

**PRECISION CARTOGRAPHIQUE DE L'ALEA  
DE MOUVEMENTS DE TERRAIN DES ZONES  
A ENJEUX D'URBANISATION SUR  
LA COTE EST DE TAHITI**

**LOT 1 – COMMUNES ASSOCIEES  
DE TIAREI, MAHAENA, AFAAHITI, PUEU**

A LA DEMANDE ET POUR LE COMPTE DE LA DIRECTION  
DE LA CONSTRUCTION ET DE L'AMENAGEMENT (DCA)



Document 22-0047_Rapport de synthèse_Lot_1_indA		
Indice	Modifications	Date
0	Document provisoire	04/03/2022
A	Rapport définitif	11/05/2022



COMMUNES :	HITIA'A O TE RA / TAIARAPU EST
COMMUNES ASSOCIEES :	TIAREI, MAHAENA / AFAAHITI, PUEU
OBJET :	PRECISION CARTOGRAPHIQUE DE L'ALEA DE MOUVEMENTS DE TERRAIN DES ZONES A ENJEUX D'URBANISATION SUR LA COTE EST DE TAHITI
TYPE DE MISSION :	PRECISION DU ZONAGE D'ALEA MOUVEMENTS DE TERRAIN
CLIENT :	DCA
DOSSIER SUIVI PAR :	GERST Rauhere TARDY Dominique

CHARGE D'AFFAIRE :	JC. MARINI
CHEF DE PROJET :	C. FRANSSSEN
NOMBRE DE PAGES :	89

Référence document : 22-0047\_Rapport de synthèse\_Lot\_1\_indA

Rédacteur : C. FRANSSSEN

Contrôle : JC. MARINI

Visa :

Visa :

## SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>5</b>
<b>1 - INTRODUCTION.....</b>	<b>8</b>
<b>2 - CONTEXTE GENERAL DE L'ILE DE TAHITI .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Contexte géographique .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Contexte géodynamique.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 Contexte géologique .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4 Contexte géomorphologique .....</b>	<b>23</b>
<b>2.5 Climat et catastrophes naturelles majeures à Tahiti .....</b>	<b>27</b>
<b>3 - CONTEXTE DES COMMUNES ASSOCIEES DE TIAREI ET MAHAENA.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Situation géographique.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2 Contexte géomorphologique .....</b>	<b>32</b>
<b>3.3 Contexte géologique .....</b>	<b>35</b>
<b>3.4 Contexte pédologique .....</b>	<b>42</b>
<b>4 - CONTEXTE DES COMMUNES ASSOCIEES D'AFAAHITI ET PUEU .....</b>	<b>44</b>
<b>4.1 Situation géographique.....</b>	<b>44</b>
<b>4.2 Contexte géomorphologique .....</b>	<b>47</b>
<b>4.3 Contexte géologique .....</b>	<b>51</b>
<b>4.4 Contexte pédologique .....</b>	<b>53</b>
<b>5 - CARACTERISATION DES PHENOMENES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN .....</b>	<b>55</b>
<b>5.1 Les glissements de terrain, les coulées de boue, l'érosion des sols.....</b>	<b>56</b>
5.1.1. Les glissements de terrain .....	56
5.1.2. Les coulées de boue.....	58
5.1.3. L'érosion des sols .....	58
<b>5.2 Les chutes de blocs, les éboulements et la remobilisation des blocs .....</b>	<b>60</b>
5.2.1 Les chutes de blocs et les éboulements .....	60
5.2.2 La remobilisation des blocs .....	62
<b>6 RECUEIL DOCUMENTAIRE ET ENQUETE HISTORIQUE.....</b>	<b>64</b>
<b>6.1 Constitution d'une base documentaire .....</b>	<b>64</b>
6.1.1 Les données historiques .....	64
6.1.2 Les documents techniques.....	67
6.1.3 Les données spatiales .....	70
<b>6.2 Approche naturaliste.....</b>	<b>70</b>
6.2.1 Les données spatiales .....	70
6.2.2 Campagne de terrain .....	71



<b>6.3</b>	<b>Synthèse des données recueillies.....</b>	<b>71</b>
<b>7</b>	<b>METHODOLOGIE DE CARTOGRAPHIE DES ALEAS MOUVEMENTS DE TERRAIN ....</b>	<b>72</b>
<b>7.1</b>	<b>Méthode d'évaluation de l'aléa.....</b>	<b>72</b>
7.1.1	Cartographie de l'aléa à partir des données SIG .....	72
7.1.2	Intégration des études techniques disponibles.....	75
7.1.3	Cartographie de l'aléa suite aux visites de terrain .....	75
<b>7.2</b>	<b>Caractérisation des aléas .....</b>	<b>76</b>
7.2.1	Phénomènes de glissements de terrain et coulées de boue .....	76
7.2.2	Phénomènes de chutes de blocs / éboulements et de remobilisation des blocs	77
7.2.3	Principes généraux de la cartographie .....	81
<b>8</b>	<b>ORGANISATION DE LA PHASE DE TERRAIN .....</b>	<b>85</b>
<b>9</b>	<b>FICHE ANALYTIQUE .....</b>	<b>88</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation des communes associées du lot 1 .....	8
Figure 2 : Localisation de la Polynésie Française et de l'île de Tahiti (source : internet) .....	10
Figure 3 : Illustration de l'île de Tahiti (source : Wikipedia).....	11
Figure 4 : Illustration des points chauds et des plaques tectoniques.....	12
Figure 5 : Schéma structural de l'archipel de la Société (Bathymétrie CNEXO, 1974) .....	12
Figure 6 : Illustration du mouvement de la plaque du Pacifique au droit de l'Archipel de la Société (source : In Juteau et Maury – Géologie de la croûte océanique) .....	13
Figure 7 : Illustration de l'île la plus récente (Mehetia) et de l'île la plus ancienne (Maupiti) ..	13
Figure 8 : Illustration de la subsidence thermique du plancher océanique .....	13
Figure 9 : Coupe schématique des édifices volcaniques de Tahiti Nui et de Tairapu (source : BRGM/63-NOU-A013).....	16
Figure 10 : Illustration des 3 complexes volcaniques de Tahiti (source : M.Brousse – 1990) .	17
Figure 11 : Carte géologique au 150 000 <sup>ème</sup> de l'île de Tahiti.....	18
Figure 12 : Principales unités géologiques de Tahiti Nui (source : Hildenbrand et al., 2008)..	20
Figure 13 : Légende de la carte géologique (R.C. MAURY, M.CAROFF, S.BLAIS, G.GUILLE, 2001) .....	21
Figure 14 : Carte géologique de l'île de Tahiti (R.C. MAURY, M.CAROFF, S.BLAIS, G.GUILLE, 2001).....	22
Figure 15 : Localisation des sommets à Tahiti Nui.....	23
Figure 16 : Carte topographique de la presqu'île (source : Mapcarta) .....	24
Figure 17 : Carte oro-hydrographique de l'île de Tahiti (source : IRD).....	25
Figure 18 : Carte géomorphologie de 1993 (source : IRD) .....	26
Figure 19 : Localisation des communes de Tiarei et Mahaena .....	29
Figure 20 : Localisation et limites communales de Tiarei.....	30
Figure 21 : Localisation et limites communales de Mahaena .....	31
Figure 22 : Géomorphologie des communes associées de Tiarei et de Mahaena (source : IRD) .....	32
Figure 23 : Légende de la carte géomorphologique (source : IRD).....	33
Figure 24 : <i>Topographie des communes associées de Tiarei et Mahaena (source : Section Cadastre Topographie de la Direction des Affaires Foncières de la Polynésie-française) ...</i>	34
Figure 25 : <i>Carte des pentes des communes associées de Tiarei et Mahaena (source : Section Cadastre Topographie de la Direction des Affaires Foncières de la Polynésie-française) ...</i>	34
Figure 26 : Carte géologique des communes associées de Tiarei et Mahaena .....	35
Figure 27 : Légende de la carte géologique (R.C. MAURY, M.CAROFF, S.BLAIS, G.GUILLE, 2001) .....	36
Figure 28 : Affleurements basaltiques – A gauche : Trou du Souffeur / A droite : Tepipi au point d'observation n°143 – Commune associée de Tiarei (source : Géolithe).....	37
Figure 29 : Basalte scoriacé observé à Tepipi au point d'observation n°147 – Commune associée de Tiarei (source : Géolithe).....	37
Figure 30 : Schéma conceptuel de la formation des mamus (Source : BRGM/RP-54835-FR)..	38
Figure 31 : Exemple de front d'altération différencié (source : BRGM/RP-54835-FR – Août 2006) .....	39
Figure 32 : Caractérisation des formations de mamu selon 4 classes en fonction du degré d'altération de la roche mère (source : BRGM/RP-54835-FR – Août 2006).....	40
Figure 33 : Extrait de la carte pédologique sur les communes de Tiarei et Mahaena réalisée par R. JAMET (source : IRD) .....	42

Figure 34 : Localisation des communes d'Afaahiti et de Pueu .....	44
Figure 35 : Localisation et limites communales au droit de la zone d'étude .....	45
Figure 36 : Localisation et limites communales de Pueu .....	46
Figure 37 : Géomorphologie des communes associées d'Afaahiti et Pueu (source : IRD).....	47
Figure 38 : Légende de carte géomorphologique (source : IRD) .....	48
Figure 39 : Vue sur le plateau de Taravao depuis le belvédère .....	49
Figure 40 : Topographie des communes associées d'Afaahiti et de Pueu (source : Section Cadastre Topographie de la Direction des Affaires Foncières de la Polynésie-française) ...	49
Figure 41 : Carte des pentes sur la commune des communes associées d'Afaahiti et de Pueu(source : Section Cadastre Topographie de la Direction des Affaires Foncières de la Polynésie-française) .....	50
Figure 42 : Carte géologique des communes associées d'Afaahiti et Pueu .....	51
Figure 43 : Légende de la carte géologique (R.C. MAURY, M.CAROFF, S.BLAIS, G.GUILLE, 2001) .....	52
Figure 44 : Extrait de la carte pédologique sur les communes d'Afaahiti et Pueu réalisée par R. JAMET (source : IRD) .....	53
Figure 45 : Légende de la carte pédologie (source : IRD) .....	54
Figure 46 : Schéma en coupe d'un glissement de terrain .....	56
Figure 47 : Glissement de terrain dans les mamus complètement altérés .....	57
Figure 48 : Glissement de terrain à Tepipi .....	58
Figure 49 : Illustration du phénomène d'érosion / ravinement dans des colluvions.....	59
Figure 50 : Chutes de blocs d'environ 10 à 15 m <sup>3</sup> à côté du terrain de pétanque de Mahaena	61
Figure 51 : Eboulement dans la vallée Onohea .....	62
Figure 52 : Représentation schématique des configurations géologique et géomorphologique favorables aux phénomènes de remobilisation de blocs (source : BRGM) .....	63
Figure 53 : Possible remobilisation des blocs dans la pente .....	63
Figure 54 : BDMVT pour les communes associées de Tiarei et Mahaena .....	66
Figure 55 : BDMVT pour les communes associées d'Afaahiti et Pueu .....	66
Figure 56 : Géoréférencement des avis de la DCA sur la commune associée de Tiarei .....	68
Figure 57 : Géoréférencement des avis de la DCA sur la commune associée de Mahaena ....	68
Figure 58 : Géoréférencement des avis de la DCA sur la commune associée d'Afaahiti .....	69
Figure 59 : Géoréférencement des avis de la DCA sur la commune associée de Pueu .....	69
Figure 60 : Profil topographique tracé à l'aide de l'outil Profil Tool sur MapInfo – Vallée Onohea – Tiarei.....	73
Figure 61 : Glissement de terrain identifié à partir de l'orthophotographie de 2020 – Afaahiti – PK4.....	74
Figure 62 : Comparaison des orthophotographies de 2011 et de 2015 montrant.....	74
Figure 63 : Critères de définition des niveaux d'aléas pour les phénomènes de glissement de terrain .....	77
Figure 64 : Critères de définition des niveaux d'aléas pour les phénomènes de chutes de blocs/éboulements .....	78
Figure 65 : Représentation schématique du principe de la ligne d'énergie (Berger, 2009) ....	79
Figure 66 : Exemples de modulations des intervalles d'angles de la méthode des cônes en fonction des profils de pente pouvant être rencontrés (MEZAP, 2014).....	79
Figure 67 : Chutes de blocs suite à des terrassements réalisés pour la création d'un chemin d'accès .....	80
Figure 68 : Schéma de principe de la décroissance de l'aléa dans le cas des falaises côtières (source : MEDD-DPPR - illustration modifiée par Géolithe) .....	83

Figure 69 : Schéma de principe de la décroissance de l'aléa dans le cas des zones cartographiées comme sensibles aux glissements de terrain (source : A.Fric – illustration modifiée par Géolithe) .....	83
Figure 70 : Schéma de principe de la décroissance de l'aléa dans le cas des phénomènes mixtes avec une remobilisation des blocs dans la pente (source : BRGM – illustration modifiée par Géolithe) .....	84
Figure 71 : Répartition du terrain prévue sur la commune associée de Tiarei .....	86
Figure 72 : Répartition du terrain prévue sur la commune associée d'Afaahiti .....	86
Figure 73 : Répartition du terrain prévue sur la commune associée de Pueu .....	87
Figure 74 : Répartition du terrain prévue sur la commune associée de Mahaena .....	87

## 1 - INTRODUCTION

Depuis 2006, la Polynésie Française dispose de Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN) sur l'ensemble des communes du territoire, à l'exception de la commune de Rapa. Suite aux événements météorologiques majeurs, survenus en 1998 et ayant fait de multiples dégâts, le gouvernement a lancé le programme d'études ARAI, par l'intermédiaire d'une convention tripartite entre l'Etat, le BRGM et le Pays. Cette convention a permis l'élaboration des PPR intégrant la cartographie des aléas mouvements de terrain. Cette cartographie a été établie à grande échelle :

- Au 1/10 000<sup>ème</sup> dans les zones urbanisées ;
- Au 1/25 000<sup>ème</sup> dans les zones naturelles.

L'objectif du marché consiste à préciser la cartographie des aléas mouvements de terrain à une échelle plus fine au 1/5 000<sup>ème</sup> et au 1/2 000<sup>ème</sup> au droit des secteurs urbanisés et urbanisables (plaines, plateaux, fronts de planèzes et pieds de flancs de vallées), en s'appuyant majoritairement sur les observations de terrain.

Dans ce cadre, Géolithe a été missionné par la DCA pour réalisation la précision des aléas mouvements de terrain sur les communes associées du lot 1 (Figure 1) comprenant :

- **Commune de Hitia'a O Te Ra : Tiarei et Mahaena,**
- **Commune de Taiarapu Est : Afaahiti et Pueu.**

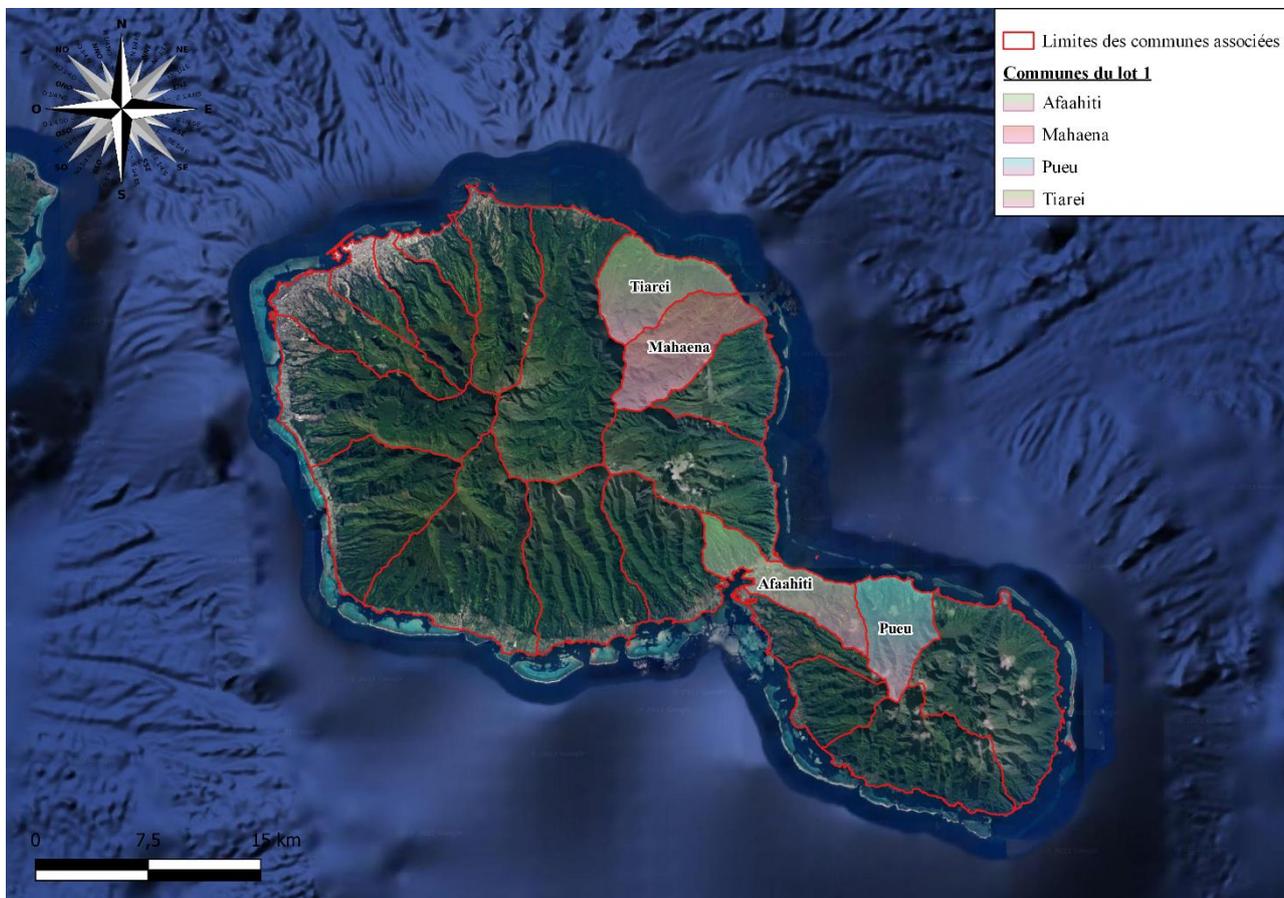


Figure 1 : Localisation des communes associées du lot 1

La précision cartographique des aléas mouvements de terrain sera réalisée en zones urbanisées et urbanisables :

- Entre 0 et 100 m d'altitude sur Tiarei, Mahaena et Pueu ;
- Entre 0 et 730 m d'altitude, soit sur l'ensemble de la commune associée de Afaahiti.

Les vallées profondes de Onohea (à Tiarei), de Tevaifaara (à Mahaena) et de Vaiteremu (à Pueu) ont été exclues de la zone de précision à grande échelle, leur accessibilité et leur urbanisation y étant limitées.

Cette étude s'étend sur une durée de 6 mois et est répartie en 3 phases. Elle intègre 4 réunions de travail et 2 rapports à réaliser :

- ✓ **Réunion 1** – Réunion de lancement de la mission (07/02/2022)
- ✓ **Phase 1** – Recueil des données (02/2022)
- ✓ **Rapport 1** – Rendu provisoire (04/03/2022)
- ✓ **Réunion 2** – Réunion pour le calage de la mission de terrain et la validation de la méthodologie de cartographie (08/03/2022)
- ✓ **Phase 2** – Investigations de terrain (14/03/2022 au 08/04/2022)
- ✓ **Réunion 3** – Réunion à la fin des investigations de terrain (08/04/2022)
- ✓ **Rapport 1** – Rendu définitif (11/05/2022)
- ✓ **Phase 3** – Précision des limites cartographiques de l'aléa mouvements de terrain
- ✓ **Rapport 2** – Rendu définitif
- ✓ **Réunion 4** – Réunion de présentation finale

Le présent document correspond **au rapport de synthèse** (rapport 1 définitif). Il explique la méthodologie employée pour la cartographie des aléas mouvements de terrain sur les 4 communes associées.

## 2 - CONTEXTE GENERAL DE L'ÎLE DE TAHITI

### 2.1 CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE

Tahiti est une île de la Polynésie Française, située dans le Sud de l'Océan Pacifique. Elle fait partie du groupe des îles du Vent et de l'archipel de la Société (Figure 2 ). Elle est située dans l'hémisphère sud à 615 km au Nord du Tropique du Capricorne. Cette île est comprise entre les latitudes 17°30' S et 17°55' S et entre les méridiens 149°05' W et 149°40' W, soit à près de 5941 km à l'Est de la Nouvelle-Calédonie et à 4552 km d'Hawaï.



Figure 2 : Localisation de la Polynésie Française et de l'île de Tahiti (source : internet)

D'une superficie totale de 1045 km<sup>2</sup>, Tahiti est une île d'origine volcanique, composée de deux parties, Tahiti Nui, située au nord-ouest et Tahiti Iti, aussi appelé la presqu'île de Tairapu, située au sud-est. Tahiti Nui possède le plus haut sommet de l'île, le mont 'Orohena, culminant à 2241 m (Figure 3).

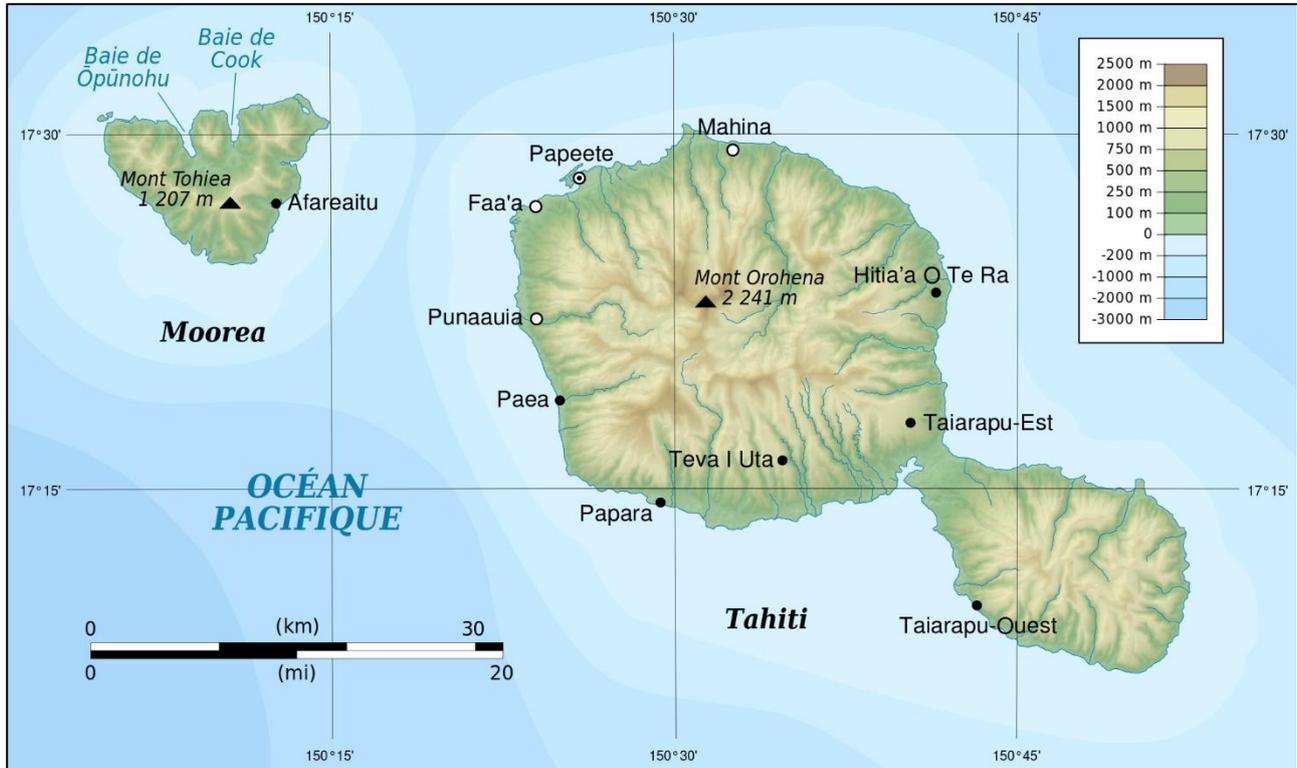


Figure 3 : Illustration de l'île de Tahiti (source : Wikipedia)

## 2.2 CONTEXTE GÉODYNAMIQUE

L'archipel de la Société repose sur un plancher océanique datant de 65 Ma au sud-est et de 90 Ma au nord-ouest. Ce plancher océanique se situe à une profondeur de 4000 mètres.

L'âge des édifices volcaniques varie entre 4,2 Ma (Maupiti) et aujourd'hui (Mehetia) (Figure 7). La plaque du Pacifique se déplace vers le nord-ouest à une vitesse moyenne de 11 cm par an (Figure 4 et Figure 5). Le point chaud fixe, poursuit épisodiquement son activité éruptive et une nouvelle île se forme et se déplace progressivement vers le nord-ouest. Au cours de sa dérive, une île s'affaisse d'environ 1 cm par an (subsidence - Figure 6). Ces mécanismes sont à l'origine de la formation des îles de l'archipel.

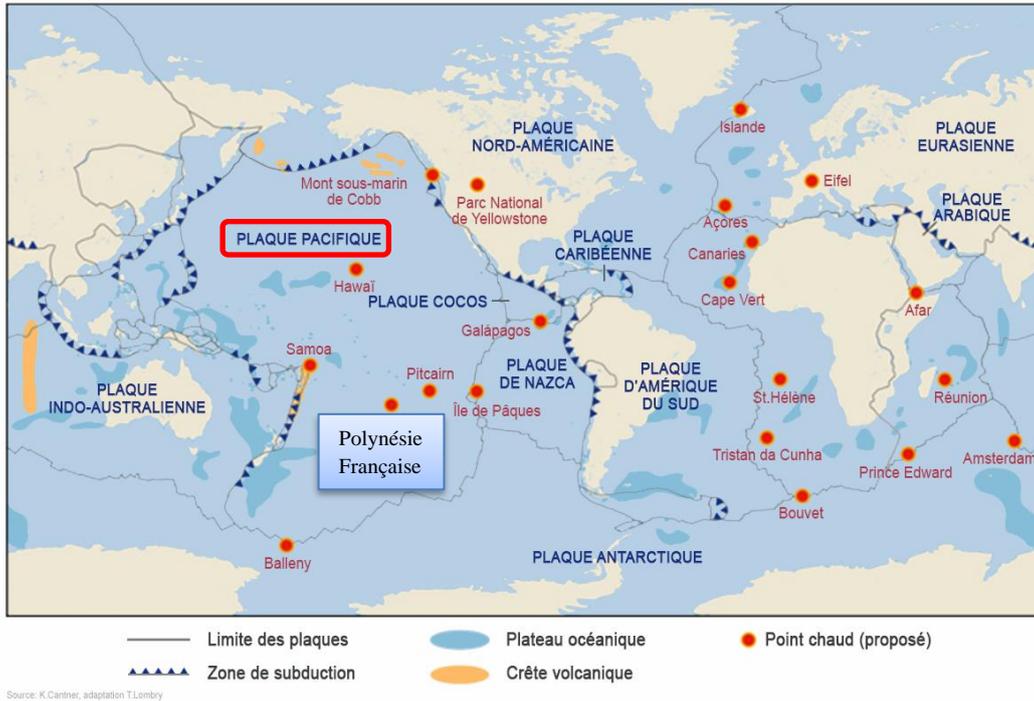


Figure 4 : Illustration des points chauds et des plaques tectoniques  
(source : K. Cantner/AGI adapté par l'auteur Pierre Choukroun)

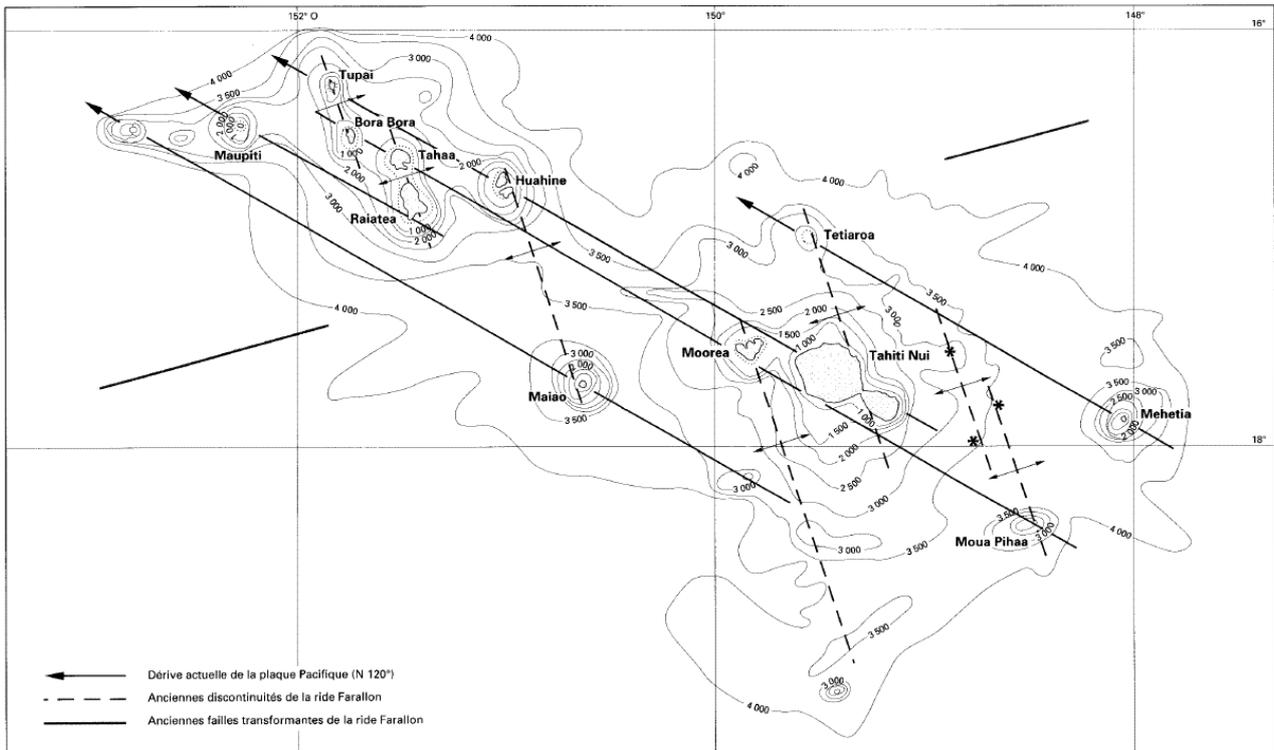


Figure 5 : Schéma structural de l'archipel de la Société (Bathymétrie CNEOX, 1974)

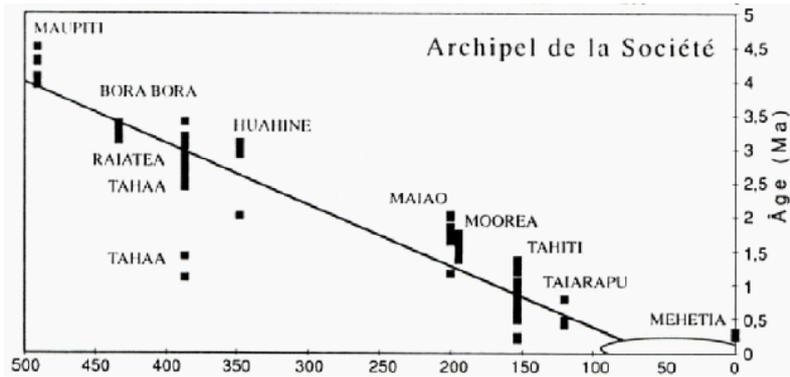


Figure 6 : Illustration du mouvement de la plaque du Pacifique au droit de l'Archipel de la Société  
(source : In Juteau et Maury – Géologie de la croûte océanique)



Figure 7 : Illustration de l'île la plus récente (Mehetia) et de l'île la plus ancienne (Maupiti)  
(source : Google Earth)

D'autres processus géologiques s'ajoutent à la subsidence et au déplacement des plaques, notamment :

- L'effondrement à terme de la chambre magmatique donnant naissance à une caldeira ;
- L'érosion des reliefs au fil des siècles par les cours d'eau et les fortes pluies ;
- La subsidence thermique du plancher océanique favorisant l'apparition de complexe récifal frangeant autour des îles, puis d'un récif barrière, jusqu'à former un atoll lorsque le massif volcanique est totalement immergé (Figure 8).

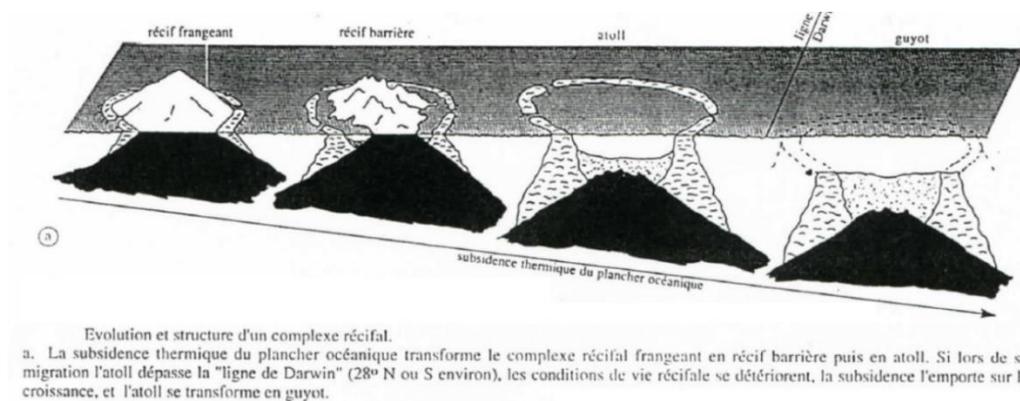


Figure 8 : Illustration de la subsidence thermique du plancher océanique  
(source : Cours France outre-mer)

## 2.3 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

En 1965, M. Deneufbourg a établi la première carte géologique de l'île de Tahiti au 1/40 000<sup>ème</sup> (Figure 9). Le paragraphe ci-dessous reprend les conclusions du rapport de M. Deneufbourg :

Phases de l'histoire géologique de Tahiti	Description géologique	Faciès géologiques
<b>Phase 1 : Activité volcanique</b>	Eruption volcanique par deux orifices, entraînant l'émergence de deux îles voisines : <b>Tahiti Nui et Tahiti Iti</b> (Taiarapu). Les épanchements de laves sont très fluides (mode Hawaïen).	<p><b>*Basalte</b> : Coulées abondantes (pente faible) aboutissant à une succession de niveaux compacts et scoriacés</p> <p><b>*Andésites</b> : Laves acides en fin d'éruption sur Tahiti Nui</p> <p><b>*Trachytes</b> : Laves acides en fin d'éruption sur Tahiti Iti</p>
<b>Phase 2 : Activité volcanique</b>	Eruption secondaire latérale	<b>* Tufs de Tahara</b>
<b>Phase 3 : Phase d'accalmie</b>	Arrêt momentané de l'activité volcanique avec l'altération des roches volcaniques (altération latéritique) et la formation des premiers récifs.	<b>*Altérites (mamu)</b> : Niveau argileux rouge fossile.
<b>Phase 4 : Activité volcanique</b>	Mise en place des cônes tuffeux de Tataa, d'Oroihi et potentiellement de Farei. A la fin de cette période, les deux îles sont reliées (Taravao).	<p><b>*Basalte</b> : Epanchement des coulées basaltiques</p> <p><b>*Dyke</b> : Intrusions diverses correspondant à la mise en place de dyke.</p>
<b>Phase 5 : Phase d'accalmie</b>	Arrêt de l'activité volcanique pendant un long moment. Création d'un réseau hydrographique par l'action érosive des eaux. Création des grandes vallées.	-
<b>Phase 6 : Activité volcanique</b>	Dernière reprise de l'activité volcanique correspondant à l'épanchement de puissantes coulées (remplissage des vallées). Arrêt progressif de l'activité volcanique (cristallisation des cheminées). Manifestations tectoniques. Formations des grandes caldeiras.	<p><b>*Basalte</b> : coulées basaltiques</p> <p><b>*Agglomérats bréchiques</b> : coulées boueuses.</p> <p><b>*Roches grenues</b> : Refroidissement lent des cheminées volcaniques.</p> <p><b>*Necks et dykes</b> : mise en place.</p>

Phases de l'histoire géologique de Tahiti	Description géologique	Faciès géologiques
<p><b>Phase 7 : Arrêt de l'activité volcanique / Surcreusement des vallées</b></p>	<p>Arrêt de l'activité volcanique. Action érosive des eaux. Surcreusement des vallées (période glaciaire). Mise en place des terrasses coralliennes.</p>	<p>-</p>
<p><b>Phase 8 : Arrêt de l'activité volcanique / Comblement des vallées</b></p>	<p>Comblement alluvionnaire des vallées (période interglaciaire). Mise en place de nouvelles terrasses coralliennes.</p>	<p><b>*Formations alluvionnaires</b></p>
<p><b>Phase 9 : Arrêt de l'activité volcanique / Surcreusement des vallées</b></p>	<p>Surcreusement du comblement alluvionnaire (période glaciaire). Emersion des terrasses coralliennes et création d'une plaine littorale.</p>	<p>-</p>
<p><b>Phase 10 : Période actuelle</b></p>	<p>Action érosive des eaux. Altération des roches. Effondrement et basculement de Tahiti Nui vers l'E-NE et de Tahiti Iti vers le S-SE. Erosion marine avec la formation de plage de sable noir.</p>	<p><b>*Mamu</b> : Altération des roches</p>

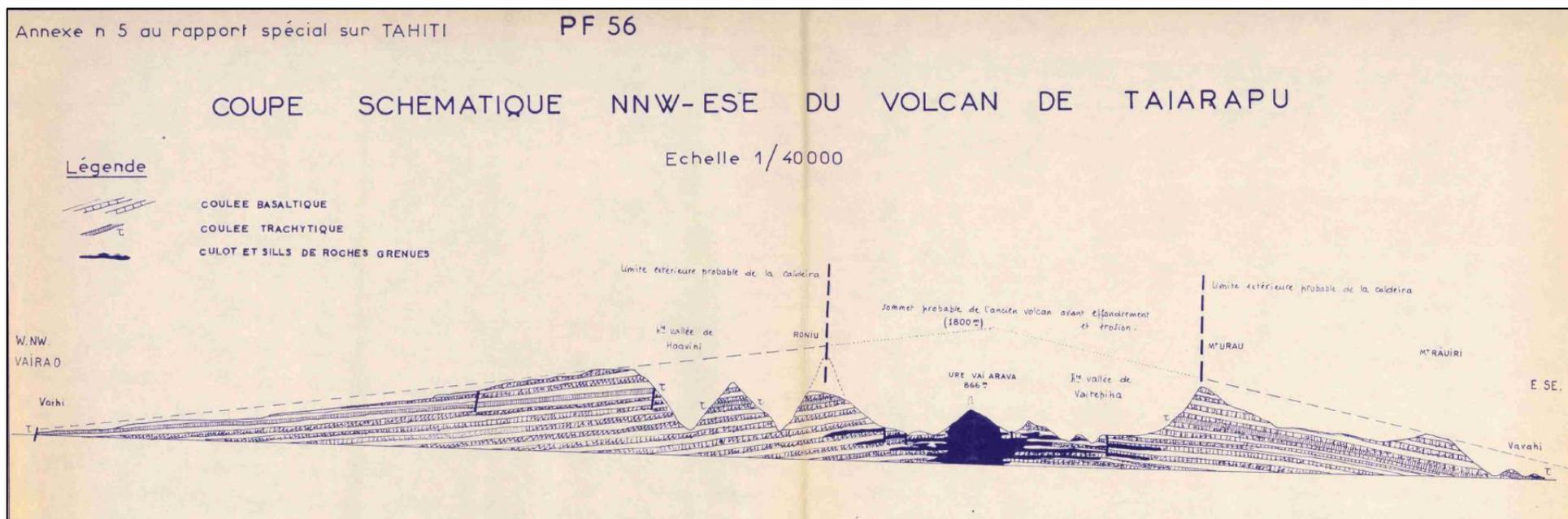
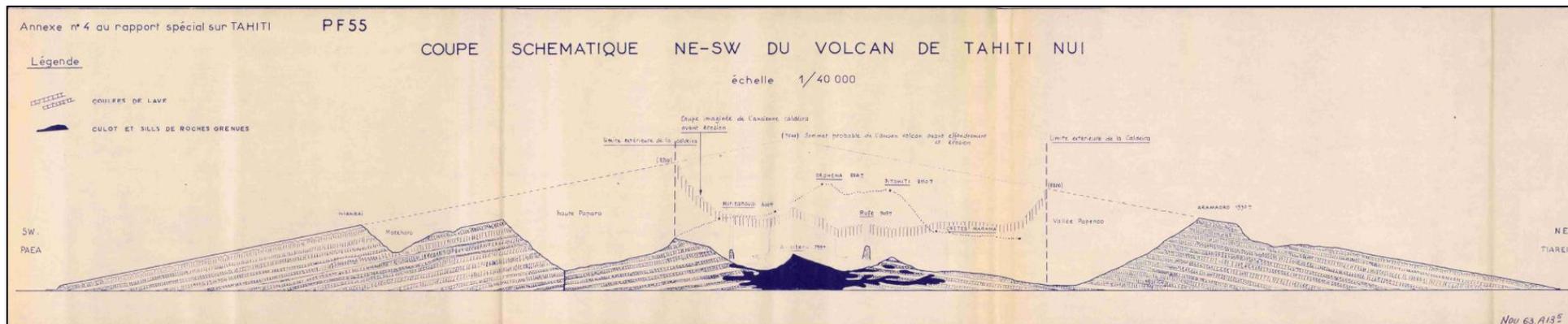


Figure 9 : Coupe schématique des édifices volcaniques de Tahiti Nui et de Tairapu (source : BRGM/63-NOU-A013)

**En 1993, M. Brousse a établi une nouvelle carte géologique de l'île de Tahiti au 1/150 000<sup>ème</sup>.**

Selon M. Brousse, l'île de Tahiti est formée de 3 volcans (Figure 10) :

- **Tahiti Nui**, le volcan principal ;
- **Tahiti Iti** ou la presqu'île de Tiarapu ;
- **Le volcan de Taravao**.

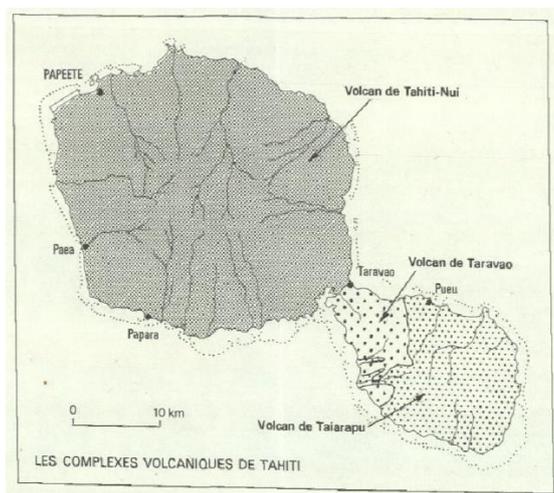


Figure 10 : Illustration des 3 complexes volcaniques de Tahiti (source : M.Brousse – 1990)

Il distingue 3 phases majeures (Figure 11) :

Phases de l'histoire géologique de Tahiti	Description géologique	Faciès géologiques
<b>Phase 1 : Stade antécaldeira (1,35 à 1 Ma)</b>	Mise en place de la structure volcanique de base (empilement de coulées de viscosité et d'épaisseur variables)	<b>*Laves peu différenciées</b> , des basaltes aux hawaïtes, associées à des picrites de type océanites, donc certaines recèlent de nodules de périclites
<b>Phase 2 : Stade syncaldeira à postcaldeira (1 à 0,65 Ma)</b>	Effondrement polyphasé de la caldeira, accompagné à chacun des affaissements, d'expulsion de laves. Les laves s'étalent sur les pentes externes et d'autres comblent la caldeira.	<b>*Laves différenciées</b> , allant jusqu'aux mugéarites et plus exceptionnellement jusqu'aux benmoréites <b>*Roches grenues</b>
<b>Phase 3 : Les stades postérosion (0,6 à 0,3 Ma)</b>	Creusement des vallées radiaires (érosion). Alternance de coulées de laves et de coulées boueuses (lahars) comblant les fonds de vallées. Extrusion des dômes de phonolites.	<b>*Coulées de laves formées de basanites</b>

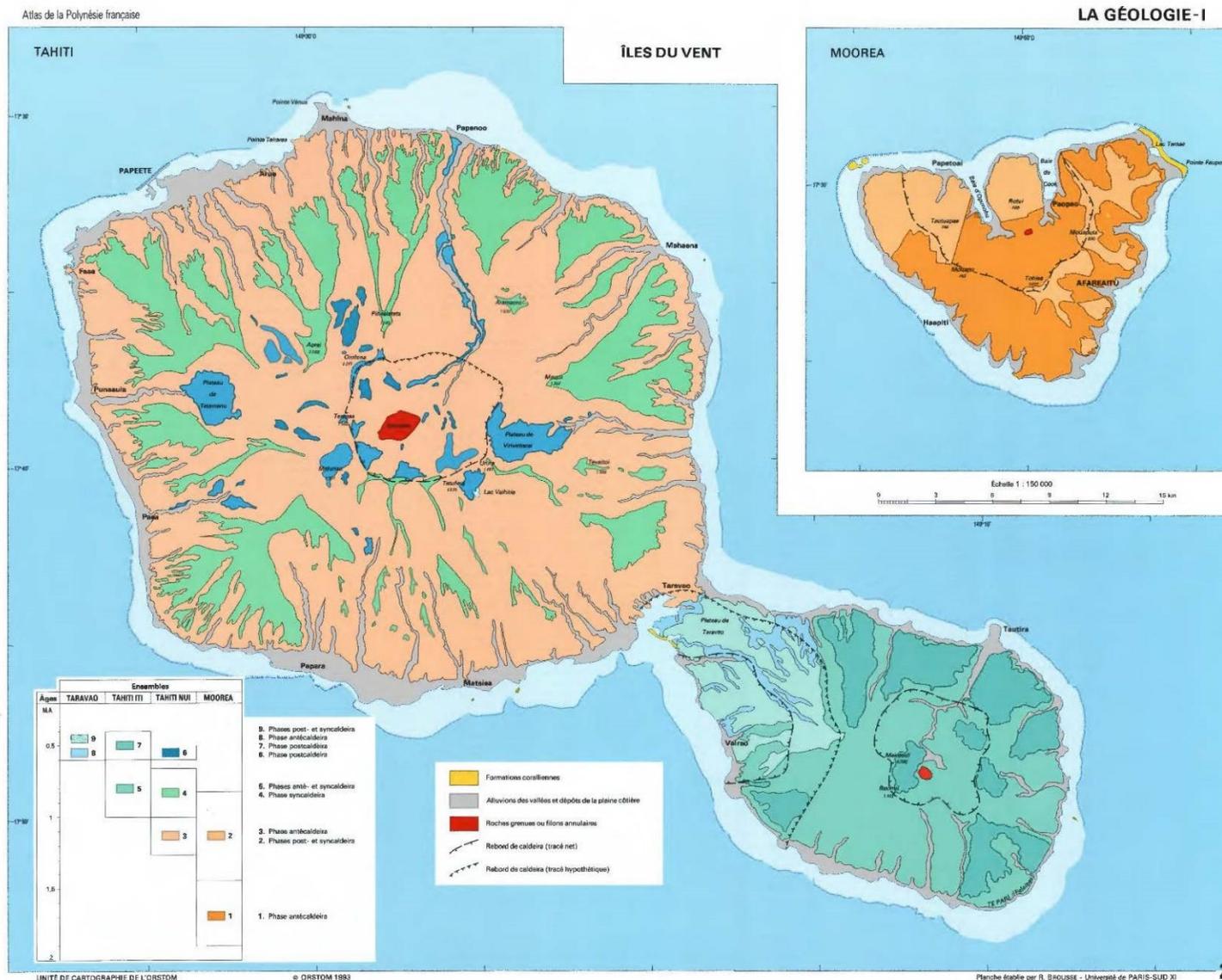
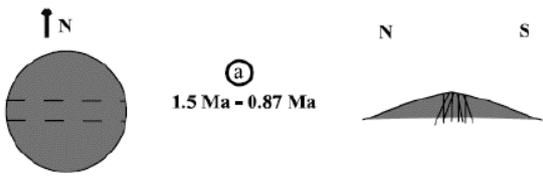
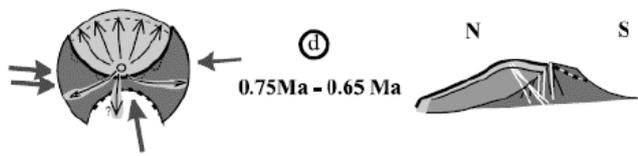
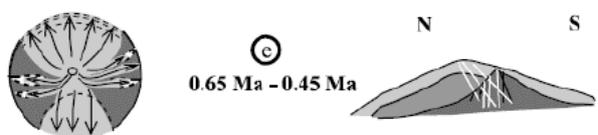


Figure 11 : Carte géologique au 150 000<sup>ème</sup> de l'île de Tahiti

Un nouveau modèle d'évolution de Tahiti Nui, introduisant une zone de rifting a été proposé dès 1993 (Gillot et al. 1993 ; Le Roy et al. 1993), puis développé par Hildenbrand et al. en 2008.

L'évolution volcanique de Tahiti-Nui est résumée par les schémas ci-dessous et détaillée dans Hildenbrand et al. (2008) (Figure 12) :

Phases de l'histoire géologique de Tahiti	Description géologique
 <p>(a) 1.5 Ma - 0.87 Ma</p>	<p>Formation d'un <b>édifice volcanique principal de type bouclier</b> dont les pentes externes sont préservées dans les secteurs NW, NE, SW et SE de l'île (de <math>1,37 \pm 0,02</math> Ma à <math>0,87 \pm 0,02</math> Ma). Les magmas se sont systématiquement concentrés le long de la zone de rift principale d'orientation E-W.</p>
 <p>(b) 0.87 Ma - 0.85 Ma</p>	<p>Les intrusions de dykes le long de cette zone de rift auraient induit d'énormes <b>glissements de terrain entraînant l'effondrement des flancs Nord et Sud</b> de l'édifice volcanique entre <math>0,87 \pm 0,02</math> Ma et <math>0,85 \pm 0,01</math> Ma. Ces glissements ont généré de grands dépôts de coulées de débris sur les pentes sous-marines.</p>
 <p>(c) 0.85 Ma - 0.75 Ma</p>	<p>L'activité volcanique s'est ensuite concentrée dans la partie Nord de l'île avec la formation rapide d'un deuxième édifice volcanique.</p>
 <p>(d) 0.75 Ma - 0.65 Ma</p>	<p>Les coulées ultérieures débordent de la dépression nord et recouvrent une partie des pentes préservées du bouclier principal.</p>
 <p>(e) 0.65 Ma - 0.45 Ma</p>	<p>Ces coulées comblent également les vallées existantes jusqu'au remplissage total de la dépression Sud.</p>

La fin de la phase de construction volcanique de Tahiti-Nui est marquée par une violente éruption ignimbritique (Hildenbrand et Gillot, 2006).

Des coulées de laves tardives ont comblé certaines vallées il y a environ 250 ka, suite à un hiatus volcanique de 250 ka (Le Roy, 1994 ; Hildenbrand et al., 2004).

Les conditions climatiques actuelles, marquées par une forte pluviométrie, ont induit une forte érosion des structures volcaniques de l'île durant les deux derniers millions d'années (Le Roy, 1994 ; Duncan et al., 1994 ; Hildenbrand et al., 2004). Malgré une forte érosion et une subsidence, l'île de Tahiti est l'île la mieux préservée de l'archipel.

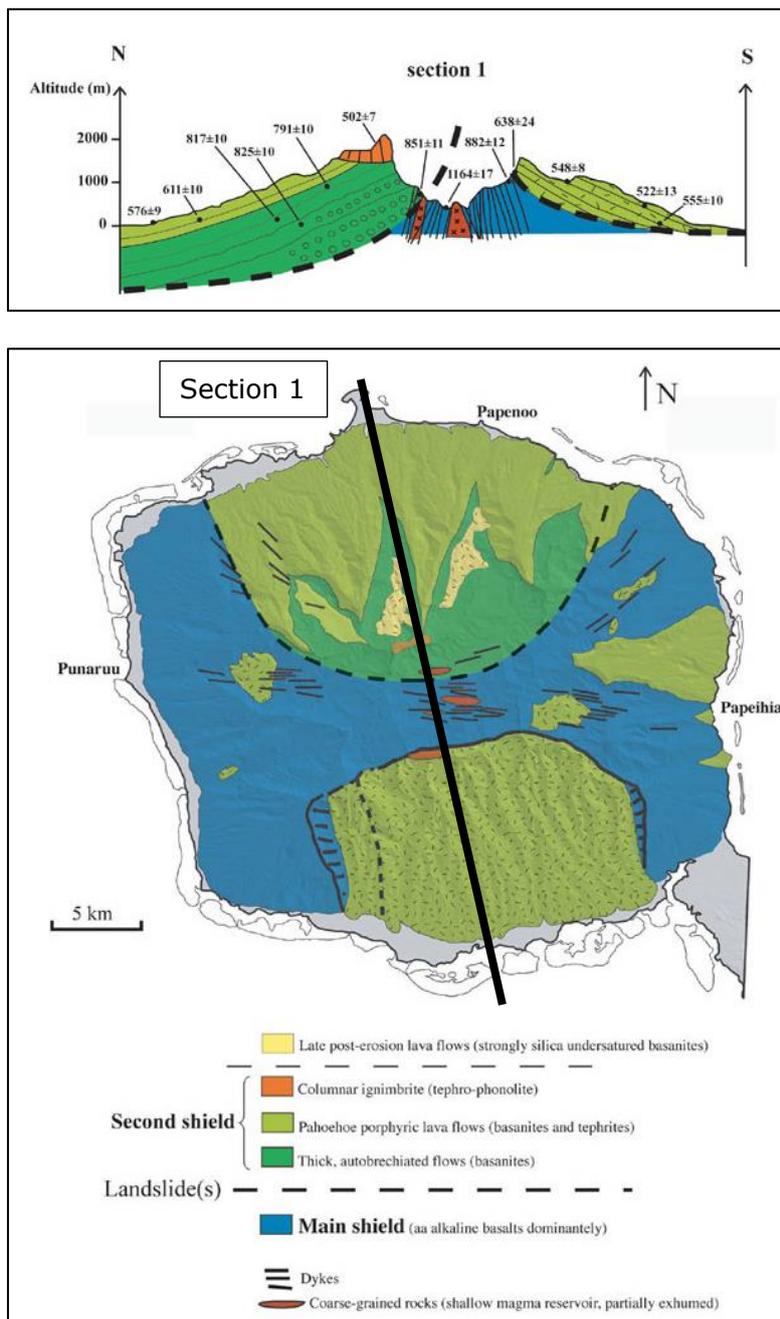
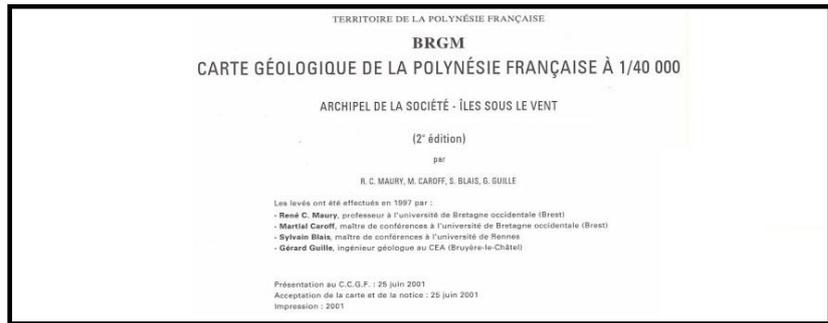


Figure 12 : Principales unités géologiques de Tahiti Nui (source : Hildenbrand et al., 2008).

La carte géologique de 2001 fait apparaître (Figure 13 et Figure 14) :



- ✓ L'unité volcanique principale en **vert** ;
- ✓ Les formations volcaniques de remplissage des vallées en **bleu** ;
- ✓ Le massif de roches grenues au cœur de l'île en **rouge foncé** ;
- ✓ Les formations andésitiques en **jaune** ;
- ✓ Les formations sédimentaires littorales et alluviales en **orange**.

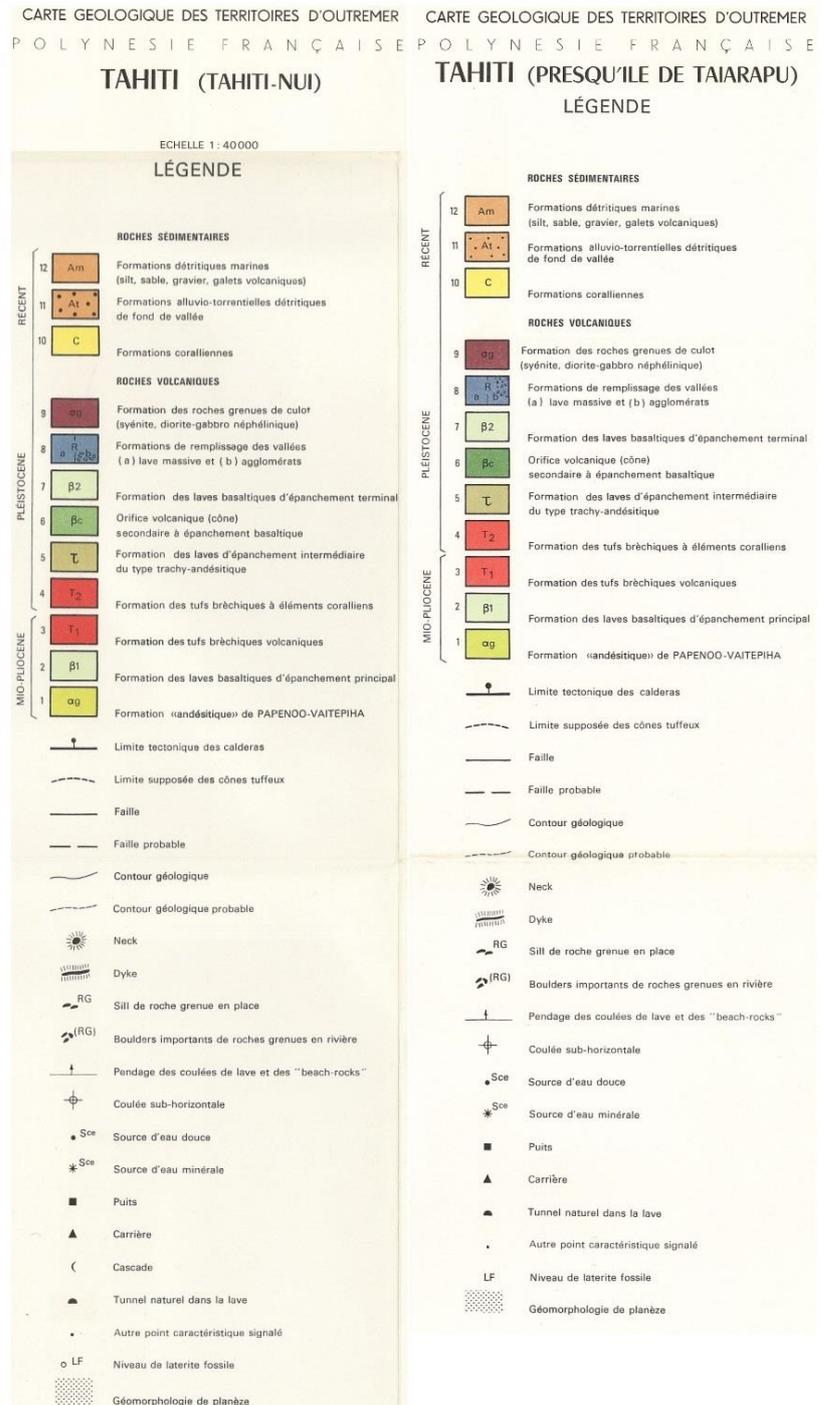


Figure 13 : Légende de la carte géologique (R.C. MAURY, M.CAROFF, S.BLAIS, G.GUILLE, 2001)

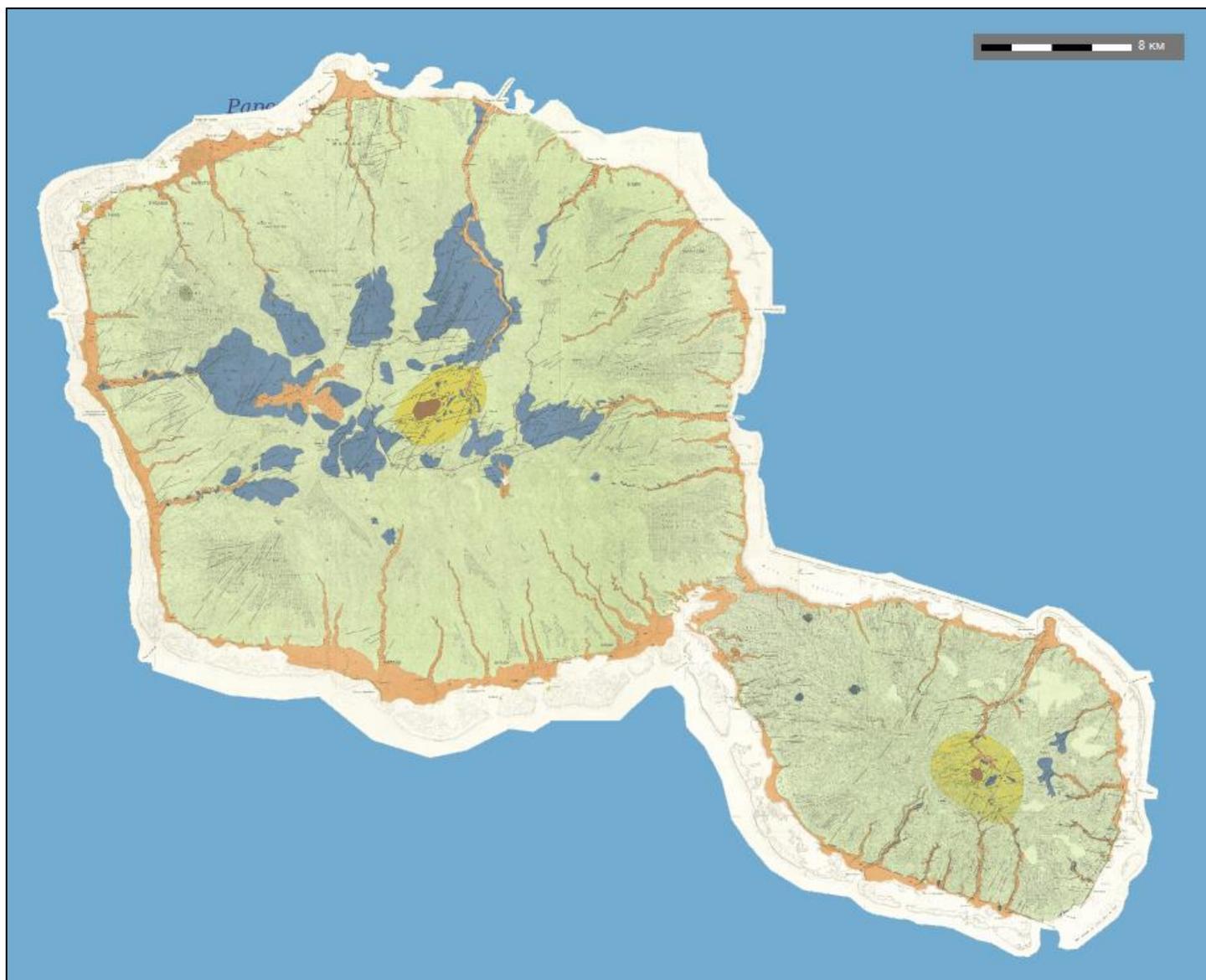


Figure 14 : Carte géologique de l'île de Tahiti (R.C. MAURY, M.CAROFF, S.BLAIS, G.GUILLE, 2001)

## 2.4 CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE

Comme évoqué dans le contexte géologique, deux hypothèses ont été émises :

- M. Deneufbourg indique que l'île de Tahiti est formé de 2 volcans : Tahiti Nui et Tahiti Iti (presqu'île de Tiarapu) ;
- M. Brousse indique que l'île de Tahiti est le résultat de 3 volcans anciens : Tahiti Nui, Tahiti Iti (Tiarapu) et le volcan de Taravao.

Selon M. Deneufbourg, le cratère de **Tahiti Nui** se situe approximativement au centre de l'île et est limité extérieurement par de puissants remparts correspondant probablement aux bords de l'ancienne caldeira. Les sommets principaux de l'île jalonnent les bords de cette grande cuvette, dont le diamètre varie de 6 à 8 km :

- **Au nord-ouest** : Le Mont Orohena (2241 m) et le Pito Hiti (2110 m) prolongés vers l'Est par les crêtes de Marama,
- **Au sud-ouest** : Mou'a tamaiti (1474 m),
- **Au sud** : Le Pic Tetuferu (1799 m),
- **Au sud-est** : Col d'Urufaa (1493 m) ;
- **Au nord-est** : Aramaoro (1530 m).

Tous ces hauts sommets contrastent avec le cœur de la cuvette dont l'altitude varie autour de 500 mètres, avec un relief toutefois assez tourmenté et hérissé de piton (Figure 15).

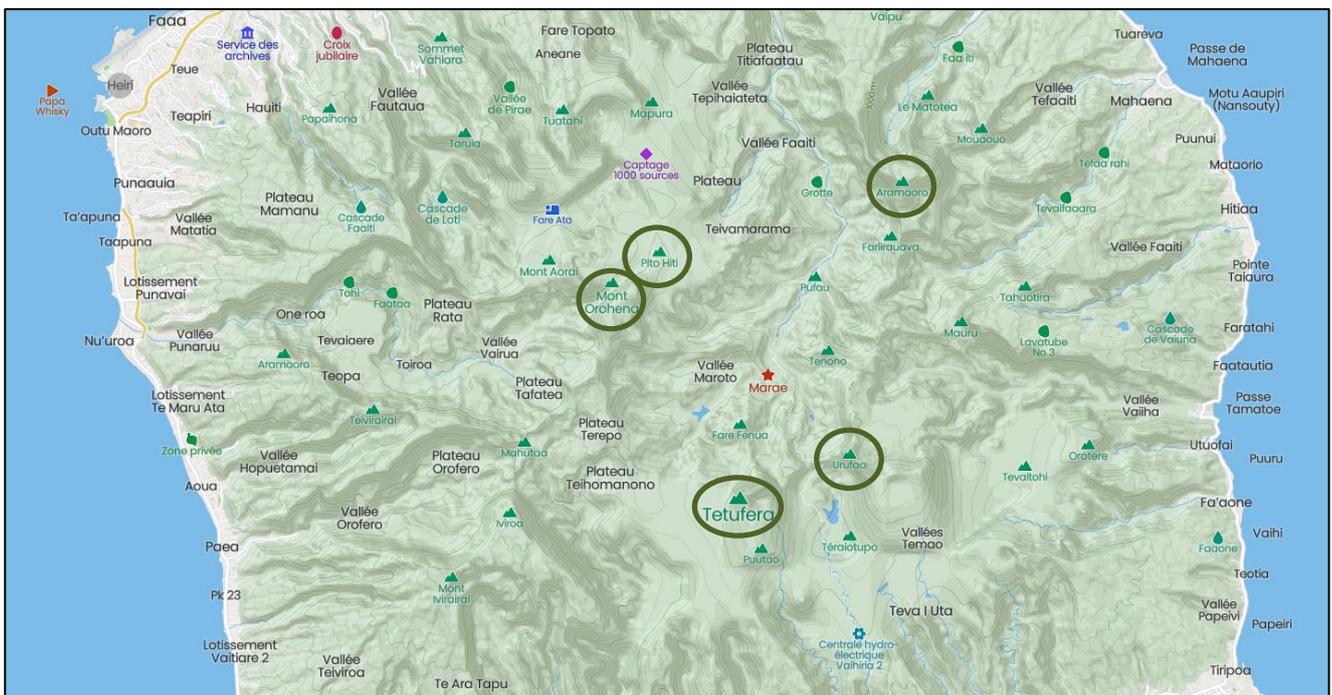


Figure 15 : Localisation des sommets à Tahiti Nui



La carte ci-dessous présente l'altimétrie sur l'île de Tahiti allant jusqu'à 2247 m d'altitude (Figure 17).

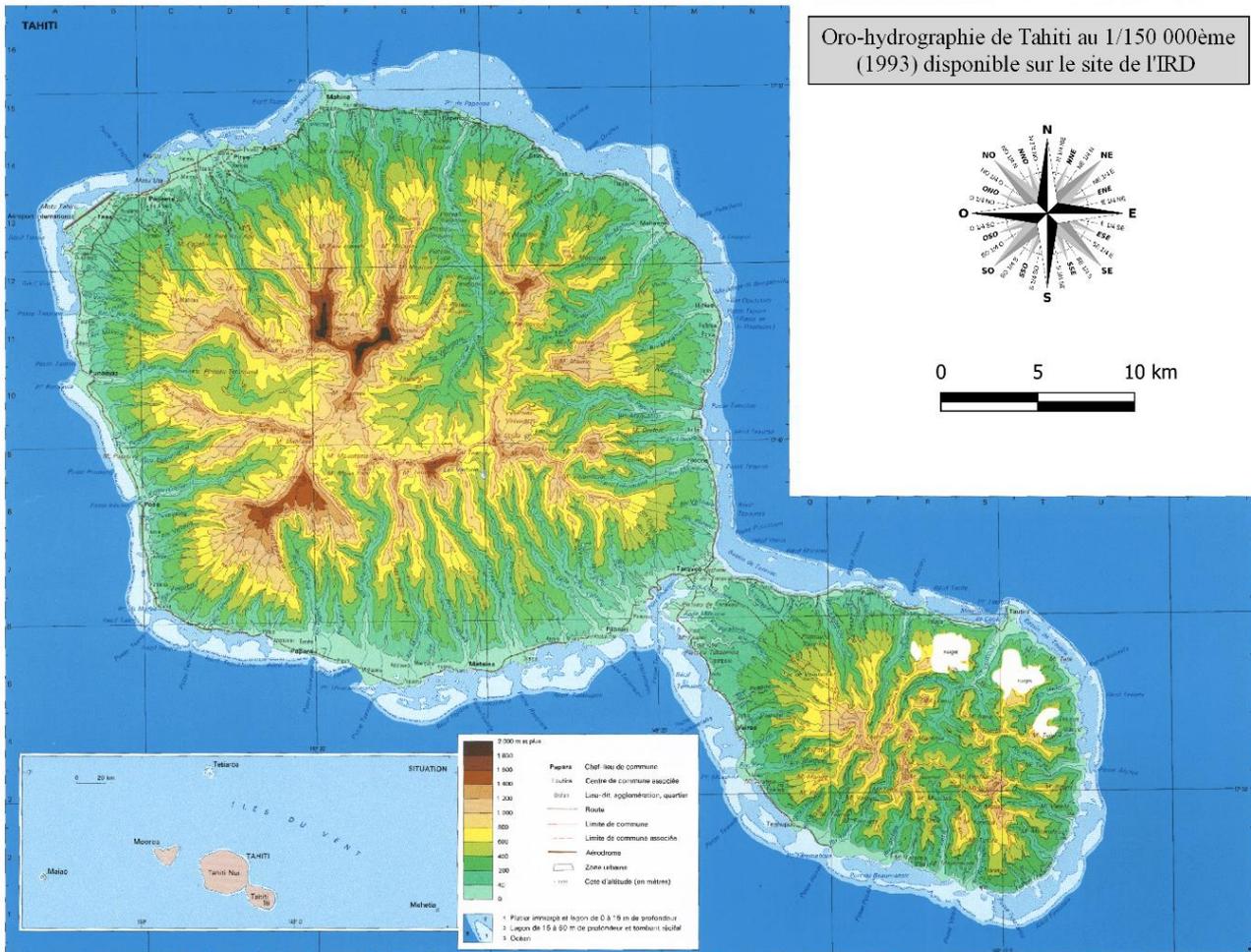


Figure 17 : Carte oro-hydrographique de l'île de Tahiti (source : IRD)

Cinq grandes familles de morphologies (Figure 18) se distinguent dans l'île :

- Les **morphologies volcaniques** avec des pitons, des caldeiras, des necks et des cônes adventices démantelés (en rouge) ;
- Les **morphologies structurales** avec les planèzes (en violet) et les plateaux (en rose) ;
- Les **morphologies d'érosion et de dissection** des formations volcaniques plus anciennes : cirques, crêtes, versants, vallées (en vert) ;
- Les **morphologies d'épandage ou d'accumulation** : plaines alluviales, plaines littorales, marécages, cône de déjection (en orange) ;
- Les **morphologies de construction ou d'accumulation marine** : récifs coralliens, cordons dunaires, plages, etc. (en bleu).

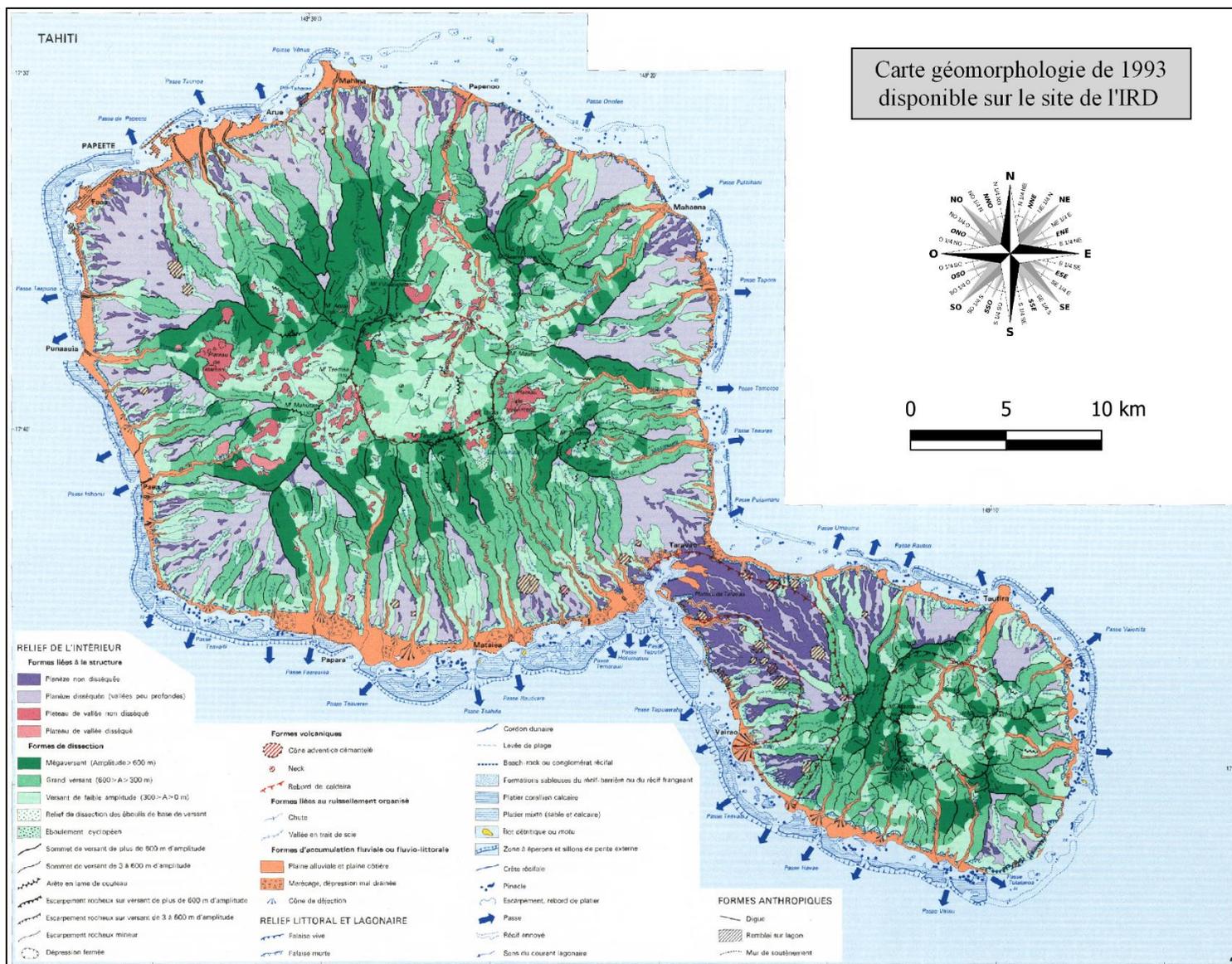


Figure 18 : Carte géomorphologie de 1993 (source : IRD)

## 2.5 CLIMAT ET CATASTROPHES NATURELLES MAJEURES À TAHITI

La localisation de Tahiti lui confère un climat de type tropical chaud, humide et maritime. Elle est soumise au régime des alizés qui soufflent du secteur nord-est à sud-est. Il y a deux principales saisons :

- **L'été austral** correspondant à la **saison des pluies**, très humide, de novembre à avril. Durant cette saison, les dépressions tropicales se forment ;
- **L'hiver austral** correspondant à la **saison sèche**, de mai à octobre.

**Les reliefs à Tahiti** (côte au vent, côte sous le vent, altitude, exposition, etc.) jouent un rôle majeur sur le climat et ont une influence sur la répartition spatiale des précipitations. La côte est de l'île, plus humide, est exposée aux alizées, contrairement à la côté ouest, plus sèche, sous le vent. La pluviométrie annuelle observée sur la commune de Papeete (3550 mm) est deux fois plus élevée que sur la commune de Faa'a (1700 mm). Les précipitations augmentent avec l'altitude avec des cumuls annuels estimés à plus de 8500 mm sur les sommets de l'île (source : BRGM\RP-69099-FR).

Ci-dessous les événements majeurs recensés qui ont impacté les archipels dont l'île de Tahiti :

Date	Intensité	Dégâts
<b>11 au 13/12/1982</b> <b>20 au 27/01/1983</b> <b>22 au 27/02/1983</b> <b>6 au 14/03/1983</b> <b>7 au 13/03/1983</b> <b>15 au 21 avril 1983</b>	<b>Cyclones ou dépressions tropicales :</b> LISA NANO ORAMA REVA <b>VEENA</b> WILLIAM	<p>La saison cyclonique 1982 – 1983 : cette année El Niño avait établi le record du nombre de cyclones en une saison, avec pas moins de 6 tempêtes pendant la saison chaude qui a inclus Veena. Le cyclone Veena a provoqué le plus de dégâts.</p> <p>Il est passé à 50 km à l'est de Tahiti, faisant 1 mort, 202 blessés et 25 000 sans-abris. Il avait provoqué pour 6 milliards francs pacifiques de dommages matériels, dont 1 milliard ont été nécessaires pour reconstruire la route de la Côte Est.</p>
<b>30/10 au 04/11/1997</b> <b>23 au 28/11/1997</b> <b>05 au 09/12/1997</b> <b>01 au 02/02/1998</b> <b>01 au 03/02/1998</b> <b>01 au 04/02/1998</b> <b>22 au 26/04/1998</b>	<b>Cyclones ou dépressions tropicales :</b> MARTIN <b>OSEA</b> PAM URSULA VELI WES <b>ALAN</b>	<p>La saison cyclonique 1997 au 1998 : El Niño est à l'origine des 7 tempêtes/cyclones pendant la saison chaude.</p> <p>Cette saison cyclonique a engendré 27 décès en six mois, laissant la population sous le choc.</p> <p>Lors du cyclone Alan, de violentes rafales détruiront embarcations, habitations, bâtiments publics et commerciaux. De nombreux glissements de terrain et éboulements ont également touché l'archipel.</p>
<b>20/01/2015</b>	<b>Dépression tropicale :</b> NIKO	<p>Très fortes précipitations avec d'importantes inondations. A Tahiti, un éboulement s'est produit à Mahinarama sur la route.</p>
<b>22/01/2017</b>	-	<p>Très fortes précipitations avec d'importantes inondations. Des centaines de maisons ont été inondées, plusieurs ponts détruits ou endommagés et de nombreuses routes rendues impraticables par les violentes pluies qui sont tombées. Un éboulement a fait un blessé grave. Six mille foyers privés d'électricité et plusieurs dizaines de familles ont été relogées en urgence.</p>

Date	Intensité	Dégâts
29/01/2010	Cyclone <b>OLI</b>	Le gouvernement fait évacuer 4813 personnes sur le littoral dans des abris paracycloniques. Ce cyclone causera un mort, un blessé grave, six blessés légers, 374 habitations détruites ou endommagés, laissant de nombreuses personnes sans-abris principalement dans les archipels de la Société et dans les îles Australes.

Les dépressions et cyclones tropicaux qui ont impacté la Polynésie Française entre 1831 et 2010 sont recensés dans la page internet suivant :

<https://www.cyclonextreme.com/cyclonecaledoniesystememo.htm>

### 3 - CONTEXTE DES COMMUNES ASSOCIEES DE TIAREI ET MAHAENA

#### 3.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Les communes associées de **Tiarei et de Mahaena** se situent dans le nord-est de l'île de Tahiti (Figure 19). Ces deux communes font partie des quatre communes associées de **Hitiaa O Te Ra**.

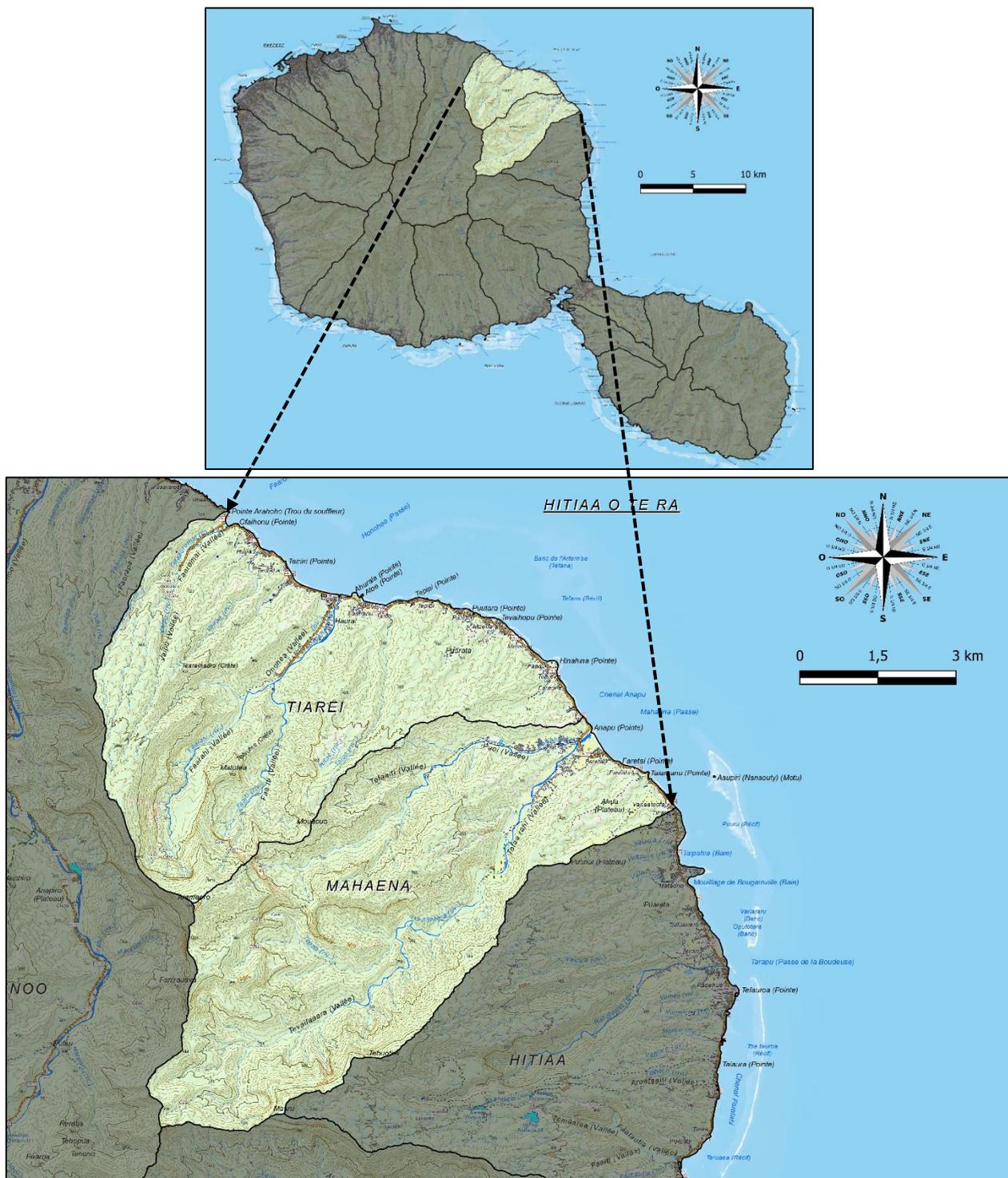


Figure 19 : Localisation des communes de Tiarei et Mahaena

### Commune associée de Tiarei :

Tiarei a une superficie de 35,6 km<sup>2</sup>, soit environ 3,4% de la superficie totale de l'île de Tahiti. Son point culminant est le Mont Aramaoro (1540 m). En 2017, Tiarei recensait 2770 habitants avec une densité de 78 habitants par km<sup>2</sup>.

La commune associée de Tiarei (Figure 20) est délimitée :

- **A l'ouest**, par la pointe Arahoho, puis longe la crête ouest de la rivière Tefaaurumai ;
- **Au sud**, par le Mont Aramaoro (1540 m) correspondant au sommet de l'encaissement de la vallée de Faarahi ;
- **A l'est**, par la ligne de crête passant par Mouaouo (874 m) et longeant la crête ouest de la Vallée Tefaaiti, jusqu'à terminer au bord de mer au PK31 ;
- **Au nord**, par la bordure littorale qui s'étend sur environ 8,6 km et passant par les pointes Hinahina, Tevaihopu, Puutara, Tepipi, Atoe, Ahuraia, Teiriiri, Ofaihonu.

La commune associée de Tiarei est limitrophe avec les communes associées de Papenoo et Mahaena.

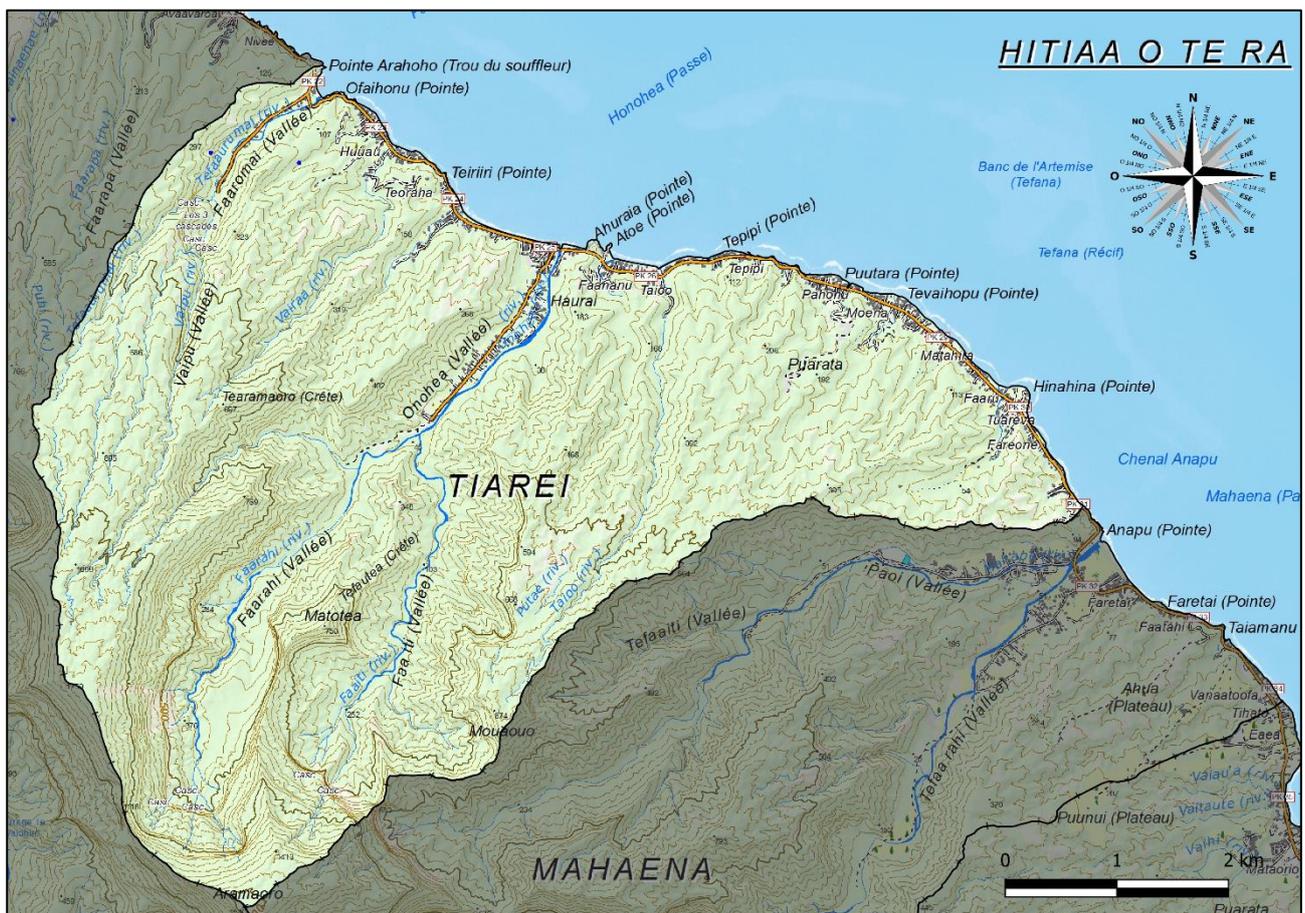


Figure 20 : Localisation et limites communales de Tiarei

### **Commune associée de Mahaena :**

Mahaena a une superficie de 39,4 km<sup>2</sup>, soit environ 3,7% de la superficie totale de l'île de Tahiti.

Son point culminant est Tahuotira (1215 m), situé au sud de la commune associée. En 2012, Mahaena recensait 1107 habitants avec une densité de 28 habitants par km<sup>2</sup>.

La commune associée de Mahaena (Figure 21) est délimitée :

- **Au nord**, par le PK31 en bordure littorale, elle longe la crête ouest du bassin versant de la rivière de Mahape (vallée Paoi et vallée Tefaaiti) ;
- **A l'ouest**, par le mont Aramaoro (1540 m), passe à proximité de Fariirauava (753 m) et longe la crête de la vallée de Tevaifaaara ;
- **Au sud**, par la crête de la vallée de Tevaifaaara, en passant par le Mont Mauru (1361 m) et Tahuotira (1215 m), puis longe le plateau Ahua et se termine à Tihato ;
- **A l'est**, par la bordure littorale qui s'étend sur environ 2,7 km, en passant par les pointes Taiamanu, Faretai et Anapu.

La commune associée de Mahaena est limitrophe avec les communes associées de Tiarei, Papenoo, Faone, Hitiaa.

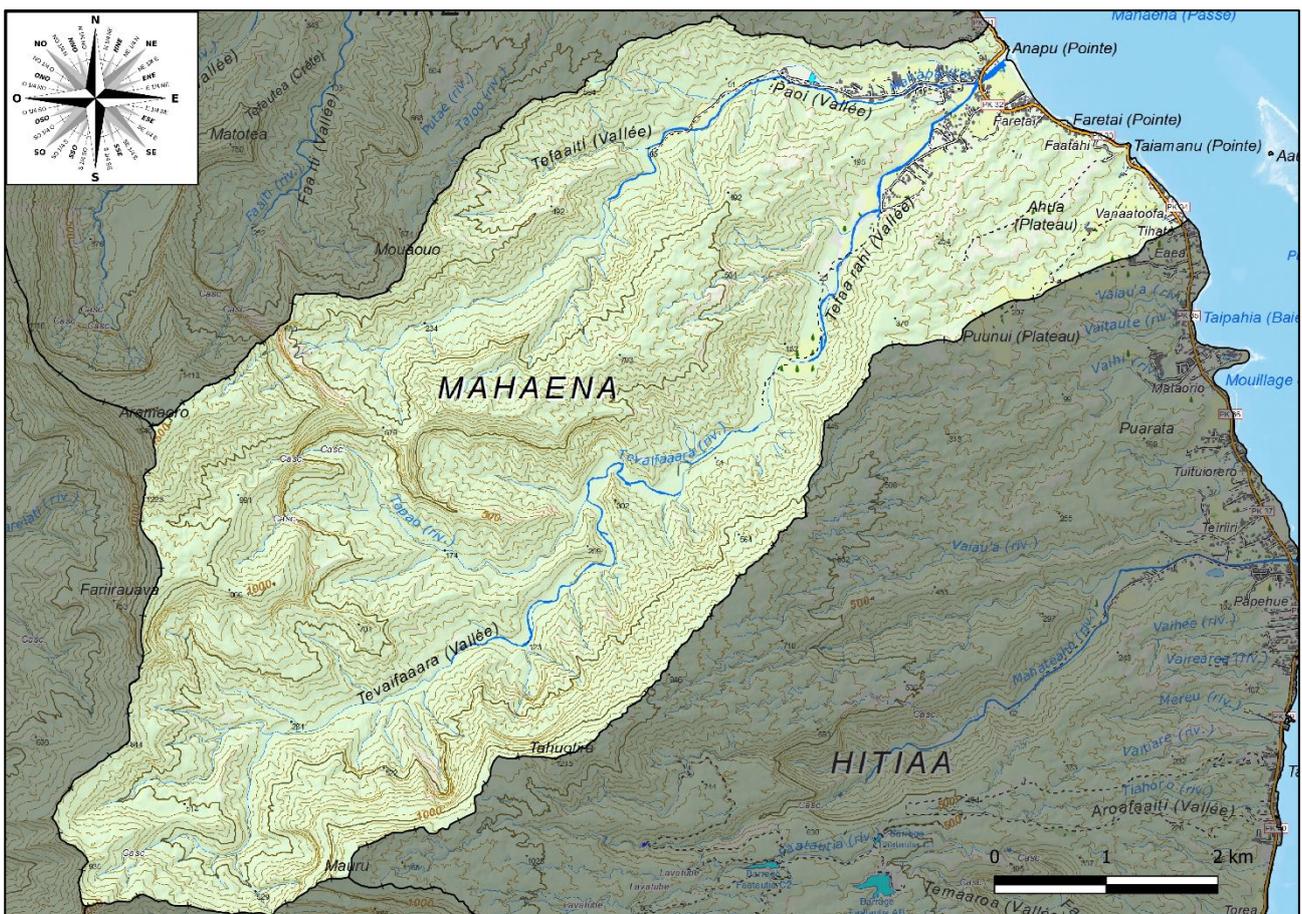


Figure 21 : Localisation et limites communales de Mahaena

### 3.2 CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE

Le contexte géomorphologique général a été détaillée dans le paragraphe 2.4.

Les communes associées de Tiarei et de Mahaena présentent les familles géomorphologiques suivantes (Figure 22 et Figure 23) :

- 66% de la superficie correspond à une morphologie d'érosion et de dissection des formations volcaniques anciennes (crêtes, versants, vallées) ;
- 22% de la superficie correspond à une morphologie structurale avec des planèzes et des plateaux de vallée ;
- 12% de la superficie correspond à une morphologie d'épandage ou d'accumulation avec des plaines alluviales et des plaines littorales.

A Tiarei, les vallées de Faarahi et de Faa Iti convergent vers la vallée d'Onohea. A Mahaena, la vallée de Tevafaaara et la vallée de Paoi convergent en direction de la Pointe d'Anapu. Les rivières ont creusé des vallées possédant aujourd'hui des versants d'une hauteur comprise en 300 m et 1000 m. Entre les différentes rivières, on retrouve plusieurs planèzes disséqués sur la commune de Tiarei et le plateau d'Ahua sur la commune de Mahaena.

Les habitations ont été construites dans les plaines alluviales et côtières et également sur les planèzes.

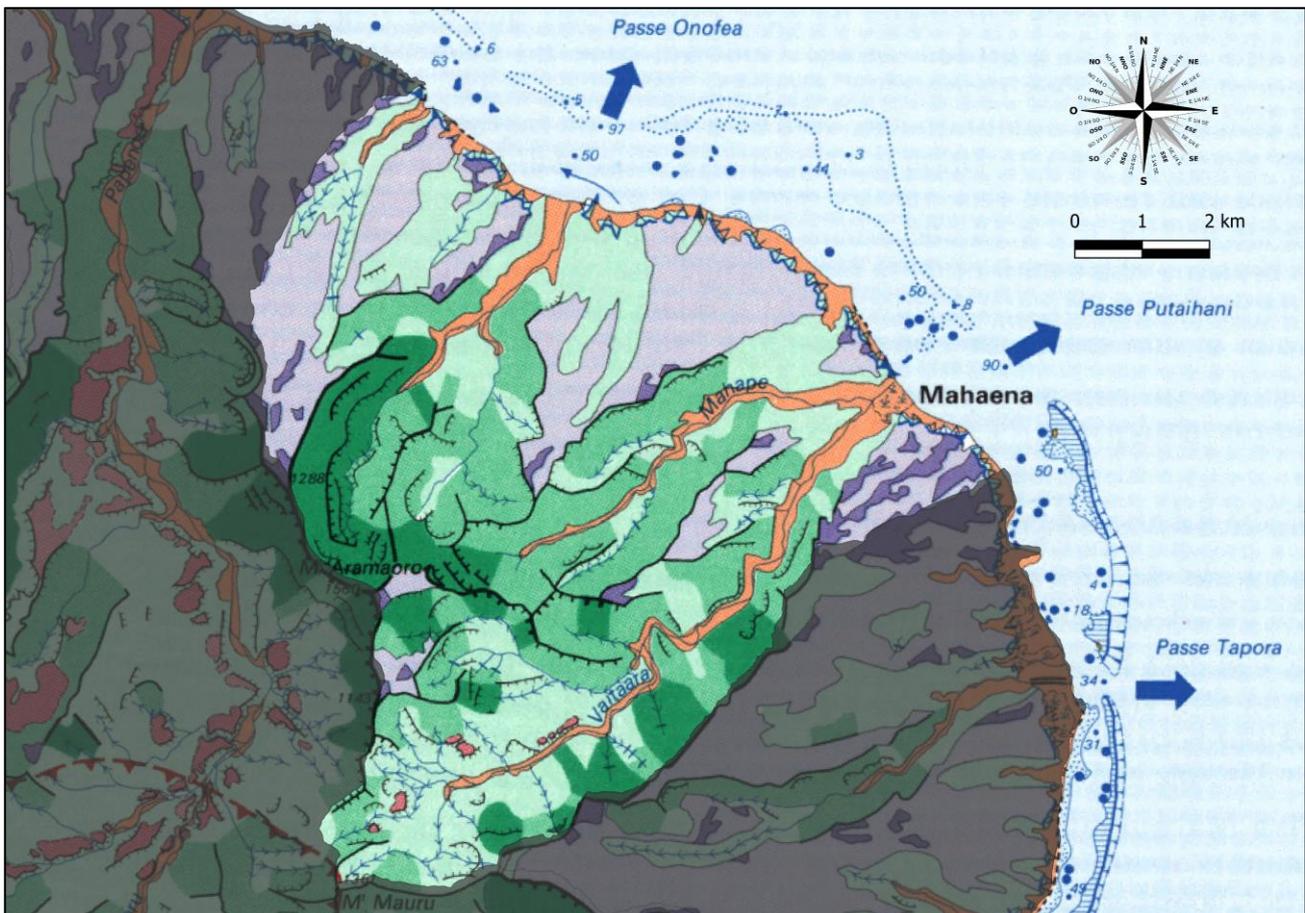


Figure 22 : Géomorphologie des communes associées de Tiarei et de Mahaena (source : IRD)



Figure 23 : Légende de la carte géomorphologique (source : IRD)

Les communes associées de Tiarei et de Mahaena ont une altitude qui varie entre 0 et 1540 m NGPF (Figure 24) avec des fortes pentes au droit des remparts creusés par les rivières (> 40°), des pentes moyennes en pied de versants et dans les planètes disséquées (20° à 30°) et des pentes relativement faibles dans les fonds de vallée formés d'alluvions (< 20°) (Figure 25).

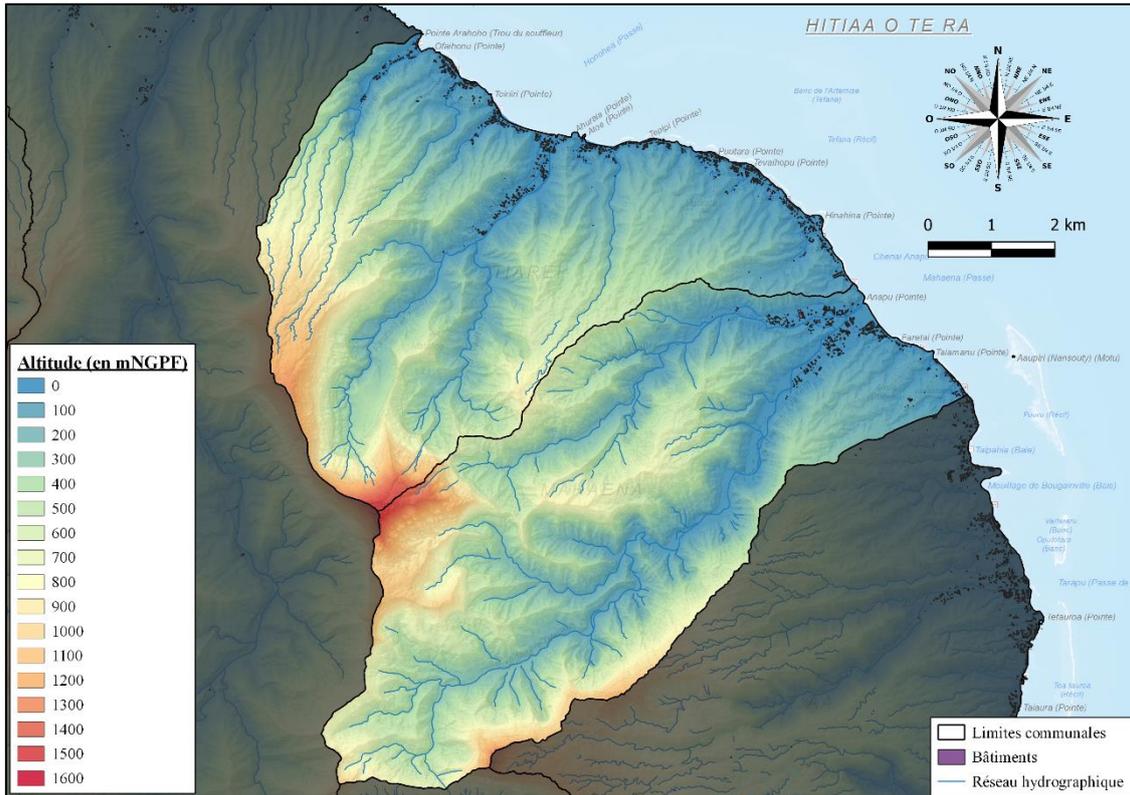


Figure 24 : Topographie des communes associées de Tiarei et Mahaena (source : Section Cadastre Topographie de la Direction des Affaires Foncières de la Polynésie-française)

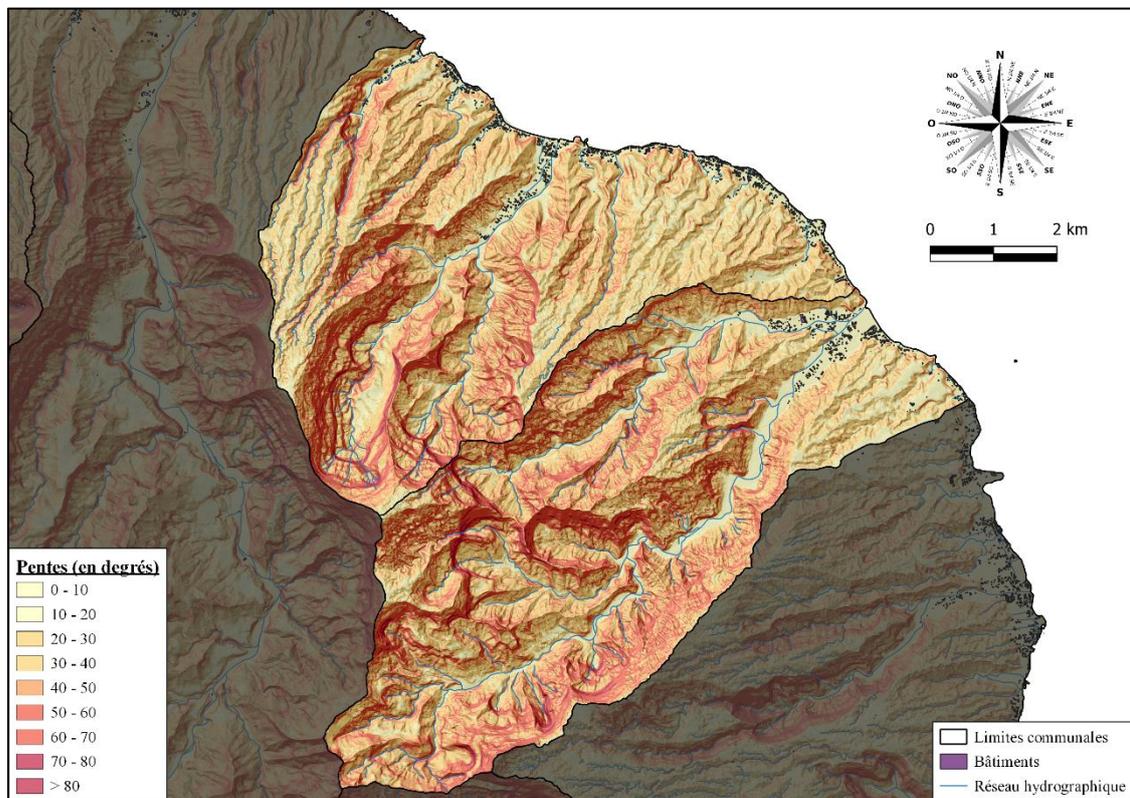


Figure 25 : Carte des pentes des communes associées de Tiarei et Mahaena (source : Section Cadastre Topographie de la Direction des Affaires Foncières de la Polynésie-française)

### 3.3 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Les communes associées de Tiarei et de Mahaena se trouvent sur les pentes de l'ancien volcan Tahiti Nui. Sur ces deux communes, comme sur l'ensemble de l'île, deux types de formations géologiques se distinguent : **les formations volcaniques et les formations superficielles** (Figure 26 et Figure 27).

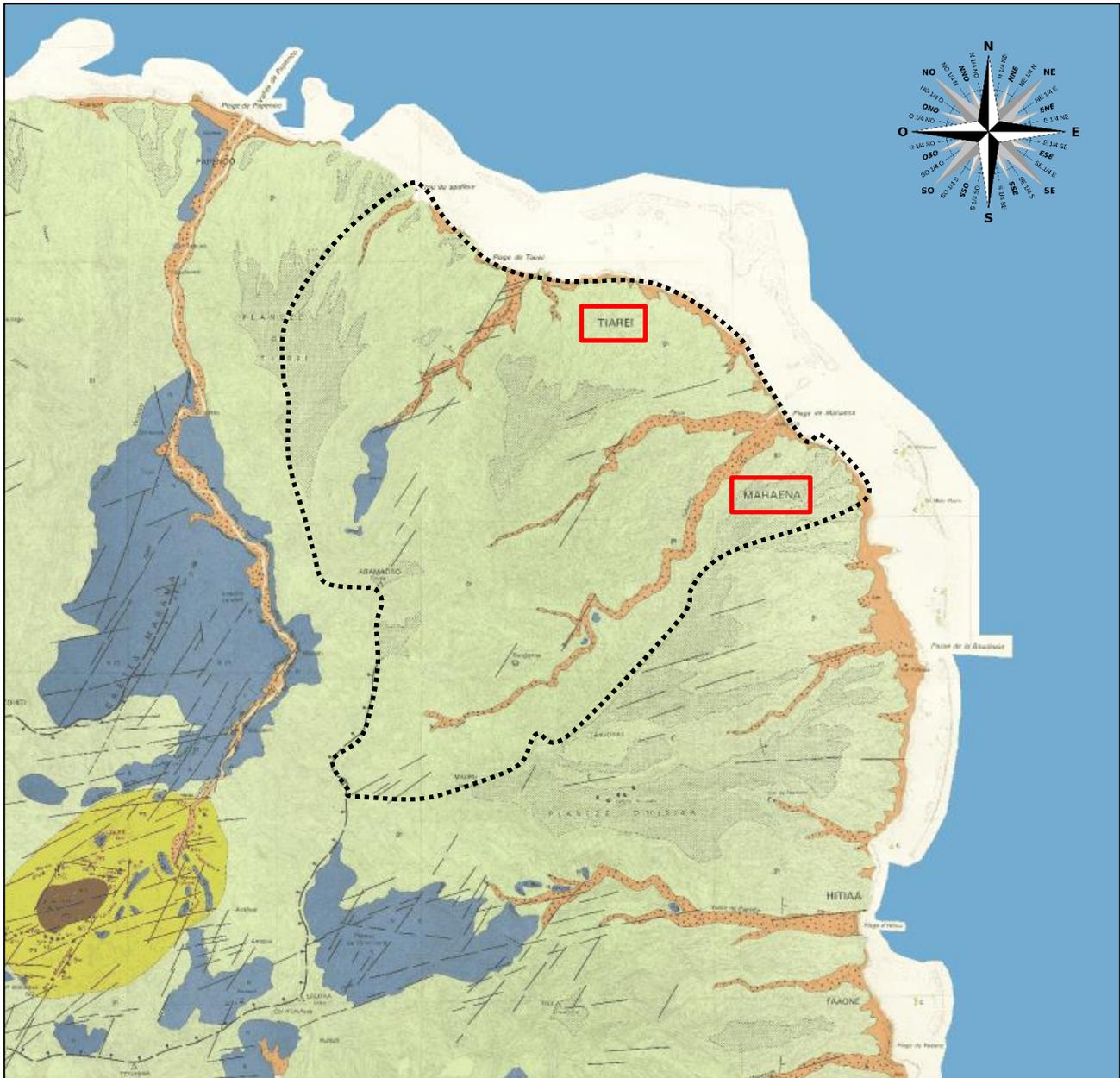


Figure 26 : Carte géologique des communes associées de Tiarei et Mahaena  
(extrait de la carte géologique de R.C. MAURY, M.CAROFF, S.BLAIS, G.GUILLE, 2001)

CARTE GEOLOGIQUE DES TERRITOIRES D'OUTREMER  
POLYNÉSIE FRANÇAISE  
TAHITI (TAHITI-NUI)

ECHELLE 1 : 40 000

LÉGENDE

ROCHES SÉDIMENTAIRES	
12	Am Formations détritiques marines (silt, sable, gravier, galets volcaniques)
11	At Formations alluvio-torrentielles détritiques de fond de vallée
10	C Formations coralliennes
ROCHES VOLCANIQUES	
9	$\alpha g$ Formation des roches grenues de culot (syénite, diorite-gabbro néphélinique)
8	R Formations de remplissage des vallées (a) lave massive et (b) agglomérats
7	$\beta 2$ Formation des laves basaltiques d'épanchement terminal
6	$\beta c$ Orifice volcanique (cône) secondaire à épanchement basaltique
5	$\tau$ Formation des laves d'épanchement intermédiaire du type trachy-andésitique
4	$T_2$ Formation des tufs bréchiques à éléments coralliens
3	$T_1$ Formation des tufs bréchiques volcaniques
2	$\beta 1$ Formation des laves basaltiques d'épanchement principal
1	$\alpha g$ Formation «andésitique» de PAPENOO-VAITEPIHA

	Limite tectonique des calderas
	Limite supposée des cônes tuffeux
	Faïlle
	Faïlle probable
	Contour géologique
	Contour géologique probable
	Neck
	Dyke
	RG Sill de roche grenue en place
	(RG) Boulders importants de roches grenues en rivière
	Pendage des coulées de lave et des "beach-rocks"
	Coulée sub-horizontale
	• Sce Source d'eau douce
	* Sce Source d'eau minérale
	■ Puits
	▲ Carrière
	( Cascade
	● Tunnel naturel dans la lave
	• Autre point caractéristique signalé
	○ LF Niveau de laterite fossile
	Géomorphologie de planèze

Figure 27 : Légende de la carte géologique (R.C. MAURY, M.CAROFF, S.BLAIS, G.GUILLE, 2001)

**Dans les formations volcaniques**, il faut distinguer pour ces deux communes :

- **Les laves d'épanchement** ( $\beta_1$  et  $\beta_2$ ) : Ces laves sont principalement basaltiques. Toutefois, il existe encore des andésites au centre de Tahiti Nui. Toutes ces laves forment des coulées à pente faible. Ces coulées, sur certains secteurs, correspondent à une alternance de coulées de laves massives et de coulées scoriacées.
- **Les laves intrusives** : Ces laves sont principalement basaltiques. Elles forment de petits dykes recoupant les coulées précipitées.
- **Les agglomérats bréchiques** ( $R_a$ ) : Ils résultent de l'amalgame de blocs de lave dans un ciment de boue volcanique. Ils forment, d'une part, des niveaux particuliers au voisinage de la caldeira de Tahiti Nui où ils correspondent à des phases explosives de l'activité volcanique, et d'autre part, des remplissages importants dans les vallées de la Tahiti Nui (coulées boueuses de vallée).

Les communes associées de Tiarei et Mahaena sont constituées principalement des coulées de laves basaltiques d'épanchement principal (Figure 28). Les hauts des vallées de Faarahi (Tiarei) et de Tevaifaaara (Mahaena) ont été comblés par des formations de remplissage des vallées de lave massive.

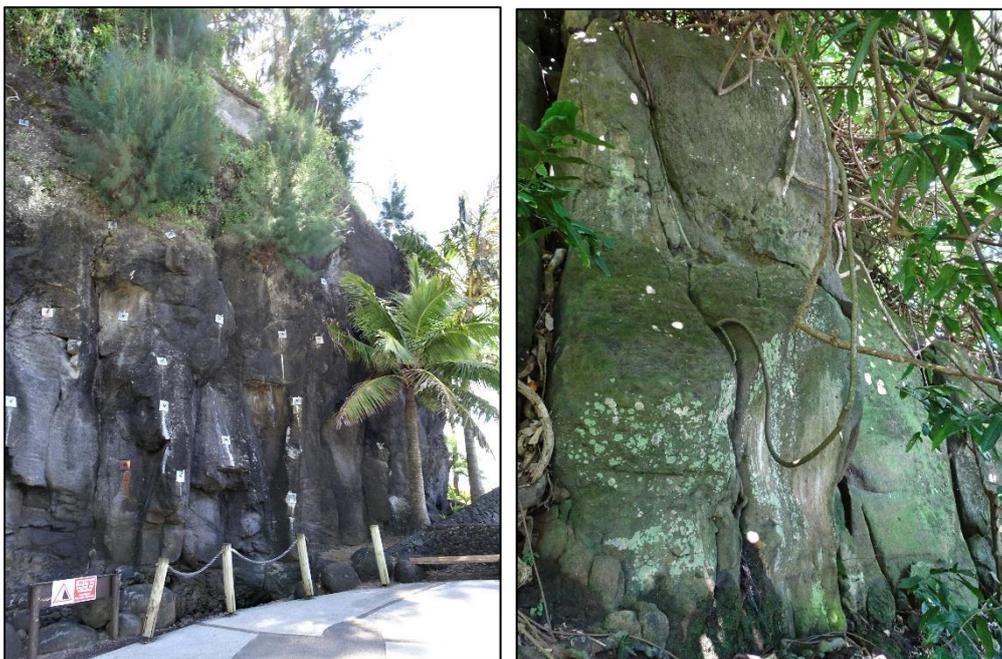


Figure 28 : Affleurements basaltiques – A gauche : Trou du Souffeur / A droite : Tepipi au point d'observation n°143 – Commune associée de Tiarei (source : Géolithe)



Figure 29 : Basalte scoriacé observé à Tepipi au point d'observation n°147 – Commune associée de Tiarei (source : Géolithe)

**Les formations superficielles** correspondent à l'ensemble des formations géologiques affleurantes à sub-affleurantes dont la genèse ou les propriétés actuelles résultent de processus supergènes (interaction entre la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère et la biosphère), quel qu'en soit l'âge. Ces formations regroupent :

- **Les formations superficielles autochtones** issues de processus d'altération supergènes (terrains en place altérés).
- **Les formations superficielles allochtones** qui regroupent l'ensemble des dépôts sédimentaires issus de processus d'érosion et de transport et n'ayant pas subi de diagenèse d'enfouissement (terrains remobilisés). Ces formations correspondent à des accumulations gravitaires de matériaux. Les principaux vecteurs de transport sont l'eau et la gravité. Les matériaux sont d'autant plus mobilisables que l'altération est poussée et que la pente est importante. L'impact d'une pluviométrie élevée et intense par période contribue à la mobilisation de matériaux en grande quantité et de taille importante.

### a) Les formations superficielles autochtones

Les formations superficielles autochtones correspondent aux altérites. **Le mamu correspond aux faciès d'altération des roches volcaniques polynésiennes en milieu tropical humide.** La genèse des profils latéritiques est liée à la percolation des eaux météoriques qui, sous climat chaud et humide, provoquent le lessivage des roches mères. Le schéma ci-dessous présente les différents stades d'altération de la roche mère (Figure 30).

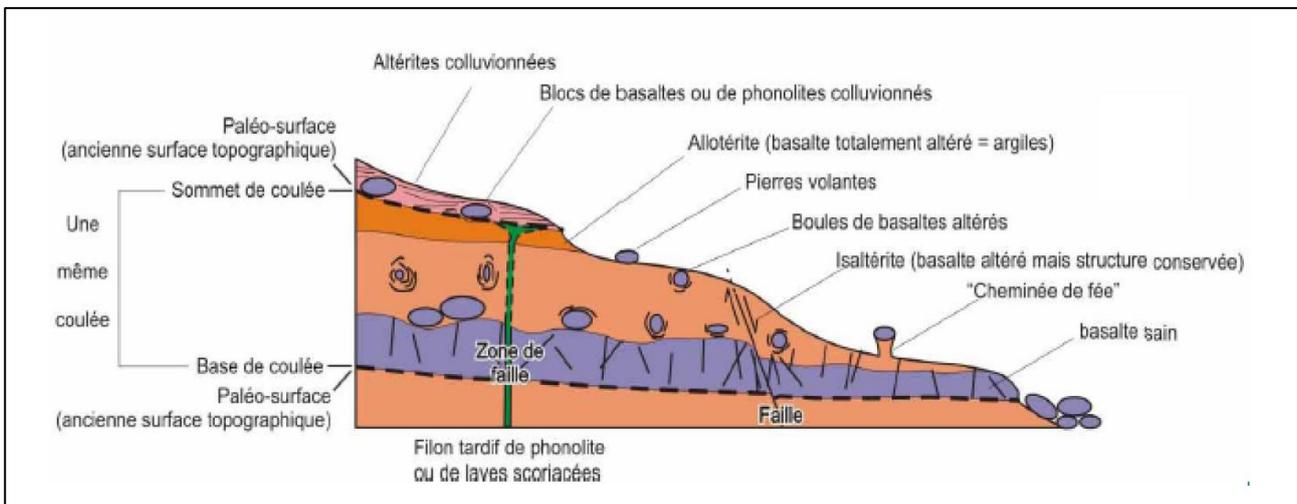


Figure 30 : Schéma conceptuel de la formation des mamus (Source : BRGM/RP-54835-FR)

Le BRGM décrit, dans le rapport RP-54835-FR, la lithologie des 4 stades d'altération de la roche mère (Figure 31) :

- **Le Mamu I et II** : Il s'agit des 2 stades les moins évolués de l'altération rocheuse. La texture de la roche mère est toujours nettement apparente (prismes et fissures subverticales de refroidissement, bases et sommets de coulées). Pour les faciès les plus évolués, la couleur ocre apparaît, mais le plus souvent moins de la moitié de la masse est décomposée ou désintégrée en sol. Du matériel rocheux grisâtre, brun ou légèrement décoloré est conservé sous formes de rognons ou en maille discontinue.
- **Le Mamu III** : Ce faciès d'altération présente plus de 50 % de volume initial décomposé ou désintégré en sol. La structure et la texture originelle de la roche restent localement apparentes. Même si ces niveaux présentent le plus souvent une couleur ocre – orangée, des niveaux gris, bruns voire rougeâtres peuvent localement apparaître. Du matériel rocheux grisâtre, brun ou légèrement décoloré est conservé sous forme de rognons à maille lâche.
- **Le Mamu IV** : Ce faciès d'altération correspond à un matériau rocheux entièrement décomposé et/ou désintégré en sol, la structure et la texture originelle de la roche ayant disparu ou étant difficilement identifiables. Des petits blocs de roche résiduelle (blocs de dimension décimétrique) peuvent localement être présents dans la matrice, mais avec une maille très lâche. Le mamu IV est généralement de couleur brune, ocre ou rougeâtre.

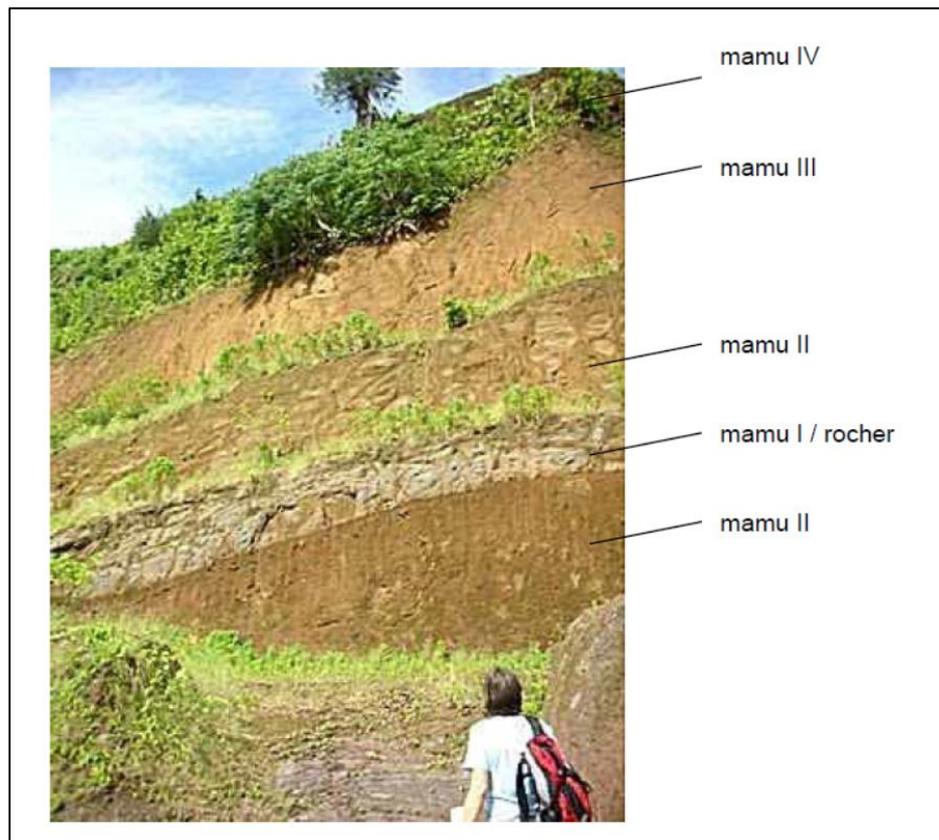


Figure 31 : Exemple de front d'altération différencié (source : BRGM/RP-54835-FR – Août 2006)

Le tableau ci-dessous réalisé par le BRGM décrit la lithologie des 4 classes de mamu (Figure 32).

Classe de Mamu	Description lithologique	Exemples
Mamu stade I	Le plus souvent de couleur grise lorsqu'il provient de lave compacte ou vacuolaire, sa roche mère est bien discernable. Il ne se désagrège pratiquement pas sous la main et contient des boules peu ou pas altérées.	
Mamu stade II	De couleur gris ou ocre, plus rarement rouge, la structure et la texture y sont bien visibles. Assez cohérent, il a la consistance de la craie. Il contient toujours des panneaux beaucoup moins altérés.	
Mamu stade III	Souvent bariolé, sa structure et sa texture sont encore visibles. Il contient déjà une proportion notable de « pâte » emballant les blocs, et les boules en voie d'altération. Il se désagrège à la main.	
Mamu stade IV	De couleur le plus souvent ocre ou rouge, la structure ayant disparue. On peut y trouver parfois quelques boules moins altérées.	

Figure 32 : Caractérisation des formations de mamu selon 4 classes en fonction du degré d'altération de la roche mère (source : BRGM/RP-54835-FR – Août 2006)

## b) Les formations superficielles allochtones

**Les formations alluvionnaires** sont généralement très hétérogènes et résultent du mélange d'alluvions et de colluvions (fonds de vallée et plaine littorale). Le système alluvionnaire comprend à la fois la zone d'emprunt des matériaux (située en amont), leur zone de transport et leur zone de dépôts (située dans les parties avales du système). Ce système se compose de deux types d'alluvions : les alluvions torrentielles sableuses à conglomératiques et les alluvions fines composées de limons bruns plus ou moins argileux. Ces deux types d'alluvions peuvent être présents sur l'ensemble du réseau hydrographique.

**Les colluvions** sont des dépôts de versant, issus du fluage plus ou moins lent de matériaux sur une pente sous les effets combinés de la gravité et du climat (précipitations notamment). Ces dernières drapent les flancs des reliefs. Leur puissance qui tend à augmenter vers l'aval, est très variable et peut atteindre la dizaine de mètres d'épaisseur au niveau de zones d'accumulation particulières. Différents faciès de colluvions peuvent être issus d'un même matériau de départ, qui se différencie au fil du temps par un tri gravitaire plus ou moins poussé et affectant les fractions les plus grossières des terrains.

Dans les zones où les reliefs sont accidentés, l'érosion s'effectue par **des écroulements d'escarpements**. Les dépôts associés à ces écroulements se présentent sous la forme d'amas de blocs hétérométriques pouvant atteindre plusieurs mètres de diamètres.

**Les dépôts détritiques marins** sont constitués de silts, sables, graviers et galets volcaniques.

Les fonds de vallées correspondent à des formations alluvio-torrentielles détritiques. Les bordures littorales sont constituées de formations détritiques marines.

### 3.4 CONTEXTE PÉDOLOGIQUE

Pour le contexte pédologique, seules les formations pédologiques de la zone d'étude du marché seront présentées (Figure 33). D'après la carte pédologique de Rémi JAMET au 1/40 000ème de l'IRD, les formations observées au droit de la zone d'étude sont les suivantes (encadrées en noir) :

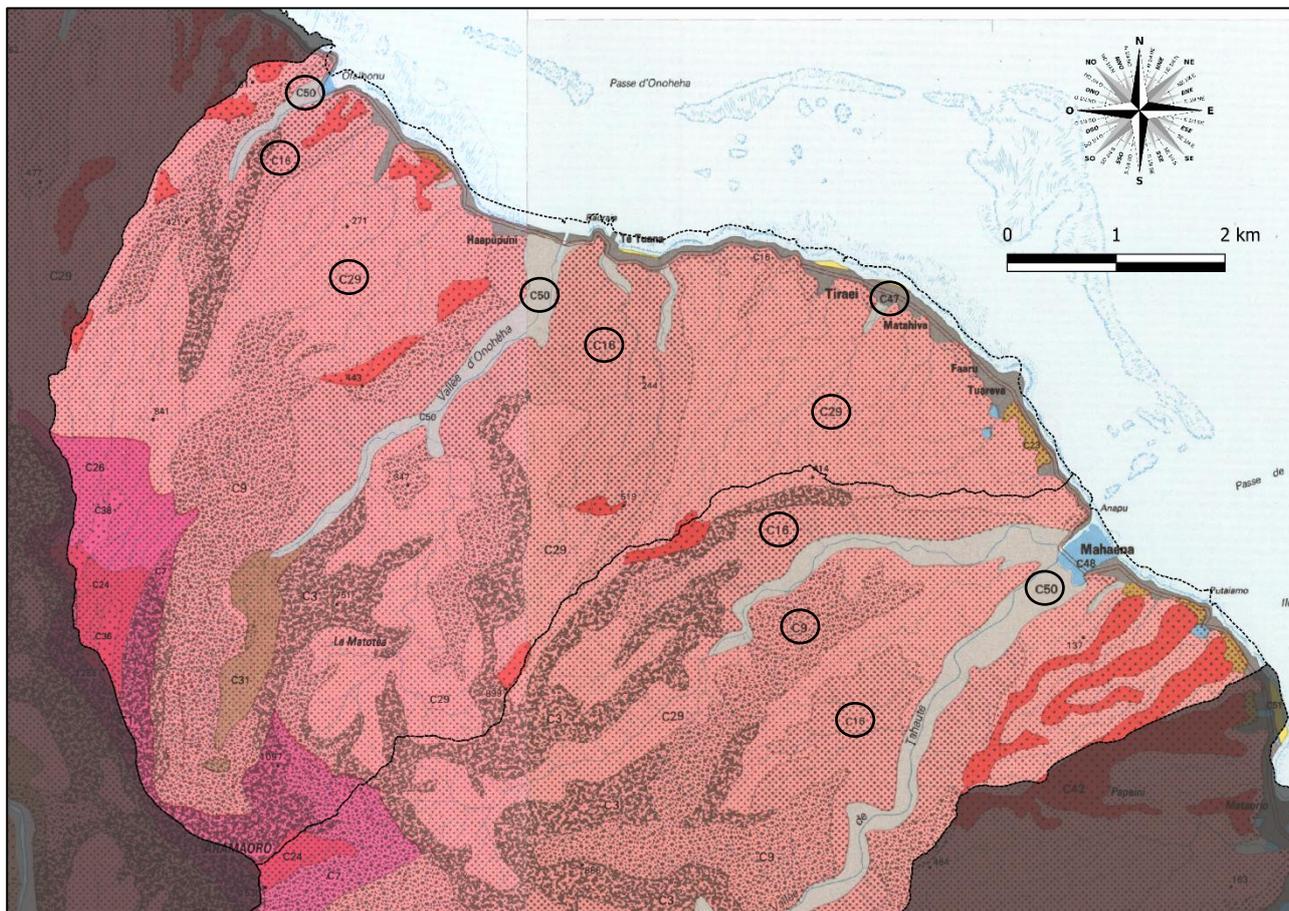


Figure 33 : Extrait de la carte pédologique sur les communes de Tiarei et Mahaena réalisée par R. JAMET (source : IRD)

Les formations suivantes sont présentes :

- C9, C16, C29 : Sol d'altération et d'érosion et sols d'accumulation sur basalte ;
- C47 et C50 : Sol d'accumulation peu évolués d'apport colluvio-alluvial.

POLYNÉSIE FRANÇAISE

## CARTE DES SOLS DE TAHITI

À L'ÉCHELLE DE 1:40 000

Rémi JAMET

LÉGENDE CORRESPONDANT À LA NOTICE EXPLICATIVE N° 107

Classes de pentes Catégories de sols	Altitude	Unités descriptives (cf. Notice)	UNITÉS TAXONOMIQUES (Références C.P.C.S.)*	Matériau originel	Unités cartographiques (ex. C1)
supérieures à 120 % Sols d'érosion	> 900/1000 m.	Unité 4	- SOLS D'ÉROSION À PROFIL PEU DIFFÉRENCIÉ, très humifères, d'altitude (ANDIQUES, FERRALLITIQUES) (acides, désaturés, à gibbsite) ou	sur basalte	C1
		Unité 1	- SOLS MINÉRAUX BRUTS D'ÉROSION, lithosols	sur agglomérats bréchiqes	C2
	< 900/1000 m.	Unité 2a	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION, BRUNIFIÉS, lithiques, humifères. ou	sur basalte	C3
		Unité 1	- SOLS MINÉRAUX BRUTS D'ÉROSION, lithosols	sur agglomérats bréchiqes sur andésites sur trachy-andésites	C4 C5 C6

 de 100 à 120 % <b>Sols d'érosion et d'altération</b>	> 900/1000 m	Unité 4	- SOLS D'ÉROSION À PROFIL PEU DIFFÉRENCIÉ, très humifères, d'altitude (ANDIQUES FERRALLITIQUES)	sur basalte sur agglomérats bréchiqes	 C7  C8
	< 900/1000 m.	Unité 2a Unité 2b	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION, BRUNIFIÉS, lithiques, humifères, ou - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion	sur basalte sur agglomérats bréchiqes sur andésites sur trachy-andésites sur gabbros	 C9  C10  C11  C12  C13
 de 50 à 100 % <b>Sols d'altération et d'érosion et sols d'accumulation</b>	> 900/1000 m	Unité 4 Unité 5	Association de : - SOLS D'ÉROSION À PROFIL PEU DIFFÉRENCIÉ, très humifères, d'altitude (ANDIQUES FERRALLITIQUES) et - SOLS BRUNS DYSTROPHES, humifères, d'altitude, intergrades ferrallitiques ou andiques (très acides, désaturés, à gibbsite)	sur basalte sur agglomérats bréchiqes	 C14  C15
	< 900/1000 m.	Unité 6 Unité 2b	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement, moyennement ou fortement désaturés humifères, pénévulés d'érosion ou - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion	sur basalte	 C16
		Unité 7	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés humifères, pénévulés d'érosion	sur andésites sur trachy-andésites	 C17  C18
		Unité 2b	- SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion	sur agglomérats bréchiqes sur gabbros sur tufs bréchiqes	 C19  C20  C21
		Unité 15	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés humifères, gibbsitiques, pénévulés d'érosion,	sur basalte des cônes secondaires	 C22
		Unité 21	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIAL	sur colluvions	 C23
	 de 20 à 50 % <b>Sols d'altération et d'érosion et sols d'accumulation</b>	> 1100/1200 m.	Unité 8 et localement Unité 9	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, podzolisés (à A2 gibbsitique et titanifère et B2 sm placique) (ou PODZOLS GIBBSITIQUES)	sur basalte sur agglomérats bréchiqes
> 900/1000 m.		Unité 9	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, très humifères, gibbsitiques, d'altitude	sur basalte sur agglomérats bréchiqes	 C26  C27
< 900/1000 m.		Unité 12	- SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, humifères	sur agglomérats bréchiqes	 C28
		Unité 6	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement, moyennement désaturés humifères, pénévulés d'érosion (1) - SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, pénévulés d'érosion ou gibbsitiques (2)	sur basalte	 C29 (1) (2)
		Unité 7	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, pénévulés d'érosion	sur andésites sur agglomérats bréchiqes sur gabbros	 C30  C31  C32
		Unité 15	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, gibbsitiques, pénévulés d'érosion	sur basalte des cônes secondaires	 C33
		Unité 16	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement désaturés, humifères, intergrades ferrallitiques pénévulés d'érosion	sur tufs bréchiqes à éléments coralliens	 C34
		Unité 3	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION, BRUNIFIÉS, lithiques, humifères		
Unité 21	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIAL	sur colluvions	 C35		
 de 5 à 20 % <b>Sols d'altération et sols d'accumulation</b>	> 1100/1200 m.	Unité 8 et localement Unité 9	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, podzolisés (à A2 gibbsitique et titanifère et B2 sm placique) (ou PODZOLS GIBBSITIQUES)	sur basalte sur agglomérats bréchiqes	 C36  C37
	< 900/1000 m.	Unité 9	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, très humifères, gibbsitiques, d'altitude	sur basalte sur agglomérats bréchiqes	 C38  C39
	Unité 12	- SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, humifères	sur agglomérats bréchiqes	 C40	
		Unité 10	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, gibbsitiques - à forte accumulation ferri-titanique de surface	sur basalte	 C41
		Unité 11	IDEM - à accumulation ferri-titanique modérée	sur basalte	 C42
		Unité 14	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, gibbsitiques	sur tufs bréchiqes	 C43
	Unité 13	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, modaux ou gibbsitiques	sur agglomérats bréchiqes	 C44	
	Unité 20	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT ALLUVIAL (ou colluvio-alluvial)	sur alluvions (et colluvions)	 C45	
	Unité 21	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIAL	sur colluvions	 C46	
	 inférieures à 5 % (zones planes) <b>Sols d'accumulation</b>	de 0 à 10 m. (plaine littorale)	Unité 17	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIO-ALLUVIAL, modaux ou hydromorphes (à caractères vertiques fréquents)	sur colluvions et alluvions
de 0 à 140 m. (alluvions fluviales)		Unité 18	- SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX, à pseudogley ou gley	sur colluvions et alluvions	 C48
		Unité 19	- SOLS HYDROMORPHES ORGANIQUES à tourbe semi-fibreuse (oligotrophes) ou altérée (mésotrophes)	sur colluvions et alluvions	 C49
de 0 à 5 m. (formations coralliennes)		Unité 20	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT ALLUVIAL (ou colluvio-alluvial)	sur alluvions (et colluvions)	 C50
Unité 22		- SOLS CALCOMAGNÉSIQUES CARBONATÉS : Rendzines humifères	sur calcaire corallien	 C51	

\* certaines modifiées ou rajoutées.

Echelle 1 : 40 000



## 4 - CONTEXTE DES COMMUNES ASSOCIEES D'AFAAHITI ET PUEU

### 4.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Les communes associées d'Afaahiti et de Pueu se situent au nord-ouest de la presqu'île (Figure 34). Ces deux communes font partie des quatre communes associées de **Taiarapu Est**.

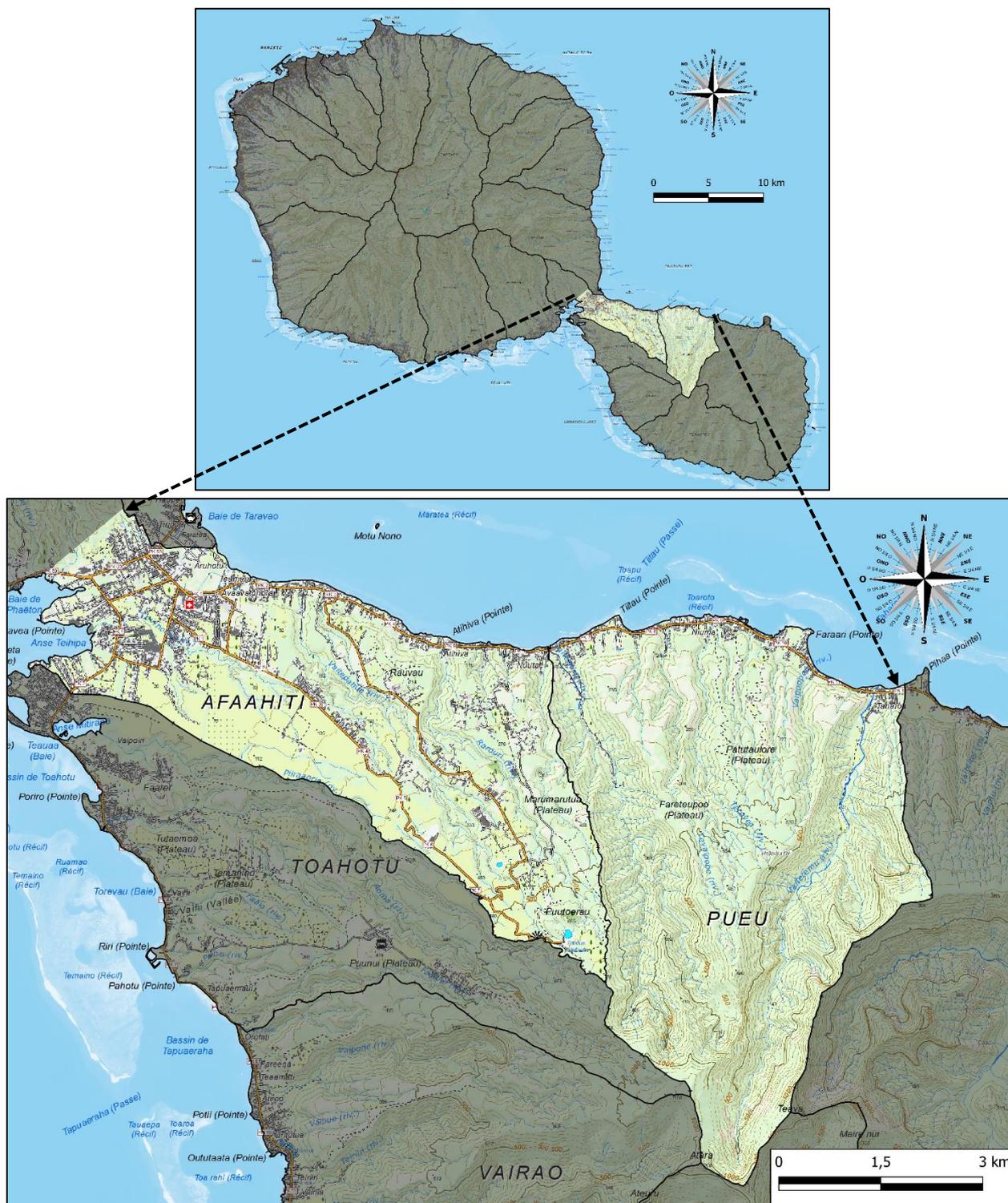


Figure 34 : Localisation des communes d'Afaahiti et de Pueu

### **Commune associée d'Afaahiti :**

Afaahiti a une superficie de 35 km<sup>2</sup>, soit environ 3,3 % de la superficie totale de l'île de Tahiti. Son point culminant se trouve à 738 m, au sud-est du bassin Vaiufaufa. En 2017, Afaahiti recensait 6163 habitants avec une densité de 176 habitants par km<sup>2</sup>.

L'ouest de la commune s'étend sur Tahiti Nui. Cette zone ne sera pas abordée dans ce rapport, car elle est exclue de la zone d'étude. Nous décrivons uniquement les limites à partir de Taravao. La commune associée d'Afaahiti au droit de la zone d'étude (Figure 35) est délimitée :

- **A l'ouest**, par la fin de la presqu'île, la baie des Phaëton et l'anse Teihipa ;
- **Au sud**, par le PK2, puis longe la rivière Piiraaorie, passe à proximité du bassin Vaiufaufa et se termine au sommet de la commune (738 m) ;
- **A l'est**, par la fin de la planèze d'Afaahiti, en bordure de la crête de la rivière Vaitehoro, jusqu'à atteindre le littoral ;
- **Au nord**, par la bordure littorale qui s'étend sur 5,4 km, en passant par la Pointe Atihiva et se terminant au droit de la baie de Taravao.

La commune associée d'Afaahiti au niveau de la presqu'île est limitrophe avec les communes associées de Toahotu et Pueu.

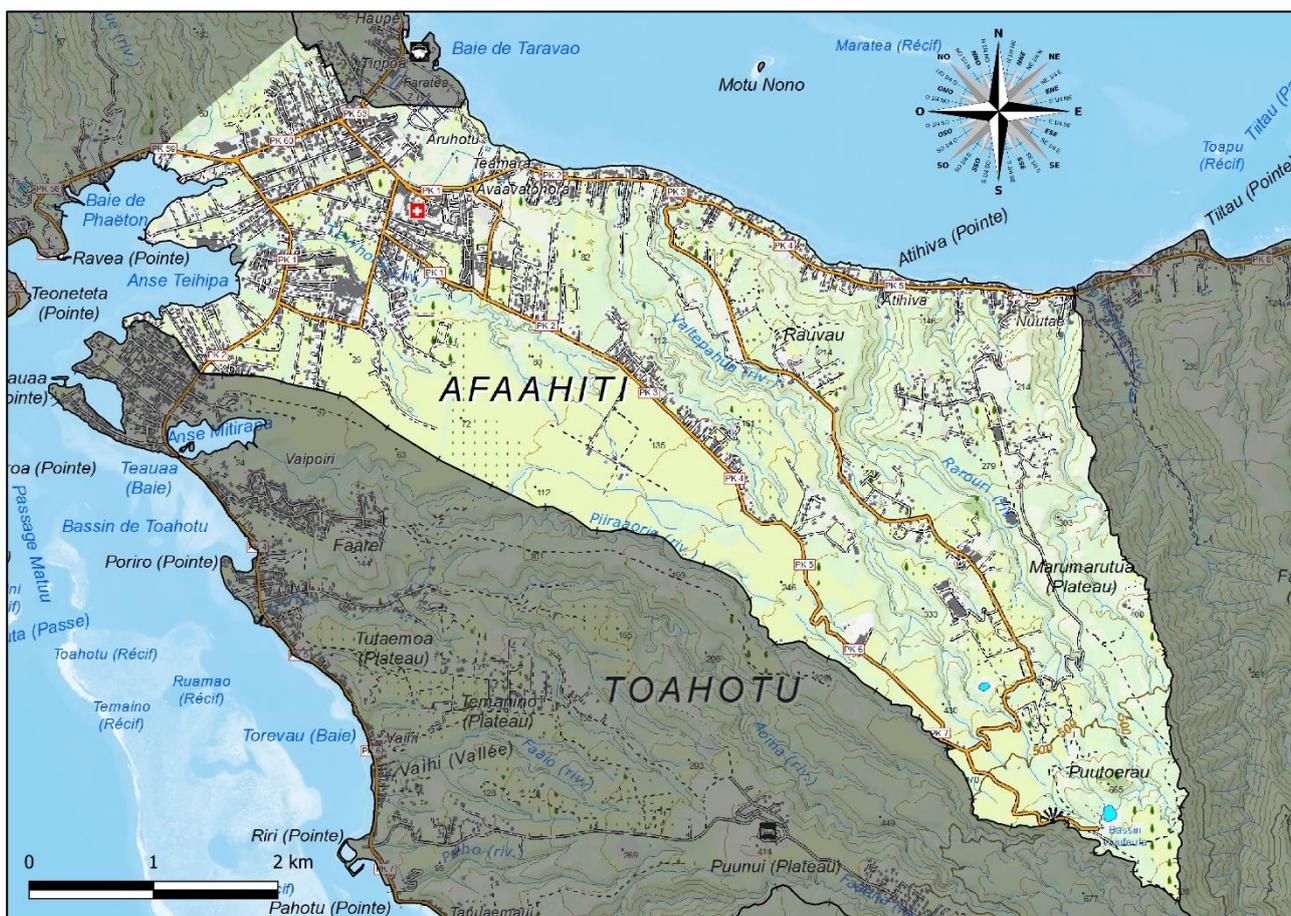


Figure 35 : Localisation et limites communales au droit de la zone d'étude

### **Commune associée de Pueu :**

Pueu a une superficie de 29,1 km<sup>2</sup>, soit environ 2,7% de la superficie totale de l'île de Tahiti. Son point culminant est le Mont Atara (1202 m) situé au sud de la commune associée. En 2012, Pueu recensait 2024 habitants avec une densité de 70 habitants par km<sup>2</sup>.

La commune associée de Pueu (Figure 36) est délimitée :

- **A l'ouest**, par l'exutoire de la rivière Vaitehoru, longe la crête de la vallée creusée par cette rivière ;
- **Au sud**, par le Mont Atara (1202 m), constituant les limites sud du bassin versant de la rivière Vaiteremu ;
- **A l'est**, par Teava, en longeant la crête de la vallée creusée par cette rivière, jusqu'à atteindre le littoral ;
- **Au nord**, par la bordure littorale qui s'étend sur 6,3 km, en passant par la Pointe Faraari et Tiitau.

La commune associée de Pueu est limitrophe avec les communes associées de Tautira, Teahupoo, Vairao, Toahotu, Afaahiti.



Figure 36 : Localisation et limites communales de Pueu

## 4.2 CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE

Le contexte géomorphologique a été détaillé dans le paragraphe 2.4.

La commune associée d'Afaahiti, au droit de la zone d'étude, présente les familles géomorphologiques suivantes (Figure 37 et Figure 38) :

- 70% de la superficie de la zone étudiée à Afaahiti correspond à une morphologie structurale avec des planèzes ;
- 4% de la superficie de la zone étudiée à Afaahiti correspond à une morphologie volcanique avec des cônes adventices démantelés ;
- 26% de la superficie de la zone étudiée à Afaahiti correspond à une morphologie d'épandage ou d'accumulation avec des plaines alluviales et des plaines littorales.

La commune associée de Pueu présente les familles géomorphologiques suivantes (Figure 37 et Figure 38) :

- 68% de la superficie correspond à une morphologie d'érosion et de dissection des formations volcaniques anciennes (crêtes, versants, vallées) ;
- 23% de la superficie correspond à une morphologie structurale avec des planèzes et des plateaux de vallée ;
- 9% de la superficie correspond à une morphologie d'épandage ou d'accumulation avec des plaines alluviales et des plaines littorales.

Les falaises mortes sont très présentes sur les deux communes. A Afaahiti, le plateau de Taravao et les plaines ont permis une urbanisation plus étendue sur cette commune (Figure 39). A Pueu, le relief est modelé par les rivières de Vaitehoro et de Vaiteremu. Les rivières ont creusé des vallées possédant aujourd'hui des versants d'une hauteur dépassant 600 m. Entre les différentes rivières, on retrouve des planèzes. L'urbanisation se concentre sur le littoral et au début des vallées.

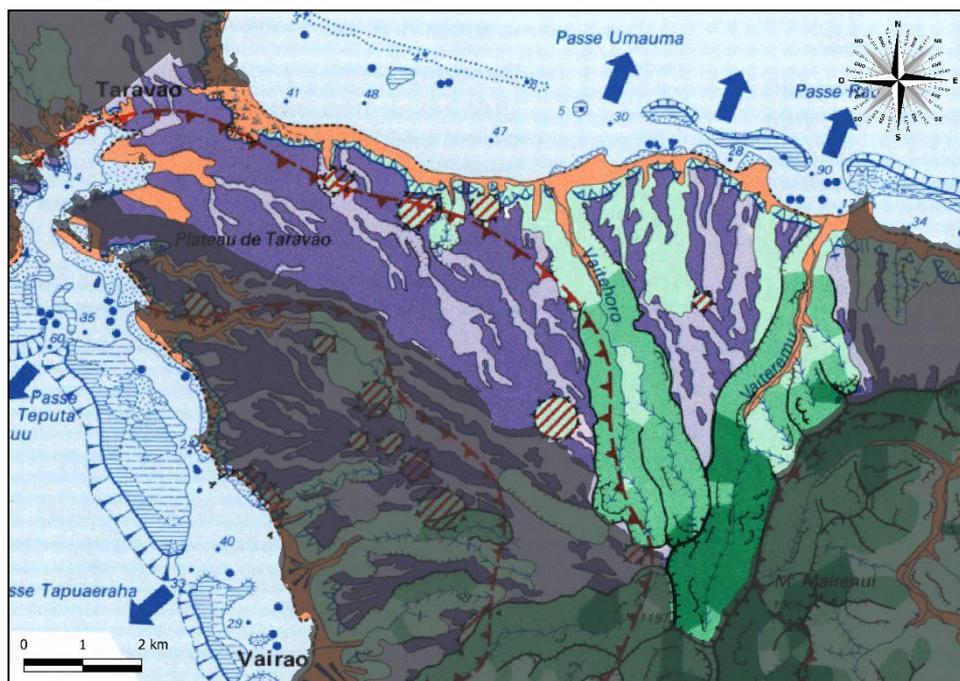


Figure 37 : Géomorphologie des communes associées d'Afaahiti et Pueu (source : IRD)



Figure 38 : Légende de carte géomorphologique (source : IRD)



Figure 39 : Vue sur le plateau de Taravao depuis le belvédère

Les communes associées d'Afaahiti et de Pueu ont une altitude qui varie entre 0 et 1202 m NGPF (Figure 40) avec des fortes pentes au droit des remparts creusés par les rivières ( $> 40^\circ$ ), des pentes moyennes en pied de versants et dans les ravines peu encaissées ( $20^\circ$  à  $30^\circ$ ) et des pentes relativement faibles dans les planèzes et les fonds de vallée formés d'alluvions ( $< 20^\circ$ ) (Figure 41).

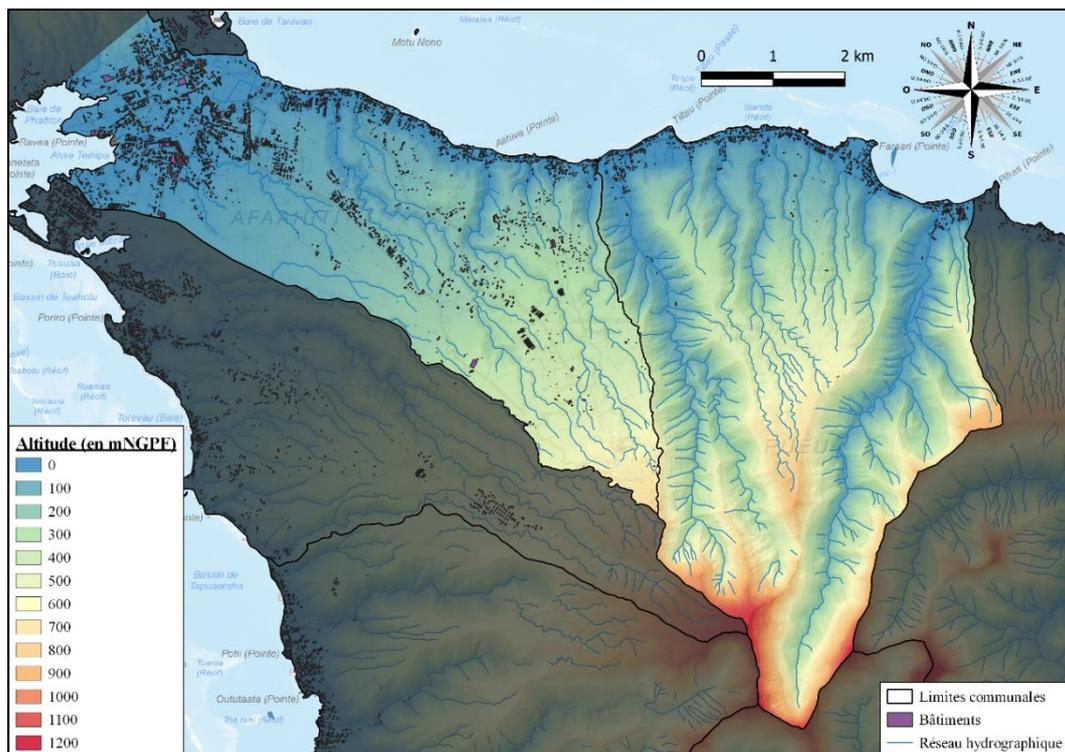


Figure 40 : Topographie des communes associées d'Afaahiti et de Pueu (source : Section Cadastre Topographie de la Direction des Affaires Foncières de la Polynésie-française)

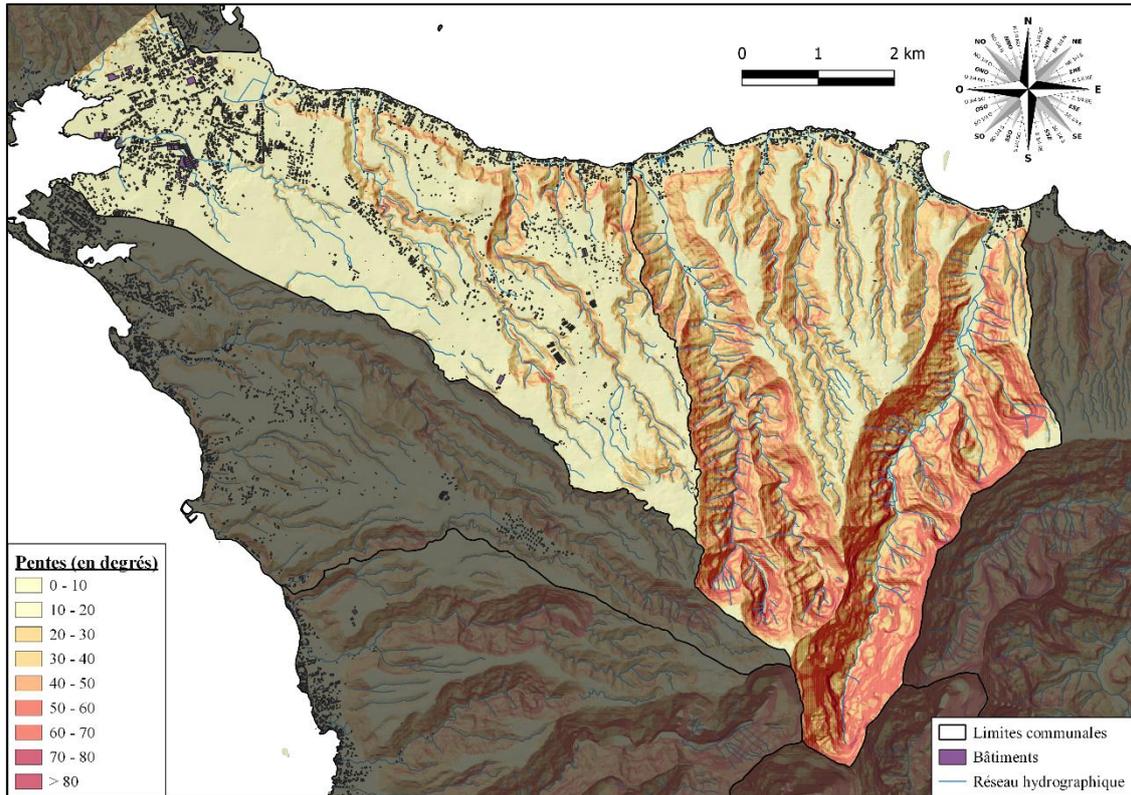


Figure 41 : Carte des pentes sur la commune des communes associées d'Afaahiti et de Pueu (source : Section Cadastre Topographie de la Direction des Affaires Foncières de la Polynésie-française)

### 4.3 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Les communes associées d'Afaahiti et Pueu se trouvent sur les pentes externes de l'ancien volcan de la presqu'île de Tairapu et sur l'isthme reliant la presqu'île et la grande île. Sur ces deux communes, comme sur l'ensemble de l'île, deux types de formations géologiques se distinguent : **les formations volcaniques et les formations superficielles** (Figure 42 et Figure 43).

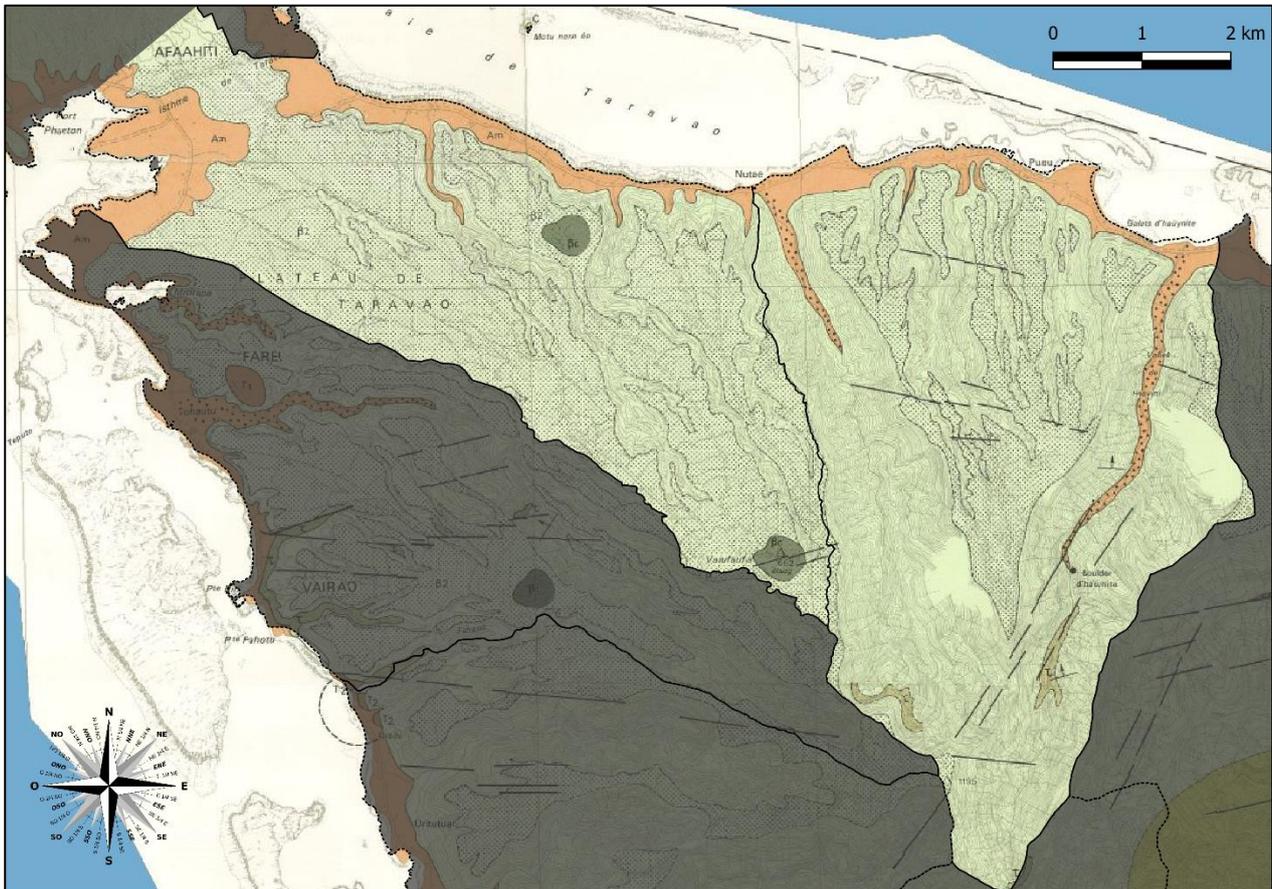


Figure 42 : Carte géologique des communes associées d'Afaahiti et Pueu  
(extrait de la carte géologique de R.C. MAURY, M.CAROFF, S.BLAIS, G.GUILLE, 2001)

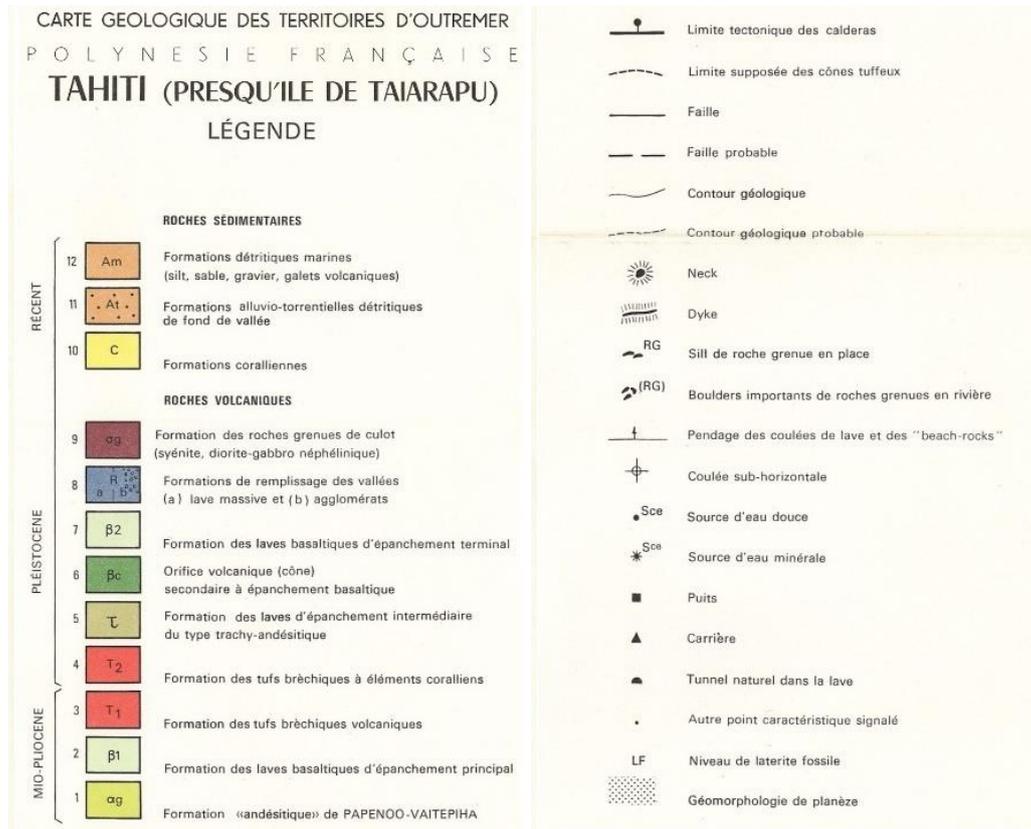


Figure 43 : Légende de la carte géologique (R.C. MAURY, M.CAROFF, S.BLAIS, G.GUILLE, 2001)

**Dans les formations volcaniques**, il faut distinguer :

- **Les laves d'épanchement** ( $\beta_2$  et  $\tau$ ) : Ces laves sont principalement basaltiques. Toutefois, il existe des trachytes formant une coulée intercalaire principalement sur la Presqu'île. Toutes ces laves forment des coulées à pente faible.
- **Les cônes volcaniques** ( $\beta_c$ ) secondaires à épanchement basaltique.

Les communes associées d'Afaahiti et Pueu sont constituées principalement des coulées de laves basaltiques d'épanchement principal. Deux anciens cônes volcaniques se trouvent sur la commune d'Afaahiti à Rauvau et Puutoerau.

**Dans les formations superficielles**, il faut distinguer :

- **Les formations superficielles autochtones** (les mamus).
- **Les formations superficielles allochtones** (les formations alluvionnaires, les colluvions, les dépôts d'écroulements, les dépôts détritiques marins).

Ces formations ont été détaillées dans le chapitre précédent.

Les fonds de vallées correspondent à des formations alluvio-torrentielles détritiques. Les bordures littorales (baies et anses) sont constituées de formations détritiques marines.

#### 4.4 CONTEXTE PÉDOLOGIQUE

Pour le contexte pédologique, seules les formations pédologiques de la zone d'étude, détaillées dans le marché, seront présentées (Figure 44 et Figure 45). D'après la carte pédologique de Rémi JAMET au 1/40 000ème de l'IRD, les formations observées au droit de la zone d'étude sont les suivantes (encadrées en noir) :

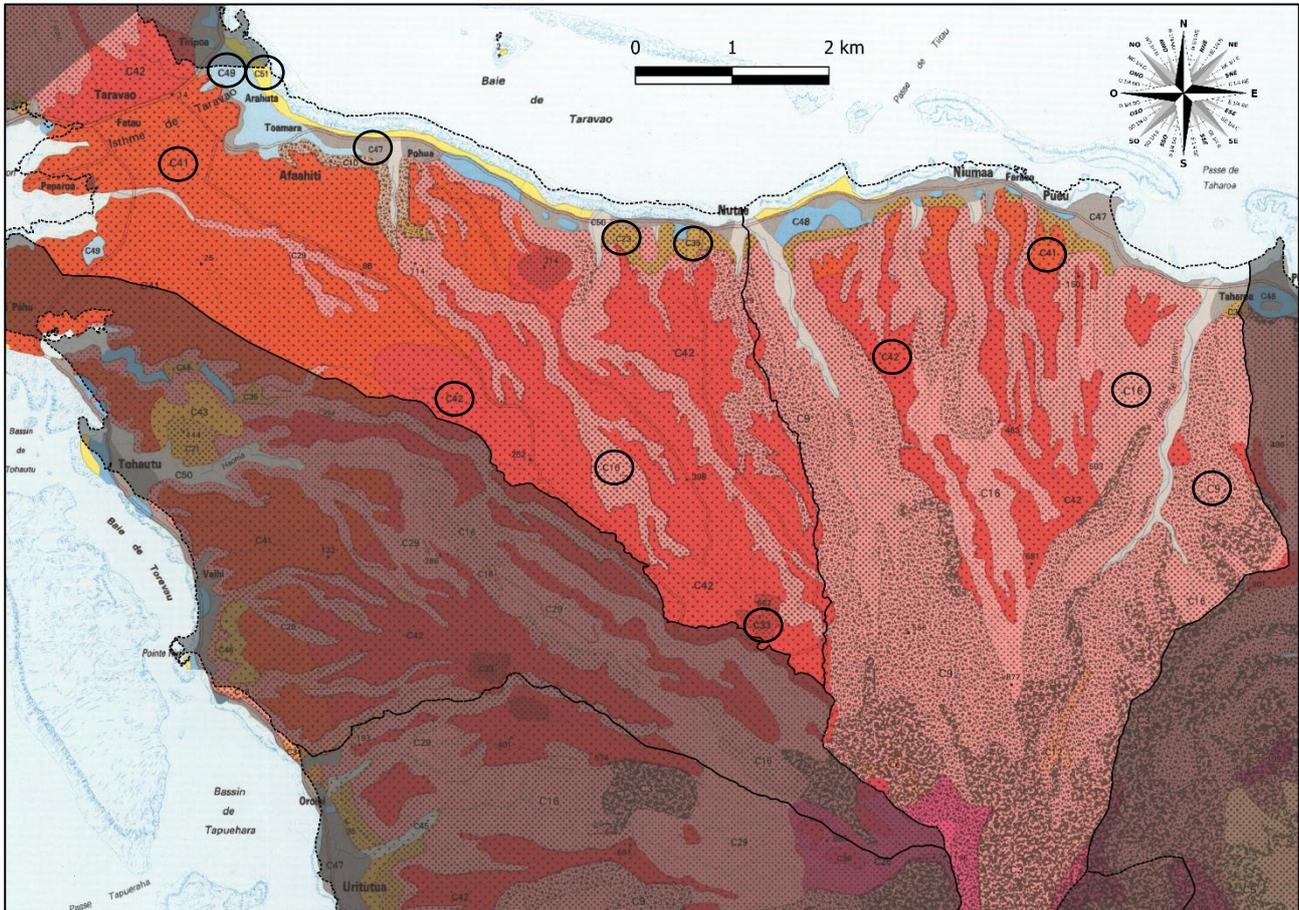


Figure 44 : Extrait de la carte pédologique sur les communes d'Afaahiti et Pueu réalisée par R. JAMET (source : IRD)

POLYNÉSIE FRANÇAISE  
**CARTE DES SOLS DE TAHITI**  
À L'ÉCHELLE DE 1:40 000

Rémi JAMET

LÉGENDE CORRESPONDANT À LA NOTICE EXPLICATIVE N° 107

Classes de pentes Catégories de sols	Altitude	Unités descriptives (cf. Notice)	UNITÉS TAXONOMIQUES (Références C.P.C.S.)*	Matériau originel	Unités cartographiques (ex. C1)
 supérieures à 120 % Sols d'érosion	> 900/1000 m.	Unité 4	- SOLS D'ÉROSION À PROFIL PEU DIFFÉRENCIÉ, très humifères, d'altitude (ANDIQUES, FERRALLITIQUES) (acides, désaturés, à gibbsite)	sur basalte	C1
		Unité 1	- SOLS MINÉRAUX BRUTS D'ÉROSION, lithosols	sur agglomérats bréchiques	C2
	< 900/1000 m.	Unité 2a	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION, BRUNIFIÉS, lithiques, humifères.	sur basalte	C3
		Unité 1	- SOLS MINÉRAUX BRUTS D'ÉROSION, lithosols	sur agglomérats bréchiques	C4
				sur andésites	C5
				sur trachy-andésites	C6

<p>de 100 à 120 % <b>Sols d'érosion et d'altération</b></p>	> 900/1000 m	Unité 4	- SOLS D'ÉROSION À PROFIL PEU DIFFÉRENCIÉ, très humifères, d'altitude (ANDIQUES FERRALLITIQUES)	sur basalte sur agglomérats bréchiques	 	C7 C8
	< 900/1000 m.	Unité 2a Unité 2b	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION, BRUNIFIÉS, lithiques, humifères, ou - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion	sur basalte sur agglomérats bréchiques sur andésites sur trachy-andésites sur gabbros	    	C9 C10 C11 C12 C13
<p>de 50 à 100 % <b>Sols d'altération et d'érosion et sols d'accumulation</b></p>	> 900/1000 m	Unité 4 Unité 5	Association de : - SOLS D'ÉROSION À PROFIL PEU DIFFÉRENCIÉ, très humifères, d'altitude (ANDIQUES FERRALLITIQUES) et - SOLS BRUNS DYSTROPHES, humifères, d'altitude, intergrades ferrallitiques ou andiques (très acides, désaturés, à gibbsite)	sur basalte sur agglomérats bréchiques	 	C14 C15
	< 900/1000 m.	Unité 6 Unité 2b	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement, moyennement ou fortement désaturés humifères, pénévulés d'érosion ou - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion	sur basalte		C16
		Unité 7	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés humifères, pénévulés d'érosion ou	sur andésites sur trachy-andésites	 	C17 C18
		Unité 2b	- SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion	sur agglomérats bréchiques sur gabbros sur tufs bréchiques	  	C19 C20 C21
		Unité 15	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés humifères, gibbsitiques, pénévulés d'érosion,	sur basalte des cônes secondaires		C22
		Unité 21	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIAL	sur colluvions		C23
	<p>de 20 à 50 % <b>Sols d'altération et d'érosion et sols d'accumulation</b></p>	> 1100/1200 m.	Unité 8 et localement Unité 9	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, podzolisés (à A2 gibbsitique et titanifère et B2 sm placique) (ou PODZOLS GIBBSITIQUES)	sur basalte sur agglomérats bréchiques	 
> 900/1000 m.		Unité 9	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, très humifères, gibbsitiques, d'altitude	sur basalte sur agglomérats bréchiques	 	C26 C27
< 900/1000 m.		Unité 12	- SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, humifères	sur agglomérats bréchiques		C28
		Unité 6	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement, moyennement désaturés humifères, pénévulés d'érosion (1) - SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, pénévulés d'érosion ou gibbsitiques (2)	sur basalte	 	C29 (1) (2)
		Unité 7	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, pénévulés d'érosion	sur andésites sur agglomérats bréchiques sur gabbros	  	C30 C31 C32
		Unité 15	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, gibbsitiques, pénévulés d'érosion	sur basalte des cônes secondaires		C33
		Unité 16	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement désaturés, humifères, intergrades ferrallitiques pénévulés d'érosion	sur tufs bréchiques à éléments coralliens		C34
		Unité 3	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION, BRUNIFIÉS, lithiques, humifères			
Unité 21		- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIAL	sur colluvions		C35	
<p>de 5 à 20 % <b>Sols d'altération et sols d'accumulation</b></p>		> 1100/1200 m.	Unité 8 et localement Unité 9	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, podzolisés (à A2 gibbsitique et titanifère et B2 sm placique) (ou PODZOLS GIBBSITIQUES)	sur basalte sur agglomérats bréchiques	 
	< 900/1000 m.	Unité 9	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, très humifères, gibbsitiques, d'altitude	sur basalte sur agglomérats bréchiques	 	C38 C39
	> 900/1000 m.	Unité 12	- SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, humifères	sur agglomérats bréchiques		C40
		Unité 10	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, gibbsitiques - à forte accumulation ferrito-titanique de surface	sur basalte		C41
		Unité 11	- à accumulation ferrito-titanique modérée	sur basalte		C42
		Unité 14	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, gibbsitiques	sur tufs bréchiques		C43
		Unité 13	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, modaux ou gibbsitiques	sur agglomérats bréchiques		C44
		Unité 20	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT ALLUVIAL (ou colluvio-alluvial)	sur alluvions (et colluvions)		C45
	Unité 21	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIAL	sur colluvions		C46	
	<p>inférieures à 5 % (zones planes) <b>Sols d'accumulation</b></p>	de 0 à 10 m. (plaine littorale)	Unité 17 Unité 18 Unité 19	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIO-ALLUVIAL, modaux ou hydromorphes (à caractères vertiques fréquents) - SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX, à pseudogley ou gley - SOLS HYDROMORPHES ORGANIQUES à tourbe semi-fibreuse (oligotrophes) ou altérée (mésotrophes)	sur colluvions et alluvions sur colluvions et alluvions sur colluvions et alluvions	  
de 0 à 140 m. (alluvions fluviales)		Unité 20	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT ALLUVIAL (ou colluvio-alluvial)	sur alluvions (et colluvions)		C50
de 0 à 5 m. (formations coralliennes)		Unité 22	- SOLS CALCOMAGNÉSIQUES CARBONATÉS : Rendzines humifères	sur calcaire corallien		C51

\* certaines modifiées ou rajoutées.

Echelle 1 : 40 000



Figure 45 : Légende de la carte pédologie (source : IRD)

## 5 - CARACTERISATION DES PHENOMENES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN

D'une manière générale, un mouvement de terrain est une manifestation du déplacement gravitaire de masses de terrain déstabilisées sous l'effet de sollicitations naturelles (pluviométrie anormalement forte, etc.) ou anthropiques (terrassement, déboisement, exploitation de matériaux ou de nappes aquifères, etc.).

Les types de mouvements de terrain recensés sur les communes du lot 1 sont :

- Les glissements de terrain et coulées de boue associées ;
- Le ravinement et l'érosion des sols ;
- Les érosions de berges ;
- Les chutes de pierres ou de blocs et les éboulements ;
- La remobilisation des blocs dans la pente.

**Dans le cadre de ce marché, les phénomènes d'érosion de berges sont pris en compte dans l'aléa inondation et les phénomènes de ravinement et d'érosion des sols sont intégrés dans les glissements de terrain.**

Parmi les conditions initiales identifiées comme étant favorables à l'apparition des mouvements de terrain, on distingue les conditions inhérentes au milieu et les facteurs déclenchants.

- ✓ Les conditions inhérentes au milieu (facteurs de prédisposition) :
  - **La topographie** ;
  - **Le contexte géologique** : les glissements de terrain affectent principalement les formations meubles (les mamus altérés à très altérés, les colluvions, etc.). Les chutes de blocs et les éboulements sont observés en milieux rocheux en contrebas des coulées massives de basalte et des mamus peu évoluées ;
  - **Les conditions hydrauliques / hydrogéologiques** : contexte tropical ;
  - **Le couvert végétal** ou son absence (défrichement).
- ✓ Les facteurs de déclenchement (ou facteurs aggravants) d'origine naturelle ou anthropique :
  - **La saturation en eau des terrains** : contexte tropical, saison humide, rejets anthropiques ;
  - **L'intervention humaine** : une urbanisation croissante. En zone urbaine ou périurbaine, des glissements sont régulièrement observés dans les talus des routes et des habitations (terrassements, défrichements, etc. ) ;
  - **La chute des arbres** : les falcatas (espèces envahissantes introduites à Tahiti) chutent pendant les fortes pluies, déstabilisant les matériaux présents dans son environnement proche.

## 5.1 LES GLISSEMENTS DE TERRAIN, LES COULÉES DE BOUE, L'ÉROSION DES SOLS

### 5.1.1. *Les glissements de terrain*

#### 5.1.1.1 - *Caractérisation des glissements de terrain*

Les glissements de terrain (Figure 46) sont des déplacements en masse affectant des formations géologiques meubles, le long d'une surface de rupture et au cours desquels les produits déplacés gardent leur cohérence. La surface de rupture peut être plane ou courbée, on parle alors de **glissement plan, mixte ou rotationnel**. Ce sont des phénomènes lents qui peuvent, dans certains cas, s'accélérer ou se déclencher brutalement. Lorsqu'un glissement de terrain se déclenche, il est possible d'observer les éléments suivants :

- Dans sa partie amont, **des niches d'arrachement** (zone du départ du glissement) avec de brusques ruptures de pente (pentes concaves) et des contre-pentes (pente opposée à une autre) ;
- Dans sa partie aval, **un bourrelet de pied** (ou frontal) à pente convexe. La poussée exercée par le bourrelet de pied peut se manifester, par exemple, par un tracé anormal des cours d'eau en aval ;
- **Une surface topographique bosselée** (ondulations, dissémination de blocs de forte taille, etc.) et des indices tels que des arbres inclinés, des fissures dans les bâtiments ou des déformations de chaussées.

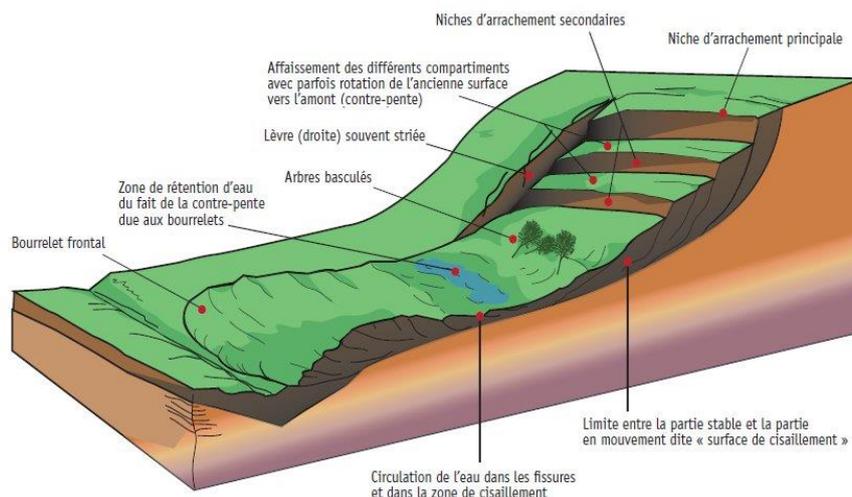


Figure 46 : Schéma en coupe d'un glissement de terrain

Les principaux paramètres intervenant dans le mécanisme de glissement sont :

- **L'eau** qui représente un élément moteur prépondérant, dans la grande majorité des phénomènes de glissement. Les phénomènes d'infiltration (anthropiques ou non), les circulations d'eau en surface ou souterraines, associées à un épisode pluvieux, peuvent contribuer aux instabilités ;
- **La géologie** : La nature, l'état hydrique, l'état d'altération d'un matériau et par corrélation ses caractéristiques mécaniques, sa perméabilité, conditionnent la pente limite d'équilibre d'un terrain ;
- **La morphologie** : la pente va conditionner le type de glissements de terrain, c'est-à-dire la possibilité que puisse survenir un glissement lent (fluage, terrain peu pentu) ou un glissement rapide (rupture brutale, terrain pentu) ;
- **La nature et l'importance du couvert végétal** : la végétation joue un rôle dans la stabilité, dans le déclenchement et dans la propagation des phénomènes de glissement.

Sur l'ensemble de l'île, **trois types de glissements de terrain** peuvent apparaître en fonction de la nature géologique des formations :

- **Les glissements en masse** correspondent à des décollements des mamus de base (altérites argileuses), soit sur la roche saine, soit au contact d'intrusions postérieures (dykes).
- **Les glissements superficiels** se développent dans les mamus, les colluvions et les sols ferrallitiques.
- **Les glissements pelliculaires** se produisent à partir des sols bruns et sont généralement liés à l'action anthropique. Les pratiques agricoles, en particulier, la déforestation, conduisent à déstabiliser les sols, qui glissent sur le substratum.

Sur l'île de Tahiti, les glissements de terrain affectent principalement **les altérites épaisses**. Les argiles issues de l'altération des basaltes forment souvent la semelle des glissements constatés. Les glissements de terrain profonds peuvent être observés au niveau des zones altérées de grande épaisseur. Les surfaces de glissements peuvent se former au sein des altérites (limite entre allotérite et isaltérite) ou suivre le contact entre roche saine et les altérites. **Les colluvions instables** par nature ou **les zones de remblais**, peuvent aussi être le siège de mouvements de terrain superficiels du fait principalement de leurs caractéristiques médiocres.

#### 5.1.1.2 - Exemple de glissements de terrain sur les communes du lot 1

Le 13 février 2018, un glissement de terrain s'est produit à Mahaena (Figure 47). Ce glissement s'est produit dans les mamus III/IV complètement altérées. D'après les photos, les formations observées à l'arrière du glissement correspondent des alternances de formations altérées et de coulées basaltiques massives saines. Ce contact a engendré une résurgence certainement à l'origine du glissement de terrain.



Figure 47 : Glissement de terrain dans les mamus complètement altérés

(source : BDMVT – ID : 279)

Suite à la saison des pluies 2021/2022, un glissement de terrain s'est produit dans les colluvions à Tepipi dans la commune de Tiarei (Figure 48). Un affleurement rocheux a été observé en tête de glissement. Le glissement a détruit une partie de l'habitation. Les personnes ont été évacuées et relogées.



Figure 48 : Glissement de terrain à Tepipi

(source : Géolithe – BDMVT - TIAREI\_23 – Point d'observation n°156)

### 5.1.2. Les coulées de boue

Les coulées boueuses apparaissent dans des terrains meubles saturés en eau qui perdent brutalement leur cohésion ; les blocs rocheux restent sur place ou s'accumulent en pied de versant. Elles sont la conséquence et la prolongation de certains glissements, dans des conditions de large remaniement et de forte saturation en eau, sur des terrains aux pentes relativement fortes.

Une coulée boueuse montre presque toujours : une zone supérieure élargie (zone de départ de la coulée), un chenal d'écoulement étroit (zone de transfert) et un lobe terminal (zone d'atterrissement) élargi en cône de déjection de profil convexe.

Les facteurs favorables au déclenchement de coulées boueuses sont la pente, la faible cohésion des matériaux mobilisables, leur fort remaniement, l'augmentation de leur teneur en eau et des pressions interstitielles liées à des épisodes pluviométriques intenses et enfin l'apport brutal d'énergie (glissement, éboulement, séisme).

D'après la BDMVT transmise par la DCA, une coulée de boue s'est produite sur la commune de Tiarei en 23 Juin 1993. A noter que les zones recensées en tant que glissement de terrain, restent potentiellement des zones où des coulées de boue peuvent se former.

### 5.1.3. L'érosion des sols

Le terme d'érosion désigne un décapage superficiel des sols et de la subsurface. L'érosion est souvent considérée comme un phénomène lent et progressif, mais elle peut avoir des conséquences brutales et dangereuses.

### **Interaction entre les phénomènes :**

- Le phénomène d'érosion peut évoluer en glissement de terrain, puis en coulée de boue, en fonction de la morphologie des terrains et de la teneur en eau des matériaux.
- Le phénomène d'érosion peut également être à l'origine de la remobilisation des blocs dans la pente.

Un exemple d'érosion des sols est présenté ci-dessous (Figure 49) :



*Figure 49 : Illustration du phénomène d'érosion / ravinement dans des colluvions  
(source : Géolithe – BD MVT – MAHAENA\_25 – Point d'observation n°800)*

## 5.2 **LES CHUTES DE BLOCS, LES ÉBOULEMENTS ET LA REMOBILISATION DES BLOCS**

### 5.2.1 **Les chutes de blocs et les éboulements**

#### 5.2.1.1 Caractérisation du phénomène

Les chutes de blocs et les éboulements sont « des mouvements rapides, brutaux, résultant de l'action de la pesanteur et affectant des matériaux rigides, durs et fracturés » (Besson, 1995). En fonction du volume total de matériaux éboulés, on distinguera à partir de la définition des classes d'instabilités établie dans le guide technique du LCPC (2004) :

- Les chutes de pierres (volume inférieur à 0,1 m<sup>3</sup>) ;
- Les chutes de blocs (volume compris entre 0,1 et 100 m<sup>3</sup>) ;
- Les éboulements en masse (volume compris entre 100 et 10 000 m<sup>3</sup>) ;
- Les écroulements en grande masse (volume supérieur à 10 000 m<sup>3</sup>).

Les blocs déstabilisés ont une trajectoire variable : la distance parcourue est fonction de la taille et de la forme des blocs, de la pente, de l'amortissement des chocs (couvert végétal, nature des sols, etc.), etc. L'ampleur du phénomène est enfin liée à la quantité de matériaux au départ ainsi qu'à la topographie de la zone de propagation des blocs éboulés.

L'occurrence du phénomène est liée à la conjonction de certains paramètres :

- **L'individualisation de blocs** au sein d'une formation massive fracturée ou d'une formation hétérogène présentant une matrice à grains fins (cas typique au sein des altérites – altération en « boules »).
- **La présence de facteurs naturels** favorables à la mobilisation des blocs :
  - **Action mécanique de l'eau** (infiltration des eaux météoritiques dans les interstices ou les fissures du massif rocheux) ;
  - **Présence éventuelle d'une formation sous-jacente plus meuble, déformable ou érodable**, induisant des contrastes de compétence (discontinuités stratigraphiques et comportements mécaniques hétérogènes) ;
  - **Présence fréquente de discontinuités structurales** (diaclasses, joints de stratification, intrusions) sur un versant à la topographie sensible et participant au démantèlement de la masse rocheuse ;
  - **Croissance de la végétation** (action du système racinaire dans les fissures).

Les chutes de blocs prennent naissance dans des niveaux rocheux affleurant, au niveau des coulées massives ou en bord de mer (falaise rocheuse). Les chutes de blocs sont souvent produites par l'effet de l'érosion différentielle au contact entre les coulées de laves et leurs bases scoriacées générant des conditions propices au déclenchement de ce type d'aléa (surplombs rocheux dégagés par l'érosion à la base). La fracturation des niveaux rocheux et l'effet de la décompression par appel au vide des affleurements, au droit notamment de talus et/ou versant, constitue également une condition propice au déclenchement des chutes de blocs.

### 5.2.1.2 Exemple de chutes de blocs sur les communes du lot 1

Sur les différentes communes du lot 1, les formations sensibles au phénomène de chutes de blocs (Figure 50) et des éboulements (Figure 51) sont :

- Les basaltes,
- Les trachytes.

En fonction du degré d'altération et de la fracturation des anciennes coulées de laves, les mamus I et II peuvent aussi être la source de phénomène de chutes de blocs (Figure 50).



*Figure 50 : Chutes de blocs d'environ 10 à 15 m<sup>3</sup> à côté du terrain de pétanque de Mahaena  
(source : Géolithe – BD MVT – MAHAENA\_5 – Point d'observation n°666)*

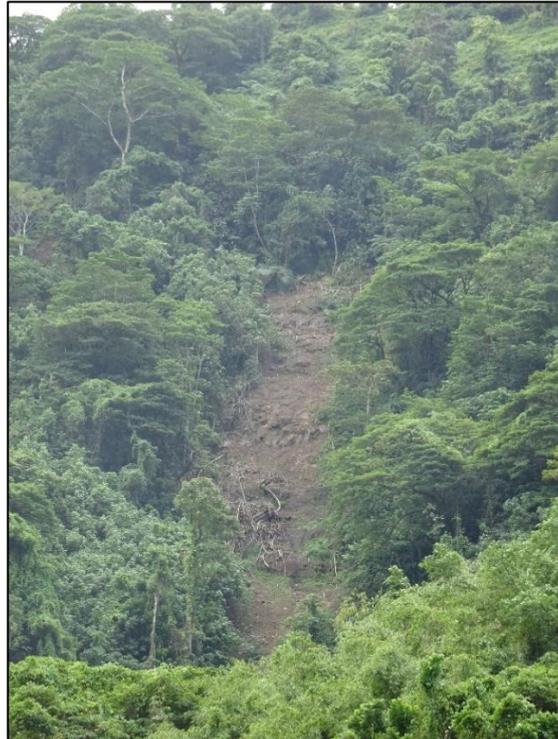


Figure 51 : Eboulement dans la vallée Onohea

(source : Géolithe – BD MVT – TIAREI\_17 – Point d'observation n°122)

Sur les communes du lot 1, la majorité des chutes de blocs et/ou des éboulements se produisent dans les versants des vallées, au niveau du front des planèzes et des falaises côtières.

## 5.2.2 La remobilisation des blocs

### 5.2.2.1 Caractérisation du phénomène

Ce phénomène correspond au cas particulier où des blocs individualisés, présents à la surface des terrains en pente, peuvent être remobilisés sur la période de référence des PPR (100 ans à venir).

Les remobilisations de blocs sur pente (Figure 52) sont conditionnées par plusieurs facteurs :

- **La géologie** avec la présence de blocs rocheux individualisés dans le versant,
- **Les pentes sur lesquelles reposent les blocs** : la valeur à considérer pour une remobilisation possible des blocs dépend des observations de terrain et des événements historiques connus,
- **La présence de terrains sensibles à l'érosion à la base des blocs,**
- **Les facteurs non permanents** tels que l'activité humaine ou la végétation.

**Nota** : Dans le cas où les blocs seraient remobilisés suite à un phénomène d'érosion ou suite à un glissement de terrain, on peut alors parler de **phénomènes mixtes** avec **un aléa dominant** « glissement de terrain » et **un aléa associé** « remobilisation des blocs » généré par l'aléa dominant.

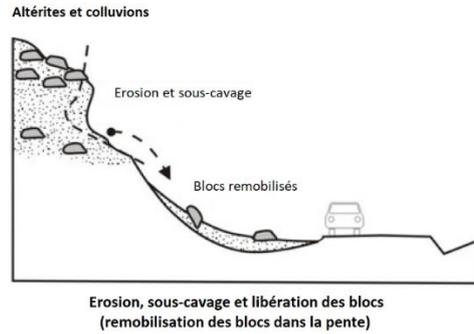


Figure 52 : Représentation schématique des configurations géologique et géomorphologique favorables aux phénomènes de remobilisation de blocs (source : BRGM)

### 5.2.2.2 Exemple de remobilisation de blocs sur les communes du lot 1

La plupart des versants formés d'isaltérites (mamu I ou II) génèrent des blocs issus du démantèlement des anciennes coulées de laves et sont donc sensibles au phénomène de remobilisation de blocs.

Suite à des chutes de blocs, les pierres et les blocs peuvent être retenus dans le versant par une végétation dense. Si celle-ci évolue, les blocs peuvent être remobilisés (Figure 53).



Figure 53 : Possible remobilisation des blocs dans la pente  
(source : Géolithe – BD MVT – TIAREI\_11 – Point d'observation n°87)

## 6 RECUEIL DOCUMENTAIRE ET ENQUETE HISTORIQUE

La méthodologie utilisée pour caractériser l'aléa mouvements de terrain dans le cadre du PPR consiste, dans un premier temps, à faire **l'état des lieux des connaissances disponibles** sur l'ensemble du secteur d'étude en constituant une base documentaire. Par la suite, l'objectif est de **réaliser une analyse fine de la géomorphologie du secteur par une approche naturaliste**, afin de **comprendre le fonctionnement du bassin de risque étudié**.

### 6.1 CONSTITUTION D'UNE BASE DOCUMENTAIRE

Ce travail a permis de réaliser une première analyse du secteur à partir des **archives collectées** auprès des instances publiques et privées (la DCA, le BRGM, la police municipale, SDIS 987, les Mairies, etc.), mais aussi auprès des habitants de chaque commune associée. Pour réaliser cette synthèse, trois types de données sont utilisées : **les données historiques, les documents techniques réalisés sur la commune en lien avec les mouvements de terrain, ainsi que les données spatiales**.

#### 6.1.1 *Les données historiques*

L'analyse des données historiques est nécessaire pour comprendre les mécanismes à l'origine des mouvements de terrain sur la zone d'étude. Notre analyse s'est basée sur diverses sources :

- **La base de données des mouvements de terrain (BDMVT)** mise à jour par la DCA : 6 chutes de blocs et éboulements, 10 glissements de terrain, 1 coulée de boue, ont été recensés sur les 4 communes (Figure 54 et Figure 55).
- **Le Service Départemental d'Incendie et de Secours** : Une visite a été effectuée avec les sapeurs-pompiers sur les communes associées d'Afaahiti et Pueu.
- **Les archives communales** : La police municipale de Tairapu-Est a transmis les rapports de constatation de 2022 concernant les mouvements de terrain sur les communes associées d'Afaahiti et Pueu.
- **Le Plan Communal de Sauvegarde (PCS)** : Il y existe des plans communaux de sauvegarde sur les communes de Tairapu-Est et de Hitiaa O Te Ra. Les services communaux ont transmis une partie du PCS de la commune de Tairapu-Est.
- **Le programme ARAI** : Ce document fait la synthèse des phénomènes naturels qui se sont produits en Polynésie française entre 1831 et 2003.

Tableau 1 : Synthèse des évènements historiques recensés sur les communes du lot 1

Référence	Communes associées	Coordonnées en RGP / UTM zone 6S		Phénomène	Date de l'évènement	Commentaires	Source
		X (m)	Y (m)				
301	Tiarei	245329,98	8059810,74	Eboulement	12/12/2015	Eboulement sur une habitation lors des crues de décembre 2015	DCA
ARAI - n°16	Tiarei	-	-	Eboulement	02/11/1998	Eboulement dans la vallée de Onohea. Pas de victimes	BRGM
311	Tiarei	248248,62	8059019,19	Erosion berge	12/12/2015	Maison emportée lors des crues de décembre 2015	DCA
5181	Tiarei	250484,02	8058868,65	Glissement de terrain	13/01/2022	Glissement visible depuis la route en partie haute du versant lié à de fortes pluies et végétation. Evènement mal daté.	DCA
339	Tiarei	252597,56	8057395,05	Glissement de terrain	Non renseigné	D'après le particulier - Le glissement s'est produit, il y a 5 ans (visible dans le versant en 2019)	DCA
210	Tiarei	248620	8059001	Glissement de terrain	Non renseigné		LTTP
214	Tiarei	252544	8057463	Glissement de terrain	Non renseigné		LTTP
366	Tiarei	247079,38	8060006,35	Coulée de boue	23/06/1993	Atlas des aléas - Torrent de boue sur 300 m de long et 50 m de large - 2 morts et 3 blessés	DCA
370	Mahaena	251879,99	8055223,81	Erosion de berge	19/11/2014	L'inondation a engendré une érosion forte de la berge sur 15 m	DCA
371	Mahaena	252312,21	8056284,18	Erosion de berge	19/11/2014	L'inondation a engendré une érosion avec un effondrement de l'enrochement	DCA
369	Mahaena	252069,87	8055229,69	Erosion de berge	19/11/2014	L'inondation a engendré un effondrement de la chaussée sur 4 m environ de large	DCA
304	Mahaena	254473,77	8055488,06	Eboulement	30/04/2012	Ensellement de 2 habitations et de la route	DCA
213	Mahaena	254515,98	8055405,53	Eboulement	Non renseigné	Eboulement durant travaux de déblaiement	LTTP
133	Mahaena	254440	8055520	Glissement de terrain	Non renseigné	Zone de glissement, protection routière	LTTP
279	Mahaena	254477,99	8055489,4	Glissement de terrain	13/02/2018	Le glissement a touché l'habitation en aval de la route	DCA
276	Afaahiti	260296,93	8037165,66	Chutes de blocs	05/2019		DCA
277	Afaahiti	260340,74	8037223,45	Glissement de terrain	05/2019		DCA
ARAI - n°4	Afaahiti	-	-	Glissement de terrain	06/2001	Effondrement de la route (lotissement Mareapaé). Evacuation de plusieurs personnes envisagées.	BRGM
357	Afaahiti	260280,13	8036952,71	Glissement de terrain	1998	Glissement ayant abîmé une maison suite à un glissement de l'ensemble du flanc de montagne lié à des terrassements de la route d'accès en amont	DCA
356	Afaahiti	260273,57	8036952,44	Glissement de terrain	12/1998	Glissement ayant détruit une habitation en bois lié à un remblai	DCA
-	Pueu	261625,5	8037148,8	Glissement de terrain	01/01/2022	Trace fraîche d'un glissement observé lors d'une visite sur la parcelle CD120 en aval. Glissement au niveau de l'escarpement topographique ne s'étant pas beaucoup propager vers l'aval (présence d'un chemin d'accès en contrebas comme zone de sécurité)	DCA
4383	Pueu	262460,76	8037260,91	Glissement de terrain	01/01/2021	Glissement en partie sommitale du relief, avec chutes d'arbres - Propagation jusqu'à mi hauteur du versant	DCA

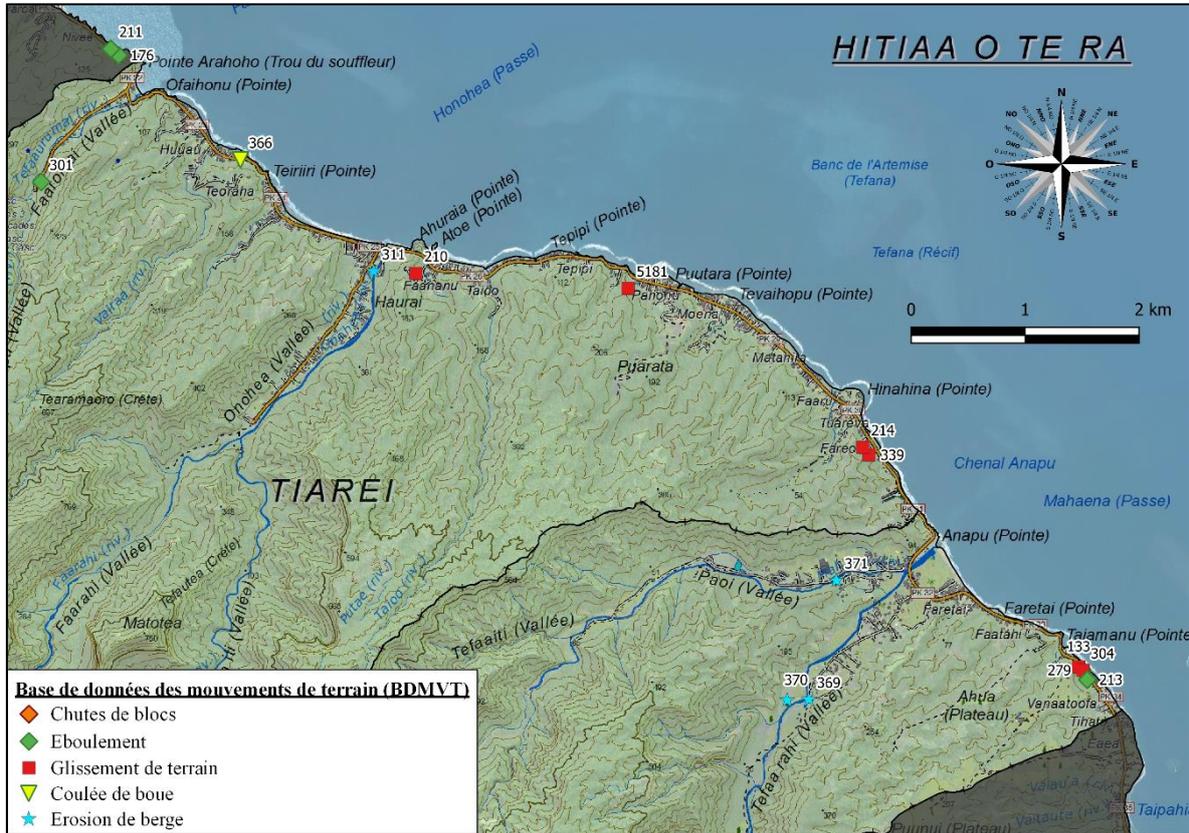


Figure 54 : BDMVT pour les communes associées de Tiarei et Mahaena

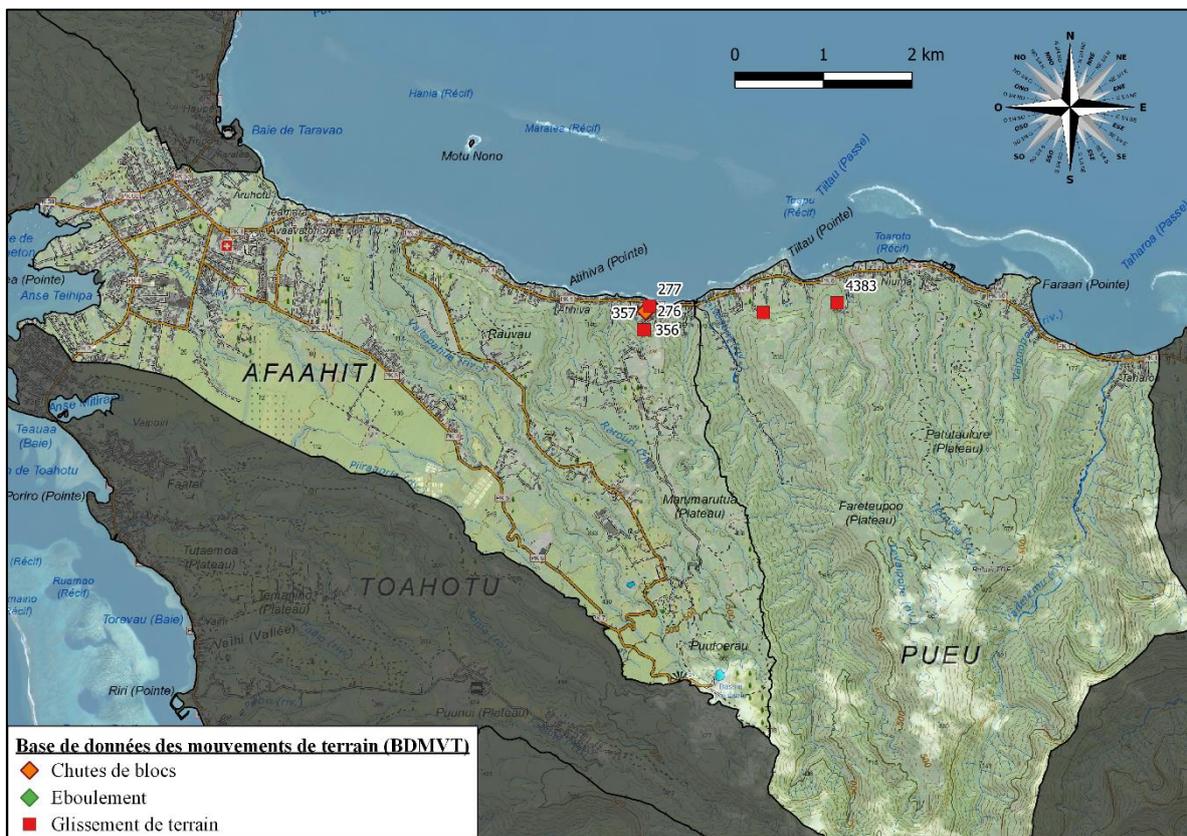


Figure 55 : BDMVT pour les communes associées d'Afaahiti et Pueu

## 6.1.2 Les documents techniques

Les documents techniques comprennent les rapports réalisés par le BRGM sur l'île de Tahiti, les précédents rapports en lien avec les PPR, les avis sur les permis de construire transmis par la DCA et les rapports géotechniques réalisés par LTPP. Ces études nous permettent d'avoir des informations complémentaires (géologie, géomorphologie, trajectographie pour les phénomènes de chutes de blocs, dégâts occasionnés, photographies, etc.) sur les différentes communes associées. Ces documents servent de supports pour la précision de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain.

Tableau 2 : Synthèse des documents techniques disponibles

Référence du rapport	Source	Date	Objet du rapport	Nature de la mission	Zone concernée
63-NOU-A013	BRGM	Mai 1963	Rapport spécial sur la reconnaissance géologique générale de l'île de Tahiti	Rapport géologique	Ile de Tahiti
Atlas de la Polynésie Française	Edition ORSTOM M.Brousse	1993	La géologie des îles hautes	Atlas géologique	Iles de la Société
RP-51226-FR	BRGM	Octobre 2001	La prévention des risques naturels en Polynésie française : cartographie de l'aléa mouvements de terrain sur les îles de Tahiti et Moorea	Risques naturels	Ile de Tahiti
RP-52867-FR	BRGM	Juin 2004	Programme ARAI - Relevé de phénomènes naturels en Polynésie (1831 - 2003)	Risques naturels	Ile de Tahiti
RP-54834-FR	BRGM	Décembre	Programme 3.1 - Cartographie de l'aléa mouvements de terrain - Etude de site détaillés	Aléa mouvements de terrain	Ile de Tahiti
RP-54835-FR	BRGM	Août 2006	Programme 3.1 - Cartographie de l'aléa mouvements de terrain - Caractérisation géotechnique des altérites volcaniques ("mamu")	Aléa mouvements de terrain	Ile de Tahiti
RP-58724-FR	BRGM	Octobre 2010	Synthèse du programme ARAI 2 - Polynésie française (2008 - 2010)	Aléa mouvements de terrain (chutes de blocs)	Ile de Tahiti
RP-58965-FR	BRGM	Septembre 2010	Programme ARAI 2 - Erodabilité des talus de Polynésie française : Analyse morphologique 2D et 3D par reconstitution stéréophotogrammétrique	Aléa mouvements de terrain (érosion)	Polynésie Française
RP-61147-FR	BRGM	Mars 2012	Inventaire des données relatives à l'eau souterraine disponibles sur Tahiti	Hydrogéologie	Ile de Tahiti
RP-62203-FR	BRGM	Juin 2013	Programme ARAI 3 : Rôle de la végétation vis-à-vis des mouvements de terrain	Aléa mouvements de terrain (végétation)	Polynésie Française
RP-69099-FR	BRGM	Juillet 2019	Programme d'actions pour l'exploitation et la gestion des eaux souterraines de la Polynésie française : Bilan des investigations menées à Tahiti	Hydrogéologie	Ile de Tahiti
22_PPR_P05-xx_VP1	BRGM	Juillet 2006	Commune de Hitiāa O Te Ra - Plan de Prévention des Risques - Note méthodologique de réalisation des cartes	PPR	Commune de Hitiāa O Te Ra
22_PPR_P05-xx_VP1	BRGM	Juillet 2006	Commune de Hitiāa O Te Ra - Plan de Prévention des Risques - Rapport de présentation	PPR	Commune de Hitiāa O Te Ra
Projet de règlement	BRGM	Juillet 2006	Commune de Hitiāa O Te Ra - Plan de Prévention des Risques Règlement	PPR	Commune de Hitiāa O Te Ra
47_PPR_P05-xx_VP1	BRGM	Juillet 2006	Commune de Taiarapu Est - Plan de Prévention des Risques - Note méthodologique de réalisation des cartes	PPR	Commune de Taiarapu Est
47_PPR_P05-xx_VP1	BRGM	Juillet 2006	Commune de Taiarapu Est - Plan de Prévention des Risques - Rapport de présentation	PPR	Commune de Taiarapu Est
Projet de règlement	BRGM	Juillet 2006	Commune de Taiarapu Est - Plan de Prévention des Risques Règlement	PPR	Commune de Taiarapu Est
Avis PPR	DCA	2007 - 2021	Avis PPR de la DCA	Avis sur les projets de construction	Communes du lot 1
2022_Rapport_de_constatation_35 / 42 / 69 / 70 / 72 / 93 / 100 / 131	Police Municipale	2022	Rapports de constat de la Police Municipale de Taiarapu-Est	Constat des dégâts occasionnés suite aux fortes pluies	Commune de Taiarapu Est
12192 - PV. Visite 12 0508 du 02 05 12	LTPP	2 Mai 2012	Procès verbal de visite n°12/0508 - Eboulement au PK 33.7	Diagnostic géotechnique	Mahaena
12290 - RG 12 1224 du 18 10 12	LTPP	18 Octobre 2012	Hypothèses pour les ancrages des barrières grillagées permettant de sécuriser la route de ceinture RT2 contre les chutes de blocs	Etude géotechnique G0 + G12	Mahaena
96109 - PV 96 234 du 15 04 96	LTPP	15 Avril 1996	Procès verbal de visite n°96/234 - Glissement de terrain au PK 25.6	Diagnostic géotechnique	Tiarei

Les avis de la DCA rendus ces dernières années sont géoréférencés ci-dessous par commune associée (Figure 56, Figure 57, Figure 58, Figure 59) :

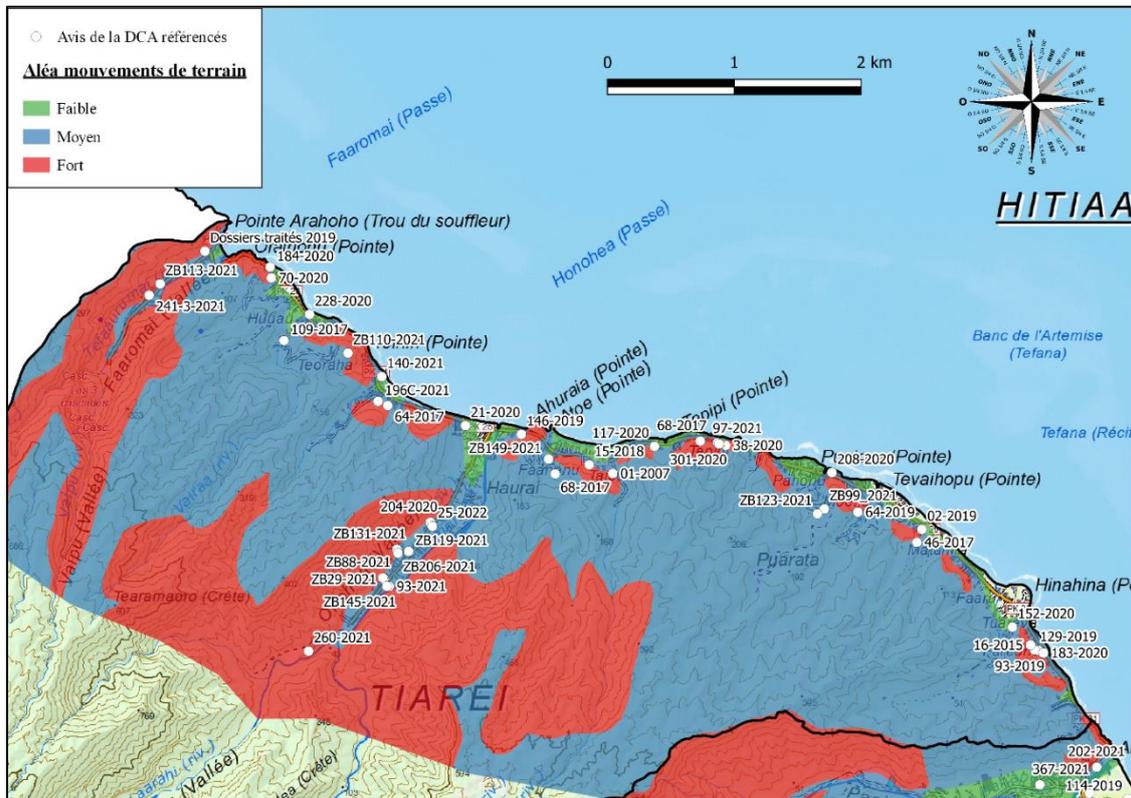


Figure 56 : Géoréférencement des avis de la DCA sur la commune associée de Tiarei

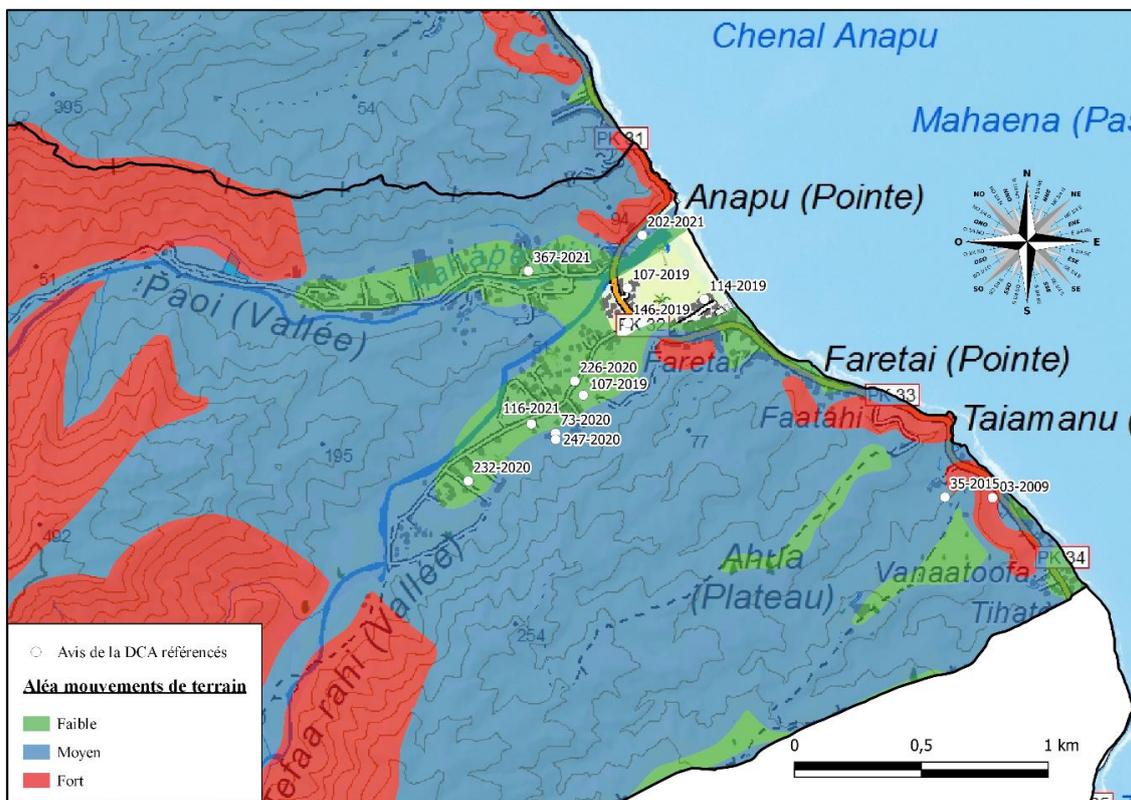


Figure 57 : Géoréférencement des avis de la DCA sur la commune associée de Mahaena

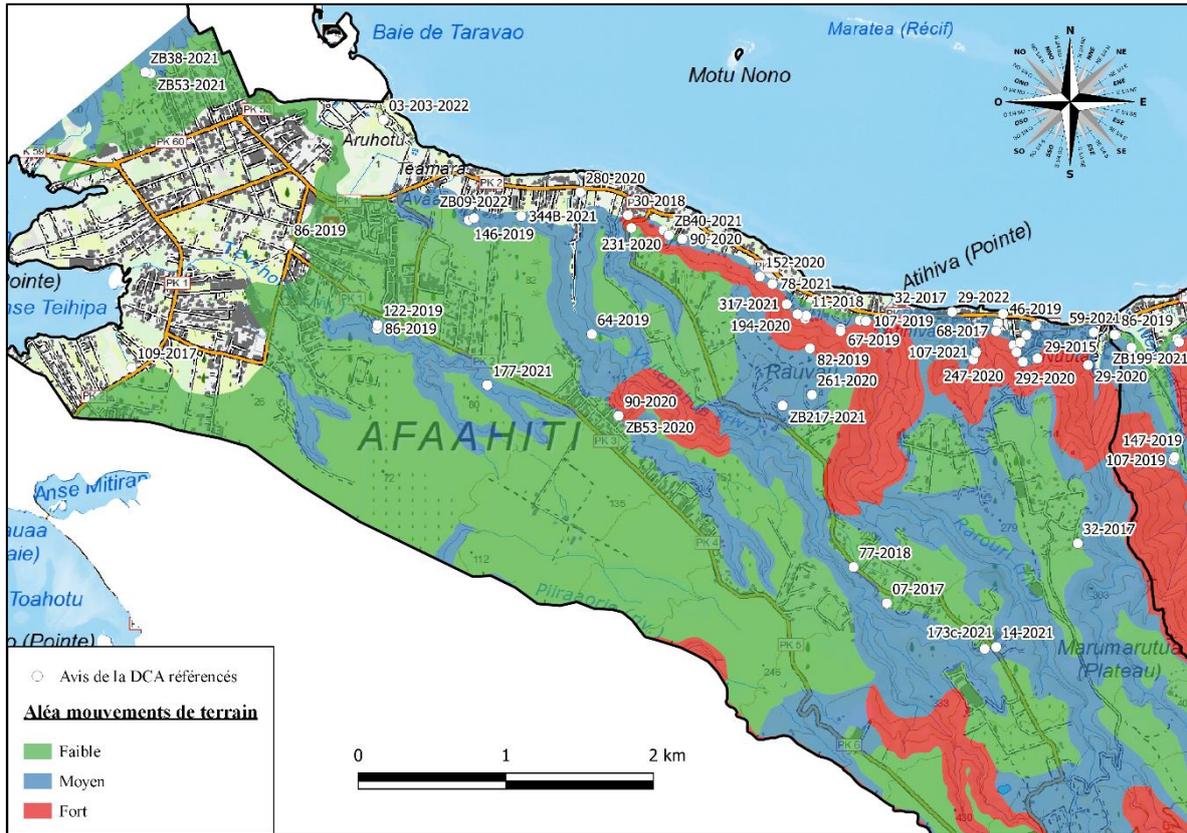


Figure 58 : Géoréférencement des avis de la DCA sur la commune associée d'Afaahiti

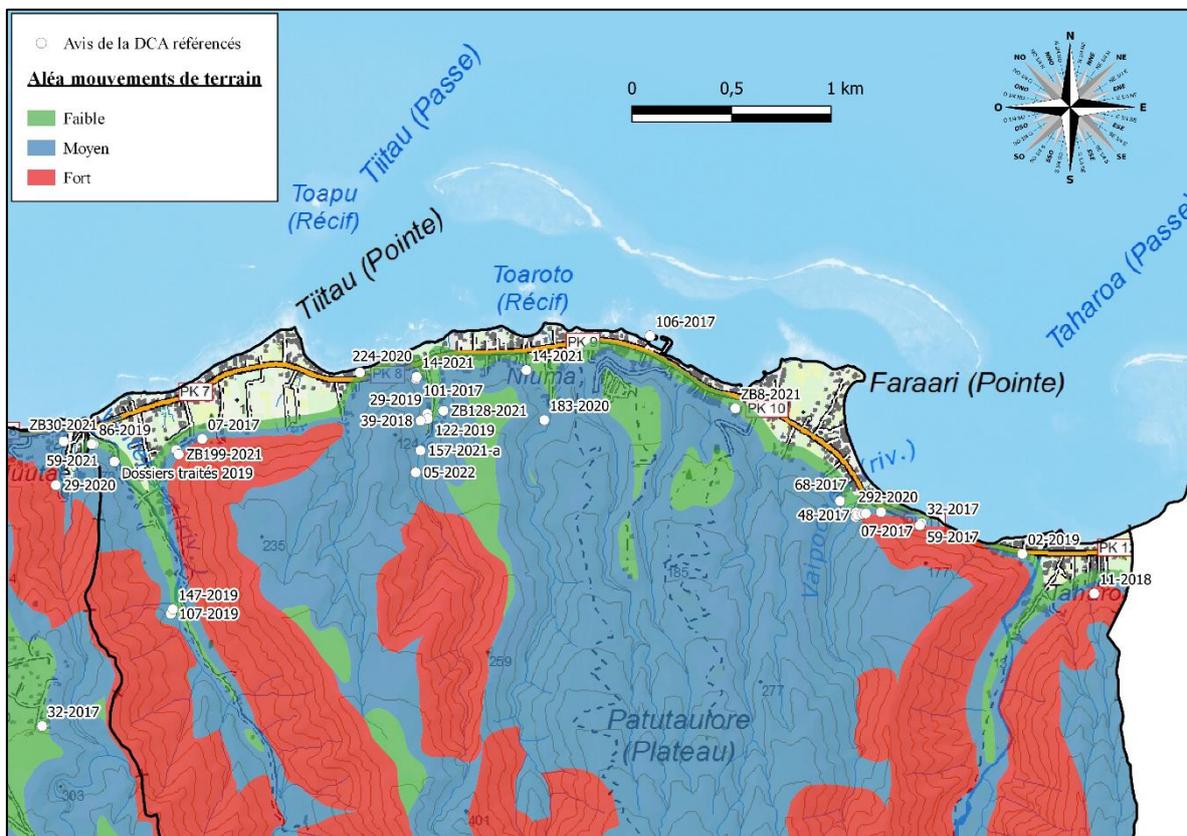


Figure 59 : Géoréférencement des avis de la DCA sur la commune associée de Pueu

### 6.1.3 Les données spatiales

Les données spatiales suivantes nous ont été transmises par la DCA :

Nom de la couche SIG	Type	Contenu
Notes_PPR_LOT1	Vecteur	Localisation des différents avis rendus sur les PPR
BD_MVT_LOT1_GDB	Vecteur	Localisation des mouvements de terrain (BD MVT)
Communes_cote_Est	Vecteur	Limites des communes de la côte Est
Limites_communes_lot1	Vecteur	Limites des communes du lot 1
decoup_alea_mvt_2009_lot1	Vecteur	Cartographie des aléas MVT (2006)
Alea_MVT_2022_lot1_GDB	Vecteur	Cartographie des aléas MVT mise à jour par la DCA (2022)
PK_Tahiti	Vecteur	Point kilométrique de Tahiti
carte_geologique_Papara-teva_i_uta-taravao	Raster	Carte géologique de Taravao (1990)
carte_geologique_Papeete_2	Raster	Carte géologique de Papeete (1985)
TAHITI_50000_px5m	Raster	Fond topographique au 1/50 000ème
MNT_IDV_THT_2015_0.tif	Raster	MNT 2015 (bordure littorale nord-ouest) - Résolution 1 m
MOS_IDV_THT_2020_0.ecw	Raster	Orthophotographie de 2020
MOS_IDV_THT_2017_0.ecw	Raster	Orthophotographie de 2017
MOS_IDV_THT_2015_0.ecw	Raster	Orthophotographie de 2015
MOS_IDV_THT_2014_0.ecw	Raster	Orthophotographie de 2014
MOS_IDV_THT_2011_0.ecw	Raster	Orthophotographie de 2011
MOS_IDV_THT_2007_0.ecw	Raster	Orthophotographie de 2007
MOS_IDV_THT_1981_0.ecw	Raster	Orthophotographie de 1981

Des données complémentaires ont été récupérées via :

- Le portail Te Fenua ;
- La cartothèque de l'IRD (géomorphologie, la pédologie des sols, etc.) ;
- Le service de l'urbanisme (hydrographie, localisation, occupation des sols, relief, toponymie, voirie, etc.) ;
- Le service cadastre et topographique (MNT - Résolution 5 m).

Cette première phase permet d'appréhender le contexte local, ainsi que l'historique des mouvements de terrain sur les différentes communes associées.

## 6.2 APPROCHE NATURALISTE

Cette approche s'appuie essentiellement sur la photo-interprétation et sur une étude de terrain.

### 6.2.1 Les données spatiales

Les photographies aériennes constituent un outil de télédétection assez performant pour la réalisation de la carte des observations.

Pour les 4 communes associées, Géolithe utilisera ces photographies pour repérer les glissements de terrain anciens dénudés de végétation.

Pour ce faire, nous allons procéder à une photo-interprétation (analyse diachronique) des orthophotographies mises à disposition par la DCA (1981, 2007, 2010, 2011, 2013, 2014, 2015, 2017, 2020).

## 6.2.2 Campagne de terrain

### 6.2.2.1 Visite avec les services de la Mairie

Deux réunions de présentation aux communes ont été organisées par la DCA :

- ✓ **Le 21 Mars 2022 à 9h30** à la Mairie de Tairapu-Est pour les communes associées de Afaahiti et Pueu en présence des services communaux, de la DCA et de Géolithe ;
- ✓ **Le 4 Avril 2022 à 9h00** à la Mairie de Hitiaa O Te Ra pour les communes associées de Tiarei et Mahaena en présence des services communaux, de la DCA et de Géolithe.

Les comptes-rendus des réunions ont été diffusés à l'ensemble des participants.

**Le 25 Mars 2022**, les sapeurs-pompiers de la commune de Tairapu-Est ont réalisé une visite de 2h avec Géolithe, afin d'indiquer les mouvements de terrain qui ont eu lieu sur les communes associées d'Afaahiti et Pueu.

**Le 4 Avril 2022**, la police municipale de la commune de Hitiaa O Te Ra a réalisé une visite de 3h avec Géolithe, afin d'indiquer les mouvements de terrain qui ont eu lieu sur les communes associées de Tiarei et Mahaena.

### 6.2.2.2 Campagne de terrain – Géolithe

Nos observations de terrain se focaliseront au droit des zones urbanisées et à urbaniser, définies par la DCA, c'est-à-dire entre :

- 0 à 100 m d'altitude pour les communes de Tiarei, Mahaena, Pueu ;
- 0 à 730 m d'altitude pour la commune d'Afaahiti.

Les observations se concentreront essentiellement sur :

- Les zones d'aléa fort mouvements de terrain en bordure littorale et au pied des versants compris dans la zone d'étude ;
- Les zones d'aléa moyen mouvements de terrain sous-estimées. Ces zones ont fait l'objet d'une présélection et d'une validation par la DCA.

## 6.3 SYNTHÈSE DES DONNÉES RECUEILLIES

**L'ensemble des données recueillies dans cette première phase seront synthétisées dans les fiches analytiques**, comme souhaitées par la DCA. Les fiches analytiques apparaîtront dans le rapport de la phase 2.

**Géolithe transmettra la Base de Données Mouvements de Terrain (BDMVT) à jour à la DCA** suite aux recueils des témoignages et aux observations de terrain.

La carte des observations présentée dans les fiches analytiques du rapport 2 intégrera :

- Les résultats de la photo-interprétation,
- Les points d'observations relevés sur le terrain,
- La Base de Données Mouvements de Terrain (BDMVT) à jour.

## 7 METHODOLOGIE DE CARTOGRAPHIE DES ALEAS MOUVEMENTS DE TERRAIN

### 7.1 MÉTHODE D'ÉVALUATION DE L'ALÉA

Pour réaliser la précision de la cartographie des aléas mouvements de terrain sur les communes associées du lot 1, Géolithe s'est appuyée sur la méthodologie décrite dans les guides nationaux\*, tout en adaptant certaines notions au contexte polynésien (contexte insulaire, île volcanique, climat chaud et humide, altération des formations géologiques, etc.).

\* PPR *Mouvements de terrain – Guide national méthodologique, 1999 / Les études spécifiques d'aléa lié aux éboulements rocheux – Guide technique – Collection Environnement – Les risques naturels (2004).*

#### 7.1.1 Cartographie de l'aléa à partir des données SIG

A ce jour, il n'existe aucune grille de qualification des aléas sur le territoire de Tahiti. Cependant, un rapport méthodologique a été réalisé par le BRGM en 2006. La grille proposée ci-dessous sera ajustée suite à la phase de terrain et après échange entre la DCA et Géolithe.

Type de matériaux	Lithologie	Pente	Hydrologie, proximité d'une ravine, sources	Indices de glissements ou indices de chutes de blocs	Aléa	Phénomène
<b>Classe 1 :</b> Matériaux remaniés	Alluvions Colluvions Remblais médiocres	< 10°	Oui	-	Faible	Glissement
		10° à 20°	Non	Non	Faible	Glissement
		20° à 25°	Oui / Non	Non	Moyen	Glissement
		> 25°	Oui / Non	Oui / Non	Fort	Glissement
<b>Classe 2 :</b> Matériaux meubles	Mamu III et IV	10° à 20°	Non	Non	Faible	Glissement dominant
		20° à 35°	Oui / Non	Non	Moyen	Glissement dominant
		> 35°	Oui / Non	Oui / Non	Fort	Glissement dominant
<b>Classe 3 :</b> Matériaux raides	Mamu I et II Agglomérats bréchiques	15° à 30°	Oui / Non	Non	Faible	Phénomène mixte
		30° à 45°	Oui / Non	Non	Moyen	Phénomène mixte
		> 45°	Oui / Non	Oui / Non	Fort	Phénomène mixte
<b>Classe 4 :</b> Matériaux rocheux	Basalte Trachyte Etc.	Blocs dans la pente < 25°	Non	Vol < 1 m <sup>3</sup>	Moyen	Remobilisation de blocs
		Blocs dans la pente > 25°	Oui / Non	Vol > 1 m <sup>3</sup>	Moyen / Fort	Remobilisation de blocs
		Barre rocheuse, falaise, remparts	Oui / Non	Oui / Non	Fort	Chutes de blocs

Cette grille est basée sur plusieurs critères tels que la nature des matériaux, la pente, l'hydrologie et les indices géomorphologiques. Cette dernière constitue un outil d'aide à la décision dans le cadre de la réalisation de la cartographie des aléas mouvements de terrain.

D'une manière générale, la méthodologie utilisée pour une première qualification des aléas consiste à croiser les données de pente avec les formations géologiques. Cependant, les cartes d'aléas mouvements de terrain ont déjà été réalisées et mises à jour par la DCA, Géolithe s'appuiera donc sur cette cartographie. Dans un premier temps, cette carte sera modifiée (si nécessaire) après l'analyse des données historiques, des photographies anciennes et des orthophotographies récentes.

L'analyse et l'interprétation des données SIG se fait à partir des données suivantes :

- La carte géologique de Tahiti (2001) ;
- Les données MNT (2013) ;
- Les orthophotographies (1981, 2007, 2010, 2011, 2013, 2014, 2015, 2017, 2020) ;
- Les données historiques (BD MVT, expertises, témoignages).

#### 7.1.1.1 Les données MNT

Le Modèle Numérique de Terrain (MNT) est une représentation de la topographie d'un terrain. Le MNT, fourni par la section cadastre du service Topographie de la Direction des Affaires Foncières de la Polynésie Française, a une **précision de 5 m**. A l'aide des outils SIG (QGis) Géolithe a traité le MNT pour extraire la carte des pentes et les ombrages. La superposition des courbes de niveau sur la carte des pentes nous a permis d'avoir une vision globale de la topographie sur l'ensemble de la zone d'étude. Géolithe s'appuie également sur l'outil SIG, Profil Tool (QGis), qui permet d'obtenir les profils topographiques et les profils des pentes (extraits du MNT) (Figure 60).

**Nota : Le MNT, étant peu précis, il servira uniquement d'appui pour la cartographie, la phase de terrain, avec le relevé des points GPS, sera prépondérante.**

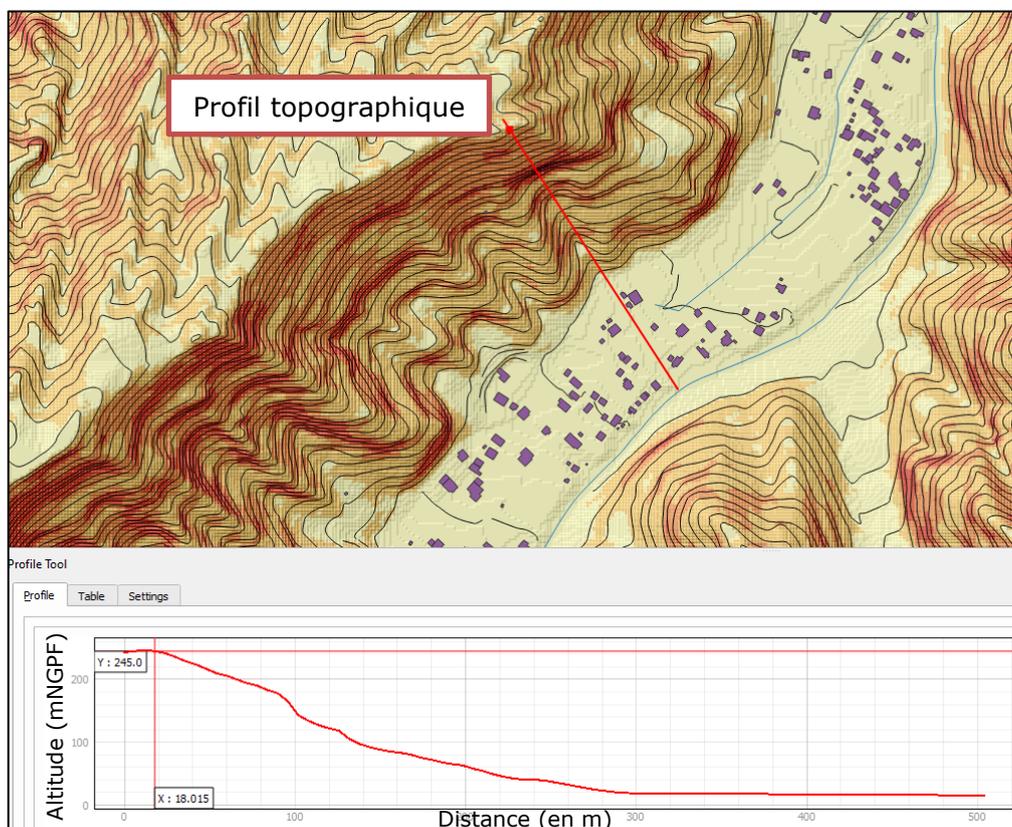


Figure 60 : Profil topographique tracé à l'aide de l'outil Profil Tool sur MapInfo – Vallée Onohea – Tiarei

### 7.1.1.2 Les orthophotographies anciennes et récentes

La photo-interprétation a été réalisée à partir des **orthophotographies datant de 1981, 2007, 2010, 2011, 2013, 2014, 2015, 2017, 2020**, transmises par la DCA.

Des anciens glissements de terrain peuvent être identifiés à partir des orthophotographies. Les témoignages collectés sur le terrain permettent également de confirmer certaines observations (Figure 61 et Figure 62).



Figure 61 : Glissement de terrain identifié à partir de l'orthophotographie de 2020 – Afaahiti – PK4  
(source : ©section Topographie - service de l'urbanisme)

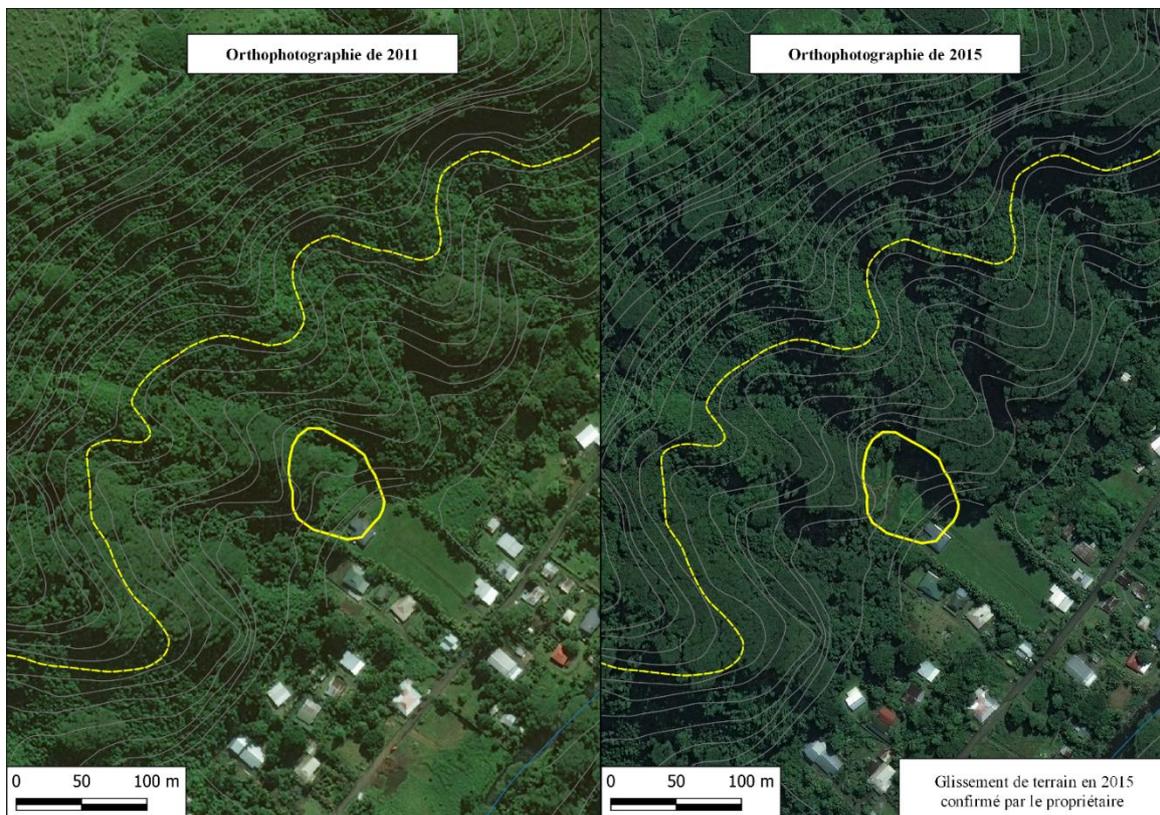


Figure 62 : Comparaison des orthophotographies de 2011 et de 2015 montrant l'évolution du versant suite à un glissement de terrain qui a eu lieu en 2015  
(source : ©section Topographie - service de l'urbanisme)

### 7.1.1.3 Les données historiques

A partir de la BD MVT, les évènements recensés ont été géoréférencés. En fonction de l'ampleur du phénomène (volume remobilisé, géomorphologie du secteur, risque résiduel, etc.), la zone affectée sera cartographiée en aléa moyen ou en aléa fort.

Pour certains évènements, nous allons retourner sur le terrain pour voir l'état actuel de l'affleurement et en déduire un zonage d'aléa approprié (à l'instant t).

#### Définition de l'aléa de référence

Pour chaque type de mouvements de terrain, chutes de blocs/éboulements ou glissements de terrain, **un aléa de référence** est défini. Il sert de base à l'élaboration de la carte d'aléa.

Initialement, cet aléa correspond à l'évènement centennal ou au plus fort évènement connu, s'il présente une période de retour supérieure à 100 ans.

**La DCA souhaite que la cartographie soit réalisée en se basant sur l'historique des évènements connus pour chaque secteur homogène.** Il n'y aura pas d'aléa de référence choisi à l'échelle du lot 1.

### 7.1.2 **Intégration des études techniques disponibles**

**Les rapports techniques du BRGM** servent de support pour la précision cartographique des aléas mouvements de terrain.

**Les visites réalisées par la DCA** sont géoréférencées et seront analysées. Ces avis nous permettent d'avoir des informations complémentaires ou d'observer les évolutions notables entre l'avis et la visite de terrain réalisée en 2022.

**Les rapports du LTTP** seront analysés et intégrés à la cartographie des aléas mouvements de terrain.

### 7.1.3 **Cartographie de l'aléa suite aux visites de terrain**

Les réunions en Mairie vont nous permettre d'avoir des informations sur :

- Les évènements historiques ;
- Les enjeux particuliers de la commune.

Les reconnaissances naturalistes effectuées sur le terrain consistant à réaliser des :

- Relevés géologiques (lithologie, faciès, dureté des formations, etc.),
- Relevés des indices géomorphologiques (déformation des ouvrages, modèles caractéristiques des glissements de terrain, etc.),
- Relevés des circulations d'eau (végétation, sources apparentes ou captées, etc.),
- Relevés des dégâts existants sur les habitations (fissures, affaissement, etc.).

Chaque point d'observation réalisé sur le terrain fera l'objet d'un point GPS, d'une note de terrain et d'une ou plusieurs photographies. **Ces observations seront synthétisées dans les fiches analytiques.**

Suite à ces observations des terrains, Géolithe pourra préciser la cartographie des aléas mouvements de terrain.

Dans le paragraphe suivant, nous détaillerons la méthodologie précise de caractérisation des aléas en fonction des données disponibles et des observations réalisées.

## **7.2 CARACTÉRISATION DES ALÉAS**

### **7.2.1 Phénomènes de glissements de terrain et coulées de boue**

Pour mieux cerner les glissements de terrain, il est nécessaire de déterminer dans quel contexte ils peuvent se manifester. Pour cela, des facteurs de prédisposition (permanents) et des facteurs non permanents (aggravants ou non) ont été différenciés :

- ✓ **Les facteurs de prédisposition :**
  - Géologie : nature, altération, fracturation, épaisseur des faciès ;
  - Morphologie : pentes, encaissement.
  
- ✓ **Les facteurs non permanents :**
  - Altitude : différence de pluviométrie ;
  - Venue d'eau, d'humidité : résurgence, écoulement, etc. ;
  - Végétation : présence ou non ;
  - Activité humaine : ouvrages de protection, drainage mal adapté, etc.

**Remarque** : Concernant les **phénomènes de coulées de boue**, leur caractérisation reste complexe, puisqu'il faut des conditions hydrologiques et géomorphologiques bien spécifiques pour qu'une coulée apparaisse. Ce phénomène est donc intégré dans les glissements de terrain, puisqu'un glissement de terrain peut se transformer rapidement en coulées de boue (glissement saturé en eau).

Niveau d'aléa	Critères (probabilité d'occurrence)	Formations géologiques sensibles*	Parades réalisables (intensité du phénomène)
<b>Fort G3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indices d'activité sur toutes les pentes, perturbations de la topographie (niches d'arrachement, bourrelets, fissures, rétention d'eau dans les contre-pentes, arbres en crosse, etc.)</li> <li>Zones exposées à des glissements de grande ampleur ou à des coulées de boue (phénomènes historiques ou configuration propice)</li> <li>Dégâts sur le bâti ou sur les axes de communication (fissures, affaissement, etc.)</li> <li>Forte pente (cf. colonne ci-contre)</li> <li>Talus anthropique où des glissements se sont produits suite à l'ouverture du talus*</li> </ul> <p>* La délimitation de la zone G3 correspondra à l'ensemble de la zone glissée évaluée à partir de observations de terrain, de la géomorphologie du site, de la pente générale, etc.</p>	<p><b>Classe 1</b> <i>Pente &gt; 25°</i></p> <p><b>Classe 2</b> <i>Pente &gt; 35°</i></p> <p><b>Classe 3</b> <i>Pente &gt; 45°</i></p>	Parades techniques difficiles et coûteuses
<b>Moyen G2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Glissement ancien connu stabilisé</li> <li>Indices de glissements actifs de faible volume</li> <li>Conditions hydrogéologiques défavorables</li> <li>Dégâts de faible ampleur sur le bâti ou sur les axes de communication</li> <li>Pente moyenne (cf. colonne ci-contre)</li> </ul>	<p><b>Classe 1</b> <i>20° &lt; p &lt; 25°</i> <i>10° &lt; p &lt; 20° si facteur aggravant**</i></p> <p><b>Classe 2</b> <i>20° &lt; p &lt; 35°</i> <i>10° &lt; p &lt; 20° si facteur aggravant**</i></p> <p><b>Classe 3</b> <i>30° &lt; p &lt; 45°</i></p>	A l'échelle de plusieurs parcelles ou à l'échelle du versant
<b>Faible G1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Glissements potentiels (pas d'indices de mouvements observés, mais des désordres pourraient apparaître si des aménagements sont réalisés sans précautions)</li> <li>Pente faible (cf. colonne ci-contre)</li> </ul>	<p><b>Classe 1</b> <i>10° &lt; p &lt; 20°</i> <i>Pente &lt; 10° si facteur aggravant**</i></p> <p><b>Classe 2</b> <i>10° &lt; p &lt; 20°</i></p> <p><b>Classe 3</b> <i>15° &lt; p &lt; 30°</i></p>	A l'échelle de la parcelle

\* Pour la description des classes géologiques des matériaux, se référer à la grille de qualification des aléas

\*\* Facteur aggravant : Venue d'eau, humidité, source.

Figure 63 : Critères de définition des niveaux d'aléas pour les phénomènes de glissement de terrain

## 7.2.2 Phénomènes de chutes de blocs / éboulements et de remobilisation des blocs

Cette partie traite de la caractérisation de l'aléa chutes de blocs et éboulements, mais aussi du phénomène de remobilisation des blocs.

L'ensemble des critères est synthétisé dans le tableau ci-dessous (Figure 64) :

Niveau d'aléa	Critères (probabilité d'occurrence)	Formations géologiques sensibles	Parades réalisables (intensité du phénomène)
Fort P3	Zones exposées à des <b>éboulements</b> en masse et à des <b>chutes de blocs fréquentes</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone de départ fracturée avec présence de blocs instables (aléa de départ moyen à fort)</li> <li>• Zone de propagation des blocs avec une pente moyenne à forte</li> <li>• Elancement du bloc et type de sol favorables à la propagation</li> </ul> → Selon l'expertise de terrain et les témoignages	Classe 3 Classe 4	Parades techniques difficiles et coûteuses
	<b>Remobilisation fréquente des blocs</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Présence de nombreux blocs instables dans le versant</li> <li>• Versant avec une pente forte à l'aval</li> <li>• Elancement du bloc et type de sol favorables à la propagation</li> </ul>	Classe 1 Classe 2 Classe 3	
Moyen P2	Zones exposées à des <b>chutes de blocs peu fréquentes</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone de départ avec présence de blocs instables (aléa de départ faible à moyen)</li> <li>• Zone de propagation des blocs avec une pente moyenne</li> <li>• Elancement du bloc et type de sol peu favorables à la propagation</li> </ul> → Selon l'expertise de terrain et les témoignages	Classe 3 Classe 4	A l'échelle de plusieurs parcelles ou à l'échelle du versant
	<b>Remobilisation des blocs</b> peu fréquente : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Présence de quelques blocs instables dans le versant</li> <li>• Versant avec une pente moyenne à l'aval</li> <li>• Elancement du bloc et type de sol peu favorables à la propagation</li> </ul>	Classe 1 Classe 2 Classe 3	
Faible P1	Zones exposées à des <b>chutes de pierres ou de chutes de blocs</b> rares : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone de propagation des blocs avec une pente très faible (très peu ou pas de blocs observés)</li> </ul>	Classe 3 Classe 4	A l'échelle de la parcelle
	<b>Remobilisation des blocs</b> rares : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terrain avec une pente faible</li> <li>• Probabilité de remobilisation du bloc très faible</li> </ul>	Classe 1 Classe 2 Classe 3	

Figure 64 : Critères de définition des niveaux d'aléas pour les phénomènes de chutes de blocs/éboulements

**Nota** : La méthode des lignes d'énergie servira également d'appui pour la cartographie, même si les observations de terrain seront prépondérantes. Pour rappel, la méthode des lignes d'énergie (se référer au guide MEZAP\* - Figure 65 et Figure 66) permet de déterminer des enveloppes de propagation des blocs (aléa fort, aléa moyen). Cette méthode consiste à qualifier l'emprise de propagation des blocs rocheux dans un versant à partir de l'angle entre l'horizontale et une ligne imaginaire partant de la zone de départ.

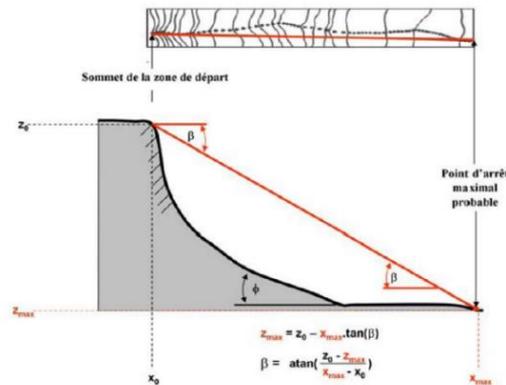
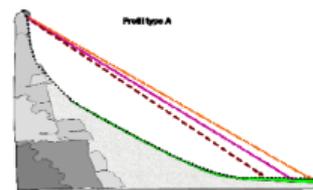


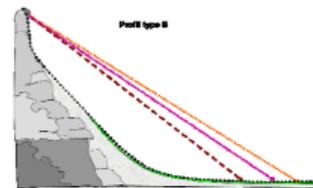
Figure 65 : Représentation schématique du principe de la ligne d'énergie (Berger, 2009)

Le guide MEZAP propose également les différentes plages de valeurs de seuil pouvant être considérées selon la configuration des profils de propagation (ou de pente).



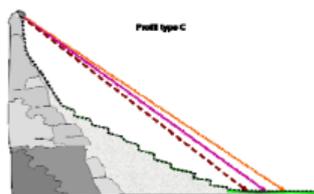
**A) Description** : Profil de pente régulière en pied de zone de départ.

**Qualification des niveaux de probabilités** : répartition statistique des blocs régulières selon des valeurs d'angle usuelles (A titre indicatif : Fort de l'ordre de 34°, Moyen de l'ordre de 32°, Faible de l'ordre de 30°)



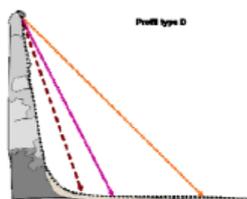
**B) Description** : Profil de pente régulière en pied de zone de départ avec replat marqué en fin de trajectoire.

**Qualification des niveaux de probabilités** : répartition statistique des blocs resserrée, valeurs d'angle plus fortes (A titre indicatif : Fort de l'ordre de 34-38°, Moyen de l'ordre de 33-37°, Faible de l'ordre de 31-36°)



**C) Description** : Profil de pente irrégulière en pied de zone de départ (terrasses agricoles...).

**Qualification des niveaux de probabilités** : répartition statistique des blocs régulières selon des valeurs fortes (A titre indicatif : Fort de l'ordre de 34-38°, Moyen de l'ordre de 32-36°, Faible de l'ordre de 30-34°)



**D) Description** : Falaise et replat marqué

**Qualification des niveaux de probabilités** : répartition statistique des blocs très resserrée valeurs d'angle très fortes (la méthode des cônes ne s'applique dans ce cas qu'au sens d'une méthode géométrique permettant par un rapport de distance d'apprécier les distances de propagation. A titre indicatif il n'est pas impossible de retenir des valeurs supérieures à 40°)

Figure 66 : Exemples de modulations des intervalles d'angles de la méthode des cônes en fonction des profils de pente pouvant être rencontrés (MEZAP, 2014)

### **Remarque sur les talus anthropiques :**

Les talus anthropiques sont souvent le siège d'instabilités. Ces talus comprennent :

- Les talus routiers,
- Les talus des chemins,
- Les talus aux abords de stade,
- Les talus réalisés pour la construction de maison individuelle, etc.

Dans la majorité des cas, les talus restent ouverts sur une durée relativement longue (> 6 mois) sans aucune protection au droit du terrassement. Ces terrassements ne sont généralement pas faits dans les règles de l'art (hauteur maximale, pente à respecter). Ces aménagements sont donc régulièrement le siège d'instabilités (glissement superficiel, chutes de blocs). Dans ce cas, les instabilités relèvent essentiellement de défauts de conception et ne sont pas considérés comme des phénomènes naturels.

Lorsque ces talus sont suffisamment importants et qu'ils peuvent engendrer la déstabilisation d'une partie du versant, ils sont pris en considération dans la carte des aléas mouvements de terrain.

Par exemple, sur la commune associée d'Afaahiti, des terrassements verticaux ont été effectués afin de créer un chemin d'accès. Depuis, il y a régulièrement des chutes de blocs (Figure 67). Les blocs roulent dans le chemin et atteignent la parcelle voisine, qui a créé un merlon pour se protéger. Les blocs éboulés sont de taille décimétrique à métrique.



*Figure 67 : Chutes de blocs suite à des terrassements réalisés pour la création d'un chemin d'accès  
(source : Géolithe – BD MVT – AFAAHITI\_7 – Point d'observation n°310)*

## 7.2.3 Principes généraux de la cartographie

### 7.2.3.1 Codification de l'aléa

L'ensemble du travail effectué précédemment aboutit à un code relativement simple croisant l'intensité de l'aléa et la nature du phénomène :

Niveau d'aléa	Aléa glissements de terrain	Aléa chutes de blocs
	Glissements de terrain Coulées de boue Erosion, ravinement	Eboulements Chutes de blocs Remobilisation des blocs
Aléa fort	G3	P3
Aléa moyen	G2	P2
Aléa faible	G1	P1

**L'aléa négligeable mouvements de terrain** n'est pas réglementé dans le cadre du PPR. Il est qualifié dans la table attributaire de la couche SIG en tant qu'aléa nul glissements de terrain et chutes de blocs.

### 7.2.3.2 Principe de superposition des aléas

Sur certains secteurs, l'aléa chute de blocs et l'aléa glissement de terrain se superposent. Cette superposition est soit liée à :

- La nature des matériaux (exemple : altérites à blocs) qui peuvent être à l'origine des deux phénomènes,
- La superposition des phénomènes.

#### Les formations à l'origine des phénomènes mixtes

Les formations sensibles au glissement de terrain (colluvions et mamus II ou III) sont également susceptibles d'être le siège d'une remobilisation des blocs présents dans la pente.

Dans ce cas précis, c'est-à-dire dans le cas des colluvions et des mamus II ou III présentant des blocs dans la matrice ou dans le versant, les règles suivantes sont appliquées :

- Lorsqu'un aléa G3 a été identifié, un aléa P2 lui a été associé, donnant un aléa résultant G3P2,
- Lorsqu'un aléa G2 a été identifié, un aléa P1 lui a été associé, donnant un aléa résultant G2P1.

### 7.2.3.3. Principe de décroissance des aléas

Dans la majorité des cas, l'évolution des phénomènes naturels est continue, la transition entre les divers degrés d'aléa est donc théoriquement linéaire. Lorsque les conditions naturelles - notamment la topographie - n'imposent pas de variations particulières, les zones d'aléas élevés, moyen et faible sont « jointives ». Il existe donc, dans ce cas, pour une zone d'aléa élevée donnée, une zone d'aléa moyen et une zone d'aléa faible à modéré qui traduisent la décroissance de l'intensité et/ou de la probabilité du phénomène avec l'éloignement (*source : BRGM - RP-66346-FR*).

Le principe de décroissance de l'aléa s'applique à l'amont comme à l'aval de la zone étudiée. A l'amont, elle traduit les phénomènes potentiels de recul (niches d'arrachement dans le cas de glissements de terrain, fissures de décompression dans le cas d'éboulement, etc.) et à l'aval, elle traduit les phénomènes de propagation (bourelets en pied du glissement, propagation des blocs dans la pente, etc.).

En fonction de la nature des matériaux, de la géomorphologie de la zone et des indices d'activité dans le versant, les distances de recul et de propagation sont variables. Le tableau ci-dessous détaille pour chaque zone, les règles suivies au cours du zonage d'aléa :

Typologie de la zone d'aléa fort	Aléa moyen	Aléa faible
<b>Falaises côtières</b> <i>Cf. Figure 68</i>	10 m (zone amont)	10 m (zone amont)
<b>Encaissement des thalwegs</b>	10 m	10 m
<b>Glissement de terrain (G3)</b> <i>Cf. Figure 69</i>	10 m (zone amont) 10 m (zone aval)	10 m (zone amont) 10 m (zone aval)
<b>Glissement avéré – Zone visitée</b>	A dire d'expert – En fonction des observations de terrain	A dire d'expert – En fonction des observations de terrain
<b>Phénomène mixte (G3P2)</b> <i>Cf. Figure 70</i>	10 m (zone amont) 20 à 30 m (zone aval)	10 m (zone amont) 20 et 30 m (zone aval)

L'application de ces zones tampons (Figure 68, Figure 69 et Figure 70) correspond à une construction géométrique et non à une évaluation fine du phénomène à l'échelle de la parcelle. Ces valeurs forfaitaires ont été définies afin de garder une certaine cohérence à l'échelle communale.

**Remarque :** Cependant, elles pourront être adaptées, sur les secteurs visités, en fonction des indices observés sur le terrain.

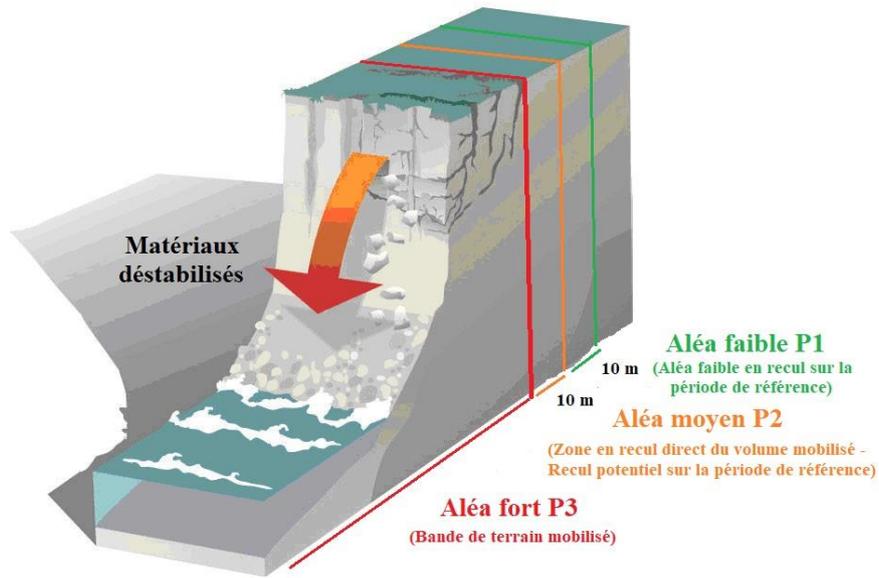


Figure 68 : Schéma de principe de la décroissance de l'aléa dans le cas des falaises côtières (source : MEDD-DPPR - illustration modifiée par Géolithe)

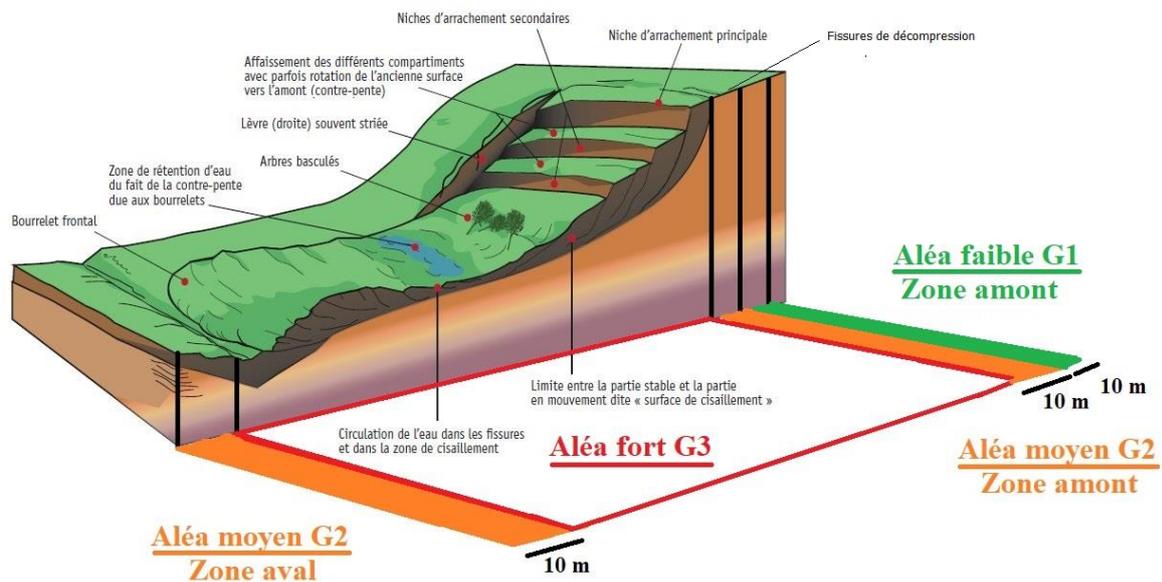


Figure 69 : Schéma de principe de la décroissance de l'aléa dans le cas des zones cartographiées comme sensibles aux glissements de terrain (source : A.Fric - illustration modifiée par Géolithe)

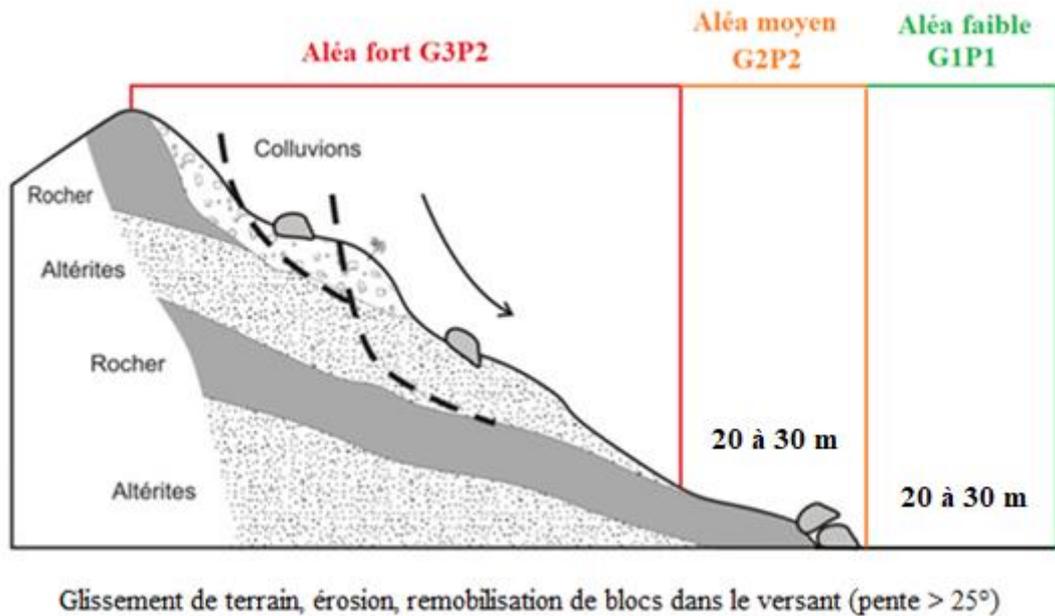


Figure 70 : Schéma de principe de la décroissance de l'aléa dans le cas des phénomènes mixtes avec une remobilisation des blocs dans la pente (source : BRGM – illustration modifiée par Géolithe)

## 8 ORGANISATION DE LA PHASE DE TERRAIN

Le planning de la phase terrain est présenté ci-dessous de manière détaillée :

Jour	Communes associées	Matin	Après-midi
<b>Semaine 11 - Tiarei</b>			
Lundi 14 Mars	Tiarei	Bordure littorale (J1)	
Mardi 15 Mars	Tiarei	Vallée Faaromai - Zone urbanisée (J4)	
Mercredi 16 Mars	Tiarei	Bordure littorale (J3)	
Jeudi 17 Mars	Tiarei	Vallée Onohea - Zone urbanisée (J2)	
Vendredi 18 Mars	Tiarei	Bordure littorale (J5)	
<b>Semaine 12 - Afaahiti</b>			
Lundi 21 Mars	Afaahiti	Réunion à 9h30	Plateau de Taravao (J1)
Mardi 22 Mars	Afaahiti	Avaavatohora (J2)	
Mercredi 23 Mars	Afaahiti	Bordure littorale (J3)	
Jeudi 24 Mars	Afaahiti	Plateau Marumarutua (J4)	
Vendredi 25 Mars	Afaahiti	Visite sur site avec la Mairie / Bordure littorale (J5)	
<b>Semaine 13 - Afaahiti / Pueu</b>			
Lundi 28 Mars	Pueu	Rivière Vaitehora (J1)	
Mardi 29 Mars	Pueu	Bordure littorale (J2)	
Mercredi 30 Mars	Pueu	Bordure littorale (J3)	
Jeudi 31 Mars	Pueu	Taharoa (J4)	
Vendredi 1 Avril	4 communes	Prises de vue drone (non réalisée car mauvais temps)	
<b>Semaine 14 - Mahaena</b>			
Lundi 4 Avril	Tiarei / Mahaena	Réunion à 9h00	Visite sur site avec la PM
Mardi 5 Avril	Mahaena	Vallée de Paoi (J2)	
Mercredi 6 Avril	Mahaena	Vallée de Tefaa Rahi (J3)	
Jeudi 7 Avril	Mahaena	Bordure littorale (J4)	
Vendredi 8 Avril	Papeete	Réunion DCA / Géolithe	

Le parcours est détaillé sur les cartes ci-dessous pour les 4 communes associées :

- Mahaena (Figure 74),
- Afaahiti (Figure 72),
- Pueu (Figure 73),
- Tiarei (Figure 71).

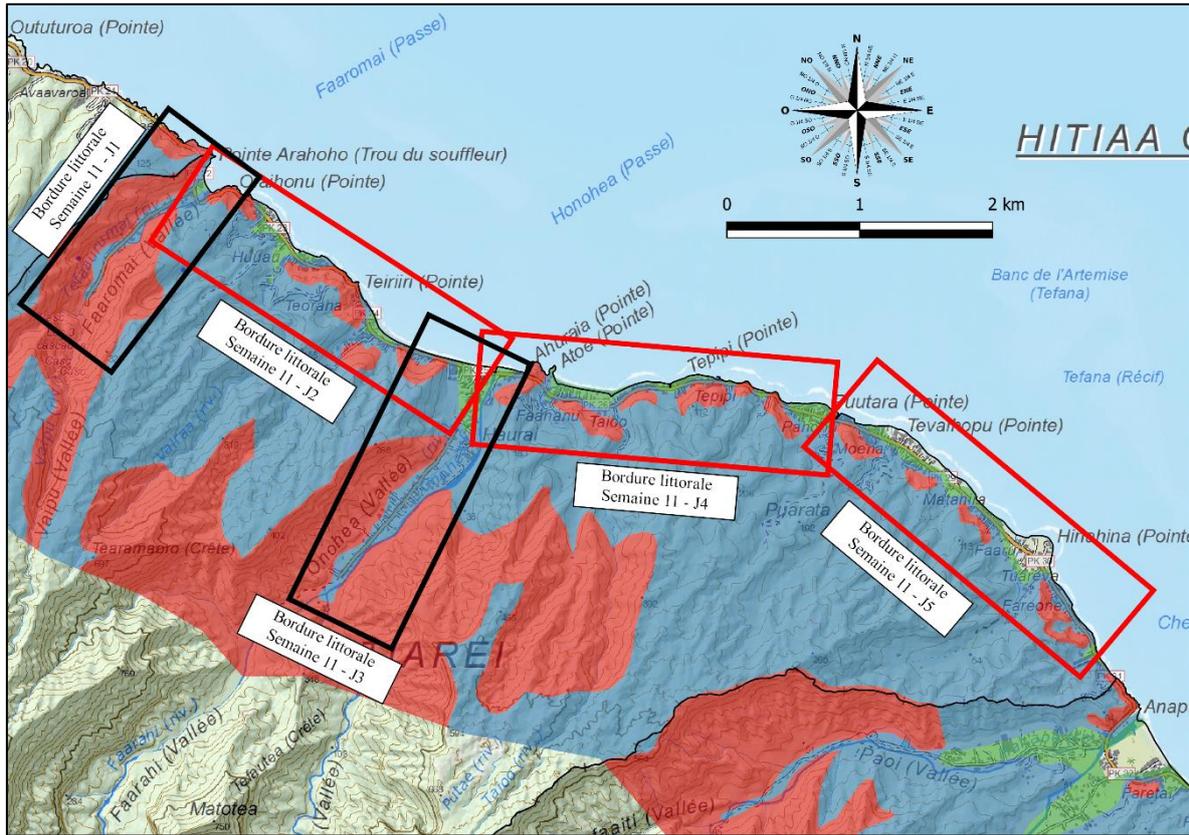


Figure 71 : Répartition du terrain prévue sur la commune associée de Tiarei

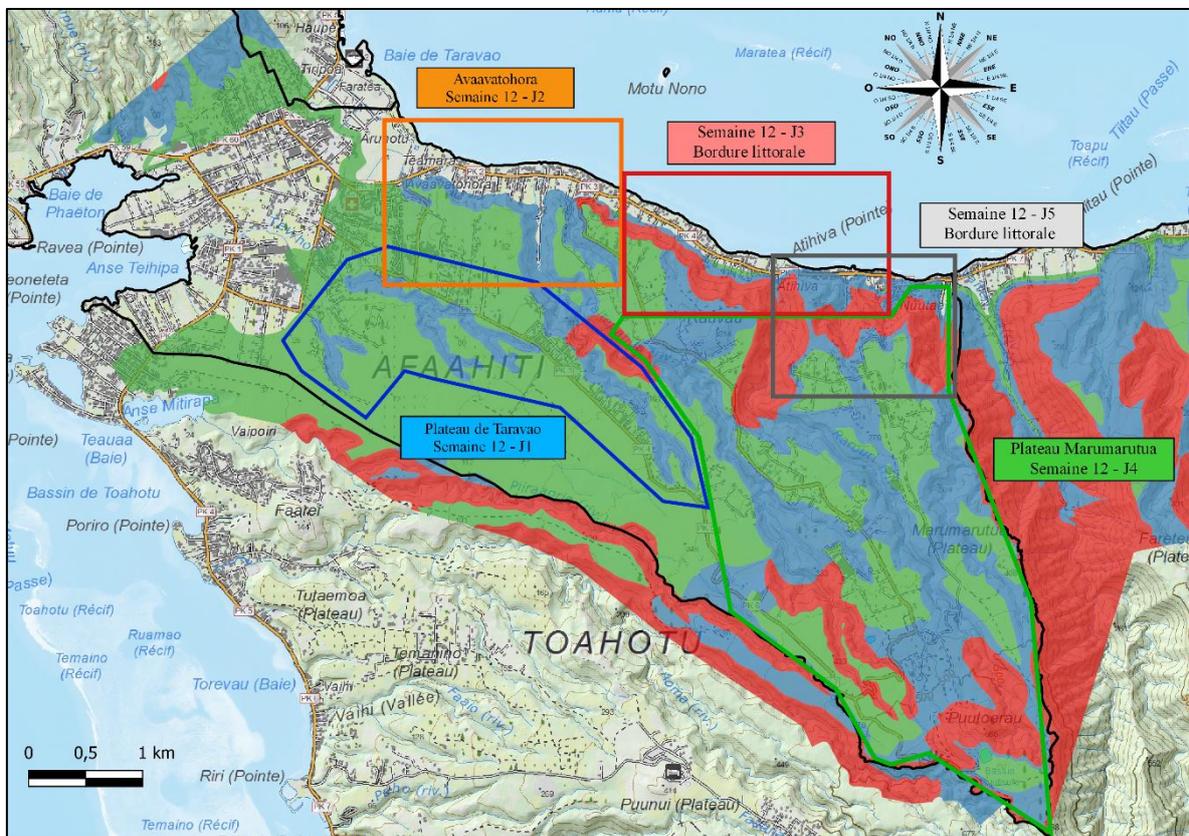


Figure 72 : Répartition du terrain prévue sur la commune associée d'Afaahiti

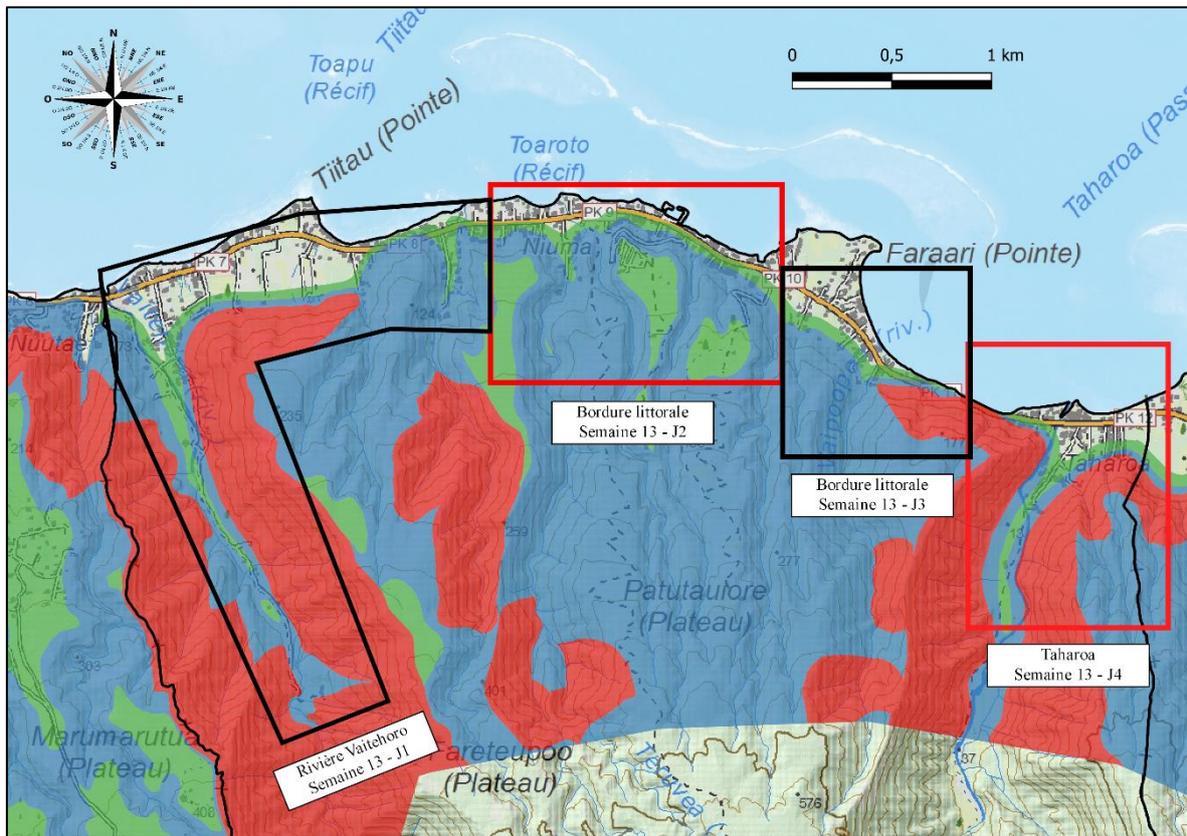


Figure 73 : Répartition du terrain prévue sur la commune associée de Pueu

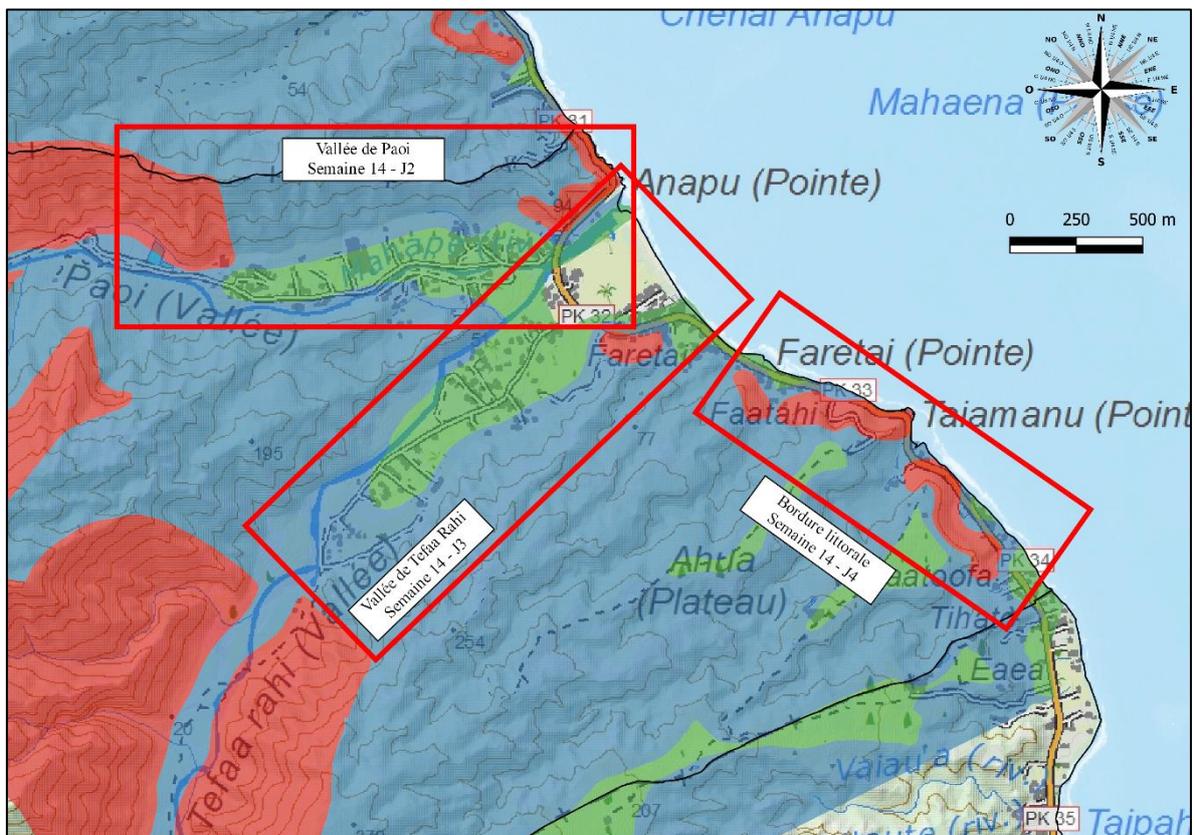


Figure 74 : Répartition du terrain prévue sur la commune associée de Mahaena

**Une seconde phase de terrain** sera réalisée à l'issue d'un premier rendu cartographique et de la validation du présent rapport par la DCA.

## 9 FICHE ANALYTIQUE

 Précision des aléas mouvements de terrain Fiche analytique n° 1		
Commune associée		<i>Plan de localisation</i>
Référence du site		
Visite réalisée par		
Date de la visite		
Coordonnées géographiques		
X	Y	

Contexte	
Topographie	
Géologie	
Géomorphologie	
Hydrogéologie	
Historique des événements passés	

Résultats des investigations	
<i>Carte graphique des observations réalisées sur le terrain</i> <i>Tableau récapitulatif des observations</i>	
<i>Photographie de la zone investiguée + légende</i>	<i>Photographie de la zone investiguée + légende</i>
<i>Photographie de la zone investiguée + légende</i>	<i>Photographie de la zone investiguée + légende</i>

Avis de la DCA existants	
Référence des rapports intégrés	
Carte de localisation des avis rendus	
Synthèse à retenir	

Révision de la cartographie des aléas mouvements de terrain	
Modification	<i>OUI / NON</i>
Nature de la modification	<i>Augmentation ou réduction de l'aléa (glissements, chutes de blocs ou coulées de boue)</i>
Justification de la modification	<i>Détailler la justification</i>
<b>Cartographie des aléas mouvements de terrain avant modification</b>	<b>Cartographie des aléas mouvements de terrain après modification</b>