

ETUDE DE L'ALEA INONDATION AU DROIT DE COURS D'EAU DE LA POLYNESIE FRANCAISE

RIVIERE VAIPAO



■ ■ ■ ——— **Rapport d'expertise**

Table des matières

1.	ZONE D'EXPERTISE	3
1.1.	Présentation des caractéristiques générales du bassin versant	3
1.2.	Localisation de la zone d'expertise	4
2.	METHODOLOGIE RETENUE	5
2.1.	L'expertise hydrogéomorphologique	5
2.1.1.	Les unités actives fonctionnelles	6
2.1.2.	Les formes connexes	6
2.1.3.	Prise en compte des aménagements et de l'occupation des sols	7
2.2.	Traduction qualitative des aléas	7
3.	DONNEES DE L'EXPERTISE PAR TRONÇONS HOMOGENES	9
3.1.	Tronçon 1 zone amont torrentielle	10
3.2.	Tronçon 2 plaine littorale	13
4.	CONCLUSION	14
4.1.	Evolution de la connaissance de l'aléa	14
4.2.	Propositions de mesures d'aménagement	14
ANNEXES		15
BIBLIOGRAPHIE		18

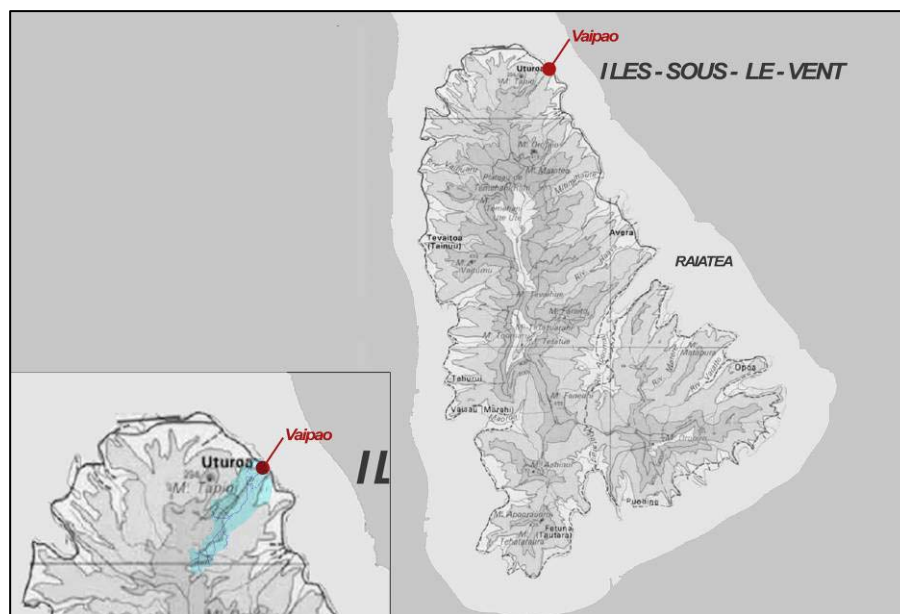
1. ZONE EXPERTISEE

1.1. Présentation et caractéristiques générales du bassin versant

La zone d'étude correspond au débouché de la rivière Vaipao située sur le territoire de la commune d'Uturoa, au nord de l'île de Raiatea.

Ce petit bassin versant, d'une superficie d'un peu plus d' 1 km² est dégagé dans les formations volcaniques qui constituent l'ossature de l'île de Raiatea. Il présente une morphologie particulière avec une forme oblongue et étirée, et un réseau hydrographique très concentré en "arête de poisson" (cf. fig.1).

Fig. 1 : localisation du bassin étudié et du secteur d'expertise



Le cours d'eau trouve son origine vers 360 m d'altitude sur les épanchements basaltiques des crêtes du Mont Momoaroa qui dominant la côte nord de l'île

- Sur la partie amont et médiane de son bassin, il s'incise très rapidement dans les planèzes constituées par un empilement de coulées compactes. La vallée principale bien encaissée offre néanmoins un profil en V assez ouvert car ses flancs sont constitués par des matériaux argilo-limoneux instables (altérites) soumis à des mouvements des terrains (ravinement, glissement). Les pentes fortes (> à 10%), combinées à des apports solides importants issus de l'érosion des versants, peuvent favoriser sur cette rivière des dynamiques torrentielles spécifiques de type coulées boueuses.
- Après un peu plus de 2 kilomètres d'un parcours tumultueux, la Vaipao débouche dans la plaine littorale. De 400 m de large dans l'agglomération de la ville d'Uturoa.

Le bassin versant de la Vaipao, excentré par rapport à la dorsale principale de l'île et au plateau de Temehani plus exposés à l'influence directe des dépressions

tropicales, reste néanmoins bien arrosé, avec des valeurs de l'ordre de 2600 mm/an . Les crues se produisent préférentiellement lors de la saison humide de décembre à mars en corrélation avec les dépressions tropicales ou les épisodes cycloniques. Toutefois, les conditions orographiques particulières de l'île (effet de cloisonnement des petits bassins), peuvent également produire des épisodes orageux assez brefs mais de forte intensité, générant des crues soudaines en toute saison, y compris lors de la période sèche.

L'ensemble des caractéristiques physiques (climat, relief) favorise des crues fréquentes et répétitives (1982, 1983, 1985, 1998, 2006, 2007) qui affectent particulièrement la plaine littorale où se concentre l'essentiel de l'urbanisation. Sous l'effet des précipitations intenses, ces événements sont souvent corrélés avec d'autres désordres comme les mouvements de terrains (glissements, coulées boueuses), l'ensemble occasionnant des dégâts importants

La commune d'Uturoa reste marquée par l'évènement du 25 avril 1998 où, lors du cyclone ALAN, le centre-ville et les quartiers environnants ont été recouverts par une coulée boueuse de 0,2 m à 1 m d'épaisseur. Suite à un glissement de terrain, le lit de la Vaipao s'est retrouvé obstrué par un barrage de sédiments, qui a cédé brutalement sous la pression hydrostatique. La rupture soudaine de cet embâcle, a provoqué la propagation d'une coulée de débris et de boue qui a parcouru plus d'un kilomètre avant de s'étaler dans la plaine littorale sur plus de 700 m de large.

1.2. Localisation du secteur d'expertise

Le secteur expertisé représente un linéaire de 800 mètres du lit de la Vaipao où l'on distingue deux unités :

- Un secteur torrentiel à forte pente (4%) où le chenal d'écoulement du cours d'eau assez étroit s'incise de plusieurs mètres dans des dépôts plus anciens. Cet ensemble est couronné à l'aval par un cône de déjection actif où le chenal d'écoulement a été artificiellement détourné par l'est.
- Sur la partie basse, une zone d'étalement à pente faible très déprimée correspondant à la plaine côtière sur laquelle s'est édifié la ville d'Uturoa.



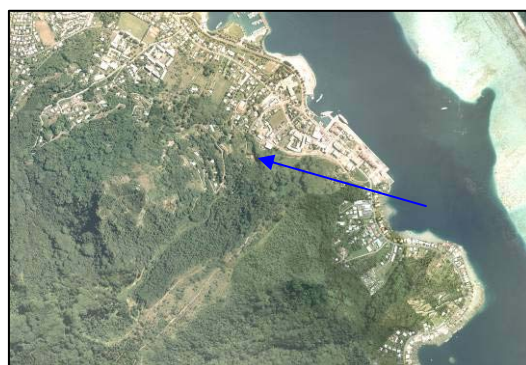
Secteur d'étude : le cône de déjection de la Vaipao au débouché dans la plaine d'Uturoa.

2. METHODOLOGIE RETENUE

2.1. L'expertise hydrogéomorphologique

Elle s'appuie sur la méthode hydrogéomorphologique, approche naturaliste de terrain aujourd'hui préconisée par les services de l'Etat, pour la cartographie des zones inondables. Elle est basée sur l'identification des unités spatiales homogènes correspondant à différents **lits topographiques que la rivière a façonnés dans le fond de vallée** par accumulation de ses sédiments, pour différentes gammes de crues (fréquentes, moyennes, exceptionnelles).

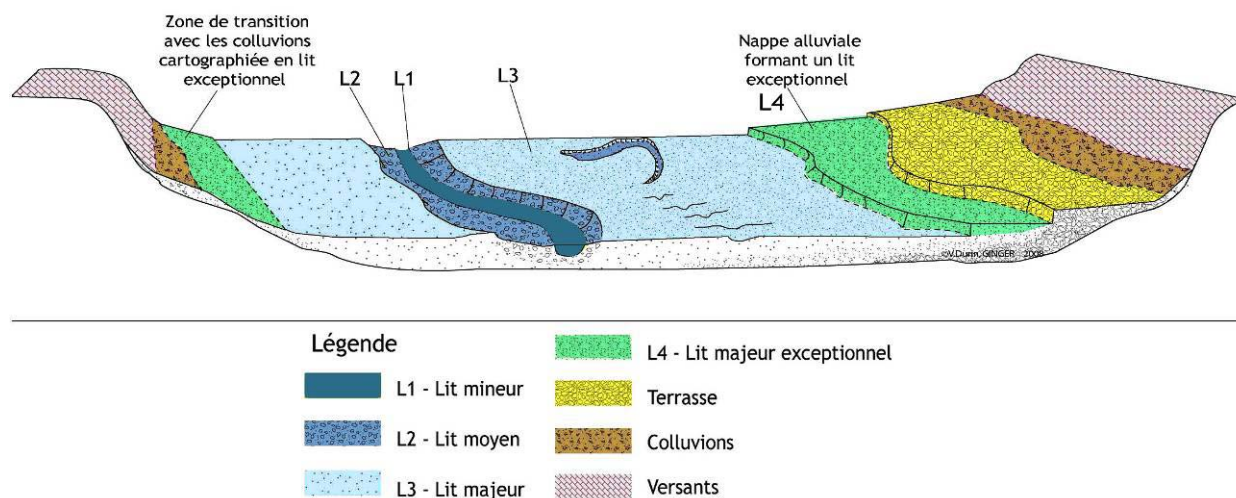
L'analyse hydrogéomorphologique se pratique sur le terrain et par photo-interprétation de clichés aériens. Dans le cas de la Vaipao, nous avons travaillé à partir de clichés stéréoscopiques issus d'une image QuickBird haute résolution (0.6 m) de 2004 fournie par le service de l'urbanisme (convention N° 27/2009), qui constitue également le support de restitution cartographique.



Vallée de la Vaipao (QuickBird 2004)

Dans le détail, cette cartographie dissocie d'une part les unités hydrogéomorphologiques actives de la plaine alluviale (bleu et turquoise) ; et d'autre part, les terrains encaissants non inondables correspondant aux terrasses anciennes (jaune) et au substratum rocheux (rose) qui constituent les versants.

Fig. 2 : schéma d'organisation de la plaine alluviale hydrogéomorphologique et de son encaissant (source GINGER)



L'ensemble des éléments cartographiés dans le cadre du diagnostic hydrogéomorphologique sont présentés ci-dessous par grandes unités :

2.1.2 Les unités actives fonctionnelles

- **Le lit mineur**, incluant le lit d'étiage correspond au lit intra-berges et aux secteurs d'alluvionnement immédiats (plages de galets). Il est emprunté par la crue annuelle, dite crue de plein-bord, n'inondant que les secteurs les plus bas et les plus proches du chenal d'écoulement permanent toujours en eau.
- **Le lit moyen**, fonctionnel pour les crues fréquentes à moyennes (période de retour 2 à 10 ans) assure la transition entre le lit mineur et le lit majeur. Il constitue ce que l'on appelle **la zone de mobilité du cours d'eau**, où les mises en vitesse et les transferts de charge importants induisent une dynamique morphogénique complexe et changeante en liaison avec la présence de chenaux et axes de crue.
- **Le lit majeur** est fonctionnel pour les crues plus rares (période de retour 20 à 100 ans). Il présente un modelé plus plat, situé en contrebas de l'encaissant. La dynamique des inondations dans ces secteurs, privilégie en général les phénomènes de décantation car ils sont submergés par des lames d'eau plus faibles que les unités précédentes. Toutefois, quand ils sont parcourus par d'anciens chenaux, ou gouttières connectées avec les talwegs latéraux, ils peuvent conserver ce que l'on appelle **des axes de grand écoulement**, qui restent relativement dynamiques en termes de hauteur et de vitesse.
- **Le lit majeur exceptionnel** marque généralement les parties inférieures des glacis de raccordement avec les versants où le contact avec l'encaissant est peu marqué dans des secteurs où le substratum basaltique est altéré (mamu) ou dans les zones de colluvions.

2.1.2 Les formes connexes

- **Les points de sortie ou de débordement** correspondent à des secteurs privilégiés d'évacuation d'une partie des débits du chenal principal vers un bras de décharge ou d'un axe d'écoulement dans le lit majeur.
- **Les Bras secondaires de décharge et axe d'écoulement** sont représentés par une flèche localisant la ligne de courant. Il s'agit de dépressions recoupant la plaine alluviale, mises en eau lors des plus fortes crues avec une hauteur d'eau et des vitesses plus importantes que dans le reste du champ d'inondation, traduisant un aléa plus fort.
- **Cônes de déjection** : Les cours d'eau à caractère torrentiel à forte pente au contact des plaines littorales proches du niveau de base côtier sont

couronnés à leur exutoire par une accumulation de sédiments grossiers qui constituent des cônes de déjection.

Surélevés par rapport au reste de la vallée, ces derniers, affectés tout ou partie de leur surface par des inondations avec une activité hydrodynamique variable en fonction des caractéristiques du bassin versant amont (taille, lithologie, nature du couvert végétal...)

2.1.3 Prise en compte des aménagements et de l'occupation des sols

Les aménagements anthropiques, l'urbanisation, ainsi que certains éléments du milieu naturel (verrous rocheux) ont des incidences directes multiples et variées sur la dynamique des écoulements au sein du champ d'inondation.

Les éléments suivants sont cartographiés : ponts, digues, seuils, remblais d'infrastructures linéaires ou surfaciques, autant d'ouvrages longitudinaux ou transversaux susceptibles de faire obstacle aux écoulements ou de favoriser l'évacuation des crues vers l'aval.

Même si la méthode hydrogéomorphologique ne permet pas d'évaluer l'influence de ces aménagements sur la variation de la ligne d'eau ou des vitesses, elle permet toutefois, de donner un avis d'expert sur leur impact en termes hydrodynamique (surcote, sédimentation etc....). Une attention particulière est portée sur le terrain sur objets naturels ou ouvrages transversaux **pouvant générer des embâcles** aggravant ainsi notablement les risques d'inondation.



Formation d'embâcles et impact sédimentaire lié à la présence d'un bloc rocheux dans le lit

2.2. Traduction Qualitative des aléas

La détermination qualitative des aléas découle du fonctionnement de la rivière tel qu'il a été apprécié par le diagnostic hydrogéomorphologique et confirmé par les informations issues de témoignages historiques (enquêtes riverains, photographies, presse, relevés de laisses de crues). Elle se déroule en deux séquences successives :

- Dans un premier temps, **un diagnostic par photo-interprétation** permet en fonction de l'intensité des dynamiques de corréler des indices morphologiques à des niveaux d'aléas.
Les témoignages géomorphologiques laissés par les crues ne permettent pas d'en déduire directement des hauteurs d'eau ni une hiérarchisation des hauteurs. Par contre, on sait globalement que telle ou telle forme topographique implique certaines gammes de vitesses et hauteurs d'eau.

Les aléas sont définis sur la totalité de l'emprise de la plaine alluviale. En termes cartographique le niveau d'aléa correspond à la traduction d'une forme hydrogéomorphologique conformément au schéma ci-contre et au tableau présenté ci-après :

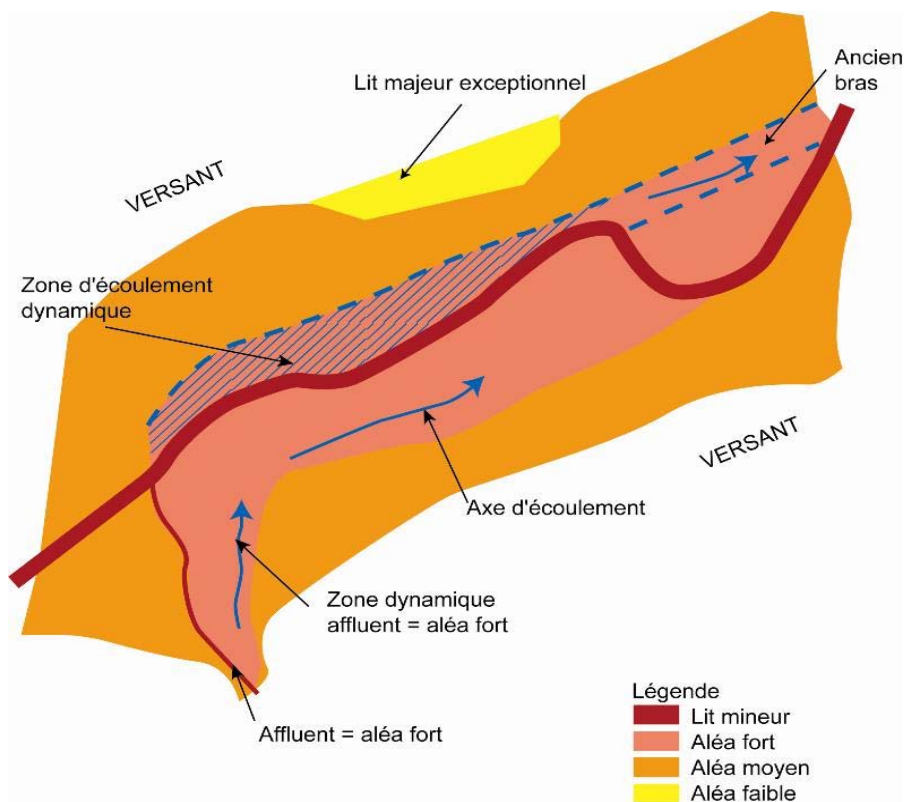


Fig. 2 Transcription des lits hydrogéomorphologiques en termes d'aléa.
GINGER- 2004

ALEA FORT	Comprend le lit mineur, l'ensemble du lit moyen avec les chenaux annexes et les anciens bras en connexion directe avec le chenal d'écoulement principal (espace de mobilité du cours d'eau), les portions du lit majeur recelant des axes de crues. En termes hydrodynamique cet ensemble peut être qualifié de zone de grand écoulement (hauteurs supérieures à 1 m et vitesses élevées).
ALEA MOYEN	Comprend le reste du lit majeur correspondant aux zones d'interfluves séparant les axes d'écoulements dynamiques ainsi que certaines bordures externes de la plaine alluviale. Cet ensemble peut être qualifié de zone d'expansion . Mobilisée tout ou partie pour les crues rares les aléas en termes de hauteur et surtout de vitesses y sont plus modérés.
ALEA FAIBLE	Cet ensemble est généralement associé aux espaces qualifiés de lit majeur exceptionnel dans le diagnostic hydrogéomorphologique, c'est-à-dire aux zones d'interface et de raccordement avec le versant correspondant généralement à des matériaux d'altération ou colluvions qui empâtent les pieds de versants. Ils ne sont atteints que lors des événements exceptionnels avec des hauteurs d'eau qui sont faibles et pas de dynamique vitesse.

- Par la suite, **l'analyse terrain** couplée à l'information topographique disponible sur la zone d'étude et aux informations historiques récoltées sur site permet d'améliorer le diagnostic On peut ainsi définir localement :

- les secteurs où les hauteurs d'eau seront de l'ordre du mètre ou plus pour une crue historique ;
- les secteurs où les écoulements seront rapides et dangereux (analyses de terrain, témoignages, proximité par rapport à la zone d'écoulement dynamique...)
- les secteurs d'étalement des débordements (espaces de large plaine),...

L'intégration de ces données semi-quantitatives permet à un deuxième niveau d'apporter certaines nuances aux corrélations précédemment effectuées venant ponctuellement conforter (et dans certains cas aggraver) les aléas définis d'après les principes de base énoncés précédemment

Enfin, même si la traduction de l'aléa a été réalisée sur la base du fonctionnement naturel des cours d'eau, l'expertise de terrain permet également **d'apprécier les effets d'aménagements anthropiques** susceptibles de modifier les conditions hydrodynamiques au sein des plaines alluviales (ponts, digues, remblais). Cette prise en compte ne se traduit pas nécessairement par une modification du niveau d'aléa (car seule une étude hydraulique permet de quantifier précisément leurs impacts sur les écoulements), mais des étiquettes signalétiques ont été rajoutées pour attirer l'attention des services, et indiquer en première analyse leur influence probable sur les crues.

3. DONNEES DE L'EXPERTISE PAR TRONÇONS HOMOGENES

Conformément aux principes de l'analyse hydrogéomorphologique, le linéaire étudié a été découpé en sections homogènes qui reflètent la morphologie et l'activité hydrodynamique au sein de la plaine alluviale. Pour chacun des 2 tronçons identifiés (cf. plan ci-dessous) le commentaire intègre les aspects géomorphologiques qui sont traduits directement en aléas.

On trouvera en annexe de ce document les cartes globales hydrogéomorphologie et aléas qualitatifs du secteur d'étude présentés sur fond de plan orthophotos en niveau de gris à l'échelle du 1/1500^e. Leur précision maximale correspond à cette échelle de report.



Fig. 3 Localisation des tronçons homogènes.

Tronçon 1 zone amont torrentielle

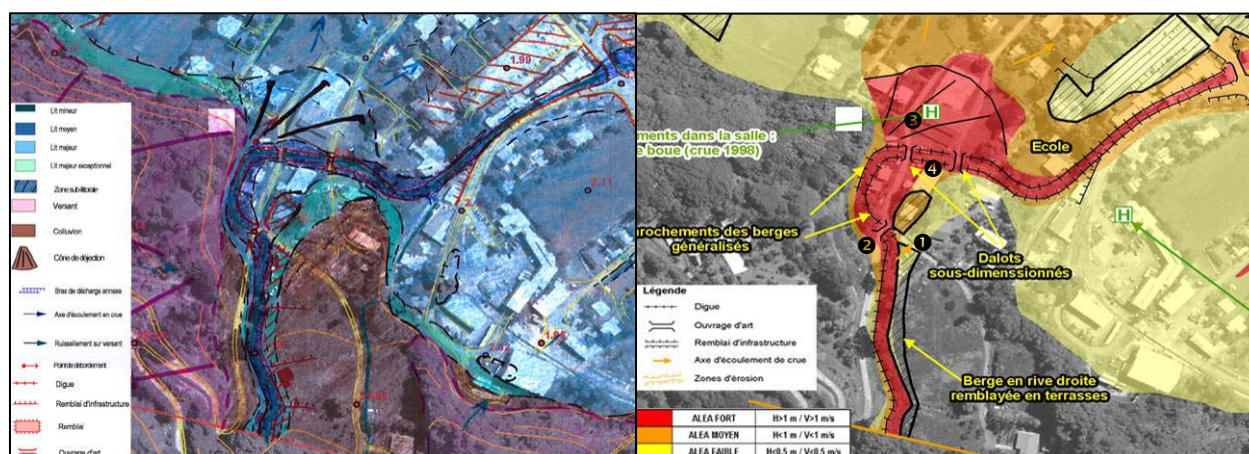
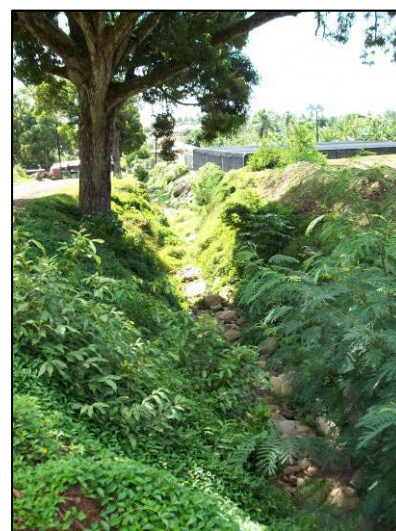


Fig. 4 Tronçon 1 : hydrogéomorphologie et qualification des aléas

Au débouché de la section rocheuse matérialisée par les falaises constituant la terminaison des reliefs volcaniques qui arment les versants de l'arrière pays (planèzes, cône du Tapioi), la Vaipao a édifié un cône de déjection qui domine la plaine côtière d'Uturoa.

Sa surface convexe, qui se développe entre 40 m et 5 m NGP, est constituée par une accumulation assez importante de matériaux hétérogènes (limons-argileux, cailloutis, blocs). L'ensemble est recoupé par l'échancrure du lit de la Vaipao qui se développe sur son flanc gauche callé contre la route communale en lacet qui suit le versant ouest.

- Le chenal d'écoulement de la rivière qui fait environ 5 de mètres de large, est incisé de 2 à 4 mètres dans les formations du cône. Sa pente moyenne est très importante (de l'ordre de 4%), ce qui lui confère encore une forte hydraulité qui se traduit par une charge solide assez grossière en fond de chenal, ainsi que par des désordres ponctuels liées aux vitesses d'écoulement (sapement de pied et érosion de berge). Localement, il est bordé par une bande étroite de lit moyen, sur laquelle s'est développée une végétation arbustive sur les talus (photo).



La bande active de la Vaipao

- Latéralement, quand le débit de plein bord est atteint, les transferts vers le lit majeur s'effectuent à partir de points de sortie préférentiels qui favorisent une dynamique d'étalement à la surface du cône. Sur la partie la plus amont du secteur d'étude où le cours d'eau est encaissé et où les terrains adjacents ont été remblayés (parcelles agricoles en rive droite) ces débordements resteront exceptionnels (notamment au niveau du point de sortie ❶ en rive droite) avec des dynamiques modérées. Par contre, à partir du niveau du dalot amont de la route communale (❷) ils pourront être généralisés car l'ouvrage assez étroit (2m L x 2,5m H), peut être

soumis à des embâcles. Sa position biaise favorise par ailleurs des débordements préférentiels vers le lit majeur rive droite ; puis, au droit du coude où le lit du torrent est artificiellement rectifié et orienté vers l'est en direction de la ville en écoulement de crue, l'essentiel des débits peuvent sortir tout droit au niveau du point ⑤ en extrados de méandre en direction de la plaine au niveau de la salle paroissiale.

Tout ce secteur, qui correspond en fait à la partie active mobilisable du cône de déjection de la rivière, peut être soumis à des dynamiques très fortes avec des apports de type laves torrentielles (mélange d'eau boueuse et de charge solide grossière). Les témoignages des riverains ainsi que les éléments historiques en notre possession* attestent qu'il a été très durement touché en 1998 lors des événements consécutifs au cyclone ALAN (cf. §.1.1).



Point de sortie au niveau du coude et dégâts au niveau de la Salle Paroissiale sur le cône actif

On signale en particulier plus d'un mètre d'eau au niveau de la salle paroissiale ; et les traces encore visibles sur l'édifice (tôle enfoncée et niveau boueux, cf. photo), traduisent bien la violence des écoulements et l'impact de la charge solide.

Enfin, il convient également de signaler que les phénomènes de débordement généralisé dans cette zone en rive gauche④, sont également accentués par le caractère limitant des deux dalots aval (chemins d'accès aux lotissements) dont le tirant d'air est très réduit en raison de l'importance de la charge solide dans le chenal, ce qui favorise très rapidement une mise en charge et des embâcles dès les crues moyennes.



La succession des deux dalots et leur faible tirant d'air

* Extrait du journal La Dépêche de Polynésie du 26-05-98
Rapport SPEED-BCEOM 865 05 EP de juin 2006, PPRI de la commune d'Uturoa

Au regard de l'ensemble de ses informations, compte tenu des phénomènes torrentiels et des dynamiques répertoriées, le chenal d'écoulement et ses abords ainsi que l'ensemble de la partie basse active du cône de déjection dans le secteur de la salle paroissiale, sont classées en aléa fort.

Tronçon 2 plaine littorale

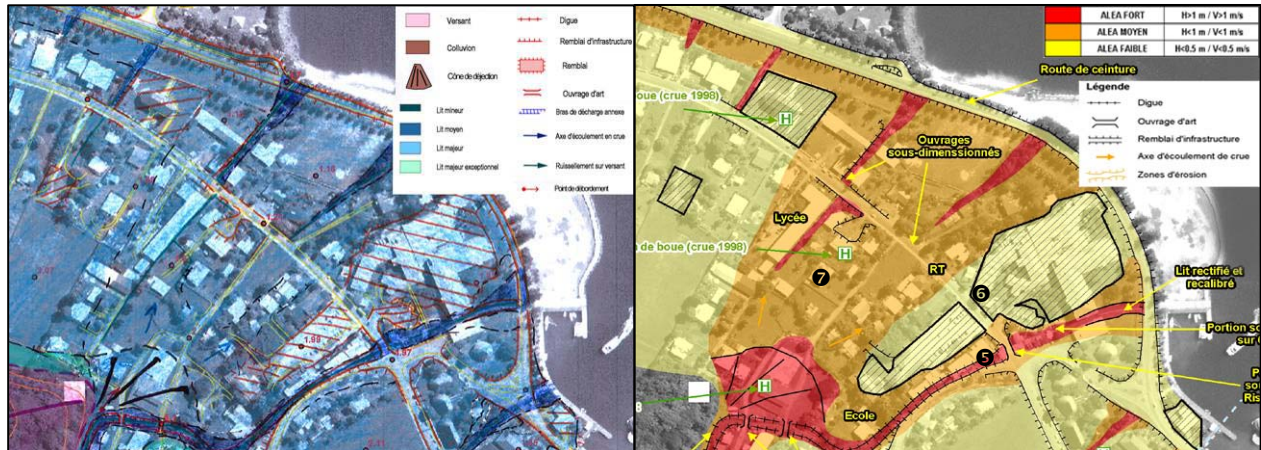


Fig. 5 Tronçon 2 : hydrogéomorphologie et qualification des aléas

A l'aval de la zone précédente, on se situe au niveau du plancher de la plaine côtière qui constitue une bande de 400 mètres qui s'évase en pente douce vers le littoral à des altitudes comprises entre 2 m et 1 m NGP. C'est dans ce secteur, en périphérie du centre-ville situé plus à l'Est, que c'est développé un quartier où sont concentré de l'habitat résidentiel et de nombreux équipements publics de service (Lycée, collège, hôpital, gendarmerie, subdivision de l'Equipement, etc...). L'ensemble est recoupé par deux infrastructures linéaires en remblai : la route territoriale qui se dirige vers le centre ville ; et la route de ceinture côtière qui fait le lien entre le port de commerce et la marina.

Outre le chenal principal dont le lit recalibré a été artificiellement déjeté vers l'Est ⑤, la plaine est parcourue par un certain nombre de ruisseaux secondaires qui drainent les eaux de terrains palustres plus ou moins marécageux vers la mer. On distingue dans cet ensemble deux unités séparées par un interfluve artificiel (bâtiments en remblais).

- Une partie des écoulements issus du point de débordement ③ s'écoulent à la surface du cône, puis s'étalent dans la plaine vers le Nord en direction de la mer où ils sont ralentis par le remblai de la route territoriale située 150 m à l'aval. Cet espace légèrement déprimé par rapport au reste de la plaine, correspond à la zone de débordement naturelle du cours d'eau ⑦. Elle constitue "un casier préférentiel" où s'évacue une partie des débits qui ne peuvent transiter dans le chenal principal. Hormis l'emprise du cône aux abords immédiats du point de sortie, l'ensemble de ce secteur est qualifié en aléa modéré (hauteur comprise entre 0,5 et 1m) à l'exception des axes de drainage correspondant à des points bas où les dynamiques peuvent

être plus importantes identifiées en aléa fort. C'est par exemple le cas du drain qui longe le mur du lycée où les eaux s'accumulent à proximité de ce point bas (situé entre le lycée et la gendarmerie). A ce niveau les inondations sont récurrentes, d'autant plus que l'ouvrage hydraulique sous la RT sous dimensionné, peut être rapidement en charge, ce qui favorise localement une rétention en amont (cf. carte). Lors de l'évènement de 1998 ce secteur a été inondé entre 0,4 et 0,6m d'eau boueuse (source SPEED).

- vers l'Est se développe le lit de la Vaipao, sous la forme d'un couloir d'une quinzaine de mètres où le chenal d'écoulement large de 4 à 5 mètres est fixé par des enrochements ou des berges maçonnées longeant des bâtiments ou des espaces publics. Même s'il y a eu l'évacuation d'une partie du débit plus en amont (§ précédent), les hauteurs et les vitesses resteront encore relativement importantes dans le chenal d'écoulement ce qui justifie un aléa fort.



Le lit d la Vaipao avant le franchissement de la route territoriale

Comme pour les drains secondaires, ses conditions sont accentuées par le franchissement hydraulique de la RT dont le tirant d'air d'un mètre (entonnement avant une couverture du lit sur 100 ml) s'avère limitant, ce qui contribue à favoriser un risque d'embâcles avec des débordements latéraux de part et d'autre (situation qui s'est produite en 1998).

Au niveau de la Vaipao la zone d'aléa fort reste contenue dans une bande de 5 à 10 m de part et d'autre du cours d'eau. Puis très vite, on constate de l'étalement de part et d'autre avec des hauteurs d'eau qui seront généralement faibles, à l'exception de secteurs spécifiques liés aux aménagements (murs, remblais routiers) qui constituent des poches, où localement, les hauteurs d'eau peuvent dépasser 0,5 m.

Pour clôturer ce secteur, il convient également de mentionner le rôle du remblai de la route côtière aval, qui constitue un réel casier hydraulique. Malgré l'existante de fossés d'assainissement qui redistribuent les écoulements le long de la route vers des dalots sous l'ouvrage ; ceux-ci peuvent assez rapidement être mis en charge ou obstrués par des embâcles végétales, phénomène qui est plus ou moins récurrent (cf. photo ci contre prise à l'entrée d'Uturoa extraite de la Dépêche du 16 janvier 2007).



Embâcles végétales sur la RT

CONCLUSION

4.1. Evolution de la connaissance de l'aléa

Par rapport à la cartographie antérieure qui relevait également d'une approche combinée modélisation et expertise (pour l'intégration du transport solide), l'analyse réalisée en juillet 2009 vient affiner de manière plus précise l'ensemble des dynamiques qui concernent la zone d'expansion et d'étalement des crues que constitue la plaine alluviale côtière d'Uturoa située au débouché de la rivière Vaipao. Elle permet en particulier, de faire apparaître la localisation et le fonctionnement des principaux axes et chenaux secondaires potentiellement actifs, lorsque le débit de plein bord est atteint dans le lit mineur pour les fortes crues.

D'une manière générale, ce nouveau document confirme certains éléments déjà identifiés lors de l'analyse physiographique précédente, notamment la vulnérabilité du quartier situé en rive gauche du secteur d'entrée de ville compris entre le Lycée et la gendarmerie. Les compléments réalisés mettent l'accent sur le cône de déjection situé à l'aval du cours d'eau avec la détermination d'une zone d'aléa fort située à proximité de la salle paroissiale au niveau du point de débordement ③. La nouvelle cartographie souligne également l'impact des remblais routiers et structures transversales qui recoupent la plaine ; et, leur rôle aggravant dans la traduction de l'aléa par effet de barrage et surstockage, notamment au niveau des ouvrages hydrauliques identifiés sur la carte.

L'ensemble de ces indices révèlent une activité hydrodynamique intense qui affecte potentiellement à des degrés divers, la basse plaine avec des risques au niveau de ce bassin versant qui intègrent des dynamiques torrentielles spécifiques liées à l'instabilité des versants amont (charriage, coulées boueuses).

4.2. Propositions de mesures d'aménagement

Etant donné le degré important d'urbanisation de la basse plaine et l'absence de réserves foncières, les mesures permettant de réduire l'aléa et globalement d'assurer une meilleure répartition des écoulements sont limitées et concerneront essentiellement des travaux d'aménagement ponctuels.

- La première d'entre elle, concerne le traitement de la berge au niveau de la cour et de l'atelier de l'école (ou du collège) situé dans le coude de la Vaipao. Afin de protéger l'ensemble et limiter les débordements, il pourrait être intéressant d'assurer dans une zone où de surcroît les vitesses peuvent être assez importantes la mise en place de protection de berges type gabions sur environ 70 ml dans les secteurs le plus exposés,
- Au niveau du cône, la réalisation d'un muret de protection de la salle paroissiale, avec parement en pierre du côté du pignon le plus exposé constituerait également une mesure intéressante.

Enfin dans ce secteur de débordement potentiellement très vulnérable, notamment à des phénomènes de coulées torrentielles (boue, débris), il apparaît essentiel de conserver en l'état naturel le terrain de 2000 m² actuellement en friche qui constitue une zone d'expansion et d'étalement, afin de ne pas aggraver l'aléa localement en amont du lycée.

ANNEXES

-

Cartographie hydrogéomorphologique

Cartographie qualitative des aléas



Ministère de l'aménagement et
des relations avec les communes
Cellule de l'urbanisme

Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables de la rivière Vaipao

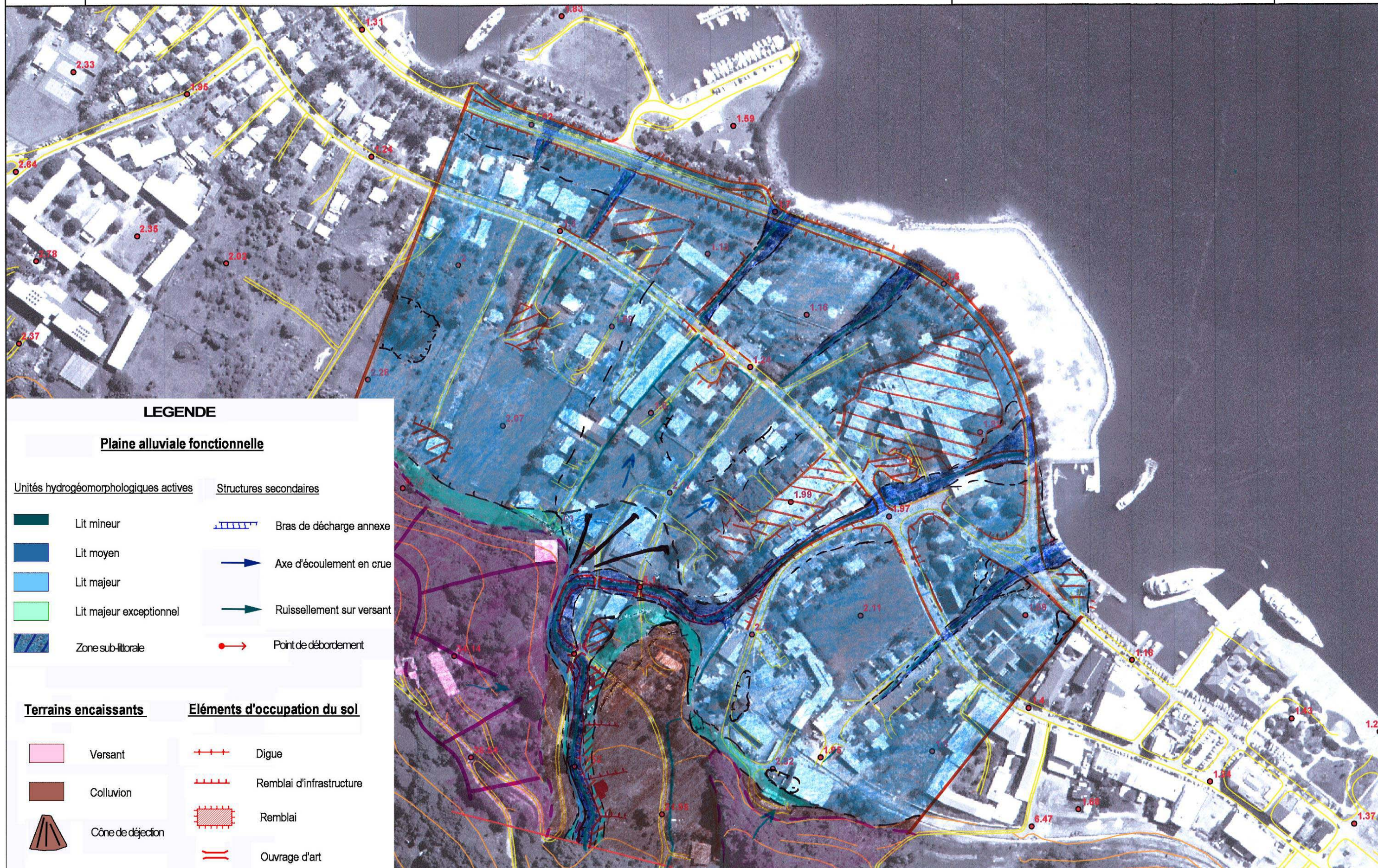


Echelle: 1:3 000

0 50 100 200
Mètres



SPI INFRA





Ministère de l'aménagement et
des relations avec les communes
Cellule de l'urbanisme

Carte des zones de débordement et de zonage des aléas issus de l'expertise de terrain

Aléas qualitatifs pour la rivière Vaipao



Echelle: 1:3 000

0 50 100 200
Mètres



SPI INTRA

	ALEA FORT	$H > 1 \text{ m} / V > 1 \text{ m/s}$	hauteur d'eau importante et/ou vitesse forte
	ALEA MOYEN	$H < 1 \text{ m} / V < 1 \text{ m/s}$	hauteur d'eau n'excédant pas le mètre et vitesse modérée
	ALEA FAIBLE	$H < 0.5 \text{ m} / V < 0.5 \text{ m/s}$	hauteur d'eau et vitesse faible

Légende

- Digue
- Ouvrage d'art
- Remblai d'infrastructure
- Remblai
- Axe d'écoulement de crue
- Cône de déjection
- Limite de la zone d'étude amont
- Limite de l'expertise qualitative des aléas

Temple : 0,2 m de boue (crue 1998)

Lycée

Gendarmerie : 0,5 m de boue (crue 1998)

RT

Débordements dans la salle :
1 m de boue (crue 1998)

Ecole

Enrochements des berges
généralisés

Dalots
sous-dimensionnés

Berge en rive droite
remblayée en terrasses

Route de ceinture

Ouvrages
sous-dimensionnés

Lit rectifié et
recalibré

Portion souterraine
sur 65 m

Pont cadre béton
sous-dimensionné
Risques d'embâcles

Mairie : 0,2 m de boue (crue 1998)

Equipement : 0,3 m de boue (crue 1998)



Fonds photographique
du service de l'Urbanisme
autorisé par CONVENTION N° 27 / 2009

BIBLIOGRAPHIE

DANLOUX.J, FERRY.L, janvier 1983, Note sur les crues consécutives au passage de la dépression tropicale "Lisa".

DANLOUX.J, juillet 2003,, Evaluation des maximums de crues connues Raiatea et Moorea, AGIR – BRGM pour le GEGDP, 8 p.

CAUCHARDT.G, PASCAL R, PASTUREL J, 1993, La climatologie des îles, in Atlas de la Polynésie Française, ORSTOM - Papeete, pp 42-43

LAFORGUE.A, ROBIN.J, décembre 1989, (ORSTOM-GEGDP) Etudes hydrologiques : rapport de synthèse sur les îles de Raiatea et Taha de 1980 à 1989, ORSTOM – Papeete, ,229 p.

MONIOD.F, mars 1995, Connaissance et gestion des hydrosystèmes des îles hautes du sud-ouest Pacifique, in Colloque Environnement dans le Pacifique Sud, pp 97-106.

SPEED – BCEOM, juin 2006, Cartographie de l'aléa inondation au droit des cours d'eau de la Polynésie Française : cours d'eau la Vaipao, Rapport d'étude, 13 p + annexes.