



# Vai-Natura

Section Hydrologie, Hydrogéologie

Etude hydraulique autour du site de la Direction de la Culture et du Patrimoine et du Musée de Tahiti et des Iles

## Rapport d'étude

Version initiale

### Référence

R20200817-HY

Convention 07208/MCE/DCP

### Commanditaire

Direction de la Culture et du Patrimoine

#### Vai-Natura SARL

BP. 83 - 98735 Uturoa - Raiatea

Polynésie française

N° RC 11 178 B

N° Tahiti 988550

Phone +689 87 29 16 68

Fax +689 40 66 19 32

[www.vai-natura.com](http://www.vai-natura.com)

[contact@vai-natura.com](mailto:contact@vai-natura.com)



# Vai-Natura SARL

Etude hydraulique autour du site de la Direction de la Culture et du Patrimoine  
et du Musée de Tahiti et des Îles

<b>Rapport n°</b>	R20200817 HY
<b>Demandeur</b>	<b>Direction de la Culture et du Patrimoine</b> BP. 380586 - 98 703 Punaauia - Tahiti
<b>Dossier</b>	Etude d'étude hydrologique et hydraulique pour la gestion des eaux pluviales sur le terrain du Musée de Tahiti et des Îles
<b>But de la demande</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Analyse du bassin versant et bilan hydrique</li><li>▪ Déterminer les causes d'inondations récurrentes observées sur le site, ainsi que le dimensionnement des solutions envisagées pour drainer et évacuer les eaux pluviales sur le site.</li></ul>
<b>Ile</b>	Punaauia
<b>Date</b>	31/12/2020



## Sommaire

<b>1. Présentation .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Etat des lieux .....</b>	<b>5</b>
2.1. Situation générale.....	5
2.2. Histoire hydrologique .....	6
2.3. Situation hydraulique .....	7
2.3.1. Secteurs de collecte des eaux de pluie.....	10
2.3.2. Système de drainage .....	11
2.3.3. Le bassin .....	14
<b>3. Analyse hydrologique.....</b>	<b>17</b>
3.1. Approche théorique.....	17
3.2. Méthode rationnelle.....	18
3.3. Données disponibles et hydrométrie .....	18
<b>4. Solutions envisageables.....</b>	<b>19</b>
4.1. Conserver la situation actuelle .....	19
4.2. Remblayer et intégrer un système de drains.....	21
4.3. Contrôle de l'espace inondable avec 3 bassins imbriqués .....	22
<b>5. Conclusion .....</b>	<b>26</b>
<b>6. Bibliographie.....</b>	<b>27</b>



## 1. Présentation

Le jardin et le parking entourant la Direction de la Culture et du Patrimoine et le Musée de Tahiti et des Iles sont régulièrement les lieux d'inondation lors d'épisodes de pluies significatifs. L'eau de surface ne s'écoule pas, ou mal. Il est également probable que le sol saturé d'eau laisse remonter une nappe affleurante. Le réseau de drainage existant (caniveaux, buses, exutoires, ...) ne fonctionne pas directement correctement.

L'étude hydraulique débutera par un état des lieux de la situation. Les volumes d'eau en jeu seront estimés à partir d'une analyse hydrologique basée essentiellement sur les chroniques historiques des mesures de pluies.

Un diagnostic précis du système de collecte et d'évacuation des eaux de surfaces doit être établi pour évaluer ses dysfonctionnements.

A partir des évaluations initiales, l'objectif de l'étude est de développer une solution efficace permettant de régler ce problème d'accumulation d'eau en surface lors des intempéries. L'assainissement du site pourra s'appuyer sur les ouvrages du réseau actuel. Il est possible que l'option envisagée redessine totalement le système de collecte et d'évacuation des eaux. Le dimensionnement des ouvrages s'appuiera sur des calculs hydrauliques classiques.

L'étude prend en compte les aménagements qui sont en cours pour le Musée de Tahiti et des Iles. La collecte des eaux de toiture est un point particulièrement sensible.

## 2. Etat des lieux

### 2.1. Situation générale

Le jardin du Musée de Tahiti et ses îles se trouve sur la côte Ouest de l'île (Figure 1), à l'embouchure de la rivière Punaru'u sur la commune de Punaauia, au niveau du point kilométrique 15.

Les deux parcelles cadastrales (AB208 et AB209) en bord de mer couvrent une surface totale de 4 ha (Figure 2). L'emprise des bâtiments représente à peu près un  $\frac{1}{4}$  de l'espace soit 1 ha. Le terrain est pratiquement plat avec un point haut au niveau de la route d'accès à 4.34 m et le point bas dans le petit bassin au milieu du jardin à 0.56 m. Au niveau de la digue en bord de mer l'altitude est en moyenne de 2.5 m. La pente naturelle du sol entre l'entrée du site et le bord de mer est d'à peine 1%.



Figure 1 : Situation de la zone d'étude.



Figure 2 : Situation cadastrale.

## 2.2. Histoire hydrologique

Il est intéressant de se pencher rapidement sur l'histoire hydrologique de la zone. Avant les travaux de remodelage des terres alentours, l'exutoire de la rivière Punaru'u formé un delta beaucoup plus évasé qu'aujourd'hui avec plusieurs bras qui rejoignaient l'océan. D'anciennes cartes (Figure 3 et Figure 4) nous renseignent sur l'état naturel de cette embouchure. On y observe notamment un bras Sud nommé Vaiparaoa, si l'on en croit la toponymie alentours (com. pers. F. Torrente). Une résurgence avec un chenal d'écoulement est également très visible, exactement à l'emplacement des bâtiments du musée. Toute la zone a été remblayée au cours du temps pour aménager la pointe Nu'uroa (aujourd'hui communément nommée la pointe des pêcheurs).

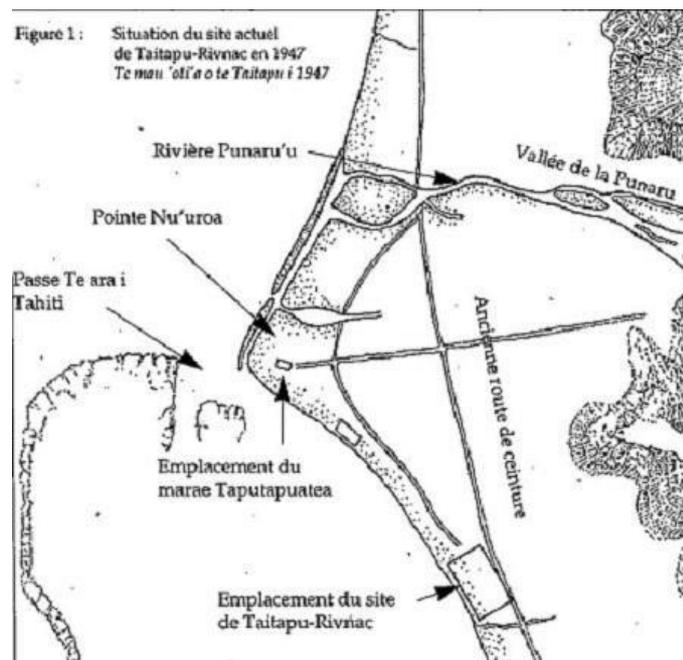


Figure 3 : Etat hydraulique autour de l'embouchure de la Punaru'u (BSEO, 1947)



Figure 4 : Adaptée d'une carte de Gaussin de 1847.



L'eau ne disparaissant pas, les remblais du bras de rivière Sud et surtout de la résurgence engendrent très certainement un écoulement souterrain et donc la présence d'un aquifère sous les bâtiments et le jardin du musée. Cette hypothèse est étayée par des observations annexes comme l'inondation par le sol des parkings souterrains des résidences d'habitation en face du musée. D'autre part, des travaux publiés en 2014 sur l'hydrogéologie de la rivière Punaru'u (Aureau, 2014) décrivent bien la présence d'une nappe superficielle (Nappe Supérieur Libre Périodique) qui se charge essentiellement en période de forte pluie.

La présence de cet aquifère contraint l'infiltration de l'eau de surface dans le jardin du musée. Des solutions de drainage par infiltration ne pourront donc pas être pertinentes pour régler l'ensemble du problème de submersion.

### 2.3. Situation hydraulique

Le jardin du musée est le siège d'inondations régulières, une ou deux par an, avec parfois des ampleurs importantes. Il ne s'agit pas des conséquences du débordement d'un cours d'eau mais plutôt de la mauvaise évacuation des eaux de pluie. Pourtant un réseau de gestion des EP existe. Les problématiques principales sont liées au manque de dénivellation de cette zone côtière et sa très faible altitude. Si le ruissellement est bien collecté, ceux sont les exutoires qui ne fonctionnent pas. Les travaux de renforcement de la digue ont débuté en 1984 à la suite des dégâts engendrés par les cyclones Reva (6-14 mars 1983) et Veena (7-13 avril 1983). Deux à trois exutoires ont été installés à travers l'enrochement et positionnés certainement en pied de la digue pour disposer d'une pente compatible avec un écoulement. Ces ouvertures ne sont plus visibles aujourd'hui, certainement ensablées. En l'absence de cordon récifal, ce site est, d'autre part, soumis à aléa des houles océaniques. La montée de l'eau de mer empêche physiquement l'évacuation des eaux de pluie même si les canalisations ne sont pas obstruées.

Il n'existe pas de plan de recollement précis du système de gestion des eaux pluviales sur les terrains du musée du SCP. Différents relevés topographiques depuis 2009 ont des interprétations différentes du système souterrain de drainage, notamment par rapport aux tracés des canalisations devant évacuer l'eau vers la mer. La Figure 5 reprend



le schématiquement les éléments principaux qui ont pu être reconstitués à partir des plans existants et de nos prospections sur le site.

L'état des lieux du système de gestion des eaux pluviales est présenté en détail dans les paragraphes suivants.

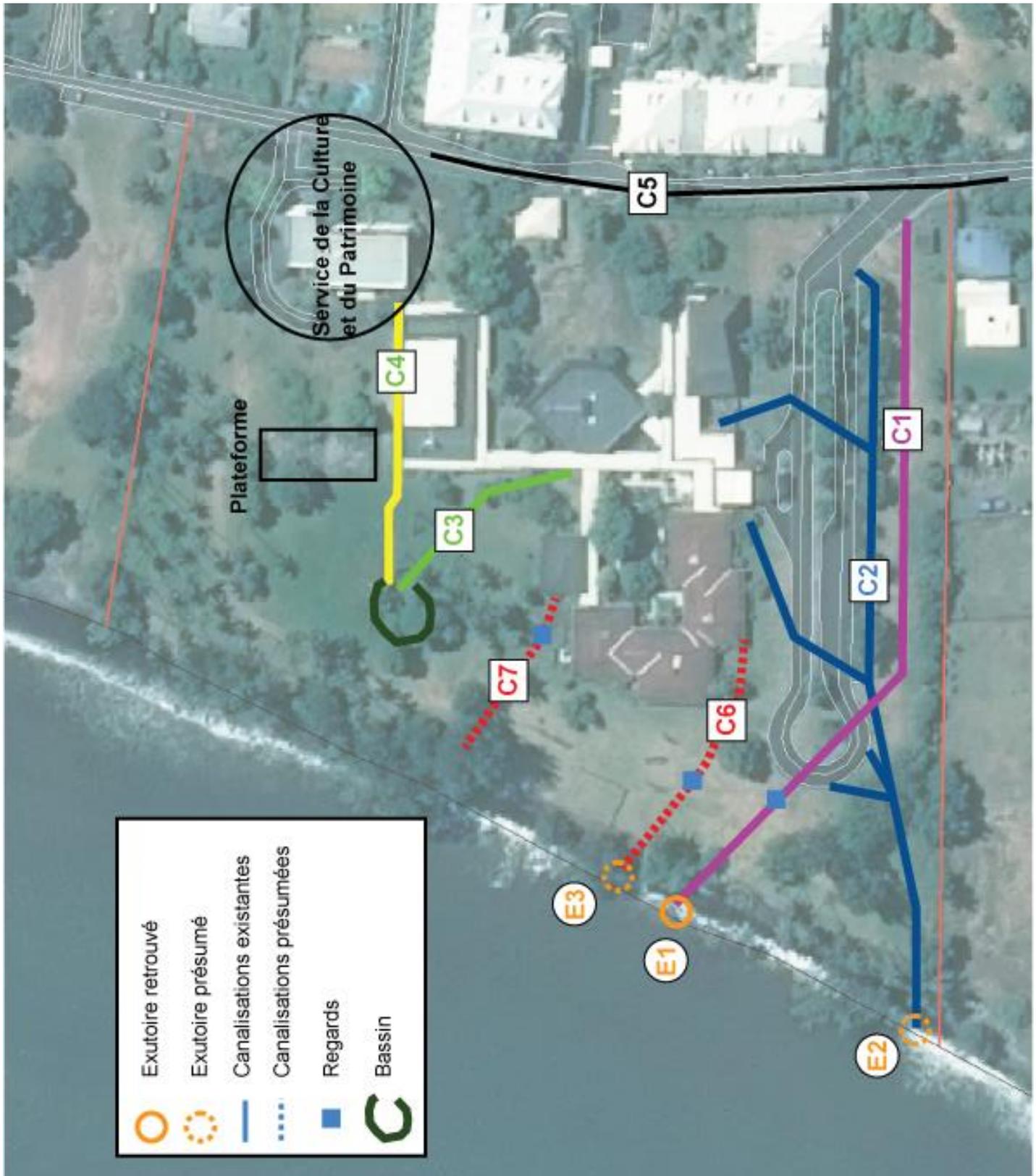
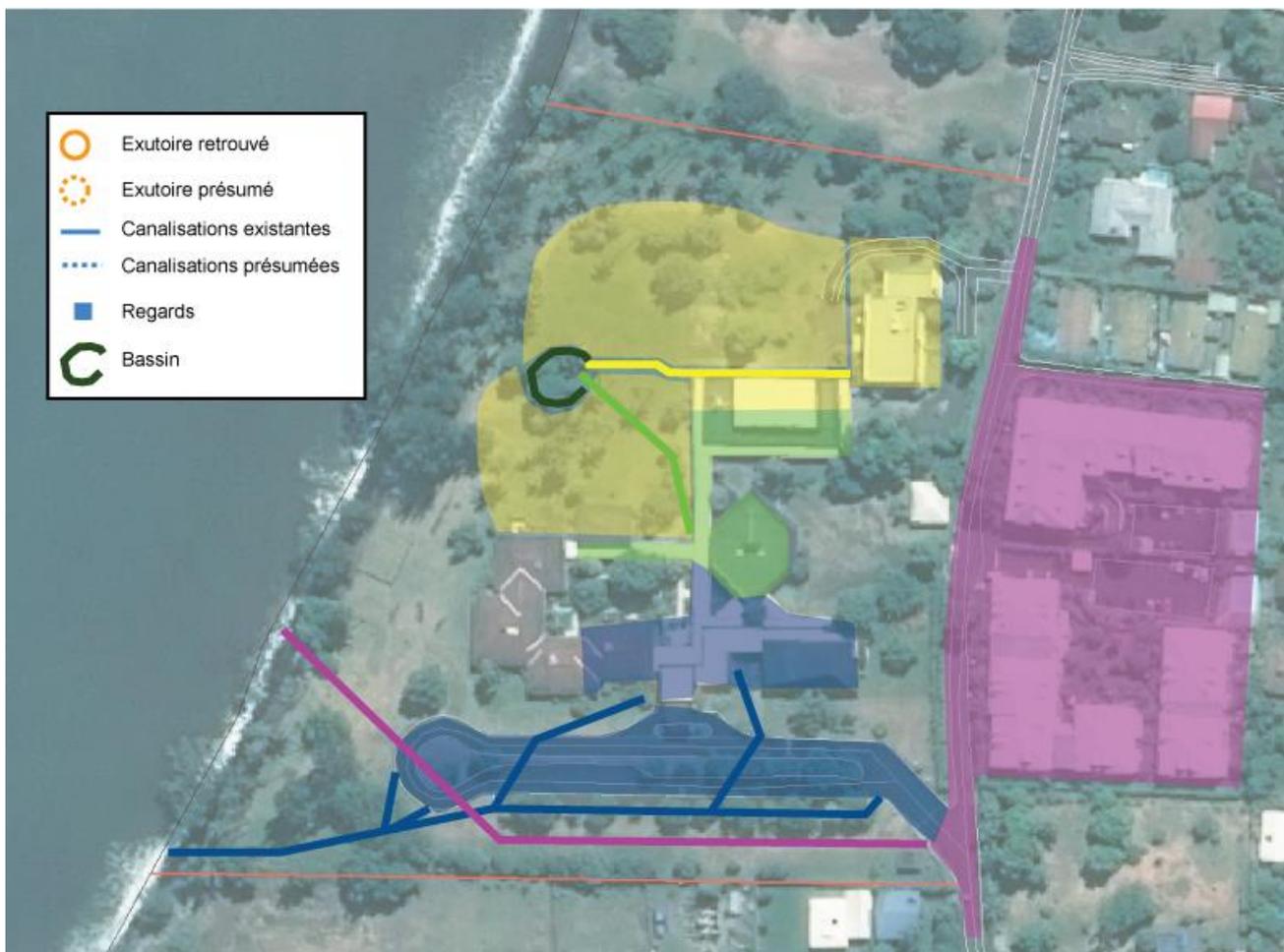


Figure 5 : Situation actuelle des eaux pluviales sur le site du Musée de Tahiti et des îles.

### 2.3.1. Secteurs de collecte des eaux de pluie

Même si tout le ruissellement se retrouvant sur la zone du musée est d'origine atmosphérique, il faut considérer plusieurs secteurs d'approvisionnement :

- Le réseau communal dont le tronçon principal suit la route d'accès au musée. Il collecte les eaux des parcelles avoisinantes et trouve l'un de ses exutoires dans la canalisation C1 qui longe le parking du musée. Il est difficile d'évaluer l'étendue des surfaces drainées par cette canalisation. Il est déjà certain que l'eau de pluie tombant sur la voirie et collectée dans les deux complexes résidentiels en face du musée alimente ce tronçon communal ;
- Les eaux collectées par les toitures des bâtiments du musée et du SCP ( $\approx 6\,500\text{ m}^2$ ) ne s'infiltrent pas et sont dirigées dans leur intégralité vers les conduites et caniveaux C2, C3 et C4 ;
- Il faut enfin comptabiliser l'eau de pluie qui tombe directement sur le jardin ( $\approx 3.3\text{ ha}$ ). La plupart du temps cette eau s'infiltré, mais lors d'épisodes météorologiques intenses le sol se sature et ces volumes d'eau s'accumulent en surface.



### 2.3.2. Système de drainage

Le système de collecte des eaux de toitures fonctionne bien. Des gouttières courent tout le long des toitures, avec des descentes nombreuses pour guider le flux jusqu'à de petits regards connectés au réseau des EP. Certains regards sont à nettoyer, de la terre s'étant accumulée au cours du temps. C'est ici un curage et un simple entretien qui permettra un fonctionnement optimum de cette partie du réseau.

C'est l'évacuation de l'eau vers l'océan qui est problématique. Il n'existe pas aujourd'hui d'exutoire qui fonctionne. Les dalots de déversement (visibles ou présumés) sont obstrués. L'eau qui s'accumule en surface dans le jardin ne peut que s'infiltrer ou s'évaporer. Ces processus sont longs et parfois très lents lorsque le sol est déjà saturé et/ou que la pluie continue de tomber.

Les branches principales du réseau d'évacuation et leurs contraintes sont détaillées dans la liste suivante :

- La canalisation C1 draine uniquement l'eau du réseau communal (Figure 6). Malheureusement, l'exutoire E1 construit en 2009 est aujourd'hui totalement bouché par les galets et le sable ramenés par les vagues (Figure 7). Sans évacuation possible la canalisation est toujours en charge et peut déborder à travers les regards qui jalonne le tracé de la conduite (Figure 8 et Figure 9).



Figure 6 : Connexion du réseau communal vers la conduite C1 à l'entrée du jardin.



Figure 7 : L'exutoire du dalot C1 est colmaté au pied de la digue. La structure bétonnée est à peine visible.



Figure 8 : Dernier regard sur la conduite C1 avant son exutoire.



Figure 9 : Comme l'eau ne peut plus s'écouler, elle stagne dans la conduite.

- Le tronçon C2 ( $\varnothing 300$ ), collecte les eaux de ruissellement du parking du musée à travers plusieurs grilles (Figure 10). Il est également connecté aux gouttières qui récoltent l'eau d'une partie de la toiture du musée. La canalisation se connecte la station d'épuration de la Brasserie de Tahiti (BdT) (Figure 11). D'après nos informations, les rejets sont envoyés dans un émissaire plus loin en mer et en profondeur. Toutefois, nous n'avons pas réussi à avoir une confirmation précise auprès de la BdT. Il faut approfondir cette question ;



Figure 10 : Grilles de collecte d'eau dans le parking du musée.



Figure 11 : Tracé de la canalisation C2 jusqu'à la station d'épuration de la BdT

- La buse C3 guide l'eau collectée depuis une partie des toits du musée jusqu'au bassin au centre du jardin (Figure 12).



Figure 12 : Canalisation C3 prise depuis le bassin.

- Le caniveau C4 reçoit les eaux des toitures du bâtiment du SCP et de l'administration du musée (Figure 13). Il aboutit également au petit bassin au centre du jardin (Figure 14) ;



Figure 13 : Le caniveau C4 collecte l'eau des toitures des bâtiments administratifs.



Figure 14 : Le caniveau C4 se déverse dans le petit bassin au centre du jardin.

- Enfin, les tracés des canalisations C6 (Ø400) et C7 (Ø400) sont présumés. Seul une grille, pour chacune d'entre elle, témoigne de leur existence. Aucun ouvrage (dalot, buse, ...) n'a pu être retrouvé à travers la digue au niveau des exutoires présumés. S'ils existent, ils se trouvent certainement ensablés sous le pied de la digue. Les regards sont remplis d'eau et aucun n'écoulement n'est observable, donc l'eau ne s'évacue pas (Figure 15).



Figure 15 : Grille sur la canalisation C6. Elle est emplie d'eau, aucun n'écoulement n'est perceptible. La canalisation est bouchée.

### 2.3.3. Le bassin

Le bassin au centre du jardin, qui apparait au visiteur comme zone humide paysagère (Figure 16), est en fait le bassin collecteur d'une grande partie des eaux de ruissellement du jardin et des eaux collectés sur les toitures des bâtiments alentours (canalisation C3 et caniveau C4). Le bassin n'a pas exutoire, lorsque les volumes d'eau sont trop importants, il déborde et entraine une montée des eaux sur l'ensemble du jardin. Les témoignages des agents du musée indiquent une hauteur d'eau pouvant atteindre 2 m à 2.5 m en inondant les salles en rez-de-jardin pour les bâtiments administratifs du musée et du SCP.

D'un diamètre de 12 m, le bassin couvre actuellement une surface 113 m<sup>2</sup> avec une profondeur maximum de 0.4 m de profondeur. Sa capacité de stockage d'eau est au maximum de 45 m<sup>3</sup>.

Le fond du bassin est le point le plus bas du jardin (côte altimétrique 0.58 m) (Figure 17). Il ne serait pas possible d'évacuer l'eau gravitairement vers l'océan à travers la digue. La pente d'un dalot serait trop faible et l'exutoire se trouverait au niveau de la mer. L'ouverture se comblerait rapidement de sable et des galets charriés par les vagues, comme cela fut le cas pour les autres exutoires existants dans la digue qui sont tous colmatés.



Figure 16 : Bassin paysagé où se concentre les eaux de pluie collectées sur la toiture des bâtiments et le ruissellement de surface aux alentours.

Aujourd'hui, lorsque le jardin s'inonde (Figure 18), la seule solution pouvant être mise en œuvre est l'installation temporaire de pompes mobiles qui évacuent l'eau par-dessus la digue. Ce protocole n'est pas très réactif notamment lorsque la submersion du terrain survient la nuit. Le déplacement de ces machines est difficile et impose une organisation compliquée. D'autre part, la maintenance des appareils ne peut pas être assurée continuellement et il peut arriver qu'ils ne fonctionnent plus à un moment critique. Cette solution n'est pas satisfaisante parce que trop précaire et quelque peu « bricolée ». Elle repose beaucoup sur l'acuité et l'efficacité des agents en poste au moment de leur utilisation, ce qui peut poser un problème sur le long terme.



Figure 17 : Le bassin se trouve au point le plus bas du jardin et concentre les eaux de ruissellements.



Figure 18 : Dès que les pluies sont un peu abondantes, le bassin déborde et le jardin est inondé.  
(photo réalisée le 9 décembre 2020) .



### 3. Analyse hydrologique

L'analyse hydrologique permet d'estimer le volume d'eau en jeu lors des épisodes de pluie les plus intenses. C'est en quantifiant les eaux de ruissellement et leur dynamique qu'il est possible de dimensionner correctement le réseau d'assainissement.

#### 3.1. Approche théorique

Dans un bassin versant, les écoulements de surface se synthétisent assez simplement par le réseau hydrographique. Chaque branche de ce réseau constitue une ramification d'un ensemble hiérarchisé s'écoulant de l'amont vers l'aval. En s'éloignant des sources, les ruisseaux sont alimentés par un nombre d'affluents toujours croissant, les volumes d'eau drainés sont de plus en plus importants. La rivière principale est finalement le collecteur de tout le ruissellement. C'est pour cette raison qu'il est d'usage de considérer le débit à son exutoire comme la valeur résumant l'écoulement superficiel.

**Le bon dimensionnement d'un aménagement hydraulique, sur un ouvrage ou dans le lit d'un cours d'eau, dépend des volumes d'eau à drainer, donc des débits maximums, ou débits de crues, pouvant être induits par le ruissellement de surface.** L'étude des épisodes de crue, ou au minimum une évaluation quantitative, est donc indispensable. Une crue est un épisode de fort écoulement dans une courte période de temps. En fonction des contextes hydrogéographiques et des besoins techniques, différentes fréquences d'apparition des crues rares sont considérées. L'étude des données historiques permet de calculer la fréquence d'apparition de ces crues (2 ans, 5 ans, 10 ans). Lorsque les événements sont plus rares et que les données ne couvrent pas une période suffisante, l'analyse fréquentielle permet d'obtenir un « diagramme fréquentiel » (e.g. diagramme de Gumel) utilisé pour estimer des crues exceptionnelles avec un temps de retour de 50 ou 100 ans.

L'hydrologue peut utiliser des données de débit lorsqu'elles sont connues. Le travail peut également s'appuyer sur un hydrogramme de crue qui est une fonction permettant de reproduire la dynamique du ruissellement de surface sur un pas de temps choisi (minute, heure, jour). Cette fonction se détermine classiquement en mesurant les débits dans une section transversale du cours d'eau. Cette opération est conditionnée par la présence d'une station hydrométrique.

Lorsque les données de débit n'existent pas ou sont trop parcellaires, l'hydrologue cherche à lier l'hyétogramme des pluies à l'hydrogramme des débits sous quelques hypothèses simplificatrices. La pluie est l'information hydrologique la plus aisément accessible et la plus représentative spatialement.

Ce travail, cherchant une relation entre pluie et débit, peut s'appuyer sur différentes approches conceptuelles, physiques ou plus statistiques. Les méthodes les plus usitées sont empiriques, ou pseudo-empiriques (Hingray et *al.*, 2009). Les plus répandues sont la méthode rationnelle et la méthode de Caquot (également nommée « méthode superficielle »). Cette dernière s'applique exclusivement à un contexte urbain. Elle est peu appropriée à la Polynésie. La méthode rationnelle est plus adaptable.



### 3.2. Méthode rationnelle

Pour dimensionner le réseau d'assainissement pluvial autour de l'hôtel Sofitel Bora Bora, il convient d'estimer le débit maximum s'écoulant en surface sur la zone contributive à l'amont du site.

Le calcul des débits maximum se base sur les hypothèses de proportionnalité et de linéarité de la transformation pluie-débit exprimée dans sa forme générale par l'expression de la méthode rationnelle :

$$Q = C_r I_m A \quad (1)$$

où  $Q$  est le débit de point [ $L^3/T$ ];  $C_r$  représente le coefficient de ruissellement sur la surface contributive [-];  $I_m$  est l'intensité moyenne de la pluie [ $L/L$ ]; et  $A$ , la superficie du bassin versant [ $L^2$ ].

Le paramètre  $A$  est obtenu à partir des informations géomorphologiques de la zone contributive soit à peu près 10 ha. La valeur de  $C_r$  est un peu plus délicate à évaluer. Elle dépend physiquement de la longueur et de la pente qui permettent de calculer le temps de concentration  $t_c$ , mais également de la capacité d'infiltration du sol qui est conditionnée par la conductivité hydraulique et la proportion des cailloux dans le sol. Une estimation correcte de  $C_r$  demande alors toute l'expérience d'un hydrogéologue. Si les données historiques sont suffisantes, l'analyse stochastique est une approche différente, également efficace. Le paramètre  $I_m$  représente l'intensité d'un épisode pluvieux d'une durée  $t_c$ ,

### 3.3. Données disponibles et hydrométrie

**Il n'existe pas de réglementation formelle en Polynésie française par rapport à la récurrence des événements climatiques (temps de retour) à considérer pour dimensionner les ouvrages d'assainissement des eaux de pluie. Nous optons toutefois pour les préconisations émises par le BRGM dans le rapport issu du programme ARAI 3 (Stollsteiner, 2013) qui propose de considérer une occurrence de 20 ans pour les événements rares.**

Cette estimation sera mise en parallèle avec le dimensionnement des ponceaux permettant l'évacuation des eaux de ruissellement à travers la route de ceinture.

## 4. Solutions envisageables

Les contraintes hydrauliques qui s'imposent pour la gestion des eaux de pluies à travers le jardin du musée de Tahiti sont de trois ordres : la très faible déclinaison du terrain (pente faible = écoulement quasi-inexistant), l'ensablement des ponceaux dont les exutoires se trouvent au pied de la digue (ce positionnement est pourtant le seule envisageable pour atteindre une pente suffisante) et la présence d'une nappe alluviale qui sature rapidement le sol en période de fortes intempéries ce qui réduit beaucoup les capacités d'infiltration du sol. D'autre part, le jardin est un lieu de promenade ouvert à aux découvertes botaniques et culturelles, il doit rester un lieu de villégiature accessible.

Face à ce constat général, à l'étude de carte topographique et aux explorations sur le terrain, trois voies sont envisageables pour traiter le problème d'inondation dans le jardin du MTI :

- 1- Conserver la situation actuelle en améliorant les protocoles d'intervention ;
- 2- Remblayer la zone basse où se trouve le bassin actuel et positionner un système de drains souterrains et des buses d'évacuation à travers la digue ;
- 3- S'appuyer sur la topographique actuelle pour créer une zone inondable contrôlé avec 3 bassins imbriqués. Des pompes automatiques permettront une évacuation efficace au-dessus la digue. Cette solution peut s'intégrer dans une réhabilitation du jardin.

### 4.1. Conserver la situation actuelle

Actuellement, dès que les pluies sont un peu soutenues, le cœur du jardin s'inonde. Sans évacuation le petit bassin déborde très vite (Figure 19). Lorsque les événements sont plus intenses et plus long, le niveau de submersion atteint jusqu'à 2 m. Les agents du musée doivent déplacer deux lourdes pompes stockées dans les réserves (Figure 20). L'eau arrive alors à être évacuée par-dessus la digue. Cette situation peut se compliquer si la pompe ne fonctionne pas, où si les agents ne sont pas sur place, la nuit par exemple. Les pompiers de Punaauia ont déjà dû intervenir pour soutenir les efforts du personnel du musée lors d'événements particulièrement critiques.

Il est envisageable de rester dans cette situation qui ne permet pas de résoudre efficacement le problème. Il serait toutefois nécessaire d'améliorer le protocole pour ne pas se retrouver dans une situation trop catastrophique. Les pompes devraient par exemple être vérifiées et testées avant chaque saison des pluies.

#### **Avantages :**

- Ce statu quo n'engage pas de frais.

#### **Inconvénients :**

- Cette approche fonctionne mal, et il faut accepter des périodes de submersion et assumer le risque d'endommager les bâtiments à long terme ;
- Une responsabilité importante revient aux agents de Musée. Cette charge ne devrait pas leur incomber.



Figure 19 : Débordement du bassin actuel dès que les précipitations sont un peu soutenues (décembre 2020).



Figure 20 : Une pompe mobile stockée dans les réserves du musée.

## 4.2. Remblayer et intégrer un système de drains

Cette solution engagera de gros travaux. Il s'agit de remblayer la partie basse du jardin (alt. 0.58 m) d'au moins 1 m. L'idée est d'installer des drains dans le remblai (Figure 21). Les drains sont des tuyaux perforés en PVC, placés dans des tranchées dans une couches de galets ou de pierres pour assurer une transition granulométrique filtrant naturellement les fines particules terrigènes. Ils doivent présenter une pente légèrement inclinée vers la digue pour concentrer l'écoulement vers une (ou deux) buse(s) dont l'(les) exutoire(s), côté océan, se trouve(nt) suffisamment haut pour ne pas risquer un ensablement et une obturation à moyen ou long terme. Les travaux pour cet (ces) exutoire(s) imposeront d'ouvrir la digue, de poser la(les) buse(s) puis de refermer la digue. Les coûts seront globalement élevés, 120 à 160 millions pour une première estimation assez large.

### Avantages :

- Fonctionnement gravitaire ;
- Cette solution offrira un grand espace plat pour les manifestations culturelles.

### Inconvénients :

- Coût très élevé, remblai avec système de drain + installation de nouvelles buses à travers la digue ;
- Il n'est pas certain que cela fonctionne sur le long terme, l'exutoire des buses d'évacuation doit être suffisamment haut dans la digue pour éviter un ensablement. Il s'agit de trouver le bon compromis entre une pente suffisante pour l'écoulement et éviter l'obturation en sortie ;
- Difficile de prévenir et de prédire la saturation du sol et la montée de la nappe superficielle en cas d'évènement météorologique très intense. Les drains ne seront peut-être pas efficaces ;
- Disparition de la zone humide et des échantillons botaniques attendants.

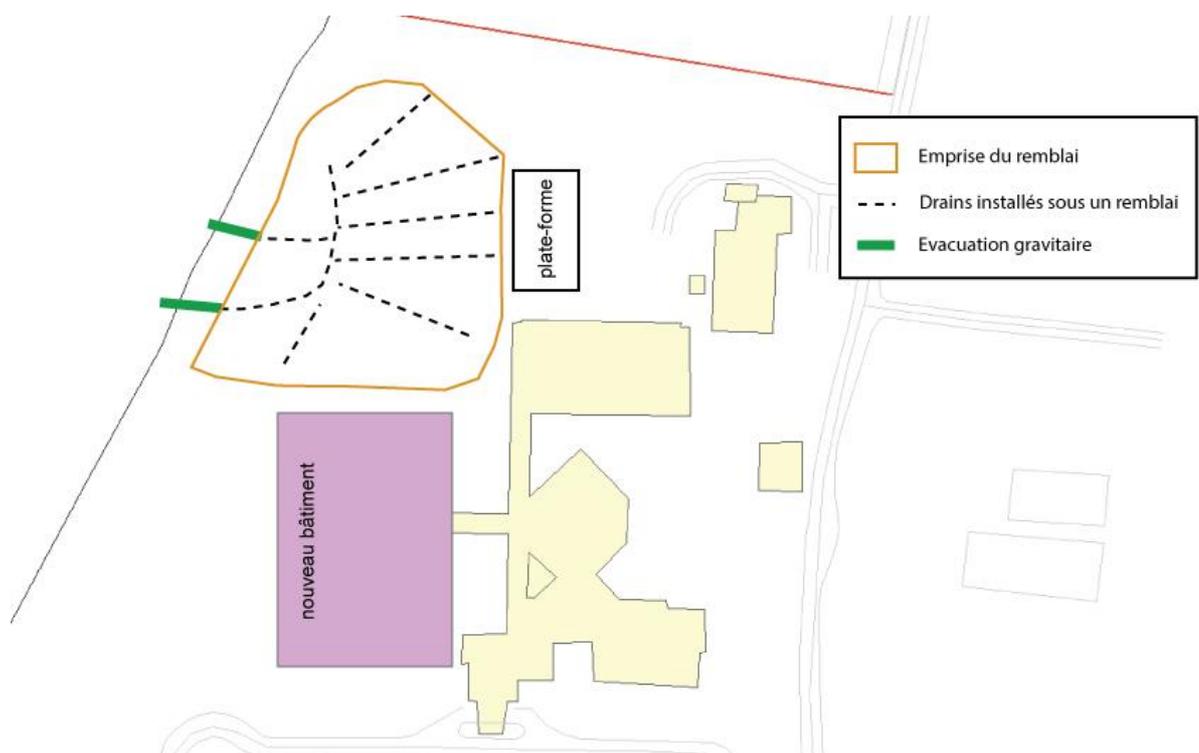


Figure 21 : Solution en remblayant le jardin et en installant un système drainant dans le sol.

### 4.3. Contrôle de l'espace inondable avec 3 bassins imbriqués

La troisième option envisageable est de permettre à l'eau de s'étaler dans le jardin, mais de contrôler et de calibrer les débordements. Concrètement, il s'agit de délimiter une zone tampon qui pourra s'emplir d'eau au grès des événements météorologiques. Pour éviter une submersion au-delà des limites choisies, des pompes automatiques se déclencheront pour évacuer l'eau en haut de digue et ainsi éviter un ensablement des exutoires.

L'objet de cette solution est également de réussir une parfaite intégration paysagère en développant une zone humide très identifiée où pourront être présentées des espèces emblématiques de ce type de milieu. Le résultat serait le développement du jardin en d'offrant au visiteur une expérience plus complète, tout en résolvant le problème d'inondation.

Cette solution est plus innovante, moins coûteuse, et elle permettra une valorisation nouvelle de l'espace.

#### **Avantages :**

- Utilisation de la topographie naturelle du site ;
- Travaux réduits par rapport à la solution précédente (donc coûts très inférieurs) ;
- Maintien et amélioration de la zone humide (3 bassins successifs et imbriqués chacun un rôle d'usage : Bassin en Eau, Zone Humide Marécageuse, Zone de Débordement Maximum) ;
- Remodelage de cette partie du jardin avec une intégration paysagère nouvelle, plus axée sur la zone humide ;
- Vidange automatique des bassins lorsque l'eau atteint un niveau trop élevé ;
- Aucune conduite enterrée qui génère un risque de colmatage à moyen ou long terme ;
- Les exutoires se trouveront en haut de digue ce qui évite le risque d'obturation.

#### **Inconvénients :**

- En saison des pluies, lors de fortes intempéries, l'espace disponible du jardin sera réduit ;
- Maintenance nécessaire des installations notamment des pompes.

#### **Conditions :**

- Cette solution impose de travailler avec : un géomètre pour tracer précisément les limites des bassins ; un paysagiste pour l'intégration générale dans le jardin ; un botaniste qui choisira les plantes indigènes ou patrimoniales en fonction de l'humidification de chaque bassin ; et un hydraulicien pour finaliser l'emplacement du système d'évacuation de l'eau (canalisations, pompes, ...).

Plus concrètement, nous imaginons une zone de collecte des eaux construite sur 3 bassins imbriqués (Figure 22).

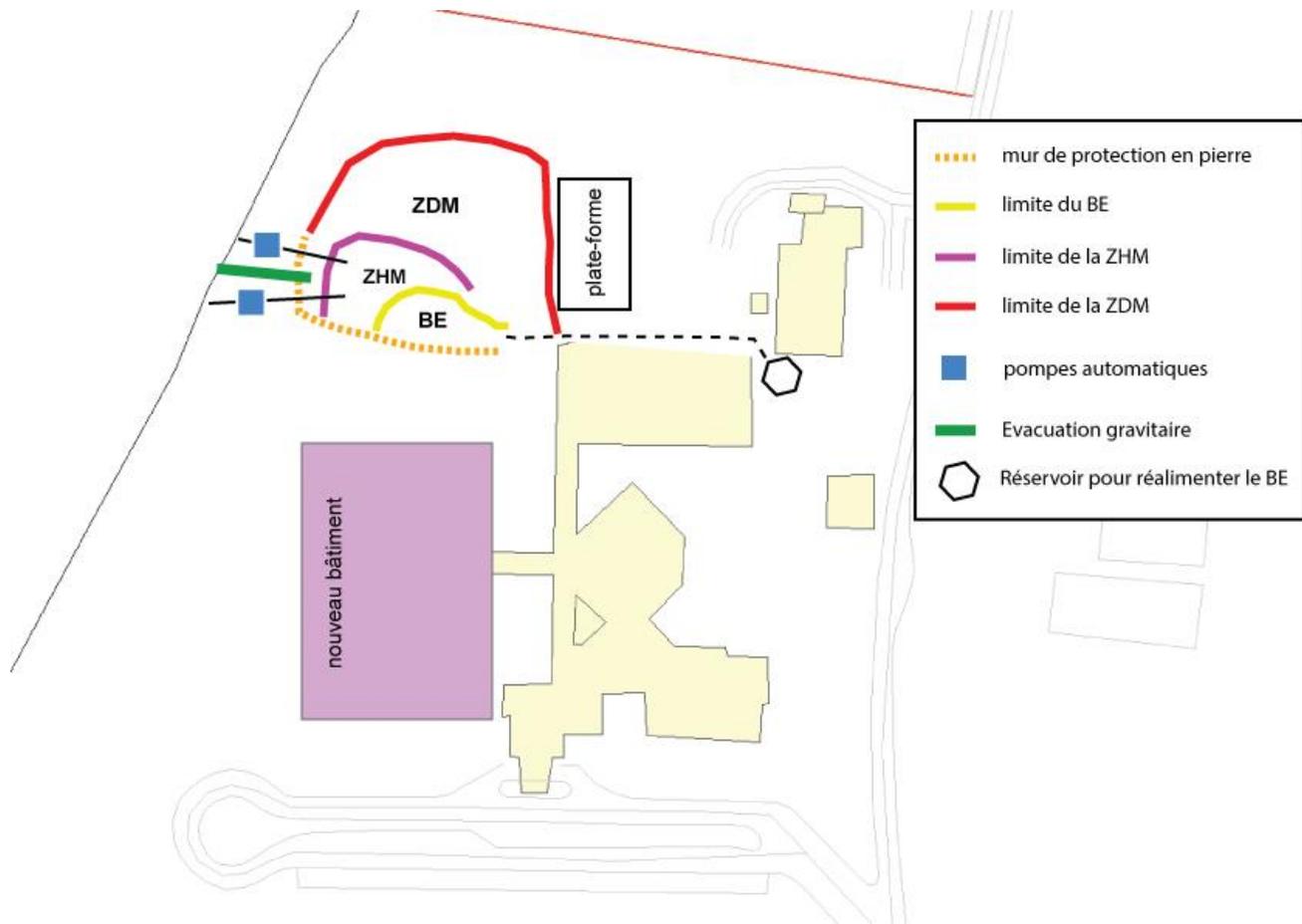


Figure 22 : Schéma d'implantation de la solution avec 3 bassins imbriqués.

Le **Bassin en Eau (BE)** correspond à peu près à celui existant en augmentant un peu l'emprise. Ce bassin a pour vocation d'être toujours en eau. Il pourra accueillir une végétation se développant sur des espaces immergés. En saison sèche, ce bassin pourrait se tarir. Pour éviter un assèchement des plantes nous proposons de mettre en place un réservoir d'eau à l'arrière du musée qui sera rempli par le ruissellement des toitures en saison humide. Cette réserve de plusieurs m<sup>3</sup> pourra être ouverte par une simple vanne et ainsi remplir le bassin et préserver la végétation.

La **Zone Humide Marécageuse (ZHM)**, incorporant le premier bassin, pourra abriter d'autres espèces botaniques typique des zones marécageuses de bord de mer. Une tarodièrre pourrait, par exemple, être exploitée. Ce serait l'occasion d'exposer une partie du patrimoine agricole de la Polynésie française.



Le troisième bassin qui correspondra à la **Zone de Débordement Maximum (ZDM)** se mettra en charge uniquement lors des épisodes pluvieux les plus intenses. En période sèche, cet espace restera dédié à l'accueil des manifestations culturelles qui est l'une des fonctions centrales du jardin. La pente de cet espace sera régulière et peu accentuée afin de conserver un espace exploitable. Il sera juste couvert d'espèces d'herbacés pouvant supporter une submersion temporaire.

Les limites de chaque bassin chercheront à s'ajuster à la topographie actuelle du site. Les contours Sud et Ouest seront empierrés pour contenir les limites de la submersion.

C'est dans la ZHM que se trouveront l'entrée des conduites d'évacuation connectées à des pompes fixes. Ces pompes se déclencheront lorsque le niveau de l'eau atteindra la limite en la ZHM et la ZDM. Si l'épisode de pluie est long et très intense, l'eau pourra continuer à monter dans la ZDM, mais la vidange aura débuté, elle limitera les risques de submersion non contrôlés. Les pompes s'arrêteront automatiquement lorsque le niveau d'eau s'abaissera sur une limite inférieure définie dans la ZHM.

Nous conseillons l'installation de 2 pompes de grande capacité. Un appareil suffirait mais en cas de dysfonctionnement de l'un des deux, le second doit suppléer. Les pompes pourront être installées dans des abris en béton qui devront s'intégrer dans l'espace paysager. Une couverture en « pierres de Moorea » est une option possible comme on peut le voir sur le front de mer de Papeete pour camoufler des éléments du système d'assainissement de la ville.

Une canalisation (buse ou dalot) traversant le haut de la digue sera aussi installée dans la ZDM. En cas de cumul de pluie très exceptionnel (ou de dysfonctionnement des deux pompes), ce système gravitaire permettra d'éviter une inondation générale.

Les dessins en coupe, présentés dans les Figure 23 et Figure 24, projettent le principe de cette solution de contrôle de l'espace inondable avec 3 bassins imbriqués. Ces schémas ne sont pas à l'échelle et la profondeur des bassins est proposée à titre indicatif. Un travail précis avec un géomètre et un hydraulicien est à réaliser pour calculer exactement les dimensions et l'emprise des bassins.

La mise en œuvre de cette solution est estimée dans une fourchette entre 50 et 80 millions de francs.

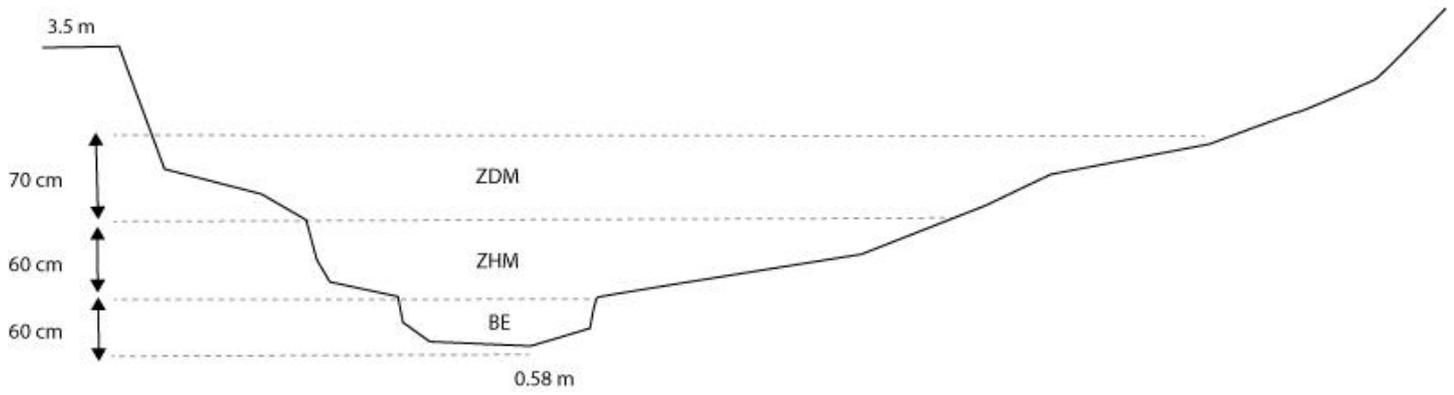


Figure 23 : Projection de l'emprise des bassins en coupe.

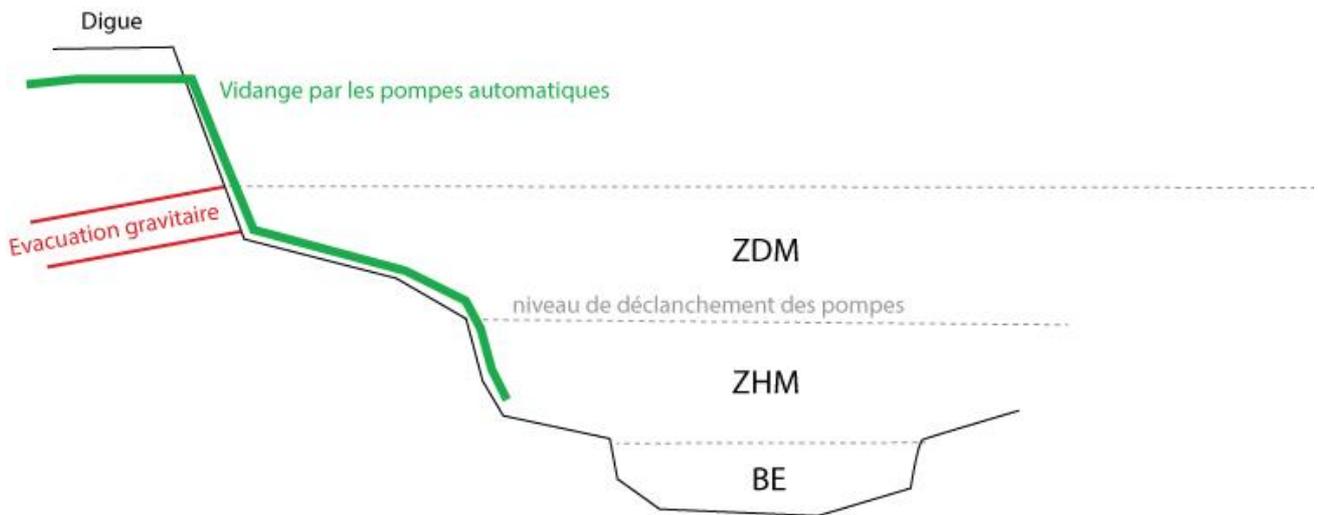


Figure 24 : Implantation du système d'évacuation des eaux.



## 5. Conclusion

Actuellement le système de drainage des eaux pluviales à travers le jardin du Musée de Tahiti et des Îles n'est pas du tout efficace. Les buses d'évacuation des eaux vers l'océan sont colmatées et une grande partie des eaux collectées sur les toitures des bâtiments est guidée vers le point bas du jardin où se trouve un petit bassin qui ne possède aucun exutoire.

Nous proposons plusieurs solutions pour améliorer la situation. Nous conseillons d'envisager sérieusement l'option d'un contrôle de l'espace inondable avec la délimitation de 3 bassins imbriqués. Cette approche peut s'intégrer dans une réhabilitation du jardin avec un espace permettant à la fois d'offrir un cadre naturel et culturel tout en ayant une véritable efficacité hydraulique.

- O -

*Affaire suivie par*

**Matthieu Aureau**

Docteur en hydrologie et hydrogéologie

Co-gérant de la société **Vai-Natura SARL**

--

**Vai-Natura SARL** • Polynésie Française

**Email** matthieu.aureau@vai-natura.com • **Web** www.vai-natura.com

**Phone** + 689 87 29 16 68

**Banque de Tahiti RIB** 12239 00003 99746701000 46

**N° RC** 11 178 B • **N° Tahiti** 988550



## 6. Bibliographie

Brousse R., 1990. Géologie des îles hautes. Encyclopédie de la Polynésie I, les îles océaniques. Christian Gleizal / Les Editions de l'Alizé, pp. 41-56.

Hingray B., Picouet C. et Musy A., 2009. Hydrologie 2, Une science pour l'ingénieur. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, pp. 522.

Stollsteiner P., 2013. Programme ARAI 3 : Ruissellement urbain et aménagements en Polynésie française. Rapport final. BRGM/RP-62143-FR, 84 Pp.

Vai-Natura, 2017. Evaluation du potentiel hydroélectrique de la commune de Taputapuātea, île de Raiatea. Etude réalisée pour la commune de Taputapuātea. R20160509-HY. Pp. 40.