo-section de résistivité calculée sur la base du modèle de résistivité (centre) et modèle de résistivité issu de l'inversion (bas)	61
Illustration 55 :	Carte d'implantation des investigations : profils P1 et P2 sur le site de Hotutea et P4, P5 et P6 sur le site de Niuroa	62
Illustration 56 :	Travaux réalisés sur le site d'Afareiatu	62
Illustration 57 :	Synthèse des paramètres qualités des tomographies électriques	63
Illustration 58 :	Modèle de résistivité vrai obtenu en résultat d'inversion des tomographies WSR et DD le long du profil P1	64
Illustration 59 :	Modèle de résistivité vrai obtenu en résultat d'inversion des tomographies WSR et DD le long du profil P2	64
Illustration 60 :	Modèle de résistivité vraie obtenu en résultat d'inversion des tomographies WSR et DD le long du profil P4	66
Illustration 61 :	Modèle de résistivité vraie obtenu en résultat d'inversion des tomographies WSR et DD le long du profil P5	66
Illustration 62 :	Modèle de résistivité vraie obtenu en résultat d'inversion des tomographies WSR et DD le long du profil P6	67
Illustration 63 :	Cartographie des paléovallées C1'' imagées par les tomographies électriques. Les traits blancs discontinus dessinent les propositions de développement des paléovallées	68
Illustration 64 :	Localisation des points d'eau prélevés à Moorea	69
Illustration 65 :	Pluviométrie du mois de juillet 2018 à Moorea (poste Météo France Afareaitu 2)	70

Illustration 66 : I	Résultats de l'analyse statistique descriptive des paramètres physico-chimiques mesurés <i>in situ</i> pour les eaux souterraines (ESO) et les eaux superficielles (ESU) de Moorea70
Illustration 67 : I	Répartition des valeurs de conductivité (μS/cm) mesurées in-situ lors des prélèvements effectués à Moorea en juillet 201871
Illustration 68 : I	Répartition des valeurs de pH mesurées in-situ lors des prélèvements effectués à Moorea en juillet 201871
Illustration 69 : I	Répartition des teneurs en oxygène dissous (mg/L) mesurées in-situ lors des prélèvements effectués à Moorea en juillet 201872
Illustration 70 : I	Répartition des valeurs du potentiel d'oxydo-réduction (mV) mesurées in-situ lors des prélèvements effectués à Moorea en juillet 201872
Illustration 71 :	TDS (g/L) vs conductivité (µS/cm) pour l'ensemble des échantillons d'eau prélevés à Moorea en juillet 201873
Illustration 72 : I	Diagrammes de Piper représentant l'ensemble des prélèvements effectués à Moorea (à gauche) et l'ensemble des prélèvements effectués au droit de 5 secteurs ayant fait l'objet d'études détaillées (à droite)74
Illustration 73 : /	Analyse statistique descriptive des concentrations en éléments majeurs pour les eaux souterraines (ESO) et les eaux superficielles (ESU) prélevées en juillet 2018 à Moorea76
Illustration 74 : /	Analyse statistique descriptive des concentrations en éléments traces pour les eaux souterraines (ESO) et les eaux superficielles (ESU) prélevées en juillet 2018 à Moorea77
Illustration 75 : I	Diagramme CI vs Na (mmol/L) représentant les prélèvements effectués en juillet 2018 à Moorea78
Illustration 76 : I	Diagramme de TAS (Total Alkalis-Silica) établi pour les roches volcaniques de Moorea (Maury et al., 2000)
Illustration 77 : I	Diagrammes B vs SO4 (mmol/L) et B vs CI (mmol/L) représentant les prélèvements effectués en juillet 2018 à Moorea79
Illustration 78 : I	Diagramme Ca+Mg vs HCO₃ (mmol/L) représentant les prélèvements effectués en juillet 2018 à Moorea
Illustration 79 : I	Na/Cl vs Ca/Mg (mol/mol) représentant les prélèvements effectués en juillet 2018 à Moorea80
Illustration 80 : I	Diagramme Na + K vs SiO ₂ (mmol/L) représentant les prélèvements effectués à Moorea en juillet 2018
Illustration 81 : I	Diagramme Sr vs SO ₄ (mmol/L) et ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr vs 1/Sr représentant les prélèvements effectués à Moorea en juillet 2018 et rapports isotopiques du strontium de l'eau de mer et des basaltes de Moorea (Maury et al., 2000, d'après White et Duncan, 1996 et Hémond et al., 1994)81
Illustration 82 : I	Fractionnement isotopique au cours du cycle de l'eau et variations de δ^2 H et δ^{18} O82
Illustration 83 : I	Informations sur les stations de prélèvement des pluies et les modalités d'échantillonnage83
Illustration 84 : I	Diagramme δ^2 H vs δ^{18} O pour les précipitations collectées au droit des 4 îles84
Illustration 85 : I	Diagramme δ²Η vs δ¹8O pour les eaux de surface et les eaux souterraines prélevées au droit des 4 îles
Illustration 86 : I	Diagramme δ²H vs δ¹8O établi pour l'ensemble des prélèvements effectués au droit des 4 îles et droites de référence85
Illustration 87 : I	Relation entre le deutérium et la hauteur totale des pluies collectées sur les 10 collecteurs .86
Illustration 88 : I	Relation entre l'altitude de la station de mesure et le δ^{18} O pour les 8 collecteurs de pluie87
Illustration 89 : 0	Composition isotopique des eaux de pluies sur la période août 2018-février 2019 pour les 2 stations de Moorea (Jan = janvier, F = février, A = avril, A = août, S = septembre, N =
Illustration 00 - 4	$Oradionte d'approuvriesement (\delta^{18}O/km) estevités pour 6 périodes à Massac$
	Gradients d'appraidrissement (0°°0/km) calcules pour o periodes à Moorea
	Composition isotopique des eaux de rivieres et des pluies preievees à Moorea
mustration 92:0	Composition isotopique de l'ensemble des eaux prelevees à Moorea

Illustration 93 : Méthodes de datation basées sur les traceurs radioactifs et gazeux (Newmann et al., 2010)	90
Illustration 94 : Chroniques des concentrations dans l'air des CFC et SF ₆ (Tituila, Samoa)	91
Illustration 95 : Système de prélèvement utilisé en vue du dosage des CFC et SF6	92
Illustration 96 : Modèles d'écoulement type piston, exponentiel et mélange binaire	93
Illustration 97 : Âges calculés pour 6 points d'eau à Moorea	94
Illustration 98 : Modèle conceptuel hydrogéologique défini pour la zone d'intérêt d'Afareaitu	97

Liste des annexes

Annexe 1 : Données des reconnaissances géologiques	105
Annexe 2 : Informations sur les ouvrages inventoriés à Moorea	109
Annexe 3 : Données des reconnaissances hydrogéologiques	117
Annexe 4 : Fiches des points de prélèvement	121
Annexe 5 : Résultats des analyses chimiques	139

1. Introduction

Le programme d'actions pour l'exploitation et la gestion des eaux souterraines de la Polynésie française a été initié suite à la signature le 3 mars 2016 de la convention MCE n°1366 entre le BRGM et le Ministère de la Culture et de l'Environnement polynésien.

Ce programme d'une durée initialement fixée à 36 mois puis étendue à 48 mois par le biais d'un avenant s'inscrit dans le cadre des « Opérations diverses venant en appui des axes AEP, déchets et assainissement » du volet « Environnement » du Contrat de Projets 2008-2013.

D'un point de vue technique, le programme vise à doter la Polynésie française d'outils de gestion et d'exploitation des ressources en eau souterraine performants de façon à faire face aux défis actuels (augmentation des besoins en lien avec le développement démographique et touristique, distribution d'une eau de qualité au plus grand nombre, sécurisation de l'approvisionnement en période de sécheresse, maîtrise des risques de pollution et d'intrusion du biseau salé,...) et futurs (possible évolution des conditions d'accès aux ressources en raison du changement climatique).

D'un point de vue réglementaire, le programme se déroule dans un contexte où les communes doivent mettre en œuvre des moyens pour assurer la distribution d'eau potable conformément à l'article L2573-27 du Code Général des Collectivités Territoriales. Initialement fixé au 31/12/15, le délai de mise en œuvre a été repoussé au 31/12/24.

Le programme réalisé par le BRGM comporte 4 axes : un premier axe dédié à la synthèse des connaissances et à la typologie des aquifères polynésiens, un second dédié à l'élaboration d'outils de gestion de la ressource en eau, un troisième axe dédié à des missions d'assistance technique et règlementaire et un quatrième dédié à des études hydrogéologiques détaillées.

Suite à la phase d'inventaire des données qui a été menée dans le cadre de l'axe 1 et qui a porté sur les îles de Moorea, Maiao, Huahine, Raiatea, Taha'a, Ua Pou, Makatea et Rangiroa (Corbier et Pasquier, 2018), le comité de suivi du projet a retenu les îles de Moorea, Ua Pou et Rangiroa pour faire l'objet d'études détaillées. Ces dernières ont en effet été jugées représentatives d'une île haute, d'une île mixte et d'un atoll. Conformément à la convention MCE n°1366, 2 bassins versants de Tahiti (Papenoo et Punaruu) ont également fait l'objet d'études détaillées. Le présent rapport fait état des investigations menées à Moorea.

Sur cette île, la production d'eau est assurée par 12 forages, 12 sources et 21 captages d'eau de surface répartis sur 23 sites différents. Ce nombre important rend la gestion des ressources extrêmement complexe, en particulier pour la potabilisation.

En 2016, seuls 3 réseaux sur 14 (Temae, Maharepa 2 et Nuuroa) distribuaient de l'eau potable. Cette situation s'est toutefois améliorée avec notamment la mise en service le 1^{er} juillet 2017 d'une usine de traitement des eaux de surface à Papetoai permettant la potabilisation du réseau éponyme.

En 2018, le nombre de réseaux distribuant de l'eau potable est passé à 5 (Illustration 1) (CHSP, 2019) et la Polynésienne des Eaux ainsi que la commune se sont engagées dans des démarches pour mettre en place une nouvelle station de traitement à Haumi. Cette dernière a été inaugurée en juillet 2019.



Illustration 1 : Potabilité des réseaux d'adduction de Moorea en 2018 (CHSP, 2019).

La partie centrale de l'île (secteur de Paopao) ainsi que le sud de l'île restent deux zones critiques en ce qui concerne l'eau potable. Les débits captés dans le secteur de Paopao sont limités et les ressources sont exposées à des risques de contamination par des pesticides du fait de la présence de champs d'ananas en amont. Au sud de l'île, les débits d'étiage sont très faibles.

La recherche de ressources supplémentaires est donc nécessaire pour sécuriser l'alimentation de ces secteurs mais reste délicate en raison d'un foncier en indivision.

Au sud, une étude récente menée par le groupement LTPP/SPEED (2015) a permis d'identifier 11 sites favorables pour la réalisation de forages. Au final, 2 ouvrages devaient être réalisés dans le secteur de Atiha à Haapiti mais des problèmes de foncier ont retardé leur réalisation.

Dans le secteur de Paopao, la commune a réalisé un forage sur un terrain privé au droit duquel la propriétaire avait décelé des traces d'humidité. Malgré quelques venues d'eau superficielles, l'ouvrage n'a pas été jugé assez productif pour une mise en service.

En complément et pour accroître la sécurisation, la commune et la Polynésienne des Eaux ont souhaité que de nouvelles recherches d'eau souterraine puissent être menées dans le secteur d'Afareaitu.

Après de brèves généralités sur l'île de Moorea (chapitre 2), le présent document compile les résultats des investigations géologiques, hydrogéologiques, géophysiques et hydrogéochimiques (chapitres 3 à 6) effectuées par le BRGM sur le secteur préalablement indiqué de même que sur le restant de l'île. Le rapport propose ensuite un modèle hydrogéologique conceptuel (chapitre 7) et se termine par une conclusion et des recommandations.

2. Généralités sur l'île de Moorea

2.1. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE

L'île de Moorea se situe au droit des îles du Vent dans l'archipel de la Société (17.5° S ; 149.8° W). Elle se caractérise par une superficie de 133 km² et se situe à 17 km au nord-ouest de Tahiti (Illustration 2). Elle en est séparée par un profond chenal dépassant les 1500 m de profondeur.

Elle constitue avec l'île voisine de Maiao, la commune de Moorea-Maiao et se compose de 5 communes associées (Afareaitu, Teavaro, Paopao, Papetoai et Haapiti) (Illustration 3). Le dernier recensement de 2017 fait état d'une population de 18 071 habitants qui vivent pour la plupart sur la frange côtière.

Le réseau routier permet d'effectuer le tour complet de l'île qui est par ailleurs facilement accessible (présence d'un aéroport et navettes maritimes fréquentes depuis Tahiti).

D'un point de vue morphologique, l'île se présente sous la forme d'un volcan-bouclier de forme triangulaire effondré dans sa partie nord. Elle culmine à 1207 m d'altitude au Mont Tohiea et est très fortement disséquée par l'érosion.

Au nord, les baies d'Opunohu (à l'ouest) et de Cook (à l'est) pénètrent sur plus de 3 kilomètres à l'intérieur des terres et isolent le Mont Rotui (899 m) qui représente le deuxième plus haut sommet de l'île.

La barrière de corail présente sur tout le pourtour de l'île se situe entre 1 000 et 1 500 m du rivage. Elle est entaillée par 12 passes qui permettent au lagon de communiquer avec l'océan.



Illustration 2 : Localisation de Moorea dans l'archipel de la Société (Maury et al., 2000).



Illustration 3 : Communes associées, réseau routier et principaux sommets de Moorea. (<u>https://www.tefenua.gov.pf</u>)

2.2. CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE

Le réseau hydrographique est principalement constitué de petites rivières à disposition radiale, dont la longueur n'excède pas trois kilomètres. Seules les plus importantes sont pérennes. Un débit maximal de 35 m³/s pour un bassin versant de 2,3 km² a été mesuré au pont d'Afareaitu (Maury *et al.*, 2000).

L'île a par ailleurs été équipée jusqu'en 1991 d'une station hydrométrique permettant de suivre le niveau de la Vaianae, située sur la commune de Haapiti. Cette station qui était gérée par l'ORSTOM n'est plus opérationnelle mais les mesures effectuées dans le passé ont permis de mettre en évidence des débits moyens annuels de l'ordre de 0.175 m³/s pour un bassin versant d'une superficie de 3,13 km². Cette valeur paraît particulièrement élevée au regard des débits plutôt faibles actuellement observés dans ce secteur.

2.3. CONTEXTE CLIMATIQUE

Du point de vue des dispositifs de mesure, l'île de Moorea est équipée de 7 stations météorologiques qui fonctionnent depuis novembre 1959 pour la plus ancienne. Sur ces 7 stations, Météo France en gère 6 et le GEGDP, 1 seule (Illustrations 4 et 5).

Code Station	Nom	Lieu-dit	Date ouverture	Producteur	
98729003	Paopao 1	Quartier Putua	01/11/1959	Météo France	
98729007	Afareaitu 2	Afareaitu SDR	01/01/1977	Météo France	
98729008	Papetoai 3	Opunohu SDR	01/01/1979	Météo France	
98729010	Papetoai 4	Opuhonhu Ephe	01/12/1993	Météo France	
98729012	Haapiti 3	Tetaiuo	01/03/2000	Autres	
98729013	Teavaro 2	SPEA - PK 2	23/11/2007	Météo France	
98729015	Haapiti 5	Nuuroa 01/11/2011		Météo France	

Illustration 4 : Informations sur les stations météorologiques de Moorea.



Illustration 5 : Localisation des stations météorologiques de Moorea.

L'Illustration 6 montre les cumuls annuels enregistrés depuis 1977 sur la station Afareaitu 2. Pour les années complètes (représentées en bleu), il apparaît que ces cumuls varient de 1112 à 3040 mm pour une moyenne de 2 260 mm.



Illustration 6 : Pluviométrie enregistrée sur le poste d'Afareaitu depuis 1997 (la couleur rouge indique les années pour lesquelles au moins une donnée mensuelle est manquante).

3. Approche géologique

3.1. DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

3.1.1. L'archipel de la Société

L'archipel de la Société se qui situe entre 15 et 18° de latitude sud et 147 et 157° de longitude ouest s'étend sur près de 750 km suivant une direction N 115°E, correspondant au déplacement de la plaque Pacifique (110 km/Ma). Il repose sur un plancher océanique datant de 65 Ma au sud-est et de 90 Ma au nord-ouest qui se situe à une profondeur de l'ordre de 4 000 mètres. Il présente les caractéristiques majeures d'une chaîne volcanique de point chaud (Illustration 7).

L'île de Mehetia située à l'ouest de Tahiti correspond au point chaud proprement dit. Il s'agit d'une île qui culmine à 435 m d'altitude et qui correspond à la partie immergée d'un giganstesque édifice volcanique dont la base se trouve à 4 200 m de profondeur. Des coulées de lave auraient recouvert un ancien récif corallien qui s'était constitué lors d'une phase d'érosion entre deux périodes d'activité. La jeunesse du volcan est attestée par la faible érosion des pentes et du cratère, le fait que la végétation n'ait pas encore colonisé la totalité des pentes de l'île ainsi que par l'absence de récif corallien continu à sa périphérie. Les émissions de fumerolles, l'épanchements de laves fluides en profondeur ainsi que les nombreux séismes de faible ampleur qui sont enregistrés constituent d'autres témoignages de l'activité de ce volcan.

Les deux volcans boucliers peu érodés de Tahiti culminants respectivement à 2 241 mètres (Mont Orohena à Tahiti-Nui) et 1 332 mètres (Mont Ronui à Tahiti-Iti) constituent les édifices émergés suivants. Ils sont respectivement datés de 200 000 ans et 1,4 Ma. L'île est entourée d'un lagon et d'un récif barrière peu éloigné du rivage (1 km au maximum),

Les îles de Moorea, Huahine, Raiatea et Tahaa sont plus vieilles et plus érodées. La forme des volcans boucliers n'est que peu reconnaissable et la barrière récifale peut se trouver jusqu'à 2 km de la côte. Les îles de Bora-Bora et de Maupiti correspondent enfin à des édifices volcaniques résiduels encore plus vieux (jusqu'à 4,2 Ma) entourés de vastes lagons (jusqu'à 3 km de largeur).



Illustration 7 : Carte de la bathymétrie et de l'âge des îles de la Société (Clouard et Bonneville, 2004).

3.1.2. L'île de Moorea

Les éléments présentés ci-dessous sont essentiellement issus de la notice de la carte géologique de Moorea établie à l'échelle 1/25 000 en 2000 (Maury et al., 2000). Les auteurs y précisent notamment la chronologie de mise en place et décrivent les formations présentes au niveau des différents massifs.

Chronologie de mise en place

L'île de Moorea repose sur un plancher océanique d'âge Crétacé supérieur (75 Ma), dont la profondeur avoisine les 4 000 mètres. La partie immergée de l'édifice possède une morphologie d'ensemble simple, conique, avec des flancs dont la pente varie entre 15 et 20°, caractéristique des volcans boucliers.

L'Illustration 8 présente le modèle d'évolution retenu. Ce dernier comporte 3 phases :

- une première correspondant à l'édification du volcan du Tohiea entre 1,55 et 1,51 Ma : d'abord modérée, l'activité volcanique s'intensifie avec des épanchements basaltiques vacuolaires réguliers (vitesse d'édification élevée : de l'ordre de 1,2 cm/an);
- 2) une seconde correspondant à une période de fracturation initiée par l'intrusion d'un système de sills et de dykes dans la partie superficielle de l'édifice volcanique. Un plan de décollement sous forme de cuillère se forme et engendre le déplacement du flanc nord de l'édifice qui subit un démantèlement. Il s'en suit des épanchements latéraux, à partir de failles décrochantes, à Papetoai, Paveo et Paopao ;
- 3) entre les stades 2 et 3 (situation actuelle), les éruptions latérales se poursuivent, notamment à Papetoai. Durant cette période, l'érosion joue aussi un rôle prépondérant, comme en témoignent les baies de Cook et d'Opunohu de part et d'autre du mont Rotui ou la dépression centrale. Les éruptions post-caldeira se terminent à 1,36 Ma.

Il apparaît donc que la mise en place de l'île a été relativement rapide à l'échelle des temps géologiques.

Formations géologiques

• Volcan du Tohiea

Les brèches lahariques d'Afareaitu (épaisseur inférieure à 250 m) sont notées br1 et représentées en marron sur l'Illustration 9. Elles constituent les plus vieilles formations reconnues de l'île. Elles se présentent sous la forme de passées de puissance métrique à décamétrique. Elles peuvent localement alterner avec des niveaux pyroclastiques stromboliens de nature basaltique et sont recoupées par de nombreux dykes et sills. Leur présence qui a aussi été observée sur l'île de Tahiti témoigne d'un épisode de remaniement d'un édifice émergé antérieur à la formation des parties affleurantes du Tohiea. On ne peut donc exclure l'hypothèse d'une évolution beaucoup plus longue que celle enregistrée par les unités actuellement affleurantes.



Illustration 8 : Modèle d'évolution structurale retenu pour Moorea (Maury et al., 2000).





Illustration 9 : Carte géologique de l'île de Moorea (Maury et al., 2000).

Les brèches décrites précédemment sont surmontées par les coulées basaltiques dites du Belvédère (épaisseur supérieure à 60 m). Ces formations notées z1β2 et représentées en violet foncé sur la carte correspondent à des coulées massives, de puissance métrique à plurimétrique intrudées par de nombreux sills et dykes.

Les formations du Mouaputa (épaisseur inférieure ou égale à 300 m) notées v1β2 et représentées en violet constituent l'essentiel du volcan bouclier. Ces coulées basaltiques vacuolaires à surface pahoehoe dont les épaisseurs unitaires varient de 1 à 20 m ont été datées entre 1,55 et 1,52 Ma.

Les coulées de benmoréites¹ du Rotui (épaisseur supérieure ou égale à 150 m) notées o¢1 et représentées en vert vif affleurent de façon plus restreinte que les précédentes au sud, à l'est et au niveau du Mont Rotui mais présentent le même âge (1,52 Ma). Elles présentent des épaisseurs unitaires de 2 à 3 m et alternent avec des niveaux de brèches autoclastiques.

Les coulées basaltiques prismées du Tohiea (épaisseur inférieure ou égale à 500 m) notées 1β2 et représentées en violet constituent les reliefs escarpés de la bordure de la caldeira ainsi que la crête de la partie nord-est de l'île. Cette formation apparaît formée par un empilement de coulées décamétriques, massives et prismées, avec une quasi-absence de niveaux de brèches interstratifiés.

Massif de Papetoai

Les coulées de benmoréites de Papetoai (épaisseur supérieure ou égale à 200 m) notées ¢2 et représentées en vert recouvrent les coulées basaltiques vacuolaires du bouclier du Tohiea. Elles sont datées de 1,53 et 1,47 Ma.

Les coulées de benmoréites du Tautuapa (épaisseur inférieure ou égale à 100 m) notées o¢2 et également représentées en vert forment le sommet du massif de Papetoai (Mont Tautuapae, 769 m). Il s'agit de coulées épaisses, décamétriques, comportant une prismation bien marquée. Ces coulées sont caractérisées par une extension très limitée. Leur mise en place est datée à 1,53 Ma (Pléistocène inférieur).

• Massif de la pointe Paveo

Un massif de coulées basaltiques à enclaves (épaisseur inférieure ou égale à 150 m), d'origine effusive, situé à la pointe de Paveo, masque la bordure orientale de la caldeira. Ces coulées sont notées cm2 β 2 et représentées en bleu sur la carte. Elles se caractérisent par un pendage plus accentué (30-40°) que celles du volcan bouclier (5-15°) et résultent donc d'un épanchement ultérieur à la formation du volcan Tohiea.

• Massif de Paopao

Les coulées basaltiques du massif de Paopao (épaisseur inférieure ou égale à 200 m) notées 2β2 et représentées en bleu reposent directement sur le plancher de la caldeira du volcan du Tohiea.

Les pentes de ce massif en forme de croissant sont constituées de coulées métriques alternant avec des brèches autoclastiques. On peut aussi localement observer des brèches stromboliennes, notamment au niveau d'un petit édifice strombolien caractérisé par des pentes de l'ordre de 25 °. L'ensemble du massif est recoupé par un réseau dense de dykes.

Les coulées basaltiques échantillonnées sur les flancs du cône ont révélé un âge de 1,53 Ma, compatible avec l'édification post-caldeira du petit édifice strombolien.

Une intrusion de trachyte quartzifère recoupe la bordure du petit cône strombolien et forme un neck culminant à 207 m. L'âge de 1,36 Ma (Pléistocène inférieur) confirme sa mise en place tardive, nettement postérieure à celle des coulées basaltiques du massif de Paopao.

¹ Laves volcaniques alcalines sodiques intermédiaires entre les trachytes et les basaltes alcalins

3.2. RECONNAISSANCES MENÉES DANS LE SECTEUR D'AFAREAITU

Les reconnaissances géologiques ont été menées à l'est de la crête qui relie le Tohiea (1 207 m) au Mouaputa (830 m). Il s'agit d'une zone qui englobe le village d'Afareaitu, les vallées d'Hotutea et de Niuroa ainsi qu'une planèze de forme triangulaire située entre les 2 vallées (Illustration 10).



Illustration 10 : Localisation de la zone d'étude.

3.2.1. Observations géologiques et géomorphologiques

D'un point de vue morphologique, la zone d'étude est composée de (Illustration 11) :

- la vallée d'Hotutea qui entaille le volcan bouclier à partir du flanc NE du Tohiea jusqu'au lagon. Le fond de la vallée se trouve au pied d'une falaise de 800 m,
- la vallée de Niuroa qui descend du Mouaputa et qui se divise en une basse vallée et une haute vallée,
- une planèze de forme triangulaire située entre les deux vallées et d'orientation sud-est,
- le vallon de Vaiava qui se trouve en aval de la planèze entre les deux vallées précédemment citées,
- deux vallées perchées situées au nord-nord-ouest de la vallée d'Hotutea correspondant à la zone amont des deux cascades d'Afareaitu.



Illustration 11 : Vue d'ensemble sur la zone d'étude.

D'après la carte géologique de Moorea au 1/25 000 (Maury et al., 2000) (Illustration 9), les formations susceptibles d'être rencontrées correspondent, des plus anciennes aux plus récentes :

- br1 : aux brèches lahariques d'Afareaitu (plus vieille formation reconnue sur l'île). Elles ont été reconnues dans les vallées d'Hotutea et de Niuroa ;
- ¹β²: aux coulées basaltiques vacuolaires du bouclier (Formation du Mouaputa). Il s'agit d'un empilement de coulées fluides aériennes et peu différenciées. Elles constituent une grande partie de la zone d'étude ;
- ol 1 : aux coulées benmoréitiques du Rotui qui présentent une faible extension sur la zone d'étude (non reconnues);
- ¹β²: aux coulées basaltiques prismées du Tohiea qui arment la partie supérieure du point culminant de l'île (non reconnues en raison de contraintes d'accessibilité);
- E : aux éboulis. Ils recouvrent le fond de la vallée d'Hotutea, au pied du Mont Tohiea ;
- R : aux formations résiduelles. Il s'agit de sols ferrallitiques, épais d'environ 30 m et présents dans les deux vallées de la zone investiguée ;
- M : aux dépôts marins littoraux et aux alluvions récentes qui bordent la zone littorale.

Les reconnaissances ont été réalisées du 11 au 16 septembre 2017 et ont permis d'identifier 52 sites d'intérêt au sein des bassins versants de la Putoa (vallée de Hotutea) et de Vaioro (vallée de Niuroa).

Ces sites ont été représentés sur l'Illustration 12 et leurs caractéristiques (type de formation, lithologie, structure, degré de fracturation, niveau d'altération) ont été compilées en Annexe 1.



Illustration 12 : Localisation et lithologie des sites étudiés dans le secteur d'Afareaitu.

3.2.2. Description des lithologies rencontrées

Une description et des photos sont proposées ci-dessous pour les lithologies reconnues.

<u>Lave :</u> il s'agit d'affleurements massifs constitués de coulées individualisées (Illustration 13A). La fracturation et la vésicularité sont variables mais parfois importantes. L'orientation des vésicules marque le sens de mise en place des coulées qui est généralement E-NE vers S-SO. D'un point de vue pétrologique, les laves correspondent à des basaltes aphyriques ou à olivine et pyroxènes (parfois plagioclases). L'altération est variable : faible au niveau du plateau entre les deux bassins versants et généralement très importante dans les fonds de vallée et au niveau de la crête du Mouaputa (où les laves sont fortement saprolitisées).

<u>Série lavique</u>: il s'agit d'affleurements hétérogènes constitués par un empilement de coulées, possiblement séparées par des niveaux scoriacés (Illustration 13B). La chimie des laves est la même que précédemment (basaltes). L'altération peut être importante (notamment dans les fonds de vallée et au niveau de la crête du Mouaputa). Des empilements de coulées peu épaisses et relativement fraîches sont bien visibles au niveau des falaises entourant le plateau entre les deux bassins versants (Illustration 13B).

<u>Brèche :</u> il s'agit de dépôts volcano-clastiques composés de clastes (fragments) emballés dans une matrice argileuse (Illustration 13C). Ces niveaux peuvent avoir différentes origines (brèches de coulées, dépôts de lahars, brèches phréato-magmatiques) et sont généralement peu poreux et peu fracturés. L'altération est généralement importante (notamment au niveau de la crête du Mouaputa).

<u>Série bréchique</u>: il s'agit d'affleurements hétérogènes constitués d'un empilement de niveaux volcanoclastiques, potentiellement d'origines différentes, sur une forte épaisseur (plusieurs dizaines de mètres). Des coulées de laves massives peuvent être intercalées dans ces séries bréchiques (Illustration 13D) et des dykes peuvent recouper l'ensemble (Illustration 13E). L'altération est variable, de même que la porosité et la fracturation en raison de la forte hétérogénéité. Les niveaux volcanoclastiques riches en clastes et pauvres en matrice peuvent ainsi être assez poreux, tandis que ceux pour lesquels la proportion de matrice est plus importante le sont moins. Les coulées massives sont, quant à elles, relativement fracturées à l'affleurement.

<u>Colluvions :</u> il s'agit de blocs généralement anguleux de natures variées emballés dans une matrice brune argilo-limoneuse. Les colluvions se forment par fluage lent vers l'aval des formations de surface (régolithe).

<u>Alluvions :</u> il s'agit d'alluvions grossières (en amont) à fines (en aval) de fond de vallée. Elles sont limitées aux lits des principaux torrents et ruisseaux.



Illustration 13 : Exemples de lithologies rencontrées sur le terrain. A = Lave ; B = Série lavique (lave + semelles scoriacées) ; C = Brèche ; D = Série bréchique avec intercalations de lave (le géologue donne l'échelle) ; E = Dyke

3.2.3. Synthèse

D'un point de vue morphologique, il apparaît que le plateau basaltique de forme triangulaire situé entre les deux bassins versants étudiés est assez unique sur Moorea. Cette morphologie ondulante en pente douce vers le SE semble être relativement fraîche et contraste fortement avec les crêtes et amphithéâtres visibles partout ailleurs sur l'île. Ce plateau est très difficile d'accès mais les sites étudiés aux alentours (falaises notamment) montrent systématiquement des laves ou séries laviques peu ou pas altérées. Le plateau serait donc constitué d'un empilement de coulées peu ou pas altérées qui sont généralement fracturées et vacuolaires à l'affleurement.

Ce plateau repose sur des niveaux bréchiques de forte puissance, bien visibles au niveau des cascades situées au fond des vallées. Ces brèches sont hétérogènes, litées et de natures variées. Elles ne correspondent pas seulement à des dépôts de lahars comme semble le proposer la notice de la carte géologique. Certains niveaux pourraient en effet correspondre à des niveaux volcanoclastiques primaires (retombées phréato-magmatiques par exemple). Ces séries majoritairement bréchiques peuvent aussi contenir des niveaux laviques d'épaisseur non-

négligeable intercalés dans la série volcano-sédimentaire. La fracturation et la porosité sont hétérogènes et varient ainsi fortement d'un lit à l'autre.

Le substratum de cette série bréchique n'a pas été observé de manière claire. Certains affleurements en fond de vallée correspondent cependant à des laves très altérées (saprolites) qui pourraient représenter un substratum lavique vieux et altéré sur lequel se sont déposées les brèches. Il pourrait néanmoins aussi s'agir de niveaux laviques altérés intercalés dans la série bréchique. Le faible niveau d'altération des laves observé dans la série bréchique semble cependant conforter la première hypothèse.

L'ensemble des formations est recoupé par deux familles de dykes basaltiques tardifs respectivement orientés N145 et N050. À l'affleurement, ils présentent des épaisseurs métriques.

La relation entre les laves différenciées (phonolites) représentées sur la carte géologique en périphérie de la zone d'étude et leur substratum n'a pas pu être observée dans le cadre des reconnaissances de terrain.

Les formations superficielles prennent enfin la forme de vastes dépôts d'éboulis en pied de falaise, passant progressivement à des colluvions lorsque l'on se déplace latéralement vers les pentes plus faibles.

Les fonds de vallées sont remplis par des alluvions grossières en tête de versant et par du matériel plus fin à mesure que l'on se rapproche de l'exutoire (lagon). L'épaisseur de ces formations superficielles semble être assez limitée.

4. Approche hydrogéologique

4.1. DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

Une vingtaine de références bibliographiques concernant l'île de Moorea ont pu être identifiées mais la plupart sont anciennes ou ne correspondent qu'à des rapports de fin de travaux ou chiffrant des aménagements à venir.

Les données relatives aux sources et aux forages identifiées dans ces documents répertoriés en bibliographie ont néanmoins contribué à étoffer l'inventaire de terrain mené en février 2017 dans le cadre de l'axe 1 du programme (Corbier et Pasquier, 2018).

Au final, la base de données établie sur le même modèle que celui retenu pour Tahiti (Ozog et Vernoux, 2012) comporte des informations relatives à 43 forages, 112 sources et 25 captages en rivière (Illustration 14 et Annexe 2).

L'Illustration 15 recense notamment les caractéristiques des 7 forages verticaux actuellement sollicités pour l'AEP, les 5 autres correspondant à des ouvrages horizontaux.

À l'exception du forage Maharepa 1 (FOR_VMO008) qui fait face à une augmentation de la conductivité depuis plusieurs années, aucun problème qualitatif particulier n'est à mentionner.



Illustration 14 : Ouvrages inventoriés à Moorea (Corbier et Pasquier, 2018).

ID Forage	Nom	Commune associée	Bassin Versant	х	Y	Z	Réalisation	Profondeur (m)	Distance côte (m)	Etat	Usage
FOR_V_MOO002	Temae 1	Teavaro	Vallée de Temae	205510	8063842	32,9	1990	70,0	1250	Exploité	AEP
FOR_V_MOO003	Teavaro	Teavaro	Vallée Puaue	205426	8061676	34,0	1998	83,0	550	Exploité	AEP
FOR_V_MOO008	Maharepa 1	Раорао	Vaiterupe	202043	8064727	1,7	1990	51,0	260	Exploité	AEP
FOR_V_MOO009	Maharepa 2	Раорао	Papeahi	202693	8064299	20,0	1998	96,0	700	Exploité	AEP
FOR_V_MOO012	Paopao 1.3	Раорао	(est Taraieie)	201425	8061030	71,0	2015	80,0	1400	Exploité	AEP
FOR_V_MOO018	Nuuroa 1	Haapiti	Niumaru	191935	8059365	6,8	1986	63,0	340	Exploité	AEP
FOR_V_MOO019	Nuuroa 2	Haapiti	Niumaru	191919	8059355	7,0	1986	63,0	320	Exploité	AEP

Illustration 15 : Caractéristiques des 7 forages sollicités pour l'AEP.

4.2. RECONNAISSANCES MENÉES À L'ÉCHELLE DE L'ÎLE

À l'échelle de l'île de Moorea, les investigations hydrogéologiques ont comporté la réalisation d'une carte de l'Indice de Développement et de Persistance des Réseaux (IDPR), la réinterprétation d'essais de pompage anciens et la réalisation de logs de conductivité.

4.2.1. Carte d'indice de persistance des réseaux (IDPR)

Généralités

L'indice de développement et de persistance des réseaux (IDPR) a été créé par le BRGM (Mardhel et Gravier, 2005) pour qualifier un territoire en termes de « chemins empruntés » par les eaux météoritiques. L'eau qui n'est ni absorbée par les plantes ni soumise à une évaporation directe peut quitter son bassin versant de deux manières distinctes :

- en ruisselant à la surface puis en se concentrant dans les ruisseaux et les rivières avant de quitter le bassin à la faveur d'un exutoire de surface ;
- en s'infiltrant dans le sous-sol puis en transitant dans un aquifère avant de quitter ce dernier par un exutoire souvent distinct de celui du réseau des rivières.

Le calcul de l'IDPR est basé sur la comparaison entre un réseau hydrographique fictif qui considère la présence d'une rivière dans chaque thalweg (Indice de Développement) et le réseau hydrographique naturel (Persistance des Réseaux). Cela permet de faire ressortir les zones à faible réseau hydrographique (zones d'infiltration forte) et celles où le ruissellement est important (réseau hydrographique dense). L'IDPR correspond à l'écart constaté entre le réseau naturel et le réseau de talwegs calculés à partir du MNT (Illustration 16).



Illustration 16 : Réseau hyrographique naturel, réseau de talwegs calculés et IDPR correspondant.

La distribution des valeurs de l'indice IDPR varie selon une gamme de 0 à 2 000, les valeurs inférieures à 1 000 caractérisant les zones où l'infiltration est majoritaire et les valeurs supérieures à ce même seuil, caractérisant les zones où le ruissellement est majoritaire.

En 2007, une première évaluation de l'IDPR a été réalisée sur l'ensemble du territoire métropolitain au pas de 50 m mais les résultats obtenus en domaine de socle étaient peu discriminants. En 2017, une nouvelle cartographie se basant sur des données topographiques de meilleure qualité et surtout sur une nouvelle méthode pour traiter les zones de socle (principe de continuité/discontinuité des réseaux hydrographiques détectées grâce au calcul du TPI (Topographic Position Index, Gallant and Wilson, 2000) a été mise en œuvre.

Données de base (MNT, réseau de talwegs et réseau hydrographique)

Les valeurs d'altitude du MNT (pas de 5 m) de Moorea s'étendent du niveau de la mer (niveau 0) au point culminant de l'île (mont Toheia à 1 205 mètres) (Illustration 17).

Pour le calcul du réseau de talwegs (Illustration 18), ce sont les outils développés par l'*Environmental Systems Research Institute* (ESRI) et notamment l'extension d'ArcGis « SpatialAnalyst » qui ont été utilisés. Le calcul s'appuie sur une grille de direction et d'accumulation calculées à partir du MNT originel au pas de 5 m. Il nécessite toutefois une analyse préliminaire des données d'altitude afin d'éliminer d'éventuelles zones endoréiques dont la présence peut interrompre l'écoulement naturel des talwegs jusqu'à la mer (Illustrations 19 et 20).

Le réseau de talwegs ainsi calculé est composé de 8 274 arcs distincts. Le bassin versant élémentaire ayant permis d'initier le calcul est de 300 cellules, soit 0,75 hectare (300 * 25 m²). La contrainte limite à 300 cellules a été retenue à dire d'expert après analyse du réseau naturel des rivières. Le réseau de talwegs produit de cette manière présente une distribution similaire à celle du réseau naturel.

La couche relative au réseau hydrographique naturel a, quant à elle, été fournie par le Service de l'Aménagement et de l'Urbanisme (SAU) polynésien. Elle représente les talwegs pour lesquels le géographe a identifié un réseau naturel d'écoulement des eaux de surface (Illustration 21).



Illustration 17 : Modèle numérique de terrain au pas de 5 m de Moorea.



Illustration 18 : Réseau de talwegs calculé.



Illustration 19 : Identification des zones endoréïques à l'échelle de Moorea.



Illustration 20 : Zoom sur les zones endoréiques principales et secondaires.



Illustration 21 : Réseaux hydrographiques naturels de Moorea.

Résultats obtenus

La carte représentant l'IDPR brut met en évidence la présence de zones infiltrantes de part et d'autre des crêtes et de zones où le ruissellement est prépondérant ailleurs (Illustration 22). Il apparaît que ce résultat peut être biaisé par la qualité de la couche représentant le réseau hydrographique naturel. L'IDPR peut en effet être surestimé si le réseau hydrographique naturel n'a pas fait l'objet d'une cartographie exhaustive.

La représentation de l'IDPR par unités fonctionnelles (petites entités supposées cohérentes sur le plan hydrogéologique) peut également faciliter la lecture des cartes.

L'Illustration 23 représente l'IDPR agrégé à l'échelle des bassins versants et l'Illustration 24, l'IDPR agrégé à l'échelle des unités géologiques vectorisées.

Le croisement des 2 cartes permet d'obtenir la cartographie finale à l'échelle des unités fonctionnelles. L'IDPR y est représenté par la valeur médiane obtenue par chacun des polygones.

Il apparaît qu'une grande partie de la zone d'intérêt étudiée par le BRGM en amont d'Afareaitu se caractérise par un fort potentiel infiltrant. Ces eaux pourraient contribuer à alimenter des aquifères dont les caractéristiques géométriques et hydrodynamiques restent à préciser.



IDPR	Interprétation					
<1000	Infiltration majoritaire Par rapport au Ruissellement superficiel	Il y a non-conformité entre la disponibilité des axes de drainage liés aux talwegs et les axes hydrologiques observés. L'eau ruisselant sur les terrains naturels rejoint un axe de drainage défini par l'analyse des talwegs sans que celuici ne se concrétise par l'apparition d'un axe hydrologique naturel. Développement d'un réseau de talweg de densité supérieure à l'expression du réseau de drainage naturel.				
=1000	I Infiltration et Ruissellement superficiel de même importance	Il y a conformité entre la disponibilité des axes de drainage liés au talweg et les axes hydrologiques en place				
>1000	Ruissellement superficiel Par rapport à l'infiltration vers le milieu souterrain	L'eau ruisselant sur les terrains naturels rejoint très rapidement un axe hydrologique naturel sans que la présence de celui-ci soit directement justifiée par un talweg. Le réseau de drainage naturel est de densité supérieure à celui du réseau des talwegs.				
> 2000	Majoritairement assimilable à des milieux humides	Un IDPR supérieur ou égal à 2000 traduit une stagnation permanente ou transitoire des eaux, menant à deux interprétations différentes. Quand la ZNS est faible, par exemple au niveau des cours d'eau et des zones humides, l'eau ne s'infiltre pas car le terrain est saturé. Dans le cas d'une ZNS plus importante, le refus d'infiltration semble montrer une imperméabilité des terrains naturels. On pose l'hypothèse que des valeurs d'IPR supérieures à 2000 sont majoritismement assimilables à des milieux humides induisant la possibilité d'inondation par effet de barrière hydraulique.				

Illustration 22 : Carte de IDPR brut (maille de 5*5 m) et légende.



Illustration 23 : IDPR par bassin versant.



Illustration 24 : IDPR par unité géologique.


Illustration 25 : IDPR par unités fonctionnelles.

4.2.2. Réinterprétation de tests de pompage

Sur les 12 forages actuellement sollicités par la commune, 7 correspondent à des ouvrages verticaux ayant potentiellement fait l'objet de pompages d'essai.

Les données relatives à ces essais qui étaient disponibles et exploitables (cas de 4 forages sur 7) ont été compilées en vue d'une réinterprétation par des techniques novatrices adaptées à la complexité des aquifères volcaniques; l'objectif étant de ré-estimer les paramètres hydrodynamiques (transmissivité et emmagasinement) et de préciser la géométrie de l'aquifère (conditions limites). Ce travail a également porté sur les données du forage abandonné Paopao 1.1 portant ainsi à 5 les jeux de données réinterprétés (Illustration 26). Tous concernent le quart nord-est de Moorea.



Illustration 26 : Localisation des forages ayant fait l'objet d'une réinterprétation des pompages d'essai.

Méthodologie utilisée pour la réinterprétation des essais de pompage

En domaine volcanique, l'interprétation des essais de pompage peut être complexe en raison de l'hétérogénéité des formations (empilement de séries de perméabilités différentes, géométrie variable des coulées basaltiques et des dépôts alluvionnaires...).

La méthodologie à laquelle le BRGM a eu recours pour réinterpréter les essais existants repose sur l'interprétation de la courbe de dérivée logarithmique des rabattements (δ (s) / δ ln(t) ; à la descente ou à la récupération). Cette dernière présente en effet l'avantage de représenter tous les régimes d'écoulement sur un seul et même graphique bi-logarithmique (Bourdet *et al.*, 1983, 1989; Spane et Wurstner, 1993) (Illustration 27).

En fait, pour chaque type et/ou géométrie d'aquifère mais aussi pour chaque type de configuration forage-aquifère, il correspond un certain régime ou une succession de certains régimes d'écoulement qu'il est en général possible d'identifier sur la courbe de dérivée (Deruyck *et al.*, 1992 ; Schlumberger, 2002 ; Renard *et al.*, 2009).

Par exemple, un écoulement radial sera caractérisé par une dérivée formant un plateau (pente nulle), l'atteinte de deux limites étanches parallèles par une pente de ½, quatre limites étanches orthogonales (ou tout autre type de réservoir fermé) par une pente unitaire, un captage partiel de l'aquifère par une pente de -½, un effet de drainance par une pente négative infinie, etc.

Le calcul de la dérivée nécessite souvent un traitement par lissage afin d'augmenter le rapport signal sur bruit, bruit engendré soit par des micro-variations du débit et/ou par la sensibilité de l'outil de mesure des niveaux d'eau (sonde manuelle, sonde automatique) mais ce traitement n'altère en rien la qualité des données originelles.

Par contre, si le débit varie de façon significative durant l'essai il est nécessaire de prendre en compte ces variations. La dérivée sera alors calculée à partir des rabattements spécifiques (normalisation par rapport aux variations de débit) et du temps de superposition (fonction aussi des variations de débits).

Une fois la courbe des dérivées construite, le diagnostic consiste à identifier les différents régimes d'écoulement et à en déduire les propriétés du forage (effet de capacité, effet de skin, ...) et de l'aquifère (isotropie, anisotropie, limites, présence de fractures verticales, double porosité...). Des relations entre l'aquifère capté et les aquifères sus et sous-jacents (effets de drainance) peuvent également être mises en évidence.

Une fois le diagnostic posé, les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère sont estimés à partir du modèle mathématique le plus approprié. Le modèle conceptuel de l'aquifère est alors validé en jugeant de la pertinence de la modélisation par rapport aux informations géologiques disponibles.



Illustration 27 : Méthodologie mise en œuvre pour réinterpréter les pompages d'essai (méthode des dérivées) et exemple de succession de régimes d'écoulement lors d'un pompage dans un aquifère rectangulaire clos (t_D : temps adimensionnel, s_D (courbe pleine) et s_D' (courbe tiretée) : rabattement et dérivée du rabattement (adimensionnel)).

Résultats obtenus

• Forage MO_003 (Teavaro F6)

Le forage MO_003 correspond au forage Teavaro F6 réalisé en 1998 pour les besoins de l'alimentation en eau potable. Il se caractérise par une profondeur de 83 mètres et a intercepté des formations altérées (mamu) sur 35 m avant d'atteindre les formations basaltiques qu'il capte à partir de 48 m. Une venue d'eau importante a été identifiée à 63 m de profondeur. Le test de pompage de longue durée (48 h) réalisé entre le 9 et le 11 septembre 1998 au débit de 17 à 18 l/s sur cet ouvrage a permis d'estimer la transmissivité à 3,9.10⁻³ m²/s (Speed, 1998). Le potentiel de production a, quant à lui, été estimé à 1440 m³/jour.

Le diagnostic des données de cet essai (Illustration 28) montre que le test a bien été réalisé (bonne juxtaposition des dérivées à la descente et à la remontée). Il met également en évidence la présence d'une zone très perméable localisée (a priori la venue d'eau majeure vers 63 m de profondeur préalablement mentionnée), une transmissivité de l'aquifère de 8 à 9.10⁻⁴ m²/s ainsi qu'un effet de drainance en fin d'essai (contribution possible du mamu dont l'épaisseur atteint 35 m).

La modélisation de l'essai est représentée sur l'Illustration 29 et le modèle d'aquifère retenu pour la détermination des paramètres hydrodynamiques correspond à un système multicouche constitué de 2 aquifères séparés par un aquitard en raison de la forme en « U » de la dérivée en fin d'essai (Illustration 30). Une fracture verticale de dimensions notables recoupe également tout l'aquifère profond.

Pour l'aquifère pompé (formations basaltiques), une transmissivité de $5,5.10^{-4}$ m²/s et un emmagasinement de 6.10^{-4} ont ainsi pu être déterminés (Illustration 31). À noter que la valeur de l'emmagasinement a été déterminée « au puits » en l'absence de piézomètre et que des valeurs similaires de T et S ont été obtenues avec un modèle supposant la présence d'une fracture horizontale (fracture carrée de 90 m de côté pouvant représenter une interface entre deux coulées). La perméabilité de l'éponte semi-perméable est évaluée 8,5.10⁻⁸ m/s (pour une épaisseur unitaire). L'emmagasinement de l'aquifère de surface a été estimé à 0,03 mais sa transmissivité (T₀) n'a pas pu être évaluée avec précision (essai trop court).



Illustration 28 : Diagnostic des données de pompage relatives à l'ouvrage Teavaro F6.



Illustration 29 : Modélisation de l'essai réalisé sur le forage Teavaro F6.



Illustration 30 : Modèle utilisé pour la détermination des paramètres hydrodynamiques au droit du forage Teavaro F6.

Rayon de l'ouvrage	Rayon de l'ouvrage (m)	0.08
Aquifère pompé	T; Transmissivité (m2/s)	5.50E-04
Aquifère pompé	S; Emmagasinement (-)	6.00E-04
	xf; demi-long. fracture verticale (m)	75.0
Semi-perm.	k'; Perm. éponte (m/s)	8.50E-08
Semi-perm.	b'; épaisseur éponte (m)	1.0
Aqui. de surface	T0; Transmissivité (m2/s)	1.00E-07
Aqui. de surface	Sy; Emmagasinement (-)	3.00E-02
	Pertes de charge quadratiques (m-5s2)	1.2E+04
	Effet capacité (m)	0.1

Illustration 31 : Caractéristiques hydrodynamiques des différents aquifères issues de la modélisation.

• Forage MO_002 (Teame 1)

Le forage MO_002 correspond au forage Teame 1 réalisé en 1990 pour les besoins de l'alimentation en eau potable. Il se caractérise par une profondeur de 70 mètres et a intercepté des éboulis de pentes et des formations altérées (mamu) sur 10 m avant d'atteindre des formations basaltiques plus ou moins scoriacées qu'il capte à partir de 28 m. Un niveau essentiellement scoriacé a été repéré entre 33 et 56 m de profondeur.

Le test de pompage de longue durée (72 h) réalisé entre le 18 et le 21 janvier 1990 au débit de 13 l/s sur cet ouvrage a permis d'estimer la transmissivité à 2,9.10⁻³ m²/s (moyenne des valeurs obtenues à la descente et à la remontée) (Speed, 1990).

La modélisation de l'essai est représentée sur l'Illustration 32. Contrairement à l'ouvrage précédent, aucun phénomène de drainance n'a été mis en évidence et le modèle d'aquifère retenu pour la détermination des paramètres hydrodynamiques correspond à un aquifère simple surmonté par un aquitard (Illustration 33). Le modèle retenu intègre également une fracture horizontale de dimensions notables (200 m x 200 m) pour représenter le niveau scoriacé principal repéré entre 33 et 56 m.

Pour l'aquifère pompé (formations basaltiques scoriacées), une transmissivité de 4.10⁻³ m²/s et un emmagasinement « au puits » de 5.10⁻⁴ ont ainsi pu être déterminés (Illustration 34).



Illustration 32 : Modélisation de l'essai réalisé sur le forage Teame 1.



Illustration 33 : Modèle utilisé pour la détermination des paramètres hydrodynamiques au droit du forage Teame 1.

		Temae_MOO02 (17-21/01/1990)			
Rayon de l'ouvrage	Rayon de l'ouvrage (m)	0.1			
Aquifère pompé	T; Transmissivité (m2/s)	4.00E-03			
Aquifère pompé	S; Emmagasinement (-)	5.00E-04			
Aquifère pompé	Epaisseur aquifère (m)	60.0			
Fracture	Longueur fracture (m)	200.0			
Fracture	Largeur fracture (m)	200.0			
Fracture	Profondeur fracture verticale (m)	30			
Fracture	Angle fract./verticale (°)	90			
Semi-perm.	k'; Perm. éponte (m/s)	-			
Semi-perm.	b'; épaisseur éponte (m)	-			
	Pertes de charge quadratiques (m-5s2)	1.2E+03			
	Effet capacité (m)	0.1			

Illustration 34 : Caractéristiques hydrodynamiques des différents aquifères issues de la modélisation.

• Forage MO_008 (Maharepa 1)

Le forage MO_008 correspond au forage Maharepa 1 réalisé en 1990 pour les besoins de l'alimentation en eau potable. Il se caractérise par une profondeur de 51 mètres et a intercepté des niveaux argileux ou altérés sur 15 m avant d'atteindre des formations basaltiques plus ou moins scoriacées qu'il capte à partir de 17 m. Trois niveaux scoriacés (17-34 m, 40-47 m et 48-51 m) sont bien identifiés sur la coupe géologique et une venue d'eau importante a été notée à 31 m.

Un test de pompage de longue durée (72 h) réalisé entre le 23 et le 27 janvier 1990 au débit de 17 l/s et le suivi des niveaux sur 2 piézomètres (S3 et S4) avaient permis de calculer des transmissivités comprises entre 4,9.10⁻³ et 2,5.10⁻² m²/s et des valeurs d'emmagasinement comprises entre 1,6.10⁻⁶ et 2,6.10⁻⁴ (Speed, 1990). Le potentiel de production a, quant à lui, été estimé à 1150 m³/jour.

La modélisation de l'essai est représentée sur l'Illustration 35. Le phénomène de drainance depuis les horizons superficiels est observé sur le puits de pompage et les 2 piézomètres et le modèle d'aquifère retenu pour la détermination des paramètres hydrodynamiques correspond à un aquifère multicouche du même type que celui utilisé pour le forage de Teavaro F6 (Illustration 30). Le modèle retenu intègre aussi une fracture horizontale de petites dimensions (12 m x 12 m) pour représenter la venue d'eau repérée à 31 m.

Pour l'aquifère pompé (formations basaltiques scoriacées), une transmissivité de 2.10^{-2} m²/s et un emmagasinement de 4.10^{-4} ont ainsi pu être déterminés (Illustration 36). A noter qu'une légère anisotropie de perméabilité de l'aquifère (kh/kv=1,5) a dû être introduite pour modéliser cet essai. L'empilement des coulées pourrait ainsi être responsable d'une diminution de la perméabilité verticale. La perméabilité de l'éponte semi-perméable a été évaluée à 7.10^{-8} m/s (pour une épaisseur unitaire). L'emmagasinement de l'aquifère de surface a été évalué à 8.10^{-4} mais sa transmissivité (T₀) n'a pas pu être estimée avec précision (essai trop court).



Illustration 35 : Modélisation de l'essai réalisé sur le forage Maharepa 1 et des suivis réalisés dans les piézomètres S3 et S4.

2Aquifères_Fracture horizontale			
	Maharepa MOO008 (23-27/01/1990)	Obs.S3	Obs.S4
Rayon de l'ouvrage (m)	0.08	60	5.7
T; Transmissivité (m2/s)	2.00E-02	2.00E-02	2.00E-02
S; Emmagasinement (-)	4.00E-04	4.00E-04	4.00E-04
B; épaisseur aquifère (m)	36.0	36.0	36.0
kh/kv; anisotropie de perméaliité (-)	1.5	1.5	1.5
Longueur fracture (m)	12.0	12.0	12.0
Largeur fracture (m)	12.0	12.0	12.0
Prof. fracture (m)	16.0	16.0	16.0
Angle fract./verticale (°)	90	90	90
k'; Perm. éponte (m/s)	7.00E-08	7.00E-08	7.00E-08
b'; épaisseur éponte (m)	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
T0; Transmissivité (m2/s)	1.00E-07	1.00E-07	1.00E-07
Sy; Emmagasinement (-)	8.00E-04	1.00E-03	8.00E-04
Pertes de charge quadratiques (m-5s2)	1.4E+03	-	-
Effet capacité (m)	0.08	-	-

Illustration 36 : Caractéristiques hydrodynamiques des différents aquifères issues de la modélisation.

• Forage MO_009 (Maharepa 2)

Le forage MO_009 correspond au forage Maharepa 2 (F1) réalisé en 1998 pour les besoins de l'alimentation en eau potable. Il se caractérise par une profondeur de 96 mètres et a intercepté des niveaux essentiellement argileux sur 87 m avant d'atteindre des formations basaltiques plus ou moins altérées. Il a été équipé de tubes crépinés entre 42 et 96 m. Une petite arrivée d'eau a été notée à 60 m puis une plus importante à 87,5 m.

Un test de pompage de longue durée (48 h) réalisé entre le 10 et le 12 août 1998 au débit de 3,1 l/s a permis de calculer une transmissivité de 2,5.10⁻⁴ m²/s (Speed, 1998). Le potentiel de production a, quant à lui, été estimé à 130 m³/jour.

La modélisation de l'essai est représentée sur l'Illustration 37. Des effets de drainance sont observés en fin d'essai (diminution de la dérivée) mais ces derniers ne se manifestent pas de façon assez durable pour qu'une caractérisation l'aquifère de surface soit envisageable. Dans ces conditions, le modèle d'aquifère retenu correspond à un aquifère simple surmonté par un aquitard du même type que celui retenu pour le forage de Temae 1 (Illustration 33) . Le modèle retenu intègre également une fracture horizontale de dimensions notables pour représenter la venue d'eau importante repérée à 87,5 m.

Pour l'aquifère pompé (formations basaltiques), une transmissivité de 6.10^{-5} m²/s et un emmagasinement « au puits » de 1,5.10⁻⁴ ont ainsi pu être déterminés (Illustration 38). La perméabilité de l'éponte semi-perméable a été évaluée à 1.10^{-9} m/s (pour une épaisseur unitaire).



Illustration 37 : Modélisation de l'essai réalisé sur le forage Maharepa 2.

		Maharepa F1_MOO09 (10-12/08/1998)
Rayon de l'ouvrage	Rayon de l'ouvrage (m)	0.1
Aquifère pompé	T; Transmissivité (m2/s)	6.00E-05
Aquifère pompé	S; Emmagasinement (-)	1.50E-04
Aquifère pompé	Epaisseur aquifère (m)	54.0
Fracture	Longueur fracture (m)	150.0
Fracture	Largeur fracture (m)	150
Fracture	Profondeur fracture (m)	46
Fracture	Angle fract./verticale (°)	90
Semi-perm.	k'; Perm. éponte (m/s)	1.00E-09
Semi-perm.	b'; épaisseur éponte (m)	1.0
	Pertes de charge quadratiques (m-5s2)	6.7E+04
	Effet capacité (m)	0.4

Illustration 38 : Caractéristiques hydrodynamiques des différents aquifères issues de la modélisation.

• Forage MO_010 (Paopao 1.1)

Le forage MO_010 correspond au forage Paopao 1.1 réalisé en 1990 pour les besoins de l'alimentation en eau potable (il n'est actuellement plus utilisé en raison de sa qualité). Il se caractérise par une profondeur de 85 mètres et a intercepté des niveaux essentiellement argileux ou altérés sur 58 m avant d'atteindre des formations basaltiques compactes. Il a été équipé de tubes crépinés entre 39 et 85 m. Les premières arrivées d'eau ont été repérées à 44 m. Après un passage de basaltes très durs, d'autres venues d'eau ont été identifiées à 80 m.

Un test de pompage de longue durée (72 h) réalisé entre le 13 et le 15 janvier 1990 au débit de 3 à 5 l/s a permis de calculer une transmissivité moyenne de 1,3.10⁻⁵ m²/s qui traduit la faible intensité de la fracturation dans l'environnement de l'ouvrage (Speed, 1990). Le potentiel de production a, quant à lui, été estimé à 3l/s soit 260 m³/jour au maximum.

La modélisation de l'essai est représentée sur l'Illustration 39. Un phénomène de drainance vraisemblablement lié à la présence de ressources en eau dans les niveaux les plus superficiels (aquifère alluvial) est observé en fin d'essai. Toutefois, comme dans le cas du forage Maharepa 2, les effets ne se manifestent pas de façon assez durable pour qu'une caractérisation l'aquifère de surface soit envisageable.

Dans ces conditions, le modèle d'aquifère retenu pour la détermination des paramètres hydrodynamiques correspond à un aquifère simple surmonté par un aquitard du même type que celui retenu pour le forage de Temae 1 et de Maharepa 2 (Illustration 33). Le modèle retenu intègre également une fracture horizontale de petites dimensions (10 m x10 m) pour représenter la venue d'eau identifiée à 80 m.

Pour l'aquifère pompé (formations basaltiques compactes), une transmissivité de 1.10⁻⁴ m²/s et un emmagasinement « au puits » de 1.10⁻⁴ ont ainsi pu être déterminés (Illustration 31Illustration 40). La perméabilité de l'éponte semi-perméable a, quant à elle, été évaluée à 6.10⁻¹⁰ m/s (pour une épaisseur unitaire).



Illustration 39 : Modélisation de l'essai réalisé sur le forage Paopao 1.1.

		Paopao_MOO10 (12-16/01/1990)
Rayon de l'ouvrage	Rayon de l'ouvrage (m)	0.1
Aquifère pompé	T; Transmissivité (m2/s)	1.00E-04
Aquifère pompé	S; Emmagasinement (-)	1.00E-04
Aquifère pompé	Epaisseur aquifère (m)	27.0
Fracture	Longueur fracture (m)	10.0
Fracture	Largeur fracture (m)	10
Fracture	Profondeur fracture (m)	22
Fracture	Angle fract./verticale (°)	90
Semi-perm.	k'; Perm. éponte (m/s)	6.00E-10
Semi-perm.	b'; épaisseur éponte (m)	1.0
	Pertes de charge quadratiques (m-5s2)	5.0E+05
	Effet capacité (m)	0.1

Illustration 40 : Caractéristiques hydrodynamiques des différents aquifères issues de la modélisation.

Bilan

Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau suivant (Illustration 41) qui précise également l'environnement géologique des ouvrages, l'épaisseur du recouvrement argileux ou altéré, l'altitude des venues d'eau et la productivité estimée lors de la réalisation des ouvrages. Les paramètres hydrodynamiques estimés dans le passé y ont également été reportés.

Forage	Géologie	Épaisseur. Recouvrement (m)	Altitude venues eau (m NGPF)	Productivité estimée m3/j	T ancien m²/s	S ancien	T nouveau m²/s	S nouveau
Teavaro F6	R + ^{v1} β ²	35	-29	1441	3,9.10 ⁻³		5,5.10 ⁻⁴	6.10 ⁻⁴
Temae 1	^{v1} β ²	10	0 à -23	?	2,9.10 ⁻³		4.10 ⁻³	5.10 ⁻⁴
Maharepa 1	^{v1} β ²	15	-29	1150	4,9.10 ⁻³ à 2,5.10 ⁻²	1,6.10 ⁻⁶ à 2,6.10 ⁻⁴	2.10 ⁻²	4.10 ⁻⁴
Maharepa 2	R + ^{v1} β ²	87	-40 puis -68	130	2,5.10 ⁻⁴		6.10 ⁻⁵	1,5.10 ⁻⁴
Paopao 1.1	$R + {}^{2}\beta^{2}$	58	-20	260	1,3.10 ⁻⁵		1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴

Illustration 41 : Synthèse des résultats obtenus sur les 5 forages.

Pour l'analyse suivante, il est proposé de se référer aux nouvelles valeurs de T et S, ces dernières ayant été évaluées à partir de la même méthodologie. Elles sont également plus fiables que les données anciennes parfois calées sur des portions où les phénomènes de drainance étaient prépondérants.

Bien que le nombre d'ouvrages soit peu important, il semble que la transmissivité des formations basaltiques diminue lorsque l'épaisseur du recouvrement augmente. Si l'on exclue la valeur la plus forte recalculée pour le forage de Maharepa 1, cette décroissance semble même présenter une forme exponentielle (Illustration 42).



Illustration 42 : Décroissance de la transmissivité en fonction de l'épaisseur du recouvrement.

Cette observation semble conforter l'hypothèse selon laquelle les coulées les plus jeunes (donc les moins altérées) sont les plus propices à l'écoulement des eaux souterraines mais dans le cas de Moorea, il conviendrait de préciser la relation avec d'autres valeurs.

La relation entre la transmissivité des ouvrages et leur productivité est moins nette car ce dernier paramètre dépend de nombreux facteurs comme l'extension des bassins ou des aquifères sollicités, celle des interfaces très perméables, les pertes de charge aux puits ou les relations avec les aquifères de surface.

Parmi les 5 forages étudiés, des phénomènes de drainance depuis les horizons superficiels ont pu être mis en évidence sur les forages de Teavaro, Maharepa 1&2 et Paopao 1.1. Les conditions aux limites n'ont par contre pas pu être précisées (limites de l'aquifère non atteintes au bout des périodes de pompage).

Les valeurs d'emmagasinement sont quant à elles faibles (ce qui traduit le caractère captif des aquifères) mais également relativement semblables (ce qui peut témoigner d'une certaine homogénéité géologique).

L'examen de l'altitude des arrivées d'eau montre enfin que dans 4 cas sur 5, ces dernières se sont produites à une côte supérieure à - 30 m NGPF.

Au final, il apparaît donc que les formations du Mouaputa (v1 β 2) qui constituent l'essentiel du volcan bouclier et les formations basaltiques plus localisées du massif de Paopao (2 β 2) peuvent, à condition de ne pas être surmontées par une couverture d'altération trop importante et de pouvoir être recoupées jusqu'à une altitude de -30 m NGPF, constituer des cibles intéressantes pour la recherche de nouvelles ressources en eau.

4.2.3. Logs de conductivité électrique

Du 20 au 22 mars 2018, des logs de température et de conductivité de l'eau ont été réalisés sur 7 forages de l'île de Moorea (Illustration 43).

Les résultats obtenus sont présentés sur les Illustrations 44 et 45.



Illustration 43 : Forages au droit desquels des logs conductivité/température ont été réalisés en mars 2018





Illustration 44 : Logs température/conductivité de l'eau réalisés sur les forages Maharepa 1, Maharepa 2 et Nuuroa F2 et le piézomètre Maharepa 1.



Forage Paopao 1.2

Forage Paopao 1.3



Forage Paopao 2

Illustration 45 : Logs température/conductivité de l'eau réalisés sur les forages Pao Pao 1.2, Pao Pao 1.3 et Pao Pao F2.

En ce qui concerne le site de Maharepa 1, les investigations n'ont pu être menées que jusqu'à 13 m de profondeur dans l'ouvrage de pompage (passage de la sonde impossible au-delà en raison de la présence de la colonne d'exhaure) et 16 m dans le piézomètre (passage obstrué au-delà de cette profondeur).

Les enregistrements effectués ont toutefois permis de mettre en évidence une baisse de la température de l'eau de 3 dixièmes de degré environ entre la surface et la profondeur maximale d'investigation ainsi qu'une évolution différentielle de la conductivité pour les 2 ouvrages.

Contre toute logique, on observe une diminution de la conductivité sur l'ouvrage de production. Cette dernière passe en effet de 970 à 840 μ S/cm entre la surface et la cote -13 m NGPF. Il peut s'agir d'un artefact lié à la température de la sonde. Sur le piézomètre, la conductivité passe de 580 à 800 μ S/cm en l'espace de quelques mètres, ce qui témoigne d'une très probable intrusion salée.

On note également que pour une même cote (-12 m NGPF par exemple), la conductivité observée dans le forage de production (850 μ S/cm) est plus importante que celle observée sur le piézomètre (600 μ S/cm), ce qui traduit l'impact des pompages vis-à-vis de la mobilisation d'eaux plus minéralisées (le littoral se situe à 260 m).

Si l'on se réfère à la loi de Ghyben-Herzberg qui positionne l'interface eau douce/eau salée à environ 40 fois la hauteur piézométrique, cette limite devrait se trouver aux alentours de la cote -80 m NGPF pour une charge hydraulique d'environ 2 m or à la cote -13 m, les eaux sont déjà quasiment à la limite de la potabilité.

Pour l'ouvrage Maharepa 2 situé plus à l'intérieur des terres (700 m), on observe une diminution de la conductivité sur les premiers mètres de profondeur semblable à celle qui a été observée sur le forage Maharepa 1 (effet de température ?) puis une stabilisation aux alentours de 300 µS/cm. Ce forage ne subit pas d'influence marine. Pour le forage Nuuroa 2, aucune coupe géologique n'est disponible mais les diagraphies réalisées sur cet ouvrage mettent en évidence l'arrivée d'une eau plus fraîche et plus minéralisée à la cote - 25 m NGPF. Cette observation semble conforter l'hypothèse selon laquelle les horizons compris entre les cotes -20 et -30 m peuvent constituer une cible privilégiée pour la recherche de nouvelles ressources.

Dans le secteur de Paopao, les diagraphies menées sur les 3 forages ont mis en évidence :

- une rapide stabilisation des paramètres pour l'ouvrage Paopao 1.2 qui se caractérise également par une très faible conductivité (120 μS/cm);
- une baisse suivie d'une augmentation des paramètres pour l'ouvrage Paopao 1.3. A 40 m sous la surface piézométrique, la conductivité n'excède toutefois pas 325 μS/cm ;
- une augmentation progressive de la température ainsi que 2 augmentations brutales de la conductivité qui est néanmoins restée inférieure à 400 µS/cm pour l'ouvrage Paopao 2.

En l'absence de données disponibles sur les coupes géologiques et les équipements techniques de ces forages, il est difficile de déterminer l'origine de ces variations. Elles semblent toutefois témoigner de conditions d'écoulement hétérogènes au droit des différents forages avec la contribution possible d'eaux d'origines et d'âges divers.

Au final, il apparaît qu'à l'exception du site de Maharepa 1 qui subit une influence marine, les eaux présentent de faibles conductivités (inférieures à 400 µS/cm) typiques des milieux volcaniques basaltiques.

4.3. RECONNAISSANCES MENÉES DANS LE SECTEUR D'AFAREAITU

En complément des investigations précédemment décrites qui ont concerné l'ensemble de l'île, des reconnaissances hydrogéologiques se sont déroulées de façon synchrone aux investigations géologiques du 11 au 16 septembre 2017 sur la zone d'intérêt située en amont d'Afareaitu. En l'absence de routes carrossables, les investigations ont été menées exclusivement à pied en remontant les talwegs et en suivant les rares sentiers.

Lors de ces investigations, tous les points d'intérêt identifiés (sources, suintements, pertes...) ont été répertoriés et caractérisés du point de vue de leur débit et de leur qualité lorsque cela a été possible (Illustration 46 et Annexe 3). Des mesures physico-chimiques ont également été réalisées directement dans les cours d'eau.

Les reconnaissances menées dans la vallée de Niuroa, drainée par la rivière Vaioro, n'ont pas permis de reconnaître de source. Une émergence est toutefois connue des riverains au niveau du littoral (point n°349) mais elle était à sec lors de la période d'investigation.

Le haut de la planèze d'Afareaitu n'a pas pu être reconnu en raison d'un accès trop délicat.

Trois résurgences ont par contre pu être identifiées en aval :

- une première à la cote 224 m (point n° 324 a). Il s'agit d'une source émergeant au niveau d'une rupture de pente dans des colluvions dont le débit d'étiage a été évalué à 0,1 l/s et qui est entièrement captée par un particulier via un petit bassin en ciment ;
- une seconde à la cote 70 m (point n° 320). Il s'agit d'une émergence de faible débit qui sourd en contrebas de la planèze dans les alluvions de pente ;
- une troisième à la cote 13 m (point n° 19 ou source dite « Vaiava »). Il s'agit d'une source qui émerge à la faveur d'une rupture de pente à la limite entre des laves très altérées et les colluvions de pente. Cette source se caractérise par un débit de l'ordre de 4 l/s en période d'étiage. Elle est captée par les habitants situés plus en aval et pourrait représenter une ressource d'intérêt communal (Illustration 47).

Dans la vallée d'Hotutea, drainée par la rivière Putoa, des suintements ont été observés en pied de falaise dans une zone difficile d'accès (points n° 324 b et 325) et 3 sources ont également été repérées (débit compris entre 0,5 et 1 l/s au droit du point n°326, débit inférieur à 0,1 l/s au droit du point n° 327 et débit de l'ordre de 0,5 l/s au droit du point n° 313).

Sur le plan de la qualité, les mesures physico-chimiques effectuées in situ ont mis en évidence des conductivités comprises entre 100 et 250 μ S/cm et des pH pour la plupart compris entre 6,5 et 8 (Illustration 48 et Illustration 49). Les conductivités les plus faibles ont été observées au niveau du cours amont de la Vaioro et les plus fortes, au pied du Toheia (ce qui peut suggérer des temps de contact eau/roche un peu plus importants).

La répartition des pH semble plus aléatoire mais 77 % des valeurs (27/35) se sont avérées comprises entre 7 et 8. La plupart des valeurs de potentiel redox (Eh) se sont étagées entre 300 et 400 mV pour des teneurs en oxygène proches de 8 mg/l (Annexe 3).

La source Vaiava, seule émergence d'intérêt notoire, s'est enfin caractérisée par une conductivité de 194 μ S/cm, un pH de 7,7, un potentiel redox de 323 mV et une teneur en oxygène dissous de 8,7 mg/l, paramètres et teneurs a priori compatibles avec la production d'eau potable.



Illustration 46 : Sites d'intérêt identifiés dans le secteur d'Afareaitu sur fond géologique.



Illustration 47 : Source Vaiava (point n° 319).



Illustration 48 : Conductivités mesurées lors des investigations de terrain en septembre 2017 (les étiquettes indiquent les références des points d'eau).



Illustration 49 : Valeurs de pH mesurées lors des investigations de terrain en septembre 2017 (les étiquettes indiquent les références des points d'eau).

4.4. SYNTHÈSE

Les investigations hydrogéologiques menées à l'échelle de l'île de Moorea et notamment la carte représentant l'IDPR ont montré que le secteur situé en amont d'Afareaitu correspondait à une zone d'infiltration préférentielle.

La transmissivité des formations basaltiques semble également diminuer lorsque l'épaisseur du recouvrement altéré augmente. Dans certains cas, l'eau stockée dans le mamu peut être mobilisée mais la productivité des forages qui en interceptent une grande épaisseur reste aléatoire. Parallèlement, les valeurs d'emmagasinement sont faibles et relativement semblables, ce qui semble témoigner d'une certaine homogénéité géologique.

Bien que le nombre de points d'observation soit faible, les arrivées d'eau qui sont liées à la présence de fractures ou de niveaux scoriacés semblent aussi se produire à une cote supérieure à - 30 m NGPF.

Au droit des forages, l'évolution différentielle de la température et de la conductivité avec la profondeur semble témoigner de conditions d'écoulement hétérogènes avec la contribution possible d'eaux d'origines et d'âges divers. Les eaux restent toutefois peu minéralisées.

Cette dernière caractéristique a également été observée au droit des rivières et des sources de la zone d'intérêt située à proximité d'Afareaitu. Dans ce secteur, les eaux infiltrées au niveau de la planèze semblent s'écouler suivant le pendage des coulées volcaniques. Elles contribuent à alimenter quelques résurgences situées en contre-bas et notamment la source Vaiava dont les caractéristiques physico-chimiques semblent compatibles avec la production d'eau potable.

Afin de compléter cette première approche, 5 sondages électriques ainsi qu'une campagne de prélèvements ont été mis en œuvre pour préciser l'agencement des formations géologiques au droit de la zone d'intérêt et mieux apprécier les mécanismes qui contrôlent les écoulements.

5. Approche géophysique

Comme indiqué préalablement, l'approche géophysique a consisté en la mise en œuvre de 5 sondages électriques au droit de la zone d'intérêt située à proximité d'Afareaitu.

5.1. PRINCIPE

5.1.1. Généralités

Les sondages électriques consistent à injecter dans le sol un courant électrique d'intensité I entre deux électrodes A et B et à mesurer la différence de potentiel ΔV induite entre une autre paire d'électrodes M et N (Illustration 50).

Ils permettent d'obtenir une image de la distribution de la résistivité électrique des matériaux (roches ou structures) en profondeur (2D et 3D selon le dispositif d'acquisition mis en place et les procédés d'inversion/modélisation appliqués).

Les termes de « panneau électrique » ou de « tomographie électrique » (ERT pour Electrical Resistivity Tomography en anglais) sont utilisés pour qualifier une prospection électrique (initialement basée sur quatre électrodes) automatisée le long d'un profil multi-électrodes (2D) ou sur une surface (3D).



Illustration 50 : Principe de la mesure en courant électrique continu (Bretaudeau et al., 2016).

À partir de la valeur du courant injecté *I*, de la mesure de la différence de potentiel ΔV et de l'écartement entre les différentes électrodes, on peut déterminer la **résistivité électrique apparente** du sous-sol sur base de la loi d'Ohm :

$$\rho_{app} = K \times \frac{\Delta V}{I}$$

où K est un facteur dépendant de la géométrie du dispositif de mesure (Illustration 51) :

$$K = 2\pi \times \left[\frac{1}{r_{11}} - \frac{1}{r_{12}} - \frac{1}{r_{21}} + \frac{1}{r_{22}}\right]^{-1}$$



Illustration 51 : Géométrie du dispositif de mesure (Bretaudeau et al., 2016)

5.1.2. Dispositifs d'électrodes / configurations d'acquisition

Il existe plusieurs configurations d'acquisition possibles chacune présentant des avantages et des inconvénients. Les différences majeures concernent la distribution des lignes de courant électrique dans le sol et la forme des équipotentielles induites. La valeur du coefficient géométrique K conditionne également l'intensité minimale du courant I à injecter pour mesurer un potentiel électrique fiable. Certains dispositifs permettent enfin une acquisition plus rapide que d'autres grâce à des acquisitions multi-voies (plusieurs mesures de ΔV pour une injection de courant).

D'une manière générale, la mise en œuvre d'au moins deux configurations d'électrodes permet dans la plupart des contextes de bien appréhender la géométrie des différents corps en présence. À Moorea, le choix s'est porté sur la mise en œuvre de dispositifs dipôle-dipôle et Wenner-Schlumberger.

Le dispositif dipôle-dipôle découple l'injection et la mesure (Illustration 52), ce qui a pour conséquence de limiter le bruit. Il est adapté à la reconnaissance des horizons sub-superficiels car le niveau de signal décroit rapidement lorsqu'on augmente la longueur de ligne.





Le dispositif Wenner-Schlumberger est le plus employé des dispositifs car il permet d'accéder à de plus grandes profondeurs d'investigations mais sa sensibilité vis-à-vis des variations verticales et horizontales de résistivité est moins intéressante (Illustration 53). Il s'agit en fait d'un compromis entre le dispositif Wenner sensible aux structures horizontales et le dipôle-dipôle sensible aux structures verticales. L'arrangement des électrodes permet toutefois d'effectuer un grand nombre de mesures et d'obtenir des modèles précis.



Illustration 53 : Configuration Wenner-Schlumberger.

5.1.3. Pseudo-sections de résistivité apparente et inversion

Après filtrage des données brutes de résistivité apparente mesurées sur le terrain, celles-ci sont agencées de manière à obtenir une coupe (pseudo-section) de résistivité apparente du sous-sol (Illustration 54, schéma du haut). Cette dernière est construite (automatiquement) en reportant la valeur de la résistivité apparente mesurée au centre du dispositif à une pseudo-profondeur dépendant de l'écartement entre les électrodes.

Afin d'obtenir une image représentant les variations de résistivité réelle (et non apparente) en fonction de la vraie profondeur, il est nécessaire d'inverser la pseudo-section. Cette étape est réalisée à l'aide d'un logiciel (ex : Res2DInv). Cette inversion des données est réalisée suivant un processus itératif qui tente de minimiser l'écart entre la pseudo-section de résistivités apparentes mesurées et une pseudo-section recalculée à partir d'un modèle de résistivité électrique. Ce modèle est modifié à chaque itération jusqu'à ce que les données mesurées et calculées atteignent une concordance acceptable ou jusqu'à ce qu'aucune nouvelle amélioration ne soit possible (Illustration 54, schéma du centre).

Les résultats de l'inversion sont présentés, pour les différentes configurations d'acquisition choisies, sous la forme de coupes semblables à celle de la résistivité apparente (Illustration 54, schéma du bas).

À noter que les paramètres fournis par l'inversion ne sont pas définis de manière univoque (plusieurs solutions possibles pour le même jeu de données) et que l'interprétation des profils est d'autant plus aisée et fiable que l'on dispose de paramètres de calage (résistivités étalonnées, profondeur des interfaces connues...).



Illustration 54 : Pseudo-section de résistivité apparente mesurée (haut), pseudo-section de résistivité calculée sur la base du modèle de résistivité (centre) et modèle de résistivité issu de l'inversion (bas).

5.2. MISE EN ŒUVRE

Deux profils de 950 m et 3 profils de 790 à 950 m ont été respectivement implantés dans les vallées de Hotutea et de Niuroa (Illustration 56). Des tomographies de type Wenner-Schlumberger réciproque (WSR) et dipôle-dipôle (DD) ont été réalisées au droit de chaque profil sauf pour P5 où une erreur de manipulation a conduit à mesurer deux fois la WSR (Illustration 56).



Illustration 55 : Carte d'implantation des investigations : profils P1 et P2 sur le site de Hotutea et P4, P5 et P6 sur le site de Niuroa.

Profil	Longueur (m)	Dispositif de quadripôle	Remarques
P1	950	WSR+DD	
P2	950	WSR+DD	
P4	790	WSR+DD	
P5	950	WSR	Dispositif WSR enregistré en double et en place du DD
P6	790	WSR+DD	

Illustration 56 : Travaux réalisés sur le site d'Afareiatu.

Les données obtenues sont globalement de bonne à très bonne qualité avec des taux de conservation de mesure après filtrage de 96 à 99 % en WSR et de 85 à 94 % en DD et des coefficients d'ajustement d'inversion compris entre 1,4 à 1,7 en WSR et entre 4,2 à 5,9 en DD.

Coefficient Taux de mesure Profil conservée WS/PD d'ajustement WS/PD Ρ1 96 / 85 1,65 / 4,2 P2 98 / 90 1,46 / 3,8 Ρ4 99 / 85 3,0 / 8,0 P5 97 3,1 P6 99 / 94 1,69 / 5,9

À noter que les coefficients d'ajustement plus élevés pour P4 sont dus à des latéraux en lien avec la complexité de la structure du sous-sol qui ne peut pas être modélisée en 2D.

Illustration 57 : Synthèse des paramètres qualités des tomographies électriques.

5.3. RÉSULTATS

5.3.1. Résultats d'inversion dans la vallée d'Hotutea

Les résultats d'inversion conjointe des tomographies WSR et DD P1 et P2 sont présentés sur l'Illustration 58 et l'Illustration 59.

La **tomographie P1** met en évidence un substrat résistant R1 (115<p<700 Ohm.m) surmonté par un puissant niveau conducteur C1 (7<p<45 Ohm.m). Le substrat résistant R1 semble se développer vers le WNW et se rapprocher graduellement de la surface topographique mais les structures notées R1' pourraient correspondre à des artefacts de l'inversion. On distingue par ailleurs au niveau de l'horizon conducteur, 2 zones plus conductrices notées C1' ainsi qu'un approfondissement noté C1".

À ce stade des investigations, C1 est attribué à la série de brèches qui formerait le soubassement de l'unité ^{v1}β² qui constitue l'essentiel des reliefs du site.

C1 est généralement surmonté par une couche résistante R3 (80< p<230 Ohm.m) qui peut être attribuée d'après les observations de terrain à des éboulis de bas de pente et aux alluvions présentes dans les rivières. L'affleurement A représenté sur l'Illustration 13 et attribué à un front de coulée lavique en place nous invite toutefois à distinguer un résistant R2 dans la partie amont. Ce dernier correspondrait à une coulée de pendage apparent faible (proche de la pente topographique).

La **tomographie P2** met en évidence un agencement relativement semblable. On retrouve en effet un résistant R1 en profondeur mais de résistivité plus faible que sur P1. Une convergence insuffisante de l'inversion en lien avec la forte pente du versant NNW pourrait expliquer ce phénomène. Sa remontée graduelle sur le versant NNW reste toutefois mieux marquée.

Le résistant R2 observé dans la partie est du profil montre une continuité claire avec le substrat R1 malgré la présence d'une intercalation C2. Cette disposition (à mettre en parallèle avec le niveau R2 du profil P1) conduit à proposer le schéma global suivant : le résistant R1 correspondrait à une série importante volcanique se développant depuis au moins l'altitude - 100 m jusqu'à 200 m et serait dominée par des coulées laviques peu altérées. Cette série aurait été anciennement érodée par des vallées où des séries bréchiques ou d'autres séries altérées et conductrices représentées par C1 et C1"ont pu se mettre en place. Ces séries auraient ensuite été elles-mêmes érodées et creusées avant la mise en place d'une nouvelle série à dominante lavique peu altérée (C2-R2).



Illustration 58 : Modèle de résistivité vrai obtenu en résultat d'inversion des tomographies WSR et DD le long du profil P1.



Illustration 59 : Modèle de résistivité vrai obtenu en résultat d'inversion des tomographies WSR et DD le long du profil P2.

Un schéma alternatif plus simple consisterait à supposer que les séries C2-R2 de P2 correspondent à l'équivalent peu altéré de C1 mais la question d'une altération différentielle dans des conditions *a priori* semblables se pose alors.

Un dernier schéma supposant la présence de niveaux laviques massifs (R2) intercalés au sein de la série bréchique C1 peut enfin être évoqué et correspond à une observation faite in situ (affleurement D de l'Illustration 13).

L'approfondissement localisé de C1 noté C1" sur les coupes ne trouve par contre pas d'explication à ce stade de connaissance dans les schémas interprétatifs proposés. Il pourrait s'agir d'un élément structural mais cette hypothèse reste à valider.

5.3.2. Résultats d'inversion dans la vallée de Niuroa

Les résultats d'inversion conjointe des tomographies WSR et DD P4, P5 et P6 sont présentés sur l'Illustration 60, l'Illustration 61 et l'Illustration 62.

Sur **la tomographie P4**, le schéma général est proche de celui du profil P2 avec une succession R1-C2-R2 occupant toute la partie centrale du profil. L'intercalaire C2 est toutefois plus développé que sur P2. Le substrat R1' est également bien marqué sur la partie est du profil et son allure verticale pourrait suggérer une structure de dyke. Sa situation en limite de profil et sous un fort relief ne permet toutefois pas une résolution idéale. Pour confirmer cette hypothèse, le profil devrait être étendu à l'est et complété par un ou deux profils parallèles.

L'imagerie générale de P4 invite à proposer une nouvelle interprétation de C2-R2 qui peut toutefois également s'appliquer aux profils précédents. Nous proposons ainsi que la série C2-R2 corresponde à la partie supérieure du profil d'altération de la série volcanique dont la partie peu altérée est représentée par R1 et R1'. Dans ce schéma, R2 pourrait représenter :

- une coulée lavique intercalée moins sensible à l'altération. La présence d'autres coulées de mêmes propriétés, intercalées dans la conducteur C2, est possible mais elle n'a pas été révélée par l'imagerie électrique sauf peut-être au niveau de la limite est où l'on observe une structure superficielle en gradins;
- la partie supérieure du profil d'altération où l'augmentation de la teneur en oxydes et hydroxydes au profit de la teneur en argile expliquerait l'augmentation de la résistivité ;
- les brèches de la carte géologique où des niveaux moins altérés peuvent se différencier par des unités plus résistantes et plus compétentes.

Dans ces conditions, les conducteurs C1 sont interprétés comme des remplissages alluvionnaires de paléovallées creusées dans le substrat plus ou moins altéré R1-C2-R2 même s'il n'existe pas d'évidence de terrain de ces remplissages très épais.

À l'ouest, la rivière actuelle coïncide avec la paléo-vallée qui peut est raisonnablement reliée à l'approfondissement observé sur les profils P1 et P2 selon une direction W-E.

À l'est, le conducteur semble profondément enraciné (C1") et la disposition générale du massif suggère une paléovallée de direction similaire.



Illustration 60 : Modèle de résistivité vraie obtenu en résultat d'inversion des tomographies WSR et DD le long du profil P4.



Illustration 61 : Modèle de résistivité vraie obtenu en résultat d'inversion des tomographies WSR et DD le long du profil P5.



Illustration 62 : Modèle de résistivité vraie obtenu en résultat d'inversion des tomographies WSR et DD le long du profil P6.

La **tomographie P5** met essentiellement en évidence un corps résistant (R1, R1', R1') formant l'ossature du relief sur lequel le profil a été implanté. Les variations de résistivité peuvent être attribuées soit à des variations de faciès de la roche d'origine, soit à un degré d'altération variable, soit à une résolution imparfaite de corps de géométrie complexe. Les résistivités élevées observées (175<p<750 Ohm.m) montrent néanmoins que l'éperon est constitué de roches peu altérées, ce qui est en accord avec les observations de terrain et conforte la première hypothèse.

Les conducteurs C2 et C2' sont attribués à des parties plus fracturées/altérées du massif. Le conducteur profond et marqué C1" est, quant à lui, attribué à une inversion imparfaite de la paléovallée qui se développerait parallèlement au profil.

La **tomographie P6** montre le substrat résistant R1 se rapprochant progressivement de la surface par gradins successifs pour former l'ossature du relief. La couverture conductrice C1' est interprétée comme des éboulis à matrice argileuse. Dans toute la partie SE, le substrat est profond (situé à une altitude inférieure à -100 m) et recouvert par une série complexe C2-R2-C2' attribuée à la partie altérée du massif en accord avec P4.

L'approfondissement de C1 interprété comme une paléovallée d'orientation est-ouest sur P4 n'apparaît pas sur P6. En revanche, il est possible que les anomalies les plus conductrices C1" soient les images de la résolution imparfaite de cet approfondissement.

La couverture C1 qui se développe du pied des éboulis (C1') jusqu'à atteindre un développement maximal d'environ 40 m d'épaisseur vers l'abscisse 200 m vient se biseauter au SE, au niveau de la source Vaiava. Cette configuration complétée par l'imagerie du profil P4 permet de proposer l'hypothèse d'une paléovallée C1, C1' concentrant les écoulements aquifères qui siègent au sein des éboulis et potentiellement du substrat. La diminution de sa section provoquerait l'affleurement de l'aquifère et l'émergence de la source.

Le petit plateau basaltique situé en amont de la crête pourrait également jouer un rôle important dans l'alimentation de la source. Il présente en effet une morphologie unique à Moorea (ondulations en pente douce) et serait constitué de coulées fraîches qui pourraient jouer le rôle de château et ainsi alimenter le conducteur C1.

Le résistant R3 est enfin interprété comme des éboulis non saturés et le conducteur C3, à peine ébauché par la tomographie, comme une possible manifestation du biseau salé.

5.4. SYNTHÈSE

Les 5 tomographies réalisées dans les environs d'Arafeiatu ont donné des résultats cohérents et permettent de supposer l'existence d'un substrat formé de séries volcaniques résistantes et peu altérées recouvert par un profil d'altération dont l'épaisseur peut dépasser 100 m.

Ce massif est *a priori* moins altéré à proximité des reliefs où il se rapproche de la surface. Il semble par ailleurs entaillé par des paléovallées prononcées pouvant descendre au-delà de l'altitude - 50 m. Ces paléovallées dont le développement possible est représenté jusqu'à la passe sur l'Illustration 63 sont aujourd'hui remplies de matériaux plutôt conducteurs indiquant une composante argileuse marquée.



Illustration 63 : Cartographie des paléovallées C1" imagées par les tomographies électriques. Les traits blancs discontinus dessinent les propositions de développement des paléovallées.

La concordance du biseautage du remplissage conducteur avec notamment l'émergence de la source Vaiava permet néanmoins de supposer que ces paléovallées servent de drain aquifère. Dans ces conditions, elles pourraient représenter des cibles privilégiées pour la réalisation de forages de reconnaissance pour peu que ces derniers descendent au moins jusqu'à l'altitude de -50 m NGPF.

Dans l'idéal, la réalité de ces approfondissements devra être confirmée par des travaux de modélisation. Ces derniers s'appliqueront en particulier à vérifier qu'un substrat de profondeur uniforme situé sous un relief accusé du type de ceux qui ont été rencontrés par les profils P1, P2 et P4 ne produit pas, par un effet indésirable de l'inversion, un approfondissement localisé.

Le modèle proposé est encore hypothétique mais il est cohérent avec la morphologie abrupte des montagnes de Moorea et une érosion fluviatile intense lorsque le niveau de base marin était plus bas que l'actuel. Selon ce modèle, des résurgences d'eau douce en mer sont également possibles.

Le petit plateau situé en amont de la zone investiguée pourrait également jouer un rôle prépondérant en favorisant l'infiltration des eaux météoriques et en permettant leur transit vers les sources repérées plus bas. Le débit de la source Vaiava témoigne en tout cas d'une zone d'alimentation relativement importante dont les limites restent à préciser.

6. Approche hydrochimique

6.1. PRÉAMBULE

Conformément au contenu de l'annexe 1 à la convention MCE n° 1366, 15 points d'eau situés sur l'île de Moorea ont fait l'objet de prélèvements en vue d'analyses complètes. Leur localisation et leur nature sont représentées sur l'Illustration 64. À noter que 6 d'entre eux se situent au droit de la zone d'intérêt située à proximité d'Afareaitu.

Tous les points ont également fait l'objet de prélèvements en vue d'analyses des isotopes stables de la molécule d'eau et 3 d'entre eux, de prélèvements en vue d'analyses des isotopes du strontium. Pour compléter cette caractérisation, 6 points ont également été retenus en vue du dosage des CFC et du SF₆.



Illustration 64 : Localisation des points d'eau prélevés à Moorea.

Les opérations de prélèvement se sont déroulées le 19 et le 20 juillet 2018 dans des conditions plutôt humides (près de 90 mm précipités lors des 6 jours précédents) (Illustration 65).

Les échantillons en vue du dosage des éléments majeurs et traces et des isotopes ont été envoyés dans les plus courts délais possibles au laboratoire du BRGM situé à Orléans via un service de transport express alors que les échantillons en vue du dosage des CFC/SF₆ ont été confiés au Spurenstofflabor (Allemagne).

Les points prélevés ont fait l'objet de fiches compilées en Annexe 4 et les résultats obtenus (de même que les limites de quantification des méthodes retenues) ont été synthétisés dans l'Annexe 5.

Parallèlement à cette opération ponctuelle de prélèvement, un suivi isotopique des précipitations a été réalisé au droit de 2 postes pluviométriques implantés au niveau des services techniques communaux et au sommet du Mouaputa (Illustration 64). Les échantillons prélevés ont également été confiés au laboratoire du BRGM.

L'analyse proposée dans les paragraphes suivants porte dans un premier temps sur les paramètres physico-chimiques mesurés *in situ* puis sur les éléments majeurs, mineurs et traces. Les résultats des analyses isotopiques et en CFC et SF₆ sont ensuite présentés après certains rappels méthodologiques.



Illustration 65 : Pluviométrie du mois de juillet 2018 à Moorea (poste Météo France Afareaitu 2).

6.2. PARAMÉTRES PHYSICO-CHIMIQUES MESURES IN SITU

Les résultats de l'analyse statitique descriptive des paramètres physico-chimiques non conservatifs mesurés sur site pour les points d'eau ESO (eau souterraine) et ESU (eau de surface) de Moorea sont présentés ci-après (Illustration 66).

Les variations les plus importantes sont constatées pour les eaux souterraines, avec notamment la conductivité électrique qui varie de 186 à 1245 μ S/cm. Cette dernière valeur a été observée sur le forage de Maharepa 1 (MO_13) qui subit l'influence du biseau salé. Le pH le plus bas (5,8) a, quant à lui, été observé sur la source Paopao 2.1 (MO_9). Cette valeur est inférieure à la norme de potabilité retenue en Polynésie française (6,5) (JO - 25/11/1999).

MOOREA	Paramètres	Unité	Normes de potabilité JO Polynésie Française - 25/11/1999	Normes de potabilité RF	Nombre d'analyses	Minimum	Maximum	Médiane	Moyenne	Ecart-type
Moorea-ESO	T (°C)	°C	30	25	11	23,1	27,4	24,4	24,6	1,3
Moorea-ESO	Conductivité à 25°C	μS/cm		2500 μS/cm à 20°C	11	186	1245	229	332	311
Moorea-ESO	pН	-	≥6,5 et ≤9	≥4,5 et ≤9	11	5,8	7,7	7,0	6,9	0,7
Moorea-ESO	Eh NHE	mV			11	301	534	447	429	87
Moorea-ESO	O ₂ dissous	mg/L			11	2,0	8,8	6,2	6,0	2,5
MOOREA	Paramètres	Unité	Normes de potabilité JO Polynésie Française	Normes de potabilité RF	Nombre d'analyses	Minimum	Maximum	Médiane	Moyenne	Ecart-type

MOOREA	Paramètres	Unité	potabilité JO Polynésie Française - 25/11/1999	Normes de potabilité RF	Nombre d'analyses	Minimum	Maximum	Médiane	Moyenne	Ecart-type
Moorea-ESU	T (°C)	°C	30	25	4	22,0	25,5	22,4	23,1	1,6
Moorea-ESU	Conductivité à 25°C	μS/cm		2500 μS/cm à 20°C	4	91	180	160	148	40
Moorea-ESU	рН	-	≥6,5 et ≤9	≥4,5 et ≤9	4	6,5	7,5	7,1	7,1	0,4
Moorea-ESU	Eh NHE	mV			4	342	472	457	432	61
Moorea-ESU	O ₂ dissous	mg/L			4	8,0	8,8	8,5	8,5	0,4

Illustration 66 : Résultats de l'analyse statistique descriptive des paramètres physico-chimiques mesurés in situ pour les eaux souterraines (ESO) et les eaux superficielles (ESU) de Moorea
En complément de cette première analyse, des cartes représentant la répartition spatiale des valeurs ont été réalisées (Illustration 67 à Illustration 70). Il apparaît que sur les 4 forages verticaux échantillonnés (MO_12, MO_13, MO_14 et MO_15), 3 présentent des conductivités supérieures à 300 µS/cm en lien probable avec la proximité de la côte. Pour l'ouvrage le plus en retrait (MO_14), une conductivité proche de la valeur moyenne calculée pour les eaux souterraines (190 µS/cm) a été observée. Pour les 2 forages horizontaux (MO_10 et MO_11), des pH supérieurs à 7,5 ont été observés mais le lien entre ces observations et la nature des équipements n'est pas évident. Les valeurs de potentiel redox semblent également plus élevées dans le secteur d'Afareaitu, ce qui pourrait traduire une origine superficielle des eaux.



Illustration 67 : Répartition des valeurs de conductivité (µS/cm) mesurées in situ lors des prélèvements effectués à Moorea en juillet 2018



Illustration 68 : Répartition des valeurs de pH mesurées in situ lors des prélèvements effectués à Moorea en juillet 2018.



Illustration 69 : Répartition des teneurs en oxygène dissous (mg/L) mesurées in situ lors des prélèvements effectués à Moorea en juillet 2018.



Illustration 70 : Répartition des valeurs du potentiel d'oxydo-réduction (mV) mesurées in situ lors des prélèvements effectués à Moorea en juillet 2018.

6.3. ÉLÉMENTS MAJEURS, MINEURS ET TRACES

6.3.1. Vérification des balances ioniques

Il est possible d'évaluer la qualité d'une analyse physico-chimique réalisée en laboratoire en calculant sa balance ionique selon la formule :

$$Balance \ ionique \ = \ 100 \times \frac{\sum cations - \sum anions}{\sum cations + \sum anions}$$

où les sommes d'anions et de cations en réaction sont exprimées en meq/L.

La fiabilité de l'analyse est jugée excellente pour une balance comprise entre - 1 et + 1 % ; acceptable pour une balance comprise entre - 5 et + 5% ; mauvaise pour une balance comprise entre - 10 et + 10 % et médiocre pour une balance inférieure à - 10 ou supérieure à + 10 % (dans ce cas, les résultats sont difficilement exploitables).

Tous les prélèvements réalisés à Moorea se sont caractérisés par une balance ionique comprise entre -5 et + 5 % et constituent donc un jeu de données fiable.

6.3.2. Conductivité électrique *in situ* et éléments dissous totaux

La somme des éléments dissous dosés (Total Dissolved Solid ou TDS) a été calculée puis comparée aux mesures de conductivité électrique réalisées sur le terrain (Illustration 71). Il apparaît une bonne corrélation entre les paramètres ($R^2 = 0.9$), ce qui valide d'une seconde manière le jeu de données.



Illustration 71 : TDS (g/L) vs conductivité (µS/cm) pour l'ensemble des échantillons d'eau prélevés à Moorea en juillet 2018.

6.3.3. Faciès hydrochimiques des eaux

La projection des résultats des analyses en éléments majeurs dans un diagramme de Piper permet de déterminer le faciès hydrochimique des eaux.

Dans le cas de Moorea, la plupart des points d'eau présentent un faciès de type bicarbonatécalcique (Illustration 72, schéma de gauche). Certains points (MO_1, MO_11 et MO_15) se rapprochent toutefois d'un faciès bicarbonaté-sodique (possible influence d'une géologie différente dans le quart nord-ouest de l'île) ou présentent un net faciès sulfaté-calcique (cas du forage de Maharepa 1 sous influence marine).

Il apparaît également que les eaux prélevées à Moorea présentent un chimisme plus varié que celles échantillonnées à Tahiti et différent de celles prélevées à Ua Pou (Illustration 72, schéma de droite).



(à gauche) et l'ensemble des prélèvements effectués au droit de 5 secteurs ayant fait l'objet d'études détaillées (à droite). Illustration 72: Diagrammes de Piper représentant l'ensemble des prélèvements effectués à Moorea

6.3.4. Fond hydrogéochimique et normes de potabilité

Le fond hydrogéochimique correspond à la composition naturelle des eaux en l'absence d'impact anthropique. En contexte volcanique, il dépend essentiellement du type de formations et de leur degré d'altération. Il est généralement élevé en fer, manganèse et parfois en aluminium. Ces éléments sont principalement mobilisés sous formes colloïdales.

Il existe également des risques d'observer de fortes teneurs en fluor et/ou en arsenic au droit des zones affectées par des phénomènes hydrothermaux et en éléments qui composent l'eau de mer (chlorures, sodium, bore...) au droit des premiers secteurs affectés par l'intrusion marine.

Les résultats des analyses en ions majeurs, mineurs et traces menées sur les 15 prélèvements effectués à Moorea ont donné lieu à une analyse statistique descriptive (Illustration 73 et Illustration 74). Ils ont notamment été comparés aux normes de potabilité des eaux destinées à la consommation humaine extraites du Journal Officiel de la Polynésie Française en date du 25 novembre 1999 ainsi qu'aux normes de potabilité appliquées en France.

En ce qui concerne les éléments majeurs, les normes de potabilité appliquées en Polynésie française (PF) sont les mêmes qu'en Métropole, à l'exception de celles retenues pour le sodium (150 mg/L en PF contre 200 mg/L en Métropole) et les chlorures (200 mg/L en PF contre 250 mg/L en Métropole).

Pour les éléments mineurs, une différence existe pour le fluor (limite de 0,7 mg/L fixée en PF contre 1,5 mg/L en Métropole).

Pour les éléments traces, les normes de potabilité appliquées en Polynésie Française sont les mêmes qu'en France sauf pour le cadmium (Cd), le cuivre (Cu) et le zinc (Zn) où elles sont plus restrictives. La Polynésie française n'a par contre pas défini de norme pour le bore alors qu'une limite de 1000 μ g/L a été fixée en métropole.

Au final, aucun dépassement n'a été observé pour les paramètres analysés, ce qui semble indiquer que la qualité des eaux superficielles et souterraines de Moorea est bonne.

Sur le plan des éléments majeurs et mineurs, on note logiquement que les teneurs moyennes des eaux souterraines sont systématiquement plus importantes que celles des eaux superficielles.

La plus forte teneur en nitrates (3,6 mg/L) a été observée sur la source Paopao 2.1 (MO_9) située dans un secteur où les champs d'ananas sont nombreux et la plus forte teneur en chlorures (180,7 mg/L), sur le forage Maharepa 1 (MO_13).

Sur le plan des éléments mineurs, le bore et le strontium sont les éléments que l'on retrouve en plus grandes quantités avec des teneurs moyennes toujours plus importantes dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles.

Bilan des investigations menées à Moorea

MOOREA	Paramètres	Unité	Normes de potabilité JO Polynésie Française - 25/11/1999	Normes de potabilité RF	Nombre d'analyses	Minimum	Maximum	Médiane	Moyenne	Ecart-type
Moorea-ESO	Ca	mg/L			11	6,5	36,5	10,6	12,3	8,3
Moorea-ESO	HCO ₃	mg/L			11	61,0	186,0	87,0	91,6	34,6
Moorea-ESO	CI	mg/L	200	250	11	6,0	180,7	8,1	26,0	51,9
Moorea-ESO	F	mg/L	0,7 (pour T = 25°C à 30°C)	1,5	11	0,05	0,40	0,10	0,11	0,11
Moorea-ESO	к	mg/L	12	12	11	0,3	8,9	1,9	2,5	2,5
Moorea-ESO	Fe	mg/L	0,2	0,2	11	0,01	0,08	0,01	0,02	0,02
Moorea-ESO	Mg	mg/L	50	50	11	4,6	40,4	8,6	11,6	9,8
Moorea-ESO	NH_4	mg/L	0,5	0,5	11	<lq< td=""><td><lq.< td=""><td><lq.< td=""><td><lq.< td=""><td></td></lq.<></td></lq.<></td></lq.<></td></lq<>	<lq.< td=""><td><lq.< td=""><td><lq.< td=""><td></td></lq.<></td></lq.<></td></lq.<>	<lq.< td=""><td><lq.< td=""><td></td></lq.<></td></lq.<>	<lq.< td=""><td></td></lq.<>	
Moorea-ESO	NO ₂	mg/L	0,1		11	<lq< td=""><td><lq.< td=""><td><lq.< td=""><td><lq.< td=""><td></td></lq.<></td></lq.<></td></lq.<></td></lq<>	<lq.< td=""><td><lq.< td=""><td><lq.< td=""><td></td></lq.<></td></lq.<></td></lq.<>	<lq.< td=""><td><lq.< td=""><td></td></lq.<></td></lq.<>	<lq.< td=""><td></td></lq.<>	
Moorea-ESO	NO ₃	mg/L	50	50	11	0,3	3,6	0,8	0,9	1,0
Moorea-ESO	Na	mg/L	150	200	11	4,9	72,9	9,5	16,6	19,8
Moorea-ESO	PO ₄	mg/L		0,5	11	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1
Moorea-ESO	SO ₄	mg/L	250	250	11	1,0	19,3	1,7	3,9	5,6
Moorea-ESO	SiO ₂	mg/L			11	25,7	62,4	39,1	40,1	10,8

MOOREA	Paramètres	Unité	Normes de potabilité JO Polynésie Française - 25/11/1999	Normes de potabilité RF	Nombre d'analyses	Minimum	Maximum	Médiane	Moyenne	Ecart-type
Moorea-ESU	Ca	mg/L			4	2,5	9,0	6,0	5,9	3,0
Moorea-ESU	HCO ₃	mg/L			4	25,0	65,0	50,5	47,8	18,4
Moorea-ESU	CI	mg/L	200	250	4	5,5	8,0	6,1	6,4	1,1
Moorea-ESU	F	mg/L	0,7 (pour T = 25°C à 30°C)	1,5	4	<lq< td=""><td><lq.< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq.<></td></lq<>	<lq.< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq.<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td></td></lq<>	
Moorea-ESU	к	mg/L	12	12	4	0,8	2,3	0,9	1,2	0,7
Moorea-ESU	Fe	mg/L	0,2	0,2	4	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
Moorea-ESU	Mg	mg/L	50	50	4	3,2	7,4	4,5	4,9	2,0
Moorea-ESU	NH ₄	mg/L	0,5	0,5	4	<lq< td=""><td><lq.< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq.<></td></lq<>	<lq.< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq.<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td></td></lq<>	
Moorea-ESU	NO ₂	mg/L	0,1		4	<lq< td=""><td><lq.< td=""><td><lq.< td=""><td><lq.< td=""><td></td></lq.<></td></lq.<></td></lq.<></td></lq<>	<lq.< td=""><td><lq.< td=""><td><lq.< td=""><td></td></lq.<></td></lq.<></td></lq.<>	<lq.< td=""><td><lq.< td=""><td></td></lq.<></td></lq.<>	<lq.< td=""><td></td></lq.<>	
Moorea-ESU	NO ₃	mg/L	50	50	4	0,3	0,8	0,4	0,5	0,3
Moorea-ESU	Na	mg/L	150	200	4	5,1	9,1	6,3	6,7	1,7
Moorea-ESU	PO ₄	mg/L		0,5	4	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1
Moorea-ESU	SO ₄	mg/L	250	250	4	0,9	1,6	1,1	1,2	0,3
Moorea-ESU	SiO ₂	mg/L			4	20,5	32,9	31,9	29,3	5,9

Illustration 73 : Analyse statistique descriptive des concentrations en éléments majeurs pour les eaux souterraines (ESO) et les eaux superficielles (ESU) prélevées en juillet 2018 à Moorea.

MOOREA	Paramètres	Unité	Normes de potabilité JO Polynésie Française - 25/11/1999	Normes de potabilité RF	Nombre d'analyses	Minimum	Maximum	Médiane	Moyenne	Ecart-type
Moorea-ESO	Ag	μg/L	10		11	<lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td></td></lq<>	
Moorea-ESO	AI	μg/L	200	200	11	0,61	5,55	1,72	2,07	1,47
Moorea-ESO	As	μg/L	10	10	11	0,03	1,10	0,14	0,34	0,37
Moorea-ESO	В	μg/L		1000	11	6,53	37,70	12,70	15,07	8,81
Moorea-ESO	Ва	μg/L	700	700	11	0,10	17,80	1,59	3,48	5,28
Moorea-ESO	Be	μg/L			11	<lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td></td></lq<>	
Moorea-ESO	Cd	μg/L	3	5	11	<lq< td=""><td><lq.< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq.<></td></lq<>	<lq.< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq.<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td></td></lq<>	
Moorea-ESO	Со	μg/L		20	11	0,00	0,07	0,00	0,01	0,02
Moorea-ESO	Cr	μg/L	50	50	11	0,10	3,38	0,64	0,96	0,92
Moorea-ESO	Cu	μg/L	1000	2000	11	0,05	1,05	0,20	0,31	0,32
Moorea-ESO	Li	μg/L			11	0,05	3,45	0,36	0,70	1,01
Moorea-ESO	Mn	μg/L	50	50	11	0,05	4,19	0,23	0,60	1,21
Moorea-ESO	Ni	μg/L	20	20	11	0,05	3,33	0,17	0,51	0,99
Moorea-ESO	Pb	μg/L	10	10	11	0,00	0,33	0,00	0,04	0,10
Moorea-ESO	Sr	μg/L			11	42,00	359,00	81,70	99,93	87,98
Moorea-ESO	Zn	μg/L	3000	5000	11	0,25	3,84	1,10	1,35	1,11

MOOREA	Paramètres	Unité	Normes de potabilité JO Polynésie Française - 25/11/1999	Normes de potabilité RF	Nombre d'analyses	Minimum	Maximum	Médiane	Moyenne	Ecart-type
Moorea-ESU	Ag	μg/L	10		4	<lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td></td></lq<>	
Moorea-ESU	AI	μg/L	200	200	4	1,21	8,75	3,98	4,48	3,81
Moorea-ESU	As	μg/L	10	10	4	0,03	0,14	0,06	0,07	0,06
Moorea-ESU	В	μg/L		1000	4	6,44	14,30	9,46	9,91	3,36
Moorea-ESU	Ва	μg/L	700	700	4	0,54	3,11	1,64	1,73	1,09
Moorea-ESU	Be	μg/L			4	<lq.< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq<></td></lq.<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td></td></lq<>	
Moorea-ESU	Cd	μg/L	3	5	4	<lq.< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq<></td></lq.<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td></td></lq<>	
Moorea-ESU	Co	μg/L		20	4	<lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq.< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq.<></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td><lq.< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq.<></td></lq<>	<lq.< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq.<>	<lq< td=""><td></td></lq<>	
Moorea-ESU	Cr	μg/L	50	50	4	0,12	0,56	0,30	0,32	0,21
Moorea-ESU	Cu	μg/L	1000	2000	4	0,05	0,13	0,11	0,10	0,04
Moorea-ESU	Li	μg/L			4	0,05	0,27	0,09	0,12	0,10
Moorea-ESU	Mn	μg/L	50	50	4	0,05	5,63	2,45	2,64	2,59
Moorea-ESU	Ni	μg/L	20	20	4	0,05	0,22	0,19	0,16	0,08
Moorea-ESU	Pb	μg/L	10	10	4	<lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td></td></lq<>	
Moorea-ESU	Sr	μg/L			4	22,10	81,30	42,20	46,95	25,87
Moorea-ESU	Zn	μg/L	3000	5000	4	<lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td><lq< td=""><td></td></lq<></td></lq<>	<lq< td=""><td></td></lq<>	

Illustration 74 : Analyse statistique descriptive des concentrations en éléments traces pour les eaux souterraines (ESO) et les eaux superficielles (ESU) prélevées en juillet 2018 à Moorea.

6.3.5. Relations inter-éléments : diagrammes binaires

Les diagrammes binaires présentés dans ce chapitre ont pour objectif de mettre en évidence des relations inter-éléments au sein des eaux souterraines et des eaux superficielles. Ces diagrammes permettent également d'identifier des pôles qui influencent la chimie des eaux et de mettre en avant des facteurs de dilution par la recharge météoritique ou par l'intrusion saline par exemple. À noter que la droite de dilution de l'eau de mer reportée sur les graphiques a été établie d'après la composition de l'eau de mer prélevée à Rangiroa.

Dans le diagramme Cl vs Na (Illustration 75), tous les points à l'exception du MO_13 se situent sous la droite de dilution de l'eau de mer. Les eaux présentent donc un enrichissement quasi systématique en sodium dont l'origine est probablement géologique. Les roches volcaniques de Moorea sont en effet riches en minéraux alcalins (Illustration 76).



Illustration 75 : Diagramme CI vs Na (mmol/L) représentant les prélèvements effectués en juillet 2018 à Moorea.



Illustration 76 : Diagramme de TAS (Total Alkalis-Silica) établi pour les roches volcaniques de Moorea (Maury et al., 2000).

Dans les diagrammes B vs SO₄ et B vs Cl (Illustration 77), deux pôles distincts (un pôle « recharge » représenté par une pluie tropicale analysée à Mayotte et un pôle « eau de mer » représenté par un échantillon prélevé à Rangiroa) peuvent être mis en évidence.

L'alignement des points MO_13 et MO_11 sur la droite de dilution du graphique de gauche montre que l'origine des sulfates et du bore dosés sur ces 2 ouvrages est bien d'origine marine. Il en va de même pour les chlorures dosés sur l'ouvrage MO_13 (alignement sur le graphique de droite).

Pour les autres points qui se situent à plus grande distance de la côte, les teneurs sont liées à celles de la pluie (influencées par les embruns) et à celles des minéraux présents dans les roches.



Illustration 77 : Diagrammes B vs SO4 (mmol/L) et B vs Cl (mmol/L) représentant les prélèvements effectués en juillet 2018 à Moorea.

Sur le diagramme Ca+Mg vs HCO₃, les points d'eau (à l'exception du forage MO_13) s'alignent parfaitement sur une droite de pente 1:2. Cet alignement tend à prouver que les mécanismes d'acquisition des teneurs en bicarbonates, calcium et magnésium sont relativement semblables pour tous les points d'eau.



Illustration 78 : Diagramme Ca+Mg vs HCO₃ (mmol/L) représentant les prélèvements effectués en juillet 2018 à Moorea.

Cette hypothèse semble confirmée par le diagramme Na/Cl vs Ca/Mg (Illustration 79). Pour les échantillons analysés, il semble en effet que le rapport Ca/Mg soit relativement constant. La non corrélation des éléments Na et Cl tend à prouver que ces 2 derniers éléments n'ont pas une origine commune, sauf pour MO_13 qui se situe à proximité du point RGI_13 (eau de mer de Rangiroa).



Illustration 79 : Na/Cl vs Ca/Mg (mol/mol) représentant les prélèvements effectués en juillet 2018 à Moorea.

En dernier lieu, l'Illustration 80 montre que tous les points d'eau à l'exception de MO_13 et MO_15 présentent des positions rapprochées dans un diagramme Na+K vs SiO₂. Cela suggère que les eaux circulent au contact de formations géologiques relativement similaires. Si la position excentrée de l'ouvrage MO_13 peut s'expliquer par le phénomène d'intrusion marine qui induit une forte teneur en sodium, la position du forage MO_15 est plus difficile à expliquer. Elle peut être liée à une influence marine mais le fort rapport Na/Cl observé sur l'Illustration 79 pourrait également être lié à une composition particulière du sous-sol. La présence de phonolites dont la teneur en alcalins est plus importante que celle des basaltes est en effet reportée dans le forage Nuuroa 1 tout proche de l'ouvrage qui a été prélevé (Nuuroa 2).



Illustration 80 : Diagramme Na + K vs SiO₂ (mmol/L) représentant les prélèvements effectués à Moorea en juillet 2018.

6.4. ANALYSES ISOTOPIQUES

6.4.1. Isotopes en strontium

Lors de la campagne d'échantillonnage, 3 prélèvements d'eau ont été réalisés sur des sources de la zone d'intérêt (dont la source Vaiava) en vue du dosage du rapport isotopique ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr.

Ce dernier est lié à celui du minéral ou des associations minéralogiques avec lesquelles l'eau a interagi. Les variations de ce rapport au sein d'un hydrosystème peuvent donc donner des informations sur l'origine des eaux et les proportions de mélange lorsqu'il existe plusieurs composantes de même que sur l'intensité des processus d'interaction roche-eau.

Lors des phénomènes d'interaction eau-roche, le rapport ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr de la fraction de strontium libéré sera différent de celui de la roche totale et caractéristique du ou des minéraux altérés. Globalement, le strontium solubilisé et transporté vers l'extérieur du système est beaucoup moins radiogénique (rapport ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr plus bas) que le strontium de la roche non altérée. Le strontium des argiles résiduelles est, quant à lui, très radiogénique.

Le diagramme Sr vs SO₄ (Illustration 81, schéma de gauche) confirme un chimisme proche pour les 3 sources (MO_5, MO_6 et MO_8). Les rapports isotopiques sont également très proches et similaires de ceux retenus pour les basaltes de Moorea par Maury et al. en 2000 (Illustration 81, schéma de droite).

Dans ces conditions, on doit imaginer un environnement géologique et des interactions eau/roche relativement similaires pour les eaux alimentant les 3 sources échantillonnées.



Illustration 81 : Diagramme Sr vs SO₄ (mmol/L) et ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr vs 1/Sr représentant les prélèvements effectués à Moorea en juillet 2018 et rapports isotopiques du strontium de l'eau de mer et des basaltes de Moorea (Maury et al., 2000, d'après White et Duncan, 1996 et Hémond et al., 1994).

6.4.2. Isotopes stables de la molécule d'eau

Comme indiqué en introduction de ce chapitre, des analyses isotopiques ont été réalisées sur des échantillons d'eau souterraine et superficielle, de même que sur des échantillons d'eau de pluie récoltées au droit de 2 sites. Les analyses effectuées ont concerné δ^{18} O et δ^{2} H, l'objectif étant de déterminer l'origine spatiale des eaux souterraines et superficielles. Les résultats obtenus seront analysés après de brefs rappels.

Rappels

Pour un élément chimique donné, la composition isotopique correspond aux proportions des divers isotopes qui le composent (99,76 % de ¹⁶O, 0,04 % de ¹⁷O et 0,2 % de ¹⁸O dans le cas de l'oxygène). Cette dernière est notamment susceptible d'évoluer lors des changements d'état (fractionnement cinétique) ou de réactions à l'équilibre (fractionnement thermodynamique).

Pour un échantillon d'eau, le rapport isotopique correspond, quant à lui, au rapport de la concentration de l'isotope lourd sur celle de l'isotope léger (ex : ²H/¹H ou ¹⁸O/¹⁶O). Ce rapport étant très faible, il a été décidé de l'exprimer par rapport à un standard qui diffère pour chacun des éléments considérés. Dans le cas de l'oxygène et de l'hydrogène, le standard correspond au V-SMOW (Vienna-Standard Mean Ocean Water) et la différence s'exprime selon la relation :

$$\delta$$
 (‰) = [(R_{échantillon}/R_{étalon}) - 1] x 1000

L'Illustration 82 permet de visualiser le fractionnement isotopique au cours du cycle de l'eau et les variations de δ^2 H et δ^{18} O qui en résultent. Il apparaît ainsi que la composition isotopique des eaux météoriques varie en fonction de paramètres géographiques comme la latitude, l'altitude ou la saison.



Illustration 82 : Fractionnement isotopique au cours du cycle de l'eau et variations de δ^2 H et δ^{18} O.

Une approche statistique (IAEA, 1992) a également montré que les valeurs de δ^2 H étaient linéairement corrélées à celle du δ^{18} O dans les pluies et les eaux naturelles d'origine météorique.

Cette relation d'équation δ^2 H= 8^{*} δ^{18} O +10 est appelée « droite météorique mondiale » (DMM) et constitue une référence à laquelle on peut comparer les couples δ^2 H et δ^{18} O.

Pour des eaux ayant subi des phénomènes d'évaporation, une corrélation entre ²H et ¹⁸O existe mais la droite présente une pente inférieure à 8 (généralement comprise entre 3,5 et 6) et une ordonnée à l'origine différente.

Définition de la droite météorique locale

Les données pluviométriques acquises au droit des services techniques communaux et du Mouaputa entre le 3 mai 2018 et le 4 mars 2019 ont été ajoutées aux relevés pluviométriques effectués dans les autres îles (Tahiti, Ua Pou et Rangiroa) pour tenter de définir une droite météorique locale (Illustration 83).

lle ou bassin versant	Nom station	Altitude [m]	Date début mesures	Date fin mesures	Nbre de prélèvements
Moorea	Services techniques	5	22/06/18	04/03/19	6
Moorea	Mouaputa	827	03/05/18	04/03/19	8
Rangiroa	Gendarmerie	2	13/09/18	25/02/19	3
Rangiroa	Mairie	2	27/04/18	11/09/18	1
Tahiti Punaruu	SIGFA	44	06/04/18	16/03/19	9
Tahiti Punaruu	Mont Tuhi	1 414	01/03/18	05/03/19	10
Tahiti Papenoo	Marie Papenoo	5	07/04/18	06/03/19	8
Tahiti Papenoo	Pihaiateta	1 743	17/04/18	01/03/19	9
Ua Pou	Hakahau	20	17/ 02/18	31/01/19	5
Ua Pou	Poumaka	664	12/04/18	03/03/19	5

Illustration 83 : Informations sur les stations de prélèvement des pluies et les modalités d'échantillonnage.

Le report des résultats obtenus sur un diagramme δ^2 H vs δ^{18} O montre que les points représentant les échantillons de pluie s'alignent selon une droite d'équation δ^2 H = 7,20 δ^{18} O + 11,94 représentée par un trait plein sur l'Illustration 84. Cette droite présente une pente plus faible que celle de la droite météorique mondiale (DMM) tracée en pointillés.

L'Illustration 85 qui représente les échantillons d'eaux souterraines et superficielles montre que les points ne s'alignent pas sur la droite d'équation $\delta^2 H = 7,20 \delta^{18}O + 11,94$ établie à partir des échantillons de pluie.



Illustration 84 : Diagramme δ^2 H vs δ^{18} O pour les précipitations collectées au droit des 4 îles.



Illustration 85 : Diagramme $\delta^2 H$ vs δ^{18} O pour les eaux de surface et les eaux souterraines prélevées au droit des 4 îles.

Dans ces conditions, une analyse bibliographique des données disponibles pour la région sud pacifique a été menée. Elle a permis de recenser les équations suivantes :

- Australie : $\delta^2 H = 8,4 \delta^{18}O + 15,8$ (Duvert *et al.*, 2015) ;
- Île de Pâques : $\delta^2 H = 8^* \delta^{18} O + 10$ (Herrera et Custodio, 2008);

- Indonésie/Papouasie : $\delta^2 H = 7,98 \delta^{18} O + 14,38$ (Permana *et al.*, 2016) ;
- Hawaï : Volcan Kilauea δ²H = 8 δ¹⁸O +12 (Scholl *et al.*, 1996) et est Maui δ²H = 8,2 δ¹⁸O +14,7 (Scholl *et al.*, 2002) ;
- Rarotonga (Iles Cook) : $\delta^2 H = 8,17 \delta^{18}O + 10,73$ (IAEA, 1992);
- Tahiti et Moorea : $\delta^{2}H = 8 \delta^{18}O + 14$ (Hassler *et al.*, 2019).

Ces dernières traduisent un excès en deutérium systématique par rapport à la DMM (ordonnée à l'origine supérieure à 10) qui a également été constaté sur l'Illustration 84.

Si l'on reporte l'ensemble des résultats d'analyse (pluies, eaux de surface et souterraines), il apparaît que ces derniers s'alignent parfaitement avec la droite des pluies établies pour Hawaï ou Tahiti et Moorea par Hassler *et al.* (2019) (Illustration 86). Quelques points d'écartent de cette droite, en se positionnant sous la droite des pluies locales. Un fractionnement isotopique similaire a été observé sur d'autres îles volcaniques comme Hawaï (Scholl *et al.*, 1996) ou en raison d'une forte évaporation des eaux de surface (Gat, 1996).

Compte tenu de ces observations, c'est la droite établie pour Hawaï et notamment l'est de Maui estimée à partir d'un plus grand nombre de données (permettant ainsi de prendre en compte la variabilité interannuelle des précipitations) et d'équation $\delta^2 H = 8,2 \delta^{18}O + 14,7$ qui sera considérée comme la droite météorique locale (DML).



Illustration 86 : Diagramme δ^2 H vs δ^{18} O établi pour l'ensemble des prélèvements effectués au droit des 4 îles et droites de référence.

Évolution spatio-temporelle des teneurs isotopiques dans les pluies

L'importance de la variation saisonnière des teneurs isotopiques en lien avec l'effet de masse (appauvrissement isotopique plus marqué pour les pluies les plus abondantes) est reconnue pour le Pacifique Sud (Rozanski *et al.*, 1993 ; Araguas *et al.*, 1998). Il s'avère que ce phénomène est observable sur le jeu de données relatif aux pluies récoltées sur les 10 collecteurs (Illustration 87).



Illustration 87 : Relation entre le deutérium et la hauteur totale des pluies collectées sur les 10 collecteurs.

En complément de ce premier graphique, les teneurs isotopiques déterminées pour l'ensemble des postes à l'exception de ceux de Rangiroa en fonction de l'altitude ont été représentées sur l'Illustration 88.

Pour les échantillons prélevés de façon synchrone ou quasi-synchrone (avec quelques jours de différence), il apparaît que les échantillons prélevés à haute altitude se sont systématiquement caractérisés par des teneurs plus appauvries que celles des échantillons prélevés à basse altitude (cf. Illustration 89).

La détermination d'un gradient moyen d'appauvrissement s'est par contre avérée délicate compte tenu du faible nombre de stations de mesures et de prélèvements, de l'impossibilité d'associer des cumuls pluviométriques fiables à certains prélèvements (débordement des dispositifs) et de l'effet de masse préalablement mis en évidence.

En 2004, Hildenbrand *et al.* avaient pu estimer un gradient δ^{18} O/km de - 0,7 ‰ en période humide et de - 1,6 ‰ en période sèche sur la base d'un suivi pluviométrique effectué dans la partie nord-ouest de Tahiti.

À l'exception d'un gradient calculé sur une période très pluvieuse (février 2019), les autres valeurs calculées pour Moorea à partir des données récoltées s'inscrivent dans cet intervalle (Illustration 90). Elles ne pourront toutefois pas être utilisées pour définir avec précision l'altitude moyenne des zones de recharge des aquifères.



Illustration 88 : Relation entre l'altitude de la station de mesure et le δ^{18} O pour les 8 collecteurs de pluie.



Illustration 89 : Composition isotopique des eaux de pluies sur la période août 2018-février 2019 pour les 2 stations de Moorea (Jan = janvier, F = février, A = avril, A = août, S = septembre, N = novembre, D = décembre).

Moorea	180 bas	180 haut	Différence	δ ¹⁸ O/km
27/08/2018	-1,43	-2,40	-0,96	-1,17
07/11/2018	-1,3	-2,0	-0,70	-0,85
04/12/2018	-2,51	-3,34	-0,83	-1,01
15/01/2019	-2,76	-3,69	-0,93	-1,13
11/02/2019	-2,54	-2,72	-0,18	-0,22
04/03/2019	-3,73	-4,60	-0,87	-1,06

Illustration 90 : Gradients d'apprauvrissement (δ^{18} O/km) calculés pour 6 périodes à Moorea.

Évolution spatiale des teneurs isotopiques dans les eaux souterraines et de surface

Les prélèvements relatifs aux eaux de surface (MO_1, MO_2, MO_3) et effectués en juillet 2018 ont été reportés dans le diagramme δ^2 H vs δ^{18} O (Illustration 91, schéma de gauche). Il apparaît que leurs teneurs sont nettement plus appauvries que les pluies qui ont été collectées en août et qui correspondent au cumul des précipitations tombées entre le 22 juin et le 27 août 2018. Elles sont également plus appauvries que les pluies échantillonnées sur la station basse en juin. Dans ces conditions, il est possible d'imaginer soit un marquage spécifique des pluies qui ont précédé la campagne de prélèvement, soit une influence d'eaux souterraines infiltrées à plus haute altitude.

Le report de l'ensemble des prélèvements ESO et ESU dans le même type de diagramme (Illustration 92) montre que la variabilité des compositions isotopiques est relativement faible (1,47 ‰ pour le δ^{18} O et 9,91 ‰ pour le δ^{2} H) (pour rappel, l'incertitude analytique est respectivement de 0,2 et 1‰).

On constate toutefois que le point MO_2 (cascade Hotutea) s'écarte nettement des points représentant les eaux souterraines. Il serait donc le point le plus représentatif du signal « eau de pluie ». Au droit du point MO_3, situé plus en aval, la composante eau souterraine est probablement plus importante mais pas dominante. Le marquage isotopique du point MO_1 est, quant à lui, similaire à celui des points d'eau souterraine.

La composition isotopique appauvrie des eaux souterraines par rapport à la moyenne annuelle pondérée des eaux de pluie laisse également supposer une alimentation par les secteurs d'altitude.

La position du point MO_13 sur la droite de mélange théorique entre une eau de mer et des eaux souterraines peu ou pas influencées par les eaux de surface (valeurs les plus négatives) confirme aussi le phénomène d'intrusion saline sur ce point. Les teneurs isotopiques dosées sur l'ouvrage MO_15 semblent par contre indiquer que ce forage ne subit pas une telle influence. Les fortes teneurs en sodium observées sur l'ouvrage seraient donc bien liées à l'environnement géologique.

En première approximation, si l'on considère que le forage horizontal MO_11 est représentatif du pôle « eau souterraine », la proportion d'eau de mer sollicitée par le forage MO_13 serait de 8 %. À noter qu'un résultat similaire est obtenu en utilisant le chlore comme traceur.

Enfin, sur le plan spatial, il apparaît que les points se regroupent bien en fonction de leur localisation géographique. Les points MO_10, MO_11, MO_12 et MO_13 se situent au nord de l'île et présentent les teneurs les plus appauvries. Les points MO_5 et MO_6 situés au droit de la zone d'intérêt présentent des compositions très proches. Les points MO_4, MO_8, MO_9, MO_14 et MO_16 se situent au centre de l'île et présentent les compositions les plus enrichies. L'origine de ces variations est à rechercher dans le marquage isotopique des pluies qui affectent ces différents secteurs ainsi que dans l'altitude d'infiltration des eaux météoriques.



Illustration 91 : Composition isotopique des eaux de rivières et des pluies prélevées à Moorea.



Illustration 92 : Composition isotopique de l'ensemble des eaux prélevées à Moorea.

6.5. ESTIMATION DES TEMPS MOYENS DE TRANSFERT DES EAUX SOUTERRAINES

6.5.1. Préambule

Il existe plusieurs méthodes pour estimer le temps moyen de transfert (TMR) des eaux souterraines (Illustration 93). Pour Moorea et les autres îles de la Polynésie française, des temps relativement courts sont attendus. Ce sont donc les gaz dissous CFCs et SF₆ qui ont été retenus.



Illustration 93 : Méthodes de datation basées sur les traceurs radioactifs et gazeux (Newmann et al., 2010).

Les gaz dissous ont été utilisés dès le début des années 1980 pour estimer les temps moyens de transfert. À l'heure actuelle, on dispose donc d'un certain recul pour les mettre en œuvre de façon optimum (IAEA, 2006).

Les composés halogénés CFC-11 (trichlorofluorométhane), CFC-12 trichlorodifluorométhane), et CFC-113 (trichlorotrifluorométhane) communément appelés « fréons » ont été utilisés en raison de leur origine exclusivement anthropique et de leurs propriétés physico-chimiques :

- temps de résidence atmosphérique élevé ;
- bonne stabilité chimique dans le sol et dans l'eau ;
- homogénéité des concentrations atmosphériques dans les deux hémisphères.

La première synthétisation date de 1928 mais ce n'est qu'au début des années 30 que leur commercialisation a commencé. Entre les années 1950 et 1960, ces gaz ont été largement été utilisés dans l'industrie (froid, nettoyants industriels, propulseurs, mousses isolantes...) et se sont diffusés dans l'atmosphère et l'hydrosphère. Compte tenu de leurs effets délétères sur la couche d'ozone, de nombreux états en ont interdit l'utilisation en 1987.

L'hexafluorure de soufre (SF₆) est, quant à lui, principalement utilisé pour ses capacités isolantes (industrie électrique, double vitrage...). Ce gaz est également utilisé dans la production du magnésium et comme traceur dans la détection des transferts de polluants. Sa production industrielle a débuté en 1953 et il est actuellement considéré comme le plus puissant gaz à effet de serre. Il est principalement d'origine anthropique mais 1% des émissions mondiales serait d'origine naturelle.

La datation des eaux se base sur la comparaison des concentrations en gaz dissous dans les eaux souterraines et les concentrations en gaz dans l'atmosphère qui sont parfaitement connues en divers endroits de la planète. Dans le cas de la présente étude, ce sont les chroniques données par le Earth System Research Laboratory / National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA/ESRL, 2019) et l'Advanced Global Atmospheric Gases Experiment (AGAGE, Prinn *et al.*, 2018) pour la station de Tituila aux îles Samoa qui ont servi de référence (Illustration 94).



Illustration 94 : Chroniques des concentrations dans l'air des CFC et SF₆ (Tituila, Samoa).

6.5.2. Méthode de prélèvement

Les prélèvements d'eau doivent être réalisés de manière à ce que l'échantillon ne soit jamais en contact avec l'atmosphère. Dans cet objectif, Oster *at al.* (1996) ont défini un protocole basé sur l'utilisation de flacons en verre de 500 ml eux même placés dans un récipient métallique (Illustration 95) qui est également rempli d'eau prélevée puis scellé.

Les analyses des gaz dissous (CFC, SF₆) ne font pas l'objet de normes ISO mais le recours à un contrôle continu avec l'utilisation de standards internes et la participation à des exercices de calibration inter-laboratoires permettent de garantir l'obtention de faibles incertitudes (environ 5 %).

Les CFC sont dosés à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse équipé d'un capteur à détecteur d'électrons. Le SF₆ est dosé de la même manière mais une préconcentration initiale de type « purge-and-trap » doit être mise en œuvre. Au final, les concentrations s'expriment en pmol/l pour les CFC et en fmol/l pour le SF₆.



Illustration 95 : Système de prélèvement utilisé en vue du dosage des CFC et SF₆

Il convient de noter que plusieurs phénomènes peuvent entraîner une altération de la concentration en gaz dissous :

Contamination du milieu ou de l'échantillon : le milieu peut être contaminé par la présence d'objets contenant des fréons ou du SF₆ (vieux frigos, transformateurs électriques...). Le non-respect des consignes de prélèvement (contact de l'échantillon avec l'atmosphère actuelle, mauvaise fermeture du flacon...) peut également conduire à une contamination de l'échantillon.

Dégradation : les gaz dissous peuvent être dégradés dans un environnement réducteur, de même que par la présence de matière organique dissoute dans l'échantillon.

Excès d'air : lors des épisodes de recharge, une quantité de gaz additionnelle peut être dissoute sous une pression supérieure à la pression atmosphérique (Wilson et McNeill, 1997). Ce phénomène concerne très fréquemment le SF_6 et dans une moindre mesure le CFC-12.

Formation géogénique : pour le SF₆, il existe un possible apport terrigène en milieu sédimentaire ou riche en fluor ou en soufre.

6.5.3. Estimation des temps moyens de transfert

L'estimation du temps moyen de transfert d'une eau souterraine passe par la prise en compte des concentrations en gaz dissous mais également par l'identification du modèle de circulation le plus probable. Parmi ces modèles, on distingue (Illustration 96) :

- le modèle « piston » qui considère qu'il n'y a pas de mélange entre l'impluvium et la zone de captage ni de modification des activités par dispersion, diffusion ou échange direct ;
- le modèle « exponentiel » qui considère une stratification verticale des âges qui croissent logarithmiquement de 0 à l'infini de la surface de la nappe à sa base, ce qui peut correspondre à un aquifère homogène d'épaisseur négligeable pour lequel la recharge se fait sur toute la surface ;
- le modèle « mélange » qui considère un mélange entre 2 pôles différents.



Illustration 96 : Modèles d'écoulement type piston, exponentiel et mélange binaire.

6.5.4. Résultats obtenus à Moorea

Compte tenu des contraintes de prélèvement, seuls 6 points d'eau ont pu faire l'objet de prélèvements en vue du dosage des CFC et du SF₆ à Moorea. A noter que la source Vaiva n'a pas pu faire l'objet de prélèvements compte tenu des installations de captage (contamination atmosphérique inévitable).

Sur la base d'un modèle de type exponentiel, des âges compris entre 10 et 100 ans ont pu être calculés (Illustration 97).

Les eaux prélevées au droit de la zone d'intérêt sur le point MO_4 se sont avérées les plus jeunes (une dizaine d'années). Deux points se sont caractérisés par des âges un peu plus anciens de 16 à 25 ans (MO_14 et MO_16). Des eaux plus anciennes (90-100 ans) ont été identifiées au droit des points MO_12 et MO_13. Le point d'eau MO_15 s'est enfin caractérisé par un âge intermédiaire de l'ordre de 50 à 60 ans.



Illustration 97 : Âges calculés pour 6 points d'eau à Moorea.

6.6. SYNTHÈSE

Les analyses mises en œuvre sur 15 points d'eau souterraine (ESO) et superficielle (ESU) ont permis de mettre en évidence :

- le caractère bicarbonaté calcique majoritaire des eaux ;
- un chimisme des eaux plus varié qu'à Tahiti et différent de Ua Pou mais qui reste relativement homogène, ce qui laisse supposer des processus d'acquisition de la minéralisation (interactions eau-roche) relativement similaires d'un point à un autre ;
- un enrichissement systématique en sodium lié à l'environnement géologique (essentiellement constitué de roches alcalines) ;
- un faible risque de fond hydrogéochimique élevé pour les éléments analysés (à l'exception de la frange côtière où une intrusion saline est possible). Les teneurs en nitrates restent faibles dans les secteurs agricoles et le bore et le strontium constituent les 2 éléments traces les plus abondants;
- un phénomène d'intrusion saline marqué sur le forage Maharepa 1 (MO_13) avec une contribution de l'eau de mer évaluée à 8 %;
- l'origine géologique (sollicitation d'horizons phonolitiques) des fortes teneurs en sodium observées sur le forage Nuuroa 2 (MO_15);

- des compositions isotopiques relativement similaires en ce qui concerne le strontium au droit de la zone d'intérêt (secteur d'Afareaitu), confirmant ainsi des processus d'acquisition de la minéralisation relativement semblables ;
- la contribution plus que probable des eaux souterraines au débit des cours d'eau même si au droit de certains points de contrôle (ex : cascade d'Hotutea), le débit écoulé semble essentiellement correspondre à des eaux ruisselées ;
- un net appauvrissement des eaux souterraines par rapport à la composition moyenne pondérée et annuelle des pluies, ce qui suggère une alimentation par les pluies les plus abondantes (effet de masse) et/ou tombées le plus en altitude ;
- des temps moyens de résidence allant d'une dizaine d'années à un peu moins d'une centaine d'années. À noter que les âges les plus anciens qui ont été observés dans le nord-est de l'île correspondent également aux teneurs isotopiques les plus appauvries ; ces dernières pouvant témoigner d'une contribution prépondérante de zones élevées et lointaines dans l'alimentation de ces ouvrages.

7. Modèle conceptuel

Sur la base des résultats des différentes investigations, il est possible de proposer un modèle conceptuel hydrogéologique pour la zone d'intérêt située en amont d'Afareaitu.

Le modèle retenu correspond à celui d'un bassin versant limité par de hautes crêtes culminant à 700 ou 800 m d'altitude et présentant un allongement nord-ouest/sud-est d'environ 6,5 km. Entre les crêtes et les cascades que l'on retrouve généralement à mi-pente au contact entre les formations basaltiques du Mouaputa (^{v1}β²) et les brèches plus anciennes (br1), se développe un plateau en pente douce constitué de coulées fraîches et vacuolaires propices à l'infiltration des eaux météoriques (Illustration 98). La présence de petites sources au sein de cet horizon est néanmoins possible.

Au droit du plateau, l'infiltration serait prépondérante comme semble l'indiquer la carte d'Indice et de Persistance des Réseaux (IDPR). Les eaux s'écouleraient ensuite selon le sens des coulées au sein des brèches. Ces dernières comportent en effet des niveaux laviques plus ou moins poreux et fracturés qui sont également propices à la circulation des eaux souterraines. Les eaux de ruissellement sont, quant à elles, drainées par le réseau hydrographique et rejoignent la partie aval par le biais de cascades.



Illustration 98 : Modèle conceptuel hydrogéologique défini pour la zone d'intérêt d'Afareaitu.

En contre-haut du village d'Afareaitu, la source Vaiva dont les caractéristiques physico-chimiques semblent compatibles avec la production d'eau potable serait alimentée par les eaux infiltrées sur le plateau ainsi que par des circulations plus superficielles au sein d'éboulis présentant une matrice argileuse et ressortant comme conducteur sur la tomographie P6 (épaisseur de l'ordre de 40 mètres).

En l'absence de station pluviométrique d'altitude et de station limnimétrique, il est difficile d'évaluer le volume infiltré au droit du bassin versant. Si l'on se réfère toutefois aux éléments de bilan calculés pour le bassin versant de la Punaruu qui se caractérise par une pluviométrie moyenne (2100 mm) proche de celle enregistrée au poste d'Afareaitu 2 (2260 mm) et qui présente également une zone d'infiltration privilégiée dans sa partie amont (Plateau des Orangers), on peut retenir un pourcentage d'infiltration de 11,5 %, soit un cumul de 260 mm pour la zone d'intérêt d'Afareaitu. Rapporté à la superficie du plateau (environ 1 km²), un tel cumul permet d'estimer le volume infiltré à 260 000 m³ et de calculer un débit restituable de 8 l/s, ce qui est proche du débit observé sur la source Vaiava (débit d'étiage estimé à 5 l/s).

Sur la frange littorale, la présence de formations marines et/ou la présence d'un substratum lavique très altéré à faible profondeur (repéré au fond des vallées lors des investigations géologiques) provoquent l'émergence de petites sources temporaires (sources de débordement). L'intrusion marine, bien que possible, n'a pas été observée en l'absence de forages.

Sur le plan isotopique, les 2 sources situées à l'aval direct du plateau basaltique (dont la source Vaiava) présentent les teneurs les plus appauvries de la zone d'intérêt ainsi que des teneurs inférieures à la composition moyenne pondérée et annuelle des pluies. Ceci suggère une alimentation par les pluies les plus abondantes (effet de masse) et/ou tombées à haute altitude.

En ce qui concerne les datations, un âge de 10 ans a pu être calculé pour une source située en contre-bas du Toheia, au sein des formations basaltiques du bouclier principal. La source Vaiava n'a pas pu faire l'objet d'une telle datation compte tenu des équipements de captage.

En dehors de la zone d'intérêt, les investigations n'ont pas été assez poussées pour pouvoir établir d'autres modèles conceptuels. On retiendra néanmoins qu'à l'exception de la frange littorale où le risque d'intrusion saline est important et des forages qui intercepteraient une grande épaisseur de phonolites (roche riche en alcalins), le risque de fond géochimique élevé est faible.

Pour les forages situés dans le quart nord-est de l'île, les teneurs isotopiques appauvries et les âges importants (de l'ordre de 100 ans) suggèrent une contribution prépondérante de zones élevées et lointaines dans l'alimentation de ces ouvrages.

8. Conclusion

Les investigations menées sur l'île de Moorea entre septembre 2017 et mars 2019 ont principalement porté sur une zone d'intérêt située en amont d'Afareaitu et définie par la commune et la Polynésienne des Eaux. Des investigations plus ponctuelles (réinterprétation de pompages d'essai, diagraphies, prélèvements, ...) ont également été menées au droit de différents secteurs dans l'objectif de caractériser les phénomènes hydrogéologiques à plus grande échelle.

Au droit de la zone d'intérêt d'Afareaitu, le modèle hydrogéologique conceptuel établi met en évidence le rôle prépondérant du plateau constitué de coulées fraîches basaltiques qui surmonte les formations bréchiques. De par leur nature vacuolaire, les laves permettraient aux eaux météoriques de s'infiltrer et de contribuer à l'alimentation des sources situées plus bas et notamment de la source Vaiava.

Cette dernière présente un débit d'étiage non négligeable (de l'ordre de 5 l/s) ainsi qu'une qualité physico-chimique qui semble compatible avec la production d'eau potable. Elle est actuellement captée pour les besoins des habitations situées en contre-bas mais pourrait constituer une ressource d'intérêt communal.

Dans ce secteur, la réalisation d'un forage horizontal visant à intercepter les brèches qui contiennent des passées poreuses et/ou fracturées est envisageable mais il existe un risque de ne pas intercepter de tels niveaux. Il existe également un risque d'assécher la source si cet ouvrage venait à être productif. La réalisation d'un forage vertical est, quant à elle, proscrite dans la mesure où le substratum, a priori très altéré, semble se situer à faible profondeur sous le niveau 0 m NGPF.

En dehors de la zone d'intérêt, les investigations n'ont pas été assez poussées pour pouvoir établir d'autres modèles conceptuels mais il semble que les formations volcaniques sous faible recouvrement altéré situées au-dessus de la cote -30 m NGPF et à distance de la côte (au-delà de 700 m) constituent une cible à privilégier. Les paléo-vallées remplies de matériaux détritiques pourraient également constituer des axes de drainage privilégiés pour les eaux souterraines mais les résultats peuvent être aléatoires compte tenu de la nature potentiellement argileuse du remplissage.

Si l'on souhaite reconnaître ces formations à grande échelle, les techniques géophysiques aéroportées semblent adaptées. Sur la base d'un premier traitement des données acquises en vol, il est en effet possible d'établir une cartographie des secteurs pouvant se caractériser par la présence d'un aquifère significatif. Une fois classés en fonction des intérêts communaux et des contraintes foncières, ces derniers doivent alors faire l'objet de reconnaissances de terrain complémentaires afin de confirmer leur intérêt. Au terme de cette phase et d'un traitement plus fin des données, une sélection de sites favorables à l'implantation de forages peut alors être fournie.

Sur le plan de la qualité, aucun problème majeur n'a été relevé à l'exception de phénomènes d'intrusion salée sur le forage Maharepa 1 et d'un enrichissement systématique en sodium lié à l'environnement géologique. A noter que ce dernier est nettement marqué au droit des forages de Nuuroa en raison de la présence de phonolites dans le sous-sol.

Au-delà de ces résultats, il apparaît que l'approche pluridisciplinaire mise en œuvre s'est avérée adaptée pour mieux préciser le potentiel et les caractéristiques des formations volcaniques de l'île de Moorea.

L'échantillonnage des pluies s'est par contre avéré trop limité dans le temps pour déterminer avec précision l'origine géographique des eaux prélevées. Compte tenu de cette observation, il est recommandé que le suivi isotopique des pluies puisse être mené sur au moins 2 cycles hydrologiques à partir de dispositifs permettant de récupérer l'ensemble des précipitations si de nouvelles zones devaient faire l'objet d'une approche similaire.

On peut également recommander que le nombre de prélèvements soit étendu à un plus grand nombre de points d'eau et que plusieurs forages puissent être instrumentés en vue d'un suivi des niveaux piézométriques et de paramètres physiques tels que la température et la conductivité si l'on souhaite appréhender de façon plus fine les mécanismes hydrogéologiques.

Sur le plan opérationnel, le captage de la source Vaiva et les reconnaissances géophysiques aéroportées constituent donc 2 pistes de sécurisation de l'approvisionnement en eau potable de l'île. La première pourrait être mise en œuvre à court terme (dans l'année à venir) après des travaux d'aménagement et la seconde, à moyen terme (dans les 3 ans à venir) au travers d'un partenariat avec un opérateur spécialisé. Son coût a été évalué à environ 390 000 XPF/km² investigué.

9. Bibliographie

Araguas L., Froelich K., Rozanski K. (1998) - Stable isotope composition of precipitation over southeast Asia. Journal of Geophysical Research, 103, D22, 28721-28742.

BESET (2003) - Rapport technique : l'installation d'un nouveau forage d'eau potable. SA Jus de fruit de Moorea. 30 p.

Bourdet, Whittle T.M., Dougals A.A., Pirard V.M. (1983) - A new set of type curves simplifies well test analysis, World Oil.

Bourdet D., Ayoud J.A. and Prirard Y.M. (1989) - Use of pressure derivative in well-test interpretation. SPE, 293-302.

Bretaudeau F., Mathieur F., François B. (2016) - Investigations sismiques et électriques sur le Mont Baduel, Guyane Française. Rapport final. BRGM/RP-65823-FR, 99 p., 74 fig., 3 tabl., 3 ann.

CHSP (2019) - Qualité des eaux destinées à la consommation humaine à Tahiti et dans les îles. Rapport 2018.

Clouard V., Bonneville A. (2004) - Submarine landslides in French Polynesia. Oceanic hotspots. Ed. Springer, pp. 209-238.

Corbier P., Pasquier S. (2018) - Programme d'actions pour l'exploitation et la gestion des eaux souterraines de la Polynésie française. Inventaire des données existantes sur les îles de Moorea, Maiao, Huahine, Raiatea, Taha'a, Ua Pou, Makatea et Rangiroa. Rapport final. BRGM/RP-67128-FR, 137 p., 95 ill., 4 ann.

Direction de l'Ingénierie Publique et des Affaires Communales (DIPAC) (2009) - Délimitation des périmètres de protection des captages destinés à l'alimentation en eau potable de la commune de Moorea-Maiao. Phase 1 : études préalables, rapport définitif. 396 pp.

Deruyck B., Ehlig-Economides C. and Joseph J., (1992) - Testing design and analysis. Oilfield and analysis. 28-45.

Duvert C., Raiber M., Owen D. D. R., Cendón D. I., Batiot-Guilhe C., Cox M. E. (2015) - Hydrochemical pro-cesses in a shallow coal seam gas aquifer and its over-lying stream–alluvial system: implications for recharge and inter-aquifer connectivity, Appl. Geochem., 61, 146–159,doi:10.1016/j.apgeochem.2015.05.021.

Gallant J.C., Wilson J.P. (2000) - Primary topographic attributes in J.P. Wilson, J.C. Gallant (Eds.), Terrain Analysis: Principles and Applications, Wiley, New York (2000), pp. 51-85.

Gat J.R. (1996) - Oxygen and hydrogen isotopes in the hydrologic cycle. Annu. Rev. Earth Planet Sci. 24, 225–262.

Guillen J. (2018) - Prospection de nouvelles ressources sur Paopao, Marché N°15/2017 - Forage de reconnaissance, rapport d'exécution (1^{ère} partie).

Hassler K., Dähnke K., Kölling M., Sichoix L., Nickl A.L., Moosdorf N. (2019) - Provenance of nutrients in submarine fresh groundwater discharge on Tahiti and Moorea, French Polynesia. Applied Geochemistry, 100, 181-189.

Hémond C., Devey C.W., Chauvel C. (1994) - Source compositions and melting processes in the Society and Austral plumes: element and isotope (Sr, Nd, Pb, Th) geochemistry. Chem. Geol., 115 (1994), pp. 7-45.

Herrera C., Custodio E. (2008) - Conceptual hydrogeological model of Easter Island (Chile) after chemical and isotopic survey. Hydrogeology journal, 16:1329-1348.

Hildenbrand A., Gillot P.Y, Le Roy I. (2004) - Volcano-tentonic and geochemical evolution of an oceanic intra-plate volcano: Tahiti-Nui (French Polynesia). Earth and Planetary Science Letters, 217(3), pp. 349-365.

Houdre G. (2013) - Actualisation du Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable de la commune de Moorea-Maiao. Rapport de Phase 1. Egis Eau, 268p.

IAEA (1992) - Statistical treatment of data on environmental isotopes in precipitation, Tech. Rep. Serie, vol. 331, 720 pp., Vienna.

IAEA (2006) - Use of Chlorofluorocarbons in hydrology: A guidebook. STI/PUB 1238, IAEA, Vienna. 277p.

LTPP (1971) - Reconnaissance hydrogéologique, vallée de Temae, baie de Paopao. Dossier N°70564. 16p.

LTPP (1974) - Reconnaissance hydrogéologique, secteur de Paopao. Rapport N°4544, dossier N°74835. 10p.

LTPP (1977) - Reconnaissance hydrogéologique, secteur d'Opunohu. Dossier N°78001. 21p.

LTPP (1977) - Reconnaissance hydrologique, secteur NW, deuxième phase. Rapport N°5971, dossier N°74835. 30p.

LTPP (1980) - Reconnaissance hydrogéologique, secteur de Maharepa. Rapport N°7439, dossier N° 80052. 4p.

LTPP (1980) - Études des ressources en eau, île de Moorea, rapport préliminaire. Rapport N°7435, dossier N°80062. 53p.

LTPP (1981) - Étude globale des ressources en eau, île de Moorea. Rapport N°8249, dossier 80062. 89 p.

LTPP (1981) - Sondage de reconnaissance, essais de pompage 2^{ème} phase, secteur de Maharepa. Rapport N°7684, dossier N°80062. 18p.

LTPP (1985) - Forage d'eau, reconnaissance hydrogéologique. Note technique N°85/592. Rapport N°85/778/CP/BB, dossier N° 85087. 8p.

LTPP (1987) - Sondages de reconnaissance hydrogéologique à Haapiti et Vaiare. Complémentaire à la note technique N°85/592. Rapport N°87/331, dossier N°87 024. 43p.

LTPP (1988) - Sondages de reconnaissance S3 et S4, Maharepa – Essais de pompage. PVE N°88/1046, D.88.099.

Mardhel V., Gravier A. (2005) - Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines du Bassin Seine-Normandie. Rapport BRGM RP-54148-FR, 92 p.

Maury R.C., Le Dez A. (2000) - Carte géol. France (1/25 000), feuille Moorea – Polynésie française. Orléans : BRGM. Notice explicative par Maury R.C., Le Dez A., Guillou H. (2000) 62p.

Maury R.C., Le Dez A., Guillou H. (2000) - Notice explicative, Carte géol. France (1/25 000), feuille Moorea – Polynésie française. Orléans : BRGM, 62 p. Carte géologique par Maury R.C., Le Dez A. (2000).

Newmann B.D., Osenbruck K., Aeschbach-Hertig W., Solomon K., Cook P., Rozanski K., Kipfer R. (2010) - D ating of "young" groundwater using environmental tracers : advantages, applications, and research needs. Isotopes in Environmental and Health Studies, 46:3, 259-278

NOAA/ESRL (2019) - Chloroflurocarbon-11, Chloroflurocarbon-12, Chloroflurocarbon-113, Sulfur hexaflouride data from the NOAA/ESRL halocarbons in situ program DOI: http://doi.org/10.7289/V5X0659V.

Oster H., Sonntag C., Munnich K.O., (1996) - Groudwater age dating with chlorofluorocarbons, Water Ressour. Res., Vol. 32, No. 10, 2989-3001.

Ozog R., Vernoux J.F. (2012) - Inventaire des données relatives à l'eau souterraine disponibles à Tahiti. Rapport final BRGM/RP-61597-FR, 102 p., 35 figures, 21 tableaux, 2 annexes.

Permana D. S., Thompson L.G., Setyadi G. **(2016)** - Tropical West Pacific moisture dynamics and climate controls on rainfall isotopic ratios in southern Papua, Indonesia, J. Geophys. Res. Atmos., 121, 2222–2245, doi:10.1002/2015JD023893.

Prinn R.G., Weiss R.F., Frasser P.J. et al. (2000) - A History of Chemically and Radiatively Important Gases in Air deduced from ALE/GAGE/AGAGE, J. Geophys. Res., 150, 17,751-17,792.

Renard Ph., Glenz D. and M. Mejias. (2009) - Understanding diagnostic plots for well-test interpretation. Hydrogeology Journal. 17: 589–600.

Rozanski K., Araguás L., Gonfiantini R. (1993) - Isotopic Patterns in Modern Global Precipitation, in: Climate Change in Continental Isotopic Records, edited by Swart, P. K., Lohman, K. C., McKenzie, J., and Savin, S., 1–36, American Geophysical Union, Washington D.C., USA, doi:10.1029/GM078p0001.

Scholl M.A., Ingebritsen S.E., Janik C.J., Kauahikaua J.P. (1996) - Use of precipitation and ground water isotopes to interpret regional hydrology on a tropical volcanic island: Kilauea volcano area, Hawaii. Water Resour. Res. 32 (12), 3525–3537.

Scholl M.A., Gingerich S.B., Tribble G.W. (2002) - The influence of microclimates and fog on stable isotope signatures used in interpretation of regional hydrology: East Maui, Hawaii. Journal of Hydrology, 264, 170-184.

Shlumberger (2002) - Well test interpretation. SCHLUMBERGER. Rap. 122 p.

Spane F.A. and Wurstner S.K. (1993) - DERIV: a computer program for calculating pressures derivatives fir use in hydraulic test analysis.

SPCPF (1995) - Forages Maharepa, compte rendu de mission.

SPEED (1990) - Études des ressources en eau. Reconnaissance mécanique, évaluation des potentialités, secteurs de Paopao, Temae et Maharepa.

SPEED (1998) - Schéma directeur de l'alimentation en eau potable de Moorea, recherche de nouvelles ressources. Rapport de 3^{ème} phase, campagne de reconnaissance mécanique. 32 p.

SPEED – LTPP (2015) - Recherche de nouvelles ressources en eau pour le secteur sud de l'île de Moorea, Phase 1 : Analyse de la situation existante et définition du contexte hydrogéologique. N° affaire 1694 15 EAU, 130 p.

Vai-Natura (2016) - Exploration de la vallée de Paopao pour en apprécier le potentiel hydraulique, Moorea. Rapport d'analyse R20160411-HY, 46p.

White W.M., Duncan R.A. (1996) - Geochemistry and Geochronology of the Society Islands: New Evidence For Deep Mantle Recycling. Isotope Studies of Crust-Mantle Evolution, Amer. Geophys. Union, Geophysical Monograph, 95, p. 183-206.

Wilson G. B., McNeill G. W. (1997) - Noble gas recharge temperatures and the excess air component. Appl. Geochem.12(6), 747–762.

Annexe 1

Données des reconnaissances géologiques
rdure rivière rdure rivière	Brèche Série lavique	Lahar Lahar Basaite sub-aphyrique	5100010NE / Ecoulement vers le N110	Nule	Moyenne (Saprolites) Moyenne pour les brèches	rèche volt anique cortésive à diastres de tourier numerariante. Internance de contésive à diastres de tourier stailles (annumerariante) matrice fine grée-marron Atternance de coutées et de hèches scontacées inter-coutées (semelles) métriques, début d'argilisation des	UUN IEALE THUNUSEUL Source semble sortir à la limite entre les brèches et le recouvrement colluvionaire
Serie lavique Brèche		sasaite sub-aphyrique Basalte aphyrique	Ecoulement vers le N110 /	Falble Nulle dans les brèches, importante dans les coulées	intercoulées, faible pour les coulées Aoyenne pour les brèches, faible pour la coulée	brèches scorlacées 10m de brèches cohésives à lapills en cours dérosont air la cascade reposant sur une coulée masive non véscuée et fracturée	, ,
térie bréchique		Tuff	/	Nulle dans les brèches, importante dans les coulées	Aoyenne pour les brèches, faible pour les coulées	60m de brèches soudées de 5-7m de puissance alternant avec de rares coulées massives. Les brèches sont probablement d'origines différentes	/
Lave		Basalte à ol/px	,	Nulle	Importante (Saprolites évoluées)	Affleurement limité (quelques m2) de saprolites laviques à rares vacuoles en cours de colmatage	Source semble sortir à la limite entre les saprolites et le recouvrement colluvionaire
Alluvions		Alluvions	/	/	1	Si Alluvions torretielles sub-actuelles	source/Résurgence à la base d'un bloc volant c brèches
Alluvions		Alluvions	/	/	1	Alluvions / Colluvions à blocs dm pris dans une matrice argileuse ocre	- /
Série lavique Bas	Bas	alte sub-aphyrique	Ecoulement vers le N145	Moyenne à forte	Faible	20-30m de basalte lavique avec belle alternance métrique de coulées massives vésuculées (parfois avec zéolithes) et de brèches intercoulée (type aa ?)	Suintements
Série lavique		Basalte à ol/px	Ecoulement vers le N120	Forte	Nulle	20-30m de basalte lavique avec belle alternance métrique de coulées massives vésuculées (parfois avec zéolithes) et de brèches intercoulée (type aa ?)	Suintements
Série lavique		Basalte à ol/px	,	Forte	Nulle	20-30m de basalte lavique avec belle alternance métrique de coulées massives vésuculées (parfois avec zéolithes) et de brèches intercoulée (type aa ?)	/
Série lavique		Basalte à ol/px	Dyke (?) N100, vertical	Faible	Faible	10m de basalte massif gris clair à rares vacuoles, dyke ou bordure de lavatube ?	/
Colluvions		Colluvions		(coluio	/ Immediated (Consolitor Analudee)	Collavions a blocs emballes dans une matrice brune Alternance de coulées et de brèches scoriacées inter-coulées (semelles) métriques brèches scoriacées bien	Urigine de la source difficile a voir
anhiananac				anne		argilisées, basalte massif en début de saprolitisation	~ •
Lave		Basatte a px/ol Basatte à nx/ol	Fcoulement vers le N110	Importante	Faible	Basalte massif a larges vesicules generalement zeolithisees Rasalte massif à larges vésicules roésence de semelle scoriarée	~ ~
Lave		Basalte à px/ol		Faible (?)	Moyenne (Saprolites)	pasarice masari a danges vesicures, ja serince ve semene sconacce Petit affleurement de basalte vésiculé altéré en boules (saprolites)	
Lave		Basalte aphyrique	/	Forte	Moyenne (Saprolites)	ave vésiculée massive à débit en dailes, altérée en saprolites vers le haut du profil et recouverte par 1m de collinions	1
Lave		Basalte	_	Faible	Moyenne (Saprolites)	Lave très vacuo laire, avec présence de nombreux zéolithes	Suintements
Série lavique		Basalte	Dyke N140, 75E	Moyenne	Moyenne (Saprolites)	Falaise massive, avec niveau bréchiques plus en hauteur. Présnce d'un dyke bien développé	Suintements
Dyke		Basalte à ol/px/plg	Dyke N140, 75E	Forte	Faible (dyke), forte (encaissant)	Dyke très frai de 2m de puissance, prismé, s'intrudant dans une brèche scoriacée Dato très frai de 1m de miscance, miscané, s'intrudant dans une coulds bacalitaine visionitée	
Série lavinne		Bdodite d pX/ UV pig) /	Faible	raiore (uyke), rorte (ericalssarit) Movenne	UNCE UPS HALVES HALVE PUISSAIRCE, PITSHE, S HILLUDAHL UAHS UNE COURE USSAIRQUE VESKUREE Succession fine de niveau lavioues et pyroclastinues (2) ou de coulées très fines de tyre na hore hore	/ Venue d'eau ferrugineuse (?)
delo hedoblouo		Tiff		Nulle dans les brèches, importante N	Aoyenne pour les brèches, faible pour	Série volcano-sédimentaire présentant une alternance de coulées, de brêches scoriacées inter-coulées	
anhinan ana				dans les coulées	les coulées	(semelles), de brèches soudées (phréato magmatiques ?) et de cinérites, sur 80m de puissance	~ `
Lave		Basalte à px Basalte à pv/ple		Faible	Importante (saprolites évoluées) Eaible	Altérites orangées de lave vésiculée, sol arglieux Barra lavious (an olara 2) nauvésiculéa rarouverta nar hrèches (rollinions	_ `
Tave -		advice a hv/ high		Nulle dans les brèches, importante	Aoyenne pour les brèches, faible pour	barre navique (criphace 1) peu vesiculee recouver le par precins/contavio) Uternance de coulées plus ou moins vésiculées (2m max) et de niveaux bréchiques soudés à éléments divers	
serie lavique		Basaite a px/oi	,	dans les coulées	les coulées	(scoriacés à massifs, max décimétriques) pris dans une matrice rouge	~
Série lavique		Basalte sub-aphyrique	/	Moyenne	Faible à moyenne	coulées de basaites bien vésiculées (Pa hoe hoe?) formant des niveaux tabulaires horizontaux. Par-dessus : bréches sub-actuelles (alluvions/lahars)	/
Série lavique		Basalte	/	Forte	Faible	uternance de niveaux laviques sains plus ou moins vésiculés mais généralement bien fracturés et de niveaux bréchiques plus attérés	/
Série lavique		Basalte	/	Faible à moyenne	Importante (Saprolites évoluées)	Alternance de coulées et de brèches intercoulées de couleur rouge-orangée, altération parfois importante la reilisation	1
Série lavique		Basalte	/	Faible	Importante (Saprolites évoluées)	Alternance de coulées et de brêches intercoulées couleur rouge-orangée, altération parfois importante Conditionalories	1
Série lavique		Basalte	Dyke N050, vertical	Faible	Importante (Saprolites évoluées)	راها من المراجعة الم المراجعة المراجعة الم	,
Brèche		Brèche	/	Faible/Nulle	Importante (Saprolites évoluées)	Brèche scoriacée rougeâtre	. ~
Brèche		Brèche	/	Faible/Nulle	Importante (Saprolites évoluées)	Brèche scoriacée rougeâtre	1
Brèche		Brèche		Faible/Nulle	Importante (Saprolites évoluées)	Brèche scoriacée rougeâtre, passés plus massifs grisâtres	~ `
Lave		Lave intermédiaire		Forte	Movenne	Course distrives dans de plasance parteriant avec une precia muer course aconocee aconocee fifeurement limité (quelques m2, en place?) de saprolites de lave massive aphyrique à cassure esquilleuse et	
						altération blanchâtre	
Série lavique		Basalte	/	Faible	Moyenne	viternance de lave et de brêche inter-coulee sur 3m de puissance, pendage vers l'aval. Autour = colluvions a blocs	/
Série lavique		Basalte à px	/	Moyenne	Importante (Saprolites évoluées)	4m de saprolites laviques grises vésiculées à px altérés	/
Série lavique		Basalte à px	/	Importante	Moyenne	Altemances de coulées fines et de brèches inter-coulées, vésiculation importante	1
Colluvions		Colluvions	,	/	/	Colluviors d'altérites laviques emballées dans une matrice brune	/
Alluvions		Alluvions	_	/	/	Alluvions actuelles et remblais anthropique	1
Lave		Basalte à px/ol	~ -	Moyenne	Moyenne (Saprolites)	Saprolites grises clair friables	1
Série lavique		Basalte à plg		Importante	Faible	Empliement de coulées de faible puissance, très vésiculées (pahoehoe ?)	_ `
Lave		Basalte a px/ol	_	Importante	Faible a nulle	Crete armee de lave massive moyennement vesiculee, px automorphes cm	,
série bréchique		Basalte	Dyke N050, 65E	Nulle dans les breches, importante dans les coulées	Moyenne pour les breches intercoulées, faible pour les coulées	uternance de breches et de coulees intrudee par un dyke de 2m de pussance. Presence d'oceanites. Urigine des brèches soudées = remaniement / phréatomagmatisme ?	/
Aluvions		Alluvions	,	1	/	Alluvions torretielles sub-actuelles	1
Série lavique		Basalte à px/ol	Dyke N140, 90	Faible dans les brèches, importante dans les coulées	Faible à la base de l'affleurement, moveme (sennolite) au commet	Plie lavique présentant une alternance de coulées vésiculées métriques et de brèches inter-coulées dm reconnoise nariun divise	/
Alluvions		Alluvions	-	/		Allwions torretielles sub-actuelles (galets max dm)	1
Alluvions		Alluvions	/	/	/	Alluvions torretielles sub-actuelles (galets < dm)	1
Alluvions		Alluvions	`	/	1	Alluvions torretielles sub-actuelles (galets max m). Présence d'altérites laviques vésiculées à pig (saprolites) au niveau de la route	1
Série lavique		Basalte à plg/ol/px	`	Faible à moyenne	Moyenne (saprolites)	Altérites laviques vésiculées à nox pig (saprolites) intercalées entre possible brèches	1
Série lavique		Basalte	`	Nulle dans les brèches, importante	Faible	Empilement lavique au sommet reposant sur des brèches (vue depuis la route)	1
				dans les coulées		the second s	

Annexe 2

Informations sur les ouvrages inventoriés à Moorea

Moorea
ω,
ns menées
investigatior
des
Bilan

| 115 Valudees Exploité 260 m3/j Intervention environmentation 77 Valudees Exploité 172 m3/j (étiage) ébuils en forto 91 Valudees Exploité 172 m3/j (étiage) ébuils en forto 12 Valudees Exploité 127 m3/j (étiage) captage de 5 sources résurg 12 Valudees Exploité 2450 172 m3/j (étiage) captage de 5 sources résurg 56 Valudees Exploité 2450 172 m3/j (étiage) perchés, pérenne - Emerge à la men s. 56 Valudees Exploité 2450 172 m3/j (étiage) captage de 5 sources résurg 56 Valudees Exploité 2450 172 m3/j (étiage) captae det 57 Valudees Exploité 2450 365 m3/j (étiage) captee det 58 Valudees Exploité 103 6 m3/j (étiage) captee det 58 Valudees Exploité 345 m3/j (étiage) captee det 59 Valudees Exploité 345 m3/j (étiage) captee det 59 Valudees Exploité 345 m3/j (étiage) captee det 50 Valudees Exploité 345 m3/j (étiage) captee det | Validées Exploité 260 m3/j Incomponent operation ope | Exploité 260 m3/j Capite des
éboluse n'orus Exploité 172 m3/j (étiage) éboluse n'orus Exploité 172 m3/j (étiage) capite des
capite des
capite des Exploité 172 m3/j (étiage) capitage de sources résurge
des agglomérats bréchiques, autr
mém so
capite des
capite de | Splotté 260 m3/j Comune reprover exprover construction Splotté 122 m3/j (éthage) captée der
captée der
captée der
captée der
captée der
captée der
captée der
captée der
captée der
captée de
captée de | Oticle 260 m3/ji convercement oité 172 m3/j (étiage) captée dej
captée dej
captée dej oité 172 m3/j (étiage) captage de sources - résuite
captée dej
captée dej
des agglomérats bréchiques, autr
des ag | 260 m3/j 260 m3/j 260 m3/j 112 m3/j (étiage) captée des
captée des
112 m3/j (étiage) captée des
captée des
captée des
captée des
des aggomérats bréchiques, autr
des aggomérats bréchiques en servi
des aggomérats aggomérats bréchiques des
des aggomérats des agrouper des
des aggomérats des aggomérats des aggomérats des aggomérats des aggomé | 260 m3/j Comprise detection 172 m3/j (étriage) Captèe det 172 m3/j (étriage) Captèe det 2450 172 m3/j (étriage) Captèe det 2450 172 m3/j (étriage) Perchée, pérenne - Emerge à la fanne si 2450 172 m3/j (étriage) Perchée, pérenne - Emerge à la fanne si 2450 172 m3/j (étriage) Perchée, pérenne - Emerge à la fanne si 2450 172 m3/j (étriage) Captèe det 2150 m3/j Captèe det Captèe det 2150 m3/j Captèe det Captèe det | 260 m3/j Z60 m3/j 172 m3/j (étiage) Captée der
Captée der
172 m3/j (étiage) 172 m3/j (étiage) Captée der
encrée, péreme - Emerge à la far
perché, péreme - Emerge à la far
des agglomérats bréchiques, autr
même si
< 86 m3/j (étiage) 172 m3/j (étiage) Captée der
captée der
1036 m3/j (étiage) 2160 m3/j Captée der
captée der
2160 m3/j 345 m3/j (étiage) Captée der
captée der
2130 m3/j 345 m3/j (étiage) Captée der servi
Mise en servi 345 m3/j (étiage) Mise en servi 345 m3/j (étiage) Mise en servi 345 (étiage) Non exploité par la commune bio | 260 m3/i December of the second sec
 | Z60 m3/j Comprise des
212 m3/j (éthage) 112 m3/j (éthage) Captage de Sources - résuite
ebuils en for
captage de Sources - résuite
des agglomérats bréchiques, autri-
des agglomérats bréchiques autri-
des agglomérats aggloméra
 | 250 m3/j Detection of the second set for any of the second set for a second set for a des agglometrats bréchiques, autriméme si for a des agglométrats bréchiques, autriméme si for and for a des agglométrats bréchiques, autriméme si for a des agglométrats bréchiques, autriméme si for a des agglométrats bréchiques, autriméme si for a des agglométrats bréchiques, autriméme set l 1/s (étiage) 9 L/s (etiage) Mise en servi vaireme est 10 L/s (étiage) Mise en servi and and arealtu, au sein d'ebouls, a local de la set la dure rupture de pertene. En la allovi antene set la la dure rupture de pertene. Set la set la allovi antene set la la dure rupture de pertene. Set la allovi antene set la allovi a
 | 560 m3/j Captée dej
m3/j (étiage) m3/j (étiage) Captée dej
captée dej
m3/j (étiage) m3/j (étiage) Captée dej
captée dej
m3/j (étiage) m3/j (étiage) Captée dej
captée dej
captée dej
m3/j (étiage) m3/j (étiage) Captée dej
captée dej
captée dej
captée dej
captée dej
captée dej
captée dej
captée dej
captée dej
m3/j (étiage) m3/j (étiage) Captée dej
captée dej
c | 260
m3/j Captage de Sources résulta en loc m3/j (étiage) captage des sources résulta en loc m3/j (étiage) captée deg m3/j (étiage) Captée deg m3/j (étiage) Captée deg ins3/j (étiage) Captée deg ins3/j (étiage) Captée deg j/s (avec Mise en servi j/s (atage) Source perchée, pérenne - Emerge j/s (étiage) Non exploité par la commune bi j/s (étiage) Non exploité par la commune bi j/s (étiage) Source perchée, pérenne, captage j/s (étiage) Source perchée, pérenne, captage j/s (étiage) d'une rupture de perte au sein de j/s (étiage) Source perchée, pérenne, captage j/s (étiage) d'une rupture de perte au sein de | JEO MI3/I Deriver server and server 2 m3/I (ettage) Captée der
Captée der
Captée der
Captée der
Se agglomérats bréchiques autr
des agglomérats bréchiques autr
des agglomérats bréchiques autr
des
agglomérats bréchiques autr
der autr
Se m3/I (ettage) 2 m3/I (ettage) Captée der
captée der
Se m3/I (ettage) 3 m3/I (ettage) Captée der
captée der
Se m3/I (ettage) 3 m3/I (ettage) Captée der
captée der
Se m3/I (ettage) 9 U/S (avec Mise en servi
captée der
Se m3/I (ettage) 9 U/S (avec Mise en servi
captée der
Se m3/I (ettage) 9 U/S (avec Mise en servi
captée der
Se m3/I (ettage) 9 U/S (avec Mise en servi
captée der
Se m3/I (ettage) 9 U/S (avec Mise en servi
captée der
Se m3/I (ettage) 9 U/S (ettage) Nonce perchée, pérenne - Emerge
Rivière po
d'Afarealit, au sein de bouls,
pie de versant, pérenne - En
d'Afarealit, au sein de de du le versant, pérenne - En
d'Afarealit, au sein de de du le versant, pérenne - En
d'Afarealit, au sein de de du le versant, pérenne - captage
d'afarealit, au sein de poulte, alluvér
d'afarealit, au sein de de du le versant, pérenne - En
d'afarealit, au sein de de du le versant, pérenne - captage
d'afarealit, au sein de poulte, alluvér
d'afarealit, au sein de poulte alluvér
d'afarealit, au sein de poulte, alluvér
d'afarealit, au sein de poulte, alluvér
d'afarealit, au sein de
d'afarealit, au sein de
d'afarealit, au sein d | 260 m3/j Captage de Sources résults en foit 112 m3/j (étiage) Captage de Sources - résults en foit 112 m3/j (étiage) Captage de Sources - résults en foit 112 m3/j (étiage) Captage de Sources - résults en foit 266 m3/j (étiage) Captage de Sources - résults en foit 212 m3/j (étiage) Captage de Sources - résults en étiques, aut 212 m3/j (étiage) Captage de Sources - résults en étiques, aut 215 m3/j (étiage) Captage de Sources - résults en étiques, aut 215 m3/j (étiage) Captage de Sources - résults en servi 345 m3/j (étiage) Captage de Source pertrée, pérenne - Emerge de Ju/s (avec 9 L/s (avec Mise en servi 9 L/s (avec Mise en servi 1 L/s (23/09/81) Source perchée, pérenne - Emerge Rivière po 1 L/s (étiage) Non exploité par la commune bit 1 L/s (étiage) Tonn exploité par la commune bit 1 L/s (étiage) Captage toris, métion en folioulis, en servi 15 L/s (étiage) Source perchée, pérenne - captage de Sources privenne - captage de Sources perchée, pérenne - captage de Sources perchée, pérenne - captage de Captage de Source perchée, pérenne - captage de Captage de Source perchée, pérenne - captage de Captage de Captage de Captage de Captage de Source perchée, pérenne - captorte doutes | 260 m3/j
Conversion and conversionation of the second and sending entition of the second and sending entition of the second and sending entities and the second and the | 260 m3/j Compose depuise into
ebuilse into
172 m3/j (etiage) Captide dep
(as agglomérats brechnques, autri-
memes, autri-
des agglomérats brechnques, autri-
memes,
< 86 m3/j (etiage) | 260 m3/j Description 172 m3/j (étiage) Captée dej
Captée dej
Nise en servi
Vairere Ju
Source perchée, pérenne, captage
JL/s (étiage) 1/5 (23/05/1981) Non exploité per la commune bl
d'Afaresitu, au sein d'éboulis,
15 L/s (étiage) 1/5 (étiage) Non exploité per la commune bl
d'Afaresitu, au sein d'éboulis,
15 L/s (étiage) 1/5 (étiage) Source perchée, pérenne, captage
l's (étiage) 1/5 (étiage) Source perchée, pérenne, captage
d'Afaresitu, au sein d'éboulis,
corcesionnellement
captoge de
Captage de
Captage de
Captage de
Captage de
Captage de
Captage de
Captage privée non uti
Abandomé pour cause
d'Afaresitu, au sein d'éboulis,
source perchée, pérenne, captage
l's (ctiage) 1/5 (étiage) Source de net e au sein de
captage de
Captage de uservi
Abandomé pour cause
d'Afaresitu, au sein d'éboulis,
source perchée, pérenne, captage
d'Afaresitu d'étiage 1/5 (étiage) Source de net e en ervi
Abandomé pour
causor
d'Afaresitu d'étiage <td< th=""><th>260 m3/j Deservation 72 m3/j (étiage) Captée de sources, résurge à la fa,
72 m3/j (étiage) 72 m3/j (étiage) Captée de sources, résurge
86 m3/j (étiage) 72 m3/j (étiage) perchée, pérenne - Emerge à la fa,
des aggiomérats bréchiques, aut
mêmes, aut
des aggiomérats bréchiques, aut
des aggiomérats préchiques prive
des aggiomérats préchiques prive
des aggiomérats
d'alremu ouest) 9 L/s (avec
Vairemu ouest) 9 L/s (etiage) Captage prive
des en servi
d'alremu est 9 L/s (etiage) Non exploité par la commune bit
d'alrendit ou sent denoirs. 1 L/s (étiage) Non exploité par la commune bit
d'alrendit our sent de
douirs for denoirs. 1 L/s (étiage) Captage prive non ut
d'alrendit our sent de
douirs for denoirs. 1 L/s (étiage) Captage prive non ut
d'alrendit our sent de
douirs for denoirs. 1 L/s (étiage) Source perchée, pérenne, captage
d'une ruptue de perte au sent de
d'alrende de verant. 1 L/s (étiage) Source perchée, pérenne, captage
d'une ruptue de perte au sent de
d'alrende de perte au sent de
d'alrende de verant. 1 L/s (étiage)</th><th>SEG m3/J Insprint and the second second</th></td<> | 260 m3/j Deservation 72 m3/j (étiage) Captée de sources, résurge à la fa,
72 m3/j (étiage) 72 m3/j (étiage) Captée de sources, résurge
86 m3/j (étiage) 72 m3/j (étiage) perchée, pérenne - Emerge à la fa,
des aggiomérats bréchiques, aut
mêmes, aut
des aggiomérats bréchiques, aut
des aggiomérats préchiques prive
des aggiomérats préchiques prive
des aggiomérats
d'alremu ouest) 9 L/s (avec
Vairemu ouest) 9 L/s (etiage) Captage prive
des en servi
d'alremu est 9 L/s (etiage) Non exploité par la commune bit
d'alrendit ou sent denoirs. 1 L/s (étiage) Non exploité par la commune bit
d'alrendit our sent de
douirs for denoirs. 1 L/s (étiage) Captage prive non ut
d'alrendit our sent de
douirs for denoirs. 1 L/s (étiage) Captage prive non ut
d'alrendit our sent de
douirs for denoirs. 1 L/s (étiage) Source perchée, pérenne, captage
d'une ruptue de perte au sent de
d'alrende de verant. 1 L/s (étiage) Source perchée, pérenne, captage
d'une ruptue de perte au sent de
d'alrende de perte au sent de
d'alrende de verant. 1 L/s (étiage) | SEG m3/J Insprint and the second |
---	---	--	--
--

--
---|---
--

--
---|---
---	--	---
77 Validees Exploité 91 Validees Exploité 125 Validees Exploité 56 Validees Exploité 56 Validees Exploité 56 Validees Exploité 57 Validees Exploité 58 Validees Exploité 59 Validees Exploité 58 Validees Exploité 59 Validees Exploité 54 Validees Exploité	Validées Exploité Validées Exploité Validées Validées Exploité Validées	Exploité Exploité Exploité Exploité Exploité Exploité Exploité Exploité Exploité Exploité
 | | 242C | 2450
1600
 | 2450
1600
450

 | 11 2450 11 11 16000 3-3 - - - 1 < | 172 172 172 172 2450 172 <86
 | 172 172 172 172 172 172 172 172 172 172 172 172 172 172 172 173 174 175 175 175 175 175 176
 | 11 11<
 | 2450
2600
2000
2000
2000
2000 | 2450 5450 20000 450
 | 20000 | 350 2450 2450 2450 2350 2000 2000 2000
 | 1 1 1 1 2450 1 | 172 2450 172 2450 172 <866 |
| 125 Validées Ex 56 Validées Ex 80 Validées Ex 95 Validées Ex 95 Validées Ex 95 Validées Ex 95 Validées Ex 94 Validées Ex | Validées Ex
Validées Ex
Validées Ex
Validées Ex
Validées Ex
Validées Ex
Validées Ex
Validées Ex
Validées Ex | | <u> </u> |
 | ploité
ploité
ploité
ploité
ploité
ploité
ploité
ploité
ploité | ploité
ploité
ploité
ploité
ploité
ploité
ploité
ploité | 245C
ploité 245C | ploité 2450
Ploité 2450
Ploité 1000
Ploité 1600
Ploité 1600
Ploité 1600
Ploité 1600
Ploité 450
Ploité 450
 | aloité 2450
Jolité 2450
Jolité 2450
Ploité 1001té 1001té 1001té 1001té 1001té 1500
ploité 1500
ploité 1500
ploité 450
exploité 450

 | ploité 2450 1:
200ité 2450 1:
200ité 2450 2:
200ité 10,000
200ité 10,000
200ité 15,00 2:
2000 | Joité 2450 172 Joité 2450 172 Joité < 86
 | Joité 2450 172 Joité 2450 172 Joité < 86
 | 2450 17 201té 2450 201té 2450 201té 2450 201té 200 201té 200 201té 23 2000té 23 2000té 2000 21 2000 21 2000 21 2000 21 2000 21 33
 | ploité 2450
ploité 2450
ploité 2450
ploité 1600
ploité 1600
ploité 450
exploité 450
ploité 2000
ploité 2000
ploité 2000 | ploité 2450
200ité 2450
200ité 2450
ploité 1600
ploité 1600
ploité 1600
ploité 450
exploité 450
ploité 2000
ploité 2000
ploité 2000
ploité 2000
 | ploité 2450
ploité 2450
ploité 2450
ploité 1600
ploité 1600
ploité 450
exploité 450
ploité 2000
ploité 2000
ploité 2000
ploité 2000 | 350 350 350 3001té 2450 3001té 3001té 2450 4 3001té 11 12 3001té 12 12 Ploité 14 12 Ploité 14 12 Ploité 14 12 Ploité 16 16 Ploité 2000 16 Ploité 2000 16 Ploité 2000 16 2000 16 2000 17 350 200 200 200 200 | ploité 2450 1 ploité 2450 2450 ploité 2 2450 ploité 2 2 ploité 2 3 ploité 2 3 3 ploité 2 3 3 ploité 2000 5 3 ploité 3 3 3 | Jointé 2450 172
Jointé 2450 172 Jointé 2450 172 Jointé 265 56 Jointé 265 56 Jointé 265 56 Jointé 265 56 Jointé 1035 56 Jointé 345 90 Ploité 11 96 Ploité 16 16 Ploité 15 90 Ploité 200 9 Ploité 200 9 Ploité 2000 9 Ploité 2000 9 Ploité 2000 9 Ploité 2000 9 Ploité 200 9 Ploité |
| 48 54 88 55 125 | | Validées
Validées
Validées
Validées
Validées
Validées
Validées
Validées | Validées E
Validées E | Validées Exp
Validées Exp | Validées Exploité
Validées Exploité | Validées Exploité
Validées Exploité
 | Validées Exploité
Validées Exploité | Validées Exploité
Validées Non exploité
 | Validées Exploité
Validées Exploité
 | Validées Exploité
Validées Exploité
 | Validées Exploité
Validées Exploité
 | Validées Exploité
Validées Exploité
 | Validées Exploité
Validées Exploité
 | Validées Exploité
Validées Exploité | Validées Exploité
Validées Abandonné
Validées Abandonné
Validées Abandonné | Validées Exploité Validées Alidées | Validées Exploité
Validées Abandomé
Validées Abandomé
Validées Abandomé
 | Validées Exploité
Validées Validées Validées Validées Validées Validées Validées Validées Exploité | Validées Exploité
Validées Validées Validées Validées Validées Validées Exploité
Validées Validées Validées Validées Validées Exploité
Validées Exploité
Validées Exploité
Validées Validées Exploité |
| 37
71
71
69
69
79 | 37 125 71 56 25 80 01 95 66 54 77 48 79 48 | 37 125 Validées 71 56 Validées 73 80 Validées 74 55 Validées 75 80 Validées 71 55 Validées 73 88 8 73 89 Validées 64 54 Validées 79 48 Validées 79 48 Validées 82 50 Validées 63 54 Validées 63 150 Validées 63 150 Validées 63 150 Validées | 37 125 Valides 71 56 Valides 73 56 Valides 75 80 Valides 78 88 Valides 78 95 Valides 79 48 Valides 64 54 Valides 79 48 Valides 79 48 Valides 81 50 Valides 64 54 Valides 63 101 Valides 63 95 Valides | 37 125 Validées 71 56 Validées 25 80 validées 01 95 validées 03 88 validées 64 54 validées 79 48 validées 92 101 validées 63 92 validées 63 93 validées 64 54 validées 63 101 validées 63 95 validées 63 95 validées 63 95 validées 79 92 validées
 | 37 125 Validées 71 56 Validées 25 80 Validées 28 8 Validées 38 88 Validées 38 88 Validées 38 95 Validées 59 150 Validées 51 59 Validées 53 150 Validées 53 95 Validées 53 92 Validées 53 92 Validées 54 92 Validées 55 Validées Validées 56 92 Validées 57 92 Validées 58 Validées Validées | 37 125 Validées 71 56 Validées 25 80 Validées 26 88 Validées 38 88 Validées 38 88 Validées 59 48 Validées 69 4 Validées 61 9 Validées 62 101 Validées 63 101 Validées 63 101 Validées 64 9 Validées 65 101 Validées 66 101 Validées 79 9 2 Validées 66 101 Validées 79 9 2 Validées 79 9 2 Validées 79 9 2 Validées 79 9 2 Validées 70 9 2 Validées 70 9 2< | 37 125 Validées 71 56 Validées 72 56 Validées 73 55 Validées 74 54 Validées 75 54 Validées 64 54 Validées 79 120 Validées 79 120 Validées 79 120 Validées 79 92 Validées 70 90 Validées 71 180 Validées 71 180 Validées 71 90 Validées | 37 125 Validées 71 56 Validées 25 80 Validées 28 95 Validées 38 88 Validées 38 88 Validées 56 45 Validées 64 54 Validées 92 150 Validées 93 150 Validées 93 93 92 Validées 69 101 Validées 79 92 Validées 73 95 Validées 73 92 Validées 73 92 Validées 73 92 Validées 73 92 Validées 73 5 Validées 73 5 Validées
 | 37 125 Validées 71 56 Validées 25 80 Validées 26 93 Validées 28 85 Validées 38 85 Validées 38 85 Validées 39 150 Validées 31 94 Validées 32 95 Validées 33 92 Validées 33 93 Validées 33 95 Validées 33 95 Validées 33 95 Validées 35 92 Validées 35 5 Validées 35 5 Validées 31 148 Validées 31 148 Validées 31 148 Validées

 | 37 125 Validées 11 56 Validées 25 80 Validées 26 88 Validées 28 87 Validées 28 88 Validées 29 24 Validées 29 150 Validées 29 101 Validées 29 101 Validées 29 101 Validées 20 101 Validées 21 193 Validées 23 95 Validées 23 95 Validées 24 90 Validées 27 180 Validées 28 5 Validées 29 5 Validées 21 148 Validées 24 150 Validées | 37 125 Validées 71 56 Validées 73 56 Validées 73 55 Validées 73 95 Validées 73 95 Validées 73 95 Validées 79 48 Validées 79 48 Validées 79 48 Validées 79 48 Validées 79 92 Validées 73 95 Validées 73 95 Validées 73 92 Validées 73 92 Validées 74 150 Validées 75 148 Validées 74 156 Validées 75 148 Validées 75 148 Validées 75 Validées Validées
 | 37 125 Validées 71 56 Validées 73 56 Validées 73 55 Validées 73 55 Validées 73 55 Validées 73 55 Validées 73 54 Validées 79 48 Validées 79 48 Validées 79 92 Validées 79 92 Validées 79 92 Validées 79 92 Validées 71 92 Validées 73 92 Validées 73 92 Validées 73 5 Validées 74 150 Validées 75 148 Validées 74 156 Validées 75 148 Validées 75 148 Validées 75 148 Validées <td>37 125 Validées 71 56 Validées 25 80 Validées 38 8 Validées 38 8 Validées 38 8 Validées 39 150 Validées 31 98 Validées 32 95 Validées 33 95 Validées 33 95 Validées 33 95 Validées 33 5 Validées 33 5 Validées 34 156 Validées 35 148 Validées 36 66 Validées 37 66 Validées</td> <td>37 125 Validées 71 56 Validées 25 80 Validées 28 85 Validées 38 85 Validées 38 87 Validées 39 150 Validées 31 93 Validées 32 95 Validées 33 93 Validées 34 101 Validées 35 92 Validées 36 93 Validées 37 180 Validées 35 5 Validées 35 5 Validées 35 5 Validées 35 5 Validées 36 93 Validées 37 66 Validées 37 65 Validées 36 66 Validées 37 66 Validées 36 5 Validées <</td> <td>37 125 Validées 11 56 Validées 25 80 Validées 26 93 80
Validées 28 Validées 93 validées 26 48 Validées 29 150 Validées 29 150 Validées 20 101 Validées 21 23 95 Validées 23 95 Validées 23 23 95 Validées 23 23 95 Validées 23 24 5 Validées 23 23 5 Validées 24 150 Validées 25 5 Validées 26 5 Validées 27 65 Validées 23 70 Validées 23 70 Validées 23 70 Validées 23<td>37 125 Validées 71 56 Validées 25 80 Validées 28 Validées 92 28 87 Validées 28 Validées 93 29 48 Validées 92 150 Validées 92 150 Validées 92 150 Validées 92 101 Validées 93 95 Validées 94 101 Validées 95 101 Validées 96 101 Validées 97 148 Validées 93 5 Validées 94 150 Validées 93 95 Validées <</td><td>37 125 Validées 71 56 Validées 25 80 Validées 31 95 Validées 31 88 Validées 31 88 Validées 31 95 Validées 32 94 Validées 92 150 Validées 93 95 Validées 94 101 Validées 95 90 90 Validées 96 90 90 Validées 96 90 Validées Validées 91 14 150 Validées 15 148 Validées Validées <tr< td=""><td>37 125 Validees 13 56 Validees 25 80 Validees 38 85 Validees 38 87 Validees 38 87 Validees 38 87 Validees 39 150 Validees 31 93 Validees 32 95 Validees 33 95 Validees 33 95 Validees 33 95 Validees 33 5 Validees 33 5 Validees 33 5 Validees 33 5 Validees 33 70 Validees <t< td=""><td>37 125 Valides 12 56 Valides 25 80 Valides 38 85 Valides 38 87 Valides 38 87 Valides 39 150 Valides 31 88 Valides 32 92 Valides 32 92 Valides 32 92 Valides 33 5 Valides 33 70 Valides 34 1 Valides 33</td></t<></td></tr<></td></td> | 37 125 Validées 71 56 Validées 25 80 Validées 38 8 Validées 38 8 Validées 38 8 Validées 39 150 Validées 31 98 Validées 32 95 Validées 33 95 Validées 33 95 Validées 33 95 Validées 33 5 Validées 33 5 Validées 34 156 Validées 35 148 Validées 36 66 Validées 37 66 Validées
 | 37 125 Validées 71 56 Validées 25 80 Validées 28 85 Validées 38 85 Validées 38 87 Validées 39 150 Validées 31 93 Validées 32 95 Validées 33 93 Validées 34 101 Validées 35 92 Validées 36 93 Validées 37 180 Validées 35 5 Validées 35 5 Validées 35 5 Validées 35 5 Validées 36 93 Validées 37 66 Validées 37 65 Validées 36 66 Validées 37 66 Validées 36 5 Validées < | 37 125 Validées 11 56 Validées 25 80 Validées 26 93 80 Validées 28 Validées 93 validées 26 48 Validées 29 150 Validées 29 150 Validées 20 101 Validées 21 23 95 Validées 23 95 Validées 23 23 95 Validées 23 23 95 Validées 23 24 5 Validées 23 23 5 Validées 24 150 Validées 25 5 Validées 26 5 Validées 27 65 Validées 23 70 Validées 23 70 Validées 23 70 Validées 23 <td>37 125 Validées 71 56 Validées 25 80 Validées 28 Validées 92 28 87 Validées 28 Validées 93 29 48 Validées 92 150 Validées 92 150 Validées 92 150 Validées 92 101 Validées 93 95 Validées 94 101 Validées 95 101 Validées 96 101 Validées 97 148 Validées 93 5 Validées 94 150 Validées 93 95 Validées <</td> <td>37 125 Validées 71 56 Validées 25 80 Validées 31 95 Validées 31 88 Validées 31 88 Validées 31 95 Validées 32 94 Validées 92 150 Validées 93 95 Validées 94 101 Validées 95 90 90 Validées 96 90 90 Validées 96 90 Validées Validées 91 14 150 Validées 15 148 Validées Validées <tr< td=""><td>37 125 Validees 13 56 Validees 25 80 Validees 38 85 Validees 38 87 Validees 38 87 Validees 38 87 Validees 39 150 Validees 31 93 Validees 32 95 Validees 33 95 Validees 33 95 Validees 33 95 Validees 33 5 Validees 33 5 Validees 33 5 Validees 33 5 Validees 33 70 Validees <t< td=""><td>37 125 Valides 12 56 Valides 25 80 Valides 38 85 Valides 38 87 Valides 38 87 Valides 39 150 Valides 31 88 Valides 32 92 Valides 32 92 Valides
 32 92 Valides 33 5 Valides 33 70 Valides 34 1 Valides 33</td></t<></td></tr<></td> | 37 125 Validées 71 56 Validées 25 80 Validées 28 Validées 92 28 87 Validées 28 Validées 93 29 48 Validées 92 150 Validées 92 150 Validées 92 150 Validées 92 101 Validées 93 95 Validées 94 101 Validées 95 101 Validées 96 101 Validées 97 148 Validées 93 5 Validées 94 150 Validées 93 95 Validées < | 37 125 Validées 71 56 Validées 25 80 Validées 31 95 Validées 31 88 Validées 31 88 Validées 31 95 Validées 32 94 Validées 92 150 Validées 93 95 Validées 94 101 Validées 95 90 90 Validées 96 90 90 Validées 96 90 Validées Validées 91 14 150 Validées 15 148 Validées Validées <tr< td=""><td>37 125 Validees 13 56 Validees 25 80 Validees 38 85 Validees 38 87 Validees 38 87 Validees 38 87 Validees 39 150 Validees 31 93 Validees 32 95 Validees 33 95 Validees 33 95 Validees 33 95 Validees 33 5 Validees 33 5 Validees 33 5 Validees 33 5 Validees 33 70 Validees <t< td=""><td>37 125 Valides 12 56 Valides 25 80 Valides 38 85 Valides 38 87 Valides 38 87 Valides 39 150 Valides 31 88 Valides 32 92 Valides 32 92 Valides 32 92 Valides 33 5 Valides 33 70 Valides 34 1 Valides 33</td></t<></td></tr<> | 37 125 Validees 13 56 Validees 25 80 Validees 38 85 Validees 38 87 Validees 38 87 Validees 38 87 Validees 39 150 Validees 31 93 Validees 32 95 Validees 33 95 Validees 33 95 Validees 33 95 Validees 33 5 Validees 33 5 Validees 33 5 Validees 33 5 Validees 33 70 Validees <t< td=""><td>37 125 Valides 12 56 Valides 25 80 Valides 38 85 Valides 38 87 Valides 38 87 Valides 39 150 Valides 31 88 Valides 32 92 Valides 32 92 Valides 32 92 Valides 33 5 Valides 33 70 Valides 34 1 Valides 33</td></t<> | 37 125 Valides 12 56 Valides 25 80 Valides 38 85 Valides 38 87 Valides 38 87 Valides 39 150 Valides 31 88 Valides 32 92 Valides 32 92 Valides 32 92 Valides 33 5 Valides 33 70 Valides 34 1 Valides 33
 |
| e65 199736 8061871 e65 199485 8061625 e65 199485 8061625 e65 199486 8061625 e65 199486 8061625 e65 199486 8061625 e65 199426 8061938 e65 199436 8061938 e65 199438 805566 e65 197438 8052564 e65 197438 8052959 | e | e_e 5 199736 8061871 e_e 55 199485 8061625 e_e 55 199485 8061625 e_e 51 199485 8051625 e_e 51 199426 8059561 e_e 51 194426 8057649 e_e 519743 8052769 8052769 e_e 194448 80577692 80527692 e_e 51 194644 80577692 e_e 51 194715 80507992 e_e 51 194744 80577692 e_e 51 194775 80600299 e_e 51 194744 80577692 e_e 51 194775 8050799 | e_e S 199736 806.1871 e_e S 199736 806.1625 e_e S 194485 806.1625 e_e S 194485 806.1625 e_e S 194485 806.1625 e_e S 194485 806.1623 e_e S 194426 806.569 e_e S 194247 806.764 e_e S 194244 806.769 e_e S 194744 806.769 e_e S 194644 806.7692 e_e S 192.745 806.0792 e_e S 192.745 806.0792 e_e S 192.741 805.7692 e_e S 192.441 805.7692 e_e S 192.421 805.7363 | e_e 5 199736 8061871 te 65 199435 8061873 te 65 199435 8051625 te 65 193435 805501 te 65 193426 8051338 te 65 194426 8059569 te 65 194437 8059569 te 65 194437 8057692 te 65 194437 8057692 te 65 194544 8057692 te 65 1945745 80500029 te 65 19452175 8050039 te 65 194521 8057699 te 65 194522 8057363 te 65 1962222 8057323 te 65 1962222 8057323
 | e_efs 199736 8061871 e_efs 199485 8061625 e_efs 199485 8061625 e_efs 199485 8061625 e_efs 199485 805560 e_efs 199426 8059569 e_efs 199426 805769 e_efs 197435 805769 e_efs 197436 805769 e_efs 197436 8057692 e_efs 197434 8057692 e_efs 194744 8057930 e_efs 194743 8057692 e_efs 194744 8057933 e_efs 194641 8057632 e_efs 194641 8057632 e_efs 194641 8057632 e_efs 194641 8057333 e_efs 194542 8057333 e_efs 194542 8057333 e_efs 195410 8057345 e_efs 195422 8055345 | e_e 199736 8061871 e 65 199485 8061871 e 65 199485 8061625 e 65 199485 8051625 e 65 194426 8059569 e 65 194426 805764 e 65 19443 805769 e 65 194436 805769 e 65 19443 805769 e 65 194544 805769 e 65 194543 805769 e 65 194541 805799 e 65 194517 8050029 e 65 194517 805769 e 65 195212 8057349 e 65 194517 8057349 e 65 194521 805733 e 65 195212 8057346 e 65 195212 8057346 e | e_e 5 199736 8061871 e 65 199435 8061871 e 65 199435 8051625 e 65 194426 8059561 e 65 194426 8051338 e 65 194436 8057569 e 65 194437 805264 e 65 194438 8057699 e 65 194644 8057699 e 65 194547 8050393 e 65 194544 8057699 e 65 194521 8056039 e 65 194521 8056039 e 65 194522 8057323 e 65 1945222 8057323 e 65 1945222 8057323 e 65 196222 8057323 e 65 196222 8057323 e 65 1965223 8057323 | e_efs 199736 8061871 e_efs 199485 8061625 e_efs 199485 8061625 e_efs 199485 8061625 e_efs 199485 805560 e_efs 194426 805569 e_efs 194245 805569 e_efs 194745 805569 e_efs 194745 805569 e_efs 194743 805569 e_efs 194743 8055792 e_efs 194743 8055792 e_efs 194521 8055792 e_efs 194522 8055792 e_efs 194522 8055746 e_efs 195201 8057599 e_efs 196190 8057279 e_efs 196362 8055546 e_efs 196362 8055540 e_efs 196301 8057545 e_efs 196302 8055540 e_efs 196302 8055540 e_efs 1963
 | e_e5 199736 806.1871 ee 55 199435 806.1625 ee 55 199438 806.1625 ee 51 194.38 806.1625 ee 51 194.38 806.1625 ee 51 194.43 805.764 ee 519743 8053669 96.5569 ee 519743 805264
 805.7692 ee 519743 80527692 805.7692 ee 519743 80537692 805.7692 ee 519743 80557692 805.7692 ee 519775 80500292 805.7323 ee 5196.312 8057369 805.7323 ee 5196.312 8057323 8057323 ee 5196.312 8057346 805.6344 ee 5196.302 8056346 805.6345 ee 5195.031 80565346 805.6341 ee 503.306 80565341 8056321 ee
 | e_65 199736 8061871 ee 5 199435 8061871 e 65 199435 8051625 e 5 193435 805560 e 5 194426 8051338 e 5 194435 8057569 e 5 194745 8058799 e 5 194745 8057692 e 5 194745 8057692 e 5 194745 8050349 e 5 194745 8057692 e 5 194745 8050264 e 5 194741 8057692 e 5 194644 8057692 e 5 196221 8057333 e 5 196210 8055690 e 5 196210 8055690 e 5 196321 8056346 e 5 203396 8055634 e 5 <td>e_65 199736 8061871 ee 65 199435 8061871 ee 65 199435 8051625 ee 65 199435 8051625 ee 65 199435 8051625 ee 65 199433 805569 ee 65 194426 8051338 ee 65 194133 8057692 ee 65 194244 8057692 ee 65 194644 8057692 ee 65 194522 8057333 ee 65 194522 8057333 ee 65 196222 8057345 ee 65 196326 8057345 ee 65 196326 8055390 ee 65 196327 8056344 ee 65 201457 8056341 ee 65 201453 8056344 ee 65 201468 8055390 ee 65 201468 8056344 ee 65 201453 8056344 ee 65 201468 8056344 ee 65</td> <td>e_65 199736 8061871 ee<65</td> 199435 8061873 ee<65 | e_65 199736 8061871 ee 65 199435 8061871 ee 65 199435 8051625 ee 65 199435 8051625 ee 65 199435 8051625 ee 65 199433 805569 ee 65 194426 8051338 ee 65 194133 8057692 ee 65 194244 8057692 ee 65 194644 8057692 ee 65 194522 8057333 ee 65 194522 8057333 ee 65 196222 8057345 ee 65 196326 8057345 ee 65 196326 8055390 ee 65 196327 8056344 ee 65 201457 8056341 ee 65 201453 8056344 ee 65 201468 8055390 ee 65 201468 8056344 ee 65 201453 8056344 ee 65 201468 8056344 ee 65
 | e_65 199736 8061871 ee<65
 | e_e5 199736 8061871 ee 51 199736 8061871 ee 51 199438 8061625 ee 51 193438 8061625 ee 51 193436 805561 ee 51 194428 805569 ee 519437 80557692 ee 519434 8057692 ee 519434 8057692 ee 519434 8057692 ee 519437 80537692 ee 5194375 80557692 ee 519775 80507369 ee 519775 80557692 ee 5196312 8057346 ee 519532 8057346 ee 5019339 8056344 ee 5019339 8056344 ee 201533 8056344 ee 201533 8056344 ee 201533 8056344 ee 201533 8056344
 | e_e63 199736 806.1871 ee 55 199435 806.1871 ee 55 199438 806.1625 ee 51 199436 806.1625 ee 51 199438 805.561 ee 51 194426 8053569 ee 519437 8053569 805569 ee 519434 8057369 8057369 ee 519434 8057369 8057369 ee 519434 8057369 8057369 ee 519434 8057369 8057369 ee 519434 8057369 8057346 ee 519434 8057343 8056344 ee 519503 8056344 8056344 ee 503396 80556346 8056344 ee 201503 8056344 8056344 ee 201503 8056344 8056344 ee 201503 8056344 8056344 ee 201503 | e_e63 199736 8061871 ee 55 199435 8061873 ee 55 199435 8051625 ee 55 199435 8051625 ee 55 199435 805560 ee 55 194426 8051338 ee 55 194433 8057695 ee 55 194434 8057695 ee 55 194544 8057695 ee 55 194543 8057695 ee 55 194543 8057695 ee 55 1945175 8057323 ee 55 1963264 80576346 ee 55 1963263 8057637 ee 55 201503 8056344 ee 55 201503 8056344 ee 55 201503 8056344 ee 55 201503 8055750 ee 55 201503 8055761 ee 55 201503 8055761 ee 55 201503 8055761 ee 55 201503 8055761 ee 55
 | e_65 199736 8061871 ee<5 | e_65 199736 8061871 ee<5
 | e_65 199736 8061871 ee<5 | e_65 199736 8061871 ee<5 |
| RGPF_UTM_Zone_65 1 RGPF_UTM_Zone_65 3 RGPF_UTM_Zone_65 3 RGPF_UTM_Zone_65 3 RGPF_UTM_Zone_65 3 | RGPF UTM Zone 65 1 RGPF UTM Zone 65 1 6 1 6 1 6 1 6 1 6 1 6 1 6 1 | RGPF UTM Zone 65 1 RGPF UTM Zone 65 1 6 6 1 6 6 1 6 6 1 6 6 1 6 6 1 6 6 1 7 6 6 1 | RGPF_UTM_Zone_6S 1 | RGPF UTM Zone 65 1 RGPF UTM Zone 65 1 1 2 1
 | RGPF_UTM_Zone_6S 1 | RGPF_UTM_Zone_65 Item 201 RGPF_UTM_Zone 65 1 RGPF_UTM_Zone_65 1 RGPF_UTM_Zone_65 1 RGPF_UTM_Zone_65 1 RGPF_UTM_Zone_65 1 RGPF_UTM_Zone_65 1 RGPF_UTM_Zone_65 1 | RGPF UTM Zone 65 1 RGPF UTM Zone 65 1 1 2 1 | RGPF_UTM_Zone_65 J RGPF_UTM_Zone_65 G RGPF_UTM_Zone_65 J RGPF_UTM_Zone_65 L
 | RGPF_UTM_Zone_65 Item 200 State State <td>RGPF_UTM_Zone_65 Item 5 <</td> <td>RGPF_UTM_Zone_65 Iteme Scher Scher</td> <td>RGPF_UTM_Zone_65 Item Expr Item Expr</td> <td>RGPF_UTM_Zone_65 Item Example Some_65 Item Example Item Example Some_65 Item Example Item</td> <td>RGPF_UTM_Zone_65 J RGPF_UTM_Zone_65 J</td> <td>RGPF_UTM_Zone_65 Item Expression Schement Scheme</td> <td>RGPF_UTM_Zone_65 I RGPF_UTM_Zone_65 1 RGPF_UT</td> <td>RGPF_UTM_Zone_65 Item Expt Some 65 Item Expt RGPF_UTM_Zone_65 1 RGPF_UTM_Zone_65 1 RGPF_UTM_Zone_65 1 RGPF_UTM_Zone_65 1</td> <td>RGPF_UTM_Zone_65 I RGPF_UTM_Zone_65 I RGPF_UT</td> <td>RGPF_UTM_Zone_65 I RGPF_UTM_Zone_65 I RGPF_UT</td> | RGPF_UTM_Zone_65 Item 5 <
 | RGPF_UTM_Zone_65 Iteme Scher
 | RGPF_UTM_Zone_65 Item Expr
 | RGPF_UTM_Zone_65 Item Example Some_65 Item Example Item Example Some_65 Item Example Item | RGPF_UTM_Zone_65 J | RGPF_UTM_Zone_65 Item Expression Schement Scheme
 | RGPF_UTM_Zone_65 I RGPF_UTM_Zone_65 1 RGPF_UT | RGPF_UTM_Zone_65 Item Expt Some 65 Item Expt RGPF_UTM_Zone_65 1 RGPF_UTM_Zone_65 1 | RGPF_UTM_Zone_65 I RGPF_UT
 | RGPF_UTM_Zone_65 I RGPF_UT |
| RGPF_UTM Ivière Valhana RGPF_UTM Opunohu RGPF_UTM Opinière Valhere RGPF_UTM Xivière Valhere RGPF_UTM Kamka KGPF_UTM | RGPF_UTM
where Valhana RGPF_UTM
Opunobu RGPF_UTM
where Valhere RGPF_UTM
Nivière Varari-
Kamika
Ramika Rome_UTM | RGPF_UTM Ivière Valhana RGPF_UTM Opunohu RGPF_UTM Ivière Valhere RGPF_UTM | RGFF_UTM Ivière Vaihana RGFF_UTM Opunohu RGFF_UTM Ivière Vaihere RGFF_UTM Ivière Vaihere RGFF_UTM Kamika RGFF_UTM Kamika RGFF_UTM Kamika RGFF_UTM Kamika RGFF_UTM Nivière Varari- RGFF_UTM Statie RGFF_UTM Siliée Haapti RGFF_UTM Siliée Haapti RGFF_UTM Siliée Haapti RGFF_UTM Siliée Haapti RGFF_UTM Nivère Vairenuu RGFF_UTM | RGFE_UTM Ivière Vaihana RGFE_UTM Opunohu RGFE_UTM Mére Vaihere RGFE_UTM Nérée Vaihere RGFE_UTM Wérée Vaihere RGFE_UTM Stivére Variari- RGFE_UTM Stivére Varienu RGFE_UTM Stivére Varienuu RGFE_UTM Stilée Haaphti- RGFE_UTM Stilée Haaphti- RGFE_UTM Stilée Varienuu RGFE_UTM Stilée Varienuu RGFE_UTM | RGFE_UTM Ivière Valhana RGFE_UTM
 Opunohu RGFE_UTM Ivière Valhere RGFE_UTM Ivière Valhere RGFE_UTM Kamika RGFE_UTM Kamika RGFE_UTM Kamika RGFE_UTM Kamika RGFE_UTM Stivière Unfau RGFE_UTM allée Haapiti RGFE_UTM Iallée Haapiti RGFE_UTM | RGFF_UTM Ivière Vaihana RGFF_UTM Opunohu RGFF_UTM Ivière Vaihana RGFF_UTM Ivière Vaihere RGFF_UTM Ivière Vairenu RGFF_UTM Ivière Vairenu RGFF_UTM Ivière Vairenu RGF_UTM Vière Vairenu RGF_UTM Vailee Haaphi RGF_UTM Vailee Torio RGF_UTM | RGFE_UTM Ivière Vaihana RGFE_UTM Nière Vaihana RGFE_UTM Nière Vaihana RGFE_UTM Nière Vaihere RGFE_UTM Nière Vaihere RGFE_UTM Stivière Varari- RGFE_UTM Sivière Varari- RGFE_UTM Sivière Varari- RGFE_UTM Sivière Varari- RGFE_UTM Sivière Vairemu RGFE_UTM Siliére Haaptit - RGFE_UTM Vière Vairemu RGF_UTM Vière Vairemu RGF_UTM Vière Vairemu RGF_UTM Vière Vairemu RGF_UTM Viere Vairemu RGF_UTM Vaire RGF_UTM Vaire RGF_UTM Vaire RGF_UTM Vaire RGF_UTM Vaire RGF_UTM | RGFE_UTM Nière Vaihana RGFE_UTM Opunohu RGFE_UTM Nière Vaihana RGFE_UTM Nière Vaihere RGFE_UTM Nière Vaihere RGFE_UTM Kamika RGFE_UTM Kamika RGFE_UTM Nière Vaihere RGFE_UTM Nière Vaiher RGFE_UTM Nière Vainenu RGFE_UTM Nière Vairenu RGF_UTM Vailée Haapiti RGF_UTM Vailée Vairenu RGF_UTM Vailée Vairenu RGF_UTM Vailée Vairenu RGF_UTM Vaile RGF_UTM Vaile RGF_UTM Vaile RGF_UTM Nière Vaipaa RGF_UTM Nière Vaipaa RGF_UTM
 | RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM Niete Vaihere RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaihere RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaihere RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaihere RGFF_UTM Niete Vaihere Niete Vaienu RGFF_UTM Niete Vaienu Niete Vaienuu RGF_UTM Niete Vaienuu Niete Vaienuu RGF_UTM Vailee Najapti Niete Vaienuu RGF_UTM Vaiher Vaienuu Vaitere RGF_UTM Vaiher Vaienuu Vaiher Vaienuu RGF_UTM Vaiher Vaienuu Vaiher Vaienuu RGF_UTM Vaiher Vaienuu Vaiher Vaienuu RGF_UTM Vaiher Vainuu Vaiher Vaienuu RGF_UTM Vaiher Vainuu Niete Vaineuu RGF_UTM Vaiher Vainuu Niete Vaineuu RGF_UTM Niete Vainuu Niete Vaineuu RGF_UTM Niete Vainuu Niete Vaineuu RGF_UTM Niete Vainuu Niete Vaineuu RGFUTM Niete Vainuu <td>RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RefF_UTM
Niete Vaihere RGFF_UTM
RefF_UTM Niete Vaihera RGFF_UTM Niete Vaihera RGF_UTM Niete Vaihera RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaihera RGFF_UTM Stiviete Vaireura RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaireura RGFF_UTM Stiviete Vaireura RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaireura RGFF_UTM Stilee Haaphti - RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaireura RGFF_UTM
Niete Vairemu RGFF_UTM RGFF_UTM Vaire RGFF_UTM Viete Vairemu RGFF_UTM RGFF_UTM Vaire RGFF_UTM Vaire RGFF_UTM RGFF_UTM RGFF_UTM Vaire Vaire RGFF_UTM RGFF_UTM RGFF_UTM Vaire Vaire RGFF_UTM RGFF_UTM RGFF_U</td> <td>RGFF_UTM
Nière Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Nière Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM Nière Vaihera RGFF_UTM RGFF_UTM Nière Vaihera RGFF_UTM RGFF_UTM Nière Vairen RGFF_UTM RGFF_UTM Nière Vairen RGFF_UTM RGFF_UTM Nière Vairenu RGFF_UTM RGFF_UTM Nière Vaipapa RGFF_UTM RGFF_UTM Naile Toto - RGFF_UTM RGFF_UTM Naile Toto - RGFF_UTM RGFF_UTM Naini - Rivière RGFF_UTM RGFF_UTM Rinni - Rivière RGFF_UTM RGFF_UTM Rinni - Rivière RGFF_UTM<td>RGFF_UTM
Ivière Valhana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Ivière Valhere RGFF_UTM
RefF_UTM Nière Valhere RGFF_UTM
Rober Valhere RGFF_UTM Nière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Nière Uufau RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Nauroa RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valiemu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valiemu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valiemu RGF_UTM RGFF_UTM Ivière Valiemu RGF_UTM Valiare Valiare RGFF_UTM Valiare Valiare RGFF_UTM Valiare Ivière Valienau RGF_UTM Valiare Valiare RGFF_UTM Valiare Ivière Valpapa RGFF_UTM Valiare Ivière Valpapa RGFF_UTM Valiare Ivière Valpapa RGFF_UTM Ivière Iaumi - Rivière RGFF_UTM Iaumi - Rivière Iaumi - Rivière RGFF_UTM Iaumi - Rivière Iaumi - Rivière <td< td=""><td>RGFF_UTM
Ivière Valhana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Ivière Valhere Nière Valhere R GFF_UTM
Ivière Valhere R GFF_UTM
RGFF_UTM Nière Valhere R GFF_UTM
Ivière Valhere R GFF_UTM Ivière Valhere R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valhere R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valhere R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valennu R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valennu R GFF_UTM R GFF_UTM Valtare R GFF_UTM R GFF_UTM Valtare R GFF_UTM Ivière Valennu Ilièe Haaptit R GFF_UTM R GFF_UTM Valtare R GFF_UTM Ivière Valennu Ilièe Halancu R GFF_UTM Ivière Valennu Ilièe Valare R GFF_UTM Ivière Ilièe Valareatu R GFF_UTM Ivière Ilièm R GFF_UTM <td< td=""><td>RGFF_UTM
Ivière Valhana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Ivière Valhere RGFF_UTM
RefF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM
Ivière Valhere RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Valrenu RGFF_UTM Valrenu Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Valrane RGFF_UTM Valrenu Ide Oto - Rivère RGFF_UTM RGFF_UTM Valrane RGFF_UTM RGFF_UTM Iaumi - Rivière RGFF_UTM Iaumi - Rivière Iaumi - Rivière RGFF_UTW Iaumi - Rivière</td><td>RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vainena RGFF_UTM RGFF_UTM Niviete Vainena RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainena RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainenu RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainenu RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainenuu RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vainenuu RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vainenuu RGFF_UTM Vainena Niete Vainenu RGFF_UTM Vainena Runni - Riviere RGFF_UTM RGFF_UTM Runni - Rivi</td><td>RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihere Niete Vaihera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Niete Vainera Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Viete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Vainera RGFF_UTM
Niete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Vainera RGFF_UTM
Tiori RGFF_UTM
Swiete Vainera Niete Vainera RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Rinni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Rinni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Rinni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Manni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Manni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Manni - Rivière RGFF_UTM Niete Vainera</td><td>RGFF_UTM
Niefer Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niefer Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM Niefe Uufau RGFF_UTM RGFF_UTM Niefer Vairenu RGFF_UTM RGFF_UTM Nami- Rivière RGFF_UTM Tiori Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM RGFF_UTM Tiori Tiori RGFF_UTM RGFF_UTM Tiori</td><td>RGPF_UTM
Nieler Vaihana RGPF_UTM
RGFF_UTM
Nieler Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM
Nieler Vaihere Nieler Uvlau RGFF_UTM
Swier Uvlau RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Uvlau Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Vairen RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Runi - Riviere RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Alareaitu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Alareaitu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Alareaitu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTW
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTW<</td><td>RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihana Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGF_UTM
Niete Vaienu Viete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Vaitae RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM
RGFF_UTM Vaifae RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaienuu RGFF_UTM RGFF_UTM Vaifae RGFF_UTM RGFF_UTM</td></td<></td></td<></td></td> | RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RefF_UTM
Niete Vaihere
 RGFF_UTM
RefF_UTM Niete Vaihera RGFF_UTM Niete Vaihera RGF_UTM Niete Vaihera RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaihera RGFF_UTM Stiviete Vaireura RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaireura RGFF_UTM Stiviete Vaireura RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaireura RGFF_UTM Stilee Haaphti - RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaireura RGFF_UTM Niete Vairemu RGFF_UTM RGFF_UTM Vaire RGFF_UTM Viete Vairemu RGFF_UTM RGFF_UTM Vaire RGFF_UTM Vaire RGFF_UTM RGFF_UTM RGFF_UTM Vaire Vaire RGFF_UTM RGFF_UTM RGFF_UTM Vaire Vaire RGFF_UTM RGFF_UTM RGFF_U | RGFF_UTM
Nière Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Nière Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM Nière Vaihera RGFF_UTM RGFF_UTM Nière Vaihera RGFF_UTM RGFF_UTM Nière Vairen RGFF_UTM RGFF_UTM Nière Vairen RGFF_UTM RGFF_UTM Nière Vairenu RGFF_UTM RGFF_UTM Nière Vaipapa RGFF_UTM RGFF_UTM Naile Toto - RGFF_UTM RGFF_UTM Naile Toto - RGFF_UTM RGFF_UTM Naini - Rivière RGFF_UTM RGFF_UTM Rinni - Rivière RGFF_UTM RGFF_UTM Rinni - Rivière RGFF_UTM <td>RGFF_UTM
Ivière Valhana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Ivière Valhere RGFF_UTM
RefF_UTM Nière Valhere RGFF_UTM
Rober Valhere RGFF_UTM Nière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Nière Uufau RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Nauroa RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valiemu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valiemu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valiemu RGF_UTM RGFF_UTM Ivière Valiemu RGF_UTM Valiare Valiare RGFF_UTM Valiare Valiare RGFF_UTM Valiare Ivière Valienau RGF_UTM Valiare Valiare RGFF_UTM Valiare Ivière Valpapa RGFF_UTM Valiare Ivière Valpapa RGFF_UTM Valiare Ivière Valpapa RGFF_UTM Ivière Iaumi - Rivière RGFF_UTM Iaumi - Rivière Iaumi - Rivière RGFF_UTM Iaumi - Rivière Iaumi - Rivière <td< td=""><td>RGFF_UTM
Ivière Valhana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Ivière Valhere Nière Valhere R GFF_UTM
Ivière Valhere R GFF_UTM
RGFF_UTM Nière Valhere R GFF_UTM
Ivière Valhere R GFF_UTM Ivière Valhere R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valhere R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valhere R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valennu R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valennu R GFF_UTM R GFF_UTM Valtare R GFF_UTM R GFF_UTM Valtare R GFF_UTM Ivière Valennu Ilièe Haaptit R GFF_UTM R GFF_UTM Valtare R GFF_UTM Ivière Valennu Ilièe Halancu R GFF_UTM Ivière Valennu Ilièe Valare R GFF_UTM Ivière Ilièe Valareatu R GFF_UTM Ivière Ilièm R GFF_UTM <td< td=""><td>RGFF_UTM
Ivière Valhana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Ivière Valhere RGFF_UTM
RefF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM
Ivière Valhere RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Valrenu RGFF_UTM Valrenu Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Valrane RGFF_UTM Valrenu Ide Oto - Rivère RGFF_UTM RGFF_UTM Valrane RGFF_UTM RGFF_UTM Iaumi - Rivière RGFF_UTM Iaumi - Rivière Iaumi - Rivière RGFF_UTW Iaumi - Rivière</td><td>RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vainena RGFF_UTM RGFF_UTM Niviete Vainena RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainena RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainenu RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainenu RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainenuu RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vainenuu RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vainenuu RGFF_UTM Vainena Niete Vainenu RGFF_UTM Vainena Runni - Riviere RGFF_UTM RGFF_UTM Runni - Rivi</td><td>RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihere Niete Vaihera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Niete Vainera Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Viete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Vainera RGFF_UTM
Niete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Vainera RGFF_UTM
Tiori RGFF_UTM
Swiete Vainera Niete Vainera RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Rinni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Rinni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Rinni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Manni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Manni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Manni - Rivière RGFF_UTM Niete Vainera</td><td>RGFF_UTM
Niefer Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niefer Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM Niefe Uufau RGFF_UTM RGFF_UTM Niefer Vairenu RGFF_UTM RGFF_UTM Nami- Rivière RGFF_UTM Tiori Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM RGFF_UTM Tiori Tiori RGFF_UTM RGFF_UTM Tiori</td><td>RGPF_UTM
Nieler Vaihana RGPF_UTM
RGFF_UTM
Nieler Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM
Nieler Vaihere Nieler Uvlau RGFF_UTM
Swier Uvlau RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Uvlau Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Vairen RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu
RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Runi - Riviere RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Alareaitu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Alareaitu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Alareaitu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTW
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTW<</td><td>RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihana Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGF_UTM
Niete Vaienu Viete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Vaitae RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM
RGFF_UTM Vaifae RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaienuu RGFF_UTM RGFF_UTM Vaifae RGFF_UTM RGFF_UTM</td></td<></td></td<></td> | RGFF_UTM
Ivière Valhana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Ivière Valhere RGFF_UTM
RefF_UTM Nière Valhere RGFF_UTM
Rober Valhere RGFF_UTM Nière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Nière Uufau RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Nauroa RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valiemu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valiemu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valiemu RGF_UTM RGFF_UTM Ivière Valiemu RGF_UTM Valiare Valiare RGFF_UTM Valiare Valiare RGFF_UTM Valiare Ivière Valienau RGF_UTM Valiare Valiare RGFF_UTM Valiare Ivière Valpapa RGFF_UTM Valiare Ivière Valpapa RGFF_UTM Valiare Ivière Valpapa RGFF_UTM Ivière Iaumi - Rivière RGFF_UTM Iaumi - Rivière Iaumi - Rivière RGFF_UTM Iaumi - Rivière Iaumi - Rivière <td< td=""><td>RGFF_UTM
Ivière Valhana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Ivière Valhere Nière Valhere R GFF_UTM
Ivière Valhere R GFF_UTM
RGFF_UTM Nière Valhere R GFF_UTM
Ivière Valhere R GFF_UTM Ivière Valhere R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valhere R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valhere R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valennu R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valennu R GFF_UTM R GFF_UTM Valtare R GFF_UTM R GFF_UTM Valtare R GFF_UTM Ivière Valennu Ilièe Haaptit R GFF_UTM R GFF_UTM Valtare R GFF_UTM Ivière Valennu Ilièe Halancu R GFF_UTM Ivière Valennu Ilièe Valare R GFF_UTM Ivière Ilièe Valareatu R GFF_UTM Ivière Ilièm R GFF_UTM <td< td=""><td>RGFF_UTM
Ivière Valhana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Ivière Valhere RGFF_UTM
RefF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM
Ivière Valhere RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Valrenu RGFF_UTM Valrenu Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Valrane RGFF_UTM Valrenu Ide Oto - Rivère RGFF_UTM RGFF_UTM Valrane RGFF_UTM RGFF_UTM Iaumi - Rivière RGFF_UTM Iaumi - Rivière Iaumi - Rivière RGFF_UTW Iaumi - Rivière</td><td>RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vainena RGFF_UTM RGFF_UTM Niviete Vainena RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainena RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainenu RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainenu RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainenuu RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vainenuu RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vainenuu RGFF_UTM Vainena Niete Vainenu RGFF_UTM Vainena Runni - Riviere RGFF_UTM RGFF_UTM Runni - Rivi</td><td>RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihere Niete Vaihera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Niete Vainera Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Viete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Vainera RGFF_UTM
Niete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Vainera RGFF_UTM
Tiori RGFF_UTM
Swiete Vainera Niete Vainera RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Rinni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Rinni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Rinni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Manni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Manni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Manni - Rivière RGFF_UTM Niete Vainera</td><td>RGFF_UTM
Niefer Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niefer Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM Niefe Uufau RGFF_UTM RGFF_UTM Niefer Vairenu RGFF_UTM RGFF_UTM Nami- Rivière RGFF_UTM Tiori Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM RGFF_UTM Tiori Tiori RGFF_UTM RGFF_UTM Tiori</td><td>RGPF_UTM
Nieler Vaihana RGPF_UTM
RGFF_UTM
Nieler Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM
Nieler Vaihere Nieler Uvlau RGFF_UTM
Swier Uvlau RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Uvlau Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Vairen RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Runi - Riviere RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Alareaitu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Alareaitu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Alareaitu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTW
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTW<</td><td>RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihana Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGF_UTM
Niete Vaienu Viete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu
RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Vaitae RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM
RGFF_UTM Vaifae RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaienuu RGFF_UTM RGFF_UTM Vaifae RGFF_UTM RGFF_UTM</td></td<></td></td<> | RGFF_UTM
Ivière Valhana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Ivière Valhere Nière Valhere R GFF_UTM
Ivière Valhere R GFF_UTM
RGFF_UTM Nière Valhere R GFF_UTM
Ivière Valhere R GFF_UTM Ivière Valhere R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valhere R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valhere R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valennu R GFF_UTM R GFF_UTM Ivière Valennu R GFF_UTM R GFF_UTM Valtare R GFF_UTM R GFF_UTM Valtare R GFF_UTM Ivière Valennu Ilièe Haaptit R GFF_UTM R GFF_UTM Valtare R GFF_UTM Ivière Valennu Ilièe Halancu R GFF_UTM Ivière Valennu Ilièe Valare R GFF_UTM Ivière Ilièe Valareatu R GFF_UTM Ivière Ilièm R GFF_UTM <td< td=""><td>RGFF_UTM
Ivière Valhana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Ivière Valhere RGFF_UTM
RefF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM
Ivière Valhere RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Valrenu RGFF_UTM Valrenu Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Valrane RGFF_UTM Valrenu Ide Oto - Rivère RGFF_UTM RGFF_UTM Valrane RGFF_UTM RGFF_UTM Iaumi - Rivière RGFF_UTM Iaumi - Rivière Iaumi - Rivière RGFF_UTW Iaumi - Rivière</td><td>RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vainena RGFF_UTM RGFF_UTM Niviete Vainena RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainena RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainenu RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainenu RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainenuu RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vainenuu RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vainenuu RGFF_UTM Vainena Niete Vainenu RGFF_UTM Vainena Runni - Riviere RGFF_UTM RGFF_UTM Runni - Rivi</td><td>RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihere Niete Vaihera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Niete Vainera Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Viete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Vainera RGFF_UTM
Niete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Vainera RGFF_UTM
Tiori RGFF_UTM
Swiete Vainera Niete Vainera RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Rinni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Rinni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Rinni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Manni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Manni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Manni - Rivière RGFF_UTM Niete Vainera</td><td>RGFF_UTM
Niefer Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niefer Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM Niefe Uufau RGFF_UTM RGFF_UTM Niefer Vairenu RGFF_UTM RGFF_UTM Nami- Rivière RGFF_UTM Tiori Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM RGFF_UTM Tiori Tiori RGFF_UTM RGFF_UTM Tiori</td><td>RGPF_UTM
Nieler Vaihana RGPF_UTM
RGFF_UTM
Nieler Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM
Nieler Vaihere Nieler Uvlau RGFF_UTM
Swier Uvlau RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Uvlau Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Vairen RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Runi - Riviere RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Alareaitu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Alareaitu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Alareaitu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTW
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTW<</td><td>RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihana Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGF_UTM
Niete Vaienu Viete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Vaitae RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM
RGFF_UTM Vaifae RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaienuu RGFF_UTM RGFF_UTM Vaifae RGFF_UTM RGFF_UTM</td></td<> | RGFF_UTM
Ivière Valhana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Ivière Valhere RGFF_UTM
RefF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM
Ivière Valhere RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valhere RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Ivière Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Valrenu RGFF_UTM Valrenu Valrenu RGFF_UTM RGFF_UTM Valrane RGFF_UTM Valrenu Ide Oto - Rivère RGFF_UTM RGFF_UTM Valrane RGFF_UTM RGFF_UTM Iaumi - Rivière RGFF_UTM Iaumi - Rivière Iaumi - Rivière RGFF_UTW Iaumi - Rivière | RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vainena RGFF_UTM RGFF_UTM Niviete Vainena RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainena RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainenu
 RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainenu RGFF_UTM RGFF_UTM Silviete Vainenuu RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vainenuu RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vainenuu RGFF_UTM Vainena Niete Vainenu RGFF_UTM Vainena Runni - Riviere RGFF_UTM RGFF_UTM Runni - Rivi | RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihere Niete Vaihera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Niete Vainera Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Viete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Vainera RGFF_UTM
Niete Vainera RGFF_UTM
Swiete Vainera Vainera RGFF_UTM
Tiori RGFF_UTM
Swiete Vainera Niete Vainera RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Rinni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Rinni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Rinni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Manni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Manni - Rivière RGFF_UTM
Tiori Niete Vainera Manni - Rivière RGFF_UTM Niete Vainera | RGFF_UTM
Niefer Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niefer Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM Niefe Uufau RGFF_UTM RGFF_UTM Niefer Vairenu RGFF_UTM RGFF_UTM Nami- Rivière RGFF_UTM Tiori Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM Tiori RGFF_UTM RGFF_UTM Tiori Tiori RGFF_UTM RGFF_UTM Tiori
 | RGPF_UTM
Nieler Vaihana RGPF_UTM
RGFF_UTM
Nieler Vaihere RGFF_UTM
RGFF_UTM
Nieler Vaihere Nieler Uvlau RGFF_UTM
Swier Uvlau RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Uvlau Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Vairen RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Swier Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Runi - Riviere RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Alareaitu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Alareaitu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Alareaitu RGFF_UTM
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTW
Nieler Vairenu RGFF_UTM
Nieler Vairenu Nieler Vairenu RGFF_UTW< | RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaihana Niete Vaihana RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGF_UTM
Niete Vaienu Viete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Vaitae RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM
RGFF_UTM
Niete Vaienu Niete Vaienu RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM
RGFF_UTM Vaifae RGFF_UTM
RGFF_UTM RGFF_UTM Niete Vaienuu RGFF_UTM RGFF_UTM Vaifae RGFF_UTM RGFF_UTM |
| 'apetoai
'apetoai Rivière Vaihana
'apetoai Rivière Vaihere
'apetoai Rivière Vaihere
Haapiti Rivière Variher | ectoai Rivière Vaihana
ectoai Rivière Vaihana
Opunchu
ectoai Rivière Vaihere
apiti Rivière Varari-
Kamika
aapiti Rivière Uurfau | toai Rivière Vaihana
toai Rivière Vaihana
Coai Opunohu
Phti Rivière Vaihara
Rivière Vaihara
Rivière Urdau
phti Rivière Urdau
phti Rivière Nuuroa
phti vallee Haphti - | petoai petoai Rivière Valhana
petoai Rivière Valhana
petoai Rivière Varihana
petoai Rivière Varari-
aapti Rivière Urfau
aapti Rivière Nuurda
aapti Rivière Nuurda
aapti Rivière Variernu
vallée Haapti-
aapti Rivière Variernu
vallée Haapti-
aapti Rivière Variernu | "apetoan Riviere Vaihana "apetoan Riviere Vainari Haapiti Riviere Vairari-
Kamika Haapiti Riviere Vairari-
Riviere Vairari Haapiti Riviere Vairant-
Riviere Vairemu Haapiti Riviere Vairemu Haapiti Riviere Vairemu Haapiti Riviere Vairemu Haapiti Riviere Vairemu
 | "apetoai Riviere Vaihana "apetoai Riviere Vaihana "apetoai Opunohu "apetoai Riviere Vaihana "apetoai Riviere Vaihara Haapit Riviere Vaihara Haapit Riviere Urfau Haapiti Riviere Urfau Haapiti Riviere Vaihere Haapiti Riviere Vainem Haapiti Riviere Vainem Haapiti Riviere Vainem Haapiti Riviere Vainem Vallée Haapiti Haapiti Haapiti Riviere Vainem Haapiti Nallée Haapiti Haapiti Nallée Haapiti | "apetoan "apetoan "apetoan Opunohu "apetoan Opunohu "apetoan Opunohu "apetoan Rivière Vaihere Haapit Rivière Vainere Haapit Rivière Vaineru | "apetoan "apetoan "apetoan Opunohu "apetoan Opunohu "apetoan Rivière Vaihana "apetoan Rivière Vaihana "apetoan Rivière Vaihana "apetoan Rivière Vainari Haapiti Rivière Vainari Haapiti Rivière Vainari Haapiti Rivière Vairani Haapiti Rivière Vairani Haapiti Rivière Vairemu Haapiti Rivière Vaipaa Afarentu Vailéé Toto - Afarentu Rivière Manaerua | Sipetoal Rivière Valhana "apetoal Opunohu "apetoal Opunohu "apetoal Rivière Valhere Haapiti Rivière Varari- Haapiti Rivière Varanuo a Haapiti Rivière Varanuo a Haapiti Rivière Variemu Haapiti Vallée Haapiti- Haapiti Vallée Haapiti- Haapiti Vallée Haapiti- Haapiti Vallée Clot - Never Haapiti Rivière Valremu Haapiti Rivière Valremu Haapiti Rivière Valremu
 | "apetoan "apetoan "apetoan Rivière Vaihana "apetoan Opunohu "apetoan Rivière Vaihana "apetoan Rivière Vaihana "apetoan Rivière Vainari-
Kankier Varari-
Kankier Haapiti Rivière Vainari-
Kankier Varari-
Kankier Haapiti Rivière Vaineru
Rivière Vaineru Haapiti Rivière Vaineru Afareaitu Haumi- Rivière Afareaitu Haumi- Rivière Afareaitu Haumi- Rivière Tiori Tiori

 | apetoan Riviere Varihana "apetoan Riviere Varihana "apetoan Riviere Varihere "apetoan Riviere Variani-
Riviere Varani-
Kamika Haapiti Riviere Variemu Haapiti Naliee Varenu Valiee Haapiti Valiee Pariemu Haapiti Naliee Olo - Riviera Kareaitu Valiee Toto-
Valiere Manaerua Mareaitu Planče d'Mareaiti Afarceaitu Haumi- Rivière Afarceaitu Haumi- Rivière Afarceaitu Haumi- Rivière | apetoan Rivière Vaihana "apetoan Rivière Vaihana "apetoan Rivière Varan-
Rivière Varan-
Rivière Varan-
Rivière Varan-
Rivière Varan-
Rivière Varan-
Haapiti Rivière Varan-
Rivière Varan-
Kanke Varan-
Vallée Haapiti Haapiti Rivière Varan-
Rivière Varan-
Vallée Haapiti Vallée Haapiti Haapiti Rivière Varan-
Vallée Haapiti Vallée Haapiti Haapiti Rivière Valremu
Vallée Oto -
Vareaitu Vallée Toto -
Nareaitu Afareaitu Haumi- Rivière
Haumi- Rivière
Afareaitu Haumi- Rivière
Haumi- Rivière
Tori Afareaitu Haumi- Rivière
Tori Tori Afareaitu Haumi- Rivière
Tori Afareaitu Afareaitu Haumi- Rivière
Tori Tori Afareaitu Haumi- Rivière
 | apetoal Rivière Valhana "apetoal Rivière Valhana "apetoal Rivière Valhana "apetoal Rivière Valanera Haapiti Rivière Valeremu Haapiti Rivière Manaerua Mareaîtu Haumi - Rivière Afareaîtu Haumi - Rivière Afareaîtu Haumi - Rivière Afareaîtu Haumi - Rivière Afareaîtu Valliêr Houtuea
 | apetoal Rivière Valhana "apetoal Rivière Valhere "apetoal Rivière Valhere Haapiti Rivière Valhere Haapiti Rivière Valhere Haapiti Rivière Valeruna Vallée Haapiti Vallée Haapiti Haapiti Vallée Haapiti Haapiti Vallée Haapiti Haapiti Vallée Colo - Rivière Valerunu Haapiti Vallée Colo - Rivière Valerunu Haapiti Rivière Valerunu Haapiti Rivière Valerunu Haapiti Vallée Colo - Rivière Marcaîtu Planère d'Aareaitu Rivière Manaeuta Marcaitu Afareaitu Haumi - Rivière Afareaitu Haumi - Rivière Afareaitu Haumi - Rivière Afareaitu Haumi - Rivière Afareaitu Haumi - Striëre Afareaitu Vallée
 | Japetoal Rivière Valhana "Japetoal Rivière Valhera "Japetoal Rivière Varahi-
Rivière Varahi-
Rivière Varahi-
Rivière Varahi-
Haapiti Rivière Varahi-
Rivière Varahi Haapiti Rivière Varahi-
Rivière Varahi Haapiti Rivière Varahi Haapiti Rivière Varahi Haapiti Rivière Varahi Haapiti Rivière Valremu Vallée Haapiti Vallée Haapiti Haapiti Rivière Valremu Haapiti Rivière Valremu Haapiti Vallée Maapiti Haapiti Vallée Olo - River Haapiti Rivière Valapaa Varceaitu Planèz d'Araeaitt Afareaitu Planèz d'Araeaitt Afareaitu Haumi - Rivière Afareaitu Vallée Hotutea Mareaitu Vallée Hotutea Mareaitu Vallée Hotutea Mareaitu V | apetoan Bapetoan "apetoan Rivière Varihana "apetoan Opunohu "apetoan Rivière Varihana "apetoan Rivière Varani-
Kamika Haapiti Rivière Varani-
Kamika Haapiti Rivière Varani-
Kamika Haapiti Rivière Varani-
Kamika Haapiti Rivière Varani-
Vallée Haapiti -
Vallée Oio - Rivère
Variernu Haapiti Rivière Varani-
Naliee Variernu Haapiti Rivière Variernu Vallée Oio - Rivère
Mareaitu Vallée Toto-
Tiori Mareaitu Haumi - Rivière
Mareaitu Mareaitu Mareaitu Haumi - Rivière
Tiori Mareaitu Vallée Hotutea Haaptit Rivière Valanae Mareaitu Vallée Hotutea Haaptit Rivière Valanae
 | apetoan Bapetoan "apetoan Rivière Varinhan "apetoan Opunohu "apetoan Rivière Varinhan "apetoan Rivière Varinhan "apetoan Rivière Varinhan "apetoan Rivière Varinhan Haapiti Rivière Varinhan Vallée Olo - Rivière Rivière Varinhan Vallée Olo - Rivière Rivière Manaerua Vallée Toto- Vallée Toto- Vareaitu Haumi - Rivière Vareaitu Haumi - Rivière Vareaitu Haumi - Rivière Mareaitu Vallée Hotutea Mareaitu Vallée Hotutea Mareaitu Vallée Hotutea Mareaitu Vallée Hotutea Mareaitu Vallée Hotutea < | apetoal Rivière Valhana "apetoal Rivière Valhana "apetoal Rivière Valhere Haapiti Rivière Valhere Haapiti Rivière Valaniera Haapiti Vallée Haapiti Haapiti Rivière Valeraniu Marealitu Vallée Toto- Marealitu Haumi- Rivière | Sipetoal Rivière Valhana "apetoal Rivière Valhera "apetoal Rivière Varah-
Rivière Varah-
Haaptit Rivière Varah-
Rivière Varah-
Rivière Varah-
Haaptit Haaptit Rivière Varah-
Rivière Varah-
Haaptit Rivière Varah-
Rivière Varah-
Rivière Varah-
Nallée Haaptit Haaptit Rivière Varah-
Rivière Varah-
Nallée Haaptit Vallée Haaptit Haaptit Rivière Variemu Haaptit Rivière Variemu Haaptit Rivière Variemu Haaptit Rivière Variemu Haaptit Rivière Variema Haaptit Rivière Variema Vallée Toto -
dareaitu Palace d'Afareaitu Mareaitu Haumi - Rivière Mareaitu Haumi - Rivière Mareaitu Haumi - Rivière Mareaitu Haumi - Rivière Mareaitu Yallée Hotutea Mareaitu Vallée Hotutea Vallée Hotutea | apetoal Rivier Vaihana "apetoal Rivier Vaihana "apetoal Rivier Vaihana "apetoal Rivier Varan- Haaptit Rivier Vairemu Haaptit Rivier Vairemu Haaptit Rivier Vairemu Haaptit Vallee Haaptit- Haaptit Vallee Haaptit- Haaptit Rivier Vaipapa Varaeattu Planze d'Araeattu- Kareaattu Haumi - Rivier Mareaattu
 Haumi - Rivier Mareaattu Haumi - Rivier Mareaattu Vallee Hotutea Mareattu Vall |
| ge Papetoai Riv
ge Papetoai Riv
ge Papetoai Riv
ge Haapiti Ri | Detoai Riv
Detoai Riv
Detoai Riv
aapiti Ri | toai Riv
toai Riv
piti Rin
piti Ri
piti Riv | petoai Riv
petoai Riv
aapiti Riv
laapiti Ri
laapiti Riv
aapiti Riv
aapiti Riv
Na | Pepetoai RIV
Papetoai RIV
Papetoai RIV
Haapiti RIV
Haapiti RIV
Haapiti RIV
Haapiti RIV
Va
Haapiti VV
 | Pagetoai RIV e Pagetoai RIV e Pagetoai RIV e Haaptiti Vali e Haaptiti Vali | Bige Papetoal RIV Bige Papetoal RIV Bige Papaptia RIV Bige Haaptiti Va Va Va Va Alaspiti Va Va Va Va Va Alaspiti Va Va Alaspiti RIV Valiti | ge Papetoai RN ge Papetoai RN ge Haaptiti RN | age Papetoai RIV
age Papetoai RIV
age Papetoai RIV
age Papetoai RIV
age Haapiti RIV
age Haapiti RIV
age Haapiti Val
age Haapiti Val
cre Haapiti Val
rise Haapiti RIV
age Afareaitu RIV
tage Afareaitu RIV
age Afareaitu RIV
age Afareaitu RIV
 | age Papetoai RIV
age Papetoai RIV
age Haaptiti RIN
age Haaptiti RIN
age Haaptiti RIN
age Haaptiti RIN
age Haaptiti Vual
age Haaptiti Vual
age Haaptiti RIV
age Haaptiti RIV
age Afareatitu RIV
age Afareatitu RIV
age Afareatitu Plann
rice Afareatitu Plann
age Afareatitu Plann
age Afareatitu Plann
rice Afareatitu Plann
age Afareatitu Plann
rice Afareatitu Plann

 | Affareation RN age Paperoial RN age Paperoial RN age Paperoial RN age Haaptit Val age Afareatu Ha | Affareation RN age Papetoai RN age Haaptiti RN age Afareaitu Han age Afareaitu Han cree Afareaitu Han
 | age Papetoai RIV
age Papetoai RIV
age Haaptit RIV
age Haaptit RIV
age Haaptit RIV
age Haaptit Val
age Haaptit Val
age Haaptit Val
age Haaptit Val
age Afareatu Ma
age Afareatu Ha
age Afareatu Ha
 | age Papetoai RIV
age Papetoai RIV
age Haaptiti RIV
age Haaptiti RIV
age Haaptiti RIV
age Haaptiti Vali
age Haaptiti Vali
age Haaptiti Vali
age Haaptiti Vali
age Atareatitu RIV
age Afareatitu Ha
age Afareatitu Ha
ciage Afareatitu Ha
ciage Afareatitu Ha
ciage Afareatitu Ha
ciage Afareatitu Vali
age Afareatitu Vali
age Afareatitu Vali
age Afareatitu Vali
age Afareatitu Vali
ciage Afareatitu Vali
age Afareatitu Vali
age Afareatitu Vali
age Afareatitu Vali
age Afareatitu Vali
ciage Afareatitu Vali
age Afareatitu Vali
age Afareatitu Vali
ciage Afareatitu Vali
age Afareatitu Vali
ciage Afareati
 | age Papertoal RN age Papertoal RN age Papertoal RN age Haaptiti Na age Afarealtu Ha age Afarealtu | Affareation RN age Papetoai RN age Papaptia RN age Haaptit RN age Afareatut M age Afareatut Ha rage Afareatut Ha <td>Bige Papertoal RN Bige Papertoal RN Bige Haaptiti Vali Bige Haaptiti RN Bige Affarcentu Valiti Bige Affarcentu Haaptiti Cree Affarcentu Haaptiti RN RN Haaptiti Cree Affarcentu Haaptiti Rise Affarcentu Haaptiti Cree Affarcentu Haaptiti Cree Affarcentu Haaptiti Cree Affarcentu Haaptiti Cree Haaptiti <</td> <td>Rel Page Papertoal RN age Papertoal RN RN age Papertoal RN RN age Papertoal RN RN age Papertoal RN RN age Haaptit RN Val age Afareatu Ha Val age Afareatu Val Val age Afareatu Val <t< td=""><td>Bige Papertoal RN Bige Papertoal RN Bige Haaptiti Vali Bige Haaptiti Vali Bige Haaptiti NN Bige Haaptiti RN Bige Haaptiti RN Bige Affarcentu MA Bige Affarcentu Ha Cree Affarcentu Vali Cree Haaptiti Vali</td><td>age Papertoal RN age Papertoal RN age Papertoal RN age Papertoal RN age Haaptiti RN age Haaptiti RN age Haaptiti RN age Haaptiti Vali age Haaptiti RN age Afareatitu Ha cree Afareatitu Ha cree Afareatitu Ha cree Haaptiti Vali cree Afareatitu Ha cree Haaptiti Vali cre</td></t<></td> | Bige Papertoal RN Bige Papertoal RN Bige Haaptiti Vali Bige Haaptiti RN Bige Affarcentu Valiti Bige Affarcentu Haaptiti Cree Affarcentu Haaptiti RN RN Haaptiti Cree Affarcentu Haaptiti Rise Affarcentu Haaptiti Cree Affarcentu Haaptiti Cree Affarcentu Haaptiti Cree Affarcentu Haaptiti Cree Haaptiti < | Rel Page Papertoal RN age Papertoal RN RN age Papertoal RN RN age Papertoal RN RN age Papertoal RN RN age Haaptit RN Val age Afareatu Ha Val age Afareatu Val Val age Afareatu Val <t< td=""><td>Bige Papertoal RN Bige Papertoal RN Bige Haaptiti Vali Bige Haaptiti Vali Bige Haaptiti NN Bige Haaptiti RN Bige Haaptiti RN Bige Affarcentu MA Bige Affarcentu Ha Cree Affarcentu Vali Cree Haaptiti Vali</td><td>age Papertoal RN age Papertoal RN age Papertoal RN age Papertoal RN age Haaptiti RN age Haaptiti RN age Haaptiti RN age Haaptiti Vali age Haaptiti RN age Afareatitu Ha cree Afareatitu Ha cree Afareatitu Ha cree Haaptiti Vali cree Afareatitu Ha cree Haaptiti Vali cre</td></t<>
 | Bige Papertoal RN Bige Papertoal RN Bige Haaptiti Vali Bige Haaptiti Vali Bige Haaptiti NN Bige Haaptiti RN Bige Haaptiti RN Bige Affarcentu MA Bige Affarcentu Ha Cree Affarcentu Vali Cree Haaptiti Vali | age Papertoal RN age Papertoal RN age Papertoal RN age Papertoal RN age Haaptiti RN age Haaptiti RN age Haaptiti RN age Haaptiti Vali age Haaptiti RN age Afareatitu Ha cree Afareatitu Ha cree Afareatitu Ha cree Haaptiti Vali cree Afareatitu Ha cree Haaptiti Vali cre |
| ge Papetoai
ge Papetoai
ge Haapiti | betoai
betoai
aapiti
aapiti | toai
piti
piti
piti | petoai
petoai
laapiti
laapiti
laapiti
aapiti | Papetoai
Papetoai
Haapiti
Haapiti
Haapiti
Haapiti
Haapiti
 | e Papetoai
e Papetoai
e Haapiti
e Haapiti
e Haapiti
e Haapiti
e Haapiti | tage Papetoai
tage Papetoai
(age Haapti
tage Haapti
tage Haapti
tage Haapti
tage Haapti
tage Haapti
tage Haapti
tage Haapti | ge Papetoai
ge Papetoai
ge Haapiti
ge Haapiti
ge Haapiti
ge Haapiti
ge Haapiti
ge Haapiti
ge Haapiti | ttage Papetoai
Trage Papetoai
Trage Haapiti
Jage Haapiti
Jage Haapiti
Jage Haapiti
Urce Haapiti
ptage Haapiti
ptage Afareaitu
Urce Afareaitu
 | prage Papetoai
prage Papetoai
prage Haapiti
prage Haapiti
prage Haapiti
prage Haapiti
uurce Haapiti
prage Haapiti
prage Afareaitu
brage Afareaitu
prage Afareaitu
prage Afareaitu

 | trage Papetoai
trage Papetoai
trage Haapiti
trage Haapiti
trage Haapiti
urce Haapiti
trage Haapiti
trage Haapiti
trage Haapiti
trage Afareaitu
urce Afareaitu
turce Afareaitu
turce Afareaitu | ptage Papertoai
ptage Papertoai
ptage Papertoai
ptage Haapiti
ptage Haapiti
ptage Haapiti
ptage Haapiti
ptage Haapiti
ptage Afareaitu
ptage Afareaitu
ptage Afareaitu
ptage Afareaitu
ource Afareaitu
ource Afareaitu
 | Captage Papetoai Captage Papetoai Captage Haapiti Source Haapiti Captage Afareatu Source Afareatu Source Afareatu Source Afareatu Captage Afareatu Source Afareatu Captage Afareatu Captage Afareatu Source Afareatu
 | R Captage Papetoal Captage Papetoal Captage Haapiti Source Haapiti Labatage Haapiti Source Haapiti Labatage Afareaitu source Afareaitu re Source Afareaitu u Source Afareaitu u Captage Afareaitu source Afareaitu Source Source Afareaitu Source Source Afareaitu Source
 | OR Captage Papetoal Captage Haapiti Labagiti Source Source Afareaitu re Source Afareaitu Source t Source Afareaitu Captage Mareaitu Source Captage Afareaitu | OR Captage Papetoai Captage Papetoai Eaptage Captage Haaptit Eaptage Lab Captage Afareattu Lab Captage Afareattu Lab Source Afareattu u Captage Afareatu u Captage Afareatu u Captage Afareatu u Captage Afareatu Captage Afareatu Captage U Captage Afareatu U Captage Afareatu Source Afareatu Captage Captage Afareatu Captage
 | OR Captage Papetoai Captage Papetoai Captage Haapiti Source Haapiti Captage Haapiti Captage Haapiti Source Afareaitu Laptage Afareaitu va Source Afareaitu va Source Afareaitu u Captage Afareaitu u Source Afareaitu u Captage Afareaitu u Captage Afareaitu u Captage Afareaitu captage Afareaitu captage Afareaitu source Afareaitu Source Haapiti Source Haapiti Source Haapiti Source Haapiti Source Haapiti Source Haapiti | OR Captage Papetoal Captage Papetoal Captage Haapiti Source Haapiti Captage Haapiti Labatage Haapiti Source Haapiti Laptage Afareatru Laptage Afareatru u Captage Afareatru u Captage Afareatru u Captage Afareatru Source Afareatru Source Afareatru Source Afareatru Source Afareatru Source Haapiti Source Haapiti Source Haapiti Source Haapiti Source Haapiti Source Haapiti | OR Captage Papetoal Captage Papetoal
Captage Haapiti Source Afareattu Laptage Afareattu Captage Afareattu Laptage Afareattu vource Afareattu Source Afareattu Captage Afareattu Captage Afareattu Captage Afareattu U Captage Afareattu Source Afareattu Source Haapiti | OR Captage Papetoal Captage Papetoal Captage Haapiti Labage Haapiti Labage Haapiti Captage Haapiti Labage Afareattu Labage Afareatu Labage Afareatu u Captage Afareatu u Captage Afareatu u Captage Afareatu u Captage Afareatu u Source Afareatu Source Afareatu Source Source Haapiti Source Source Haapiti Source Source Haapiti |
| ge Pap
ge Hi | C.I. 111 | | 9 10 10 10 10 10 |
 | | tage Pap tage Ha | 3e Pap 3e < | trage Page >tage Page >tage Ha
 | prage Pag
prage Pag
prage Ha
prage Ha
prage Ha
prage Aa
prage Af
prage Af
prage Af

 | trage Page trage Pag trage Ha trage Ha trage Ha trage Ha trage Ha urce Ha trage Ha urce Afa trage Afa trage Afa urce Afa trage Afa urce Afa trage Afa trage Afa | ptage Pag
ptage Pag
ptage Ha
ptage Ha
ptage Ha
ptage Ha
ptage Afa
aptage Afa
aptage Afa
aptage Afa
aptage Afa
 | Captage Page Page Captage Ha Captage Ha Captage Ha Captage Ha Captage Ha Captage Ha Captage Ha Captage Ha Captage Ha Source Ha Captage Ha Captage Ha Captage Afa Captage Afa Captage Afa Source Afa Source Afa Source Afa Source Afa Source Afa Captage Afa Source Afa Captage Afa Source Afa Source Afa Source Afa Captage Afa Source Afa Source Afa Source Afa Captage Afa Source Afa Source Afa Source Afa Source Afa Source Afa <td>Captage Page Captage Ha Source Ha Ja) Captage Ha Laptage Ha Ha Source Afa Afa Laptage Afa Afa Source Afa Afa Laptage Afa Afa Leptage Afa Afa Leptage Afa Afa Lebtage Afa</td> <td>e Capitage Page J Capitage Ha J Capitage Ha iest Capitage Ha lest Capitage Ha uest Capitage Ha inuest Capitage Ha inuest Capitage Ha inuest Source Ha inuestual Capitage Ha inuest Source Aria intre Capitage Aria intre Capitage Aria intre Source Aria intre<</td> <td>ere Captage Page
eca Captage Ha
au const Captage Ha
roa Captage Ha
u ouest Captage Ha
u ouest Captage Ha
u ouest Captage Ha
aapiti Captage Ha
ha Captage Afa
faiava Source Afa
aintu Captage Afa
aintu Captage Afa
aintu Captage Afa
aintu Captage Afa
aintu Captage Afa
aintu Captage Afa
aitu Captage Afa
aintu Captage Afa
aitu Captage Afa</td> <td>erei Captage Page
eca Captage Pag
au cuest Captage Ha
roa Captage Ha
u ueust Captage Ha
u ueust Captage Ha
u ueust Captage Ha
aapiti Captage Ha
aapiti Captage Afa
danaerua) Captage Afa
danaerua) Captage Afa
danaerua) Captage Afa
danaerua) Captage Afa
danaerua) Captage Afa
ani Est Captage Afa
ari Captage Afa
a</td> <td>rerei Captage Page Page
Fau Captage Ha
Iroa Captage Ha
nuest Captage Ha
uouest Captage Ha
nu - E8 Source Ha
Manaerua) Captage Ma
mi Est Captage Afa
mi Est Source Afa
ura Captage Afa
mura Captage Afa
ha Bapti Source Afa
ura Captage Afa
mura Captage Afa
ha Bapti Source Afa
ura Captage Afa
ha Bapti Source Afa
banta Source Afa
banta Source Afa
banta Source Afa
ha Captage Afa
ba ba b</td> <td>re Captage Pag
au Captage Ha
u Captage Ha
lest Captage Ha
captage Ha
- Captage Ha
- Captage Ha
- Captage Ha
- Captage Ha
- Captage Aa
iava Source Aa
iava Source Aa
- Captage Aa
- Aa
- Captage Aa
- Aa
- Captage Aa
- Aa
- Captage Aa
- Aa
- Aa
- Aa
- Aa
- Aa
- Aa
- Aa
-</td> <td>e Capitage Page </td>
 | Captage Page Captage Ha Source Ha Ja) Captage Ha Laptage Ha Ha Source Afa Afa Laptage Afa Afa Source Afa Afa Laptage Afa Afa Leptage Afa Afa Leptage Afa Afa Lebtage Afa | e Capitage Page J Capitage Ha J Capitage Ha iest Capitage Ha lest Capitage Ha uest
Capitage Ha inuest Capitage Ha inuest Capitage Ha inuest Source Ha inuestual Capitage Ha inuest Source Aria intre Capitage Aria intre Capitage Aria intre Source Aria intre< | ere Captage Page
eca Captage Ha
au const Captage Ha
roa Captage Ha
u ouest Captage Ha
u ouest Captage Ha
u ouest Captage Ha
aapiti Captage Ha
ha Captage Afa
faiava Source Afa
aintu Captage Afa
aintu Captage Afa
aintu Captage Afa
aintu Captage Afa
aintu Captage Afa
aintu Captage Afa
aitu Captage Afa
aintu Captage Afa
aitu Captage Afa | erei Captage Page
eca Captage Pag
au cuest Captage Ha
roa Captage Ha
u ueust Captage Ha
u ueust Captage Ha
u ueust Captage Ha
aapiti Captage Ha
aapiti Captage Afa
danaerua) Captage Afa
danaerua) Captage Afa
danaerua) Captage Afa
danaerua) Captage Afa
danaerua) Captage Afa
ani Est Captage Afa
ari Captage Afa
a | rerei Captage Page Page
Fau Captage Ha
Iroa Captage Ha
nuest Captage Ha
uouest Captage Ha
nu - E8 Source Ha
Manaerua) Captage Ma
mi Est Captage Afa
mi Est Source Afa
ura Captage Afa
mura Captage Afa
ha Bapti Source Afa
ura Captage Afa
mura Captage Afa
ha Bapti Source Afa
ura Captage Afa
ha Bapti Source Afa
banta Source Afa
banta Source Afa
banta Source Afa
ha Captage Afa
ba ba b
 | re Captage Pag
au Captage Ha
u Captage Ha
lest Captage Ha
captage Ha
- Captage Ha
- Captage Ha
- Captage Ha
- Captage Ha
- Captage Aa
iava Source Aa
iava Source Aa
- Captage Aa
- Aa
- Captage Aa
- Aa
- Captage Aa
- Aa
- Captage Aa
- Aa
- Aa
- Aa
- Aa
- Aa
- Aa
- Aa
- | e Capitage Page |
| ge Haapiti Kuviere varari-
Kamika | aapiti kamika
aapiti Rivière Uufau | piti nuvere vararr-
piti Rivière Uufau
piti Rivière Nuuroa
piti Vallée Haapiti - | laapiti kwere varar-
kamika
aapiti Rivière Uufau
aapiti Rivière Nuuroa
aapiti Rivière varemu
aapiti Rivière varemu
aapiti Rivière Varemu | Haapit Nivere vant-
Kenika Haapit Rivière Uufau Haapit Rivière Uufau Haapit Rivière Vanteruu Haapit Rivière Vanteru Vallée Haapit Vallée Haapit
 | e Haapiti Kuverevant-
kamika
e Haapiti Rivière Uufau
e Haapiti Rivière Vairemu
e Haapiti Rivière Vairemu
e Haapiti Vallée Haapiti -
e Haapiti Rivière Vairemu
apiti Rivière Vairemu
vallée Haapiti -
u Vallée Haapiti -
u Vallée Haapiti -
vallée Dio Rivière
e Haapiti Vallée Oio Rivère
e Haapiti Vallée Oio Rivère | tage Haapti koveretvant-
tage Haapti Rivière Uurdau
tage Haapti Rivière Uurdau
tage Haapti Rivière Varnounoa
tage Haapti Rivière Varnounoa
tage Haapti Rivière Varnounoa
tage Haapti Rivière Varnouno
tage Haapti Rivière Varierau
tage Haapti Rivière Varierau
tage Haapti Avaitare | 3e Haapiti Nivere Vaant-
Kamika ge Haapiti Rivière Uufau ge Haapiti Rivière Vaint-
Kavière Vaint-
kapiti Rivière Vaint-
kapiti ge Haapiti Rivière Vaint-
kapiti Vailée Haapiti ge Haapiti Rivière Vaint-
kapiti Vailée Haapiti ge Haapiti Vailée Haapiti Vailée Haapiti ge Haapiti Rivière Vaint-
kaiter Vailée Gio - Rivère ge Haapiti Vailée Olo - Rivère Vailée ge Haapiti Vailée Toto - Vailée Toto - ge Atrovatiti Naivère Vaipapai Manaerua | Jage Haaptit Kwere vant-
kamika Jäge Haaptit Riviere Uufau Jäge Haaptit Riviere Uufau Jäge Haaptit Riviere Vairenu Urce Haaptit Riviere Vairenu Jäge Haaptit Vailee Haaptit- Urce Haaptit Vailee Haaptit- Jäfare Vailee Vairenu Jäfare Vailee Oro Jäfare Vailee Toro Jäfare Vailee Toro Jäfare Vailee Toro Jäfare Vailee Maanerua Urce Afareatu Planerua Jäfare Vailee Maanerua
 | ptage Haapiti Kweire Vurdau ptage Haapiti Riwière Uurdau ptage Haapiti Riwière Valieun urce Haapiti Riwière Valieun urce Haapiti Riwière Valieun urce Haapiti Riwière Valieun urce Haapiti Riwière Valieun ptage Haapiti Naliée Olo- Rivère ptage Haapiti Naliée Olo- Rivère ptage Haapiti Rivière Valapa urce Afareaitu Vallée Toto- urce Afareaitu Planèze d'Afareait ptage Afareaitu Haumi- Rivière ptage Afareaitu Haumi- Rivière

 | tage Haapiti kuntee Jurdau
tage Haapiti Riviere Uurdau
Jage Haapiti Riviere Varieru
Riviere Varieru
Riviere Varieru
Variefe Haapiti -
Variefe Haapiti -
Variefe Haapiti -
Variefe Varieruu
Variefe Variefe Varieruu
Variefe Varieruu
Variefe Varieruu
Variefe Varieruu
Variefe Varieruu
Variefe Varieruu
Variefe Varieruu
Variefe Variefe Variefe Varieruu
Variefe Variefe | ptage Haapiti Nivere Vanit-
Kanika ptage Haapiti Rivière Uufau ptage Haapiti Rivière Vallet ptage Haapiti Rivière Vallet ptage Haapiti Vallét ptage Haapiti Rivière Vallet uptage Haapiti Rivière Vallet uptage Haapiti Nullét Haapiti ptage Haapiti Nullét Haapiti ptage Haapiti Nullét Haapiti ptage Haapiti Nullét Haapiti ptage Haapiti Nullét Papiti ptage Haapiti Nullét Papiti ptage Haapiti Nullét Papiti ptage Harantu Vallét Papiti ptage Afareaitu Nallet Toto- ptage Afareaitu Haumi- Rivière ptage Afareaitu Haumi- Rivière ptage Afareaitu Haumi- Rivière ource Afareaitu Haumi- Rivière ource Afareaitu
 | Gaptage Haapiti Nivere Vanit-
Kanika Captage Haapiti Rivière Uufau Captage Haapiti Rivière Valienuroa Captage Haapiti Vallée Haapiti-
Vallée Haapiti-
Rivière Vairemu Source Haapiti Rivière Vairemu Source Haapiti Vallée Haapiti-
Rivière Vairemu Source Haapiti Vallée Haapiti-
Rivière Vairemu Captage Haapiti Vallée Plaapiti-
Rivière Vairemu Captage Haapiti Vallée Plaapiti-
Rivière Vairemu Captage Hareaitu Vallée Toto-
Vallee Toto- Captage Afareaitu Rivière Manaerua Source Afareaitu Haumi- Rivière Captage Afareaitu Haumi- Rivière Source Afareaitu Haumi- Rivière
 | Captage Haapiti Nivere Variant-
Kinkiere Uufau Captage Haapiti Rivière Uufau Captage Haapiti Rivière Uufau Captage Haapiti Rivière Vairemu Captage Haapiti Rivière Vairemu Captage Haapiti Rivière Vairemu Captage Haapiti Rivière Vairemu Source Haapiti Rivière Vairemu Source Haapiti Rivière Vairemu Lab Source Haapiti Rivière Vairemu Jai) Captage Haapiti Rivière Vairemu Jai Captage Hareaitu Nailee Toto- Jai Source Afareaitu Pianie Toto- Source Afareaitu Pianie Rivière Captage Afareaitu Haumi Rivière Captage Afareaitu Haumi Rivière Le Source Afareaitu Haumi Rivière Lo Source Afareaitu Haumi Rivière Lo Source Afareaitu
 | :a Captage Haaptit Numere vantame a Captage Haaptit Rivière Uufau a Captage Haaptit Rivière Uufau uest Captage Haaptit Rivière Uufau uest Captage Haaptit Rivière Vairemu uest Captage Haaptit Rivière Vairemu uest Captage Haaptit Vallée Haaptit- uest Captage Haaptit Vallée Haaptit- upit Captage Haaptit Vallée Haaptit- naerual Captage Haaptit Vallée Paaptit- naerual Captage Haantit Rivière Vaireent naerual Source Afareatu Vallée Paaptit- restage Haantit | eca Captage Haaptit Numer Vantrant au Captage Haaptit Rivière Vantrant uest Captage Haaptit Rivière Vantrant uouest Captage Haaptit Rivière Vantrant uouest Captage Haaptit Rivière Vantenu uouest Captage Haaptit Vallée Haaptit- uouest Captage Haaptit Rivière Vantenu uouest Captage Haaptit Rivière Vantenu and Captage Haaptit Rivière Vantenu and Captage Haaptit Rivière Vantenu anderuud Captage Haaptit Rivière Vantenu anderuud Captage Afareatt Vallée Toto- Anaerua Captage Afareatt Manteru Anaerua Source Afareatt Haumi- Rivière Anaerua Source Afareatt Haumi- Rivière Anaerua Source Afareatt Haumi- Rivière Anaerua <td< td=""><td>eca Captage Haaptit Numer Vantage au Captage Haaptit Rivière Uufau road Captage Haaptit Rivière Vantage uest Captage Haaptit Rivière Valtabu uouest Captage Haaptit Rivière Valtebu uouest Captage Haaptit Vallée Haaptit- uu - E8 Source Haaptit Vallée Haaptit- uu - E8 Source Haaptit Vallée Haaptit- uu - E8 Source Haaptit Rivière Valpaba haaneuu Captage Haaptit Vallée Toto- anaeuu Captage Afareatt Vallée Toto- danaeuu Source Afareatt Vallée Toto- danaeuu Source Afareatt Haumi- Rivière dateattu Ha</td><td>eca Captage Haapti Nomer vanit-
more vanit-
studie Nomer vanit-
studie fau Captage Haapti Riviere Varit-
more vanit-
studie Riviere Varit-
valie nuest Captage Haapti Riviere Variemun nuest Captage Haapti Riviere Variemun nuest Captage Haapti Valiek Haapti-
studie Valiere Variemun nue Source Haapti Valiere Variemun Valiere Variemun nanetua) Source Haapti Valiere Variemun Valiere Variemun danaetua) Captage Haapti Paritere Valiere Variemen danaetua Captage Haanti Riviere Variemen Valiere danaetua Captage Haanti<</td> Riviere Variemen Valiere danaetua Source Afareatu Naliere Variemen Valiere danaetua Source Afareatu Haumi-Riviere Tori if Est Captage Afareatu Haumi-Riviere Tori if Est Sour</td<>
 | eca Captage Haaptit Numer Vantage au Captage Haaptit Rivière Uufau road Captage Haaptit Rivière Vantage uest Captage Haaptit Rivière Valtabu uouest Captage Haaptit Rivière Valtebu uouest Captage Haaptit Vallée Haaptit- uu - E8 Source Haaptit Vallée Haaptit- uu - E8 Source Haaptit Vallée Haaptit- uu - E8 Source Haaptit Rivière Valpaba haaneuu Captage Haaptit Vallée Toto- anaeuu Captage Afareatt Vallée Toto- danaeuu Source Afareatt Vallée Toto- danaeuu Source Afareatt Haumi- Rivière dateattu Ha | eca Captage Haapti Nomer vanit-
more vanit-
studie Nomer vanit-
studie fau Captage Haapti Riviere Varit-
more vanit-
studie Riviere Varit-
valie nuest Captage Haapti Riviere Variemun nuest Captage Haapti Riviere Variemun nuest Captage Haapti Valiek Haapti-
studie Valiere Variemun nue Source Haapti Valiere Variemun Valiere Variemun nanetua) Source Haapti Valiere Variemun Valiere Variemun danaetua) Captage Haapti Paritere Valiere Variemen danaetua Captage Haanti Riviere Variemen Valiere danaetua Captage Haanti< | Captage Haapti Numere Varant-
where Varant-
lest Laapti Rivière Uufau iest Captage Haapti Rivière Varant-
kivière Varemu uest Captage Haapti Rivière Varemu piti Captage Haapti Vallée Haapti-
vallee roto-
nuiserus) Vallée Haapti-
vallee and Captage Haapti Rivière Varantu Vallée roto-
vallare and Captage Afareatu Rivière Varantu Vallée roto-
roto-
roto- entre Captage Afareatu Rivière Varantu Prointea entre Source Afareatu Ri | a Captage Haapti Numere vaant a Captage Haapti Rivière Uufau a Captage Haapti Rivière Vatent est Captage Haapti Rivière Vatent uvest Captage Haapti Rivière Vatent uvest Captage Haapti Rivière Vatent uvest
Captage Haapti Vallée Haapti- uvest Captage Haapti Rivière Vatent pit Captage Haapti Vallée Toto- naerua) Captage Afareatu Nallée Toto- naerua) Source Afareatu Nallée Toto- ava Source Afareatu Haumi- Rivière |
| | aapiti Rivière Uufau RGPF_UTM_Zone_6S 194644 8 | piti Rivière Uufau RGPE_UTM_Zone_65 194644 8
piti Rivière Nuuroa RGPE_UTM_Zone_65 192775 8
piti Vallee Haapiti RGPE_UTM_Zone_65 195241 8 | aaptit Rivière Uufau RGFF_UTM_Zone_65 194644 8 aaptit Rivière Nuuroa RGFF_UTM_Zone_65 192775 8 laaptit Valiée Haptit-
Rivière Vairenu RGF_UTM_Zone_65 196241 8 laaptit Valiée Haptit-
Rivière Vairenu RGF_UTM_Zone_65 196221 8 aaptit RGFF_UTM_Zone_65 196222 8 136222 8 | Haapti Rivière Uurau RGF_UTM_Zone_65 194644 8 Haapti Rivière Nuuroa RGF_UTM_Zone_65 192775 8 Haapti Rivière Nuuroa RGF_UTM_Zone_65 192775 8 Haapti Rivière Vairenu RGF_UTM_Zone_65 195241 8 Haapti Rivière Vairenu RGF_UTM_Zone_65 195222 8 Haapti Vailée Haapti- RGF_UTM_Zone_65 195222 8 Haapti Vailée Haapti- RGF_UTM_Zone_65 195222 8 Haapti Vailée Haapti- RGF_UTM_Zone_65 196120 8
 | e Haapiti Riviere Urfau RCFF_UTM_Zone_GS 192775 8 e Haapiti Riviere Uurona RCFF_UTM_Zone_GS 192775 8 e Haapiti Riviere Vairemu RCFF_UTM_Zone_GS 192775 8 e Haapiti Riviere Vairemu RCFF_UTM_Zone_GS 196241 8 e Haapiti Riviere Vairemu RCFF_UTM_Zone_GS 196242 8 e Haapiti Riviere Vairemu RCFF_UTM_Zone_GS 196120 8 b Haapiti Valiefe Haapiti- RCFF_UTM_Zone_GS 196130 8 c Haapiti Valiefe Vairemu RCFF_UTM_Zone_GS 196130 8 d Haapiti Valiefe Vairemu RCFF_UTM_Zone_GS 196130 8 | tage Haapti Rivière Uufau RGFF_UTM_Zone_65 194644 8 tage Haapti Rivière Nuuroa RGFF_UTM_Zone_65 192775 8 tage Haapti Rivière Nauroa RGFF_UTM_Zone_65 192775 8 tage Haapti Rivière Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 195242 8 tage Haapti Rivière Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 196202 8 urce Haapti Vallée Haapti RGFF_UTM_Zone_65 196190 8 urce Haapti Vallée Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 196362 8 tage Haapti Rivière Vairemu RGF_UTM_Zone_65 196362 8 tage Haaptit Rivière Vairemu RGF_UTM_Zone_65 196362 8 tage Haaptit Rivière Vairemu RGF_UTM_Zone_65 196362 8 | ge Haapiti Rivière Uurau RCPF_UTM_Zone_65 194644 8 ge Haapiti Rivière Nuuroa RGPF_UTM_Zone_65 192775 8 ge Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTM_Zone_65 192775 8 ge Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTM_Zone_65 195242 8 ge Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTM_Zone_65 195242 8 ge Haapiti Vallée Haapiti- RGPF_UTM_Zone_65 195322 8 ge Haapiti Naliée Vairemu RGPF_UTM_Zone_65 195302 8 ge Haapiti RGPF_UTM_Zone_65 195302 8 8 ge Haapiti RGPF_UTM_Zone_65 195302 8 8 ge Haapiti RGPF_UTM_Zone_65 195302 8 8 8 19201 8 ge Haapiti Rivière RGPF_UTM_Zone_65 192301 8 8 19201 8 de Haapiti | 13326 Haaptiti Rivière Uufrau RGFP_UTM 20ne_65 194644 8 13326 Haaptiti Rivière Uufrau RGFP_UTM 20ne_55 192775 8 13486 Haaptiti Rivière Vairemu RGFP_UTM 20ne_55 192775 8 13486 Haaptiti Rivière Vairemu RGFP_UTM 20ne_55 195241 8 13486 Haaptiti Rivière Vairemu RGFP_UTM_Zone_65 196190 8 135275 Baptiti Rivière Vairemu RGFP_UTM_Zone_65 196190 8 1352 Baptiti Rivière Vairemu RGFP_UTM_Zone_65 196190 8 1352 Baptiti Rivière Vairemu RGFP_UTM_Zone_65 196190 8 1352 Baptiti Vaillée RGF_UTM_Zone_65 196190 8 1352 Baptiti Vaillée RGF_UTM_Zone_65 196302 8 1352 Haaptiti Rivière Vaipapa RGF_UTM_Zone_65 196302 8 1352 Haatiti Rivière Manaerua RGF_UTM_Zone_65 20437 8 1353 Afareaitu RGF_UTM_Zone_65 203396 8 1354 Afareaitu RGF_UTM_Zone_65 2033396 <td< td=""><td>Dage Haapiti Rivière Urfau RCPF_UTM_Zone_65 192/75 8 Page Haapiti Rivière Urfau RCPF_UTM_Zone_65 192/75 8 Prage Haapiti Rivière Vairenu RGPF_UTM_Zone_65 192/75 8 Prage Haapiti Rivière Vairenu RGPF_UTM_Zone_65 196/241 8 Prage Haapiti Rivière Vairenu RGPF_UTM_Zone_65 196/202 8 Urce Haapiti Rivière Vairenu RGPF_UTM_Zone_65 196/30 8 Urce Haapiti Valle RGPF_UTM_Zone_65 196/30 8 Urce Haapiti Rivière Vairenu RGPF_UTM_Zone_65 199/30 8 Urce Haapiti Rivière Vairenu RGPF_UTM_Zone_65 199/30 8 Pitage Haapiti Rivière Vairenu RGPF_UTM_Zone_65 203/39 8 Prage Haamit Rivière Vairenatu RGPF_UTM_Zone_65 203/39 8 Prage Afareaitu Rivière Raaitu RGPF_UTM_Z</td><td>itage Haaptiti Rivière Uufrau R.G.PF_UTIM_Zone_65 192444 8 itage Haaptiti Rivière Uufrau R.G.PF_UTIM_Zone_65 192431 8 itage Haaptiti Rivière Vairemu R.G.PF_UTIM_Zone_65 195242 8 itage Haaptiti Rivière Vairemu R.G.PF_UTIM_Zone_65 195232 8 itage Haaptiti Ruvière Vairemu R.G.PF_UTIM_Zone_65 195130 8 itage Haaptiti Rivière Vairemu R.G.PF_UTIM_Zone_65 195130 8 itage Haaptiti Rivière Vairemu R.G.PF_UTIM_Zone_65 195130 8 itage Haaptiti Vailée Oio-Rivère R.G.PF_UTIM_Zone_65 200457 8 itage Haaptiti Rivière Vailencio- R.G.PF_UTIM_Zone_65 200457 8 itage Haantiti R.G.PF_UTIM_Zone_65 200457 8 itage Haantiti-Rivière R.G.PF_UTIM_Zone_65 200457 8 itage Haantite Nuiere Vairemu R.G.PF_UTIM_Zone_65</td></td<> <td>ptage Haapiti Rivière Uuruu RCPF_UTIM_Zone_65 194644 8 ptage Haapiti Rivière Vuiruu RCPF_UTIM_Zone_65 196241 8 ptage Haapiti Rivière Vuiruu RCPF_UTIM_Zone_65 196242 8 ptage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 196242 8 ource Haapiti Vallée Haapiti RGPF_UTIM_Zone_65 196190 8 ource Haapiti Vallée Haapiti RGPF_UTIM_Zone_65 196190 8 ource Haapiti Vallée Haapiti RGPF_UTIM_Zone_65 196100 8 ptage Haapiti Vallée Toto- RGPF_UTIM_Zone_65 200457 8 ptage Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201503 8 9 ptage Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201503 8 9 ptage Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201503 8 9 10 ptage Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201503</td> <td>Gaptage Haapiti Rivière Uuruu RGPF_UTIM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Rivière Uuruu RGPF_UTIM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Rivière Vairemu
 RGPF_UTIM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 196242 8 Captage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 196190 8 Source Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 196130 8 Source Haapiti Rivière Vaipapa RGPF_UTIM_Zone_65 196130 8 Captage Haapiti Rivière Vaipapa RGPF_UTIM_Zone_65 201305 8 Captage Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201306 8 8 Source Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201306 8 8 Captage Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201303 8 8 201457 8 Captage Afareaitu</td> <td>Captage Haapiti Rivière Uurau RGPF_UTM_Zone_65 192454 8 Captage Haapiti Rivière Nurrona RGPF_UTM_Zone_65 192475 8 Captage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 192475 8 Captage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196190 8 Source Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196341 8 Gaptage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 La) Captage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196303 8 La) Captage Hárareitu RGPF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareaitu RohF_UTM_Zone_65 201503 8 Captage Afareaitu Haumi-Rivière RGPF_UTM_Zone_65 201503 8 Captage Afareaitu <t< td=""><td>Captage Haapiti Riviere Uuruu RGFF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Riviere Vuiruu RGFF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 196242 8 Captage Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 196190 8 Source Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 196302 8 Gaptage Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 199201 8 Iai) Captage Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 199201 8 Iai) Captage Haruni- Riviere RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 Iai) Captage Afareaitu Haruni- Riviere RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 Iai) Captage Afareaitu Haruni- Riviere RGFF_UTM_Zone_65 201503 8</td><td>Captage Haapiti Rivière Uuruu RGPF_UTIM_Zone_65 192454 8 Captage Haapiti Rivière Vuireuu RGPF_UTIM_Zone_65 192755 8 Captage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 195241 8 Captage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 195302 8 Source Haapiti Vailée Haapiti RGPF_UTIM_Zone_65 195302 8 Source Haapiti Vailée Haapiti RGPF_UTIM_Zone_65 195301 8 Gaptage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 200457 8 La) Captage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 La) Captage Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 La) Captage Afareaitu Haumi- Rivière RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 Captage Afareaitu Haumi- Rivière RGPF_UTIM_Zone_65 201458 8 201456 8</td><td>Capitage Haapiti Riviere Uuruu RGPF_UTIM_Zone_65 194644 8 Capitage Haapiti Riviere Vuireunu RGPF_UTIM_Zone_65 192775 8 Capitage Haapiti Riviere Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 195241 8 Capitage Haapiti Riviere Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 195302 8 Source Haapiti Vailee Hoapiti RGPF_UTIM_Zone_65 195302 8 Laptage Haapiti Vailee Hoapiti RGPF_UTIM_Zone_65 195302 8 Laptage Haapiti Riviere Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 Laptage Haapiti Riviere Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 Laptage Afareattu Vailee RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 Laptage Afareattu Haumi- Riviere RGPF_UTIM_Zone_65 201458 8 Captage Afareattu Haumi- Riviere RGPF_UTIM_Zone_65 201458 8 Captage Afareattu</td><td>Captage Haapiti Rivière Uuruu RGPF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Rivière Vuiruu RGPF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196242 8 Captage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 Source Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 Source Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196301 8 Lap Vaillee Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 Lap Captage Harentu Vaillee Toto- RGPF_UTM_Zone_65 201403 8 La Source Afareattu Haumi-Rivière RGPF_UTM_Zone_65 201431 8 Laptage Afareattu Haumi-Rivière RGPF_UTM_Zone_65 201433 8 Captage Afareattu Haumi-Rivière RGPF_UTM_Zone_65 201433 8 Captage</td><td>Captage Haapiti Riviere Uuruu RGFF_UTM_Zone_65 192474 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 196242 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 196241 8 Source Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 196305 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 199201 8 La) Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 199301 8 La) Captage Haruni Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGFF_UTM_Zone_65 20</td><td>Captage Haapiti Riviere Uuruu RGPF_UTM_Zone_65 192475 8 Captage Haapiti Riviere Vuiruu RGPF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196322 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 Source Haapiti Riviere Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 Gaptage Haapiti Riviere Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196301 8 La) Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196303 8 La) Captage Haruni - Riviere RGPF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGPF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGPF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGPF_UTM_Zone_65 201503 8</td></t<></td> | Dage Haapiti Rivière Urfau RCPF_UTM_Zone_65 192/75 8 Page Haapiti Rivière Urfau RCPF_UTM_Zone_65 192/75 8 Prage Haapiti Rivière Vairenu RGPF_UTM_Zone_65 192/75 8 Prage Haapiti Rivière Vairenu RGPF_UTM_Zone_65 196/241 8
Prage Haapiti Rivière Vairenu RGPF_UTM_Zone_65 196/202 8 Urce Haapiti Rivière Vairenu RGPF_UTM_Zone_65 196/30 8 Urce Haapiti Valle RGPF_UTM_Zone_65 196/30 8 Urce Haapiti Rivière Vairenu RGPF_UTM_Zone_65 199/30 8 Urce Haapiti Rivière Vairenu RGPF_UTM_Zone_65 199/30 8 Pitage Haapiti Rivière Vairenu RGPF_UTM_Zone_65 203/39 8 Prage Haamit Rivière Vairenatu RGPF_UTM_Zone_65 203/39 8 Prage Afareaitu Rivière Raaitu RGPF_UTM_Z
 | itage Haaptiti Rivière Uufrau R.G.PF_UTIM_Zone_65 192444 8 itage Haaptiti Rivière Uufrau R.G.PF_UTIM_Zone_65 192431 8 itage Haaptiti Rivière Vairemu R.G.PF_UTIM_Zone_65 195242 8 itage Haaptiti Rivière Vairemu R.G.PF_UTIM_Zone_65 195232 8 itage Haaptiti Ruvière Vairemu R.G.PF_UTIM_Zone_65 195130 8 itage Haaptiti Rivière Vairemu R.G.PF_UTIM_Zone_65 195130 8 itage Haaptiti Rivière Vairemu R.G.PF_UTIM_Zone_65 195130 8 itage Haaptiti Vailée Oio-Rivère R.G.PF_UTIM_Zone_65 200457 8 itage Haaptiti Rivière Vailencio- R.G.PF_UTIM_Zone_65 200457 8 itage Haantiti R.G.PF_UTIM_Zone_65 200457 8 itage Haantiti-Rivière R.G.PF_UTIM_Zone_65 200457 8 itage Haantite Nuiere Vairemu R.G.PF_UTIM_Zone_65 | ptage Haapiti Rivière Uuruu RCPF_UTIM_Zone_65 194644 8 ptage Haapiti Rivière Vuiruu RCPF_UTIM_Zone_65 196241 8 ptage Haapiti Rivière Vuiruu RCPF_UTIM_Zone_65 196242 8 ptage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 196242 8 ource Haapiti Vallée Haapiti RGPF_UTIM_Zone_65 196190 8 ource Haapiti Vallée Haapiti RGPF_UTIM_Zone_65 196190 8 ource Haapiti Vallée Haapiti RGPF_UTIM_Zone_65 196100 8 ptage Haapiti Vallée Toto- RGPF_UTIM_Zone_65 200457 8 ptage Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201503 8 9 ptage Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201503 8 9 ptage Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201503 8 9 10 ptage Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201503
 | Gaptage Haapiti Rivière Uuruu RGPF_UTIM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Rivière Uuruu RGPF_UTIM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 196242 8 Captage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 196190 8 Source Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 196130 8 Source Haapiti Rivière Vaipapa RGPF_UTIM_Zone_65 196130 8 Captage Haapiti Rivière Vaipapa RGPF_UTIM_Zone_65 201305 8 Captage Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201306 8 8 Source Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201306 8 8 Captage Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201303 8 8 201457 8 Captage Afareaitu
 | Captage Haapiti Rivière Uurau RGPF_UTM_Zone_65 192454 8 Captage Haapiti Rivière Nurrona RGPF_UTM_Zone_65 192475 8 Captage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 192475 8 Captage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196190 8 Source Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196341 8 Gaptage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 La) Captage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196303 8 La) Captage Hárareitu RGPF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareaitu RohF_UTM_Zone_65 201503 8 Captage Afareaitu Haumi-Rivière RGPF_UTM_Zone_65 201503 8 Captage Afareaitu <t< td=""><td>Captage Haapiti Riviere Uuruu RGFF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Riviere Vuiruu RGFF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 196242 8 Captage Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 196190 8 Source Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 196302 8 Gaptage Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 199201 8 Iai) Captage Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 199201 8
 Iai) Captage Haruni- Riviere RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 Iai) Captage Afareaitu Haruni- Riviere RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 Iai) Captage Afareaitu Haruni- Riviere RGFF_UTM_Zone_65 201503 8</td><td>Captage Haapiti Rivière Uuruu RGPF_UTIM_Zone_65 192454 8 Captage Haapiti Rivière Vuireuu RGPF_UTIM_Zone_65 192755 8 Captage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 195241 8 Captage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 195302 8 Source Haapiti Vailée Haapiti RGPF_UTIM_Zone_65 195302 8 Source Haapiti Vailée Haapiti RGPF_UTIM_Zone_65 195301 8 Gaptage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 200457 8 La) Captage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 La) Captage Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 La) Captage Afareaitu Haumi- Rivière RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 Captage Afareaitu Haumi- Rivière RGPF_UTIM_Zone_65 201458 8 201456 8</td><td>Capitage Haapiti Riviere Uuruu RGPF_UTIM_Zone_65 194644 8 Capitage Haapiti Riviere Vuireunu RGPF_UTIM_Zone_65 192775 8 Capitage Haapiti Riviere Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 195241 8 Capitage Haapiti Riviere Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 195302 8 Source Haapiti Vailee Hoapiti RGPF_UTIM_Zone_65 195302 8 Laptage Haapiti Vailee Hoapiti RGPF_UTIM_Zone_65 195302 8 Laptage Haapiti Riviere Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 Laptage Haapiti Riviere Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 Laptage Afareattu Vailee RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 Laptage Afareattu Haumi- Riviere RGPF_UTIM_Zone_65 201458 8 Captage Afareattu Haumi- Riviere RGPF_UTIM_Zone_65 201458 8 Captage Afareattu</td><td>Captage Haapiti Rivière Uuruu RGPF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Rivière Vuiruu RGPF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196242 8 Captage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 Source Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 Source Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196301 8 Lap Vaillee Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 Lap Captage Harentu Vaillee Toto- RGPF_UTM_Zone_65 201403 8 La Source Afareattu Haumi-Rivière RGPF_UTM_Zone_65 201431 8 Laptage Afareattu Haumi-Rivière RGPF_UTM_Zone_65 201433 8 Captage Afareattu Haumi-Rivière RGPF_UTM_Zone_65 201433 8 Captage</td><td>Captage Haapiti Riviere Uuruu RGFF_UTM_Zone_65 192474 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 196242 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 196241 8 Source Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 196305 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 199201 8 La) Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 199301 8 La) Captage Haruni Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGFF_UTM_Zone_65 20</td><td>Captage Haapiti Riviere Uuruu RGPF_UTM_Zone_65 192475 8 Captage Haapiti Riviere Vuiruu RGPF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196322 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 Source Haapiti Riviere Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 Gaptage Haapiti Riviere Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196301 8 La) Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196303 8 La) Captage Haruni - Riviere RGPF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGPF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGPF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGPF_UTM_Zone_65 201503 8</td></t<> | Captage Haapiti Riviere Uuruu RGFF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Riviere Vuiruu RGFF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 196242 8 Captage Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 196190 8 Source Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 196302 8 Gaptage Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 199201 8 Iai) Captage Haapiti Riviere Vairemu RGFF_UTM_Zone_65 199201 8 Iai) Captage Haruni- Riviere RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 Iai) Captage Afareaitu Haruni- Riviere RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 Iai) Captage Afareaitu Haruni- Riviere RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 | Captage Haapiti Rivière Uuruu RGPF_UTIM_Zone_65 192454 8 Captage Haapiti Rivière Vuireuu RGPF_UTIM_Zone_65 192755 8 Captage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 195241 8 Captage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 195302 8 Source Haapiti Vailée Haapiti RGPF_UTIM_Zone_65 195302 8 Source Haapiti Vailée Haapiti RGPF_UTIM_Zone_65 195301 8 Gaptage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 200457 8 La) Captage Haapiti Rivière Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 La) Captage Afareaitu RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 La) Captage Afareaitu Haumi- Rivière RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 Captage Afareaitu Haumi- Rivière RGPF_UTIM_Zone_65 201458 8 201456 8
 | Capitage Haapiti Riviere Uuruu RGPF_UTIM_Zone_65 194644 8 Capitage Haapiti Riviere Vuireunu RGPF_UTIM_Zone_65 192775 8 Capitage Haapiti Riviere Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 195241 8 Capitage Haapiti Riviere Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 195302 8 Source Haapiti Vailee Hoapiti RGPF_UTIM_Zone_65 195302 8 Laptage Haapiti Vailee Hoapiti RGPF_UTIM_Zone_65 195302 8 Laptage Haapiti Riviere Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 Laptage Haapiti Riviere Vairemu RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 Laptage Afareattu Vailee RGPF_UTIM_Zone_65 201457 8 Laptage Afareattu Haumi- Riviere RGPF_UTIM_Zone_65 201458 8 Captage Afareattu Haumi- Riviere RGPF_UTIM_Zone_65 201458 8 Captage Afareattu | Captage Haapiti Rivière Uuruu RGPF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Rivière Vuiruu RGPF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196242 8 Captage Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 Source Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 Source Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196301 8 Lap Vaillee Haapiti Rivière Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 Lap Captage Harentu Vaillee Toto- RGPF_UTM_Zone_65 201403 8 La Source Afareattu Haumi-Rivière RGPF_UTM_Zone_65 201431 8 Laptage Afareattu Haumi-Rivière RGPF_UTM_Zone_65 201433 8 Captage Afareattu Haumi-Rivière RGPF_UTM_Zone_65 201433 8 Captage
 | Captage Haapiti Riviere Uuruu RGFF_UTM_Zone_65 192474 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 196242 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 196241 8 Source Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 196305 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 199201 8 La) Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 199301 8 La) Captage Haruni Riviere Vairenuu RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGFF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGFF_UTM_Zone_65 20 | Captage Haapiti Riviere Uuruu RGPF_UTM_Zone_65 192475 8 Captage Haapiti Riviere Vuiruu RGPF_UTM_Zone_65 196241 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196322 8 Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 Source Haapiti Riviere Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196302 8 Gaptage Haapiti Riviere Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196301 8 La) Captage Haapiti Riviere Vairenuu RGPF_UTM_Zone_65 196303 8 La) Captage Haruni - Riviere RGPF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGPF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGPF_UTM_Zone_65 201503 8 La) Captage Afareatu Haruni - Riviere RGPF_UTM_Zone_65 201503 8 |

Source	PP 81 (80062 – 8249)	SPEED / LTPP 2015	SPEED / LTPP 2015	SPEED / LTPP 2015	PP 81 (80062 - 8249)	PP 81 (80062 - 8249)	PP 81 (80062 - 8249)	PP 81 (80062 – 8249)	'PP 81 (80062 – 8249)	PP 81 (80062 – 8249).	SDAEP 2013	SDAEP 2013	SDAEP 2013	Vai-Natura 2016	Vai-Natura 2016	PP 81 (80062 – 8249)	Vai-Natura 2016	GM (Terrain 09/2017)	GM (Terrain 09/2017)	(GM (Terrain 09/2017)	(GM (Terrain 09/2017)	GM (Terrain 09/2017)	GM (Terrain 09/2017)	GM (Terrain 09/2017)	(7 TO 2/2011 00/2012)	GM (Terrain 09/2017)	GM (Terrain 09/2017)		(GM (Terrain 09/2017)	P 81 (80062 – 8249)	81 (80067 – 8249)		P 81 (80062 – 8249)	P 81 (80062 – 8249)	P 81 (80062 – 8249)	P 81 (80062 – 8249)	P 81 (80062 – 8249)	P 81 (80062 – 8249)	P 81 (80062 – 8249)	P 81 (80062 – 8249)	113
Remarque	Source de dyke, pérenne, diffuse - Dykes perpendiculaires au L1 talweg formant des resauts rocheux, orientés N10	Emerge des éboulis	Emerge des éboulis	Emerge des éboulis	Source sous marine, non pérenne	Source sous marine	Perenne - Source de plaine, pied de talaise sur terrain privee L Sourre nárenne diffuse en nied de vercant - A 10m du nied de	Jource perenne, unuse en preu de versant - A Join du preu de Li Versant nord-est	Temporaire - Source remblayée	Captage de source par tranchée drainante - Source perchée, L1 pérenne, diffuse	Captage de source par tranchée drainante	Captage particulier	Captage de source pour l'agriculture	Source captée probablement pour l'agriculture	Source captée probablement pour l'agriculture, zone de source diffuse	Source captée par le SDR pour l'irrigation - Source perchée, pérenne, diffuse - Emerge au sein des éboulis - Alimente tout le L1 domaine aericole	Source captée par le SDR pour l'irrigation	Ligne de sources BF	Résurgence sous des blocs bréchiques BF	Source entièrement captée par un particulier, prélèvement BF possible	Zone de suintement en pied de falaise, débit très faible BF			Source de dyke			Coule hors période de sécheresse - Face à la pharmacie dans une	propriété privée	Source dans la caldeira	Source sous marine - Pointe sud de l'ile en face du PK17 sur la route de ceinture entre Atiha et Maatea LTP	Source de plage - Pied de falaise à 130m : roche vacuolaire, certaines passées fissurées - Niveaux scoriacés altérés en surface. Trance de Alvies cur les éhouise.	Source de plage - Predocto and to a source de falaise à la 2000 : la construction de la c	ouverte	Source littorale, écoulement visible, pérenne LTP	Source pied de falaise pérenne - Flanc est d'un petit talweg à l'est de Maatea, émerge du rocher, au contact entre lave saine et lave altérée LTF	Source pied de versant, pérenne, zone marécageuse - pied de versant à 30m : nombreux éboulis, rares affleurements constitués de roche vacuolaire parfois fissurée, diacla sée avec des niveaux Lipfacturés.	Source perchée, péreme, captage municipal - Emerge à la faveur d'une tupture de perte au sein des éboulis, au niveau du contact alluvions - Griffion important au sein d'une zone très humide d'écoulements diffis - Sans doute origine de la source dans les d'écoulements diffus - Sans doute origine de la source dans les LTP	Source littoral, pérenne - Pied de falaise marte à 80m 🛛 🛛 🕁	Source alluviale, pérenne LTP	Source sous marine LTP	
Capacité captage - Débit		entre 1 et 2 l/s	entre 1 et 2 l/s	entre 1 et 2 l/s		Très faible à nul	entre 2 et 5 l/s	entre 2 et 5 l/s	Très faible			Très faible						< 0,5 I/s	< 0,5 l/s	< 0,1 l/s		< 11/5	< 0,1 I/s	< 0,1 1/5	5/1 T/O \	c/1 C /'T				Faible	< 0,5 1/s	< 0,5 I/s			Très faible		entre 6 et 10 l/s	Faible		Faible	
Distance lagon (m)	1100				0	0	100	320	160	1200		1700				3150														0	0	0		280	340	150	2000	100	500	0	
Etat									Abandonné	Exploité	Exploité	Exploité	Exploité	Exploité	Exploité	Exploité	Exploité	Non exploité	Non exploité	Exploité	Non exploité	Non exploite	Non exploité	Non exploité	Non exploité	Non exploité	A cer		Non exploite								Exploité				
Coordonnées	Validées	Validées	Validées	Validées	Validées	Validées	Validees	Validées	Validées	Validées	Validées	Validées	Validées	Validées	Validées	Validées	Validées	Validées	Validées	Validées	Validées	Validees	Validées	Validées	Validées	Validées	Validées		Validees	Approximatives	Approximatives	Approximatives		Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	
z	80	40	30	40	1	1	7	< 5	< 5) 30 à 45		240	-	205	226	153	227	. 177	68	227	355	311	304	177	C/T 0	2 02	-		9 16U	0	0	0		. <2	2	5	168	< 3	5	0	
~	8055367	8055684	8055725	8055762	8053895	8053874	8053548	8053797	8053834	8063900	8064000	8063390	8060200	8059312	8058970	8058895	8058635	8057501	8057870	8058194	8057603	8057495	8057495	8057523	CC /CD0	8057813	8057604		2556608	8052766	8052786	8052776		8053721	8054114	8054918	8056357	8056934	8057202	8057875	
×	197430	197695	197745	197820	197295	198265	1984/5	202274	202631	205400	205500	202325	201500	200422	200139	199654	199998	201233	203261	203144	200781	2008/3	200884	200959	1020102	201885	204261		200/23	199555	199647	199819		202182	202671	202825	201539	203527	203286	204849	
Système Coord	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF UTM Zone 6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	KGPF_UIM_ZONE_65	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_ZONE_65	RGPF_UTM_Zone_65	RGPF_UTM_Zone_65	DCDE LITM ZONG 65	RGPF LITM ZONE 65	RGPF LITM Zone 6S		KGPF_UIM_ZONE_65	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF UTM Zone 6S		RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	
Bassin Versant	Vallée Vaianae	Vallée Vaianae	Vallée Vaianae	Vallée Vaianae	Vallée Vaianae	Vallée Pahonu	Vallée Atina Vallée Toto -	Rivière Manaerua	Vallée Toto - Rivière Manaerua	Vallée de Temae		Rivière Vaiterupe				Vallée d'Opunohu		Hotutea			Hotutea	Hotutea	Hotutea	Hotutea	Hotuted	Hotutea	Nitroa									Haumi - Rivière Tiori	Haumi - Rivière Tiori	Vallée Hotutea - Rivière Putoa	Vallée Hotutea - Rivière Putoa		la
Commune associée	Haapiti	Haapiti	Haapiti	Haapiti	Haapiti	Haapiti	Haapiti	Afareaitu	Afareaitu	Teavaro	Teavaro	Paopao	Paopao	Paopao	Papetoai	Papetoai	Papetoai	Afareaitu	Afareaitu	Afareaitu	Afareaitu	Afareaitu	Afareaitu	Afareaitu	Afaronitu	Afareaitu	Afareaitu		Раорао	Haapiti	Haapiti	Haapiti	-	Afareaitu	Afareaitu	Afareaitu	Afareaitu	Afareaitu	Afareaitu	Afareaitu	ort fine
Nature	Source	Source	Source	Source	Source	Source	source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Cantage	Source		Source	Source	Source	Source		Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Rapp(
Nom	E15 - Atiha	Source E15b	Source E15c	Source E15d	E16 - Atiha	E17 - Atiha	E 18 - Atina	A5 - Maatea	A6 - Maatea	B9 - Temae	Golf 2	Lot. Orovau				C23 - SDR	SDR	GPS 313	GPS 320	GPS 324a	GPS 325	GPS 326	GPS 327	GPS 328a	GPC 22.75	GPS 334	6PS 349		GPS 341	A1 - Atiha	A2 - Atiha	A3 - Atiha		A4 - Maatea	A7 - Maatea	A8 - Maatea	A10 - Haumi	A12 - Afareaitu	A13 - Afareaitu	A16 - Afareaitu	P-69218-FR –
ID Captage	SC_MOO040	SC M00041	SC_M00042	SC_M00043	SC_M00044	SC_M00045	5C_M00046	SC_M00047	SC_M00048	sc_M00049	SC_MOO050	SC_M00051	SC_M00052	SC_M00053	SC_M00054	sc_M00055	SC_M00056	SC_M00057	SC_M00058	sc_M00059	SC_MOO060	SC_M00061	SC_M00062	SC_M00063		SC_MODA6	SC MOOD67		5C_MUUU68	sc_M00069	sc_M00070	SC M00071	1	SC_M00072	SC_M00073	SC_M00074	SC_M00075	sc_M00076	sc_M00077	SC_M00078	BRGM/R

113

	Moorea
,	σ
	menees
	ons
:	igati
•	ivest
•	⊆
-	des
:	llan
۱	n

Source	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LIPP &1 (80002 - 8249)	I TPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 - 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	I TPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	1 TED 81 (80062 - 8236)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)		LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249) LTPP 81 (80062 – 8249)
Remarque	Source de pied de falaise, pérenne, diffuse - Située en contrebas d'une pointe nocheuse formée de lave vacuolaire fracturée et fissurée et de bréches scoriacées, noche perméable	Source de pied de falaise, pérenne - Emerge du rocher, la ve massive plus ou moins litée peu fracturée et fissurée	Source littorale	Source de pied de versant, pérenne - Cimetière à 150m en amont	So urce littorale	Source littorale - Emerge d'un talus limoneux bordant une piste de corail	Source perchée, pérenne, diffuse - Emerge à la faveur d'une rupture de pente dans les éboulis	Source littorale, diffuse - Emerge à la faveur d'une petite rupture de pente au sein de la couverture d'éboulis	Source perchée, pérenne	Source de dykes, pérenne	Source littorale, pérenne	Source littorale, pérenne	source perchee, perenne - Emerge des ebouils en tond de talweg Source en bied de falaise. pérenne - Alimente l'hotel Bali Hai -	Emerge du rocher (lave fissurée, fracturée, niveaux scoriacés à norosité ouverte)	Source littorale	Source perchée, diffuse, pérenne - Utilisé par des agriculteurs	Source littorale, pérenne	Source littorale, non pérenne	Source perchée, pérenne - Emerge des éboulis de pente, autres venues d'eau diffuses à proximité	Source perchée, pérenne	Source perchée, pérenne - Emerge au pied d'un agglomérat bréchique à ciment très argileux de 5m de haut	Source de dyke, pérenne - Zone d'agglomérats bréchiques au- dessus du captage, dyke subvertical N30	Source perchée, pérenne	Source perchée, pérenne, diffuse	Source sous marine	Source littoral, Usine de jus de fruit, remblayée pour la construction de l'usine	Source littorale, pérenne	Source littorale, pérenne - Sans doute liée aux infiltrations de ce	Source littorale. pérenne. díffuse. gazeuse	Source littorale, pérenne, diffuse	Source perchée, pérenne - alimente un élevage de poussins	Source perchée, pérenne - Alimente un élevage d'oies	Sources de dykes, pérennes, diffuses - Encaissant formé d'agglomérats bréchiques, de brèches scoriacées et de coulées	massives de lave compacte	Source littorale, pas d'écoulement visible	Source perchee, perenne - Emerge de niveaux scoriaces à porosité ouverte et de niveaux fracturés	So urce littorale, pérenne	Source alluviale, pérenne	Source de pied de falaise, pérenne, diffuse - Falaise morte à 50m Deux sources de plages très proches l'un de l'autre
Capacité captage - Débit	Très faible	Très faible	0,11/5	Faible	0,3 l/s (21/05/81)	1 l/s (21/05/81)			1,8 à 2 l/s (étiage 70)	1 l/s (31/07/81)			T 1/5 (U//D/)	11/5		Faible	Très faible	Très faible	1-2 l/min		< 0,5 l/s	1 I/min	400 l/j				Très faible	0,25 l/s (03/07/81)					< 0,5 l/s (08/07/81			< 0,5 l/s	Faible	1-2 l/min	< 1 l/s (09/07/81) Faible
Distance lagon (m)	180	190	150	400	150	200	300	300	1200	1300	150	700	2000	280	120	1300	130	130	600	1100	850	1190	450	400	0	250	100	20	700	200	1800	1700	1500		15	500	30	450	80 10
Etat									Exploité	Exploité		1.1111	Exploite	Exploité		Exploité			Exploité	Exploité	Exploité	Exploité	Exploité								Exploité	Exploité	Exploité						
Coordonnées	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives		Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives Approximatives
z	< 2	< 2	< 2	< 5	< 3	° 2	20	20	95	74	< 2	, 10 , 10	I41	< 2	< 2	130	< 2	< 2	70	130	70	110	99	35 à 50	0	10	< 2	< 2	< 5	< 5	> 200	> 200	> 270		~1	85	< 1	< 5	334444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444<l< td=""></l<>
~	8058202	8058858	8060668	8060824	8061697	8061750	8062340	8062649	8063576	8064592	8064969	8064363	981 29N 8	8064765	8064778	8063703	8062860	8062797	8062725	8062335	8062403	8062179	8063726	8063764	8064145	8063951	8064437	8064365	8060373	8061752	8060069	8060313	8060816		8063001	8062504	8063647	8063255	8063504 8063525
×	204902	205214	204526	204310	205556	205545	205864	205902	205182	205047	202524	202689	703 10 /	202 206	202083	202257	201004	201012	201495	201918	201639	201872	199276	199315	199835	199526	199488	199226	197909	196330	195489	195340	195166		195928	195642	195155	195023	194483 194436
Système Coord	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S		RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF UTM Zone 6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF UTM Zone 65	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	1	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S RGPF_UTM_Zone_6S
Bassin Versant			Vallée Vaipohe	Vallée Haamariri	Vallée Puaue	Vallée Puaue			Vallée de Temae		Rivière Papeahi	Rivière Papeahi	кімеге дареалі			Rivière Vaiterupe							Rivière Vaioma	Rivière Vaioma	Rivière Vaioma	Rivière Vaioma	Rivière Vaioma	Rivière Vaioma	Vallée d'Opunohu	Rivière Urufara	Rivière Urufara	Rivière Urufara	Rivière Urufara				Rivière Vaihana	Rivière Vaihana	Rivière Vaihana Rivière Vaihana
ommune associée	Afareaitu	Afareaitu	Teavaro	Teavaro	Teavaro	Teavaro	Teavaro	Teavaro	Teavaro	Paopao	Paopao	Paopao	raopao	Paopao	Paopao	Paopao	Paopao	Paopao	Paopao	Paopao	Paopao	Paopao	Paopao	Paopao	Paopao	Paopao	Paopao	Paopao	apetoai	apetoai	apetoai	apetoai	apetoai		apetoai	apetoai	apetoai	apetoai	^o apetoai ^o apetoai
Nature	Source	Source /	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source		Source	Source	Source	Source	Source I
Mom	A17 - Afareaitu	A18 - Afareaitu	B1- Vaiare	B2 - Vaiare	B3 - Teavaro	B4 - Teavaro	B5 - Teavaro	B6 - Teavaro	B8 - Temae	B10 - Perehue	C1 - Maharepa	C2 - Maharepa	C4 - Manarepa	C5 - Maharepa	C6 - Maharepa	C7 - Maharepa	C9 - Paopao	C10 - Paopao	C11 - Paopao	C12 - Paopao	C13 - Paopao	C14 - Paopao	C16 - Rotui	C17 - Rotui	C18 - Rotui	C19 - Rotui	C20 - Rotui	C21 - Rotui	C22 - Opunohu	D1 - Orufara	D2 - Orufara	D3 - Orufara	D4 - Orufara		D5 - Papetoai	D6 - Papetoai	D7 - Papetoai	D8 - Papetoai	D9 - Papetoai D10 - Papetoai
ID Captage	sc_moo079	sc_mooo80	SC_M00081	SC_M00082	SC_MOO083	SC_M00084	SC_MOO085	SC_MOO086	sc_M00087	SC_M00088	SC_M00089	SC_M00090		sc_M00092	SC M00093	SC_M00094	SC_M00095	SC_M00096	SC_M00097	SC_M00098	sc_moo099	SC_M00100	SC_M00101	SC_M00102	SC_M00103	SC_M00104	SC_MOO105	SC_M00106	SC M00107	SC_M00108	SC_M00109	SC_M00110	SC_MO0111	I	SC_M00112	SC_M00113	SC_M00114	SC_M00115	SC_M00116 SC_M00117

Source	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)		LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)			LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)			LTPP 81 (80062 – 8249)				LTPP 81 (80062 – 8249)			LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)		LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)	LTPP 81 (80062 – 8249)		LTPP 81 (80062 - 8249)	
Remarque	Source de plage	Trou d'eau/Source de plage, pas d'écoulement visible	Trou d'eau/Source de plage, pas d'écoulement visible	Source littorale, pérenne - Falaise à 50m : lave trachytique,	compacte tres intes regerentent rissures, couverture u aneration importante	Source de plage, non pérenne	Source sous marine, pérenne	Source littorale, pérenne - A 60m du pied de falaise : lave	trachytique litée, certains niveaux très compacts, d'autres	fracturés et fissurés, très peu de niveaux scoriacés	Source de plage, pérenne	Source de pied de falaise, diffuse - Affleurements rocheux :	niveaux scoriaces a porosite ouverte et niveaux massifs fissures et	fracturés, parfois plus compacts	Source de pied de falaise, pérenne - Emerge du rocher, sous la	couverture d'éboulis - Affleurements au dessus du captage :	alternance métrique de niveaux scoriacés et de niveaux compacts,	certaines passées fracturées	Source de pied de falaise, pérenne, diffuse - Suintements de la	falaise constituée de niveaux fracturés et de niveaux scoriacés à	porosité ouverte	Source littorale	Source de pied de versant, diffuse, pérenne	Source littorale, pérenne - Formations limono-sableuses autour de	la source - Aménagé en puits	Source sous marine, pérenne	Source sous marine, pérenne	Source de plage, pérenne	Source sous marine, pérenne	Source de pied de versant, diffuse, pérenne - Pied de versant à	ouri couvert de roramicoria d'arteración ouge Source sous marine pérenne	
Capacité captage - Débit	Très faible			0 - 1 /-	shirin		Très faible				< 1 l/s (23/09/81)													Tràc faible		Très faible		1 I/s (25/09/81)	Très faible		Très faible	
Distance lagon (m)	10	< 10	20	007	DOT	0	0		200		< 10	0.00	760			230	007			210		250	450	110	OTT	0	0	5	0	330	0	
Etat									Exploité							Fvnlnité	LAPIOILE															
Coordonnées	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Annenimenting		Approximatives	Approximatives		Approximatives		Approximatives		Approximatives			Annrovimatives				Approximatives		Approximatives	Approximatives	Approvimatives		Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	Approximatives	
z	0	0	0	Ş	7 /	0	0		° V		0	ļ	1			< 10	2			× 5		< 3	20	۰ ۱	'n	0	0	0	0	< 3	0	
~	8063663	8063771	8063837	1176900		8062920	8061671		8059972		8059654		80/6508			RUSARG3				8059388		8059328	8058799	9050376	0/70000	8058098	8057478	8057265	8056660	8055807		
×	192959	192784	192708	100.001	TOZZCT	190433	190428		19141		191322		191546			191614	110101			191783		191889	192383	107607	700761	192545	193394	193907	194455	195456		
Système Coord	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	35 COLO FILLER		RGPF UTM Zone 6S	RGPF_UTM_Zone_6S		RGPF_UTM_Zone_6S		RGPF_UTM_Zone_6S		KGPF_UIN_ZONE_65			RGPF LITM ZONG 65				RGPF_UTM_Zone_6S		RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	DCDE LITM 7000 60		RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF_UTM_Zone_6S	RGPF UTM Zone 6S	1
Bassin Versant	Rivière Vaiopiro	Rivière Vaiopiro	Rivière Vaiopiro																	Vallée Niumaru		Vallée Niumaru	Rivière Varari	Divière Daeroa				Rivière Uufau				
Commune associée	Haapiti	Haapiti	Haapiti	Hoo of t	nidaani	Haapiti	Haapiti		Haapiti		Haapiti		Нааріті			Haaniti	nidabiri			Haapiti		Haapiti	Haapiti	Haniti	nidapiri	Haapiti	Haapiti	Haapiti	Haapiti	Haapiti	Haapiti]
Nature	Source	Source	Source	00000	200100	Source	Source		Source		Source		source			Source	2000			Source		Source	Source	Cource	201110	Source	Source	Source	Source	Source	Source	ĺ
Nom	D11 - Papetoai	D12 - Papetoai	D13 - Papetoai	Data Deserves		D15 - Haapiti	D16 - Haapiti		D17 - Haapiti		D18 - Haapiti		DT9 - Haapiti			D20 - Haaniti				D21 - Haapiti	_	D22 - Haapiti	E1 - Haapiti	itinaali - C3		E3 - Haapiti	E4 - Haapiti	E5 - Haapiti	E6 - Haapiti	E10 - Haapiti	E12 - Haapiti	
ID Captage	SC_M00118	SC_M00119	SC_M00120	10000 J3		SC M00122	SC_M00123		SC_M00124		SC_M00125					SC M00127				SC_M00128		SC_M00129	SC_M00130	SC M00131		SC_M00132	SC_M00133	SC_M00134	SC_M00135	SC_M00136	SC M00137	

Annexe 3

Données des reconnaissances hydrogéologiques

COM EAU		Ligne de sources		Petit affluent de la Vaioro en rive droite	Cascade 12m en rive gauche de la Vaioro	Cascade principale de la Vaioro, environ 60m	Source Vaiava, captée par quelques maisons pour l'AEP	Résurgence sous des blocs bréchiques		Zone difficile d'accès		Source entièrement captée, prélèvement possible	Zone très difficile d'accès	Zone de suintement en pied de falaise			Source de dyke			Dépôts orange autour de la source	Rivière avant la juste avec la source 330a	Ancien captage de l'affluent en rive droite, dépôt orange sous le captage au niveau d'une petite source	Correspond à une zone de résurgence une dizaine de mètre en aval, une partie de l'eau provient également de la source 332a		Cascade d'environ 75m, provient d'une vallée difficilement accessible		Rivière Vaioro	Affluent en rive droite de la Vaioro dans sa partie amont	Petit affluent de la Vaioro dans sa partie amont	Point le plus en amont de la Vaioro atteind	Source très faible débit en rive gauche de la rivière (bord de chemin)		Source dans la caldeira (Hors zone d'étude)	Zone de forage prochaine par la PdE (octobre 2017) (hors zone d'étude)	Cascade d'environ 45m, provient d'une vallée difficilement accessible	Diminution du débit par rapport à l'amont	Assèchement de la rivière, pertes diffuses dans la nappe alluviale	Accès facile, section de jaugeage intéressante	Section de jaugeage intéressante		Coule toute l'année hors sécheresse - Face à la pharmacie dans une propriété privée
OD (mg/l)	8,60	4,85	8,85	8,92	8,91	8,89	8,66	8,73	8,78	8,82	8,13	8,02	8,72		8,48	8,26	8,64	8,47	8,57	4,62	8,69	8,72	7,69	7,24	8,71		8,88	9,00	8,83	8,70	8,75	8,24			8,90	8,47		7,29	7,87	8,18	
eH (mV)	340,7	381,2	351,0	362,0	339,8	343,3	322,8	340,1	303,9	320,0	309,3	340,4	377,7		348,2	311,1	334,1	316,6	295,7	184,0		266,0	317,7	376,8	219,1		428,3	400,0	383,8	368,4	361,8	342,7			361,0	371,3		330,4	301,9	340,3	
Н	7,6	6,7	7,5	7,6	7,7	7,8	7,7	7,7	7,9	8,0	7,5	6,7	7,5		7,8	8,0	7,8	7,9	7,8	6,8	7,7	7,8	6,7	6,3	8,5		7,3	7,4	7,4	7,6	7,5	7,2			8,7	7,5		7,1	7,0	7,3	
Température (°C)	22,9	24,3	21,9	21,8	21,5	21,1	23,5	23,4	22,7	22,2	21,1	23,1	20,7		24,6	25,6	23,3	24,7	23,1	23,2	22,8	22,9	23,6	24,1	22,4		20,6	20,1	20,8	21,65	21,8	24,3			22	22,6		25,7	27,6	26,3	
CE (µS/cm)	149	230	228	235	118	113	194	249	194	181	148	183	227		192	188	195	212	217	249	222	223	193	200	143		133	150	135	109	127	161			156	189		220	218	200	
Débit (I/s)		0,5	4	0,3	1	2 - 3	4	0,1 - 0,5	0,25	0,5	< 0,1	0,1	< 0,05		0,5 - 1	< 0,1	< 0,1	1	1 - 1,5	< 0,05		1 - 2	0,5 - 1	1,75	2,5		1 - 2	0,1 - 0,2	< 0,1	1,5	4				2	< 1	0	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	A sec
NATURE EAU	Rivière	Source	Rivière	Rivière	Rivière	Rivière	Source	Source	Rivière	Rivière	Rivière	Source	Suintement	Suintement	Source	Source	Suintement	Rivière	Rivière	Source	Rivière	Rivière	Rivière	Source	Rivière	Captage	Rivière	Rivière	Rivière	Rivière	Rivière	Rivière	Source		Rivière	Rivière	Rivière - Pertes	Rivière	Rivière	Rivière	Source
Z	156,75	168,70	58,69	61,03	139,43	162,83	30,91	62,66	104,29	190,09	323,53	238,37	349,33	369,97	306,18	291,22	262,11	262,11	228,70	204,07	204,07	194,57	62,29	62,29	96,44	67,53	289,48	289,48	353,66	393,87	145,72	10,50	161,33	156,44	120,36	115,91	105,27	6,52	17,30	24,52	3,21
≻	8057533	8057501	8058451	8058441	8058847	8058826	8057647	8057870	8058048	8058096	8058434	8058194	8057666	8057603	8057495	8057495	8057523	8057523	8057545	8057535	8057535	8057520	8057813	8057813	8058163	8057812	8059009	8059009	8059308	8059343	8058677	8057879	8059539	8059670	8057994	8057884	8057891	8057474	8057443	8057535	8057604
×	201238	201233	203278	203286	203019	202914	203388	203261	203236	203121	202857	203144	200717	200781	200873	200884	200959	200959	201107	201207	201207	201214	201870	201870	201918	201885	202753	202753	202616	202577	203129	204001	200723	200759	201346	201518	201629	203494	203233	202632	204261
POINT HYDRO	312	313	314	315	317	318	319	320	321	322	323	324a	324b	325	326	327	328a	328b	329	330a	330b	331	332b	332a	333	334	336a	336b	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349

Annexe 4

Fiches des points de prélèvement

ID :	SC_MOO011

- Lieu-dit : Papetoai
- X: 194425
- Y: 80619 38
- Z: 88

Paramètres mesurés in-situ :

Moyen de prélèvement : Prise directe

T eau (°C) :	22,1	O2 dissous (%) :	101,4	Nature :	Rivière
C (µS/cm) :	150	O2 dissous (mg/L) :	8,77	Date :	19/07/2018
pH :	7,32	eH mesuré (mV) :	13MO3,5	Heure	9h15
Couleur :	Légèrement turbide				



ID :

Lieu-dit :	Cascade Hotutea
X :	201346
Y :	8057994
Z :	167

Paramètres mesurés in-situ :

Moyen de directe	prélèveme	nt : Prise	
T eau (°C) :	22,0	O2 dissous (%) :	102,0
C (µS/cm) :	91	O2 dissous (mg/L) :	8,83
pH :	7,49	eH mesuré (mV) :	263,4
Couleur :	Incolore		
Odeur :	Inodore		

		14-00	
1		A to the state	
	- Ch	A tomat	Cately
a state			
Ma st			-
THE FL		Jack M	
	6 11		A
and the	Yest -	A series	
			a particular
			WA ALL THE REAL

5 110 13

Nature :	Rivière
Date :	20/07/2018
Heure :	10h40



	_	
1	n	
	υ	

Lieu-dit :	Stade
X :	203494
Y :	8057474
Z :	3

Paramètres mesurés in-situ :

Moyen de prélèvement : Prise directe

T eau (°C) :	25,5	O2 dissous (%) :	100,1
C (µS/cm) :	180	O2 dissous (mg/L) :	8,24
pH :	6,97	eH mesuré (mV) :	263,0
Couleur :	Incolore		

3.64				
-	S. MAR			
A A A	The second			
Ser.				
No.			-	
5 40	Calci	aur	2	Charles .
		NRO-	COS I	A A

Nature :	Rivière
Date :	20/07/2018
Heure	12h50



ID :	SC_MOO057
Lieu-dit :	Hotutea

- X: 201233
- Y: 8057500
- Z: 177



Paramètres mesurés in-situ :

Moyen de prélèvement : Griffon

T eau (°C) :	24,3	O2 dissous (%) :	23,8	Nature :	Source
C (µS/cm) :	229	O2 dissous (mg/L) :	1,97	Date :	20/07/2018
pH :	6,32	eH mesuré (mV) :	288,2	Heure	11h45
Couleur :	Incolore				



ID :	SC_MOO023
Lieu-dit :	Vaiava
X :	203387
Y :	8057647
7 ·	5



Paramètres mesurés in-situ :

Moyen de prélèvement : Prise directe

T eau (°C) :	23,4	O2 dissous (%) :	99,9	Nature :	Source
C (µS/cm) :	186	O2 dissous (mg/L) :	8,55	Date :	20/07/2018
pH :	7,35	eH mesuré (mV) :	276,7	Heure	8h40
Couleur :	Incolore				



ID : SC_MOO059

Lieu-dit :

- X: 203143
- Y: 8058194
- Z: 227



Paramètres mesurés in-situ :

Moyen de prélèvement : Prise directe

T eau (°C) :	23,3	O2 dissous (%) :	89,4
C (µS/cm) :	188	O2 dissous (mg/L) :	7,43
pH :	6,83	eH mesuré (mV) :	291,5
Couleur :	Incolore		

Nature :	Source
Date :	20/07/2018
Heure :	14h30



- ID : SC_MOO065
- Lieu-dit : Hotutea X : 201870 Y : 8057812 Z : 70



Paramètres mesurés in-situ :

Moyen de prélèvement : Prise directe

T eau (°C) :	24,4	O2 dissous (%) :	73,8
C (µS/cm) :	190	O2 dissous (mg/L) :	6,18
pH :	6,00	eH mesuré (mV) :	327,3
Couleur :	Incolore		
Odeur :	Inodore		

	Nature :	Source
	Date :	20/07/2018
:	Heure	9h45



- ID : SC_MOO007
- Lieu-dit : Paopao 2.1
- X: 200658
- Y: 8059837
- Z: 125

Paramètres mesurés in-situ :

Moyen de prélèvement : Griffon

T eau (°C) :	25,7	O2 dissous (%) :	41,5	Nature :	Source
C (µS/cm) :	236	O2 dissous (mg/L) :	3,33	Date :	19/07/2018
pH :	5,83	eH mesuré (mV) :	170,8	Heure	13h45

- Couleur : Incolore
- Odeur : Inodore





- ID : FOR_H_MOO002
- Lieu-dit : Temae 3 X : 205154
- Y: 8063468
- Z: 107

Paramètres mesurés in-situ :

Moyen de prélèvement : Robinet

T eau (°C) :	23,1	O2 dissous (%) :	103,6	Nature :	Forage Horizontal
C (µS/cm) :	233	O2 dissous (mg/L) :	8,83	Date :	19/07/2018
pH :	7,58	eH mesuré (mV) :	-	Heure	17h00
Couleur :	Incolore				
Odeur :	Inodore				



- ID : FOR_H_MOO003
- Lieu-dit : Paopao 3
- X: 199479
- Y: 8062051
- Z: 154

Paramètres mesurés in-situ :

Moyen de pré réservoir avec	elèvemen un seau	t : Dans le
T eau (°C) :	24,1	O2 dissous (%) :
C (µS/cm) :	227	O2 dissous (mg/L) :
рН :	7,68	eH mesuré (mV) :

Odeur : Inodore



Nature :	Forage Horizontal
Date :	19/07/2018
Heure	14h45



99,9

8,31

121,4

ID : FOR_V_MOO002

Lieu-dit :	Temae 1
X :	205510

- Y: 8063842
- Z: 32,9

Paramètres mesurés in-situ :

Moyen de prélèvement : Robinet

T eau (°C) :	24,8	O2 dissous (%) :	93,8
C (µS/cm) :	314	O2 dissous (mg/L) :	7,79
pH :	7,39	eH mesuré (mV) :	-
Couleur :	Incolore		



Nature :	Forage Vertica
Date :	19/07/2018
Heure	16h15



- ID : FOR_V_MOO008
- Lieu-dit : Maharepa 1
- X: 202043
- Y: 8064726
- Z: 1,7

Paramètres mesurés in-situ :

Moyen de prélèvement : Robinet

T eau (°C) :	27,4	O2 dissous (%) :	37,5
C (µS/cm) :	1245	O2 dissous (mg/L) :	2,97
pH :	7,00	eH mesuré (mV) :	-
Couleur :	Incolore		



Nature :	Forage Vertical
Date :	19/07/2018
Heure	15h30



- ID : FOR_V_MOO012
- Lieu-dit : Paopao 1.3
- X: 201424
- Y: 8061030
- Z: 71



Paramètres mesurés in-situ :

Moyen de prélèvement : Robinet

T eau (°C) :	25,4	O2 dissous (%) :	51,6	Nature :	Forage Vertical
C (µS/cm) :	190	O2 dissous (mg/L) :	4,23	Date :	19/07/2018
pH :	6,24	eH mesuré (mV) :	94,3	Heure :	13h00
Couleur :	Incolore				



- ID : FOR_V_MOO019
- Lieu-dit : Nuuroa 2
- X: 191919
- Y: 8059354
- Z: 7,0

Paramètres mesurés in-situ :

Moyen de prélèvement : Robinet

25,0	O2 dissous (%) :	71,5
417	O2 dissous (mg/L) :	5 96
7,28	eH mesuré (mV) :	202,4
Incolore		
	25,0 417 7,28 Incolore	25,0 O2 dissous (%) : 417 O2 dissous (mg/L) : 7,28 eH mesuré (mV) : Incolore

Odeur : Inodore



Forage Vertical
19/07/2018
10h15

:



- ID : SC_MOO026
- Lieu-dit : Ha<mark>umi</mark> X : 201468 Y : 8056344
- Z: 166



Paramètres mesurés in-situ :

Moyen de prélèvement : Griffon

T eau (°C) :	22,8	O2 dissous (%) :	94,1		Nature :	Source
C (µS/cm) :	169	O2 dissous (mg/L) :	8,00		Date :	19/07/2018
pH :	6,52	eH mesuré (mV) :	236,2	:	Heure	11h30
Couleur :	Incolore					



Annexe 5

Résultats des analyses chimiques

	M0_1	MO_2	MO_3	MO_4	MO_5
	19/07/2018	20/07/2018	20/07/2018	20/07/2018	20/07/2018
Température (°C)	22,1	22,0	25,5	24,3	23,4
Conductivité (µS/cm)	150	91	180	229	186
рН	7,32	7,49	6,97	6,32	7,35
Eh (mV)	342,3	472,3	469,4	495,4	484,6
O2 (mg/L)	8,77	8,83	8,24	1,97	8,55
O2 (%)	101,4	102,0	100,1	23,8	99,9
Ag (Argent) - 0,01 μg/l	< LQ				
Al (Aluminium) - 0,5 μg/l	6,64	8,75	1,32	0,76	2,63
As (Arsenic) - 0,05 μg/l	0,14	< LQ	< LQ	0,14	0,07
B (Bore) - 0,5 μg/l	14,3	6,44	8,41	12,7	10,8
Ba (Baryum) - 0,05 μg/l	3,11	0,54	1,95	2,79	0,36
Be (Béryllium) - 0,01 μg/l	< LQ				
CO3 (Carbonates) - 10 mg/l	< LQ				
Ca (Calcium) - 0,5 mg/l	4,4	2,5	7,6	10,6	8,4
Cd (Cadmium) - 0,01 μg/l	< LQ				
Cl (Chlorures) - 0,5 mg/l	8	6,2	6	6	6,6
Co (Cobalt) - 0,05 μg/l	< LQ				
Cr (Chrome) - 0,1 μg/l	0,17	0,12	0,43	0,34	1,51

	MO_6	MO_8	MO_9	MO_10	M0_11
	20/07/2018	20/07/2018	19/07/2018	19/07/2018	19/07/2018
Température (°C)	23,3	24,4	25,7	23,1	24,1
Conductivité (µS/cm)	188	190	236	233	227
рН	6,83	6,00	5,83	7,58	7,68
Eh (mV)	499,4	534,5	377,0	NR	328,8
O2 (mg/L)	7,43	6,18	3,33	8,83	8,31
O2 (%)	89,4	73,8	41,5	103,6	99,9
Ag (Argent) - 0,01 μg/l	< LQ				
Al (Aluminium) - 0,5 μg/l	0,61	1,48	3,03	5,55	3,06
As (Arsenic) - 0,05 μg/l	< LQ	< LQ	< LQ	0,38	0,75
B (Bore) - 0,5 μg/l	9,82	7,69	6,53	15,3	18,7
Ba (Baryum) - 0,05 μg/l	1,28	1,91	17,8	0,28	0,1
Be (Béryllium) - 0,01 μg/l	< LQ				
CO3 (Carbonates) - 10 mg/l	< LQ				
Ca (Calcium) - 0,5 mg/l	6,5	7,9	12,8	8,3	9,4
Cd (Cadmium) - 0,01 µg/l	< LQ				
Cl (Chlorures) - 0,5 mg/l	7	6,4	7,1	9,6	8,6
Co (Cobalt) - 0,05 µg/l	< LQ				
Cr (Chrome) - 0,1 μg/l	0,64	0,55	3,38	0,88	0,1
	MO_12	MO_13	MO_14	MO_15	MO_16
----------------------------	------------	------------	------------	------------	------------
	19/07/2018	19/07/2018	19/07/2018	19/07/2018	19/07/2018
Température (°C)	24,8	27,4	25,4	25,0	22,8
Conductivité (µS/cm)	314	1245	190	417	169
рН	7,39	7,00	6,24	7,28	6,52
Eh (mV)	NR	NR	300,8	409,1	444,5
O2 (mg/L)	7,79	2,97	4,23	5,96	8,00
O2 (%)	93,8	37,5	51,6	71,5	94,1
Ag (Argent) - 0,01 μg/l	< LQ				
Al (Aluminium) - 0,5 μg/l	2,26	0,99	0,73	1,72	1,21
As (Arsenic) - 0,05 μg/l	0,41	1,1	0,1	0,69	0,09
B (Bore) - 0,5 μg/l	16,6	37,7	9,07	20,9	10,5
Ba (Baryum) - 0,05 μg/l	0,96	2,83	8,41	1,59	1,32
Be (Béryllium) - 0,01 μg/l	< LQ				
CO3 (Carbonates) - 10 mg/l	< LQ				
Ca (Calcium) - 0,5 mg/l	10,8	36,5	12	12,6	9
Cd (Cadmium) - 0,01 μg/l	< LQ				
Cl (Chlorures) - 0,5 mg/l	11,9	180,7	8,1	34,3	5,5
Co (Cobalt) - 0,05 μg/l	< LQ	< LQ	0,07	< LQ	< LQ
Cr (Chrome) - 0,1 μg/l	1,35	0,13	0,61	1,02	0,56

	M0_1	MO_2	MO_3	MO_4	MO_5
	19/07/2018	20/07/2018	20/07/2018	20/07/2018	20/07/2018
Cu (Cuivre) - 0,1 μg/l	0,13	0,1	0,12	0,13	< LQ
F (Fluorures) - 0,1 mg/l	< LQ	< LQ	< LQ	0,1	< LQ
Fe (Fer) - 0,02 mg/l	0,023	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
HCO3 (Bicarbonates) - 10 mg/l	41	25	65	87	69
K (Potassium) - 0,5 mg/l	2,3	0,8	0,9	2	0,6
Li (Lithium) - 0,1 μg/l	0,27	0,12	< LQ	< LQ	< LQ
Mg (Magnésium) - 0,5 mg/l	3,4	3,2	7,4	8,6	7,6
Mn (Manganèse) - 0,1 μg/l	3,92	0,97	5,63	0,31	0,24
NH4 (Ammonium exprimé en NH4) - 0,05 mg/l	< LQ				
NO2 (Nitrites exprimés en NO2) - 0,01 mg/l	< LQ				
NO3 (Nitrates exprimés en NO3) - 0,5 mg/l	< LQ	< LQ	0,6	< LQ	< LQ
Na (Sodium) - 0,5 mg/l	9,1	5,1	6,2	9,3	7,2
Ni (Nickel) - 0,1 µg/l	0,19	0,22	0,18	0,17	< LQ
PO4 (OrthoPhosphates en PO4) - 0,05 mg/l	0,15	0,08	< LQ	0,07	0,1
Pb (Plomb) - 0,05 μg/l	< LQ				
SO4 (Sulfates) - 0,5 mg/l	1,6	0,9	1,2	1	1,1
SiO2 (Silice) - 0,5 mg/l	32,9	20,5	32,2	49,6	25,7
Sr (Strontium) - 0,1 μg/l	33,1	22,1	51,3	86,1	61,5
Zn (Zinc) - 0,5 μg/l	< LQ	< LQ	< LQ	0,55	< LQ

	MO_6	MO_8	MO_9	MO_10	M0_11
	20/07/2018	20/07/2018	19/07/2018	19/07/2018	19/07/2018
Cu (Cuivre) - 0,1 μg/l	< LQ	< LQ	0,58	< LQ	0,2
F (Fluorures) - 0,1 mg/l	< LQ	< LQ	< LQ	0,1	0,1
Fe (Fer) - 0,02 mg/l	< LQ				
HCO3 (Bicarbonates) - 10 mg/l	61	66	92	73	73
K (Potassium) - 0,5 mg/l	< LQ	0,9	1	2,3	4,7
Li (Lithium) - 0,1 μg/l	< LQ	< LQ	0,29	0,36	1,37
Mg (Magnésium) - 0,5 mg/l	8,3	7,6	10,9	7,4	4,6
Mn (Manganèse) - 0,1 μg/l	< LQ	0,19	0,84	< LQ	0,23
NH4 (Ammonium exprimé en NH4) - 0,05 mg/l	< LQ				
NO2 (Nitrites exprimés en NO2) - 0,01 mg/l	< LQ				
NO3 (Nitrates exprimés en NO3) - 0,5 mg/l	< LQ	< LQ	3,6	0,8	1,4
Na (Sodium) - 0,5 mg/l	4,9	5,9	6,2	11	12,8
Ni (Nickel) - 0,1 μg/l	< LQ	0,18	3,33	< LQ	< LQ
PO4 (OrthoPhosphates en PO4) - 0,05 mg/l	0,07	< LQ	0,11	0,1	0,07
Pb (Plomb) - 0,05 μg/l	< LQ				
SO4 (Sulfates) - 0,5 mg/l	1	1	1,2	1,7	8,6
SiO2 (Silice) - 0,5 mg/l	27,3	32,9	36,5	32,9	41,6
Sr (Strontium) - 0,1 μg/l	52	42	87,2	71,9	60,1
Zn (Zinc) - 0,5 μg/l	< LQ	< LQ	1,73	1,71	2,25

	MO_12	MO_13	MO_14	MO_15	MO_16
	19/07/2018	19/07/2018	19/07/2018	19/07/2018	19/07/2018
Cu (Cuivre) - 0,1 μg/l	0,36	1,05	0,6	0,32	< LQ
F (Fluorures) - 0,1 mg/l	0,1	0,4	< LQ	0,2	< LQ
Fe (Fer) - 0,02 mg/l	< LQ	< LQ	0,077	< LQ	< LQ
HCO3 (Bicarbonates) - 10 mg/l	104	186	98	99	60
K (Potassium) - 0,5 mg/l	1,9	8,9	1,5	3	0,9
Li (Lithium) - 0,1 μg/l	0,6	3,45	0,43	1,03	< LQ
Mg (Magnésium) - 0,5 mg/l	11,6	40,4	10,8	9,9	5,6
Mn (Manganèse) - 0,1 μg/l	< LQ	0,17	4,19	0,28	< LQ
NH4 (Ammonium exprimé en NH4) - 0,05 mg/l	< LQ				
NO2 (Nitrites exprimés en NO2) - 0,01 mg/l	< LQ				
NO3 (Nitrates exprimés en NO3) - 0,5 mg/l	1	0,8	0,9	0,9	0,8
Na (Sodium) - 0,5 mg/l	14,2	72,9	9,5	28,2	6,4
Ni (Nickel) - 0,1 μg/l	< LQ	0,32	1,14	0,26	< LQ
PO4 (OrthoPhosphates en PO4) - 0,05 mg/l	0,15	0,21	0,15	0,23	0,09
Pb (Plomb) - 0,05 μg/l	< LQ	0,33	< LQ	0,06	< LQ
SO4 (Sulfates) - 0,5 mg/l	2	19,3	1,7	4,6	1
SiO2 (Silice) - 0,5 mg/l	39,1	62,4	46,1	47,3	31,5
Sr (Strontium) - 0,1 μg/l	91,7	359	81,7	106	81,3
Zn (Zinc) - 0,5 μg/l	1,1	3,84	2,09	0,86	< LQ

	MO_1	MO_2	MO_3	MO_4	MO_5
	19/07/2018	20/07/2018	20/07/2018	20/07/2018	20/07/2018
lsotope 87Sr / 86Sr	NR	NR	NR	NR	0,704735
² H (vs SMOW)	-20,623	-14,400	-19,527	-21,633	-22,018
¹⁸ O (vs SMOW)	-4,423	-3,496	-4,126	-4,377	-4,583
CFC-11 (pmol/l)	NR	NR	NR	2,3 ± 0,3	NR
CFC-12 (pmol/l)	NR	NR	NR	1,5 ± 0,1	NR
CFC-113 (pmol/l)	NR	NR	NR	0,21 ± 0,05	NR
SF6 (fmol/l)	NR	NR	NR	2,4 ± 0,3	NR

	MO_6	MO_8	MO_9	MO_10	MO_11
	20/07/2018	20/07/2018	19/07/2018	19/07/2018	19/07/2018
lsotope 87Sr / 86Sr	0,705010	0,704858	NR	NR	NR
² H (vs SMOW)	-22,525	-20,548	-20,459	-24,105	-25,239
¹⁸ O (vs SMOW)	-4,578	-4,227	-4,056	-4,793	-4,969
CFC-11 (pmol/l)	NR	NR	NR	NR	NR
CFC-12 (pmol/l)	NR	NR	NR	NR	NR
CFC-113 (pmol/l)	NR	NR	NR	NR	NR
SF6 (fmol/l)	NR	NR	NR	NR	NR

	MO_12	MO_13	MO_14	MO_15	MO_16
	19/07/2018	19/07/2018	19/07/2018	19/07/2018	19/07/2018
Isotope 87Sr / 86Sr	NR	NR	NR	NR	NR
² H (vs SMOW)	-24,307	-24,043	-20,417	-22,421	-20,659
¹⁸ O (vs SMOW)	-4,843	-4,590	-4,100	-4,520	-4,460
CFC-11 (pmol/l)	0,24 ± 0,05	0,18 ± 0,05	2,1 ± 0,3	1,0 ± 0,2	2,4 ± 0,3
CFC-12 (pmol/l)	0,16 ± 0,05	0,13 ± 0,05	1,4 ± 0,1	0,72 ± 0,05	1,3 ± 0,1
CFC-113 (pmol/l)	0,02 ± 0,05	0,01 ± 0,05	0,20 ± 0,05	0,09 ± 0,05	0,19 ± 0,05
SF6 (fmol/l)	0,1 ± 0,1	2,5 ± 0,3	2,6 ± 0,3	2,1 ± 0,3	1,0 ± 0,1



Centre scientifique et technique 3, avenue Claude-Guillemin BP 36009 45060 – Orléans Cedex 2 – France Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr BRGM Polynésie Immeuble Le Bihan à Pirae (local L1) BP 141 227 98701 – Arue – Polynésie française Tél. : 87 33 56 50