



## Lotissement du golf et Voie d'accès – Saint-Paul (974)

CBo Territoria  
Mai 2017\_V1

**Demande d'Autorisation  
au titre de la Loi sur l'Eau**

atelier LD  
Paysage Urbanisme Techniques Environnementales

  
biotope

<b>Citation recommandée</b>	Biotope, 2017, Lotissement du golf et Voie d'accès – Saint-Paul (974), Demande d'Autorisation au titre de la Loi sur l'Eau, CBo Territoria. Atelier LD.	
Version/Indice	V1	
Date	18/05/2017	
Nom de fichier	AutLE_PA-VILLELE_180517_V1	
N° de contrat		
Maître d'ouvrage	SA CBo TERRITORIA Cour de l'Usine - 97438 Sainte marie Tél : 0262 53 24 05 / Fax : 0262 53 24 33 Courriel : sospel@cboterritoria.com	
Interlocuteur	Maël Vergès (Novater)	Contact : 143 F Chemin Boeuf Mort 97 419 La Possession mael.verges@gmail.com mob : +262 (0) 692 36 36 96
Mandataire	Atelier LD	
Interlocuteur	Laurent Marin Directeur d'agence	Contact : La Turbine, 5 rue André Lardy 97438 Sainte Marie laurent.marin@atelierld.com Téléphone : 0693.13.89.58
Biotope, Responsable du projet	Yves CAPON Responsable d'agence – Directeur d'études	Contact : Agence Océan Indien 910 Chemin Lagourgue 97440 ST ANDRE Fixe : + 262 (0)2 62 46 67 75 / Portable : + 262 (0)6 92 63 18 32

## Sommaire

<b>Résumé Non Technique</b>	<b>8</b>
<b>1 Un besoin de nouveaux logements sur la Réunion</b>	<b>9</b>
<b>2 CBo TERRITORIA, un acteur important de l'aménagement et de l'économie de la Réunion</b>	<b>9</b>
<b>3 Le secteur du golf du quartier de Villèle</b>	<b>10</b>
<b>4 Un projet constituant une triple opportunité pour le quartier de Villèle</b>	<b>12</b>
4.1 Accueillir de nouvelles populations	12
4.2 Restructurer la desserte viaire du quartier	12
4.3 Améliorer le réseau d'assainissement	12
<b>5 Un projet intégré à son environnement</b>	<b>14</b>
5.1 Dès sa phase de conception	14
5.2 Tout au long de la phase de chantier	14
5.3 Lors de la phase d'utilisation de l'aménagement	15
<b>Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet</b>	<b>16</b>
<b>1 Présentation du demandeur</b>	<b>17</b>
<b>2 Principes de projet et localisation</b>	<b>17</b>
<b>3 Objectifs d'aménagement</b>	<b>20</b>
<b>4 Chiffres clés du programme</b>	<b>20</b>
<b>5 Situation foncière</b>	<b>20</b>
<b>6 Détails des différents aménagements projetés</b>	<b>22</b>
6.1 Un lotissement de 116 logements	22
6.2 Une extension du réseau viaire	23
6.3 Un aménagement paysager spécifique	29
6.4 Un traitement des eaux pluviales adapté	30
6.5 Une intégration des constructions dans la pente encadrée	31
6.6 Des prescriptions complémentaires se traduisant dans une pièce particulière du permis d'aménager	31
<b>7 Modalités de mise en œuvre</b>	<b>32</b>
7.1 Phasage prévisionnel	32
7.2 Descriptifs des opérations	32
<b>8 Cadre réglementaire – Rubrique de la nomenclature « Eau »</b>	<b>34</b>
<b>9 Contenu de la demande</b>	<b>36</b>
<b>Pièce 2 : Document d'incidences</b>	<b>37</b>
<b>1 État initial du site et de son environnement</b>	<b>38</b>
1.1 Climat	38
1.2 Caractérisation des eaux souterraines	39

1.3	Hydrologie	43
1.4	Milieux connexes et patrimoine écologique remarquable	49
1.5	Risque inondation	52
1.6	Patrimoine culturel	53
<b>2</b>	<b>Compatibilité du projet avec l'affectation des sols et articulation avec les plans, programmes et schémas</b>	<b>56</b>
2.1	PLU de Saint-Paul	56
2.2	Servitudes d'Utilité Publiques	59
2.3	Articulation avec les plans, schémas, programmes dans le domaine de l'eau	62
<b>3</b>	<b>Incidences du projet sur les milieux et mesures compensatoires envisagées</b>	<b>75</b>
3.1	Débits de ruissellement et risques en aval	75
3.2	Qualité de l'eau	89
3.3	Fonctionnement de l'aquifère	92
3.4	Milieux aquatiques – Zones humides	93
3.5	Hydrologie - Écoulements naturels	93

### Pièce 3 : Moyens de surveillance et d'intervention **97**

<b>1</b>	<b>Les moyens de surveillance</b>	<b>98</b>
1.1	En phase de travaux	98
1.2	En phase d'utilisation : Surveillance des ouvrages de gestion des eaux pluviales	99
1.3	En phase utilisation : Entretien et maintenance des ouvrages de gestion des eaux pluviales	99
<b>2</b>	<b>Les moyens d'intervention en cas d'accident</b>	<b>101</b>
2.1	En phase travaux : Plan d'intervention en cas de pollution accidentelle	101
<b>3</b>	<b>Éléments graphiques nécessaires à la compréhension des pièces du dossier</b>	<b>102</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1 - Dimensionnement des principales voiries (Source: Atelier LD)	24
Tableau 2 - Caractéristiques des bassins-versants localement (Source : Atelier LD)	34
Tableau 3 - Caractéristiques des bassins-versants localement (Source : Atelier LD)	46
Tableau 4 - Zonage d'urbanisme s'appliquant sur au droit de l'opération projetée (Source : PLU de Saint-Paul)	58
Tableau 5 - Zonage du PPR s'appliquant sur au droit de l'opération projetée (Source : PLU de Saint-Paul)	60
Tableau 6 - Articulation de l'opération avec le SAR de la Réunion	67
Tableau 7 - Caractérisation du bassin-versant (Source: Atelier LD)	75
Tableau 8 - Débits de pointe générés par la zone de projet (Source: Atelier LD)	76

Tableau 9 - Volumes de rétention à mettre en place par sous bassin-versant (Source: Atelier LD)	78
Tableau 10 - Vérification du dimensionnement des noues (Source: Atelier LD)	86
Tableau 11 – Dimensionnement des OH (Source: Atelier LD)	87
Tableau 12 - Charges unitaires annuelles Cu par Ha imperméabilisé pour 1000 véhicules/jours (Source: Atelier LD)	90
Tableau 13 - Charges polluantes annuelles pour les zones d'évolution des véhicules (Source: Atelier LD)	91
Tableau 14 - Rendement d'un ouvrage de traitement de type fossé enherbé (Source: Atelier LD)	91
Tableau 15 - Concentrations moyennes annuelles en polluants estimées dans les Eaux Pluviales après traitement (fossé enherbé) (Source: Atelier LD)	92
Tableau 16 - Concentrations maximales estimées des rejets pour un événement de pointe dans les eaux pluviales après traitement (fossé enherbé) (Source: Atelier LD)	92
Tableau 17 - Caractérisation des bassins-versants associés aux ouvrages hydrauliques (Source: Atelier LD)	96
Tableau 18 - Estimation des débits des bassins-versants des différents ouvrages hydrauliques (Source: Atelier LD)	96
Tableau 19 - Dimensionnement des ouvrages de franchissement (Source: Atelier LD)	96

## Liste des illustrations

Figure 1 - Vue sur la frange urbanisée surplombant le site, et le talweg en partie centrale (Source : Atelier LD)	11
Figure 2 – Cartographie des habitats naturels et de la flore (Source : Biotope)	11
Figure 3 – Habitat secondaire sur le site (Source : Biotope)	11
Figure 4 - Plan de situation au 1/25000 du projet (Source : Atelier LD)	18
Figure 5 - Plan du projet (Source : Atelier LD)	19
Figure 6 - Plan cadastral des parcelles du projet (Source : Atelier LD)	21
Figure 7 - Principes de composition du lotissement (Source : Atelier LD)	22
Figure 8 - Plan de programmation du lotissement (Source: Atelier LD)	23
Figure 9 - Images de référence, voie desserte et résidentielle (Source : Atelier LD)	25
Figure 10 – Plan de l'aménagement du carrefour à la RD100 retenu (Source: Atelier LD)	25
Figure 11 – Profil en travers type de la voie A (Source: Atelier LD)	27
Figure 12 – Profil en travers type de la voie F (Source: Atelier LD)	27

Figure 13 - Coupes des différentes voies au sein de l'opération (Source: Atelier LD)	28
Figure 14 - Images de référence, coulée verte et bassins d'infiltration/rétention des eaux de pluie (Source: Atelier LD)	29
Figure 15 - Images de référence, noues paysagères (Source: Atelier LD)	30
Figure 16 - Exemple de coupe d'intégration des constructions dans la pente (Source: Atelier LD)	31
Figure 17 - Phasage des travaux projeté (Source : Atelier LD)	32
Figure 18 -Caractéristiques des bassins-versants localement (Source : Atelier LD)	35
Figure 19 - Températures moyennes mensuelles aux stations "Pointe des 3 Bassins" et "Le Port" (Source: MétéoFrance)	38
Figure 20 - Précipitations moyennes mensuelles aux stations "Pointe des 3 Bassins" et "Le Port" (Source: MétéoFrance)	38
Figure 21 - Répartition des vents à l'échelle de l'île (Source : Météo France)	38
Figure 22 - Extrait cartographique géologique de la Réunion, échelle 1/100 000, 2006 (Source: BRGM)	39
Figure 23 - Localisation des points de sondage réalisés dans le cadre de l'étude géotechnique (Source: SEGC)	40
Figure 24 - Résultats des tests de perméabilité (Source: SEGC)	41
Figure 25 - Délimitations du bassin-versant de la Ravine Saint-Gilles (Source: SAGE Ouest)	43
Figure 26 - État chimique des masses d'eau "Cours d'eau" de l'île de la Réunion (Source : SDAGE)	45
Figure 27 - État écologique des masses d'eau "Cours d'eau" de l'île de la Réunion (Source : SDAGE)	45
Figure 28 -Caractéristiques des bassins-versants localement (Source : Atelier LD)	46
Figure 29 - Cartographie du pourcentage des pentes au droit du futur lotissement (Source: Atelier LD)	47
Figure 30 - Cartographie des Réseaux Écologiques de La Réunion – Trame aquatique	49
Figure 31 - Végétation secondaire se développant sur le site (Biotope, 2016)	50
Figure 32 - Cartographie de l'aléa inondation (Source: PPRn prévisibles Commune de Saint-Paul)	52
Figure 33 - Localisation du site inscrit de La Ravine de Saint-Gilles (Source: DEAL Ile de la Réunion)	53
Figure 34 - Domaine de Villèle : Maison de maître et ruine de la sucrerie (Source : office de tourisme de l'Ouest)	54
Figure 35 - Chapelle Pointue de Saint-Gilles-les-Hauts (Source : © Musée historique de Villèle / Raymond Barthes.)	55

Figure 36 : Superposition du plan parcellaire du lotissement avec le plan de zonage du PLU (Source : Atelier LD)	56
Figure 37 : Extrait du plan de zonage (Source : PLU de Saint-Paul)	57
Figure 38 - Pla des servitudes d'utilité publique (Source: PLU de Saint-Paul)	59
Figure 39 - Zonage du PPR en vigueur sur la commune (Biotope, 2017)	61
Figure 40 - Carte de destination générale des sols (Source : SAR de la Réunion)	62
Figure 41 - Usage AEP et enjeux de protection au sein du SAGE (Source : SAGE Ouest)	73
Figure 42 - Continuité écologique des espaces terrestres et aquatiques au sein du SAGE (Source : SAGE Ouest)	74
Figure 43 – Bassins-versants projetés (Source : Atelier LD)	77
Figure 44 - Plan de gestion des eaux pluviales en Q100 (Source: Atelier LD)	88
Figure 45 - Localisation des ouvrages hydrauliques projetés et bassins-versants associés (Source : Atelier LD)	95



1

# Résumé Non Technique

## 1 Résumé Non Technique

### 1 Un besoin de nouveaux logements sur la Réunion

L'aménagement du lotissement du Golf à Villèle s'inscrit dans la continuité des politiques publiques poursuivies sur la commune, et participera pleinement à l'atteinte des objectifs d'accueil de nouvelles populations fixés dans les différents documents cadre applicables.

A l'échelle du SCoT de TCO, l'objectif à 10 ans est de + 17 000 habitants, sous-tendant entre 15 000 et 18 000 logements nécessaires pour répondre à minima aux besoins démographiques. Cela correspond à au moins 1 500 logements en moyenne annuelle à rendre disponible sur les marchés du logement. Le projet participe au développement urbain du secteur de Villèle / Plateau -Caillou, pôle secondaire de l'armature urbaine du TCO.

Saint-Paul constitue une commune attractive qui a connu une forte progression de sa population, qui à présent est en cours de stabilisation. Le projet de lotissement est envisagé au niveau d'un espace réservé à l'urbanisation future dans le cadre de son document d'urbanisme.

### 2 CBo TERRITORIA, un acteur important de l'aménagement et de l'économie de la Réunion

CBo Territoria est propriétaire d'une importante réserve de plus de 3 000 hectares sur l'île de La Réunion, un territoire au foncier rare. Sur près de 200 hectares, CBo Territoria développe une offre immobilière – résidentielle et professionnelle – particulièrement diversifiée qui répond à la demande de marchés porteurs.

Très concrètement, CBo Territoria :

- Gère ses terrains, et les aménage progressivement pour les rendre constructibles,
- Développe des opérations immobilières diversifiées, à vocation patrimoniale pour son propre compte et en promotion immobilière pour le compte d'acquéreur,
- Assure la gestion immobilière de ses actifs patrimoniaux locatifs et de ceux de tiers.

CBo Territoria réalise des quartiers à vivre, majoritairement en promotion immobilière, sur des sites particulièrement bien situés. De Beauséjour à Sainte-Marie, Cocoteraie, Marie-Case, Mont Roquefeuil, Vert Lagon à Saint-Paul, Roche Café à Saint-Leu ou Jardins d'Ugo et Cap Austral à Saint-Pierre, ils offrent des cadres de vie toujours en harmonie avec les attentes des habitants.



## 1 Résumé Non Technique

### 3 Le secteur du golf du quartier de Villèle

- Le secteur d'implantation du projet s'inscrit au droit du bassin-versant de la Ravine de Saint-Gilles, seule ravine pérenne du secteur. La zone est entaillée par 2 ravines, l'une sèche au nord et l'autre non permanente au sud (Ravine Moulin Kader dénommée également canal de Brunniquel).
- Le secteur est connecté hydrauliquement au quartier de Villèle du fait de la topographie, le talweg se situant au cœur du projet de lotissement. Ce talweg permet d'évacuer les eaux de ruissellement en direction de l'ouest en transitant au centre du futur projet d'aménagement.
- Le sol est localement dit « moyennement perméable », permettant peu l'infiltration des eaux pluviales.
- Le secteur est concerné par plusieurs risques naturels, aucun risque technologique n'est par contre recensé.
- Le risque inondation ne concerne localement que les ravines croisées par l'emprise de la future voirie. Les risques mouvement de terrain est globalement faible. Il augmente sur les pentes délimitant aujourd'hui l'urbanisation (moyen) et au droit de la ravine Moulin Kader (élevé).
- Le site dispose de ressources potentielles en énergie solaire thermique et photovoltaïque (Étude BET Énergies Renouvelables).
- Concernant les habitats naturels, le site présente une majorité d'habitats secondaires (fourrés à Faux poivrier et Cassie), fortement envahis par des espèces exotiques envahissantes, sans intérêt écologique particulier. Le cortège floristique de l'aire d'étude est largement dominé par les espèces exotiques en partie envahissantes à La Réunion. Les enjeux faunistiques sont également limités sur le site.
- D'un point de vue paysager, le site n'intersecte aucun patrimoine culturel et/ou paysager recensé. Il est toutefois à noter que la voirie projetée, permettant la desserte jusqu'au golf, se positionnera en limite du site inscrit de la Ravine de Saint-Gilles. Il prend place au niveau des pentes de l'Ouest : il offre ainsi des vues vers la mer et le mi-pentes sur une majeure partie du terrain mais est également visible de points de vue en contrebas (route des Tamarins notamment).
- Le quartier de Villèle est un quartier historique qui s'est largement développé comme résidentiel ces dernières années. Le site est proche d'axes de circulation structurants, Route des Tamarins et RD 100, et proche du centre-ville de Saint Gilles les Hauts.
- L'ensemble du périmètre d'étude bénéficie d'un bon niveau de qualité de l'air. Le niveau de bruit est considéré comme modéré localement.
- La desserte du quartier de Villèle pose aujourd'hui des problèmes de fluidité du trafic. Il apparaît en effet clairement que l'ensemble du quartier de Villèle souffre d'un enclavement certain. À noter que la faiblesse des infrastructures viaires ne concerne pas que les habitants de Villèle, mais également les usagers des équipements du quartier, en particulier le Golf du Bassin Bleu.
- Le règlement applicable au Plan Local d'Urbanisme et au Plan de Prévention des Risques de Saint-Paul permet aujourd'hui la mise en place de l'aménagement.

---

Ainsi, jouxtant l'urbanisation existante, et surplombant la baie de Saint-Gilles, le secteur est propice au développement d'une offre de logement. Le site prévu pour l'implantation du projet, du fait de sa localisation et des voies nouvelles nécessaires à sa desserte, constitue une opportunité de créer une voie de desserte plus directe et plus sûre pour l'ensemble du quartier de Villèle.

---

# 1 Résumé Non Technique



Figure 1 - Vue sur la frange urbanisée surplombant le site, et le talweg en partie centrale (Source : Atelier LD)

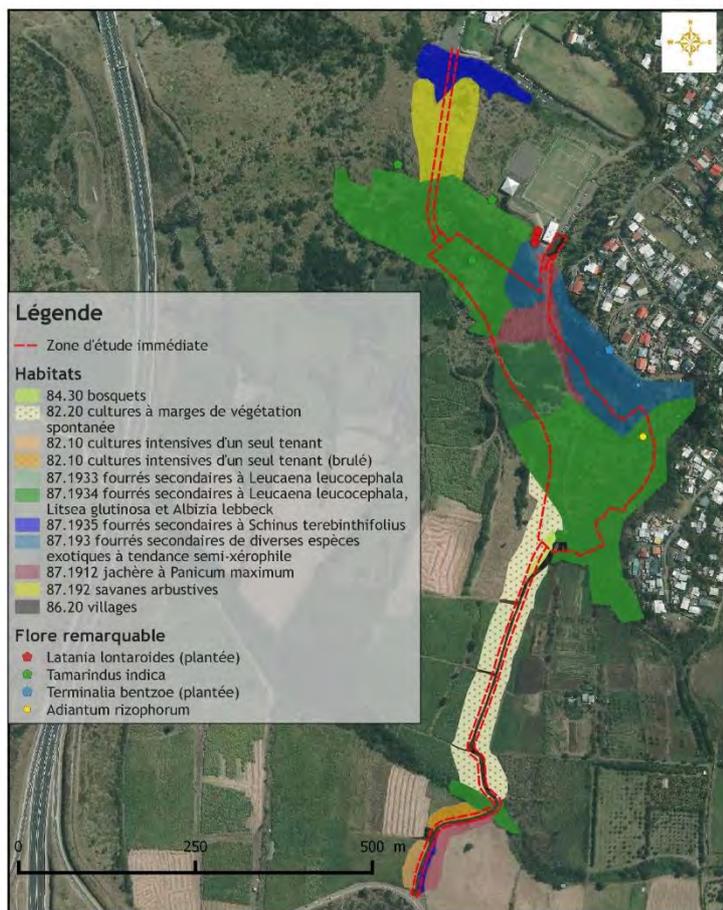


Figure 2 – Cartographie des habitats naturels et de la flore (Source : Biotope)



Figure 3 – Habitat secondaire sur le site (Source : Biotope)

©CBO Territoria - Tous droits réservés - Sources : ©Préfecture de la Réunion, Cartographie : Biotope, 2017

## 1 Résumé Non Technique

### 4 Un projet constituant une triple opportunité pour le quartier de Villèle

#### 4.1 Accueillir de nouvelles populations

Le projet porte sur la création du « Lotissement du Golf » à usage d'habitations composé de 70 lots libres destinés à des maisons individuelles, de 21 lots en PTZ également destinés à des maisons individuelles, et d'un macro-lot destiné à accueillir des logements aidés (environ 25 logements collectifs). Au total l'opération doit permettre la création de 116 logements, sur une superficie de 4.9 ha.

Des besoins ne nouveaux logement sont clairement identifiés sur la commune au regard du parc existant ainsi que des tendances démographiques à l'œuvre. Les parcelles où s'inscrira le lotissement du Golf ont été identifiées dans le PLU de Saint-Paul comme une zone dédiée à l'accueil des nouvelles populations sur le territoire et a ainsi fait l'objet d'un classement en zonage À Urbaniser AU.

#### 4.2 Restructurer la desserte viaire du quartier

Pour permettre la desserte de ce nouveau lotissement, le projet intègre également la création d'une voie de liaison et de désenclavement du secteur de Villèle des abords du stade de football côté Villèle jusqu'à la RD100, ainsi qu'une voie de raccordement au site du "Golf du Bassin Bleu". La surface de ces deux voies, connexes au projet de "Lotissement du Golf", représente une emprise de 6 847 m<sup>2</sup>.

La création de cette nouvelle infrastructure est globalement bénéfique pour les circulations internes du quartier dans la mesure où elle en équilibre les itinéraires qui n'ont plus comme seuls raccordements à la voie locale ceux situés aux abords de la RD6. De la même manière, les flux de loisirs sont dissociés des flux résidents avec un accès plus direct au parcours de golf.

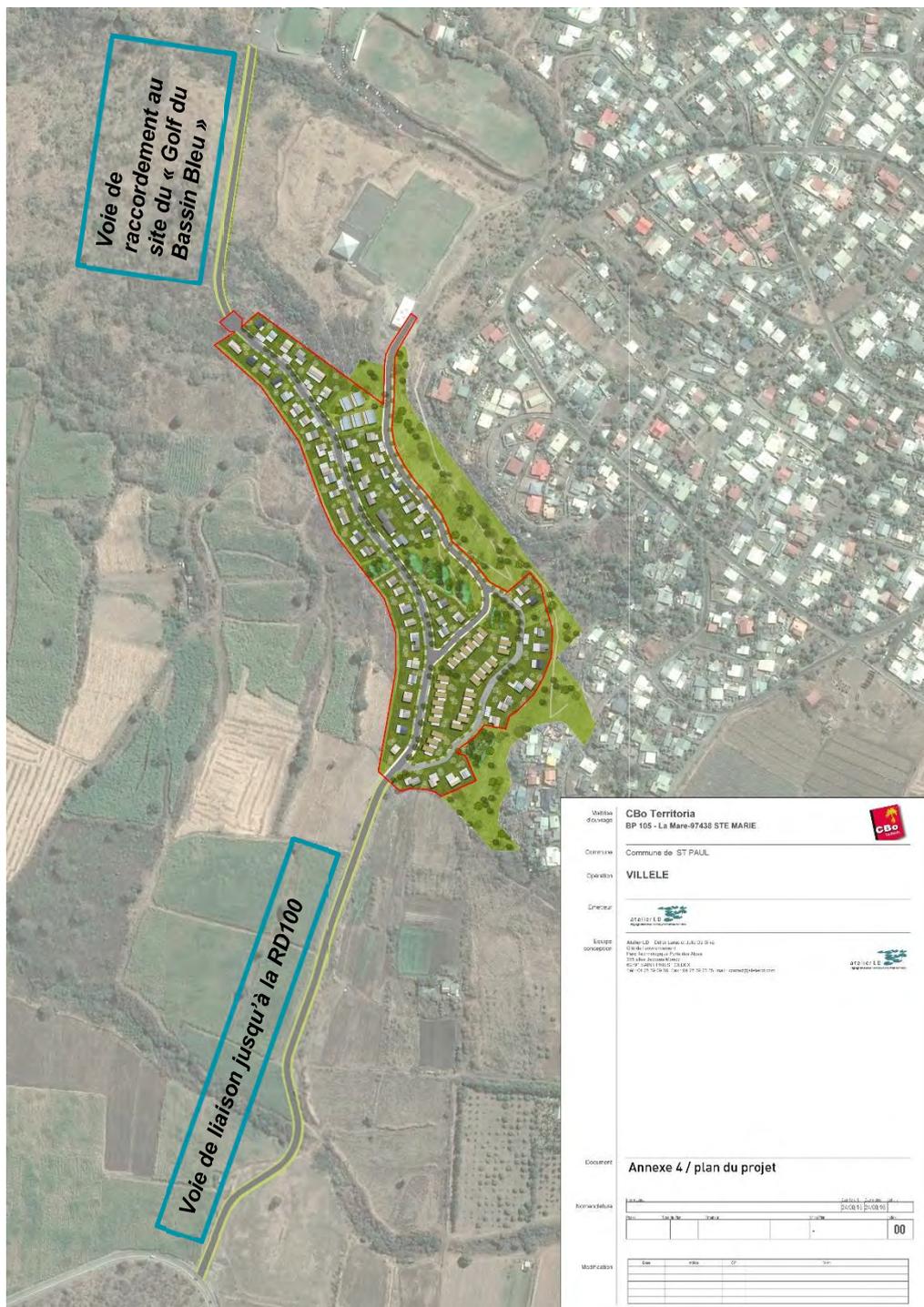
Une étude du trafic spécifique a été menée et a permis de définir les modalités de raccordement à la RD 100. Il se fera par l'intermédiaire d'un tourne-à-gauche, solution ayant obtenue un avis favorable de la part du Département.

#### 4.3 Améliorer le réseau d'assainissement

Il n'existe pas actuellement de réseau collectif d'assainissement des eaux usées dans le quartier de Villèle. Par contre, la Créole (régie communale gérant l'eau potable et l'assainissement des eaux usées) envisage la réalisation d'un réseau en DN200 assainissant le quartier actuel de Villèle et passant par le terrain d'assiette du lotissement, pour se raccorder à l'intersection de la voie A avec le RD100 où il existe un collecteur. La future voie permettra donc de mutualiser deux usages.



# 1 Résumé Non Technique



## 1 Résumé Non Technique

# 5 Un projet intégré à son environnement

## 5.1 Dès sa phase de conception

La conception du projet a été l'occasion d'élaborer et de critiquer une pluralité de variantes d'aménagement, afin d'aboutir au projet le plus adapté au site.

- Un travail fin entre les différents acteurs du projet (bureau VRD, architecte, écologue, paysagiste, maître d'ouvrage) a permis de prendre en compte et d'éviter certaines zones d'intérêt écologiques et/ou paysager (20 000 m<sup>2</sup> particulièrement pentus notamment). La préservation du fonctionnement hydraulique actuel du site tout comme le maintien et la valorisation paysagère du talweg existant constitue un axe central de la conception de l'opération.
- L'optimisation de l'éclairage au sein de l'aménagement permettra d'en limiter les nuisances sur la faune, tout comme les économies d'énergie.
- Des recommandations ont été émises pour optimiser la ressource énergétique récupérable en termes d'orientation et bioclimatisme, comme en équipement solaires en toiture.
- Une réflexion spécifique a été menée pour sélectionner les essences qui seront utilisées dans les différents espaces végétalisés et ainsi éviter l'introduction d'espèces non locales et envahissantes.
- Un certain nombre d'aménagements spécifiquement dédiés à la gestion des écoulements au sein de l'opération sera mis en place pour assurer la transparence hydraulique du lotissement comme des nouvelles voies. Afin de compenser l'imperméabilisation des sols et l'augmentation des débits qui en résulte, des noues et bassins de rétention sont prévus. Ils ont fait l'objet d'un dimensionnement précis et spécifiques.

---

La variante retenue se révèle ainsi la plus économe en voirie, et celle qui s'intègre le plus aisément dans le paysage. Elle est également la variante d'aménagement qui s'articule le mieux avec le projet connexe de pose d'un réseau EU, qui détermine particulièrement le tracé de la voie.

---

## 5.2 Tout au long de la phase de chantier

Des compléments d'expertises techniques seront réalisées en amont de certaines opérations, notamment en termes de géotechnique au droit des futures routes.

L'optimisation de la prise en compte de l'environnement durant le chantier se fera via notamment le suivi environnemental de chantier, le choix des entreprises en fonction de leur prise en compte des enjeux environnementaux, ainsi que la mise en place d'un plan d'alerte cyclonique.

Il s'agira d'orienter l'organisation du futur chantier afin de limiter les impacts sur les points sensibles de l'environnement identifiés.

Concernant la biodiversité, la définition d'une période de travaux respectueuse des cycles biologiques constitue une mesure majeure pour la réduction des impacts du projet sur la biodiversité. Les modalités des travaux envisagées faciliteront l'évacuation de la faune du site. Les éventuels éclairages utilisés seront adaptés afin de limiter les perturbations de la faune nocturne.

Une délimitation rigoureuse des emprises de chantier sera mise en œuvre et le chantier adapté aux conditions météorologiques.

## 1 Résumé Non Technique

La sécurité des biens et personnes sera garantie. Des moyens visant à prévenir ou traiter d'éventuelles pollutions du milieu, des eaux superficielles et souterraines ainsi que de potentiels risques et nuisances seront assurés. La contamination par des espèces envahissantes sera également limitée par des pratiques adaptées (

### 5.3 Lors de la phase d'utilisation de l'aménagement

Il s'agira ici essentiellement de l'instauration d'un entretien adapté des emprises aménagées au sein de l'opération :

- La mise en place d'une gestion raisonnée pour l'entretien des espaces verts ; les prescriptions édictées dans le Cahier des Prescriptions Architecturales Urbaines, Paysagères, Environnementales (CPAUPE) joint au permis d'aménager.
- Les ouvrages de gestion des eaux pluviales (principalement à l'air libre) feront également l'objet d'une surveillance, d'un entretien et d'une maintenance particulièrement encadrés.



2

## Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

### 1 Présentation du demandeur

L'opération d'aménagement du lotissement du Golf » et voiries de desserte à Villèle est portée par la société CBo TERRITORIA, dont les coordonnées sont les suivantes :

SA CBo TERRITORIA

Cour de l'Usine - 97438 Sainte marie

Tél : 0262 53 24 05 / Fax : 0262 53 24 33

Courriel : sospel@cboterritoria.com

N° SIRET (siège) : 425 038 805 000 19



La conception du projet s'est faite de manière itérative entre l'équipe de maîtrise d'œuvre représentée par Atelier LD, avec le concours des membres du groupement (LD Austral, CER, ISIS, Biotope), la commune de Saint-Paul, La Créole (régie des eaux de la ville de Saint Paul) et CBo Territoria.

### 2 Principes de projet et localisation

Le projet porte sur la création du « Lotissement du Golf » à usage d'habitations composé de 70 lots libres destinés à des maisons individuelles, de 21 lots en PTZ également destinés à des maisons individuelles, et d'un macro-lot destiné à accueillir des logements aidés (environ 25 logements collectifs). Au total l'opération doit permettre la **création de 116 logements, sur une superficie de 4.9 ha.**

Pour permettre la desserte de ce nouveau lotissement, le projet intègre **également la création d'une voie de liaison et de désenclavement du secteur de Villèle des abords du stade de football côté Villèle jusqu'à la RD100, ainsi qu'une voie de raccordement au site du "Golf du Bassin Bleu"**. La surface de ces deux voies, connexes au projet de "Lotissement du Golf", représente une emprise de 6 847 m<sup>2</sup>.

## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

Ce projet se localise sur le territoire communal de Saint-Paul (île de la Réunion), plus précisément dans le secteur de Villèle. En effet, il est proche d'axes de circulation structurants, Route des Tamarins et RD 100, et proche du centre-ville de Saint Gilles les Hauts. Ainsi, jouxtant l'urbanisation existante, et surplombant la baie de Saint Gilles, le secteur est propice au développement d'une offre de logement.

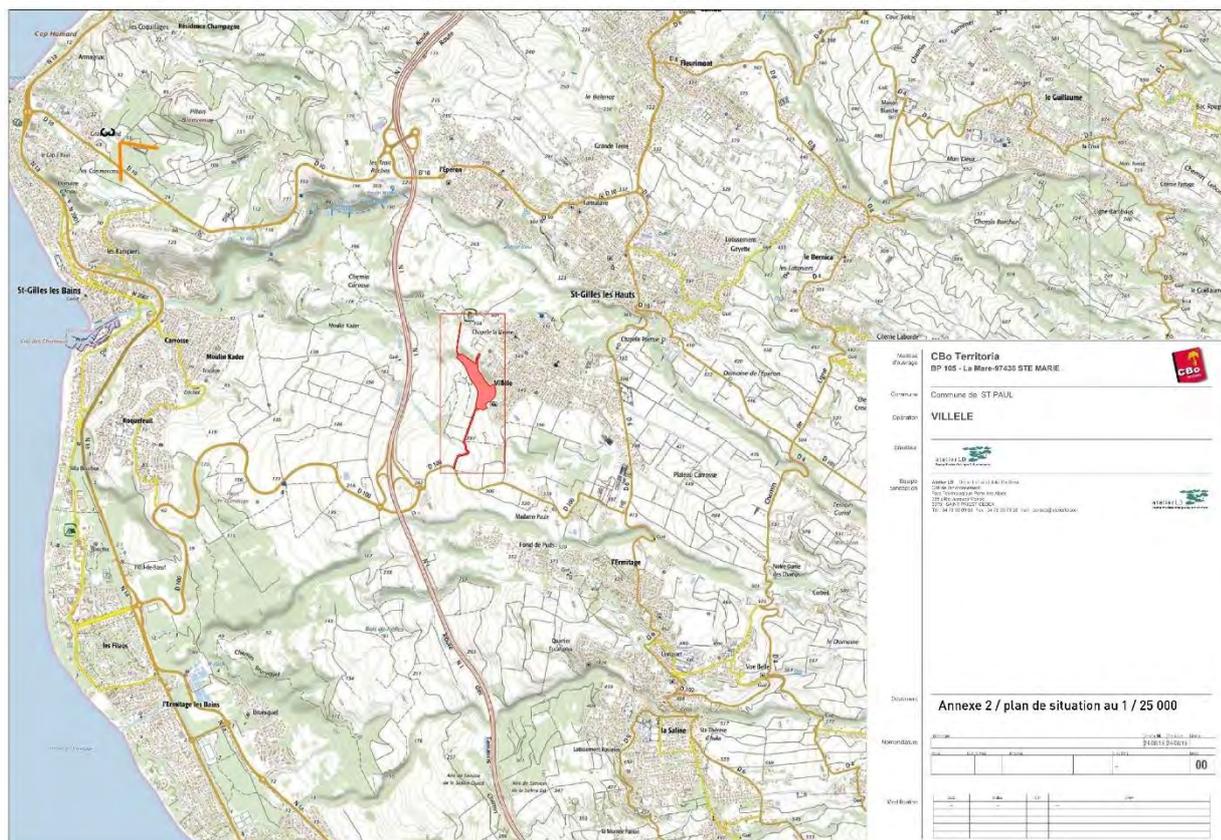


Figure 4 - Plan de situation au 1/25000 du projet (Source : Atelier LD)

2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

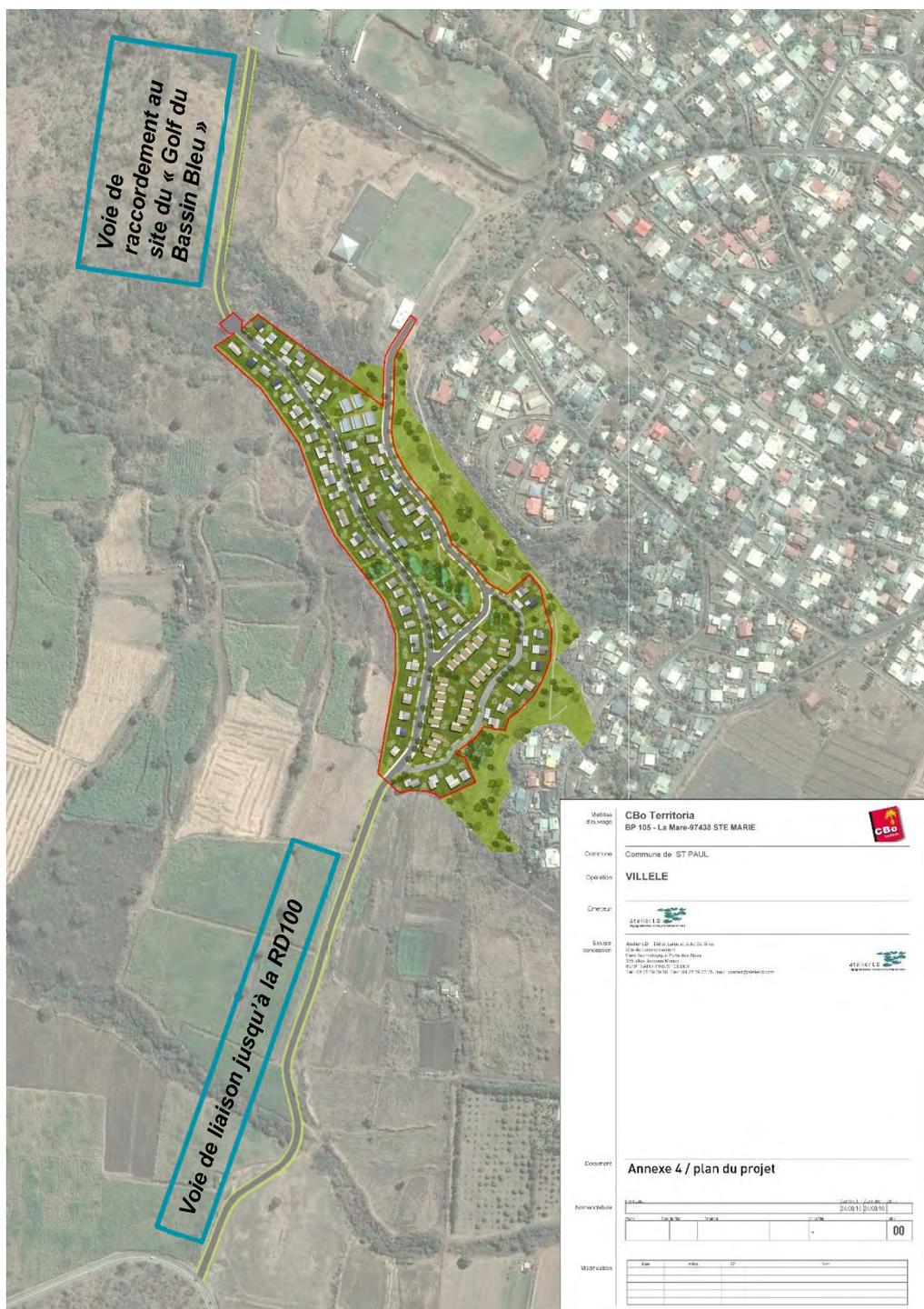


Figure 5 - Plan du projet (Source : Atelier LD)

## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

### 3 Objectifs d'aménagement

Les grands objectifs autour de cette opération sont les suivants :

- 1) **Améliorer la desserte du quartier de Villèle** par la création d'une voie de désenclavement en limite Ouest depuis le stade de foot jusqu'à la RD 100. Cette voie nouvelle permettra de soulager et d'améliorer la desserte du quartier de Villèle par la RD100 qui rapproche le quartier de la Route des Tamarins située en contrebas (2 800 habitants, Source Insee DGFIP 2010).
- 2) **Desservir le quartier de Villèle en assainissement** des Eaux Usées collectif gravitaire. (Géré par les services de La Créole)
- 3) **Développer un programme de 116 logements**, dont 40% de logements aidés.  
Afin de limiter l'impact paysager et de favoriser l'intégration dans la pente, sur les 49 970 m<sup>2</sup> de surface du site, seuls environ 30 000 m<sup>2</sup> sont destinés aux logements.
- 4) La liaison transversale RD100/Villèle/Bassin Bleu permettra en outre d'**améliorer l'accessibilité du pôle d'activité économique et touristique du Bassin Bleu** (golf) aujourd'hui écarté et difficile d'accès.

### 4 Chiffres clés du programme

- Emprise totale du projet d'aménagement : 5.6 ha
- Surface plancher : 17 900 m<sup>2</sup>
- Terrain d'assiette du lotissement, hors voies de liaison : 4.9 ha
- Trame viaire : 1.9 km

### 5 Situation foncière

Les références cadastrales des parcelles partiellement ou totalement comprises dans le projet sont les suivantes : DK 102, DK 256, DK 698, DK 684, DK 321, DK 156 (voir cartographie en page suivante).

## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet



Figure 6 - Plan cadastral des parcelles du projet (Source : Atelier LD)

## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

# 6 Détails des différents aménagements projetés

## 6.1 Un lotissement de 116 logements

### 6.1.1 Principes de composition retenus

- Une trame viaire qui assume une double fonction, celle de desservir l'opération, mais également de créer les conditions de désenclavement de l'ensemble du quartier de Villèle et de l'équipement sportif du Golf du Bassin bleu.
- Une densité raisonnée, sur un site aux enjeux pluriels du fait de sa position à proximité d'un pôle urbain, mais également en lisière de l'urbanisation sur un site visible dans le grand paysage. Recherche d'une densité peu impactante dans le paysage par le recours à des formes urbaines adaptées : maisons en bandes, petits collectifs, maisons individuelles sur des terrains de taille limitée.
- Intégration du projet dans la topographie. Les zones les plus pentues sont préservées de toute urbanisation afin de limiter des modifications fortes du terrain naturel ainsi que du paysage. Ainsi sur les presque 5ha de surface du site, seuls environ 30 000 m<sup>2</sup> sont destinés aux logements. Le coteau de Villèle notamment, est préservé et mis en valeur par un reboisement d'essences endémiques et indigènes.
- Préservation du fonctionnement hydraulique du site, par l'intégration des talwegs existants dans la trame urbaine. Au-delà de leur rôle dans la gestion des eaux, ils constituent des percées végétales qui rythment la composition.
- Gestion alternative des eaux pluviales par un réseau de noues et de bassins de rétention/infiltration qui contribuent à façonner le paysage des espaces publics.
- Création d'une continuité piétonne en belvédère, qui peut être prolongée sur le foncier maîtrisé par la commune et vers les opérations OST2 situées en amont.



Figure 7 - Principes de composition du lotissement (Source : Atelier LD)

## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

### 6.1.2 Plan de programmation

Le futur lotissement s'étend sur une surface d'environ 49 450m<sup>2</sup>.

Création d'un lotissement à usage d'habitations de 116 logements, composé de 70 lots libres destinés à des maisons individuelles, de 21 lots en PTZ également destinés à des maisons individuelles, et d'un macro-lot destiné à accueillir des logements aidés (environ 25 logements collectifs).

Au total l'opération doit permettre la création de 116 logements, dont 40% de logements aidés, sur une superficie de 4.9ha.

La surface des espaces libre est d'environ 4 100m<sup>2</sup>.

Figure 8 - Plan de programmation du lotissement (Source: Atelier LD)

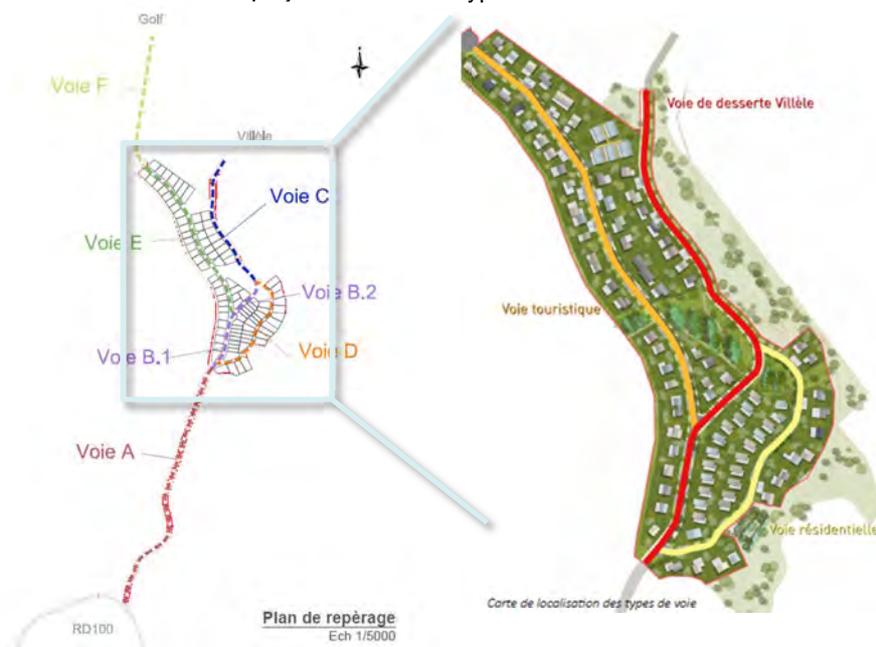


## 6.2 Une extension du réseau viaire

Une trame viaire qui assume une double fonction, celle de desservir l'opération, mais également de créer les conditions de désenclavement de l'ensemble du quartier de Villèle et de l'équipement sportif du Golf du Bassin bleu. A noter qu'un sentier piéton en terre permettra la liaison piétonne entre le quartier de Villèle et le nouveau lotissement.

Ainsi trois typologies de voies composent la trame viaire du projet. Chacun des types de voie est adapté à sa fonction future, au trafic afférent, et à l'image urbaine et paysagère attendue.

Figure 6 – Plan de repérage et Carte de localisation des types de voie au sein du projet (Source : Atelier LD)



Les différents types de route seront :

- Route en béton balayé d'une épaisseur de 20cm pour la voie D sur 514 ml.
- Route en Béton Bitumineux Semi-Grenu (BBSG) d'une épaisseur de 6cm sur 1691 ml (hors voies A et F).

## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

Voie	Longueur	Largeur
A	555 m	5,5 m
F	293 m	5 m

Tableau 1 - Dimensionnement des principales voiries (Source: Atelier LD)

La vitesse autorisée sera de 50 km/h sur les voies enrobées et 30 km/h sur la voie partagée en béton balayé.

Il n'est prévu ni éclairage, ni trottoir ou piste cyclable le long des linéaires des voies A et F.

À terme, l'ensemble des voies seront rétrocédées à la commune (la voie D interne pourra cependant restée à la charge de l'Association Syndicale de Propriétaires, ASL), qui sera ainsi en charge de leur entretien.

### 6.2.1 Voie de desserte Villèle

Cette voie constituera à terme un axe structurant, permettant de rejoindre le RD100 depuis le quartier de Villèle. Elle dispose donc d'une emprise routière confortable afin de permettre une circulation sécurisée et fluide.

L'aménagement de ces abords varie selon le contexte immédiat. En partie basse, l'aménagement de la voie crée une ambiance urbaine, accompagnée d'une trame végétale (arbres d'alignement et noues plantées) qui habille et ombrage la voie. En partie haute, en lisère du coteau, l'emprise des abords est plus réduite.

Le long de l'ensemble de son linéaire, la voie de desserte de Villèle est bordée d'une noue paysagère qui collecte les eaux de pluies et de ruissellement.

Un relevé topographique a été réalisé au droit du tracé retenu pour prise en compte dans la définition de l'aménagement.

Le profil en travers type se présente comme suit pour la *Voie A (hors lotissement)* :

- Une voie à double sens (2x1 voies) pour les véhicules de 5,5 m de large ;
- Un accotement enherbé de 2 et 0,5 m de large ;
- Un fossé pour la collecte des eaux pluviales (2 m de large).

### 6.2.2 Voie touristique

Au-delà de sa fonction de desserte interne au projet, cette voie a vocation dans le futur à désenclaver le Golf du Bassin bleu. Il s'agit donc de conférer à cette voie une ambiance particulière. Elle est densément plantée, par des arbres d'alignement et la noue paysagère qui encadre son tracé. Des stationnements longitudinaux sont positionnés ponctuellement. L'emprise de la voie circulée est restreinte à 5m afin de limiter les vitesses de circulation et de préférer une ambiance résidentielle à une ambiance routière.

Le profil en travers type se présente comme suit pour la *Voie F (hors lotissement)* :

- Une voie à double sens (2x1 voies) pour les véhicules de 5 m de large ;
- Un accotement enherbé de 2 et 0,5 m de large ;
- Un fossé pour la collecte des eaux pluviales (2 m de large).

## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

### 6.2.3 Voie résidentielle

Cette voie assume uniquement une fonction de desserte locale des lots le long de son linéaire. Elle est conçue comme une voie mixte, où l'ensemble des modes de déplacement se partage l'espace. Son revêtement est en béton balayé, et son tracé volontairement sinueux afin de casser les vitesses. Elle est bordée d'une noue plantée, et accueille ponctuellement de fosses plantées.



Figure 9 - Images de référence, voie desserte et résidentielle (Source : Atelier LD)

### 6.2.4 Raccordement à la RD 100

Il se fera par l'intermédiaire d'un tourne-à-gauche, solution ayant obtenu un avis favorable de la part du Département.



Figure 10 – Plan de l'aménagement du carrefour à la RD100 retenu (Source: Atelier LD)

### 6.2.5 Modalités de traversée des ravines

Les traversées des ravines seront constituées d'ouvrages cadres préfabriqués, tel que définis dans l'étude hydraulique. Des entonnements maçonnés en amont et en aval des ouvrages cadres seront réalisés pour la consolidation des berges autour des dalots.

## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

L'acheminement de ces dalots jusqu'au site se fera via la piste d'exploitation agricole existante.

### 6.2.6 Gestion spécifique des eaux pluviales

L'évacuation des eaux pluviales au niveau des parties publiques et des parties privées sont à dissocier. AU droit des lots privés, les eaux pluviales seront gérées à la parcelle (voir cahier des charges des préconisations à la parcelle) par des ouvrages de temporisation paysagers.

La plateforme routière et les talus créent des surfaces sur lesquelles ruissellent les eaux pluviales. Le drainage de ces surfaces est assuré par les ouvrages transversaux et longitudinaux ayant pour fonction de collecter et d'acheminer les eaux issues du ruissellement de la plate-forme routière vers des ouvrages multifonctions. Ces ouvrages permettent de traiter et d'écarter les eaux de ruissellement avant rejet aux milieux récepteurs.

Les ouvrages de collecte sont constitués par :

- Des dispositifs longitudinaux sur plate-forme : fossés enherbés récupérant uniquement les eaux de ruissellement de la plateforme le long de l'ensemble des voies de l'opération. Les noues ont été dimensionnées avant tout d'un point de vue paysager mais aussi pour reprendre les eaux pluviales ruisselant sur la voirie, le débit de fuite des parcelles aménagées mais également leur surverse pour un débit de fréquence 20 ans.
- Des dispositifs transversaux : plusieurs bassins de temporisation collecteront une partie des eaux pluviales collectées par les noues qui bordent les voies de circulation. Un bassin d'un volume de 21 m<sup>3</sup> est créé en limite Nord du lotissement, une succession de bassins en partie centrale du lotissement permettent de stocker un volume de 185 m<sup>3</sup> (jardin des cascades), et enfin un bassin en limite Sud du lotissement permet le stockage de 42 m<sup>3</sup>.

Le rejet des eaux de ruissellement de la plateforme dans le milieu naturel se fera après traitement partiel et écrêtement dans les ouvrages de rétention par phyto-épuration. Au sein du lotissement les eaux de pluies sont principalement rejetées dans le milieu naturel au niveau du talweg existant en aval du jardin des cascades. Les deux autres espaces de rétention disposent également d'un exutoire pour les eaux résiduelles dans le milieu naturel. Concernant les voies de raccordement A et F, les eaux de pluies sont diffusées dans le milieu naturel sur l'ensemble de leur linéaire.

## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

Figure 11 – Profil en travers type de la voie A (Source: Atelier LD)

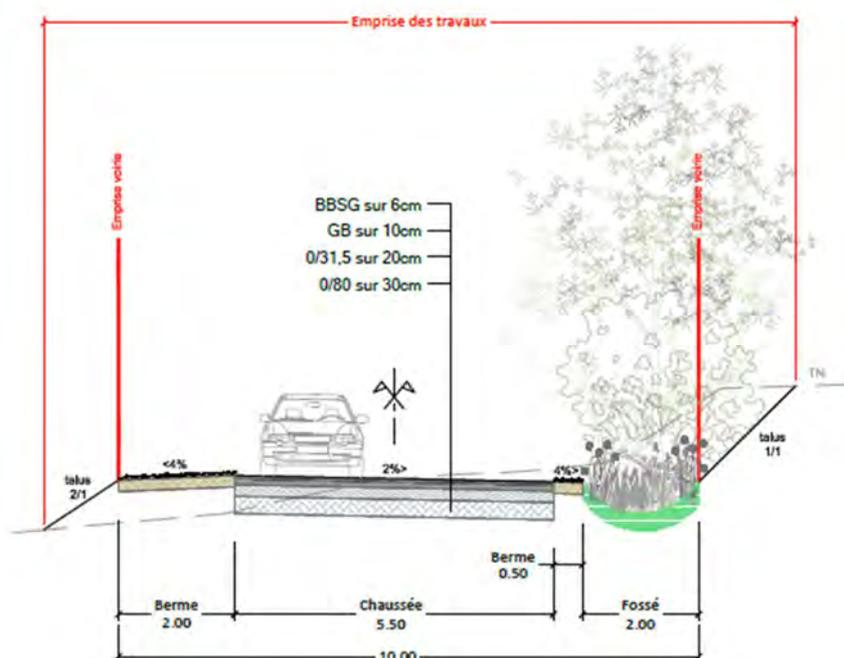
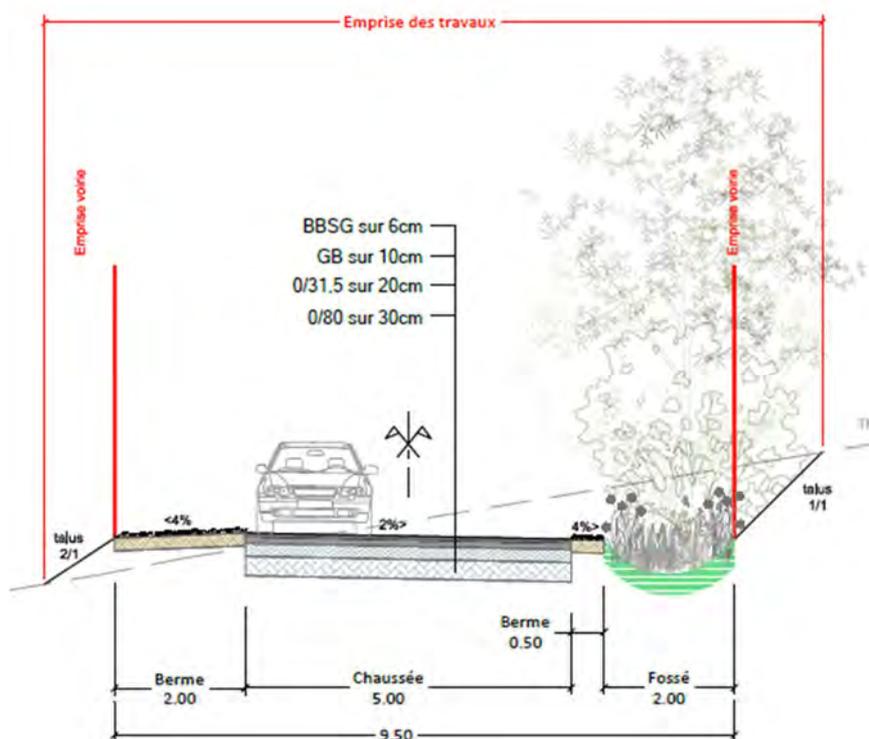


Figure 12 – Profil en travers type de la voie F (Source: Atelier LD)



2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

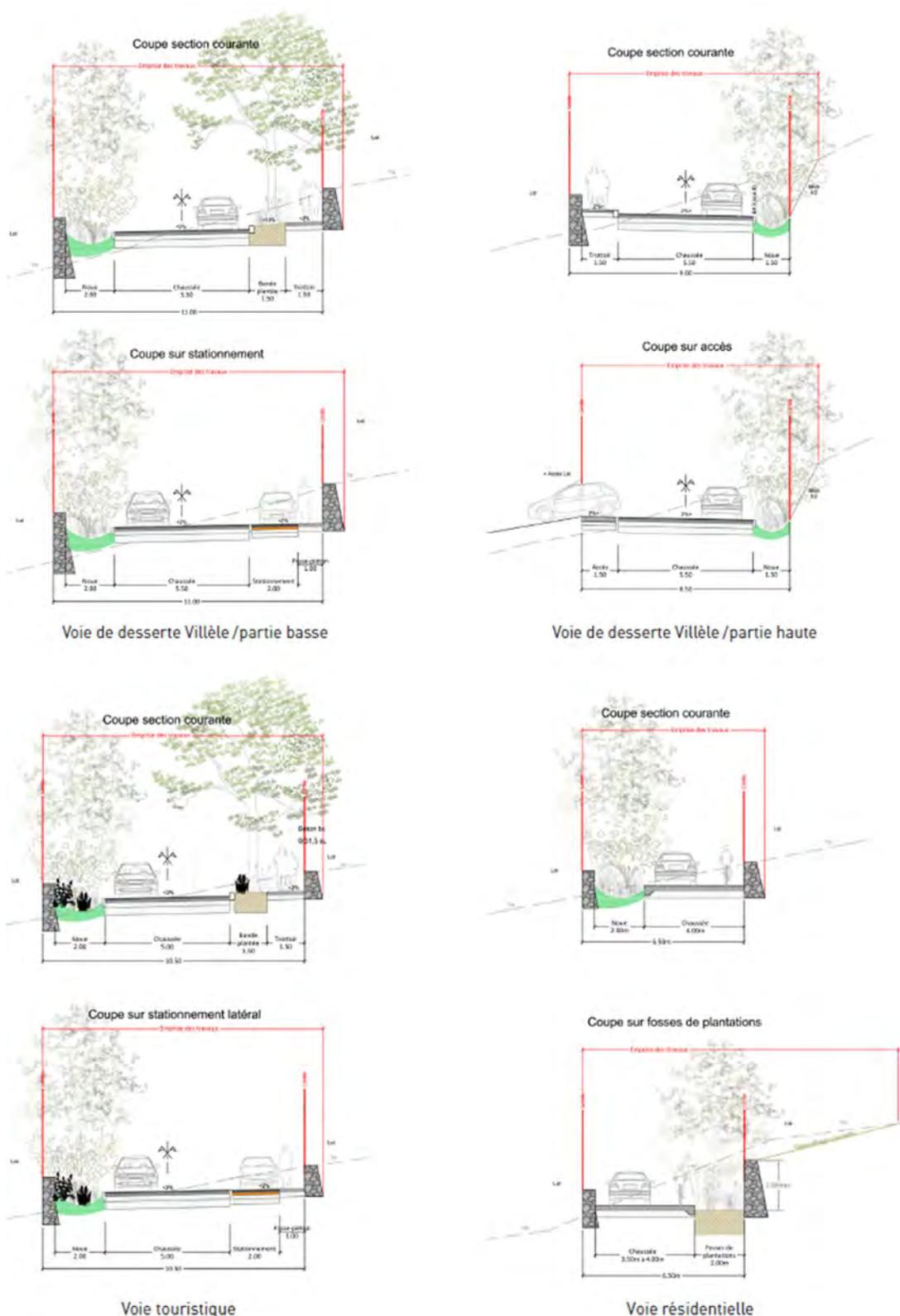


Figure 13 - Coupes des différentes voies au sein de l'opération (Source: Atelier LD)

## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

### 6.3 Un aménagement paysager spécifique

Un aménagement paysager du coteau est prévu, hors de la procédure de lotissement, afin de créer une connexion piétonne en belvédère depuis Villèle, de temporiser les eaux de pluies et de limiter les ruissellements jusqu'au lotissement, de diversifier/restaurer le couvert végétal.

Les espaces paysagers au sein du projet représentent une surface d'environ 4 100m<sup>2</sup>. Une grande partie des espaces libres correspondent au tracé du talweg existant, qui parcourt le site en son centre. L'aménagement des espaces libres vise à maintenir cette continuité hydraulique, tout en revégétalisant ses abords, et en temporisant les eaux de ruissellement. Le traitement des eaux de pluie sera mis en scène, les bassins successifs dans la pente générant cascades et surverses.

La coulée verte, implantée au cœur du quartier à l'emplacement d'un talweg naturel, offrira un espace commun de détente et de promenade, relié au quartier de Villèle par des cheminements piétons inscrits dans la pente. La gestion des eaux pluviales en surface donnera à cette espace une dimension supplémentaire en créant des zones humides temporaires favorisant une flore spécifique. La palette végétale offrira une diversité d'espèces et en particulier des essences endémiques de la forêt semi-sèche. Les habitants et les promeneurs pourront profiter de la plantation d'arbres fruitiers et d'espaces enherbés ombragés. Certaines parties du terrain pourraient être consacrées à la mise en place de potagers communs.

La coulée verte sera structurée en implantant une série de merlons dans la pente, le long des courbes de niveau du terrain naturel. Ces merlons, d'une hauteur maximale de 80cm et plantés de Vétiver auront un rôle de limitation des ruissellements et d'accumulation de matière organique issu du broyage de la végétation du site.

Ce corridor vert crée de plus une césure dans l'urbanisation, il introduit une respiration dans le front bâti, visuelle mais aussi climatique en favorisant la circulation des vents.



Figure 14 - Images de référence, coulée verte et bassins d'infiltration/rétention des eaux de pluie (Source: Atelier LD)

Les arbres, en particulier les fruitiers, seront installés à l'arrière de ces modelés afin de bénéficier d'un sol plus épais ainsi que d'un apport d'eau supplémentaire. Le paillis au pied des arbres sera constamment enrichi lors de la fauche du Vétiver et de la taille des végétaux.

Les voies seront bordées par une végétation diversifiée qui viendra compléter la végétation des jardins privés. Les bandes végétales en bordure de trottoir seront constituées d'une fosse continue afin de donner un volume de substrat important aux diverses essences d'arbres. Ces bandes seront plantées de manière irrégulière, avec des formes d'arbres diversifiées, afin d'éviter tout effet d'alignement. Elles devraient à terme donner l'image de bandes forestières s'inscrivant dans le grand paysage tout en offrant un rôle d'ombrage confortable pour les cheminements piétons.

## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

Le réseau de noues sera planté selon le même principe de diversité végétale. Les conditions différentes de sol et les apports d'eau réguliers permettront de donner un caractère singulier aux plantations. Ces noues seront réalisées en mélange terre-pierre afin de garantir une résistance à l'érosion et une porosité du sol à la fois favorable aux végétaux et à l'infiltration des eaux.

Des franges boisées seront remises en place le long des cheminements piétons parcourant le coteau boisé et la coulée verte. Sur un sol décompacté en profondeur, de jeunes plants d'arbres endémiques seront réimplantés avec un paillage épais permettant de créer à terme des bandes boisées diversifiant la végétation en place. Ces bandes feront l'objet d'un entretien forestier durant les années suivant la plantation.

Les espaces d'interface avec le quartier de Villèle ainsi que le Jardin central resteront propriété de l'association syndicale du lotissement.

### 6.4 Un traitement des eaux pluviales adapté

Les descriptions du fonctionnement hydraulique du site à l'état actuel et à l'état aménagé font l'objet d'une note hydraulique jointe au présent dossier.

L'aménagement du site repose sur un principe de gestion alternative des eaux pluviales.

Des noues plantées sont aménagées en bordure de voie afin de récolter, temporiser, et infiltrer les eaux de pluies.

L'eau de pluie est ensuite acheminée jusqu'aux espaces de rétention / infiltration, ou vers les exutoires du site.

Au-delà de sa fonction hydraulique, les noues sont l'une des composantes de l'ossature paysagère du projet. Elles sont densément plantées le long de leurs parcours afin de paysager les espaces communs du lotissement, et d'apporter ombre et fraîcheur.

Les espaces de rétention sont aussi plantés, afin de présenter un visage naturel, s'apparentant à une retenue d'eau non artificielle.

Figure 15 - Images de référence, noues paysagères (Source: Atelier LD)



## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

### 6.5 Une intégration des constructions dans la pente encadrée

Le terrain d'assiette du projet présente des pentes moyennes, qui ponctuellement s'accroissent et peuvent dépasser les 25%.

Cette topographie ne constitue pas qu'une contrainte, elle permet de dégager des vues pour l'ensemble des lots et de rythmer la composition générale, mais son intégration au projet architectural doit être réfléchie.

Pour faire de la topographie un atout, il s'agit de ne pas faire contre mais avec.

Il est alors nécessaire d'adapter l'implantation et la volumétrie du bâti au terrain naturel. **Sur les terrains en pente, l'aménagement devra faire en sorte que la construction s'adapte au sol et non l'inverse.**

La conception de bâtiments à étages, à petite emprise au sol et à terrassements modérés est recommandée. Le recours aux demi-niveaux est également vivement recommandé.

Selon le point d'accès à la parcelle, point bas ou point haut, l'on privilégiera les logements sous forme de duplex ou duplex inversé.

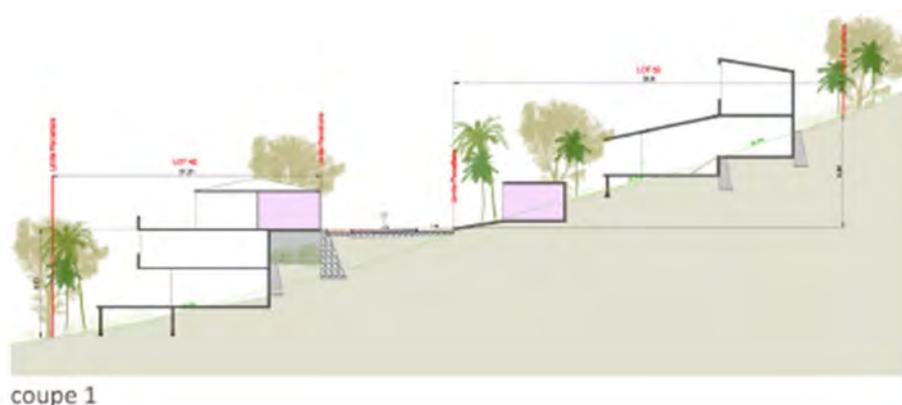


Figure 16 - Exemple de coupe d'intégration des constructions dans la pente (Source: Atelier LD)

### 6.6 Des prescriptions complémentaires se traduisant dans une pièce particulière du permis d'aménager

Le cahier des prescriptions aborde une pluralité de thèmes afin de garantir la qualité urbaine, architecturale, paysagère et environnementale du projet. Les thématiques abordées sont les suivantes :

- CONCEPTION BIOCLIMATIQUE
- CONSTRUIRE DANS LA PENTE
- GESTION DES EAUX PLUVIALES
- GESTION DES ESPACES VERTS
- REGLES D'IMPLANTATION
- TRAITEMENT DES LIMITES
- ACCES ET STATIONNEMENTS
- PALETTE VEGETALE
- ARCHITECTURE
- VOLUMETRIE
- TOITURE.

## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

# 7 Modalités de mise en œuvre

## 7.1 Phasage prévisionnel

L'opération et les travaux de viabilisation seront réalisés 4 tranches :

- Tranche 1 : 10 mois,
- Tranche 2 : 6 mois (se chevauche avec T1),
- Tranche 3 : 8 mois,
- Tranche 4 : Il s'agit d'une tranche conditionnelle. Son lancement est lié au développement touristique de bassin bleu. De fait, aucun planning de travaux n'a été défini pour le moment.

La durée globale de réalisation des tranches 1, 2 et 3 porte sur 18 mois.



Figure 17 - Phasage des travaux projeté (Source : Atelier LD)

## 7.2 Descriptifs des opérations

Afin d'assurer la viabilisation du lotissement, les travaux et ouvrages à réaliser sont les suivants :

- La préparation des sols et les terrassements généraux.
- La voirie.
- L'assainissement des eaux pluviales.
- L'assainissement des eaux usées.

## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

- L'adduction d'eau potable.
- Les réseaux électriques et l'éclairage.
- La distribution des télécommunications.

L'altitude du site est située entre 329 m et 270 m NGR. Le site présente des pentes principalement orientées vers l'Ouest allant de 10% à 45 %. Les cotes de voirie seront calées pour « coller » au mieux au terrain naturel. Avant tout travaux, l'emprise générale sera systématiquement nettoyée et débroussaillée et les arbres existants non prévus d'être conservés seront abattus puis évacués en décharge. Sous l'emprise des voies, les zones douteuses seront purgées et un apport de matériaux sains sera réalisé. Il sera procédé, après décapage, aux terrassements généraux des fonds de forme des voiries.

Sous réserve de validation par une étude géotechnique, les structures de voiries sont dimensionnées pour une PFT de 50Mpa. Les matériaux de structures seront de types GNT 0/31.5 ou 0/80.

Les mouvements des terres, les déblais et les remblais nécessaires à la réalisation des voiries seront réalisées conformément aux règles de l'art et optimisés pour limiter le transport et l'évacuation des matériaux excédentaires. Des opérations de nivellements seront nécessaires, notamment au droit des voiries. Suivant l'estimation AVP (version mars 2017), pour l'ensemble du projet la balance déblais/remblais en découlant serait quasiment à l'équilibre  $11\ 325\text{m}^3 / 11\ 120\text{m}^3$ . Un équilibre a été recherché par un calage des voies à l'axe du TN et la réutilisation des matériaux pour les structures de voirie et les maçonneries.

L'accès au « Lotissement du Golf » se fera depuis le Nord via une voie de liaison et de desserte au quartier de Villèle entre le stade et la RD100.

L'axe de la voirie sera calé au TN pour équilibrer les déblais/remblais. Les différents revêtements de sol seront essentiellement des enrobés, des bétons balayés, fibré et des pavés en béton drainant sur les zones de stationnements. La structure de voirie principale des liaisons entre Villèle, la RD 100 et la zone du « Golf du bassin bleu » sera de type lourde pour tenir compte de la fréquentation. Le revêtement de surface sera constitué de Grave Bitume sur 10.00 cm et d'une couche de béton bitumineux semi grenus mince de 6.00 cm.

La voie secondaire sera quant à elle réalisée en béton fibré d'épaisseur 20.00 cm. Les trottoirs seront réalisés en béton balayé (épaisseur 12 cm). Des dispositifs de type dalles podotactiles seront installés à chaque traversée piétonne.

Sur les espaces de stationnement publics, le revêtement sera de type pavé béton drainant sur 12cm.

Les matériaux de structures seront de types GNT 0/31.5 ou 0/80.

À noter que l'accès au site pour les travaux de la phase 1 se fait par le chemin d'exploitation agricole existant sur le tracé de la future connexion à la RD100, et non par le stade et le quartier de Villèle.

## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

### 8 Cadre réglementaire – Rubrique de la nomenclature « Eau »

 **Le décret n° 2017-81 du 26 janvier 2017 relatif à l'autorisation environnementale est entré en vigueur le 1<sup>er</sup> mars 2017. Toutefois, jusqu'au 30 juin 2017, les procédures antérieures restent applicables, c'est le choix qui a été fait dans le cadre du projet de lotissement du golf.**

Le projet d'aménagement du secteur du golf est soumis à étude d'impact sur l'environnement suite à un examen au cas par cas (Arrêté n°2016-2396/SG/DRCTCV). Ce dossier a été formalisé en parallèle du présent document. Le projet de lotissement qu'il intègre fait par ailleurs d'objet d'un Permis d'Aménager.

Le projet est soumis à l'obtention d'une autorisation au titre des articles L.214-1 et L.214-6 du Code de l'environnement, par référence au décret d'application 93-743 de la loi n° 92-3 sur l'eau, relatif à la nomenclature des opérations concernées par les articles précités :

Rubrique	Intitulé	Caractéristiques du projet	Régime du projet
2.1.5.0	Rejets d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol. La surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supérieure ou égale à 20 ha (A)</li> <li>• Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D)</li> </ul>	Le secteur opérationnel de la zone d'aménagement s'étend sur 49 450 m <sup>2</sup> pour une surface totale de 71 630 m <sup>2</sup> soit 7,16 ha. <b>Le bassin versant naturel amont correspond à une surface totale de près de 94 ha</b> (voir page suivante)	<b>Autorisation</b>

La carte en page suivante représente les bassins-versants initiaux intéressants la zone de projet d'aménagement. Leurs principales caractéristiques sont rappelées ci-contre.

Tableau 2 - Caractéristiques des bassins-versants localement  
(Source : Atelier LD)

Bassin-versant	Superficie (ha)	Exutoire
BV1	4,70	Ravine traversant Villèle
BV2	2,70	BV G état aménagé
BV3	11,33	BV A, B et BV C, D, E, F état aménagé
BV4	75,11	Ravine Moulin Kader
<i>Total</i>	<i>93,84</i>	



## 2 Pièce 1 : Document d'identification et de présentation du projet

### 9 Contenu de la demande

Le contenu de la présente demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau est conforme aux exigences issues de l'article R. 214-6 du Code de l'Environnement, et suivra le déroulé suivant:

<p>1) Le nom et l'adresse du demandeur, ainsi que son numéro SIRET ou, à défaut, sa date de naissance ;</p> <p>2) L'emplacement sur lequel l'installation, l'ouvrage, les travaux ou l'activité doivent être réalisés ;</p> <p>3) La nature, la consistance, le volume et l'objet de l'ouvrage, de l'installation, des travaux ou de l'activité envisagés, ainsi que la ou les rubriques de la nomenclature dans lesquelles ils doivent être rangés ;</p>	<p><b>Pièce n°1</b></p>
<p>4) Un document :</p> <p>a) Indiquant les incidences directes et indirectes, temporaires et permanentes, du projet sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, y compris de ruissellement, en fonction des procédés mis en oeuvre, des modalités d'exécution des travaux ou de l'activité, du fonctionnement des ouvrages ou installations, de la nature, de l'origine et du volume des eaux utilisées ou affectées et compte tenu des variations saisonnières et climatiques ;</p> <p>b) Comportant l'évaluation des incidences du projet sur un ou plusieurs sites Natura 2000, au regard des objectifs de conservation de ces sites. Le contenu de l'évaluation d'incidence Natura 2000 est défini à l'article R. 414-23 et peut se limiter à la présentation et à l'exposé définis au I de l'article R. 414-23, dès lors que cette première analyse conclut à l'absence d'incidence significative sur tout site Natura 2000 ;</p> <p>c) Justifiant, le cas échéant, de la compatibilité du projet avec le schéma directeur ou le schéma d'aménagement et de gestion des eaux et avec les dispositions du plan de gestion des risques d'inondation mentionné à l'article L. 566-7 et de sa contribution à la réalisation des objectifs visés à l'article L. 211-1 ainsi que des objectifs de qualité des eaux prévus par l'article D. 211-10 ;</p> <p>d) Précisant s'il y a lieu les mesures correctives ou compensatoires envisagées ;</p> <p>e) Les raisons pour lesquelles le projet a été retenu parmi les alternatives ainsi qu'un résumé non technique.</p> <p>Les informations que doit contenir ce document peuvent être précisées par un arrêté du ministre chargé de l'environnement.</p>	<p><b>Pièce n°2</b></p>
<p>5) Les moyens de surveillance prévus et, si l'opération présente un danger, les moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident ;</p> <p>6) Les éléments graphiques, plans ou cartes utiles à la compréhension des pièces du dossier, notamment de celles mentionnées aux 3° et 4°.</p>	<p><b>Pièce n°3</b></p>

Pour rappel, aucun site du réseau Natura 2000 n'a été désigné sur l'Ile de la Réunion. De fait, aucune analyse des incidences au titre de Natura 2000 ne sera intégrée à la pièce n°2 de la demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau

3

## Pièce 2 : Document d'incidences



### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

## 1 État initial du site et de son environnement

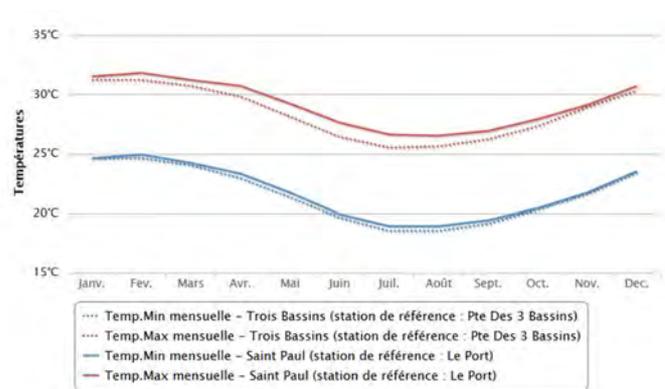
Sources : Permis d'Aménager, PLU de Saint-Paul, Etat des lieux 2013 du district hydrographique de La Réunion, SAGE Ouest, MétéoFrance, ORA, Etude géotechnique PREALABLE Mission de type G1 Phase PGC (SEGC)

### 1.1 Climat

L'île de la Réunion présente un **climat tropical humide caractérisé par de grandes variabilités liées à la géographie de l'île**. De plus, l'influence du relief ajoutée aux effets de l'insularité renforce cette variabilité. Deux saisons marquent le climat à la Réunion :

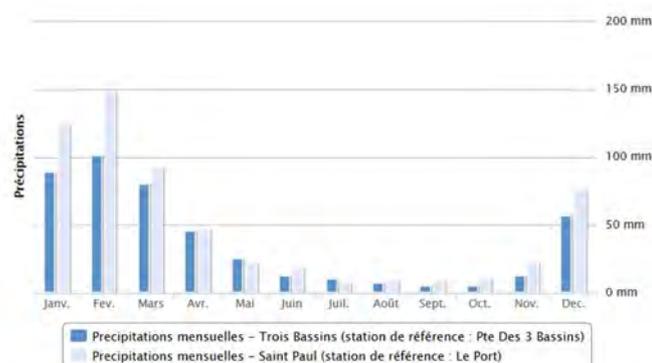
- L'été « chaud et pluvieux », qui s'étale de décembre à avril ;
- L'hiver « frais et sec », qui s'étale de mai à novembre.

Figure 19 - Températures moyennes mensuelles aux stations "Pointe des 3 Bassins" et "Le Port" (Source: MétéoFrance)



La présence de nombreux microclimats consécutifs aux caractéristiques du relief, influence de manière significative les précipitations d'un endroit de l'île à un autre. La pluviométrie moyenne annuelle montre une grande dissymétrie entre l'est et l'ouest de La Réunion. **A l'ouest, où s'inscrit l'opération « Lotissement du golf », les précipitations sont peu abondantes.** En revanche, plus on se décale vers l'est, plus les cumuls de pluie augmentent. Les précipitations journalières sont rarement supérieures à 50 mm sur le territoire communal.

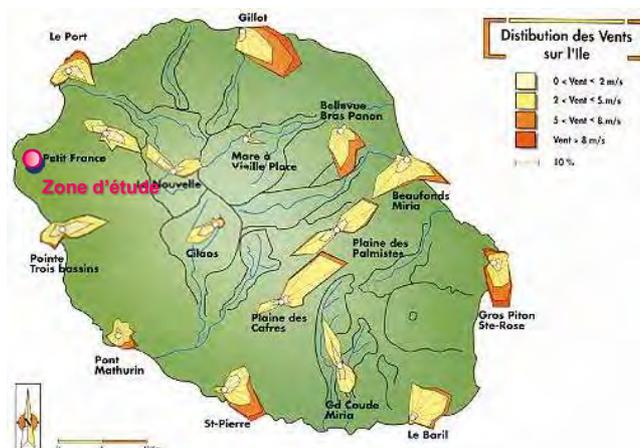
Figure 20 - Précipitations moyennes mensuelles aux stations "Pointe des 3 Bassins" et "Le Port" (Source: MétéoFrance)



Durant l'été austral, l'île est régulièrement exposée à des perturbations atmosphériques de type dépression tropicale, pouvant atteindre dans bien des cas le stade de cyclone tropical.

A La Réunion, les vents dominants proviennent du secteur Est-Sud-Est (alizés), avec toutefois des variations saisonnières et localisées selon les facteurs orographiques et thermiques. La commune de Saint-Paul, située dans le Sud-Ouest de l'île, est protégée par les hauts reliefs de l'île et se retrouve « sous le vent » de l'alizé. Ce territoire est donc davantage affecté par des brises de pentes nocturnes (vent soufflant de la terre vers la mer) de secteur est et des brises diurnes (vent soufflant de la mer vers la terre) de secteur ouest et sud-ouest. **Le secteur d'implantation du projet, en mi pentes, est considéré comme moyennement venté.**

Figure 21 - Répartition des vents à l'échelle de l'île (Source : Météo France)



### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

Le climat de La Réunion est de type tropical tout en présentant des particularités locales. La Côte-sous-le-vent, auquel appartient l'implantation du projet, est protégée des alizés et donc des précipitations, est sèche et peu arrosée.

## 1.2 Caractérisation des eaux souterraines

### 1.2.1 Contexte géologique

L'île de la Réunion, isolée géographiquement dans la partie occidentale de l'Océan Indien est constituée par deux gros massifs volcaniques :

- Le piton des Neiges (3070 m), aujourd'hui inactif ;
- Le piton de la Fournaise qui culmine à 2631 mètres d'altitude, qui est actuellement l'un des volcans les plus actifs au monde.

La commune de Saint-Paul s'inscrit dans le contexte géologique du **massif du Piton des Neiges**.

La carte géologique de la Réunion 1/50000ème indique que la zone d'étude immédiate s'inscrit au droit de **coulées** Beta2 (basalte, hawaïtes, mugéarites). Il s'agit de séries récentes, issues de la phase III et IV de l'activité du massif du Piton des Neiges, (entre 350 000 et 12 000 ans).

La phase III est caractérisée par des coulées de lave à phénocristaux de feldspath et leurs produits d'altération et de remaniement. Ces coulées sont des leuco-basaltes et des andésites alcalines (hawaïtes, mugéarites). Elles se présentent généralement sous forme d'empilement de bancs compacts de laves d'épaisseur métrique à décamétrique et de bancs de scories d'épaisseur métrique. Ce faciès est également connu à la Réunion sous le nom de roche pintade.

La phase IV est marquée par des coulées basaltiques et andésitiques (hawaïtes, mugéarites), constituées par des éléments rocheux divers (ponce noire, lave aphyriques ou à phénocristaux de feldspath et d'olivine) plus ou moins abondants de taille millimétrique à centimétrique, parfois décimétrique, fortement cimentés par des produits cendreux.

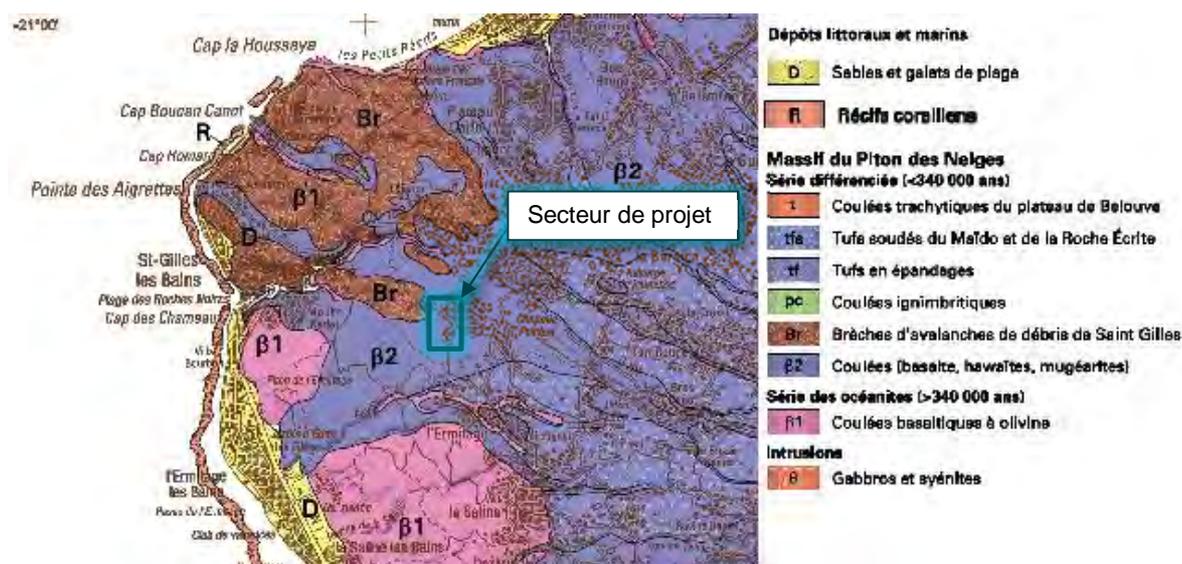


Figure 22 - Extrait cartographique géologique de la Réunion, échelle 1/100 000, 2006 (Source: BRGM)

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

#### 1.2.2 Nature des sols

Une étude géotechnique a été réalisée sur le site.

Figure 23 - Localisation des points de sondage réalisés dans le cadre de l'étude géotechnique (Source: SEGC)

Les sondages mécaniques réalisés au droit du projet dans ce cadre permettent d'établir la coupe synthétique des formations de surface suivante :

- Depuis la surface, des limons bruns lâches à blocailles, racines et parfois blocs remaniés ont été visualisés sur **0,1 à 1,2m** d'épaisseur : **SOLS REMANIES** ;
- Puis on observe une formation limoneuse lâche à blocailles, blocs et quelques racines sur **0,2 à 0,5m** d'épaisseur, hormis au droit de SM3 et SM8 : **SOLS BRUNS** ;
- En-deçà, une formations limoneuse +/- compacte à blocailles et blocs de couleur brun orangé est mise en évidence sur **0,5 à 0,7m** d'épaisseur, hormis au droit de SM1 et SM3 : **ALTERITES** ;
- Enfin, la présence d'une formation très compacte voire rocheuse grise à brun orangé a été constatée entre **-0,1 et -1,7m/TN** par refus à la pelle mécanique : **DALLE BASALTIQUE +/- ALTEREE**.

Les sondages destructifs réalisés au droit du projet permettent de réaliser une coupe synthétique du sous-sol, à savoir :

- En surface, nous observons des limons peu compacts à blocailles sur **0,5 à 1,2m** d'épaisseur hormis au droit de SD1, SD2 et SD9 : **SOLS BRUNS ET/OU SOLS REMANIES** (la différenciation de ces deux formations n'est pas réalisable en sondage destructif) ;
- Ensuite des limons +/- compacts parfois à blocailles et blocs ont été définis sur **0,2 à 2,4m** d'épaisseur, hormis au droit de SD4, SD7, SD8 et SD10 : **ALTERITES** ;
- Au-delà, une succession de formations basaltiques plus ou moins altérées à destructurées ont été mises en évidence sur des épaisseurs de **0,7 à 8,8m** : **BASALTE +/- ALTERE A DESTRUCTURE**, entre lesquelles s'intercalent des niveaux limoneux +/- compacts : **ALTERITES**. Ces formations limoneuses présentent des épaisseurs de **0,6 à 1,1m**.
- Très ponctuellement au droit de SD7, il a été observé une formation limono-sableuse peu compacte, de couleur brune, sur **1,3m** d'épaisseur : **SCORIES LIMONEUSES**.

Hormis les sols remaniés de surface, cette lithologie est conforme à la géologie générale de la zone, avec la présence de coulées basaltiques successives à niveau d'altération aléatoire.



## 3 Pièce 2 : Document d'incidences

### 1.2.3 Perméabilité des sols

Sondage	Test de perméabilité	Profondeur atteinte (m/TN)	Matériaux	Perméabilité (mm/h)
SD1	K1	-10,00	Basalte +/- altéré à déstructuré	K < 30
SD2	K2	-10,00	Basalte +/- altéré à déstructuré	K < 30
SD3	K3	-9,20	Basalte +/- altéré à déstructuré	K < 30
SD4	K4	-10,00	Basalte +/- altéré à déstructuré	K < 30
SD5	K5	-7,00	Basalte +/- altéré à déstructuré	30 < K < 50
SD6	K6	-7,00	Altérites	K < 30
SD8	K7	-7,00	Basalte +/- altéré à déstructuré	K < 30

Figure 24 - Résultats des tests de perméabilité (Source: SEGC)

Afin d'évaluer la perméabilité des matériaux, 7 tests d'infiltration à charge variable ont été réalisés au droit des sondages destructifs. Les résultats sont les suivants :

Les valeurs obtenues au sein des Basalte +/- altéré à déstructuré ainsi que dans les Altérites correspondent **très majoritairement à un sol dit « à perméabilité médiocre »** (K < 30mm/h), au sens de la norme NF DTU 64.1 du 10/08/2013, permettant peu à pas l'infiltration des eaux pluviales.

Localement, dans une zone d'altération plus importante du basalte, la valeur obtenue correspond à un sol dit « moyennement perméable » (30 < K < 50mm/h) permettant peu l'infiltration des eaux pluviales.

### 1.2.4 Contexte hydrogéologique

La zone d'étude immédiate recoupe plusieurs niveaux de masses d'eau souterraines :

- Le niveau 1 (profond) avec le grand système aquifère du domaine du Piton des Neiges ;
- Le niveau 2 (intermédiaire) avec la formation volcanique de Saint Gilles ;
- Le niveau 3 (superficiel), avec les « Formation Volcanique et Volcano-Sédimentaire de la Ravine Saint Gilles » FRLG122 d'une surface de 47.9 km<sup>2</sup>. A noter que le secteur est en limite avec les « Formations aquitardes des brèches de Saint Gilles » d'une surface de 14.4 km<sup>2</sup> (nappe stratégique) FRLG111.

Les principales caractéristiques de ces masses d'eau superficielles définies dans le SAGE Ouest sont :

- **FRLG111** : pression faible de l'ANC sur la masse d'eau. Teneur en nitrate (2007-2010) inférieur à 25 mg/l. pression modérée du ruissellement pluvial, ce qui traduit que la surface active représente entre 5 et 10% du bassin-versant. La pression relative au ruissellement urbain peut se traduire par des teneurs élevées en micropolluants. La pression phytosanitaire comme celle de l'élevage est jugée faible sur cette masse d'eau. Cette masse d'eau ne fait l'objet d'une exploitation pour de l'AEP. Elle est classée en bon état chimique et bon état qualitatif.
- **FRLG122** : une forte pression de l'ANC, une pression modérée en ce qui concerne les nitrates comme pour les phytosanitaires. Une pression forte de la fertilisation phosphorée

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

et azotée. Cette masse d'eau ne fait l'objet d'une exploitation pour de l'AEP. Elle est classée en bon état chimique et bon état qualitatif.

**Il faut noter qu'aucune venue d'eau n'a été repérée dans le cadre des sondages géotechniques réalisés *in situ*.**



atelier LD  
Planificateur Urbain Technicien Conception Architecte

**Cartographie des masses d'eaux souterraines**  
Opération d'aménagement Villele

#### Légende

- Zone d'étude immédiate
- Masse d'eau souterraine de Niveau II
- Masse d'eau souterraine de Niveau III



## 3 Pièce 2 : Document d'incidences

### 1.3 Hydrologie

#### 1.3.1 Réseau hydrographique élargi

Le réseau hydrographique communal est très développé avec de nombreuses ravines de tailles variables. La quasi-totalité de ces ravines sont des cours d'eau temporaires qui n'entrent en fonctionnement qu'en cas de fortes pluies. Elles prennent leur source pour la plupart dans les Hauts et s'écoulent vers la mer avec des pentes majoritairement comprises entre 30 à 35°.

La zone d'étude immédiate s'inscrit au sein du bassin-versant de la Ravine Saint-Gilles, seule ravine pérenne du secteur. Ce bassin-versant couvre près de 31 km<sup>2</sup>. Il s'étend de la Ravine Bernica à la Ravine de l'Ermitage. L'amont de la zone est caractérisé par de nombreuses ravines prenant naissance sur la planèze et confluent vers la Ravine Saint-Gilles. Celle-ci entaille profondément les terrains dans sa partie basse.

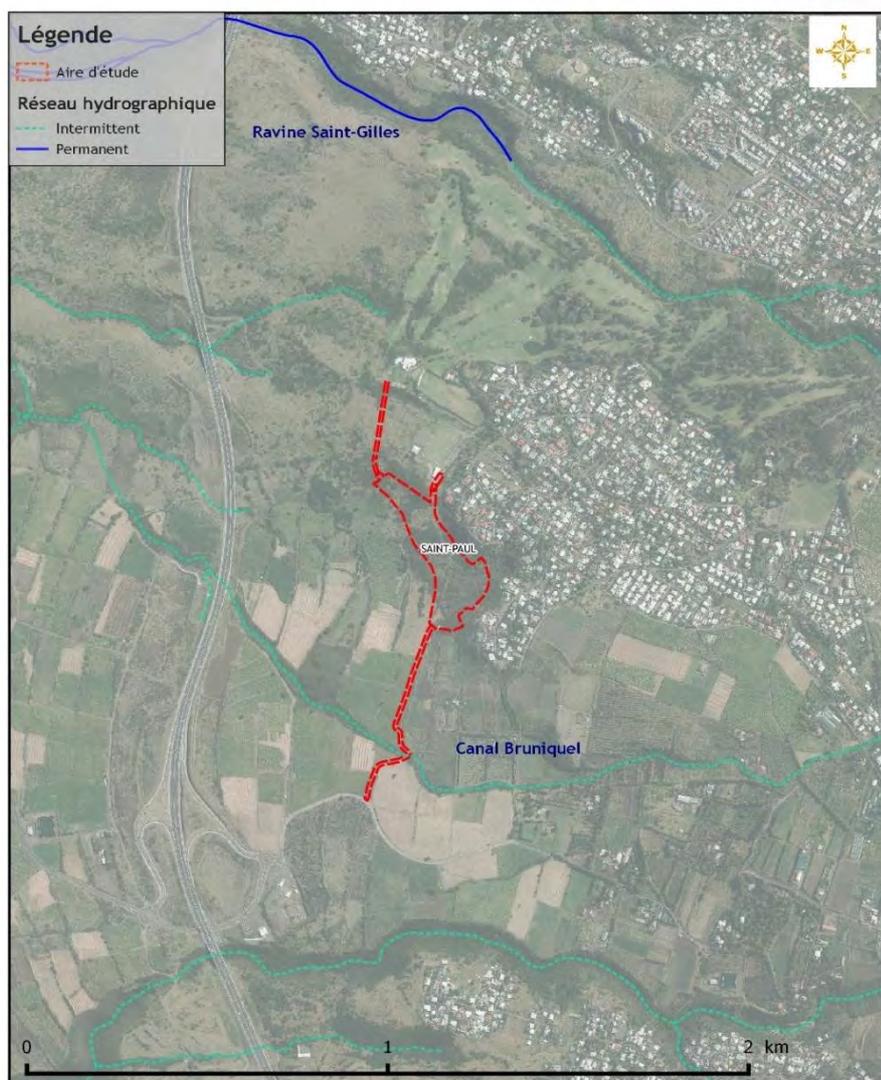
Elle représente l'exutoire du bassin versant. Ses débits de crue sont évalués à 295 m<sup>3</sup>/s pour la crue décennale et 635 m<sup>3</sup>/s pour la crue centennale d'après l'étude hydraulique de la ravine Saint-Gilles HYDRETTUDES - Octobre 2005.



Figure 25 - Délimitations du bassin-versant de la Ravine Saint-Gilles (Source: SAGE Ouest)

L'opération « lotissement du golf » s'inscrit au niveau de cet ensemble. La **planèze de Saint Paul**, formée de couches successives de coulées de laves du Piton des Neiges, constitue la majeure partie du territoire entre 0 et 2 900 mètres d'altitude. Cette zone, organisée en une mosaïque de 52 lanières, fait l'objet de pression foncière (mitage urbain et infrastructures). Les ravines sont les gardiennes de vestiges de la végétation indigène, elles représentent les principaux éléments de continuité territoriale.

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences



©CBO Territoria - Tous droits réservés - Sources : ©DEAL Réunion (2015), ©IGN BD TOPO. Cartographie : Biotope, 2016

#### 1.3.2 Qualité des eaux

Le SAGE Ouest indique que la Ravine Saint-Gilles a fait l'objet de mesures ponctuelles de débit par l'OLE. Ces dernières indiquent une certaine constance des débits du cours d'eau en dehors des périodes de fortes précipitations. Le tarissement est très régulier suivant un même cycle hydrologique et témoigne d'une alimentation par émergences tamponnées. Les émergences d'eaux souterraines constituent hors période de pluie l'intégralité de l'alimentation de la Ravine Saint-Gilles. Les premières émergences de sources apparaissent au droit du Bassin Bleu, vers 225 m d'altitude (1 km au nord de la zone d'étude immédiate). Les débits sont faibles et ne permettent pas d'assurer un écoulement dans la ravine.

**Les états chimique et écologique de la Ravine Saint-Gilles sont qualifiés de mauvais.**

 **Le SAGE Ouest a été révisé et le nouveau SAGE approuvé par arrêté préfectoral du 29 juillet 2015.**

3 Pièce 2 : Document d'incidences

Etat Chimique des Masses d'Eau Cours d'Eau

Code	Nom
FRLR01	Rivière Saint-Denis
FRLR02	Rivière des Pluies
FRLR03	Rivière Sainte-Suzanne
FRLR04	Rivière Saint-Jean
FRLR05	Cirque de Salazie
FRLR06	Bras de Caverne
FRLR07	Bras des Lianes
FRLR08	Rivière du Mât aval
FRLR09	Rivière des Roches
FRLR10	Rivière des Marsouins
FRLR11	Rivière de l'Est
FRLR12	Rivière Langevin amont
FRLR13	Rivière Langevin aval
FRLR14	Rivière des Remparts amont
FRLR15	Rivière des Remparts aval
FRLR16	Grand Bassin
FRLR17	Bras de la Plaine
FRLR18	Cirque de Cilaos
FRLR19	Bras de Cilaos
FRLR20	Rivière Saint-Etienne
FRLR21	Ravine Saint-Gilles
FRLR22	Cirque de Mafate
FRLR23	Bras Sainte-Suzanne
FRLR24	Rivière des Galets aval

Etat Chimique des Masses d'Eau avec Substances Ubiquistes \*

— bon  
— mauvais

\* substances ubiquistes à caractère persistant, bioaccumulables et toxiques

Source : Comité de Bassin 2015  
Fond : ©IGN

0 6 12 km



Figure 26 - État chimique des masses d'eau "Cours d'eau" de l'île de la Réunion (Source : SDAGE)

Etat Ecologique des Masses d'Eau Cours d'Eau

Code	Nom
FRLR01	Rivière Saint-Denis
FRLR02	Rivière des Pluies
FRLR03	Rivière Sainte-Suzanne
FRLR04	Rivière Saint-Jean
FRLR05	Cirque de Salazie
FRLR06	Bras de Caverne
FRLR07	Bras des Lianes
FRLR08	Rivière du Mât aval
FRLR09	Rivière des Roches
FRLR10	Rivière des Marsouins
FRLR11	Rivière de l'Est
FRLR12	Rivière Langevin amont
FRLR13	Rivière Langevin aval
FRLR14	Rivière des Remparts amont
FRLR15	Rivière des Remparts aval
FRLR16	Grand Bassin
FRLR17	Bras de la Plaine
FRLR18	Cirque de Cilaos
FRLR19	Bras de Cilaos
FRLR20	Rivière Saint-Etienne
FRLR21	Ravine Saint-Gilles
FRLR22	Cirque de Mafate
FRLR23	Bras Sainte-Suzanne
FRLR24	Rivière des Galets aval

Etat des lieux 2015

Etat écologique  
— bon  
— moyen  
— mauvais  
— inconnu

Source : Comité de Bassin 2015  
Fond : ©IGN

0 6 12 km



Figure 27 - État écologique des masses d'eau "Cours d'eau" de l'île de la Réunion (Source : SDAGE)

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

#### 1.3.3 Fonctionnement hydraulique local

La zone d'étude est connectée hydrauliquement au quartier de Villèle de par sa topographie et le talweg se situant au cœur du projet de lotissement du Golf. Ce talweg permet d'évacuer les eaux de ruissellement en direction de l'ouest en transitant au centre du futur projet d'aménagement.

De par l'implantation du projet et la topographie du site, 4 bassins versants amont sont interceptés par la zone d'étude :

- *Le bassin versant 1 (BV 1) correspond à la partie nord de la zone d'étude. Il est composé d'un écoulement diffus en direction d'un bras de la Ravine St Gilles classée au PLU. Localement, le secteur est imperméabilisé par le bâtiment du stade de football et la voie de desserte à celui-ci.*
- *Le bassin versant 2 (BV 2) est composé à 38% de l'urbanisation existante du quartier de Villèle et à 62% du futur projet. Les eaux des parcelles existantes s'écoulent sur notre site d'étude.*
- *Le bassin versant 3 (BV 3) situé au cœur du projet de lotissement comprend l'urbanisation existante du quartier de Villèle et le site de l'étude. Les eaux des habitations existantes ruissellent sur les voies du quartier de Villèle avant d'être rejetées en amont de notre site.*
- *Le bassin versant 4 (BV 4) correspond au secteur Sud de l'opération Il est intercepté par la voie de liaison vers la RD100. Le ruissellement sur ce bassin versant est diffus en direction de la ravine Moulin Kader.*

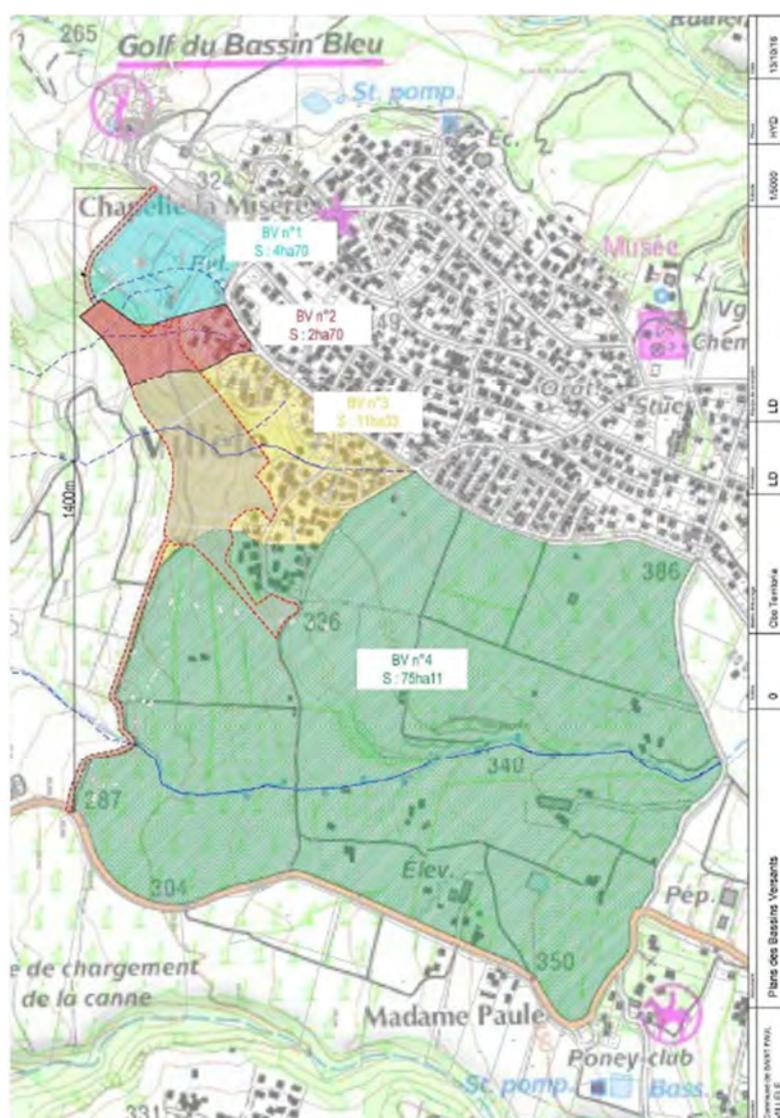
La carte ci-contre représente les bassins-versants initiaux intéressants la zone de projet d'aménagement.

Figure 28 -Caractéristiques des bassins-versants localement (Source : Atelier LD)

Leurs principales caractéristiques sont rappelées ci-dessous.

Bassin-versant	Superficie (ha)	Exutoire
BV1	4,70	Ravine traversant Villèle
BV2	2,70	BV G état aménagé
BV3	11,33	BV A, B et BV C, D, E, F état aménagé
BV4	75,11	Ravine Moulin Kader

Tableau 3 - Caractéristiques des bassins-versants localement (Source : Atelier LD)



**Une notice hydraulique spécifique a été réalisée par Atelier LD pour le Permis d'Aménager associé à l'opération. Elle a permis d'alimenter ce volet du dossier et est fournie en annexe 1.**

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

Il n'y a pas de réseau d'eaux pluviales sur le site de l'étude. Les eaux de ruissellement s'écoulent sur les parcelles avale en direction de la Route des Tamarins via les ravines ou talwegs existants.

A l'échelle du site, la topographie localement se décline entre 280 et 340 mNGF. Le terrain présente des pentes moyennes à fortes, généralement comprises entre 15 et 25%, plus ou moins régulières. Les parties Nord et Est sont constituées de coteaux où les pentes peuvent être très fortes, dépassant les 50%.

Un talweg apparait clairement sur la topographie, en partie centrale du site. Il permet l'écoulement des eaux de pluies amont. Le secteur est entaillé par deux ravines, l'une sèche au Nord, l'autre non permanente (canal Bruniquel) au Sud.

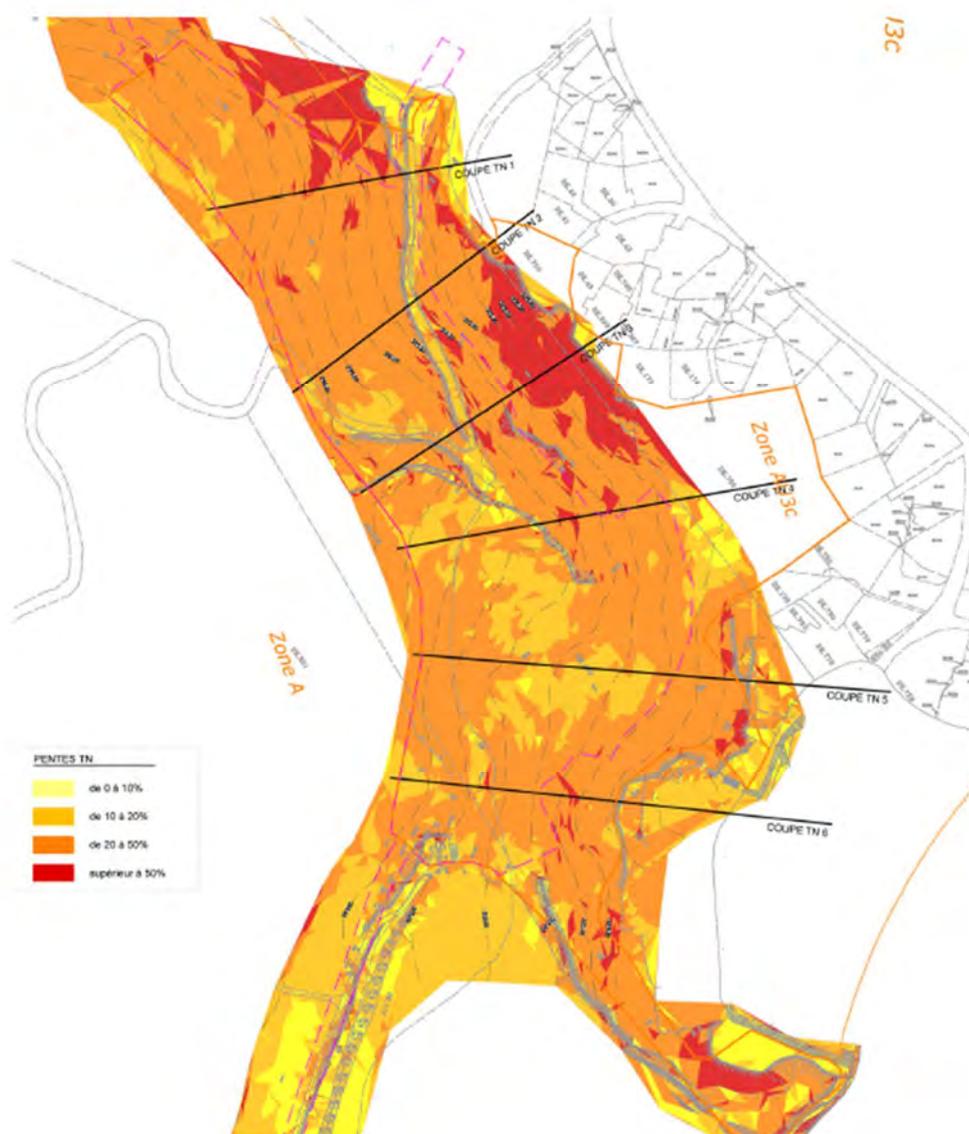


Figure 29 - Cartographie du pourcentage des pentes au droit du futur lotissement (Source: Atelier LD)

## 3 Pièce 2 : Document d'incidences

 **L'enquête publique  
du SDEP de Saint-Paul est  
en cours de réalisation.**

Selon la proposition de zonage du SDEP le site de l'étude est localisé dans une réglementation « faible ». La limitation des débits rejetés après aménagement doit être égale au débit du site à l'état initial.

### 1.3.4 Qualité piscicole

En l'absence de cours d'eau pérenne sur la zone de projet et impacté de manière direct par celui-ci, il n'existe aucun peuplement piscicole à prendre en compte dans le cadre du présent dossier.

### 1.3.5 Usages liés aux eaux superficielles

Les 2 ravines interceptées par le tracé de la nouvelle route ne font l'objet d'aucun usage particulier (alimentation en eau potable, baignade ou autres activités de loisirs). Les usages en relation avec les milieux aquatiques sur ce secteur de la commune de Saint-Paul se concentrent autour de la Ravine Saint-Gilles avec la présence du Bassin bleu.

### 1.3.6 Zones humides

Aucune zone humide n'est connue ou n'a été identifiée au droit du projet dans le cadre des expertises naturalistes qui ont été menées *in situ*.

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

## 1.4 Milieux connexes et patrimoine écologique remarquable

### 1.4.1 Zonages d'inventaire et réglementaires

La zone d'étude immédiate n'est pas concernée par le zonage du Parc national de La Réunion, que ce soit le périmètre du cœur de parc ou celui de l'aire d'adhésion, ni par les sites du Conservatoire du Littoral. La zone d'étude immédiate n'est concernée par aucun zonage d'inventaire.

### 1.4.2 Réseaux écologiques de La Réunion (RER)

La zone d'étude immédiate s'inscrit entre la ravine de Saint-Gilles (considérée comme un réservoir de biodiversité avéré) et la ravine de l'Ermitage.

**Elle n'est de fait pas concernée par la trame aquatique départemental et n'intersecte donc aucun corridor « bleu »..**

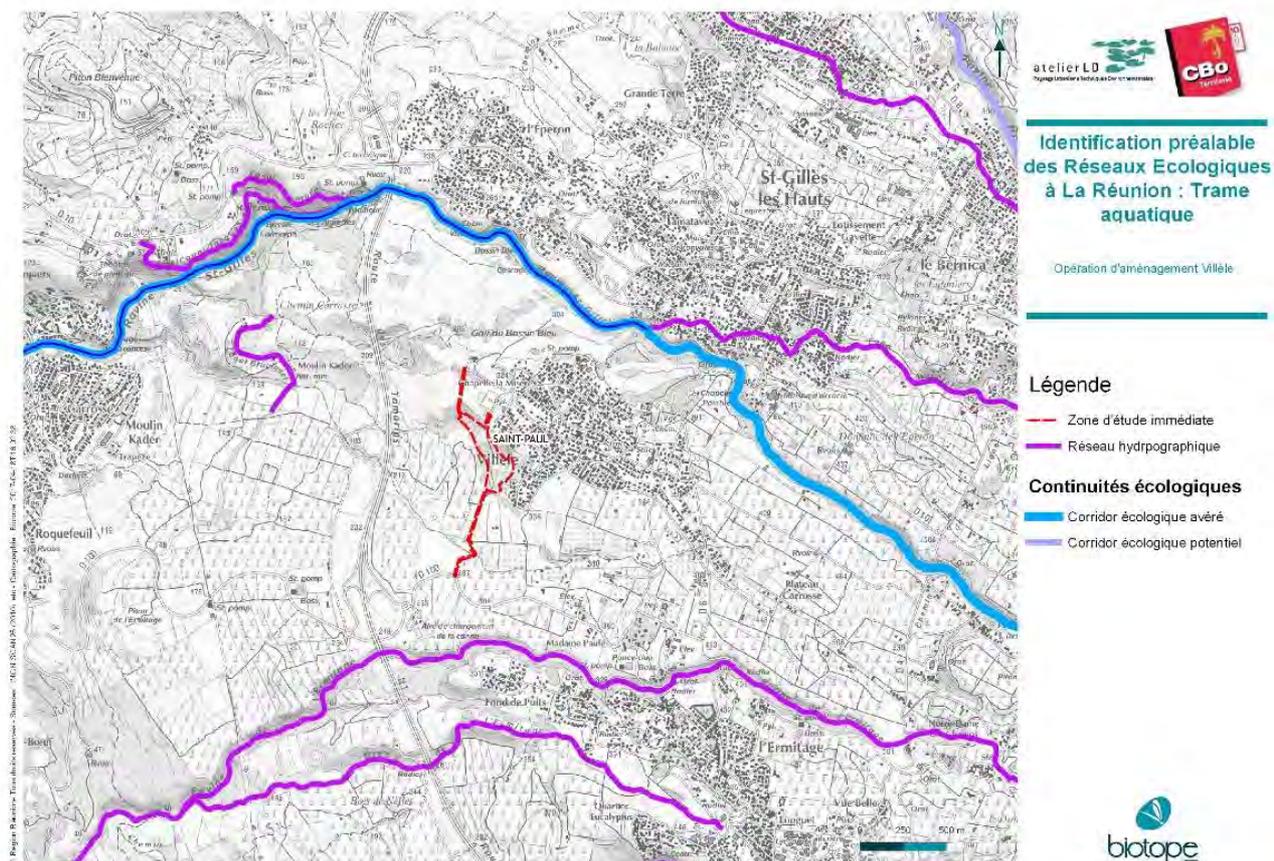


Figure 30 - Cartographie des Réseaux Écologiques de La Réunion – Trame aquatique

## 3 Pièce 2 : Document d'incidences

### 1.4.3 Patrimoine naturel *in situ*

Au droit de l'aire d'étude immédiate, l'expertise des végétations met en évidence 2 grands ensembles présents :

- **Des végétations secondaires**, constituées par des espèces exotiques pour la plupart envahissantes, situées sur l'ensemble de la zone d'étude. Elles sont très localisées et peu présentes.
- **Des végétations liées à l'artificialisation du milieu** (activités humaines), comme des zones agricoles, des zones rudérales, des zones d'habitations sauvages, des sentiers etc.

**Aucun de ces éléments ne présente de caractère humide.**

Figure 31 - Végétation secondaire se développant sur le site (Biotope, 2016)



Concernant **la flore**, seules 5 espèces indigènes ou assimilées indigènes communes ont été recensées, parmi les 49 espèces floristiques relevées. Le cortège floristique de l'aire d'étude est ainsi très largement dominé par les espèces exotiques (80% de la flore recensée), dont une bonne partie sont considérées comme envahissantes à La Réunion. Les enjeux floristiques sont donc globalement faibles.

La **faune terrestre** est caractéristique des milieux secondaires fortement anthropisés, offrant ainsi des habitats d'espèces propices au développement d'espèces exotiques et peu favorables aux espèces indigènes.

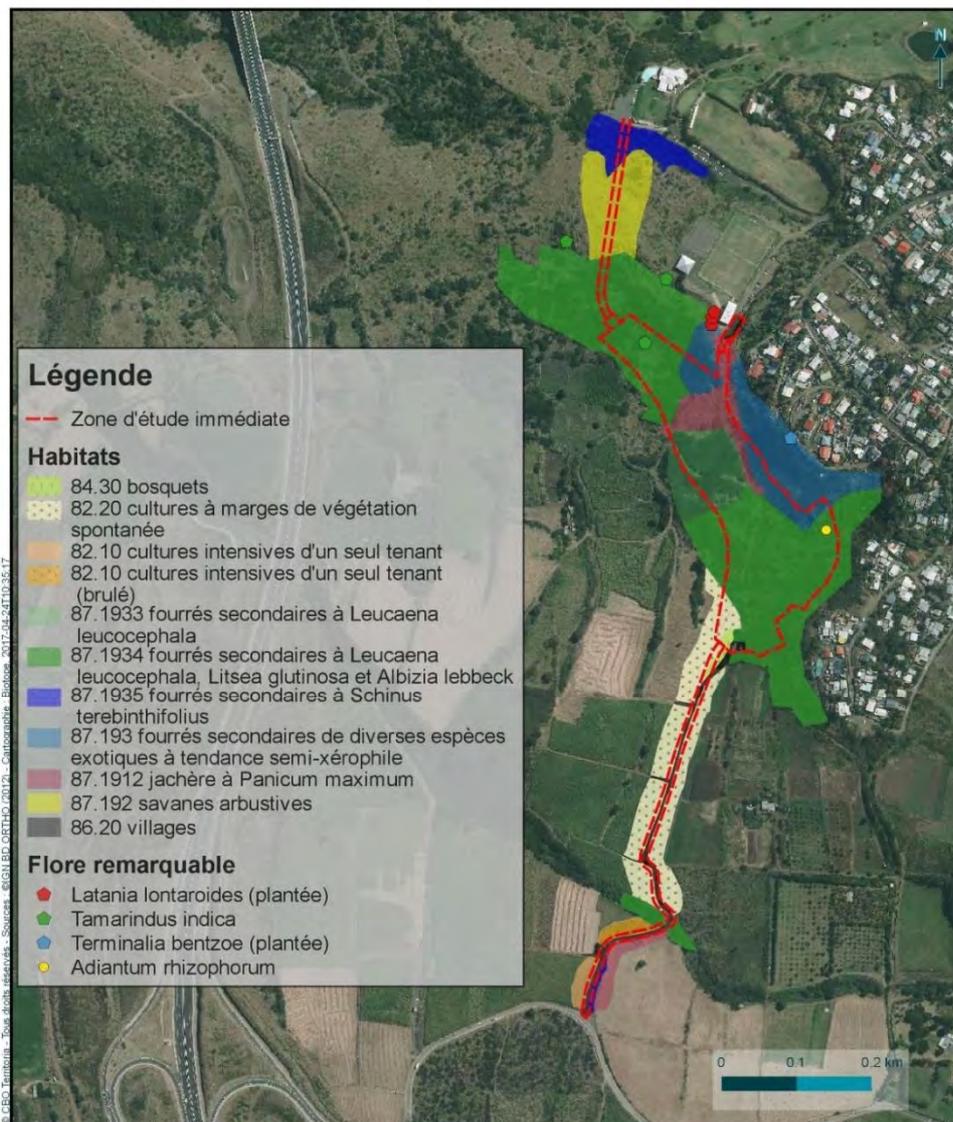
Les **insectes** se caractérisent par une faible diversité, avec la présence d'espèces communes et non protégées. Une seule espèce rare et/ou menacée, endémique de La Réunion, a été recensée : *Henotesia narcissus borbonica*. Elle présente un enjeu faible de conservation. **Concernant les odonates, l'absence de milieux humides nécessaires au développement de ces espèces explique la pauvreté spécifique de ce groupe localement.** Les seules espèces présentes sur la zone d'étude sont caractérisées par une territorialité faible et constituent des grands migrants se déplaçant sur l'ensemble de la zone d'étude à la recherche d'opportunités alimentaires. Le cycle biologique de ces espèces ne peut être effectué entièrement sur la zone d'étude.

Pour les **reptiles**, une seule espèce a été inventoriée : l'Agame arlequin (*Calotes versicolor*), espèce exotique. Une espèce protégée et très commune est potentiellement présente : le Caméléon panthère (*Furcifer pardalis*) dans les fourrés secondaires. Elle présente un enjeu de conservation faible.

Pour les **oiseaux**, les enjeux concernent principalement 2 espèces d'oiseaux forestiers et des oiseaux marins. S'agissant des oiseaux forestiers, la zone d'étude accueille un cortège très appauvri avec 2 espèces indigènes typiques (Oiseau lunette blanc et Tourterelle malgache), nicheurs probables. Signalons également la présence en vol (alimentation) de la Salangane des Mascareignes et de l'Hirondelle de Bourbon, espèces indigènes de La Réunion. Pour les oiseaux marins, l'enjeu de conservation est modéré au regard du corridor de déplacement des Pétrel de Barau et du Puffin de Baillon entre leur site d'alimentation (océan) et de reproduction (hauts de l'île et ravines).

Les **mammifères terrestres** sont représentés par une seule espèce de chiroptère : le Petit Molosse, en alimentation et transit sur l'aire d'étude rapprochée. Aucun gîte n'a été détecté sur la zone d'étude immédiate. La fréquentation du site par le Petit Molosse peut être qualifiée de très faible au vu du nombre de contacts. L'espèce utilise principalement les ravines alentours et les lisières comme corridors de déplacement.

3 Pièce 2 : Document d'incidences



atelierLD  
Planification territoriale, ingénierie environnementale

CBo  
Territoria

**Cartographie des habitats et de la flore remarquable**

Opération d'aménagement  
Villèle



### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

## 1.5 Risque inondation

Sources : PPR, PLU, DICRIM, DDRM, Etude géotechnique (Source : SEGC),  
<http://www.risquesnaturels.re/>

Les fortes pluies peuvent prendre une ampleur exceptionnelle à la Réunion en raison des effets liés au relief de l'île. Ces risques sont relativement sensibles et présents sur l'ensemble de la côte Ouest de l'île et notamment au niveau de Saint Paul et de la portion Sud-Ouest de la commune. Par ailleurs, la climatologie et la topographie de l'île placent la Réunion parmi les régions du globe où l'érosion des reliefs est la plus active.

Le réseau hydrographique sur le territoire communal de Saint-Paul est très ramifié. Les pluies n'intéressent le territoire que quelques mois pendant la saison humide (de janvier à mars exclusivement) mais sont souvent torrentielles. Associées au relief, elles confèrent alors aux ravines communales des débits exceptionnels. Le risque d'inondation est le plus souvent lié à une remontée lente des niveaux d'eau (débordement de ravines, stagnation des eaux pluviales, débordement des réseaux urbains...), endommageant notamment le bâti et paralysant les voies de communication, les équipements publics et l'activité économique.

A l'échelle de la zone d'étude immédiate, le risque est présent mais localisé. Il se cantonne ainsi aux ravines (non pérennes), comme l'illustre la cartographie de l'aléa présentée dans le PPR récemment approuvé.

À noter que la commune de Saint-Paul fait partie du TRI Territoire à Risque Important d'inondation de Saint-Paul.

Le risque inondation ne concerne localement que les ravines.

Figure 32 - Cartographie de l'aléa inondation (Source: PPRn prévisibles Commune de Saint-Paul)

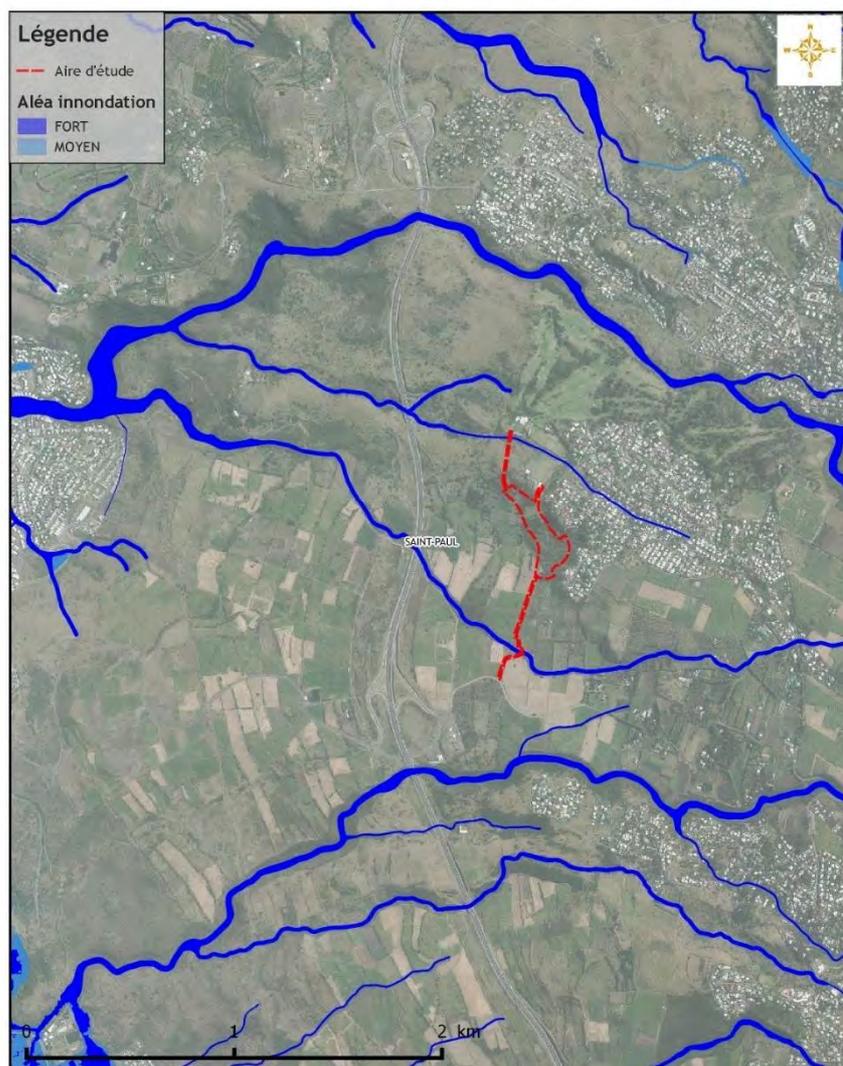
**La commune de Saint-Paul se voit appliquer un Plan de Prévention des Risques Naturels « Inondation et Mouvements de terrain » approuvé par arrêté préfectoral du 26 octobre 2016.**



Aléa inondation PPR approuvé



Opération d'aménagement Villèle



©CBO Territoria - Tous droits réservés - Sources : ©Préfecture de la Réunion. Cartographie : Biotope, 2017

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

## 1.6 Patrimoine culturel

Sources : Atlas des paysages ; Notice du Permis d'Aménager ; Base de données Mérimée ; <http://www.monumentum.fr> ; In Situ – Revu des patrimoines : Le musée de Villèle à La Réunion entre histoire et mémoire de l'esclavage. Un haut lieu de l'histoire sociale réunionnaise ; Office de tourisme de l'Ouest

 **En site inscrit, les demandes d'autorisation de travaux susceptibles d'affecter l'espace sont soumises à l'architecte des Bâtiments de France qui émet un avis simple. Ces sites peuvent éventuellement accepter des aménagements et une évolution de l'urbanisation, sous réserve de vérifications des impacts et de mesures appropriées.**

 **En site classé, toute modification de l'état ou de l'aspect du site est soumis à une autorisation spéciale soit du préfet, soit du ministre chargé des sites après consultation d'une commission départementale. Les activités sans impact durable sur l'aspect du site continuent à s'exercer librement. Le classement d'un site n'impose pas l'inconstructibilité et n'interdit pas les activités économiques dans le périmètre de classement mais seulement de soumettre à autorisation tout aménagement susceptible de modifier l'état ou l'aspect des lieux.**

### 1.6.1 Sites classés et inscrits

Le chemin nouveau créé pour permettre la desserte future du golf se positionnera en limite du site inscrit de *la Ravine de Saint-Gilles* (identifiant 974-002).

D'une superficie de 288 ha, il bénéficie d'un arrêté ministériel en date du 26/02/1980.



Figure 33 - Localisation du site inscrit de La Ravine de Saint-Gilles (Source: DEAL Ile de la Réunion)

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

#### 1.6.2 Monuments historiques



*Un monument historique est un monument ou une entité recevant par arrêté un statut juridique destiné à le protéger, du fait de son intérêt historique, artistique ou architectural. Deux niveaux de protection existent : inscription (protection d'un intérêt remarquable à l'échelle régionale), classement, (protection d'un intérêt remarquable à l'échelle nationale)*

*Le classement ou l'inscription d'un immeuble au titre des monuments historiques entraîne automatiquement une servitude de protection de ses abords. Cette servitude s'applique à tous les espaces situés à la fois dans un périmètre de cinq cents mètres de rayon autour du monument (dans de rares cas ce périmètre est adapté au contexte patrimonial) et dans son champ de visibilité (c'est à dire visible depuis le monument ou en même temps que lui).*

*Tous les travaux à l'intérieur de ce périmètre ou susceptibles de modifier l'aspect des abords, doivent avoir recueilli l'accord de l'architecte des bâtiments de France. Celui-ci vérifie au cas par cas la situation dans le champ de la visibilité.*

##### **Domaine de Villèle à Saint-Gilles-lès-Hauts**

Le domaine de Villèle est inscrit par arrêté du 16 juin 1997 comme monument historique. Cette habitation (au sens créole du terme) regroupe autour de la maison de maître l'ensemble des bâtiments de service et de production (cuisine, réserves, hôpital d'esclaves, logements des engagés, usine). Achèvement en 1788, la maison de maître est la troisième construite en maçonnerie par A. Panon-Desbassyns sur un même modèle. Elle abrite aujourd'hui le musée de Villèle. La vocation du domaine est d'abord les cultures vivrières, auxquelles succédera la production du café puis de la canne à sucre. L'usine sucrière est édifée en 1822 au sud de la maison, dont elle est séparée par des bâtiments de service. Ses vestiges, aujourd'hui ruinés, témoignent des nombreux remaniements que rendaient nécessaires l'évolution des techniques de la production sucrière durant le 19<sup>ème</sup> siècle.

La zone d'étude immédiate est localisée à près de 800 m (à vol d'oiseau) du Domaine de Villèle.

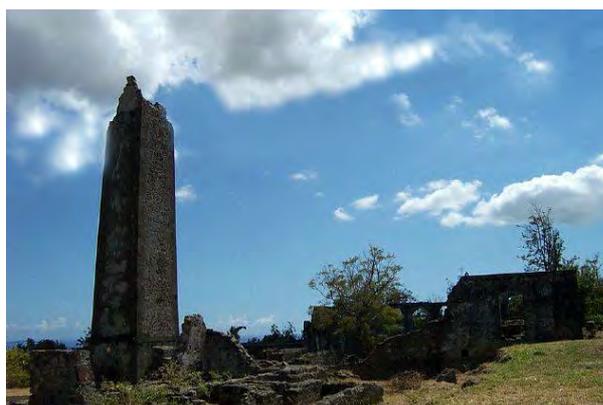


Figure 34 - Domaine de Villèle : Maison de maître et ruine de la sucrierie (Source : office de tourisme de l'Ouest)

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

#### **Chapelle Pointue de Saint-Gilles-les-Hauts**

La chapelle Pointue est une chapelle catholique est classée Monument historique depuis le 12 août 1970, ce qui en fait l'un des plus anciens Monument historique de La Réunion. Elle relevait autrefois du domaine de Villèle, un domaine agricole qui était la propriété de la famille Panon Desbassayns de Richemont.

Le premier bâtiment élevé à partir de 1841 offrait une architecture originale d'inspiration néogothique. La chapelle fut détruite par un cyclone en 1932 et reconstruite dès l'année suivante. Une campagne de restauration en 2002-2003 a permis de restituer son décor intérieur qui n'avait pas été pris en compte lors de la reconstruction de l'édifice en 1933. Son architecture atypique et sa valeur patrimoniale en font l'un des monuments historiques les plus remarquables.



**La zone d'étude immédiate se trouve à près d'1 km (vol d'oiseau) de cette chapelle.**

Figure 35 - Chapelle Pointue de Saint-Gilles-les-Hauts (Source : © Musée historique de Villèle / Raymond Barthes.)

Le quartier de la Villèle comprend un patrimoine culturel d'intérêt, composé de monuments historiques.

**Le zone d'étude immédiate n'est cependant pas localisée dans le rayon de 500 m de servitude de ces monuments.** Par ailleurs, il se trouve en contrebas du plateau où sont implantés ces monuments, limitant ainsi les visibilitées.

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

## 2 Compatibilité du projet avec l'affectation des sols et articulation avec les plans, programmes et schémas

### 2.1 PLU de Saint-Paul

 **Le Plan Local d'Urbanisme de Saint-Paul a été approuvé le 27 septembre 2012. Il a depuis fait l'objet de plusieurs modifications.**

L'ensemble des parcelles du futur lotissement sont situées au sein de la zone AU3c du PLU de Saint Paul. Seule une aire de retournement est localisée en zone A, tandis que le débouché de la voie de raccordement au quartier de Villèle est située en zone U3c.



Figure 36 : Superposition du plan parcellaire du lotissement avec le plan de zonage du PLU (Source : Atelier LD)

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

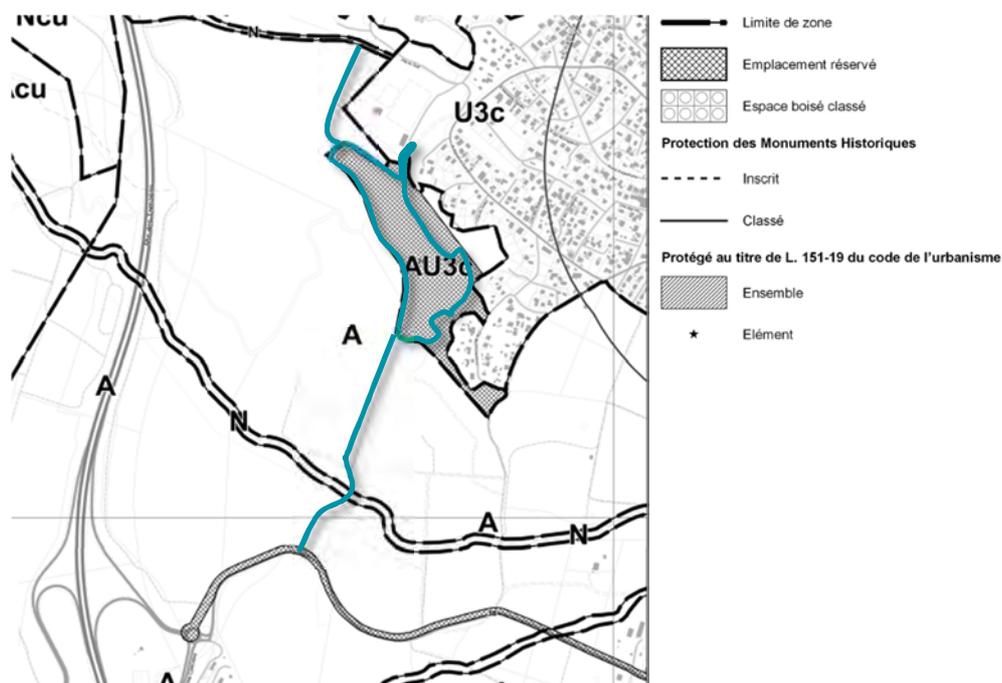


Figure 37 : Extrait du plan de zonage (Source : PLU de Saint-Paul)

**La voie de liaison à la RD100 traverse un zonage Agricole A ainsi qu'une ravine bénéficiant d'un classement en zonage N.**

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

Élément de l'opération concerné	Zonage du PLU	Occupations autorisées et conditions
Lotissement	AU3c	Le zonage AU3 couvre des espaces réservés à l'urbanisation future. Les constructions y sont autorisées soit lors de la réalisation d'une opération d'aménagement d'ensemble, soit au fur et à mesure de la réalisation des équipements internes à la zone. Le règlement d'urbanisme s'y appliquant renvoie à une destination en zone U3c désignée comme « Zone résidentielle mixte offrant des possibilités de densification ». L'analyse du règlement de la zone U3c ne révèle pas de points de blocage majeurs. L'article 13, concernant les espaces libres, impose de maintenir un pourcentage important (40%) d'espaces libres perméables. D'autre part l'article 2 impose d'affecter 20% du programme à des logements aidés.
Lotissement (uniquement aire de retournement) + Voie de liaison à la RD100	A	La zone A couvre les secteurs agricoles de la commune, équipés ou non, à protéger en raison du potentiel agronomique, biologique ou économique des terres. Y sont admis sous conditions « <i>les constructions et installations nécessaires à l'exploitation agricole ainsi que les constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs ou à des services publics, dès lors qu'elles ne sont pas incompatibles avec l'exercice d'une activité agricole, pastorale ou forestière dans l'unité foncière où elles sont implantées et qu'elles ne portent pas atteinte à la sauvegarde des espaces naturels et des paysages</i> ».
Voie de liaison à la RD100	N	La zone N couvre les secteurs naturels de la commune, équipés ou non, à protéger en raison de la qualité des sites, des milieux naturels, des paysages et de leur intérêt notamment du point de vue esthétique, historique ou écologique, soit de l'existence d'une exploitation forestière, soit de leur caractère d'espaces naturels. Y sont notamment admis sous condition « <i>Les constructions, les ouvrages techniques liés à la voirie et aux différents réseaux nécessaires au fonctionnement d'un service public ou d'intérêt collectif dont l'implantation dans la zone est rendue nécessaire pour des raisons techniques ou économiques, sous réserve de prendre les dispositions utiles pour limiter la gêne qui pourrait en découler et assurer une bonne intégration dans le site</i> ». « <i>Les voies publiques ou privées doivent être adaptées à l'importance ou à la destination des constructions et doivent notamment permettre l'approche du matériel de lutte contre l'incendie, des services de sécurité et de collecte des ordures ménagères. Elles doivent avoir une largeur minimale de 3,5 m.</i> »

Tableau 4 - Zonage d'urbanisme s'appliquant sur au droit de l'opération projetée (Source : PLU de Saint-Paul)

D'autre part, **la totalité du futur lotissement est concerné par l'Emplacement Réservé n°20** d'une superficie de 71 630m<sup>2</sup>, s'étendant sur les parcelles 102, 256, 698. Le bénéficiaire de cet ER est la commune de Saint Paul, et **sa destination la « Réalisation d'une opération de logements aidés et d'équipements publics »**.

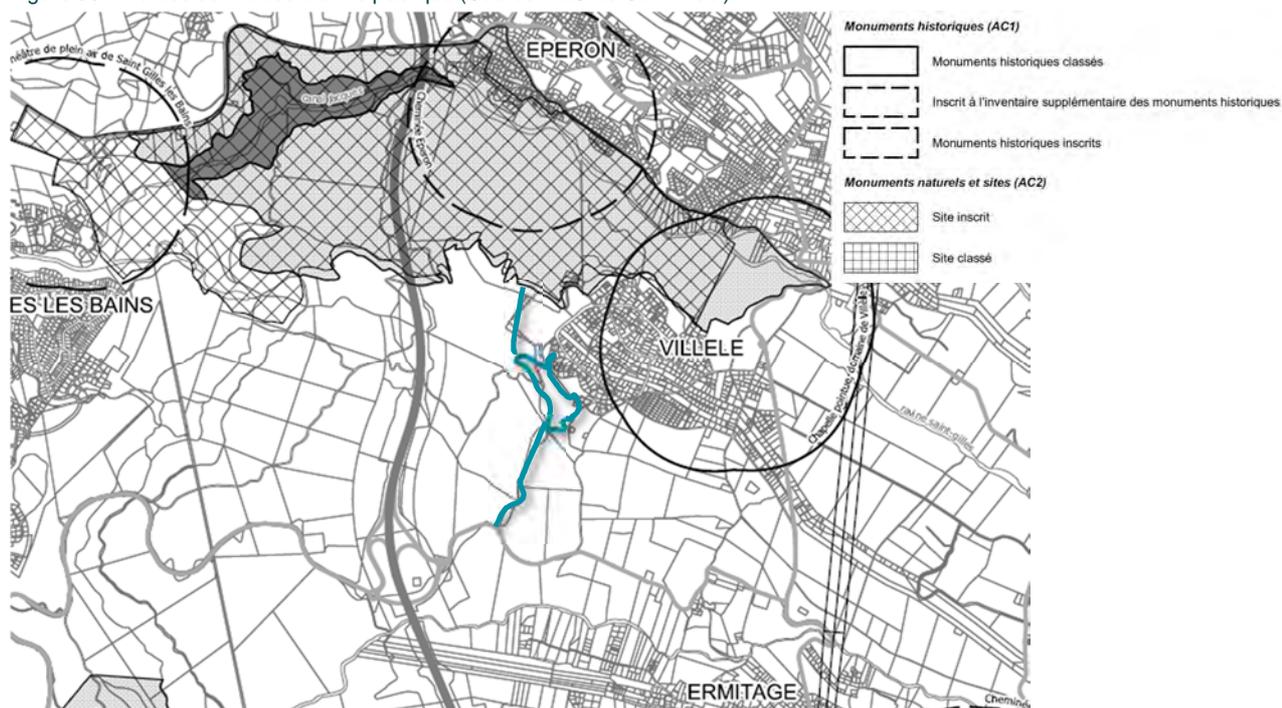
A noter qu'aucun Espace Boisé Classé EBC n'est concerné par le projet.

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

## 2.2 Servitudes d'Utilité Publiques

Le plan des servitudes d'utilité publique annexées au PLU de Saint-Paul permet d'identifier les servitudes suivantes comme interceptées par le projet.

Figure 38 - Pla des servitudes d'utilité publique (Source: PLU de Saint-Paul)



Aucune servitude d'utilité publique recensée dans le PLU de la commune ne concerne le projet.

Le chemin nouveau créé pour permettre la desserte future du golf se positionnera en limite du site inscrit de la Ravine de Saint-Gilles (voir description dans le chapitre dédié de l'état initial de l'environnement). Sans être concernée directement, cette voie prendra place en bordure du périmètre de protection rapproché des captages AEP présents le long de la ravine de Saint-Gilles.

### Plan de Prévention des Risques

Comme indiqué précédemment dans le dossier, le territoire communal se voit appliquer une servitude d'utilité publique nouvelle, et **non référencée dans le PLU**, depuis 2016. Il s'agit du **Plan de Prévention des Risques Naturels « Inondation et Mouvements de terrain »** approuvé (arrêté préfectoral du 26 octobre 2016).

Le secteur de projet est concerné par plusieurs zonages définis au PPR.

Ils sont repris sur la carte et dans le tableau suivant.

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

Élément de l'opération concerné	Zonage du PPR	Occupations autorisées et conditions
Partie du lotissement et abords des ravines	Bleue B2u	Les zones B2u sont les zones soumises à prescription concernées par un aléa mouvement de terrain moyen et par un aléa inondation moyen, faible ou nul dans les secteurs à enjeux jugés sécurisables. Des prescriptions particulières s'y appliquent, notamment les remblais et les dépôts sont autorisés sous condition de mener une étude technique préalable géotechnique qui précisera les conditions dans lesquelles le projet sera rendu compatible avec l'aléa considéré.
Ravines	Rouge R1	De façon générale, sont interdits les travaux conduisant à augmenter le nombre de logements ou de personnes exposées aux risques sont interdits. Plus précisément, sont interdits tous travaux et aménagements, constructions et ouvrages, installations et activités, de quelque nature qu'ils soient sauf notamment : <i>les aménagements liés à la desserte collective de parcelles, à condition de démontrer la non-aggravation des risques naturels, sous réserve de mener une étude technique préalable qui précisera les conditions dans lesquelles le projet sera rendu compatible avec l'aléa considéré et ce sans préjudice du droit des tiers.</i>  Tout aménagement ou toute réparation sur les constructions existantes devront être réalisés selon les prescriptions suivantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>• les eaux de ruissellement et les eaux de toiture devront être collectées et évacuées par l'intermédiaire de réseaux étanches jusqu'à un exutoire approprié et protégé contre</li> <li>• l'érosion régressive ;</li> <li>• un dispositif de collecte des eaux de ruissellement (caniveaux, fossé, etc.) sera mis en place en sommet de talus pour empêcher la percolation des eaux directement dans les talus ;</li> <li>• toutes les constructions et installations doivent être fondées dans le sol de façon à résister à des affouillements, tassements ou érosions localisés ;</li> <li>• les constructeurs devront prendre toutes les mesures nécessaires pour que les constructions et ouvrages résistent aux forces exercées par les écoulements ;</li> <li>• tous les massifs de fondations doivent être arasés au niveau du terrain naturel; pour les travaux de construction autorisés dans la zone, de type infrastructures routières, ouvrages hydrauliques et de soutènements ou d'utilité publique, une étude technique préalable sera obligatoire. Réalisée par un homme de l'art, elle sera destinée à préciser les risques et la stabilité des ouvrages projetés. Les profondeurs de fondations, la conception des soutènements et la maîtrise des eaux seront notamment précisés par cette étude</li> </ul>

Tableau 5 - Zonage du PPR s'appliquant sur au droit de l'opération projetée (Source : PLU de Saint-Paul)

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

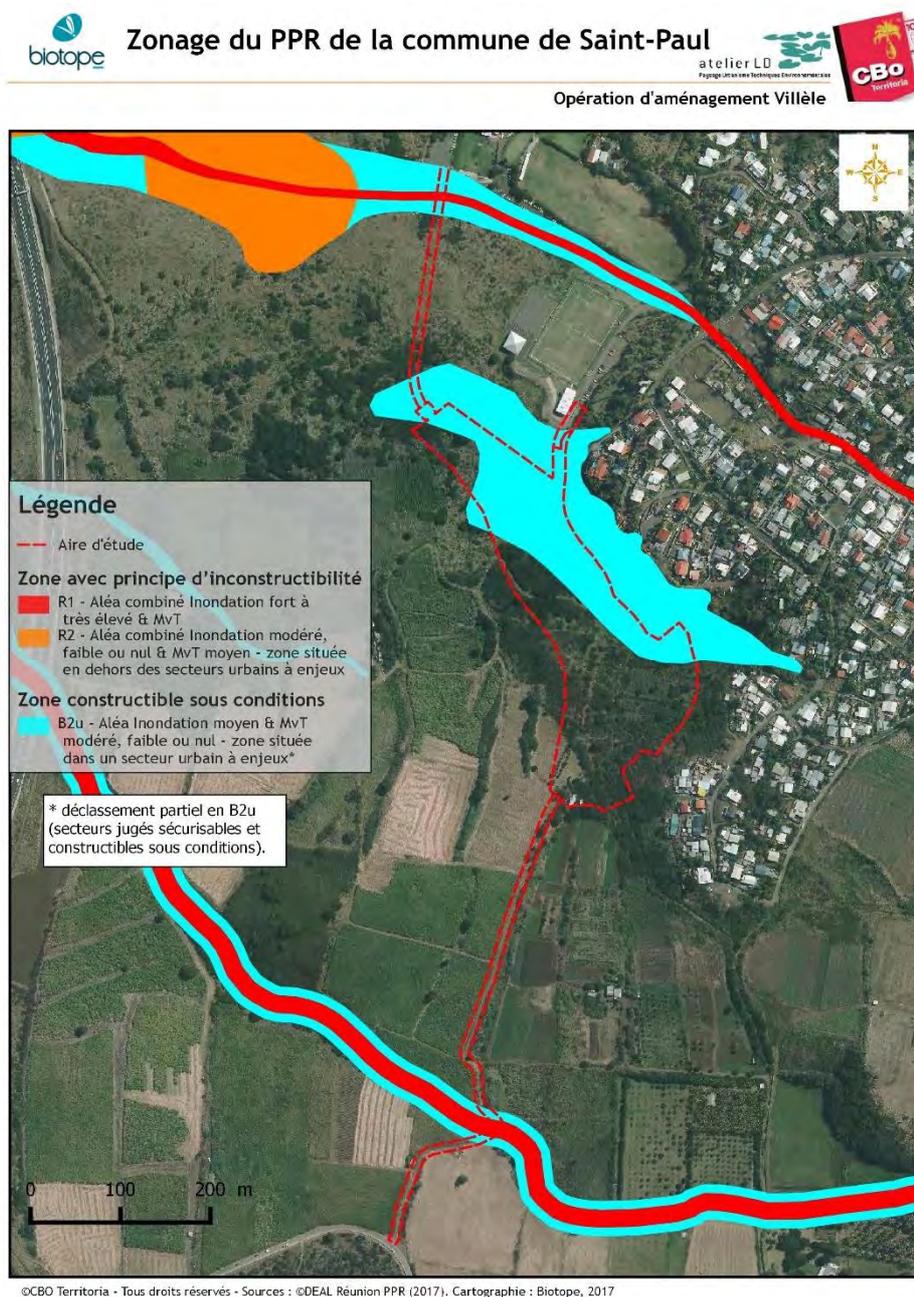


Figure 39 - Zonage du PPR en vigueur sur la commune (Biotope, 2017)

#### **Servitudes forestières**

En application des articles L.363-12 et R.363-7 du Code Forestier, il est interdit de défricher les bords de rivières, bras ou ravines et leurs affluents sur une largeur de 10 mètres de chaque côté, à partir du niveau atteint par les plus hautes eaux ou de la limite des remparts dans le cas des ravines encaissées.

Aucune construction n'est prévue en bord de ravine. Les seules interactions du projet avec des ravines concernent les voies de liaison.

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

## 2.3 Articulation avec les plans, schémas, programmes dans le domaine de l'eau

### 2.3.1 Le SAR (Schéma d'Aménagement Régional)

Il définit à la Réunion, un cadre et des orientations qui s'inscrivent dans trois principes fondamentaux :

- Un impératif de protection des milieux naturels et agricoles ;
- Un aménagement plus équilibré du territoire, notamment par le développement des zones situées dans les mi pentes et dans les hauts ;
- Une densification des agglomérations existantes et structuration des bourgs ruraux.

Le SAR intègre notamment une cartographie de destination générale des sols à l'échelle de l'Île de la Réunion. Celle-ci identifie le « **Lotissement du Golf** » en totalité dans la « **zone préférentielle d'urbanisation** », à la transition entre espaces agricoles et espaces urbanisés à densifier. La **voie de raccordement à la RD100** s'inscrit elle au sein des **espaces agricoles**.

 **Le Schéma d'Aménagement Régional a été approuvé par décret interministériel N° 2011-1609 du 22 novembre 2011.**

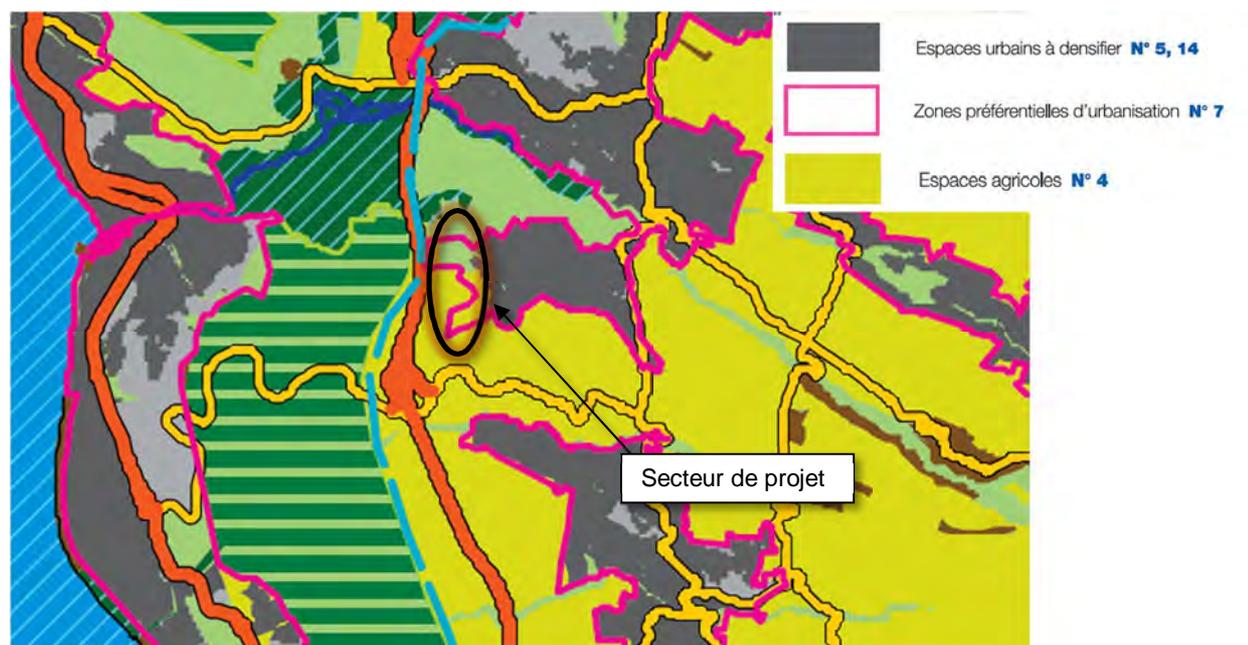


Figure 40 - Carte de destination générale des sols (Source : SAR de la Réunion)

En termes de densité, le quartier de Villèle n'est pas strictement identifié, et n'a donc pas de densité propre affectée.

A proximité, le pôle urbain de Plateau-caillou/Saint Gilles les Hauts est classé comme pôle secondaire avec une **densité attendue de 50 logements/ha**. Les pôles urbains de la Saline et Saint Gilles les Bains sont quant à eux classés en Villes relais avec une densité de 30 logements/ha. Le quartier de Villèle, dans ses caractéristiques physiques et son offre très réduite de services et d'infrastructures s'apparente davantage à la catégorie Ville relais qu'à celle de Pôle secondaire. De fait, **une densité nette d'environ 35 logements/ha** (25 en densité brute) **a été retenue dans le cadre de cette opération, en cohérence par ailleurs avec la densité actuelle du quartier de Villèle « historique »**. Les formes urbaines proposées permettent de composer une densité variable, de faible à forte : maisons individuelles, maisons en bande, logements collectifs. Ce mariage de typologies aux densités

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

variables permet de conjuguer deux impératifs potentiellement contraires : impératif d'intégration et de discrétion du projet dans le paysage et impératif d'utilisation rationnelle et durable du foncier.

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

ORIENTATIONS DU SAR		Compatibilité/ application au projet
<b>Améliorer l'accès au logement et aux services grâce à une armature urbaine hiérarchisée</b>		
A.1	S'appuyer sur une armature urbaine hiérarchisée pour réaliser une offre de logements répondant aux besoins de la population de manière quantitative et qualitative.	Le projet participe au développement urbain du secteur de Villèle / Plateau-Cailou, pôle secondaire de l'armature urbaine du TCO.
A.2	Développer une offre de service adaptée à l'armature hiérarchisée.	/
A.3	Poursuivre l'amélioration de desserte en équipements de proximité notamment dans les bourgs à mi- pentes et des Hauts.	La mise en place de nouvelles voiries associées au lotissement permettront d'améliorer les modalités de desserte de ce secteur des pentes de Saint-Paul.
<b>Favoriser les transports collectifs pour une meilleure mobilité</b>		
A.4	Organiser le rééquilibrage modal en faveur des transports en commun et des modes doux en cohérence avec le développement urbain.	/
A.5	Confirmer la mise en œuvre du réseau régional de transport guidé et l'articuler à des réseaux locaux plus efficaces.	/
A.6	Renforcer le maillage routier reliant certains pôles et quartiers.	L'opération permettra d'améliorer la desserte du quartier de Villèle par la création d'une voie de désenclavement en limite Ouest depuis le stade de foot jusqu'à la RD 100. Cette voie nouvelle permettra de soulager et d'améliorer la desserte du quartier de Villèle par la RD100 qui rapproche le quartier de la Route des Tamarins située en contrebas.
<b>Réaffirmer le principe d'économie d'espace</b>		
A.7	Satisfaire les besoins de constructions nouvelles en privilégiant la densification des espaces urbains existants.	Le projet se situe dans le prolongement immédiat de l'urbanisation existante. La densité proposée par le projet, d'environ 35 logements/ha (densité nette), est supérieure à la densité des constructions actuelles sur le quartier de Villèle.
A.8	Moduler les densités en tenant compte des capacités d'accueil, des formes urbaines et des pressions exercées sur les milieux sensibles.	La densité du projet varie au sein du projet en fonction des enjeux in situ : <ul style="list-style-type: none"> <li>• La topographie contraignante et la volonté de favoriser une approche d'inscription dans la pente limitant les modifications du TN, qui suppose des parcelles de taille moyenne.</li> <li>• La topographie qui exclue une part importante du site de toute possibilité d'urbanisation. Une part importante de la surface du lotissement est consacrée aux espaces libres, diluant la densité de l'opération.</li> <li>• La visibilité du site depuis les Bas. Afin de favoriser l'intégration du projet, une porosité du front bâti et une limitation des hauteurs des constructions ont été favorisées.</li> <li>• La perméabilité nécessaire et les corridors écologiques</li> </ul>
A.9	Concentrer les extensions urbaines et les localiser préférentiellement en continuité des pôles urbains sur des zones équipées en infrastructures.	Le projet est situé en zone d'urbanisation prioritaire et en continuité de l'urbanisation existante.

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

<b>Protéger et valoriser les espaces agricoles et naturels en tenant compte de leurs fonctions</b>		
A.10	Définir un niveau de protection des espaces naturels adapté permettant la préfiguration d'une «trame verte et bleue».	Aucun espace naturel identifié au SAR n'est concerné par l'opération.
A.11	Protéger les espaces agricoles pour le maintien et le développement de l'activité agricole.	Le secteur est quasi exclusivement localisé en zone Au. Seule une partie de la voie de desserte, reprenant le tracé d'un chemin agricole, est classé en zone A du fait de l'élargissement nécessaire. Le projet n'impacte donc pas le maintien de l'activité agricole existante à proximité.
<b>Retrouver un marché du logement adapté à la demande et mettre la priorité sur la production de logement social</b>		
B.1	Rétablir l'adéquation entre la demande et l'offre de logements en assurant une production suffisante de logements sociaux ainsi que les conditions d'un parcours résidentiel.	Le lotissement intégrera une part de logements aidés, environ 40%.
B.2	Produire une offre de logement social adaptée au territoire et aux attentes de la population.	L'offre de logements aidés proposée au sein du projet, soit des lots à bâtir en PTZ, correspond aux besoins et attentes identifiés sur le secteur de Villèle. En effet, de nombreux jeunes ménages, résidant sur le secteur, ne disposent pas des moyens financiers nécessaires pour acquérir un bien privé, et ne souhaitent pas quitter le quartier pour bénéficier d'un logement aidé, en particulier en habitat collectif.
<b>Accompagner le passage vers une urbanité intégrant les valeurs et pratiques culturelles des Réunionnais</b>		
B.3	Repenser la conception de l'espace public dans la construction de la ville réunionnaise.	Au-delà des espaces publics au sein du lotissement lui-même, il sera accompagné d'un aménagement paysager du coteau avec plusieurs objectifs : <ul style="list-style-type: none"> <li>• créer une connexion piétonne en belvédère depuis Villèle,</li> <li>• temporiser les eaux de pluies,</li> <li>• limiter les ruissellements jusqu'au lotissement,</li> <li>• diversifier/restaurer le couvert végétal.</li> </ul>
B.4	Accompagner la mutation d'une société empreinte de ruralité à travers son intégration au sein des bassins de vie.	La forme urbaine proposée, composée de parcelles de taille réduite, permet de conjuguer impératif de densité et mode d'habiter traditionnel. Le futur tissu urbain de maisons denses est une expression urbaine pertinente, et douce, de cette mutation.
<b>Mettre en exergue l'identité des territoires</b>		
B.5	Valoriser et mettre en perspective le patrimoine et empêcher la banalisation des paysages de l'île.	Les vues vers le littoral sont favorisées. Le projet participe à redonner une valeur paysagère au site, qui concentre aujourd'hui les essences envahissantes, en mettant en œuvre au sein des espaces paysagers et en bord de voie des essences endémiques et indigènes.
B.6	Mettre en réseau le patrimoine réunionnais.	/
<b>Organiser la cohésion territoriale autour de bassins de vie, vecteurs d'équilibre</b>		

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

C.1	Encadrer et hiérarchiser l'aménagement de foncier à vocation économique sur l'ensemble du territoire.	/
C.2	Densifier et optimiser les zones d'activités existantes et à venir et préserver leur vocation économique.	/
C.3	Créer de l'emploi et le conforter pour vivre et travailler dans les territoires ruraux dont les Hauts.	/
<b>Accompagner le développement de filières d'excellence</b>		
C.4	Promouvoir un aménagement favorisant le développement des énergies renouvelables afin qu'une filière économique puisse se structurer.	Le règlement du lotissement permet l'installation d'appareils de captage de l'énergie solaire (chauffe-eau, panneaux photovoltaïques).
C.5	Poursuivre l'équipement en réseau Haut Débit en lien avec le développement d'une ingénierie TIC.	/
C.6	Garantir un espace agricole suffisant pour assurer la pérennité économique et la diversification des filières agricoles dans la perspective de leur développement.	Le lotissement et la nouvelle voie de circulation ne remettront pas en cause l'activité agricole dans ce secteur de Saint-Paul.
C.7	Affirmer une stratégie d'offre territoriale pour la relance du tourisme	/
C.8	Permettre le développement de la filière pêche en privilégiant les structures existantes (ports protégés ou cales de halage).	/
<b>Assurer l'ouverture du territoire et permettre son rayonnement régional</b>		
C.9	Inciter l'ensemble du monde économique à se tourner vers l'international en privilégiant les secteurs porteurs.	/
C.10	Accompagner le développement des capacités d'enseignement et les formations hautement qualifiées, dans les secteurs stratégiques.	/
C.11	Renforcer et conforter le port de commerce de La Réunion.	/
C.12	Assurer la complémentarité des deux aéroports de La Réunion.	/
<b>Privilégier un principe de gestion préventive des risques</b>		
D.1	Promouvoir un aménagement qui ne participe pas à l'augmentation du risque.	Gestion douce des eaux pluviales et limitation de l'imperméabilisation des sols. Adaptation des futurs logements au sensibilité du secteur concernant les mouvements de terrain. Un dimensionnement fin des ouvrages hydrauliques à mettre en place permettra de garantir la transparence hydraulique des futures nouvelles voiries.
D.2	Adapter l'urbanisation des zones soumises aux risques.	
D.3	Sécuriser les réseaux.	L'opération intègre la desserte du quartier de Villèle en assainissement des eaux usées collectif gravitaire.

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

D.4	Gérer les ruissellements à l'échelle des bassins versants.	Voir étude hydraulique
<b>Concevoir un aménagement basé sur l'adéquation besoins/ressources.</b>		
D.5	Préserver la ressource en eau.	Le PLU de Saint-Paul indique que « <i>D'après les prévisions de croissance démographique, les prévisions de consommation d'eau potable sur le territoire de Saint-Paul et les prévisions de rendement sur le réseau de distribution d'eau potable, le schéma directeur communal d'avril 2008 montre que les ressources en eau brute sont suffisantes pour subvenir aux besoins en eau à l'horizon 2030.</i> » L'opération « Lotissement du Golf » étant pris en compte dans les projections du PLU, les ressources sont suffisantes pour l'alimentation en eau des nouvelles populations qui seront accueillies.
D.6	Préserver la ressource en matériaux.	Équilibre déblai-remblai grâce au calage à l'axe des voies. Réemploi des roches pour la réalisation des structures de chaussée et des maçonneries.
<b>Viser l'autonomie énergétique tout en sécurisant l'approvisionnement et le transport</b>		
D.7	Permettre la mise en œuvre des unités de production nécessaires à court et à moyen terme.	Le règlement du lotissement permet l'installation d'appareils de captage de l'énergie solaire (chauffe-eau, panneaux photovoltaïques).
D.8	Permettre le développement des installations de production d'énergie renouvelable.	
D.9	Promouvoir les économies énergétiques.	/
D.10	Sécuriser et renforcer le réseau de transport énergétique et viser au déploiement de "micro boucles" autonomes.	
<b>Faciliter la maîtrise des pollutions et des nuisances</b>		
D.11	Participer au bon état écologique des masses d'eau.	Temporisations par noues pour prétraitement des eaux pluviales rejetées dans les ravines
D.12	Permettre la mise en œuvre des équipements de traitement de d'élimination des déchets.	/

Tableau 6 - Articulation de l'opération avec le SAR de la Réunion

#### 2.3.2 Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de la Réunion

6 orientations fondamentales sont déclinées dans le SDAGE 2016-2021 :

- préserver la ressource en eau dans l'objectif d'une satisfaction en continu de tous les usages et du respect de la vie aquatique en prenant en compte le changement climatique.
- assurer la fourniture en continu d'une eau de qualité potable pour les usagers domestiques et adapter la qualité aux autres usages.
- rétablir et préserver les fonctionnalités des milieux aquatiques.
- lutter contre les pollutions.
- favoriser un financement juste et équilibré de la politique de l'eau notamment au travers d'une meilleure application du principe pollueur-payeur.

 **Le préfet de La Réunion a approuvé les documents du SDAGE par arrêté du 8 décembre 2015.**

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

- développer la gouvernance, l'information, la communication et la sensibilisation pour une appropriation par tous des enjeux.

Le SDAGE définit des objectifs d'état (quantitatif et qualitatif) pour l'ensemble des masses d'eau souterraines de la Réunion. Il indique également que dans le cadre de l'instruction des projets, plans et programmes, il appartiendra aux pétitionnaires de **démontrer que leurs projets, plans et programmes ne remettent pas en cause les objectifs d'état qualitatifs et quantitatifs du SDAGE** y compris par la démonstration qu'ils ne contribuent pas à la détérioration de l'état d'une masse d'eau.

Le projet du lotissement du Golf et de la voie d'accès au quartier de Villèle associé ne sera pas générateur d'effluents particuliers pouvant dégrader la qualité des eaux de la ravine en aval.

La conception des projets soumis à autorisation ou à déclaration sous la rubrique 2.1.5.0 de l'article R.214-1 du code de l'environnement obéit à **un objectif de régulation des débits des eaux pluviales avant leur rejet dans les eaux superficielles** en privilégiant la rétention à la parcelle. A défaut d'objectifs précis fixés localement par un SAGE ou le service de police de l'eau, le débit spécifique exprimé en litre par seconde et par hectare issu de la zone aménagée doit être inférieur ou égal au débit spécifique avant l'aménagement.

Au travers du dossier d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau, et des expertises hydrauliques associées à la conception du projet, ces objectifs de régulation des débits des eaux pluviales ont été atteints.

Le tableau en page suivante décrit les éléments permettant de justifier la compatibilité du projet avec le SDAGE.

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

ORIENTATIONS FONDAMENTALES Compatibilité/ application au projet DU SDAGE		
<b>Préserver la ressource en eau dans l'objectif d'une satisfaction en continu de tous les usages et du respect de la vie aquatique en prenant en compte le changement climatique.</b>		
1	Économiser les ressources pour tous les usages	Le règlement de lotissement (et le cahier des prescriptions architecturales, urbaines, paysagères et environnementales associé) fixe des exigences en termes d'économie de la consommation d'eau potable, à savoir : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en place des appareillages économes (sanitaires à débits différenciés, ...).</li> <li>• Mettre en œuvre des installations sanitaires et de comptage individuel de l'eau pour inciter à limiter les consommations d'eau potable.</li> <li>• Étudier la faisabilité de couvrir par de l'eau pluviale récupérée une partie des besoins ne nécessitant pas d'eau potable (arrosage, entretien, ...).</li> </ul> Il est également demandé de privilégier les espèces végétales endémiques et indigènes, peu consommatrices d'eau.
2	Mobiliser la ressource de manière équilibré pour tous les usages	L'aménagement de logements au droit du projet a été intégré au PLU de Saint-Paul, dans la projection de population nouvelle à accueillir sur la commune. Les réseaux d'alimentation en eau potable sur le territoire sont donc dimensionnés pour les alimenter.
3	Sécuriser l'approvisionnement en eau pour tous les usagers	/
4	Gérer la solidarité entre tous les usages en période de crise	/
5	Améliorer la connaissance	/
<b>Assurer la fourniture en continu d'une eau de qualité potable pour les usagers domestiques et adapter la qualité aux autres usages.</b>		
1	Protéger la qualité de la ressource destinée à la production d'eau potable	Pour rappel, l'opération s'inscrit en dehors de tout périmètre de protection de captage d'alimentation en eau potable.
2	Sécuriser la distribution d'eau potable et soutenir sa production	/
3	Adapter la qualité de l'eau aux usages	Le règlement de lotissement (et le cahier des prescriptions architecturales, urbaines, paysagères et environnementales associé) invite à différencier l'usage de l'eau selon qu'il s'agisse d'eau potable ou non.
4	Améliorer la connaissance	/
<b>Rétablir et préserver les fonctionnalités des milieux aquatiques.</b>		
1	Restaurer les milieux altérés, veiller à la conformité des aménagements existants et à venir et empêcher toute nouvelle dégradation des milieux	Aucun milieu aquatique ne sera impacté par l'opération
2	Préserver et maintenir en bon état les milieux aquatiques	

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

3	Favoriser le rétablissement des populations de poissons migrateurs et d'espèces menacées	
4	Intégrer les fonctionnalités des milieux aquatiques dans les documents de planification	
5	Améliorer la connaissance	
<b>Lutter contre les pollutions.</b>		
1	Réduire les pollutions à la source	/
2	Traiter les pollutions	/
3	Améliorer la connaissance	/
<b>Favoriser un financement juste et équilibré de la politique de l'eau notamment au travers d'une meilleure application du principe pollueur-payeur.</b>		
1	Vers un équilibrage de la mise en œuvre du principe pollueur-payeur	/
2	Vers une conditionnalité et une territorialisation des aides financières	/
3	Vers une priorisation des travaux par une analyse multicritère hiérarchisée	/
4	Asseoir le rôle de l'Office de l'Eau	/
5	Inciter à une gestion économe de la ressource en eau pour focaliser la mobilisation financière sur les besoins objectifs	/
<b>Développer la gouvernance, l'information, la communication et la sensibilisation pour une appropriation par tous des enjeux.</b>		
1	Promouvoir la gestion territoriale des eaux pour une meilleure cohérence et efficacité	/
2	Contribuer à la gestion de crise en y intégrant les enjeux de préservation de la ressource en eau	/
3	Développer la coopération zonale et internationale	/
4	Améliorer la connaissance	/

## 3 Pièce 2 : Document d'incidences

### 2.3.3 Le Plan de Gestion des Risques d'Inondations (PGRI) de la Réunion

Le PGRI définit, pour la période 2016-2021, les grandes orientations qui permettent de réduire les conséquences négatives des risques d'inondation sur l'ensemble de La Réunion.

Sur la base d'un diagnostic du territoire, le plan de gestion des risques d'inondation fixe un cap (5 objectifs), des thématiques (21 principes) et les moyens (70 dispositions pour les atteindre) pour cette politique. Les 5 objectifs sont :

- 7) Mieux comprendre le risque,
- 8) Se préparer et mieux gérer la crise,
- 9) Réduire la vulnérabilité actuelle et augmenter la résilience des territoires,
- 10) Concilier les aménagements futurs et les aléas,
- 11) Réunionnais, tous acteurs de la gestion du risque inondation.

En lien avec la problématique inondation, il faut rappeler qu'une analyse hydraulique a été réalisée dans le cadre du projet pour intégrer cette problématique dans la conception technique de l'opération (lotissement+voirie). De plus, l'aménagement du secteur du golf mettra en œuvre des techniques alternatives d'assainissement pluvial. Ainsi chaque acquéreur devra traiter ses rejets d'eaux pluviales sur sa parcelle, et utiliser une des solutions préconisées dans le cahier des prescriptions architecturales, urbaines, paysagères et environnementales (jardins de pluie avec ou sans bassin permanent, tranchées d'infiltration, tranchées drainantes et puits filtrants).

### 2.3.4 Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux. (SAGE) de l'Ouest

4 enjeux principaux ont été déclinés dans le cadre de ce schéma.

- PRÉSERVER ET RESTAURER LA QUALITÉ DES MILIEUX AQUATIQUES, ATOUTS SOCIO-ECONOMIQUES DU TERRITOIRE ET GARANTS DE L'ÉQUILIBRE FONCTIONNEL DU BASSIN VERSANT
- AMÉLIORER LA GESTION DU RUISSELLEMENT PLUVIAL ET DU RISQUE INONDATION
- GARANTIR UNE GESTION DURABLE DE LA RESSOURCE EN EAU
- CLARIFIER - ADAPTER LA GOUVERNANCE AUX CARACTÉRISTIQUES DU TERRITOIRE ET ASSEOIR LE RÔLE DE LA CLEO

Le tableau en page suivante décrit les éléments permettant de justifier la compatibilité du projet avec le SAGE.

 **Le PGRI a été approuvé par arrêté préfectoral du 15 octobre 2015.**

 **Le SAGE ouest a été révisé et le nouveau SAGE approuvé par arrêté préfectoral du 29 juillet 2015.**

3 Pièce 2 : Document d'incidences

ENJEU DU SAGE		Compatibilité/ application au projet
<b>PRESERVER ET RESTAURER LA QUALITE DES MILIEUX AQUATIQUES, ATOUTS SOCIO-ECONOMIQUES DU TERRITOIRE ET GARANTS DE L'EQUILIBRE FONCTIONNEL DU BASSIN VERSANT</b>		
Objectif général 1.1 :	Préserver le milieu naturel et rétablir les continuités écologiques	<p>Détails de la disposition 1.1.4- a : <i>Les maîtres d'ouvrage privés s'appuieront sur ces fiches pour choisir les espèces indigènes à intégrer dans leurs projets d'aménagement.</i></p> <p>La disposition 1.1.5-c indique que <i>les aménageurs publics et privés prennent en compte la continuité écologique dès la conception des projets. On entend dans cette disposition par continuité écologique à la fois les continuités aquatiques et terrestres qui fonctionnent toutes deux sur la base de réservoirs de biodiversité et de corridor de déplacement.</i></p> <p>L'opération s'inscrit en dehors des éléments de continuités écologiques identifiés cartographiquement dans le SAGE. La route de desserte du golf au nord de l'opération longe la continuité écologique terrestre associée à la ravine Saint-Gilles.</p>
Objectif général 1.2 :	Gérer les pollutions selon les priorités des secteurs	L'aménagement de logements au droit du projet a été intégré au PLU de Saint-Paul, dans la projection de population nouvelle à accueillir sur la commune. Les réseaux d'alimentation en eau potable sur le territoire sont donc dimensionnés pour les alimenter.
<b>AMELIORER LA GESTION DU RUISSELLEMENT PLUVIAL ET DU RISQUE INONDATION</b>		
Objectif général 2.1 :	Gérer les risques à l'échelle du bassin versant	<p>Détails de la disposition 2.1.2-d : <i>Afin de mieux gérer les écoulements liés aux aménagements routiers, les services techniques des collectivités et les aménageurs réalisent des études hydrauliques en phase conception des projets d'infrastructures routières.</i></p> <p>Une analyse hydraulique a été réalisée dans le cadre du projet pour intégrer cette problématique dans la conception technique de l'opération (lotissement+voirie).</p> <p>L'aménagement du secteur du golf mettra en œuvre des techniques alternatives d'assainissement pluvial. Ainsi chaque acquéreur devra traiter ses rejets d'eaux pluviales sur sa parcelle, et utiliser une des solutions préconisées dans le cahier des prescriptions architecturales, urbaines, paysagères et environnementales (jardins de pluie avec ou sans bassin permanent, tranchées d'infiltration, tranchées drainantes et puits filtrants).</p>
Objectif Général 2.2. :	Mieux gérer les ruissellements pluviaux et leurs impacts	/
<b>GARANTIR UNE GESTION DURABLE DE LA RESSOURCE EN EAU</b>		
Objectif général 3.1 :	Optimiser la gestion de la ressource en tenant compte des besoins futurs	Le SAGE identifie une disposition particulière 3.1.2.c concernant la commune de Saint-Paul, et intégrant la zone de projet. Il demande ainsi la mise en place d'un plan d'action pour le Bassin d'Alimentation de Captage Ravine Saint-Gilles / Ermitage, avec notamment la réduction du recours aux produits phytosanitaires par les services espaces verts de la commune et les particuliers. Le règlement de lotissement (et le cahier des prescriptions

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

		architecturales, urbaines, paysagères et environnementales associées) fixe un cadre dans ce sens.
Objectif général 3.2 :	Gérer voire approvisionner en eau les secteurs isolés	/
<b>CLARIFIER - ADAPTER LA GOUVERNANCE AUX CARACTERISTIQUES DU TERRITOIRE ET ASSEOIR LE ROLE DE LA CLEO</b>		
Objectif général 4.1 :	Garantir l'animation du SAGE et asseoir le rôle de la CLEO	/
Objectif général 4.2 :	Conforter la gouvernance de bassin et initier les réflexions sur le changement climatique	/

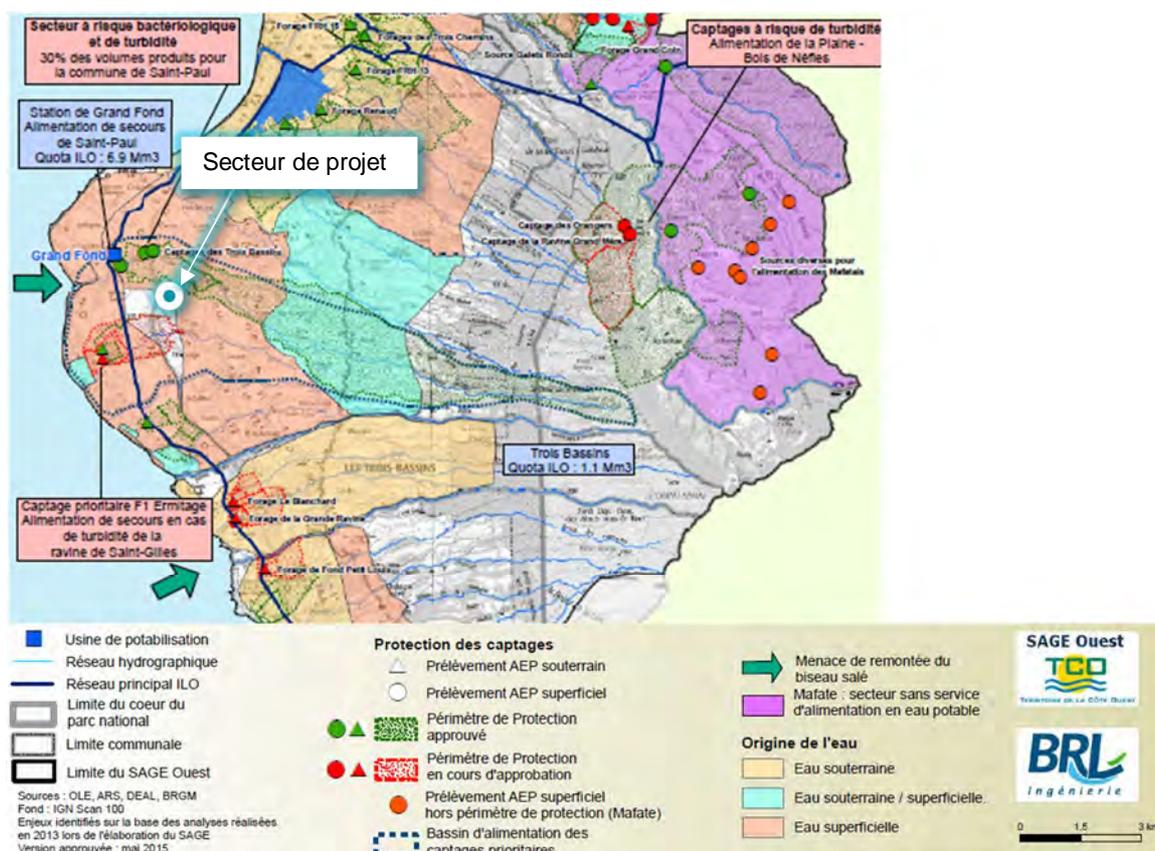


Figure 41 - Usage AEP et enjeux de protection au sein du SAGE (Source : SAGE Ouest)

3 Pièce 2 : Document d'incidences



Figure 42 - Continuité écologique des espaces terrestres et aquatiques au sein du SAGE (Source : SAGE Ouest)

## 3 Pièce 2 : Document d'incidences

# 3 Incidences du projet sur les milieux et mesures compensatoires envisagées

## 3.1 Débits de ruissellement et risques en aval

Le projet, du fait de l'imperméabilisation de surfaces actuellement non revêtues, va générer une augmentation des débits de ruissellement en aval des parcelles au niveau de l'exutoire.

Extrait du règlement du PLU de Saint-Paul applicable sur les zones indicée U3c, N et A :

« Tout aménagement réalisé sur un terrain ne doit pas faire obstacle au libre écoulement des eaux pluviales. Les aménagements réalisés sur un terrain doivent être tels qu'ils garantissent l'évacuation et l'écrêtement des débits de pointe des eaux pluviales, en priorité par infiltration dans le sol quand les caractéristiques hydrogéologiques et réglementaires du terrain le permettent. De nombreuses méthodes alternatives au raccordement au réseau collectif existent (noues, cuves de rétention, jardins stockants, ...) et doivent permettre une maîtrise locale des eaux de ruissellement. »

### 3.1.1 Estimation des débits rejetés vers l'aval

Afin d'apprécier l'incidence quantitative de l'imperméabilisation des aménagements, il a été procédé à l'estimation des débits rejetés vers l'aval en situation actuelle et projet. Cette réflexion a été menée sur les bassins versants à l'état initial et les bassins versants à l'état aménagé.

Le tableau ci-dessous permet d'apprécier l'incidence de l'imperméabilisation sur les débits générés par la zone de projet. Il présente, pour plusieurs périodes de retour, une comparaison des débits générés par la parcelle en situations actuelle et projetée.

Ces débits sont estimés par application de la **méthode rationnelle**, avec les hypothèses suivantes :

- Pluviométrie issue du « guide sur les modalités de gestion des eaux pluviales sur l'île de la Réunion »;
- Coefficients de ruissellement variant avec la période de retour de l'évènement pluvieux : de 0,3 à 0,87 pour des périodes de retour variant de 2 à 100 ans, en situation initiale;
- En situation projet, nouvelle estimation des coefficients de ruissellement en intégrant les hypothèses d'imperméabilisation.

Les caractéristiques du bassin versant à l'état initial et à l'état projet sont les suivants :

	Nom de B.V.	Surface (ha)	Longueur (m)	Pente (m/m)	Coef de ruissel. 2 ans	Coef de ruissel. 5 ans	Coef de ruissel. 10 ans	Coef de ruissel. 20 ans	Coef de ruissel. 30 ans	Coef de ruissel. 50 ans	Coef de ruissel. 100 ans
Etat initial	1	4,70	273	0,194	0,45	0,53	0,69	0,73	0,76	0,80	0,85
	2	2,70	284	0,232	0,46	0,53	0,69	0,73	0,77	0,80	0,85
	3	11,33	506	0,144	0,49	0,56	0,71	0,74	0,78	0,82	0,86
	4	75,11	1183	0,074	0,30	0,40	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
Etat projet	3	11,63	551	0,154	0,55	0,61	0,74	0,77	0,81	0,84	0,87
	2	1,50	261	0,134	0,50	0,57	0,71	0,75	0,78	0,82	0,86

Tableau 7 - Caractérisation du bassin-versant (Source: Atelier LD)

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

Seul les BV 2 et 3 sont concernés par l'aménagement du « Lotissement du Golf ». Le BV 3 à l'état aménagé conserve une surface proche du BV à l'état initial tandis que le BV 2 est réduit par la trame viaire. Les BV 1 et 4 ne sont pas impactés par l'aménagement du « Lotissement du Golf » mais uniquement par les futures voiries de liaison vers le RD et le site de Bassin Bleu. Ces voiries seront conçues pour assurer une transparence hydraulique des BV amont.

Les débits de pointes générés par l'aménagement du lotissement du Golf sont les suivants :

Nom de	Q <sub>2ans</sub>	Q <sub>5ans</sub>	Q <sub>10ans</sub>	Q <sub>20ans</sub>	Q <sub>30ans</sub>	Q <sub>50ans</sub>	Q <sub>100ans</sub>	
B.V.	(m <sup>3</sup> /s)							
1	0,613	0,893	1,333	<b>1,590</b>	1,787	2,025	2,344	Etat initial
2	0,388	0,564	0,838	<b>0,999</b>	1,122	1,271	1,470	
3	1,368	1,950	2,829	<b>3,355</b>	3,751	4,232	4,883	
4	3,893	6,452	11,110	<b>13,587</b>	15,610	18,044	21,156	
3	1,576	2,193	3,055	<b>3,600</b>	4,002	4,492	5,129	Etat projet
5	0,231	0,329	0,473	<b>0,561</b>	0,627	0,708	0,812	

Tableau 8 - Débits de pointe générés par la zone de projet (Source: Atelier LD)

On constate que le débit rejeté est sensiblement augmenté pour le BV 3, dû à l'imperméabilisation de l'opération d'aménagement du « lotissement du Golf » tandis que le débit rejeté par le BV 2 à l'état aménagé est réduit de par l'évolution de sa surface.

Les écarts entre les débits à l'état initial et les débits à l'état projet diminuent avec l'augmentation de la période de retour à partir de Q5ans. Cela provient de l'augmentation sensible des coefficients de ruissellement des terrains à l'état naturel.

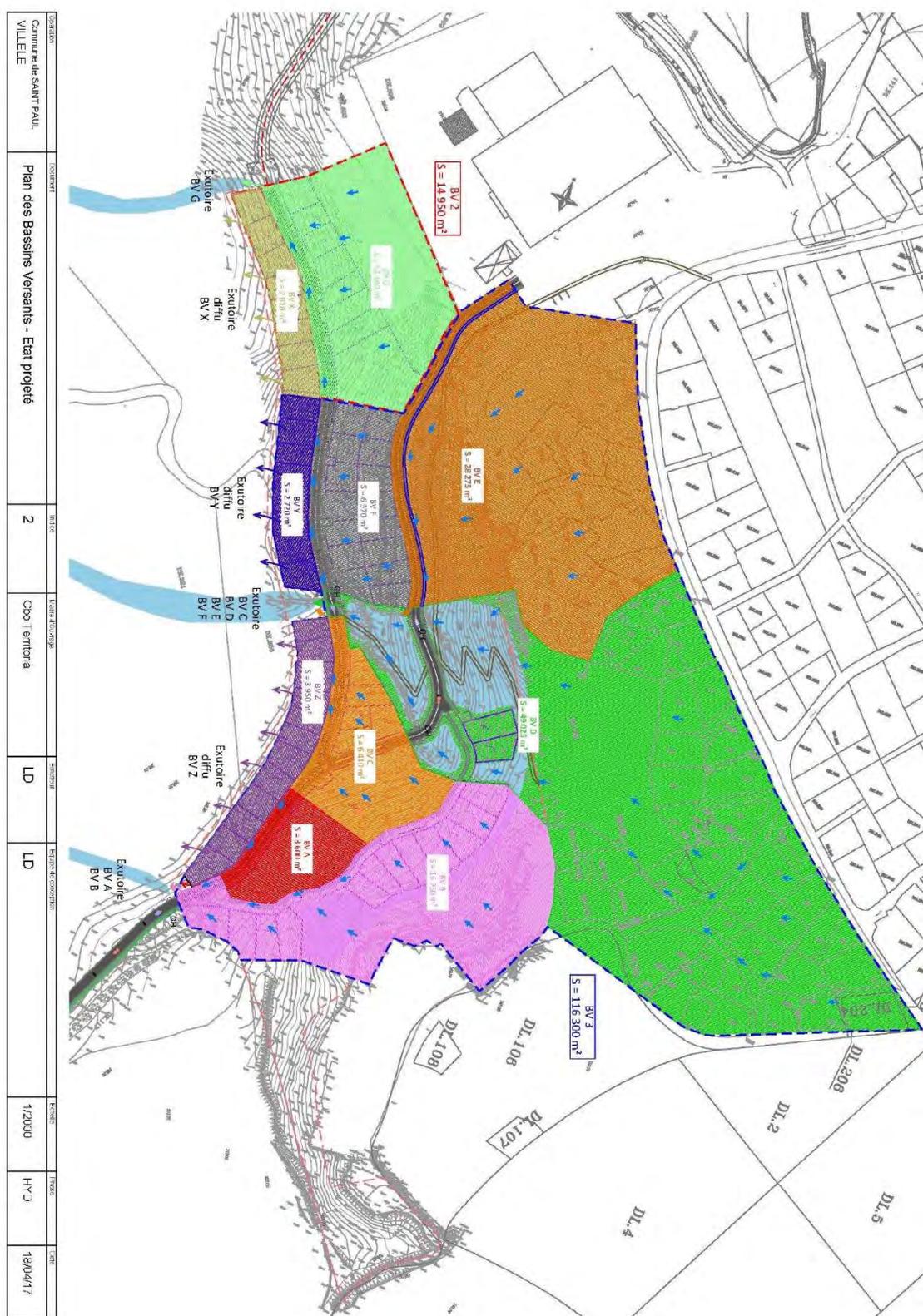
Ainsi, afin de ne pas augmenter les débits rejetés à l'état initial, des dispositifs de temporisations par des aménagements paysagers seront mis en place. Ils seront dimensionnés à l'aide de la méthode des pluies.

La fréquence la plus pénalisante en termes d'écart (état initial/état projet) étant le débit Q5ans, nous avons mené les calculs de dimensionnement des ouvrages pour Q20 sur la base d'un débit de fuite équivalent au Q5 état initial.

Cette hypothèse de dimensionnement maximise le volume des ouvrages de temporisation mais permet de traiter les pluies fréquentes et favorise le traitement qualitatif et quantitatif des eaux pluviales de ruissellement.

3 Pièce 2 : Document d'incidences

Figure 43 – Bassins-versants projetés (Source : Atelier LD)



### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

#### 3.1.2 Dimensionnement des dispositifs de régulation

##### Surfaces état futur

Afin de réguler les débits, des dispositifs de régulations seront mis en place :

- En partie publique, dans le talweg central et au niveau des points de rejet au point bas de l'opération avant les milieux naturels.
- En partie privée, à la parcelle par un dispositif de temporisation/infiltration d'un volume de 2 m<sup>3</sup>/parcelle.

##### Dimensionnement

Le dimensionnement du volume de rétention est réalisé globalement au niveau des 3 exutoires pour les BV 2 et 3. Les calculs effectués au chapitre précédent montrent que la différence de débit entre l'état actuel et l'état projet est maximal pour une pluie de fréquence 5 ans.

Ainsi, les volumes de rétention à mettre en place ont été déterminés à partir de la méthode des pluies pour une occurrence de 20ans et un débit de fuite de fréquence 5 ans (débit de fuite = Q 5ans à l'état initial). Le débit de fuite Q5 maximise le volume à mettre en place.

Pour des pluies de fréquence supérieure (5 ans à 20 ans), les débits seront régulés par l'intermédiaire d'une surverse en V. Cette surverse sera calée afin de déverser un débit Q 20ans projeté pour une hauteur maximale dans les ouvrages.

La répartition des volumes de rétention à mettre en place par sous bassins versant pour l'ensemble du Lotissement du Golf en fonction de Qf5 a été estimé au prorata des surfaces aménagées :

BV initial	Volume à stocker (m <sup>3</sup> )	BV Projet	Débit 20 ans			Bassin rétention sous BV
			Q initial	Q futur	Δ Q	Q sortie 20 ans initial
			m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>
3	777	A	0,107	0,111	0,005	26
		B	0,466	0,488	0,021	112
		C	0,190	0,198	0,009	45
		D	1,452	1,517	0,066	348
		E	0,837	0,875	0,038	200
		F	0,195	0,203	0,009	47
2	9	G	0,449	0,456	0,006	9

Tableau 9 - Volumes de rétention à mettre en place par sous bassin-versant (Source: Atelier LD)

Ce volume de rétention est réparti entre la temporisation à assurer à l'îlot, soit 91 parcelles x 2m<sup>3</sup> = 192 m<sup>3</sup>, un stockage sur espace paysager dans le talweg central, et au point bas au Nord et au Sud du site. Comme il existe plusieurs bassins versants et différents points de rejets, nous proposons de dissocier les volumes à temporiser en fonction de la localisation des espaces à aménager par bassins versants.

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

#### Dimensionnement d'un bassin de rétention par la Méthode des Pluies BV3

Pour une pluie de durée  $d$  et un débit de fuite  $Q_f$ , le volume maximum de stockage est :

$$V(d) = k_1 \cdot C \cdot A \cdot h(d) - k_2 \cdot Q_f \cdot d$$

avec

**A**, superficie du bassin versant

**C**, coeff de ruissellement du bassin versant

**h(d)**, hauteur précipitée d'une pluie de durée  $d$  (données Météo France)

$k_1, k_2$ , coeff d'homogénéisation des unités

On retient la durée qui maximise le volume à stocker.

Période de retour : **20 ans**

a = 60,00

b = 0,33

Qf = 1,95 m<sup>3</sup>/s

A = 11,63 ha

C = 0,77

durée d	cumul pluie h	V entrant	V sortant	V stocké
		Ve = 10.C.A.h*	Vs = 60.Qf.d	V = Ve-Vs
mn	mm	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1	4,6	416	117	299
2	7,4	662	234	428
3	9,7	869	351	518
4	11,7	1054	468	586
5	13,6	1224	585	639
10	21,7	1947	1170	777
20	34,5	3098	2340	758
30	45,3	4066	3510	556
40	54,9	4930	4680	250
50	63,7	5725	5850	0
60	72,0	6469	7020	0
80	87,3	7844	9360	0
100	101,4	9109	11700	0
150	133,0	11952	17550	0
200	161,3	14492	23400	0
300	211,7	19016	35100	0
400	256,7	23058	46800	0
500	298,0	26777	58500	0
600	336,8	30256	70200	0
700	373,4	33548	81900	0
800	408,4	36688	93600	0
900	441,9	39700	105300	0
1000	474,2	42604	117000	0
1500	622,2	55902	175500	0
2000	754,5	67786	234000	0
3000	990,0	88945	351000	0
3500	1097,7	98622	409500	0
3900	1180,3	106038	456300	0
4000	1200,5	107852	468000	0
4500	1299,0	116708	526500	0
4700	1337,4	120159	549900	0
5000	1394,1	125245	585000	0
10000	1848,4	166061	1170000	0

Le volume max. de stockage pour la période de retour données est

**777 m<sup>3</sup>**

**67 m<sup>3</sup>/ha**

**82 m<sup>3</sup>/ha imperméabilisé**

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

#### Dimensionnement d'un bassin de rétention par la Méthode des Pluies BV2

Pour une pluie de durée **d** et un débit de fuite **Qf**, le volume maximum de stockage est :

$$V(d) = k_1.C.A.h(d) - k_2.Qf.d$$

avec

**A**, superficie du bassin versant

**C**, coeff de ruissellement du bassin versant

**h(d)**, hauteur précipitée d'une pluie de durée **d** (données Météo France)

**k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub>**, coeff d'homogénéisation des unités

On retient la durée qui maximise le volume à stocker.

**Période de retour : 20 ans**

a = 60,00

b = 0,33

Qf = 0,56 m<sup>3</sup>/s

A = 1,24 ha

C = 0,75

durée d mn	cumul pluie h mm	V entrant Ve = 10.C.A.h* m <sup>3</sup>	V sortant Vs = 60.Qf.d m <sup>3</sup>	V stocké V = Ve-Vs m <sup>3</sup>
1	4,6	43	34	9
2	7,4	68	67	1
3	9,7	90	101	0
4	11,7	109	134	0
5	13,6	126	168	0
10	21,7	201	336	0
20	34,5	320	672	0
30	45,3	420	1008	0
40	54,9	509	1344	0
50	63,7	591	1680	0
60	72,0	668	2016	0
80	87,3	810	2688	0
100	101,4	940	3360	0
150	133,0	1234	5040	0
200	161,3	1496	6720	0
300	211,7	1963	10080	0
400	256,7	2381	13440	0
500	298,0	2764	16800	0
600	336,8	3124	20160	0
700	373,4	3463	23520	0
800	408,4	3788	26880	0
900	441,9	4099	30240	0
1000	474,2	4398	33600	0
1500	622,2	5771	50400	0
2000	754,5	6998	67200	0
3000	990,0	9183	100800	0
3500	1097,7	10182	117600	0
3900	1180,3	10947	131040	0
4000	1200,5	11135	134400	0
4500	1299,0	12049	151200	0
4700	1337,4	12405	157920	0
5000	1394,1	12930	168000	0
10000	1848,4	17144	336000	0

Le volume max. de stockage pour la période de retour données est

**9 m<sup>3</sup>**

**8 m<sup>3</sup>/ha**

**9 m<sup>3</sup>/ha imperméabilisé**

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

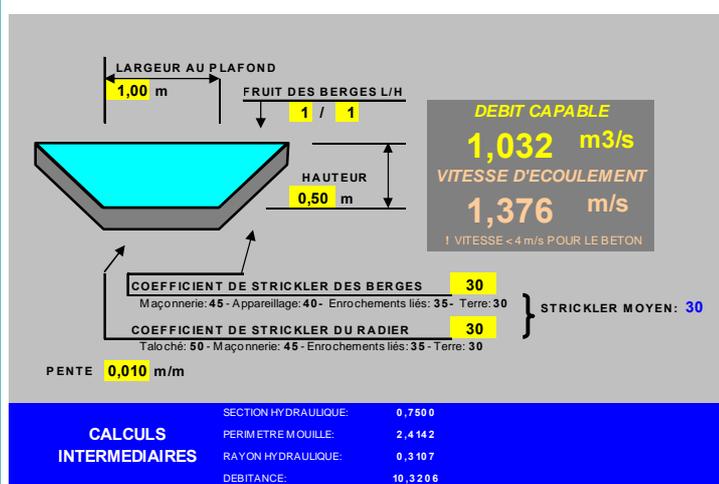
#### 3.1.3 Dimensionnement des noues

##### Caractéristiques

Les noues ont été dimensionnées avant tout d'un point de vue paysager mais aussi pour reprendre les eaux pluviales ruisselant sur la voirie, le débit de fuite des parcelles aménagées mais également leur surverse pour un débit de fréquence 20 ans. La capacité d'évacuation de ces ouvrages dimensionnée par la formule de Maning Strikler est indiquée ci-dessous.

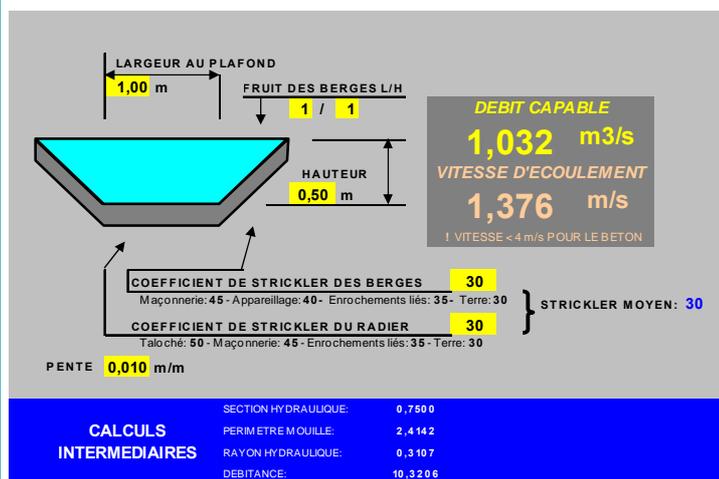
##### NOUE TYPE 1

Voie A– BV initial 4 (surface 3,49 ha) à 1% :



##### NOUE TYPE 2

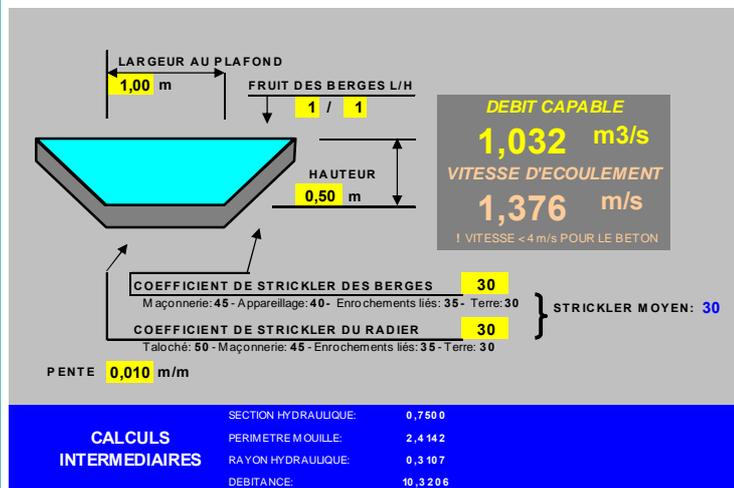
Voie A– BV initial 4 (surface 5,7 ha) à 1% :



3 Pièce 2 : Document d'incidences

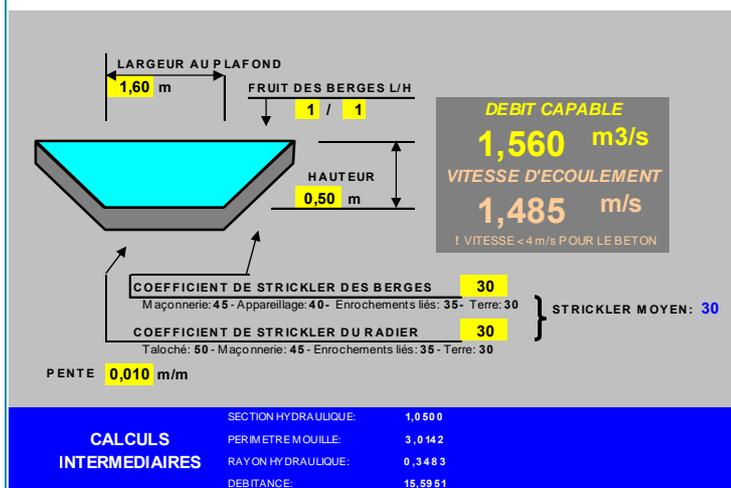
**NOUE TYPE 3**

Voie B.1 – Sous BV A – pente 10,8% à 1%:



**NOUE TYPE 4**

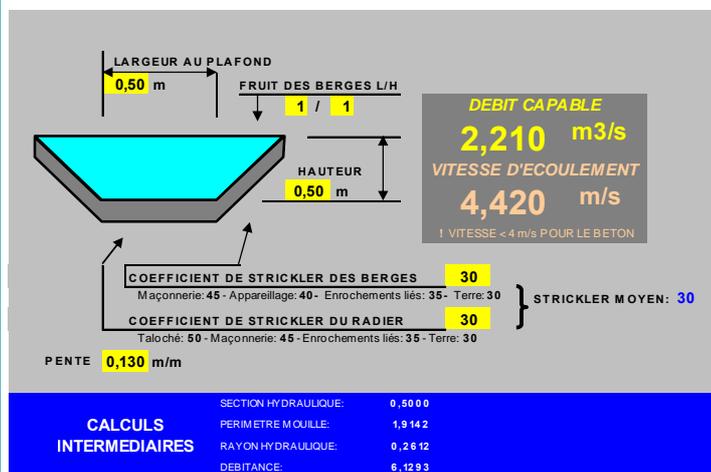
Voie D – Sous BV B – pente 15% à 1% :



3 Pièce 2 : Document d'incidences

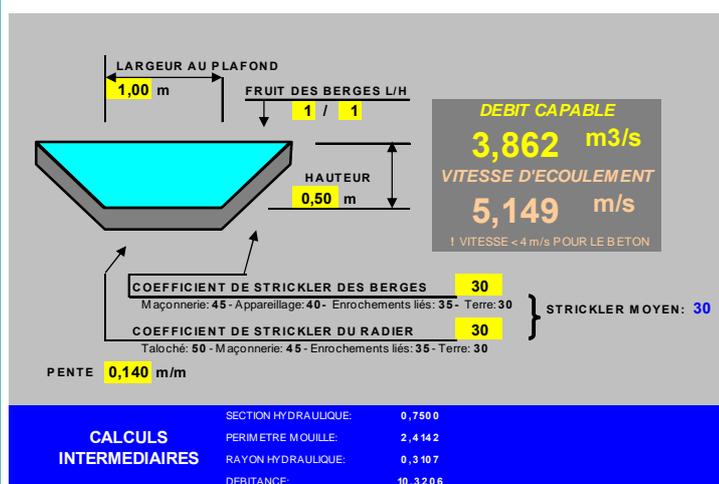
**NOUE TYPE 5**

Voie D – Sous BV D – pente 13%



**NOUE TYPE 6**

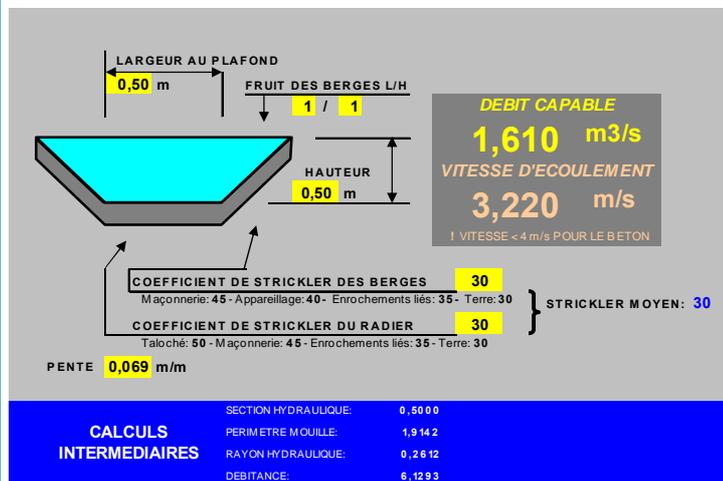
Voie E – Sous BV C – pente 14%



3 Pièce 2 : Document d'incidences

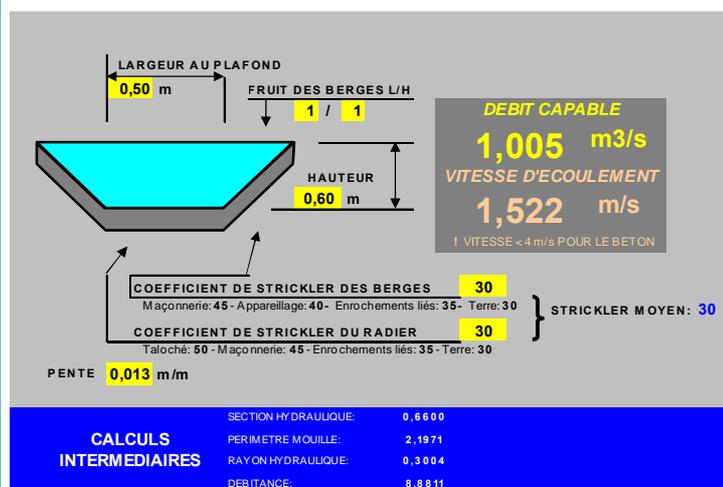
**NOUE TYPE 7**

Voie C – Sous BV D – pente 6,9%



**NOUE TYPE 7**

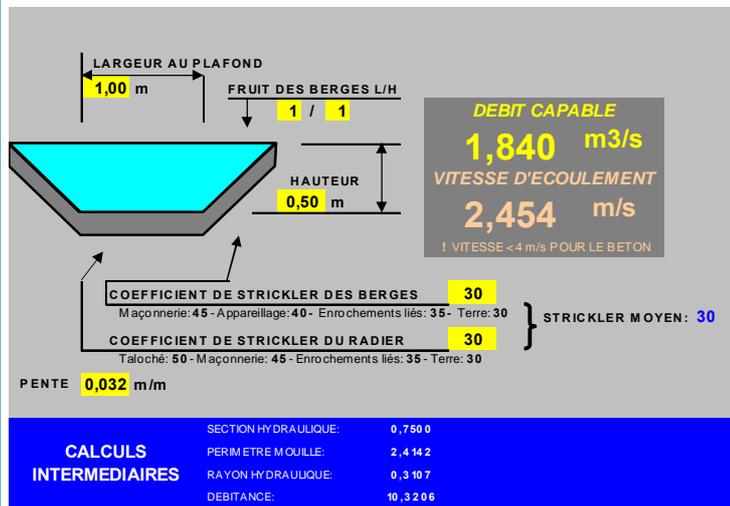
Voie C – Sous BV E – pente mini 1,28%



3 Pièce 2 : Document d'incidences

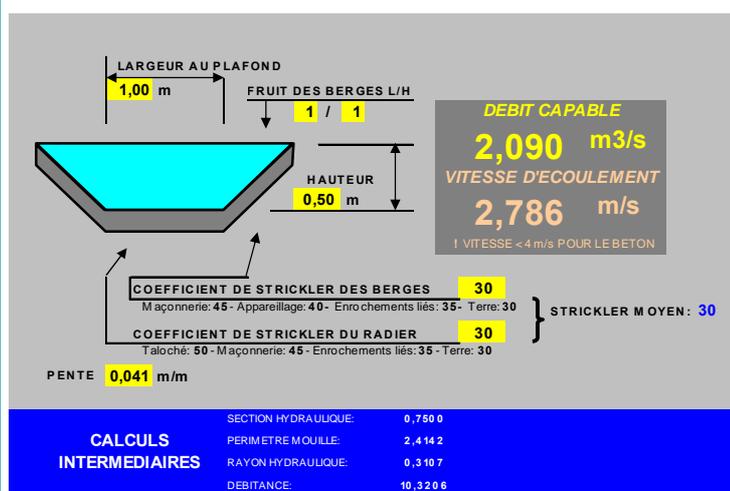
**NOUE TYPE 8**

Voie E – Sous BV F – pente mini 3,2%



**NOUE TYPE 9**

Voie E – Sous BV G – pente mini 4.41%



### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

#### Vérification du dimensionnement

Les débits transitant dans les noues sont :

- Les débits après régulation des eaux pluviales issues des parcelles,
- Les débits avant régulation des eaux pluviales de voiries et BV amonts interceptés,
- Les débits Q20 état aménagé pouvant provenir des surverses des parcelles.

Le gabarit des noues n'est pas modifié sur tout le linéaire de voirie. Les débits maximums récupérés au niveau de chaque noue sont :

Type de noue	Voie	Sous BV	Débits de pointe Q20 m <sup>3</sup> /s pouvant s'écouler sur la voirie	Débit d'évacuation minimum de la noue en m <sup>3</sup> /s	Pente en %
1	A	3,49 ha du BV initial n°4	0,63	1,03	1,00%
2		5,7 ha du BV initial n°4	1,03	1,03	1,00%
3	B	C	0,20	1,03	1,00%
4	D	B	1,52	1,56	1,00%
5	D	4920 m <sup>2</sup> du sous BV B	0,15	2,1	13,00%
		3120 m <sup>2</sup> du sous BV D	0,10		
6	E	C	0,20	3,86	14,00%
7	C	D	0,10	1,61	6,90%
		E	0,88	1,005	1,30%
8	E	F	0,20	1,84	3,20%
9	E	G	0,46	2,09	4,40%

Tableau 10 - Vérification du dimensionnement des noues (Source: Atelier LD)

On constate que le débit capable d'évacuation des eaux collectées par les noues est largement supérieur au débit y transitant pour une période de retour de 20 ans sur toutes les voiries.

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

#### Dimensionnement des ouvrages de transparence hydraulique OH4 et OH5

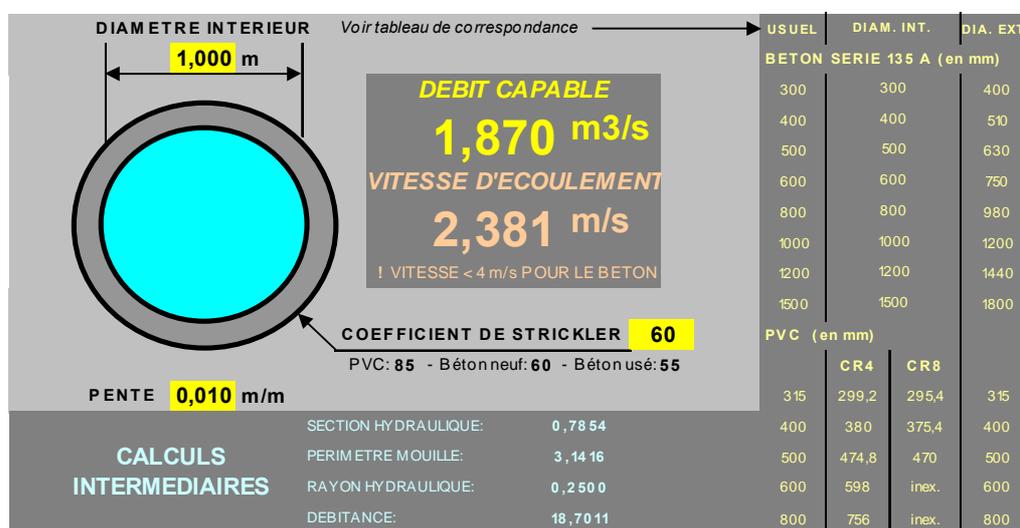
Bassin versant	OH	Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Pente (m/m)	Ouvrage	Débits capable (m <sup>3</sup> /s)	Longueur
BV D	OH4	2,12	0,01	2 Buses béton diamètre 1000 mm	2 x 1,87	7,5 m
BV E	OH2	1,06	0,01	Buse béton diamètre 1000 mm	1,87	7,5 m

Tableau 11 – Dimensionnement des OH (Source: Atelier LD)

Les débits centennaux ont été estimés au prorata des surfaces des BV D et E par rapport au BV 3.

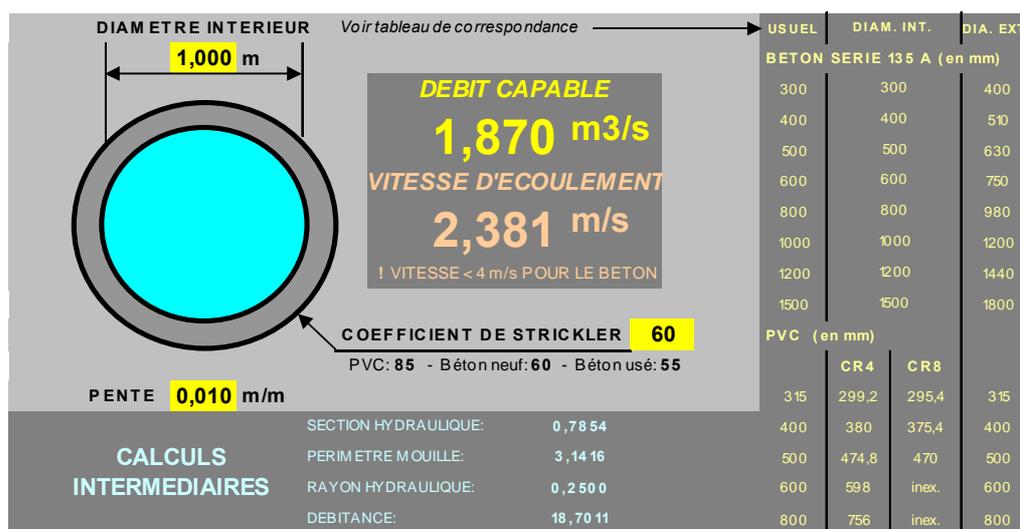
#### OH4 – Talweg– Débit caractéristique Q100 2,12 m<sup>3</sup>/s :

Il sera mis en place deux buses préfabriqués ayant les dimensions ci-dessus. Débit capable des deux buses = 2 x 1,87 = 3,74 m<sup>3</sup>/s > Q100 caractéristique.



#### OH5 – Talweg– Débit caractéristique Q100 1.06 m<sup>3</sup>/s :

Il sera mis en place une buse préfabriqués ayant les dimensions ci-dessus. Débit capable de la buse 1,87 m<sup>3</sup>/s > Q100 caractéristique.





## 3 Pièce 2 : Document d'incidences

### 3.2 Qualité de l'eau

#### 3.2.1 En phase chantier

La complexité du chantier (différents intervenants spécialisés par type d'installations, nombre d'équipes présentes simultanément sur le chantier, la proximité entre les hommes et les engins de chantier,...) peut générer des risques de pollution accidentelle pouvant résulter d'un mauvais entretien des véhicules ou matériel (fuites d'hydrocarbures, d'huiles,...), d'une mauvaise manœuvre (versement d'un engin) ou encore d'une mauvaise gestion des déchets générés par le chantier (eaux usées, laitance de béton,...). Dans la mesure où ces travaux sont effectués dans les règles de l'art, il n'est pas à craindre d'impact qualitatif sur les milieux superficiels et souterrains. De plus, la probabilité de survenue de ce risque est faible puisqu'il relève principalement d'un événement accidentel, de plus la nature du sous-sol (basalte) rend la masse d'eau vulnérable aux potentielles pollutions de surface. En raison de la faible perméabilité du sol impliquant une vitesse de diffusion dans le sol faible, celui-ci ne serait pas associé à un impact fort, selon la quantité déversée.

Bien qu'aucun périmètre de protection de captage d'eau potable n'intercepte la zone de projet, celle-ci s'inscrit dans le bassin d'alimentation du captage « Ravine Saint-Gilles / Ermitage » identifié comme sensible dans le SAGE (phytosanitaire). Dans ce contexte particulier, une attention spécifique devra guider le bon fonctionnement du chantier.

Quelques recommandations concernant la phase chantier s'avèrent nécessaires :

- une intervention hors période pluvieuse qui permettra :
  - d'éviter tout transport de pollution (mécanique ou chimique) dans les fossés ou les réseaux pluviaux,
  - de traiter rapidement une éventuelle pollution accidentelle (déversement d'hydrocarbures, de béton...) par pompage ou écopage ;
- un contrôle régulier de l'état des engins (réparation des éventuelles fuites...);
- l'implantation de la zone chantier (aire de stockage des engins et matériaux) se fera de préférence loin des exutoires identifiés ;
- l'imperméabilisation de l'aire de stockage des engins et des matériaux afin d'éviter toute infiltration de polluants dans le sol.

#### 3.2.2 En phase exploitation

##### ***Pollution ponctuelle accidentelle***

En cas d'*accident sur la chaussée* (renversement de véhicule, ...), un déversement d'hydrocarbures ou des produits transportés pourrait avoir lieu avec infiltration dans les nappes d'eau souterraine et l'exutoire naturel que constitue le lagon en aval. Eu égard au trafic limité prévu sur la voirie, à la vitesse limitée à 50 km/h qui y sera imposée et aux dimensions de la voirie garantissant le croisement de deux véhicules, la probabilité de survenue d'un tel accident apparaît comme négligeable. La probabilité de survenue de ce risque est faible puisqu'il relève principalement d'un événement accidentel.

##### ***Pollution chronique***

Les atteintes chroniques résultent du lessivage de produits accumulés sur les voiries :

- Les hydrocarbures, huiles, caoutchouc, phénols, benzopyrènes, ... ;
- Les métaux lourds, surtout le plomb utilisé comme antidétonant dans les carburants et dont la concentration a beaucoup baissé (0,4 g/l avant 1989 et 0,15 g/l après), mais aussi le cadmium provenant des impuretés contenues dans les additifs à base de zinc ou entrant

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

dans la composition des huiles et des pneus, et le zinc issu de l'érosion des glissières de sécurité.

Le Service Technique des Routes et Autoroutes (SETRA) a édité en juillet 2006 une note d'information intitulée « Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières ».

Cette note vise à établir un nouveau référentiel commun pour les calculs de charges polluantes, prenant en compte la réduction significative de pollutions émises par les véhicules du fait des progrès technologiques et de l'augmentation des contraintes réglementaires.

Nous utiliserons les valeurs proposées par le SETRA en ce qui concerne les surfaces imperméables ouvertes à la circulation.

Une estimation des charges polluantes annuelles est proposée, directement liée au trafic moyen journalier annuel estimé dans le cadre de l'étude de mobilité sur le site. Les valeurs citées sont rassemblées dans le tableau ci-dessous.

	MES (kg)	DCO (kg)	Zn (kg)	Cu (kg)	Cd (kg)	Hc totaux (g)
Charges unitaires annuelles cu à l'ha imperméabilisé pour 1000v/j	40	40	0,4	0,02	2	600

Tableau 12 - Charges unitaires annuelles Cu par Ha imperméabilisé pour 1000 véhicules/jours (Source: Atelier LD)

Notes :

- la DBO5 n'est pas prise en compte car elle n'est pas caractéristique de ce type de pollution très peu biodégradable (à titre indicatif le rapport DCO/DBO est de l'ordre de 6 dans les eaux pluviales routières
- le plomb n'est pas non plus pris en compte car il a presque totalement disparu des rejets : les valeurs mesurées sont dans la plupart des cas inférieures aux concentrations du décret eau potable
- MES : matières en suspension
- DCO : demande chimique en oxygène
- Zn : zinc
- Cu : cuivre
- Cd : cadmium
- Hc : hydrocarbures totaux

Pour des trafics globaux inférieurs à 10 000 véhicules jours la charge polluante annuelle se calcule proportionnellement au trafic global et à la surface imperméabilisée, soit :

$$Ca = Cu \times (T/1000) \times S$$

Avec :

- Ca = charge annuelle en kg (ou en g pour Hc totaux et Hap) ;
- T = trafic global en v/j, quel que soit le pourcentage de poids lourds ;
- S = surface imperméabilisée en ha ;

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

- Cu = charge unitaire annuelle pour 1000 v/j, en kg/ha (ou en g/ha pour Hc totaux et Hap).

Pour ce projet, nous nous intéresserons aux 3 voiries principales de transit entre le quartier de Villèle et la RD100, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Voie A, avec une surface routière imperméabilisée de 0,28 ha et un trafic journalier évalué à 1564 véhicules,
- Voie B, avec une surface routière imperméabilisée de 0,178ha et un trafic journalier évalué à 1564 véhicules,
- Voie C, avec une surface routière imperméabilisée de 0.58 ha et un trafic journalier évalué à 1564 véhicules,

Les trafics journaliers ont été évalués à partir de l'étude de circulation pour l'aménagement du « Lotissement du Golf » réalisé par ARTELIA en Avril 2017. Nous considérons pour les calculs que tous les véhicules empruntant la voie A transiteront également par les voie B et C qui en sont le prolongement. Cela nous donnera une marge de sécurité.

Les résultats de ces calculs sont rassemblés ci-dessous :

	MES (kg)	DCO (kg)	Zn (kg)	Cu (kg)	Cd (kg)	Hc totaux (g)
Voie A	17,52	17,52	0,18	0,01	0,88	262,75
Voie B	11,14	11,14	0,11	0,01	0,56	167,04
Voie C	9,70	9,70	0,10	0,00	0,48	145,45

Tableau 13 - Charges polluantes annuelles pour les zones d'évolution des véhicules (Source: Atelier LD)

Avant rejet, les eaux transitent dans des noues paysagères. La noue joue le rôle d'une unité de traitement des eaux pluviales avant rejet.

La littérature (Sources : *Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières – SETRA – Juillet 2006* et *L'eau et la route – SETRA – 1997*) indique les rendements suivants pour ce type d'ouvrage :

Type d'ouvrage	MES (kg)	DCO (kg)	Zn (kg)	Cu (kg)	Cd (kg)	Hc totaux (g)
Fossé enherbé	65%	50%	65%	65%	65%	50%

Tableau 14 - Rendement d'un ouvrage de traitement de type fossé enherbé (Source: Atelier LD)

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

Les tableaux ci-dessous synthétisent les taux de rejet calculés après traitement des eaux pluviales et plus particulièrement les concentrations moyennes annuelles et concentrations maximales pour un événement de pointe.

Concentrations moyennes annuelles Cm						
Bassin versant	MES	DCO	Zn	Cu	Cd	Hc totaux
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Voie A, B et C	4,34	6,21	0,04	0,0022	0,22	93,10

Tableau 15 - Concentrations moyennes annuelles en polluants estimées dans les Eaux Pluviales après traitement (fossé enherbé) (Source: Atelier LD)

Concentrations maximales annuelles Ce						
Bassin versant	MES	DCO	Zn	Cu	Cd	Hc totaux
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Voie A, B et C	5,04	7,19	0,05	0,0025	0,25	107,92

Tableau 16 - Concentrations maximales estimées des rejets pour un événement de pointe dans les eaux pluviales après traitement (fossé enherbé) (Source: Atelier LD)

**Ces taux, avant dilution dans le milieu récepteur, correspondent à des objectifs de « bonne qualité ».**

## 3.3 Fonctionnement de l'aquifère

### 3.3.1 En phase chantier

Suivant ce forage, la nappe de base se situait au droit de l'ouvrage à +0,98m NGR en Décembre 1987. En prenant en compte le gradient hydraulique moyen de 1‰, la nappe devrait donc se situer vers la côte +3m NGR au droit du projet, soit à une profondeur de plus de 200 mètres sous les fondations. La nappe de base n'aura donc aucune incidence sur le projet, et inversement. (Source : Étude géotechnique)

En conséquence en phase chantier, dans la mesure où aucun forage n'est prévu et du fait de la profondeur de la nappe, aucun prélèvement ni rejet dans l'aquifère ne sont attendus.

### 3.3.2 En phase d'utilisation

Se sont ainsi environ 330 nouveaux habitants résidents à l'année que l'opération permettra d'installer sur la commune de Saint-Paul. L'arrivée de ces nouveaux habitants sera génératrice de consommations de la ressource en eau supplémentaires. Le lotissement sera alimenté par le réseau d'eau potable desservant d'ores et déjà le quartier de Villèle. L'aménagement de logements au droit du projet a été intégré au PLU de Saint-Paul dans la projection de population nouvelle à accueillir sur la commune. Les réseaux d'alimentation en eau potable sur le territoire sont donc dimensionnés pour les alimenter.

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

Le règlement de lotissement (et le cahier des prescriptions architecturales, urbaines, paysagères et environnementales associé) fixe des exigences en termes d'économie de la consommation d'eau et tend donc limiter l'impact du projet sur la ressource souterraine, à savoir :

- Mettre en place des appareillages économes (sanitaires à débits différenciés, ...).
- Mettre en œuvre des installations sanitaires et de comptage individuel de l'eau pour inciter à limiter les consommations d'eau potable.
- Étudier la faisabilité de couvrir par de l'eau pluviale récupérée une partie des besoins ne nécessitant pas d'eau potable (arrosage, entretien, ...).

Il est également demandé de privilégier les espèces végétales endémiques et indigènes, peu consommatrices d'eau, au sein des espaces publics comme privées.

#### 3.4 Milieux aquatiques – Zones humides

Les expertises écologiques ont confirmé l'absence de milieux aquatiques ou de zones humides au droit des emprises du projet. De fait, il apparaît que :

- aucune zone humide ne sera détruite via la mise en œuvre de l'opération,
- aucune espèce protégée associée aux milieux aquatiques ou humides ne sera impactée.

Aucune mesure particulière n'a donc à être déclinée à ce sujet.

#### 3.5 Hydrologie - Écoulements naturels

##### *En phase chantier*

Au cours de la phase chantier, les opérations de suppression de la végétation et de terrassement au droit de la route comme du lotissement entraîneront une mise à nu inévitable des terrains. Les surfaces concernées seront de fait naturellement plus sensibles au phénomène d'érosion.

Les infrastructures routières peuvent constituer un obstacle aux écoulements naturels des eaux, et modifier ainsi les modalités de ruissellement à l'échelle du bassin-versant concerné.

Dès sa mise en place, un fossé dédié à la récupération des eaux qui ruisselleront sur la route sera créé en bordure de celle-ci. Il sera relié au système de gestion des eaux de pluies, dimensionné en conséquence, tel que défini dans l'avant-projet et la notice hydraulique.

Afin de réguler les débits, des dispositifs de régulations seront mis en place :

- En partie publique, dans le talweg central et au niveau des points de rejet au point bas de l'opération avant les milieux naturels.
- En partie privée, à la parcelle par un dispositif de temporisation/infiltration d'un volume de 2 m<sup>3</sup>.

Un dimensionnement particulier des ouvrages de franchissement des ravines a pour cela été réalisé. La méthodologie adoptée pour l'analyse hydrologique est basée sur l'application des formules présentées dans le Guide d'Estimation des Débits de Crue à la Réunion (GEDC). Au total cinq ouvrages hydrauliques sont à créer, car les voiries du projet franchissent des ravines et talwegs existants. Ces ouvrages sont donc là pour conserver les continuités hydrauliques des ravines ou talwegs existants.

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

#### ***En phase d'utilisation***

Le projet, du fait de l'imperméabilisation de surfaces actuellement non revêtues, va générer une augmentation des débits de ruissellement en aval des parcelles au niveau des exutoires.

Au travers du maintien de la couverture végétale des parcelles environnantes, de la préservation d'espaces verts au sein de l'opération, à la parcelle comme dans les espaces communs, le phénomène d'érosion des sols sera limité.

Le fossé mis en place dès la phase travaux le long de la route permettra la gestion des eaux ruisselant sur celle-ci tout au long de son exploitation. Aucun impact particulier n'est donc à attendre sur le ruissellement des eaux.

Concernant l'hydrogéologie, les dispositifs de gestion des eaux pluviales permettent l'infiltration mais ne la favorisent pas. En effet, l'étude géotechnique a permis de déterminer que les sols étaient peu favorables à l'infiltration des eaux car composé d'altérites sensibles à l'eau, et qui rendent donc le sol rapidement imperméable. De plus, la nappe se situe à une profondeur d'environ 200 m, ce qui limite donc les possibilités d'interférences.

D'autre part, le projet respecte les bassins versants d'origine et les écoulements naturels ont été conservés libres de tout aménagement. Par conséquent, l'incidence sur l'hydrogéologie et l'hydrologie apparaît négligeable.

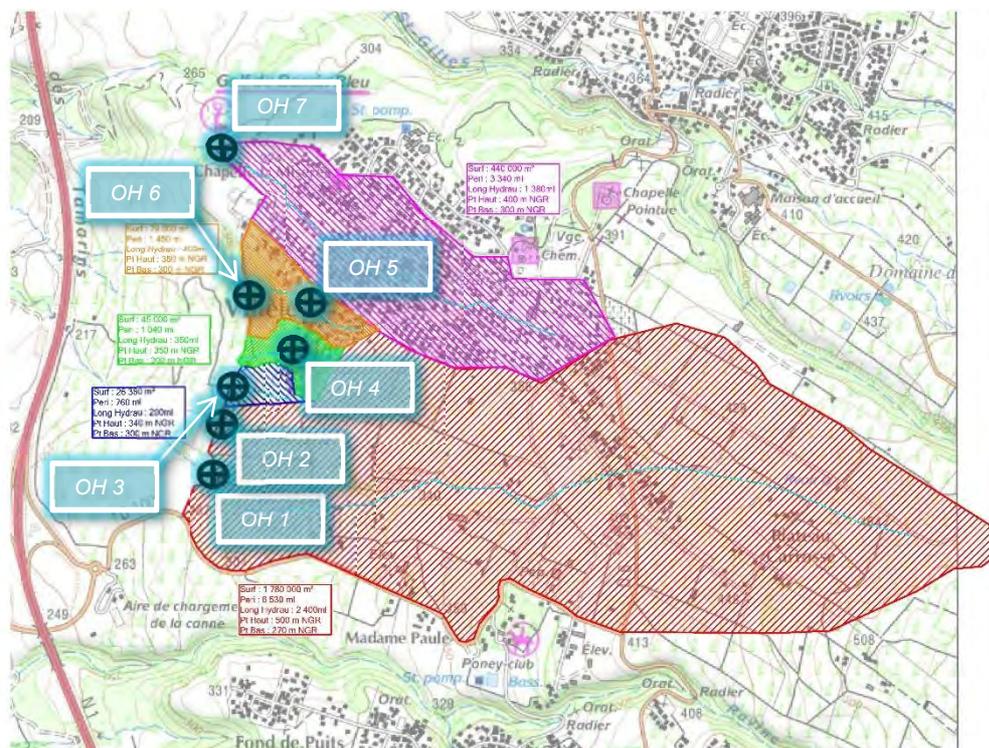
La nouvelle voirie, formant une barrière dans la topographie naturelle, est susceptible de modifier voire de bloquer les écoulements dans les cours d'eau permanents ainsi que dans les ravines, les thalwegs et les fossés véhiculant des écoulements temporaires d'eaux pluviales.

Au travers des réflexions spécifiques menées par Atelier LD, dans le cas du fonctionnement « normal » des différents constituants de l'opération, **le phénomène d'inondation** et donc la protection des populations en aval, restera similaire à celle qui est effective aujourd'hui.

### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

Pour cela, 7 ouvrages hydrauliques seront mis en place. Ils ont vocation à conserver les continuités et transparences hydrauliques des ravines ou thalwegs existants. **Leur dimensionnement est basé sur le débit retenu est Q100.**

Figure 45 - Localisation des ouvrages hydrauliques projetés et bassins-versants associés (Source : Atelier LD)



### 3 Pièce 2 : Document d'incidences

Id	Nom	Superficie	longueur	périmètre	H max	H min	Pente	Hmoy	PLPH
		km <sup>2</sup>	km	km	m NGR	m NGR	m/m	m NGR	m
1	Villèle Ravine OH1	1,78	2,4	6,54	500	283	0,09	390	2400
2	Villèle Talweg OH2	0,026	0,2	0,76	340	300	0,20	320	200
3	Villèle Talweg OH3	0,045	0,35	1,04	350	300	0,14	330	350
4	Villèle Talweg OH6	0,079	0,4	1,45	360	300	0,15	330	400
5	Villèle Ravine OH7	0,440	1,38	3,34	400	300	0,07	350	1380

Tableau 17 - Caractérisation des bassins-versants associés aux ouvrages hydrauliques (Source: Atelier LD)

Les débits caractéristiques des bassins versants ont été calculés par application de la méthode du GEDC.

Point de calcul (m <sup>3</sup> /s)	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q100
Villèle Ravine OH1	0,9	8,3	13,1	17,6	20,2	<b>27,8</b>
Villèle Talweg OH2	0,0	0,4	0,7	0,9	1,1	<b>1,5</b>
Villèle Talweg OH3	0,1	0,7	1,2	1,6	1,8	<b>2,5</b>
Villèle Talweg OH6	0,1	1,3	2,0	2,7	3,1	<b>4,3</b>
Villèle Ravine OH7	0,8	6,9	10,8	14,6	16,7	<b>23,1</b>

Tableau 18 - Estimation des débits des bassins-versants des différents ouvrages hydrauliques (Source: Atelier LD)

Les dimensions des ouvrages de franchissement à retenir pour évacuer les débits centennaux sont données dans le tableau suivant.

Au total cinq ouvrages hydrauliques sont à créer, car les voiries du projet franchissent des ravines et talwegs existants. Ces ouvrages sont donc là pour conserver les continuités

Bassin versant	OH	Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Pente (m/m)	Ouvrage	Débits capable (m <sup>3</sup> /s)	Longueur
Ravine Moulin Kader	OH1	27,8	0,1	2 Dalots préfabriqués 1,85 x 1,80 m	2 x 14,39	7,5 m
Talweg	OH2	1,5	0,1	2 Buses béton diamètre 800 mm	2 x 1,03	7,5 m
Talweg	OH3	2,5	0,1	2 Buses béton diamètre 1000 mm	2 x 1,87	7,5 m
Talweg	OH6	4,3	0,1	Dalot préfabriqué 1,20 x 1,20 m	4,69	7,50 m
Ravine Villèle	OH7	23,1	0,1	2 Dalots préfabriqués 1,70 x 1,70 m	2 x 11,87	7,5 m

hydrauliques des ravines ou talwegs existants.

Tableau 19 - Dimensionnement des ouvrages de franchissement (Source: Atelier LD)



4

## Pièce 3 : Moyens de surveillance et d'intervention

## 4 Pièce 3 : Moyens de surveillance et d'intervention

Cette section présente les moyens de suivi et de vérification des mesures décrites précédemment. Leur application permettra de maintenir la pérennité des installations et d'assurer le suivi et la traçabilité des procédures associées.

### 1 Les moyens de surveillance

#### 1.1 En phase de travaux

##### 1.1.1 Management environnemental de chantier

Durant les travaux, les moyens que le maître d'ouvrage mettra en œuvre sont principalement des actions autour du management environnemental de chantier.

##### ***Démarche d'implication des entreprises amenées à intervenir***

L'approche consiste, d'une part, à limiter les nuisances et les incidences prévisibles sur l'environnement (tels que les émissions sonores du matériel utilisé, le respect des emprises de travaux, la mise en place d'un dispositif d'assainissement,...) et, d'autre part, à obliger les entreprises à prendre le maximum de précautions.

Toutes les prescriptions relatives à la protection de l'environnement en phase chantier devront être détaillées par les entreprises dans un Plan d'Assurance Environnement (PAE).

Afin de s'assurer de la prise en compte de l'environnement, le plus en amont possible dans les procédures de consultation des entreprises, les marchés de travaux intégreront des clauses destinées à prendre en compte les enjeux d'environnement et le cadre de vie pendant le chantier.

Chaque entreprise consultée justifiera en particulier de ses méthodes de travail, intégrant l'acheminement des matériaux, au regard de la réduction des nuisances (pollution du milieu aquatique, bruit, trafic routier, sécurité,...).

Le dossier de consultation des entreprises comportera, dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières, des clauses relatives à la limitation des effets sur l'environnement et la prévention des nuisances pendant la période de chantier. En cas de non-respect de ces clauses, le cahier des charges mentionnera des pénalités.

##### ***Démarche de suivi environnemental du chantier***

Le projet fera l'objet d'une démarche de suivi environnemental durant les travaux, amorcée dès la phase d'étude. Le suivi environnemental du chantier constitue un outil efficace de gestion pour :

- Insister sur les aspects particulièrement sensibles dont les entrepreneurs devront tenir compte dans la conduite de chantier (mesures organisationnelles...);
- Contrôler et mettre en œuvre les mesures de protection de l'environnement intégrées au projet;
- Faire respecter la réglementation (arrêtés préfectoraux,...), mettre en œuvre des mesures supplémentaires en réponse aux aléas techniques de chantier et à l'accompagnement des travaux (emprise localement plus étendue, ajustement technique,...).

##### 1.1.2 Sensibilisation des riverains

En parallèle, les riverains seront informés en continu des évolutions du chantier et des différentes phases menant à la réalisation du lotissement ainsi que des nouvelles voiries,

## 4 Pièce 3 : Moyens de surveillance et d'intervention

notamment lorsqu'elles sont potentiellement génératrices de nuisances sur l'environnement immédiat.

L'information des tiers est un enjeu fondamental pour une meilleure acceptation des nuisances engendrées par un chantier, quel qu'il soit, afin que les désagréments liés aux travaux soient anticipés et, par la même, mieux tolérés.

Le dispositif d'information sera opérationnel préalablement au démarrage du chantier et durant le déroulement du chantier. Cette mesure d'accompagnement du chantier assurera une communication transparente sous une forme adaptée.

Il pourra prendre la forme d'une campagne d'information faisant l'objet de réunions, de publipostages, d'un dossier bruit de chantier en mairie, ... Il pourra également être envisagée la mise à disposition d'une boîte aux lettres, à proximité des installations de chantier, permettant de recueillir le ressenti et les remarques des riverains sur le déroulement des travaux.

### 1.2 En phase d'utilisation : Surveillance des ouvrages de gestion des eaux pluviales

Les ouvrages de gestion des eaux pluviales prévus pour le projet sont principalement à l'air libre.

Seuls les réseaux permettant d'acheminer les eaux pluviales vers les noues ne permettent pas de vérification visuelle du bon écoulement des eaux pluviales.

En règle générale, la surveillance des ouvrages de gestion des eaux pluviales se fera visuellement et de manière quotidienne par l'ensemble des personnes fréquentant le site. C'est d'ailleurs un des avantages des principes de gestion douce des eaux pluviales, que de pouvoir se rendre compte quotidiennement du bon fonctionnement des systèmes d'assainissement.

Après chaque événement pluviométrique d'importance, le maître d'ouvrage fera vérifier la tenue des ouvrages et entreprendra si nécessaire l'entretien des buses et canalisations, notamment en procédant à l'enlèvement des apports solides.

### 1.3 En phase utilisation : Entretien et maintenance des ouvrages de gestion des eaux pluviales

*Source : Guide technique de gestion des eaux pluviales à La Réunion. DEAL 974, 2012*

#### 1.3.1 Pour un bon fonctionnement

La conception du projet, et des noues en particulier, a été réalisée de manière à ce que les conditions d'auto-curage soient réunies sur l'ensemble du linéaire. Cependant, les noues demandent un entretien régulier, afin de permettre leur bon fonctionnement.

Dans la conception, les contraintes d'entretien sont prises en compte et des mesures prises pour faciliter l'accès et l'entretien des ouvrages, par du personnel qualifié :

- des accès permettant aisément l'entretien et le curage des équipements, le ramassage des dépôts échoués sur les rives au vent, le débroussaillage des végétaux, etc...
- des équipements de constitution simple et robuste ;
- des protections contre le vandalisme sur les organes sensibles ;

## 4 Pièce 3 : Moyens de surveillance et d'intervention

- un ombrage conséquent destiné à ralentir le développement des végétaux et l'échauffement ;
- le colmatage systématique des flaques et autres petites cuvettes périphériques. Elles sont un lieu de concentration d'insectes ;
- un mobilier urbain adéquat (poubelle) ;
- des obstacles empêchant les débris d'atteindre l'ouvrage (grillages, haies arbustives) ;
- des mesures de communication visant à la sensibilisation de la population.

L'entretien courant de l'ouvrage comprend :

- l'enlèvement des flottants (bouteilles, papiers, etc.) ;
- le nettoyage des berges ;
- la vérification de la stabilité des berges ou de leur étanchéité ;
- éventuellement une lutte contre les rongeurs ;

### 1.3.2 Pour la lutte anti-vectorielle

Concernant le développement potentiel des gîtes larvaires de moustiques : l'entretien et le suivi des bassins de retenue des eaux pluviales doivent reposer sur une approche très pragmatique, susceptible d'évoluer, basée sur des observations fréquentes de leur état et de leur fonctionnement. En effet, certaines conditions de fonctionnement peuvent varier dans de fortes proportions et il n'est pas toujours possible d'indiquer des règles générales précises quant à la périodicité des interventions, ou aux quantités de résidus à éliminer par exemple.

A la Réunion, le développement des gîtes larvaires de moustiques est favorisé par les conditions climatiques tropicales. L'ARS indique que le cycle de développement larvaire, entre la ponte et l'éclosion, dure entre 8 à 10 jours.

Par conséquent, l'entretien des ouvrages de stockage et de traitement à la Réunion devra être réalisé, à minima, tous les 10 jours, si ces ouvrages sont à une distance inférieure à 100 m d'habitations (distance parcourue pendant la vie d'un moustique *Aedes albopictus*, le vecteur du chikungunya à La Réunion).

## 4 Pièce 3 : Moyens de surveillance et d'intervention

### 2 Les moyens d'intervention en cas d'accident

Tous les moyens classiques d'intervention (pompiers, notamment) seront mis en œuvre en cas d'incident ou d'accident.

#### 2.1 En phase travaux : Plan d'intervention en cas de pollution accidentelle

Le maître d'ouvrage élaborera également, préalablement au démarrage des travaux, un plan d'intervention en cas de pollution accidentelle, avec les services départementaux compétents.

Celui-ci définira :

- les modalités de récupération et d'évacuation des substances polluantes, ainsi que le matériel nécessaire au bon déroulement de l'intervention (sacs de sable, pompe, bac de stockage...),
- un plan d'accès au site, permettant d'intervenir rapidement,
- la liste des personnes et organismes à prévenir en priorité (service de la Police des eaux, Protection civile, ARS, maître d'ouvrage...),
- les modalités d'identification de l'incident (nature, volume des matières concernées).

##### **Modalités d'intervention**

Dans l'hypothèse d'un déversement accidentel de matières polluantes, celles-ci pourront être aspirées par les regards. Certaines opérations devront pouvoir être déclenchées dans l'urgence et selon l'enchaînement suivant :

- fermeture des dispositifs d'obturation,
- récupération des quantités non encore déversées,
- alerte des services techniques de la commune, compétents en matière d'entretien du réseau pluvial.

La récupération des polluants contenus dans les ouvrages de traitement s'effectuera avant rejet dans le milieu naturel. Elle doit être entreprise par écopage ou pompage, avant d'éliminer les polluants dans les conditions conformes aux réglementations en vigueur.

Tous les matériaux contaminés sur le dispositif de collecte, de transport et les dispositifs de prévention de la pollution accidentelle seront soigneusement évacués.

Les ouvrages en béton seront nettoyés et inspectés, afin de vérifier qu'ils n'ont pas été altérés par la pollution.

La remise en service du dispositif ne pourra se faire qu'après contrôle rigoureux de tous les ouvrages contaminés.

##### **Délai**

- en cas de déversement accidentel du polluant sur la chaussée, l'intervenant disposera d'un délai de l'ordre d'une demi-heure pour actionner les systèmes ;
- les substances polluantes seront évacuées le plus vite possible, au plus tard dans la journée.

#### 4 Pièce 3 : Moyens de surveillance et d'intervention

### 3 Éléments graphiques nécessaires à la compréhension des pièces du dossier

Les éléments graphiques ont été intégrés dans le dossier, pour une meilleure compréhension.

# Annexes

## Annexe 1, Notice hydraulique du site

# Annexe 1, Notice hydraulique du site

Aménagement du « Lotissement du Golf »

Parcelles n°102, 256 et 698

Atelier LD, Avril 2017



# VILLELE



## NOTICE HYDRAULIQUE DU SITE

### AMENAGEMENT DU « LOTISSEMENT DU GOLF »

PARCELLES n°102, 256 et 698

## TABLE DES MATIÈRES

<b>CHAPITRE I : CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE</b>	<b>3</b>
<b>CHAPITRE II : DONNEES DISPONIBLES</b>	<b>4</b>
1) Etudes	4
2) Visite de terrain	4
<b>CHAPITRE III : CONTEXTE HYDROLOGIQUE</b>	<b>5</b>
1) Bassins versants intéressant la zone de projet	5
2) Détermination des débits caractéristiques	7
a. Mesures préconisées au SDEP	7
b. Hypothèses retenues	7
c. Valeurs de débits retenues	8
<b>CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE</b>	<b>10</b>
1) Fonctionnement hydraulique sur le secteur d'étude	10
a. Eaux internes	10
b. Eaux externes	10
<b>CHAPITRE V : DESCRIPTION DU PROJET ET IMPACTS HYDRAULIQUES</b>	<b>11</b>
1) Description du projet	11
2) Analyse de l'impact du projet sur les débits de ruissellement et les risques en aval	16
<b>CHAPITRE VI : DISPOSITIFS DE REGULATION</b>	<b>22</b>
1) Surfaces état futur	22
2) Dimensionnement	22
<b>CHAPITRE VII : DISPOSITIFS DE COLLECTE</b>	<b>25</b>
1) Plan de repérage des noues	25
2) Caractéristiques des noues	26
3) Vérification du dimensionnement	30
4) Dimensionnement des ouvrages de transparence hydraulique OH 4 et OH 5	30

5) Schéma des écoulements hydraulique en cas de précipitation exceptionnelle	32
1) Pollution chronique	33
2) Méthodes de calcul des taux de rejet	35
3) Synthèse des taux de rejet calculés	36
<b>CHAPITRE IX : Entretien des Ouvrages Hydrauliques</b>	<b>37</b>
<b>CHAPITRE X : DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT DES RAVINES – hors lotissement -</b>	<b>38</b>
1) Dimensionnement	39
2) Caractéristiques des Ouvrages Hydraulique	40

---

### TABLE DES FIGURES

---

Figure 1 - Localisation de la zone d'étude.....	4
Figure 2 - Bassins Versants initiaux de la zone du projet.....	6
Figure 3 - Plan de Prévention des Risques lié aux Inondations .....	10
Figure 4 - Bassins versants projetés .....	19
Figure 5 - Bassins Versants Ouvrages Hydrauliques .....	38

---

### TABLE DES TABLEAUX

---

Tableau 1 - Caractéristiques des Bassins versants intéressant la zone du projet .....	5
Tableau 2 – Caractéristiques des bassins versant à l'état initial.....	8
Tableau 3 - Débits caractéristiques sur la zone du projet.....	8
Tableau 4 - Caractéristiques des bassins versants.....	20
Tableau 5 - Débits de pointe des bassins versants .....	21
Tableau 6 - Vérification du dimensionnement des noues .....	30
Tableau 7 - Dimensionnement des OH .....	30
Tableau 8 - Charges unitaires annuelles Cu par Ha imperméabilisé pour 1000 véhicules/jours .....	33
Tableau 9 - Charges polluantes annuelles pour les zones d'évolution des véhicules .....	34
Tableau 10 - Rendement d'un ouvrage de traitement de type fossé enherbé .....	34
Tableau 11 - Concentrations moyennes annuelles en polluants estimées dans les Eaux Pluviales après traitement (fossé enherbé).....	36
Tableau 12 - Concentrations maximales estimées des rejets pour un évènement de pointe dans les eaux pluviales après traitement (fossé enherbé) .....	36
Tableau 13- Caractéristiques des Bassins Versants .....	39
Tableau 14 - Estimation des débits .....	39
Tableau 15 - Dimensions des ouvrages de franchissement.....	39

---

## CHAPITRE I : CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

---

Le secteur opérationnel de la zone d'aménagement s'étend sur 49 450 m<sup>2</sup> pour une surface totale de 71 630 m<sup>2</sup> et se situe dans le secteur de Villèle sur le territoire communal de Saint-Paul. Il s'installe sur un terrain ouvert sur l'Océan. Son périmètre se trouve délimité par :

- Une zone urbanisée en partie haute du site (limite Ouest du Quartier de Villèle)
- Des terrains en friches et exploités en canne en contre bas.

Le « **Lotissement du Golf** » créé sur ces parcelles sera composé de 70 lots libres et 2 macro-lots.

L'altitude du site est située entre 329 m et 270 m NGR. Le site présente des pentes principalement orientées vers l'Ouest allant de 10% à 45 %.

A l'échelle du site, la valorisation des vues sur la baie de Saint-Gilles, sur l'Océan, la montagne, la gestion de la pente, le chemin de l'eau guideront la conception de l'opération.

Le site en frange de l'urbanisation existante n'est pas directement relié au réseau viaire, mais des opportunités de raccordement existent à proximité immédiate. Deux opportunités de coutures viaires apparaissent : l'une au Nord, sur la voie de desserte du stade et du rond de moringue, l'une au Sud sur le RD 100.

Il se trouve que le site à l'étude, du fait de sa localisation et des voies nouvelles nécessaires à sa desserte, pourrait constituer une opportunité de créer une voie de desserte plus directe et plus sûre pour l'ensemble du quartier de Villèle.

Dans le cadre de cette opération, l'Atelier LD est en charge de la gestion des eaux pluviales.

Le présent rapport est découpé en 3 phases distinctes :

- Analyse de la situation actuelle et définition des contraintes hydrauliques à prendre en compte dans le projet ;
- Analyse de la situation projetée : calculs hydrauliques de dimensionnement et conception des mesures réductrices d'impact.
- Dimensionnement des ouvrages hydrauliques de franchissement des ravines sèches.

---

## CHAPITRE II : DONNEES DISPONIBLES

---

### 1) Etudes

Les études et données antérieures utilisées dans le cadre de la présente étude sont les suivantes :

- Données topographiques de l'IGN : SCAN 1/25000 ;
- Plan topographique 1/200 de l'emprise de la zone d'étude ;
- Guide d'estimation des débits de crue à la Réunion (GEDC) - BCEOM/SOGREAH – 1992 ;
- Schéma directeur des eaux pluviales de la commune de Saint Paul (SDEP) ;
- Guide DEAL 2012 sur les modalités de la gestion des eaux pluviales à la Réunion y compris doctrine.

### 2) Visite de terrain

Des reconnaissances de terrain approfondi du secteur et de son voisinage amont ont été réalisées. Ces visites ont permis de visualiser et de recenser les éléments déterminants en termes de fonctionnement hydraulique du secteur (réseau hydrographique et pluvial, ouvrages potentiellement limitants, zones d'écoulements préférentiels, délimitation des bassins versants).

Voici ci-dessous la situation de la zone d'étude.

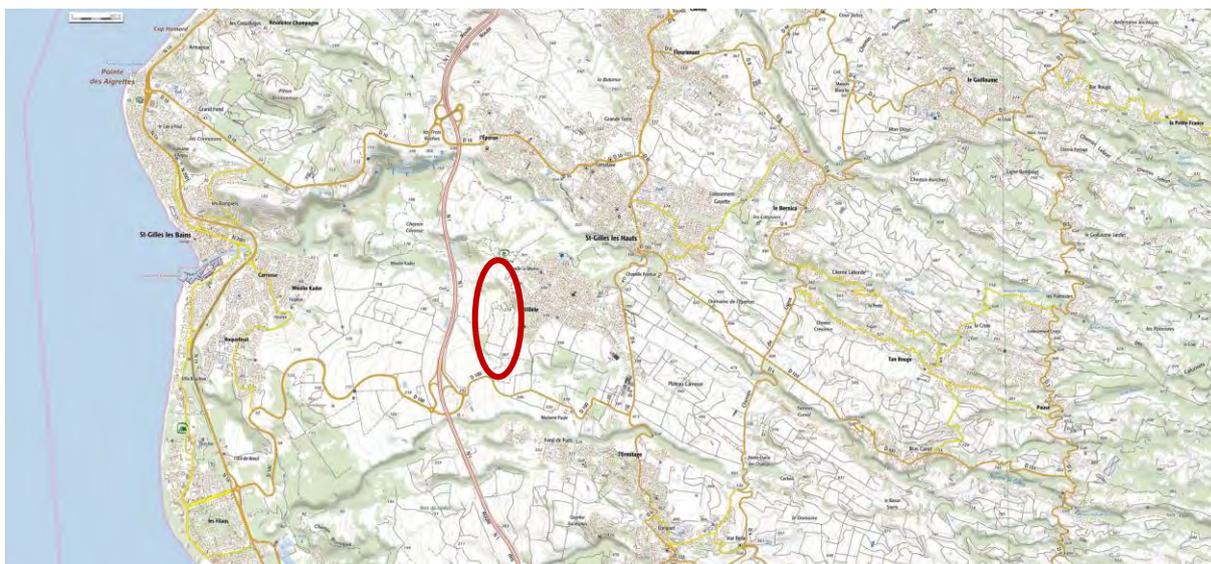


Figure 1 - Localisation de la zone d'étude

---

## CHAPITRE III : CONTEXTE HYDROLOGIQUE

---

### 1) Bassins versants intéressant la zone de projet

La figure 2 en page suivante récapitule les bassins versants initiaux intéressants la zone de projet d'aménagement.

De par l'implantation du projet et la topographie du site, des bassins versants amont sont interceptés par le projet.

L'urbanisation existante du quartier de Villèle rejette sur notre secteur d'étude des eaux de ruissellement que nous devons prendre en compte dans les dimensionnements hydrauliques et l'aménagement du site en préservant des espaces d'écoulement libre et en évitant des constructions sur le passage de l'eau.

#### Quatre bassins versants ont été identifiés sur la zone d'étude :

- Le bassin versant 1 (BV 1) correspond à la zone Nord de l'étude, il est composé d'un écoulement diffus en direction d'un bras de la Ravine St Gilles classée au PLU. La zone d'étude à l'état initial est imperméabilisée par le bâtiment du stade de football et la voie de desserte à celui-ci.
- Le bassin versant 2 (BV 2) est composé à 38% de l'urbanisation existante du quartier de Villèle et à 62% du futur projet. Les eaux des parcelles existantes s'écoulent sur notre site d'étude.
- Le bassin versant 3 (BV 3) situé au cœur du projet de lotissement comprend l'urbanisation existante du quartier de Villèle et le site de l'étude. Les eaux des habitations existantes ruissellent sur les voies du quartier de Villèle avant d'être rejetées en amont de notre site.
- Le bassin versant 4 (BV 4) correspond au secteur Sud de l'opération Il est intercepté par la future voie de liaison vers la RD100. Le ruissellement sur ce bassin versant est diffus en direction de la ravine Moulin Kader.

Les caractéristiques des bassins versants à l'état initial sont récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Bassin versant état naturel	Superficie (ha)	Exutoire	Sous BV état aménagé
BV 1	4,70	Ravine traversant Villèle	
BV2	2,70	BV G état aménagé	BV G,X
BV3	11,33	BV A, B et BV C, D, E, F état aménagé	BV A, B, C, D, E, F,Y,Z
BV 4	75,11	Ravine Moulin Kader	

Tableau 1 - Caractéristiques des Bassins versants intéressant la zone du projet

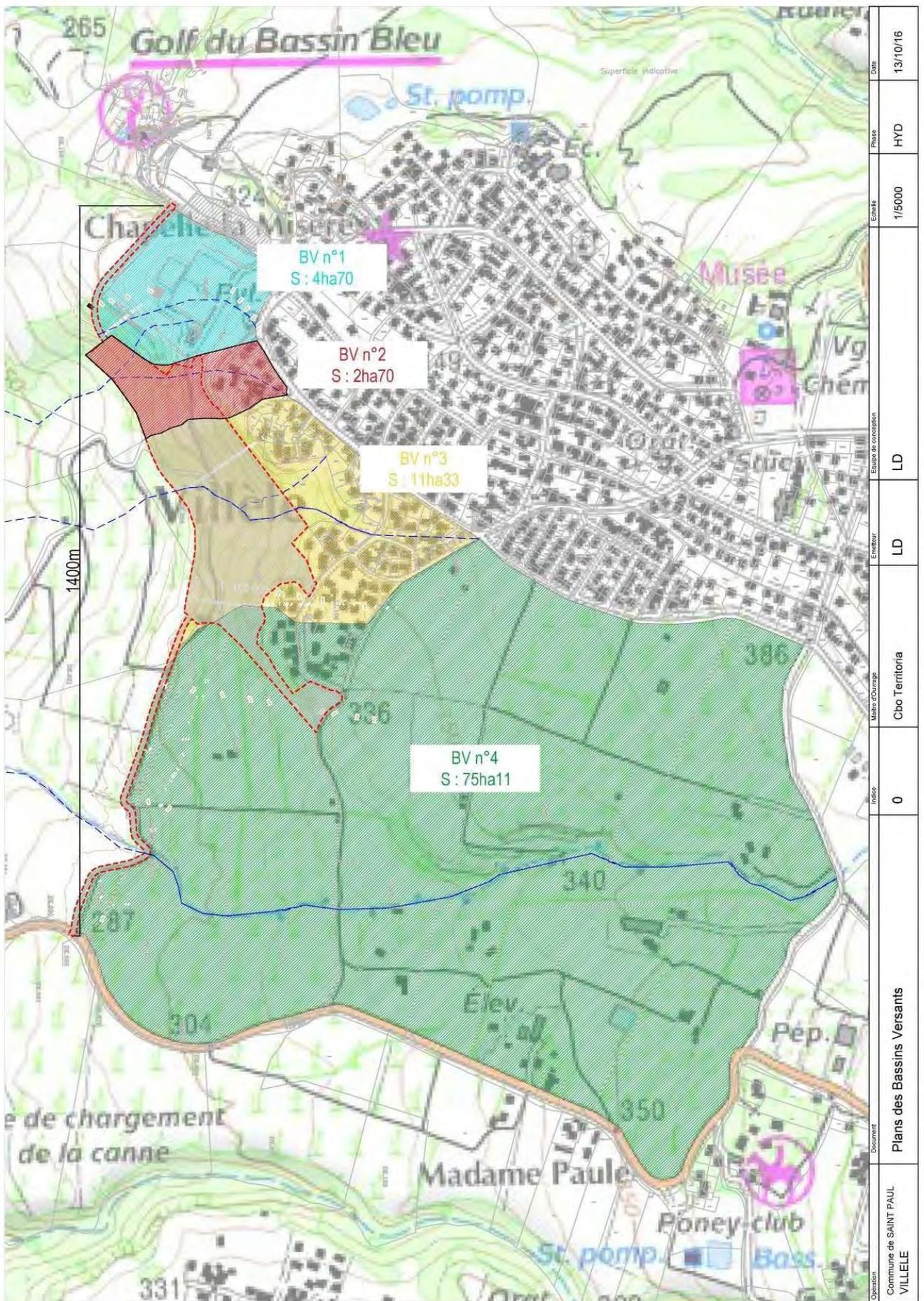
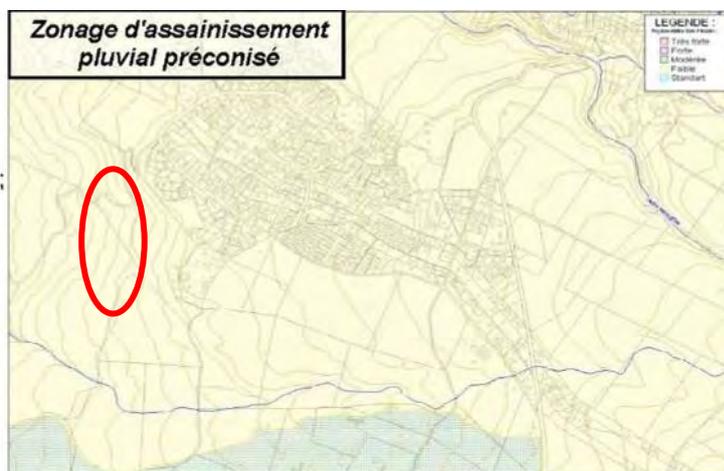


Figure 2 -Bassins Versants initiaux de la zone du projet

## 2) Détermination des débits caractéristiques

### a. Mesures préconisées au SDEP

Selon la proposition de zonage du SDEP le site de l'étude est localisé dans une réglementation « faible ». La limitation des débits rejetés après aménagement doit être égale au débit du site à l'état initial.



### b. Hypothèses retenues

Le calcul des débits de pointe est effectué par la méthode rationnelle compte tenu de la pente relativement forte du terrain.

Les hypothèses pluviométriques reposent sur le guide de modalité de gestion des eaux pluviales à la Réunion réalisé par la DEAL en octobre 2012.

Dans le cadre de ce guide, le secteur de l'île de la Réunion a été découpé en 5 zones. Pour chaque zone, des coefficients de Montana ont été déterminés pour une pluie décennale horaire.

Le secteur d'étude se situe en zone 1 (secteur de la Commune de Saint-Paul entre 250 et 500 m NGR). Les coefficients de Montana sont les suivants pour cette pluie :

$$A = 60$$

$$B = 0.33$$

Ces coefficients sont adaptés à la formule  $i = a t^{-b}$  ou "i" (intensité de la pluie) est exprimé en mm/h et "t" (durée de la pluie) en h.

Les pluies de durée et fréquence différentes sont ensuite déterminées à partir de la formule de Gumbel :

$$i(d,T) = i(1h, 10 \text{ ans}) \times [0.186 \times \ln(T) + 0.572] \times d^{-0.33}$$

Avec :

- $D$  = durée de la pluie en heure,
- $T$  = fréquence de retour de la pluie en année.

c. Valeurs de débits retenues

Au vu de la nature des bassins versants étudiés, notamment en termes de superficie et d'occupation du sol ainsi que la pente moyenne d'environ 15%, la méthode rationnelle a été retenue pour le calcul des débits caractéristiques.

Pour les bassins versants, la détermination des débits de projet est donc réalisée au moyen de la formule suivante :

$$QT = (1/6) \times CT \times I \times S$$

Où:

- $QT$  = débit de pointe en  $m^3/s$  de période de retour  $T$ .
- $CT$  = coefficient de ruissellement du bassin versant pour une pluie de période de retour  $T$ .
- $S$  = surface du bassin versant en ha.
- $I$  = intensité de l'averse en mm/mn.

Les caractéristiques des bassins versants à l'état initial sont donc les suivantes :

Nom de B.V.	Surface (ha)	Longueur (m)	Pente (m/m)	Coef de ruissel. 2 ans	Coef de ruissel. 5 ans	Coef de ruissel. 10 ans	Coef de ruissel. 20 ans	Coef de ruissel. 30 ans	Coef de ruissel. 50 ans	Coef de ruissel. 100 ans	Tc Giandotti (min)	Tc Passini (min)	Tc Dujardin (min)	Tc Desborde (min)	Tc retenu (min)
1	4,70	273	0,194	0,45	0,53	0,69	0,73	0,76	0,80	0,85	13	3	4	4	4
2	2,70	284	0,232	0,46	0,53	0,69	0,73	0,77	0,80	0,85	10	3	3	3	3
3	11,33	506	0,144	0,49	0,56	0,71	0,74	0,78	0,82	0,86	18	7	6	6	6
4	75,11	1183	0,074	0,30	0,40	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	42	23	18	14	18

Tableau 2 – Caractéristiques des bassins versant à l'état initial

Les hypothèses retenues pour les coefficients de ruissellement sont présentées dans le tableau ci-dessus. Ces hypothèses sont basées sur la nature du sol constitué d'altérites sensibles à l'eau qui le rendent peu perméable. On constate que plus la pluie augmente plus le sol s'imperméabilise ce pourquoi le coefficient de ruissellement augmente avec l'évolution de la période de retour.

Les résultats des débits de pointes obtenus sont récapitulés dans le tableau suivant pour les périodes de retour de 2, 5, 10, 20, et 30 ans :

Nom de B.V.	Q <sub>2ans</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>5ans</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>10ans</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>20ans</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>30ans</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>50ans</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>100ans</sub> (m <sup>3</sup> /s)
1	0,613	0,893	1,333	<b>1,590</b>	1,787	2,025	2,344
2	0,388	0,564	0,838	<b>0,999</b>	1,122	1,271	1,470
3	1,368	1,950	2,829	<b>3,355</b>	3,751	4,232	4,883
4	3,893	6,452	11,110	<b>13,587</b>	15,610	18,044	21,156

Tableau 3 - Débits caractéristiques sur la zone du projet

Débit retenu pour une période de retour de 20 ans compte tenu de la localisation du site en zone péri-urbaine.

Les débits spécifiques évalués pour les périodes de retour principales sont précisés ci-dessous :

- Entre 14,79 et 31,05 m<sup>3</sup> /s/km<sup>2</sup> pour une pluie décennale ;
- Entre 28,17 et 54,45 m<sup>3</sup> /s/km<sup>2</sup> pour une pluie centennale.

Ces valeurs sont assez élevées au regard des valeurs classiques précisées dans le GEDC (respectivement 10 à 15 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> pour 10 ans et 20 à 25 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> pour 100 ans).

Ceci est dû notamment :

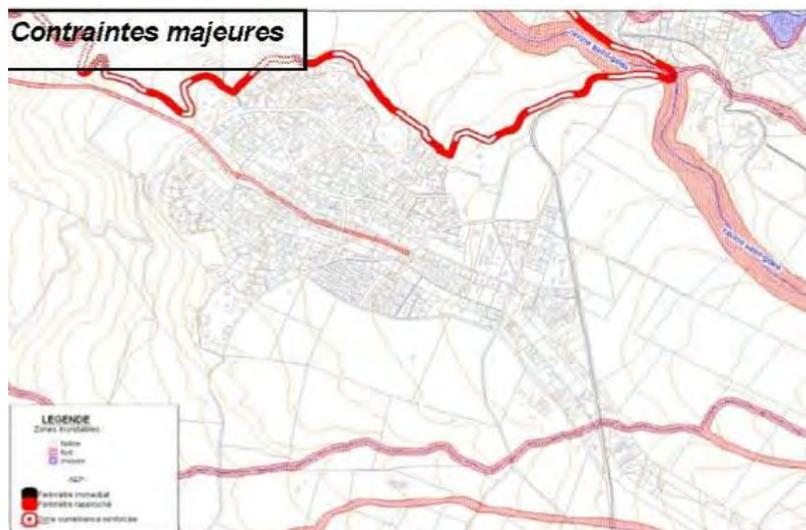
- Aux pentes des terrains et à la nature des sols
- A l'urbanisation d'une partie des bassins versants.
- Aux surfaces assez faibles des bassins versants.
- Aux temps de concentrations réduit.

## CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE

### 1) Fonctionnement hydraulique sur le secteur d'étude

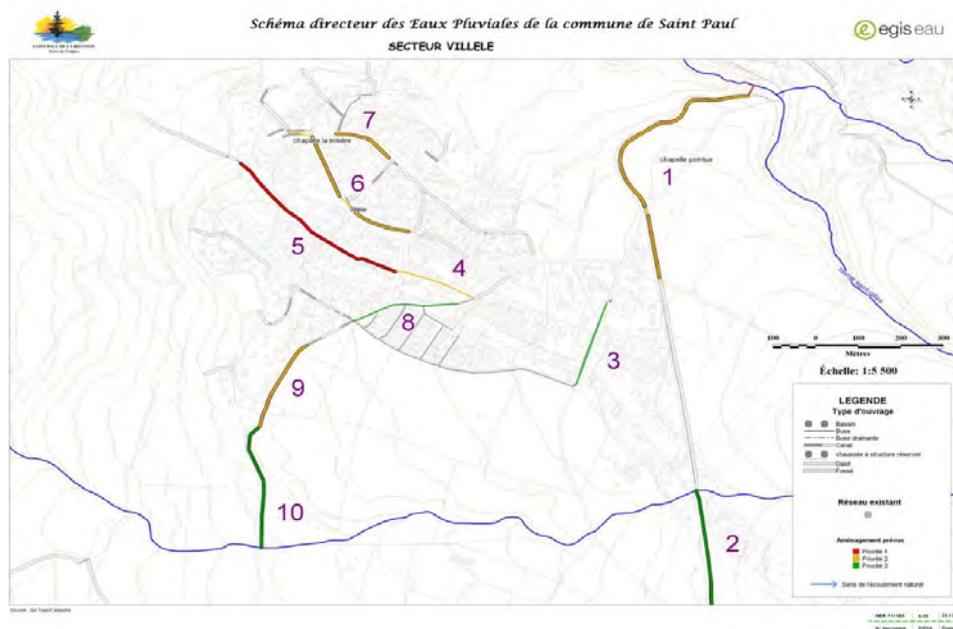
#### a. Eaux internes

Extrait ci-dessous du schéma directeur des eaux pluviales de la commune de Saint-Paul au droit de la zone d'étude. Il n'y a pas de réseau EP sur le site de l'étude. Les eaux de ruissellement s'écoulent sur les parcelles avale en direction de la Route des Tamarins via les ravines ou talwegs existants.



#### b. Eaux externes

La zone d'étude est connectée hydrauliquement au quartier de Villèle de par sa topographie et le talweg se situant au cœur du projet de « Lotissement du Golf ». Ce talweg permet d'évacuer les eaux de ruissellement en direction de l'Ouest en transitant au centre du futur projet d'aménagement. Le SDEP de la Commune de St Paul prévoit des interventions sur le quartier de Villèle ainsi qu'un ouvrage de type fossé intercepteur en travers du BV 4 pour diriger les eaux pluviales vers la Ravine Moulin Kader.



---

## CHAPITRE V : DESCRIPTION DU PROJET ET IMPACTS HYDRAULIQUES

---

### 1) Description du projet

Le programme de l'opération est constitué de 70 lots libres à bâtir et 2 macro-lots dédiés à des logements aidés.

Les parcelles sont destinées à accueillir des logements individuels et des collectifs sur un des macro-lots. La surface cessible de l'ensemble des parcelles s'étend sur environ 30 000 m<sup>2</sup>.

L'aménagement du « Lotissement du Golf » intercepte une partie des ruissellements amont et augmente les surfaces imperméabilisées. Les aménagements projetés dans le lotissement ne devront pas être de nature à augmenter le risque.

Des compensations/temporisations seront proposées afin que les débits aux exutoires de l'aménagement n'excèdent pas les débits à l'état initial. L'aménagement ne doit pas faire obstacle aux écoulements naturels du site en conservant une transparence hydraulique.

En réponse aux dysfonctionnements d'ouvrages techniques à la gestion de l'eau et de leur entretien, le projet prend le parti de rendre perceptible le parcours de l'eau et suivre la goutte d'eau par une mise en valeur et une visibilité permanente de la collecte et du stockage des eaux de pluie.

Pour réussir un aménagement qui repose sur une gestion originale et environnementale des eaux pluviales, il nous semble indispensable de bien comprendre les principes qui guident la conception. C'est un système dans lequel tous les maillons ont leur importance et sont interactifs.

Les principes proposés ci-dessous ne sont ni exhaustifs ni hiérarchisés mais constituent les étapes d'un mode de pensée qui change de la logique habituelle du système tuyaux/drain/bassins techniques.

***Le principe premier qui guide notre démarche de collecte des eaux de pluie (ruissellement) est l'utilisation du potentiel du sol et des plantes pour collecter, drainer, épurer, temporiser et si les conditions géologiques le permettent, favoriser l'infiltration de la plus grande partie de l'eau qui tombe du ciel et le plus près possible de là où elle tombe.***

Avant l'imperméabilisation du sol par des constructions ou des rues et des chemins, l'eau de pluie tombe uniformément sur le sol.

Ensuite cette eau se répartit de la manière suivante :

- Une partie de l'eau pénètre dans le sol.
- Une partie de l'eau dans le sol est absorbée par les végétaux. Les végétaux resitueront ensuite dans l'atmosphère une grande quantité de l'eau absorbée par le phénomène d'évapo-transpiration. Pour rappel, un arbre adulte évapore environ 400 litres d'eau par jour !
- Une partie s'infiltré plus profondément et alimente les nappes phréatiques.
- Une partie ruisselle sur la surface quand le sol est saturé d'eau et donc rendu quasi imperméable, ou quand la pluie est très intense (épisode cyclonique), ou quand le sol est trop pentu.

**Le second principe que nous appliquons est le respect le plus fin possible de la topographie des sites sur lesquels nous intervenons avec le maintien des talwegs naturels.**

L'eau de ruissellement suit inexorablement la ligne de pente la plus directe, poussée par les lois de la gravité. Il est vain de vouloir faire prendre à l'eau des chemins autres que ceux qu'elle prend spontanément quand il pleut. C'est possible en déployant des moyens techniques importants et coûteux, mais autant être « intelligent » et utiliser à notre profit les lois de la nature.

Le circuit de l'eau dans un projet ressemble in fine à un petit bassin versant dont les toits sont les montagnes, les gouttières les ruisselets, les noues de plus en plus larges les ruisseaux, pour enfin aboutir dans un bassin paysager de temporisation ou se rejeter dans les exutoires naturels existants.

Ce principe est garant de la protection des habitations contre le risque d'inondation dans le cas d'événements pluvieux exceptionnels.

**Le troisième principe est de rendre visible le parcours de l'eau tout au long de son chemin du haut vers le bas et de freiner les écoulements à partir des constructions jusqu'au rejet vers le milieu naturel.**

Toitures végétales ou stockantes, Gargouilles, Gouttières, espace paysager de temporisation à la parcelle, noues, rigoles, caniveaux, bassins secs, jardins de la pluie, composent ce paysage qui suit la topographie et s'anime lorsque la pluie est là.

Pour freiner les écoulements dans les noues, le sol est déstructuré et préparé d'un mélange terre pierre, des murets ou des gabions sont disposés le long du parcours. Ils freinent le courant de l'eau, limitent l'érosion, favorisent l'infiltration et l'absorption par le système racinaire des plantes tout en augmentant l'oxygénation de l'eau et donc la puissance épuratrice des bactéries.

Des dispositifs peuvent être inclus pour créer des cascades temporaires, des animations éphémères, pour une « fête de la pluie ».

Par temps sec, ils sont des jardins, des rivières sèches plantées densément qui structurent le paysage.

L'évacuation des eaux pluviales au niveau des parties publiques et des parties privées sont à dissocier pour permettre un traitement des eaux de ruissellement au plus près de leur impact sur une surface et utiliser au plus tôt la mise en œuvre de techniques alternatives de gestion des eaux pluviales. Ce principe permet de réguler les eaux de ruissellement à plusieurs échelles et limiter la taille des ouvrages de collecte et de temporisation des eaux sur l'espace public. D'un point de vue fonctionnel la gestion des eaux pluviales par des techniques douces et paysagères sur l'espace publique impose la même démarche sur les îlots collectifs de constructions privés avec une approche sensible de l'altimétrie des aménagements pour permettre le raccordement des eaux de ruissellement de manière gravitaire vers les noues des espaces publics.

**Le quatrième principe est de trouver sur le site une capacité maximale d'infiltration si le sol le permet et de stockage en limitant les rejets au milieu naturel dans le respect des normes locales et de la topographie du site.**

### ***Le cinquième principe : associer végétaux et collecte de l'eau.***

Les végétaux profitent des apports en eau et, par leur enracinement imbriqué dans les pierres et rochers inclus dans la constitution de la noue, stabilisent la terre du fond de la noue et limitent ainsi l'érosion du sol. Les végétaux associés à la noue prospèrent mieux et participent au confort climatique par leur ombrage et leur évaporation.

L'eau qui ruisselle emporte avec elle les pollutions provenant principalement des espaces circulés : caoutchouc des pneus, fuites d'huiles et liquides divers, projection de particules provenant des gaz d'échappement. La grande partie des huiles et du caoutchouc reste en surface : sont détruit par l'action de l'air, du soleil et des plantes adaptées aux pollutions rencontrées. Si on ne fait pas de noue ou de système naturel pour bloquer les polluants, les conduites créées déversent directement les eaux polluées aux exutoires naturels, soit le lagon dans le cas présent de l'opération St Leu Océan. Les quantités sont en fait très faibles et il ne faut surtout pas les concentrer.

La collecte de la pluie répartie sur tout le terrain et acheminée par des surfaces de végétaux plantés dans de la terre végétale permet une diffusion de ces faibles pollutions par les hydrocarbures. C'est cette eau « chargée » qui est collectée par les noues. Une bonne partie de la pollution est attachée aux particules en suspension, qui sont décantées au fur et à mesure du parcours de l'eau dans les noues et les bassins de temporisation.

La terre végétale de bonne qualité est un milieu vivant très riches en bactéries utiles. Celles-ci servent en effet à transformer les matières organiques (déchets végétaux, hydrocarbures etc.) et minéraux assimilables par les végétaux pour assurer leur croissance : ainsi, les plantes et les bactéries qui vivent dans la terre en contact avec les racines des végétaux sont capables de « digérer » ces pollutions et d'être de véritables micro-stations d'épuration.

Notre proposition de traitement va protéger de manière importante le milieu naturel et notamment le lagon.

### ***Le sixième principe : réduction de l'imperméabilisation***

Réduire les emprises au sol du bâti et des surfaces imperméables.

Privilégier les revêtements poreux, les toitures végétalisées.

Créer des espaces temporairement inondables et permettre que ces espaces soient utilisables en dehors de ces courtes périodes où ils sont remplis d'eau.

### ***Le septième principe : Noues, rigoles, caniveaux remplacent les tuyaux.***

Pour le calcul et le dimensionnement des noues, la formule de Manning Strickler peut être appliquée en prenant en compte la section hydraulique de l'ouvrage (la noue), sa pente en long et son coefficient de ruissellement. A titre de comparaison, voici une correspondance à pente en long identique entre la section d'une noue et d'une canalisation. On constate qu'une noue paysagère de 3,00m de large équivaut approximativement à une canalisation béton de diamètre 900mm pour une vitesse d'écoulement divisée par 2 et une section hydraulique presque 2 fois supérieur. La réduction des vitesses d'écoulement dans les noues est un facteur particulièrement important qui permet de réduire considérablement les débits de pointes lors des pluies de fortes intensités sur des durées limitées caractéristiques des pluies tropicales intenses.

Le volume des ouvrages paysagers de temporisations sont ainsi réduit grâce à l'augmentation du temps de concentration, correspondant au temps nécessaire à l'eau collectée pour parcourir la distance hydraulique la plus grande du bassin versant assaini.



A la différence d'un réseau classique avec des grilles de collecte dont la capacité d'absorption est souvent amoindrie par la vitesse de l'eau qui s'écoule sur la grille sans y pénétrer ou les déchets qui l'obstruent, la noue permet de collecter une plus grande quantité d'eau au plus proche de son impact sur le sol et limite ainsi la concentration des polluants par lessivage des sols.

Nos calculs ne prennent pas en compte le volume d'eau évaporé, infiltré dans le sol et absorbé par les plantes car difficilement quantifiable et variable selon la durée de la pluie mais ces facteurs ont un rôle important et en particuliers lors de l'arrivée des premières pluies tropicales qui lessivent des sols souvent chargés en polluants.

Le drainage par une canalisation perforée en fond de noue de collecte ne sert pas dans la plupart des cas et il est souvent la cause de dysfonctionnement hydraulique par colmatage et il n'est pas compatible avec des plantations.

Le drain est utile sur des surfaces horizontales pour répartir l'infiltration des eaux dans le sous-sol ou pour l'assécher mais ce n'est pas notre objectif.

Il y aura donc sur l'opération du « Lotissement du Golf » peu de tuyaux et une imperméabilisation du sol réduite au strict nécessaire. La gestion de l'eau est traitée par une succession d'espaces plantés et de mises en scènes (noue, jardin en creux, clavades...) qui accompagnent l'ensemble de l'aménagement, créant un maillage qui suit les circulations, mais également les talwegs naturels. Ce système répondra au respect des bassins versants initiaux et la limitation de la concentration des écoulements en divisant les bassins versants hydrologiques et en favorisant la temporisation et le traitement des eaux pluviales sur le site avant rejet au milieu naturel.

#### Dans ce sens le projet développera :

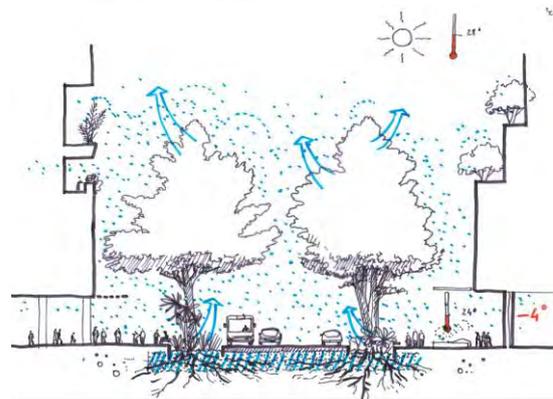
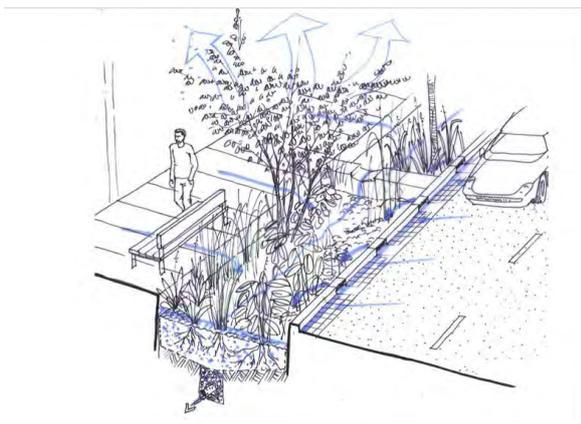
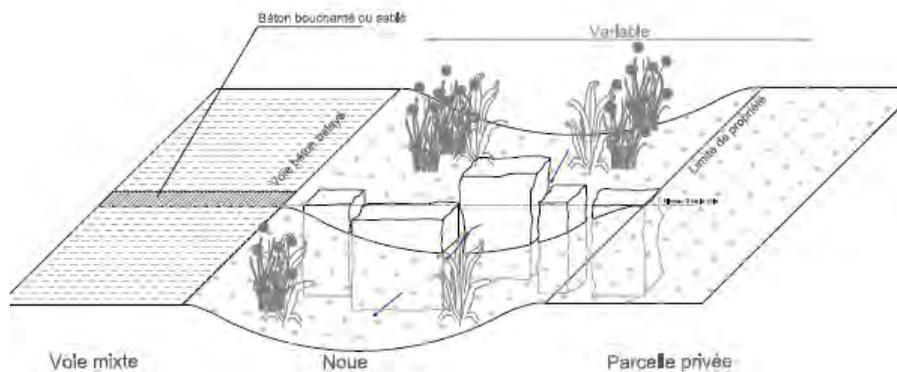
- La limitation de l'imperméabilisation des sols
- Le respect des écoulements naturels et des bassins versants initiaux
- La temporisation des eaux par le paysagement des systèmes de gestion
- L'épuration des eaux de ruissellement des voies et stationnements chargées de particules polluantes

L'évacuation des eaux pluviales au niveau des parties publiques et des parties privées sont à dissocier :

**Partie publique** : Afin de conserver l'équilibre du milieu, il est prévu la mise en place d'une noue végétalisée le long des voies. **Les écoulements naturels seront respectés en conservant la mise en place des bassins versants initiaux et des talwegs naturels tout en limitant la concentration des écoulements.** La noue végétale favorise l'infiltration des eaux pluviales soit dans le sol ou par absorption par les plantes.

- Dans le cas du projet du « Lotissement du Golf » et suite à l'étude géotechnique menée par SEGC, il est constaté que le terrain n'est pas favorable à l'infiltration des Eaux Pluviales (*Chapitre II.5 perméabilité de l'étude géotechnique*). Cependant, la structure en mélange terre/pierre de la noue plantée améliore la porosité du sol.
- Les noues permettront également de filtrer et d'épurer partiellement les eaux de ruissellement par l'intermédiaire des végétaux plantés.

Cette noue sera aménagée afin d'évacuer un débit de **période de retour 20 ans**. Avant chaque rejet, un dispositif de rétention sera mis en place afin que le débit rejeté à l'état projet ne soit pas supérieur au débit rejeté à l'état initial pour toutes les intensités de pluie.



**Lots privés** : Les eaux pluviales seront gérées à la parcelle (voir cahier des charges des préconisations à la parcelle) par des ouvrages de temporisation paysagers.

## 2) Analyse de l'impact du projet sur les débits de ruissellement et les risques en aval

Figure 4 Plan masse du « Lotissement du Golf »



Le projet, du fait de l'imperméabilisation de surfaces actuellement non revêtues, va générer une augmentation des débits de ruissellement en aval des parcelles au niveau des exutoires.

Afin d'apprécier l'incidence quantitative de l'imperméabilisation des aménagements, il a été procédé à l'estimation des débits rejetés vers l'aval en situation actuelle et projet. Cette réflexion a été menée sur les bassins versants à l'état initial identifiés dans le chapitre 3.1 en figure 2 et les bassins versants à l'état aménagé représentés en figure 4 de ce chapitre.

Les pourcentages d'imperméabilisation des bassins versants 2 et 3 à l'état aménagé sont décrit dans ces tableaux et découpé de la façon suivante :

BV naturel	BV aménagé	Ilots Voiries Paysage	S Total m <sup>2</sup>	Coef imperm.	S imperméabilisée m <sup>2</sup>
2	G	Parcelles	4 695	50%	2 348
		Voie/Pk/Trot	1 130	90%	1 017
		Trame Verte	6 315	0%	
		Noue			
	Sous-Total		12 140		3 365
	X	Parcelles	2 810	50%	1 405
	Sous-Total		2 810		1 405
<b>TOTAL</b>			<b>14 950</b>	<b>23%</b>	<b>3 365</b>

BV naturel	BV aménagé	Ilots Voiries Paysage	S Total m <sup>2</sup>	Coef imperm.	S imperméabilisée m <sup>2</sup>
3	A	Parcelles	2 810	50%	1 405
		Voie/Pk/Trot	600	90%	540
		Trame Verte	190	0%	
		Noue			
	Sous-Total		3 600		1 945
	B	Parcelles	4 940	50%	2 470
		Voie/Pk/Trot	1 050	90%	945
		Trame Verte	9 760	0%	0
		Noue			
	Sous-Total		15 750		3 415
	C	Parcelles	4 570	50%	2 285
		Voie/Pk/Trot	1 410	90%	1 269
		Trame Verte	430	0%	
		Noue			
	Sous-Total		6 410		3 554
	D	Parcelles	28 383	50%	14 192
		Voie/Pk/Trot	3 537	90%	3 183
		Trame Verte	17 105	0%	0
		Noue			
	Sous-Total		49 025		17 375
	E	Parcelles	13 545	50%	6 773
		Voie/Pk/Trot	2 724	90%	2 452
		Trame Verte	12 006	0%	0
		Noue			
	Sous-Total		28 275		9 224
	F	Parcelles	5 250	50%	2 625
Voie/Pk/Trot		1 110	90%	999	
Trame Verte		210	0%	0	
Noue					
Sous-Total		6 570		3 624	
Y	Parcelles	2 720	50%	1 360	
Sous-Total		2 720		1 360	
Z	Parcelles	3 950	50%	1 975	
Sous-Total		3 950		1 975	
<b>TOTAL</b>			<b>116 300</b>	<b>34%</b>	<b>39 137</b>

Commune de SAINT PAUL VILLE	Document	LD	Cdd Territoria	LD	LD	1/2000	HYD	18/04/17
--------------------------------	----------	----	----------------	----	----	--------	-----	----------



Figure 4 - Bassins versants projetés

Le tableau ci-dessous permet d'apprécier l'incidence de l'imperméabilisation du site sur les débits générés par la zone de projet. Il présente, pour plusieurs périodes de retour, une comparaison des débits générés par la parcelle en situations actuelle et projetée.

Ces débits sont estimés par application de la **méthode rationnelle**, avec les hypothèses suivantes :

- Pluviométrie issue du « guide sur les modalités de gestion des eaux pluviales sur l'île de la Réunion » présentée **chapitre 3.2.1** ;
- Coefficients de ruissellement variant avec la période de retour de l'évènement pluvieux : de 0,3 à 0,87 pour des périodes de retour variant de 2 à 100 ans, en situation initiale ;
- En situation projet, nouvelle estimation des coefficients de ruissellement avec la prise en compte de l'imperméabilisation du site.

Les caractéristiques des bassins versants à l'état initial et à l'état projet sont les suivantes :

	Nom de B.V.	Surface (ha)	Longueur (m)	Pente (m/m)	Coef de ruissel. 2 ans	Coef de ruissel. 5 ans	Coef de ruissel. 10 ans	Coef de ruissel. 20 ans	Coef de ruissel. 30 ans	Coef de ruissel. 50 ans	Coef de ruissel. 100 ans
Etat initial	1	4,70	273	0,194	0,45	0,53	0,69	0,73	0,76	0,80	0,85
	2	2,70	284	0,232	0,46	0,53	0,69	0,73	0,77	0,80	0,85
	3	11,33	506	0,144	0,49	0,56	0,71	0,74	0,78	0,82	0,86
	4	75,11	1183	0,074	0,30	0,40	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
Etat projet	3	11,63	551	0,154	0,55	0,61	0,74	0,77	0,81	0,84	0,87
	2	1,50	261	0,134	0,50	0,57	0,71	0,75	0,78	0,82	0,86

**Tableau 4 - Caractéristiques des bassins versants**

Seul les BV 2 et 3 sont concernés par l'aménagement du « Lotissement du Golf ».

Le BV 3 à l'état aménagé conserve une surface proche du BV à l'état initial tandis que le BV 2 est réduit par la trame viaire.

Les BV 1 et 4 ne sont pas impactés par l'aménagement du « Lotissement du Golf » mais uniquement par les futures voiries de liaison vers le RD et le site de Bassin Bleu. Ces voiries seront conçues pour assurer une transparence hydraulique des BV amont.

Les valeurs des débits de pointes calculés par bassin versant à l'état initial et à l'état aménagé pour les BV 2 et 3 du « Lotissement du Golf » sont reportés dans le tableau ci-dessous :

	Nom de B.V.	Q <sub>2ans</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>5ans</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>10ans</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>20ans</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>30ans</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>50ans</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>100ans</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Etat initial	1	0,613	0,893	1,333	1,590	1,787	2,025	2,344
	2	0,388	0,564	0,838	0,999	1,122	1,271	1,470
	3	1,368	1,950	2,829	3,355	3,751	4,232	4,883
	4	3,893	6,452	11,110	13,587	15,610	18,044	21,156
Etat projet	3	1,576	2,193	3,055	3,600	4,002	4,492	5,129
	2	0,231	0,329	0,473	0,561	0,627	0,708	0,812

**Tableau 5 - Débits de pointe des bassins versants**

On constate que le débit rejeté est sensiblement augmenté pour le BV 3, dû à l'imperméabilisation de l'opération d'aménagement du « lotissement du Golf » tandis que le débit rejeté par le BV 2 à l'état aménagé est réduit de par l'évolution de sa surface.

Les écarts entre les débits à l'état initial et les débits à l'état projet diminuent avec l'augmentation de la période de retour à partir de Q5ans. Cela provient de l'augmentation sensible des coefficients de ruissellement des terrains à l'état naturel.

Ainsi, afin de ne pas augmenter les débits rejetés à l'état initial, des dispositifs de temporisations par des aménagements paysagers seront mis en place. Ils seront dimensionnés à l'aide de la méthode des pluies.

La fréquence la plus pénalisante en termes d'écart (état initial/état projet) étant le débit Q5ans, nous avons mené les calculs de dimensionnement des ouvrages pour Q20 sur la base d'un débit de fuite équivalent au Q5 état initial.

Cette hypothèse de dimensionnement maximise le volume des ouvrages de temporisation mais permet de traiter les pluies fréquentes et favorise le traitement qualitatif et quantitatif des eaux pluviales de ruissellement.

---

## CHAPITRE VI : DISPOSITIFS DE REGULATION

---

### 1) Surfaces état futur

Afin de réguler les débits, des dispositifs de régulations seront mis en place :

- En partie publique, dans le talweg central et au niveau des points de rejet au point bas de l'opération avant les milieux naturels.
- En partie privée, à la parcelle par un dispositif de temporisation/infiltration d'un volume de 2 m<sup>3</sup>/parcelles.

### 2) Dimensionnement

Le dimensionnement du volume de rétention est réalisé globalement au niveau des 3 exutoires pour les BV 2 et 3. Les calculs effectués au chapitre précédent montrent que la différence de débit entre l'état actuel et l'état projet est maximal pour une pluie de fréquence 5 ans.

Ainsi, les volumes de rétention à mettre en place ont été déterminés à partir de la méthode des pluies pour une occurrence de 20ans et un débit de fuite de fréquence 5 ans (débit de fuite = Q 5ans à l'état initial). Le débit de fuite Q5 maximise le volume à mettre en place.

Pour des pluies de fréquence supérieure (5 ans à 20 ans), les débits seront régulés par l'intermédiaire d'une surverse en V. Cette surverse sera calée afin de déverser un débit Q 20ans projeté pour une hauteur maximale dans les ouvrages.

La répartition des volumes de rétention à mettre en place par sous bassins versant pour l'ensemble du Lotissement du Golf en fonction de Qf5 a été estimé au prorata des surfaces aménagées :

BV initial	Volume à stocker (m <sup>3</sup> )	BV Projet	Débit 20 ans			Bassin rétention sous BV
			Q initial	Q futur	Δ Q	Q sortie 20 ans initial
			m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup>
3	777	A	0,107	0,111	0,005	26
		B	0,466	0,488	0,021	112
		C	0,190	0,198	0,009	45
		D	1,452	1,517	0,066	348
		E	0,837	0,875	0,038	200
		F	0,195	0,203	0,009	47
2	9	G	0,449	0,456	0,006	9

Ce volume de rétention est réparti entre la temporisation à assurer à l'ilot, soit 91 parcelles x 2m<sup>3</sup> = 192 m<sup>3</sup>, un stockage sur espace paysager dans le talweg central, et au point bas au Nord et au Sud du site. Comme il existe plusieurs bassins versants et différents points de rejets, nous proposons de dissocier les volumes à temporiser en fonction de la localisation des espaces à aménager par bassins versants.

## Dimensionnement d'un bassin de rétention par la Méthode des Pluies BV3

Pour une pluie de durée **d** et un débit de fuite **Qf**, le volume maximum de stockage est :

$$V(d) = k_1.C.A.h(d) - k_2.Qf.d$$

avec

**A**, superficie du bassin versant

**C**, coeff de ruissellement du bassin versant

**h(d)**, hauteur précipitée d'une pluie de durée **d** (données Météo France)

**k<sub>1</sub>**, **k<sub>2</sub>**, coeff d'homogénéisation des unités

On retient la durée qui maximise le volume à stocker.

**Période de retour : 20 ans**

a = 60,00

b = 0,33

Qf = 1,95 m<sup>3</sup>/s

A = 11,63 ha

C = 0,77

durée d mn	cumul pluie h mm	V entrant	V sortant	V stocké
		Ve = 10.C.A.h* m <sup>3</sup>	Vs = 60.Qf.d m <sup>3</sup>	V = Ve-Vs m <sup>3</sup>
1	4,6	416	117	299
2	7,4	662	234	428
3	9,7	869	351	518
4	11,7	1054	468	586
5	13,6	1224	585	639
10	21,7	1947	1170	777
20	34,5	3098	2340	758
30	45,3	4066	3510	556
40	54,9	4930	4680	250
50	63,7	5725	5850	0
60	72,0	6469	7020	0
80	87,3	7844	9360	0
100	101,4	9109	11700	0
150	133,0	11952	17550	0
200	161,3	14492	23400	0
300	211,7	19016	35100	0
400	256,7	23058	46800	0
500	298,0	26777	58500	0
600	336,8	30256	70200	0
700	373,4	33548	81900	0
800	408,4	36688	93600	0
900	441,9	39700	105300	0
1000	474,2	42604	117000	0
1500	622,2	55902	175500	0
2000	754,5	67786	234000	0
3000	990,0	88945	351000	0
3500	1097,7	98622	409500	0
3900	1180,3	106038	456300	0
4000	1200,5	107852	468000	0
4500	1299,0	116708	526500	0
4700	1337,4	120159	549900	0
5000	1394,1	125245	585000	0
10000	1848,4	166061	1170000	0

Le volume max. de stockage pour la période de retour données est

**777 m<sup>3</sup>**

**67 m<sup>3</sup>/ha**

**82 m<sup>3</sup>/ha imperméabilisé**

## Dimensionnement d'un bassin de rétention par la Méthode des Pluies BV2

Pour une pluie de durée **d** et un débit de fuite **Qf**, le volume maximum de stockage est :

$$V(d) = k_1.C.A.h(d) - k_2.Qf.d$$

avec

**A**, superficie du bassin versant

**C**, coeff de ruissellement du bassin versant

**h(d)**, hauteur précipitée d'une pluie de durée **d** (données Météo France)

**k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub>**, coeff d'homogénéisation des unités

On retient la durée qui maximise le volume à stocker.

**Période de retour : 20 ans**

a = 60,00

b = 0,33

Qf = 0,56 m<sup>3</sup>/s

A = 1,24 ha

C = 0,75

durée d mn	cumul pluie h mm	V entrant Ve = 10.C.A.h* m <sup>3</sup>	V sortant Vs = 60.Qf.d m <sup>3</sup>	V stocké V = Ve-Vs m <sup>3</sup>
1	4,6	43	34	9
2	7,4	68	67	1
3	9,7	90	101	0
4	11,7	109	134	0
5	13,6	126	168	0
10	21,7	201	336	0
20	34,5	320	672	0
30	45,3	420	1008	0
40	54,9	509	1344	0
50	63,7	591	1680	0
60	72,0	668	2016	0
80	87,3	810	2688	0
100	101,4	940	3360	0
150	133,0	1234	5040	0
200	161,3	1496	6720	0
300	211,7	1963	10080	0
400	256,7	2381	13440	0
500	298,0	2764	16800	0
600	336,8	3124	20160	0
700	373,4	3463	23520	0
800	408,4	3788	26880	0
900	441,9	4099	30240	0
1000	474,2	4398	33600	0
1500	622,2	5771	50400	0
2000	754,5	6998	67200	0
3000	990,0	9183	100800	0
3500	1097,7	10182	117600	0
3900	1180,3	10947	131040	0
4000	1200,5	11135	134400	0
4500	1299,0	12049	151200	0
4700	1337,4	12405	157920	0
5000	1394,1	12930	168000	0
10000	1848,4	17144	336000	0

Le volume max. de stockage pour la période de retour données est

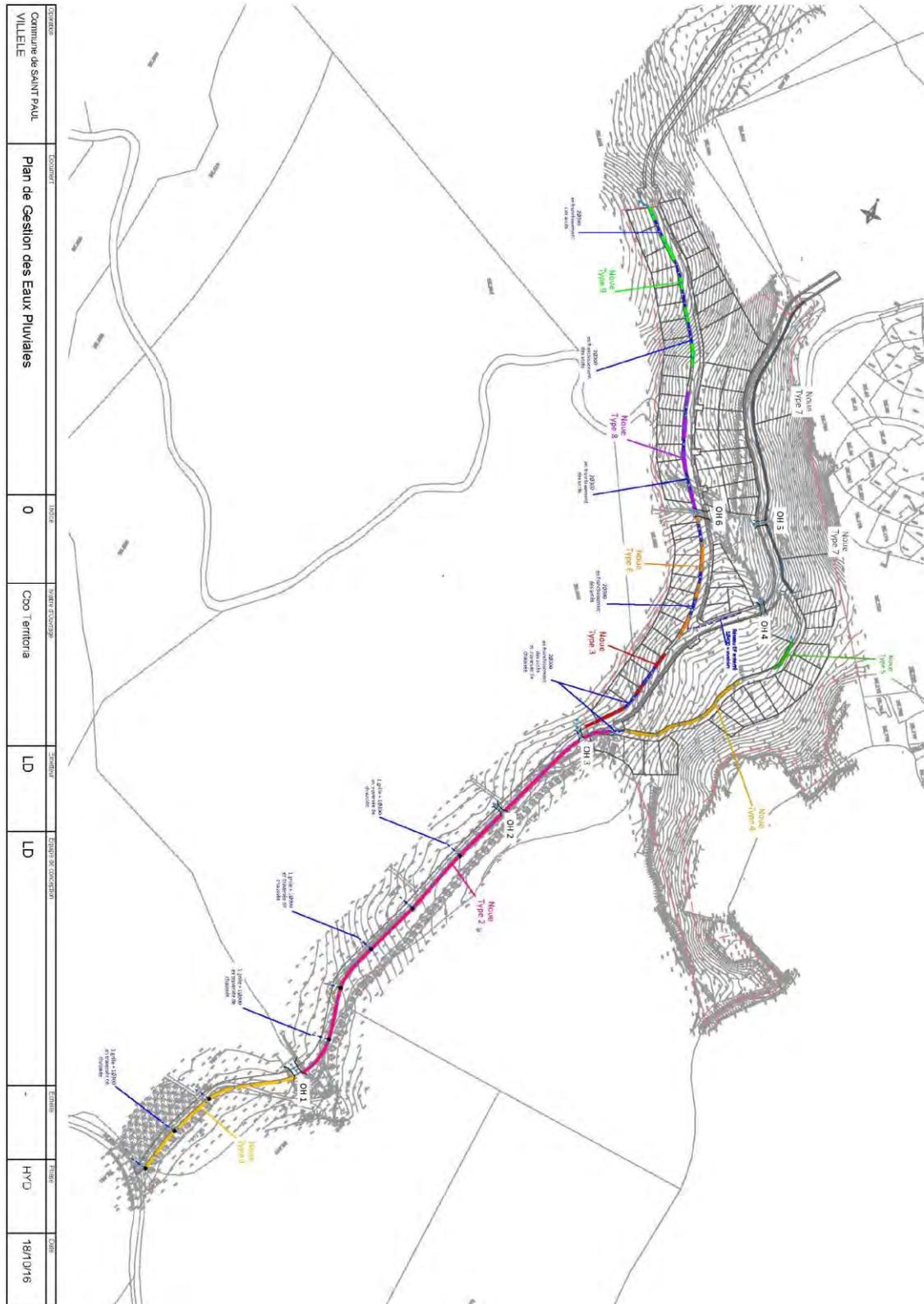
**9 m<sup>3</sup>**

**8 m<sup>3</sup>/ha**

**9 m<sup>3</sup>/ha imperméabilisé**

## CHAPITRE VII : DISPOSITIFS DE COLLECTE

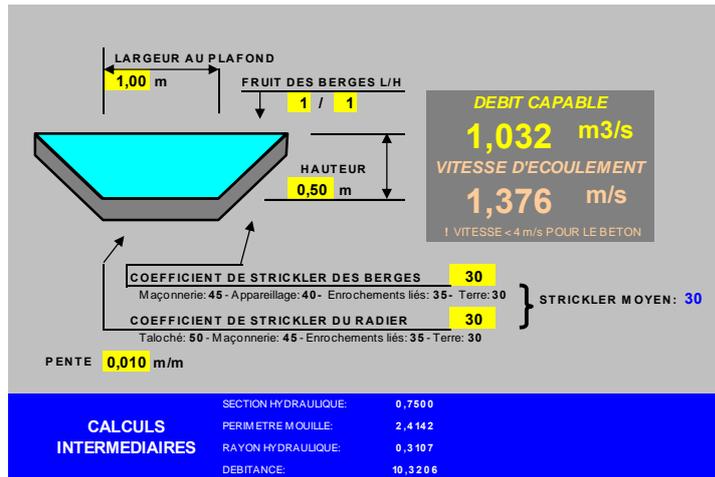
### 1) Plan de repérage des noues



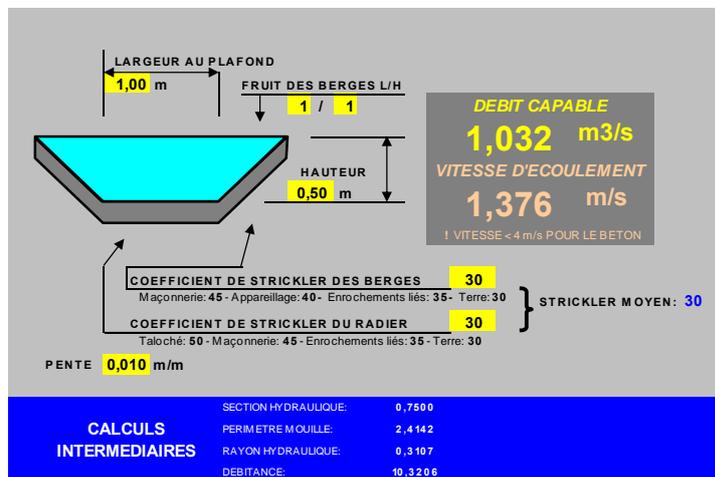
## 2) Caractéristiques des noues

Les noues ont été dimensionnées avant tout d'un point de vue paysager mais aussi pour reprendre les eaux pluviales ruisselant sur la voirie et provenant des BV amonts, le débit de fuite des parcelles aménagées mais également leur surverse pour un débit de fréquence 20 ans. La capacité d'évacuation de ces ouvrages dimensionnée par la formule de Manning Strickler est indiquée ci-dessous.

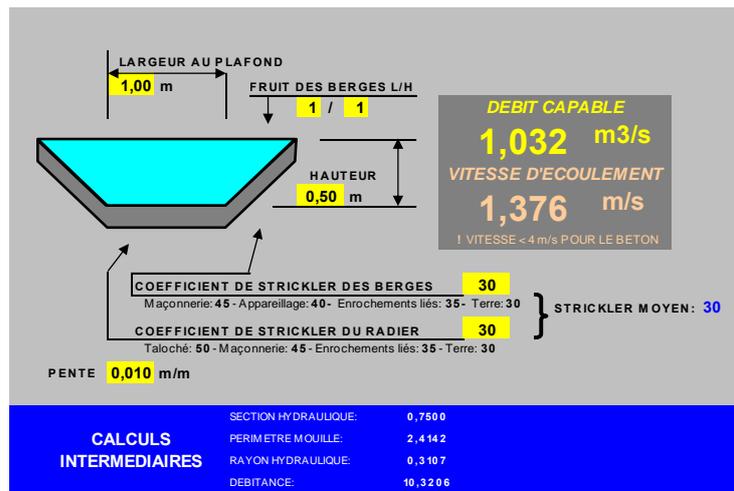
### Noue type 1 – Voie A– BV initial 4 (surface 3,49 ha) à 1% :



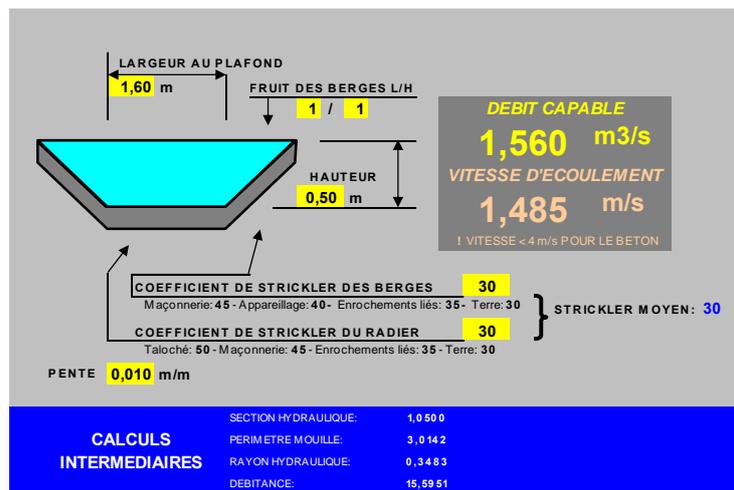
### Noue type 2 – Voie A– BV initial 4 (surface 5,7 ha) à 1% :



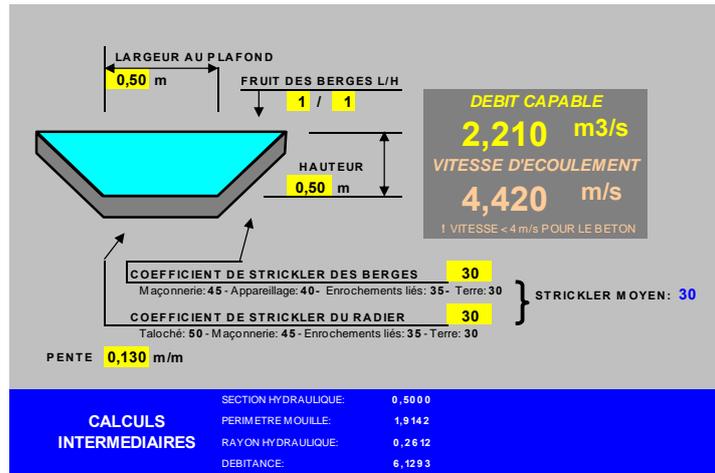
**Noue type 3 – Voie B.1 – Sous BV A – pente 10,8% à 1% :**



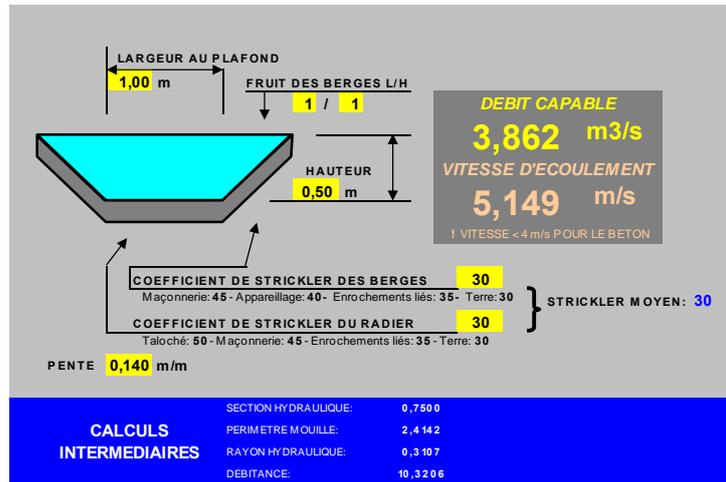
**Noue type 4 – Voie D – Sous BV B – pente 15% à 1% :**



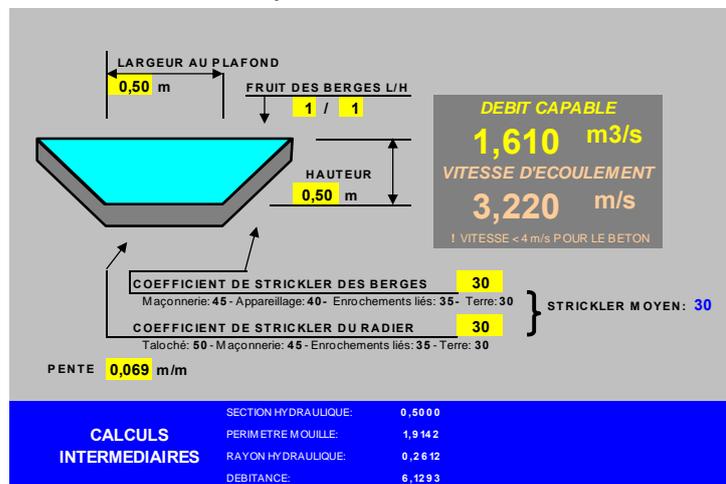
**Noue type 5 – Voie D – Sous BV D – pente 13%**



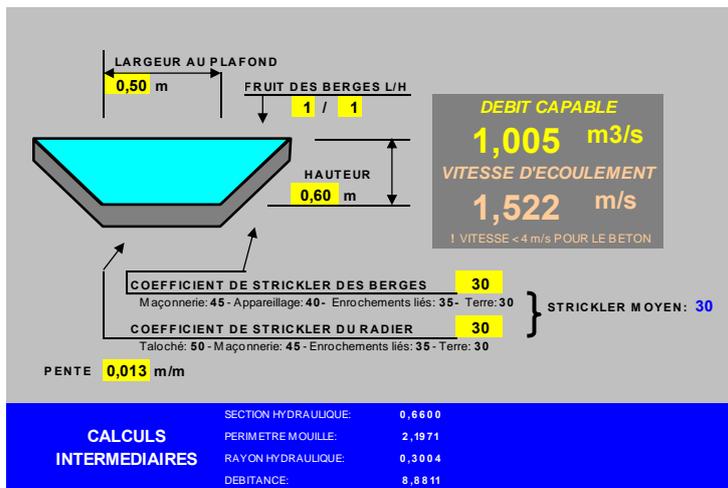
**Noe type 6 – Voie E – Sous BV C – pente 14%**



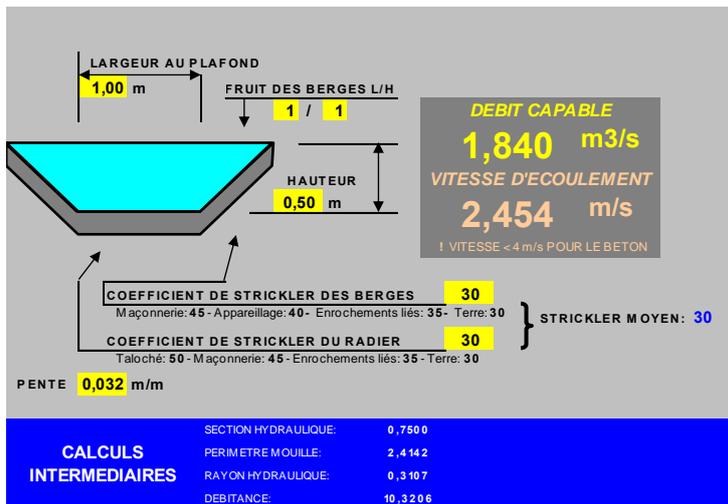
**Noe type 7 – Voie C – Sous BV D – pente 6,9%**



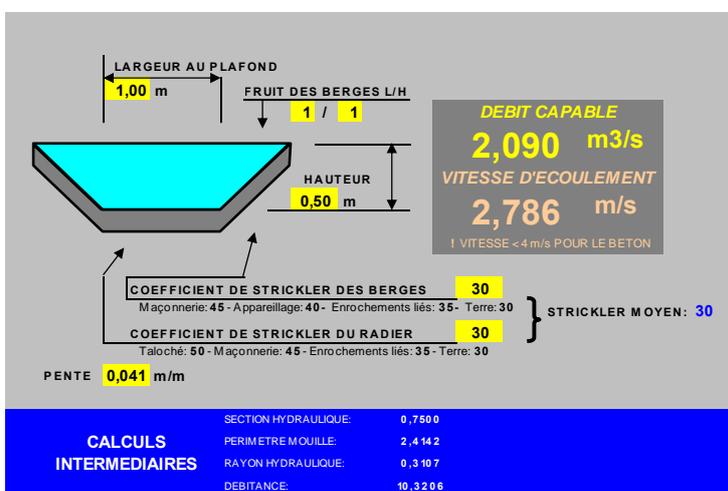
**Noue type 7 – Voie C – Sous BV E – pente mini 1,28%**



**Noue type 8 – Voie E – Sous BV F – pente mini 3,2%**



**Noue type 9 – Voie E – Sous BV G – pente mini 4.41%**



### 3) Vérification du dimensionnement

Les débits transitant dans les noues sont :

- Les débits après régulation des eaux pluviales issues des parcelles,
- Les débits avant régulation des eaux pluviales de voiries et BV amonts interceptés,
- Les débits Q20 état aménagé pouvant provenir des surverses des parcelles.

Le gabarit des noues est conservé sur tout le linéaire de voirie. Les débits maximums récupérés au niveau de chaque noue sont :

Tableau 6 - Vérification du dimensionnement des noues

Type de noue	Voie	Sous BV	Débits de pointe Q20 m <sup>3</sup> /s pouvant s'écouler sur la voirie	Débit d'évacuation minimum de la noue en m <sup>3</sup> /s	Pente en %
1	A	3,49 ha du BV initial n°4	0,63	1,03	1,00%
2		5,7 ha du BV initial n°4	1,03		
3	B	C	0,20	1,03	1,00%
4	D	B	1,52	1,56	1,00%
5	D	4920 m <sup>2</sup> du sous BV B	0,15	2,1	13,00%
		3120 m <sup>2</sup> du sous BV D	0,10		
6	E	C	0,20	3,86	14,00%
7	C	D	0,10	1,61	6,90%
		E	0,88	1,005	1,30%
8	E	F	0,20	1,84	3,20%
9	E	G	0,46	2,09	4,40%

On constate que le débit capable d'évacuation des eaux collectées par les noues est largement supérieur au débit y transitant pour une période de retour de 20 ans sur toutes les voiries.

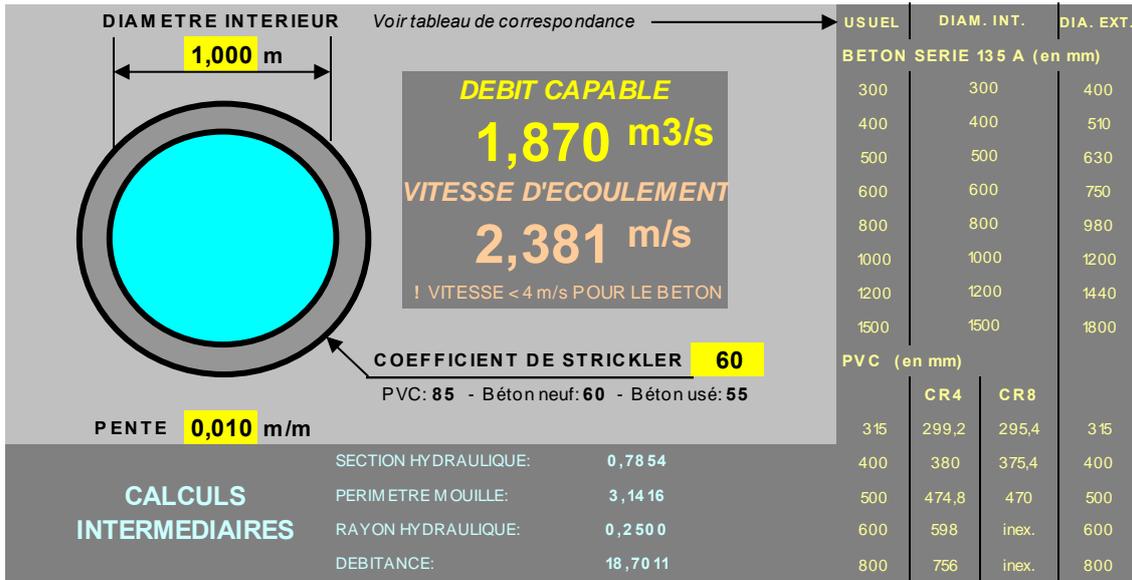
### 4) Dimensionnement des ouvrages de transparence hydraulique OH 4 et OH 5

Bassin versant	OH	Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Pente (m/m)	Ouvrage	Débits capable (m <sup>3</sup> /s)	Longueur
BV D	OH4	2,12	0,01	2 Buses béton diamètre 1000 mm	2 x 1,87	7,5 m
BV E	OH2	1,06	0,01	Buse béton diamètre 1000 mm	1,87	7,5 m

Tableau 7 - Dimensionnement des OH

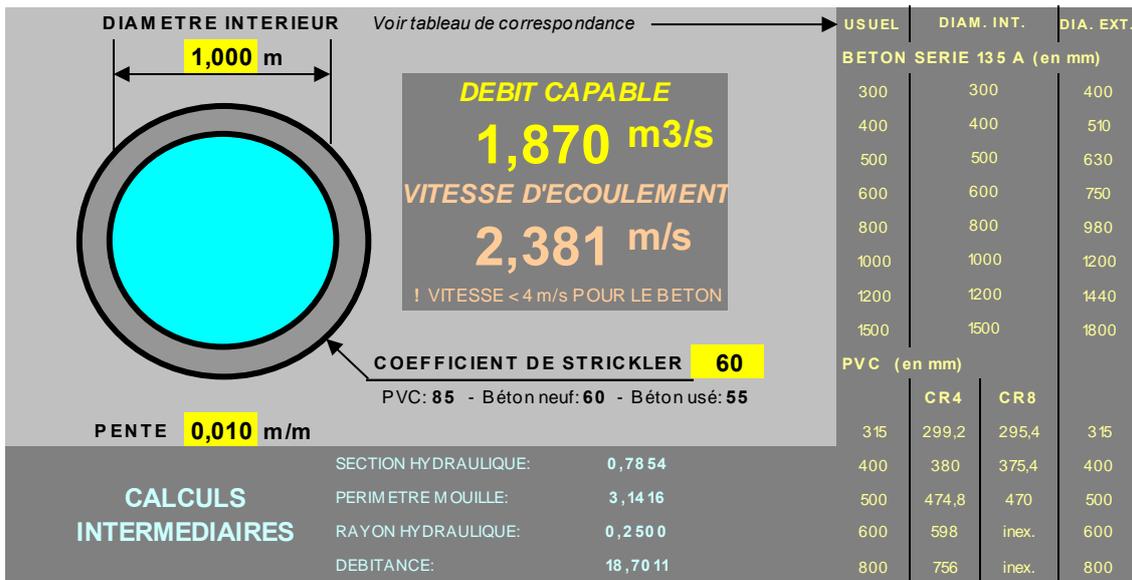
Les débits centennaux ont été estimés au prorata des surfaces des BV D et E par rapport au BV 3.

**OH4 – Talweg– Débit caractéristique Q100 2,12 m3/s :**



Il sera mis en place deux buses préfabriqués ayant les dimensions ci-dessus. Débit capable des deux buses = 2 x 1,87 = **3,74 m3/s** > **Q100 caractéristique**.

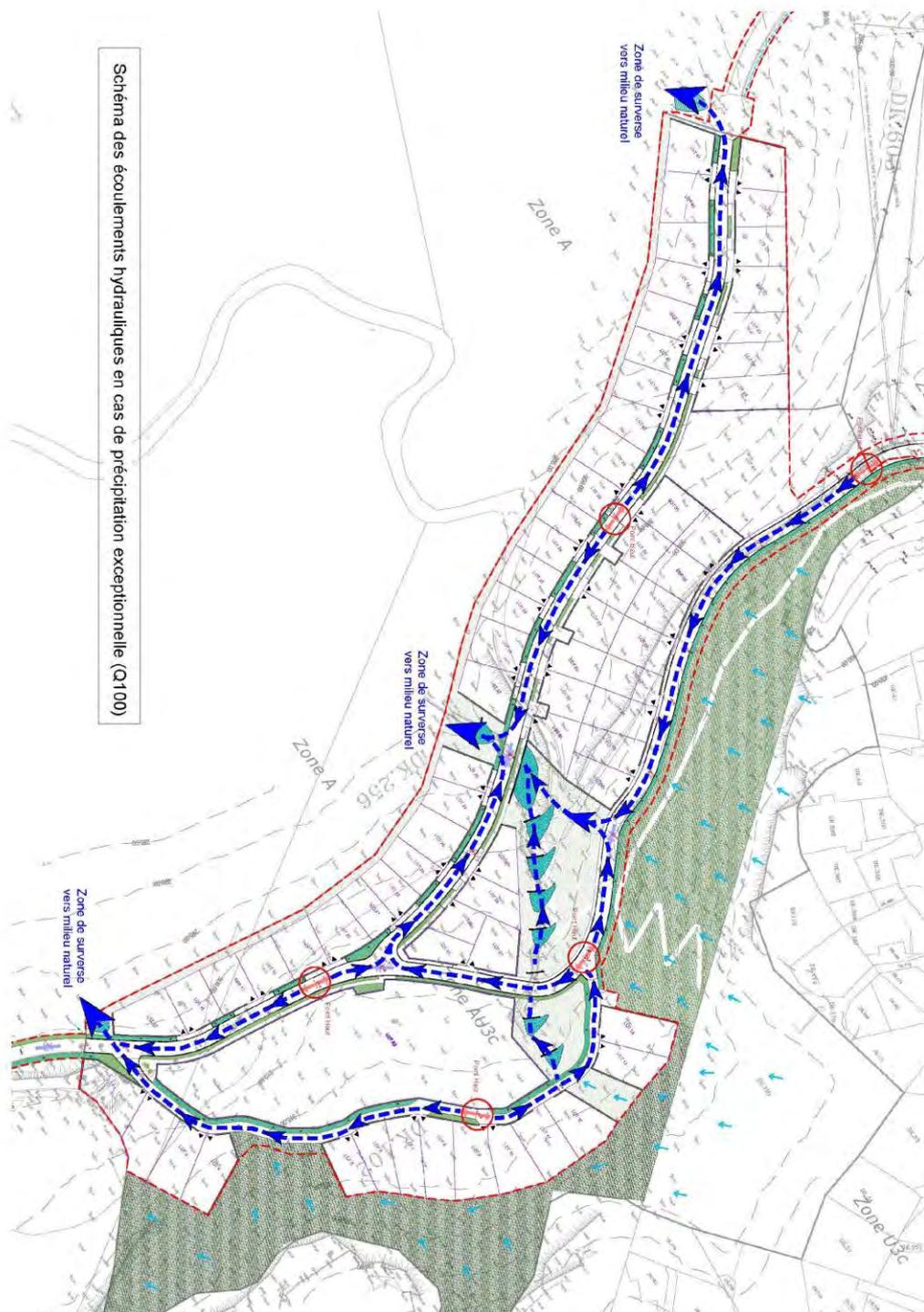
**OH5 – Talweg– Débit caractéristique Q100 1.06 m3/s :**



Il sera mis en place une buse préfabriqués ayant les dimensions ci-dessus. Débit capable de la buse **1,87 m3/s** > **Q100 caractéristique**.

## 5) Schéma des écoulements hydraulique en cas de précipitation exceptionnelle

Le plan ci-dessous permet de visualiser le chemin de l'eau en cas de pluie exceptionnelle (Q100). Dans l'hypothèse où les ouvrages de collecte seraient saturés, l'eau débordera et empruntera les chaussées qui serviront alors de chemin préférentiel à un écoulement en nappe jusqu'aux différents talwegs/espaces de temporisations existants les plus proches avant de s'écouler en surverse vers le milieu naturel. Les points bas ont été préservés de toute construction pour permettre une surverse vers le milieu naturel en cas d'inondation du site.



---

## CHAPITRE VIII : INCIDENCE SUR LA QUALITE DES EAUX SUPERFICIELLES

---

Tout aménagement sujet à la circulation routière est susceptible de perturber la qualité des eaux de surfaces ou de nappe. Il convient donc de caractériser le risque de pollution chronique et accidentelle.

### 1) Pollution chronique

Les atteintes chroniques résultent du lessivage de produits accumulés sur les voiries :

- Les hydrocarbures, huiles, caoutchouc, phénols, benzopyrènes, ... ;
- Les métaux lourds, surtout le plomb utilisé comme antidétonant dans les carburants et dont la concentration a beaucoup baissé (0,4 g/l avant 1989 et 0,15 g/l après), mais aussi le cadmium provenant des impuretés contenues dans les additifs à base de zinc ou entrant dans la composition des huiles et des pneus, et le zinc issu de l'érosion des glissières de sécurité.

Le Service Technique des Routes et Autoroutes (SETRA) a édité en juillet 2006 une note d'information intitulée « Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières ».

Cette note vise à établir un nouveau référentiel commun pour les calculs de charges polluantes, prenant en compte la réduction significative de pollutions émises par les véhicules du fait des progrès technologiques et de l'augmentation des contraintes réglementaires.

Nous utiliserons les valeurs proposées par le SETRA en ce qui concerne les surfaces imperméables ouvertes à la circulation.

Une estimation des charges polluantes annuelles est proposée, directement liée au trafic moyen journalier annuel estimé dans le cadre de l'étude de mobilité sur le site. Les valeurs citées sont rassemblées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 8 - Charges unitaires annuelles Cu par Ha imperméabilisé pour 1000 véhicules/jours**

	MES (kg)	DCO (kg)	Zn (kg)	Cu (kg)	Cd (kg)	Hc totaux (g)
Charges unitaires annuelles cu à l'ha imperméabilisé pour 1000v/j	40	40	0,4	0,02	2	600

Notes :

- la DBO5 n'est pas prise en compte car elle n'est pas caractéristique de ce type de pollution très peu biodégradable (à titre indicatif le rapport DCO/DBO est de l'ordre de 6 dans les eaux pluviales routières

- le plomb n'est pas non plus pris en compte car il a presque totalement disparu des rejets : les valeurs mesurées sont dans la plupart des cas inférieures aux concentrations du décret eau potable

- MES : matières en suspension

- DCO : demande chimique en oxygène

- Zn : zinc

- Cu : cuivre

- Cd : cadmium

- Hc : hydrocarbures totaux

Pour des trafics globaux inférieurs à 10 000 véhicules jours la charge polluante annuelle se calcule proportionnellement au trafic global et à la surface imperméabilisée, soit :

$$Ca = Cu \times (T/1000) \times S$$

Avec :

- Ca = charge annuelle en kg (ou en g pour Hc totaux et Hap) ;
- T = trafic global en v/j, quel que soit le pourcentage de poids lourds ;
- S = surface imperméabilisée en ha ;
- Cu = charge unitaire annuelle pour 1000 v/j, en kg/ha (ou en g/ha pour Hc totaux et Hap).

Pour ce projet, nous nous intéresserons aux 3 voiries principales de transit entre le quartier de Villèle et la RD100, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Voie A, avec une surface routière imperméabilisée de 0,28 ha et un trafic journalier évalué à 1564 véhicules,
- Voie B, avec une surface routière imperméabilisée de 0,178ha et un trafic journalier évalué à 1564 véhicules,
- Voie C, avec une surface routière imperméabilisée de 0.58 ha et un trafic journalier évalué à 1564 véhicules,

Les trafics journaliers ont été évalués à partir de l'étude de circulation pour l'aménagement du « Lotissement du Golf » réalisé par ARTELIA en Avril 2017. Nous considérons pour les calculs que tous les véhicules empruntant la voie A transiteront également par les voie B et C qui en sont le prolongement. Cela nous donnera une marge de sécurité.

Les résultats de ces calculs sont rassemblés ci-dessous :

**Tableau 9 - Charges polluantes annuelles pour les zones d'évolution des véhicules**

	MES (kg)	DCO (kg)	Zn (kg)	Cu (kg)	Cd (kg)	Hc totaux (g)
Voie A	17,52	17,52	0,18	0,01	0,88	262,75
Voie B	11,14	11,14	0,11	0,01	0,56	167,04
Voie C	9,70	9,70	0,10	0,00	0,48	145,45

Avant rejet, les eaux transitent dans des noues paysagères. La noue joue le rôle d'une unité de traitement des eaux pluviales avant rejet.

La littérature (Sources : Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières – SETRA – Juillet 2006 et L'eau et la route – SETRA – 1997) indique les rendements suivants pour ce type d'ouvrage :

**Tableau 10 - Rendement d'un ouvrage de traitement de type fossé enherbé**

Type d'ouvrage	MES (kg)	DCO (kg)	Zn (kg)	Cu (kg)	Cd (kg)	Hc totaux (g)
Fossé enherbé	65%	50%	65%	65%	65%	50%

## 2) Méthodes de calcul des taux de rejet

La pollution véhiculée par la pluie est caractérisée par des phénomènes chroniques et par des phénomènes aigus, constituant un événement de pointe qui se produit une ou deux fois par an (Notion d'impact maximal).

### Concentration moyenne sur l'année des rejets d'eau pluviales

La concentration moyenne sur l'année est calculée de la manière suivante :

$$C_m = C_a \cdot (1-t) / (9 \cdot S \cdot H)$$

Avec :

- $C_m$  = concentration moyenne annuelle en mg/l
- $C_a$  = charge annuelle en kg
- $t$  = taux d'abattement des ouvrages
- $S$  = surface imperméabilisée en ha
- $H$  = hauteur de pluie moyenne annuelle en m

La pluviométrie moyenne annuelle calculée dans Les environs de Villèle est estimée à **560 mm** (*Carte des précipitations sur la Réunion – Cumul (mm) – Année 2016 – Météo france*).

### Concentration maximale des rejets

Pour les surfaces concernées par une pollution d'origine routière, les mesures issues des sites expérimentaux ont montré que l'évènement de pointe est proportionnel à la charge polluante annuelle, et est directement lié à la hauteur de pluie qui génère cet évènement de pointe. La relation s'établit de la manière suivante :

$$F_r = 2,3 \times H$$

Avec

- $F_r$  = fraction maximale de la charge polluante annuelle mobilisable par un évènement de pointe ;
- $H$  = hauteur d'eau, en mètres, de l'évènement pluvieux de pointe (limité à 0,15 m).

Ainsi, d'après cette formule, un évènement de pointe très intense est susceptible d'entraîner en une seule fois un tiers de la pollution annuelle.

La concentration en polluant des eaux rejetées ( $C_e$ , en mg/l) est alors calculée selon la formule :

$$C_e = F_r \cdot C_a \cdot (1-t) / (10 \cdot S \cdot h)$$

( $C_a$  est exprimé en kg,  $S$  en ha et  $h$  en m)

Cette formule a été utilisée pour calculer les concentrations rejetées par les surfaces dévotion des véhicules, mais elle ne s'applique pas aux autres formes de pollution des eaux pluviales.

### 3) Synthèse des taux de rejet calculés

Le tableau ci-dessous synthétise les taux de rejet calculés après traitement des eaux pluviales et plus particulièrement les concentrations moyennes annuelles et concentrations maximales pour un événement de pointe.

**Tableau 11 - Concentrations moyennes annuelles en polluants estimées dans les Eaux Pluviales après traitement (fossé enherbé)**

Concentrations moyennes annuelles Cm						
Bassin versant	MES	DCO	Zn	Cu	Cd	Hc totaux
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Voie A, B et C	4,34	6,21	0,04	0,0022	0,22	93,10

**Tableau 12 - Concentrations maximales estimées des rejets pour un événement de pointe dans les eaux pluviales après traitement (fossé enherbé)**

Concentrations maximales annuelles Ce						
Bassin versant	MES	DCO	Zn	Cu	Cd	Hc totaux
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Voie A, B et C	5,04	7,19	0,05	0,0025	0,25	107,92

**Ces taux, avant dilution dans le milieu récepteur, correspondent à des objectifs de « bonne qualité».**

---

## CHAPITRE IX : ENTRETIEN DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

---

L'avantage de la gestion alternative des eaux pluviales et de rendre visible le parcours de l'eau et par conséquent alerter plus facilement les riverains d'un dysfonctionnement. La gestion alternative des eaux pluviales repose sur un principe fondamentale d'adaptions des ouvrages à la topographie et au respect de la loi de la gravité. Les ouvrages doivent être conçus pour permettre leur fonctionnement en charge et les débordements par surverses identifiés hors habitations.

Les noues et bassins de rétention sont considérés comme des espaces verts et doivent être entretenus comme tout type d'espace paysager. L'entretien manuel est à privilégier aux engins mécaniques comme le débroussilleur et le souffleur générateur de nuisances sonores. De plus un arrachage manuel des adventices est beaucoup plus efficace dans le temps.

Les ouvrages proposés sont à la fois techniques et paysagers, ils ont besoin d'un entretien préventif simple pour éviter des dysfonctionnements. Un entretien régulier ne nécessite pas la mise en œuvre de techniques particulières. En général, il est similaire à celui des espaces verts : taille des arbustes, tonte de gazon, arrosage pendant les périodes sèches, ramassage des feuilles, des débris et des déchets poubelliers.

Les noues et bassins de rétention sont des lieux privilégiés pour permettre le développement de la biodiversité. Un fauchage tardif plutôt qu'une tonte régulière est généralement recommandée notamment afin de permettre le développement de zones refuges (herbes hautes).

Il faut également curer les orifices de vidanges et de surverses des ouvrages. En effet, pour les fossés et les noues de rétention, il est nécessaire de curer les dispositifs de vidange périodiquement pour ne pas compromettre leur fonction de régulation. La fréquence de curage s'espace dans le temps car les transports de fines sont filtrés et assimilés au fur et à mesure du développement des végétaux. Nous prévoyons dans le cadre des marchés de plantation une période d'entretien des espaces paysagers et hydrauliques de 1 à 3 ans pour assurer la stabilité des ouvrages et ainsi rétrocéder à la collectivité ou aux habitants du quartier une dispositif fonctionnel et éprouvé.

Pour ces zones végétalisées, les racines et les rhizomes des végétaux assurent l'aération du sol et permettent de limiter le colmatage. Ils permettent de plus le développement d'une faune bactérienne susceptible de traiter les apports de polluants, il est donc primordial de conserver une biodiversité végétale à l'intérieur des systèmes.

### **Récapitulatif des actions à mener :**

- Tonte (20 fois par an) ou fauchage (2 fois par an) des rives engazonnées,
- Arrosage des végétaux lors des sécheresses,
- Ramassage des éventuelles feuilles et les détritiques (qui risquent de colmater les dispositifs de régulation)

### **Par ailleurs, il importe de veiller à :**

- Evacuer les dépôts de boues de décantation lorsque leur quantité est telle qu'elle induit une modification du volume utile de rétention. Heureusement, la formation de ce dépôt prend beaucoup de temps car les volumes de boues générés sont très faibles. Ce curage sera donc effectué tous les 5 à 10 ans environ. L'extraction des décantés est réalisée par voie hydraulique ou à sec (pompage, balayage, pelletage, ...). Leur évacuation peut se faire vers un dispositif de traitement pour une filière de valorisation ou, suivant leur composition, vers un dépôt définitif. Une analyse de la qualité des boues permettra de préciser la filière de valorisation.
- Curer régulièrement les orifices d'arrivée et d'évacuation à débit régulé ou par surverse.

## CHAPITRE X : DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT DES RAVINES – HORS LOTISSEMENT -

La méthodologie adoptée pour l'analyse hydrologique est basée sur l'application des formules présentées dans le Guide d'Estimation des Débits de Crue à la Réunion (GEDC).

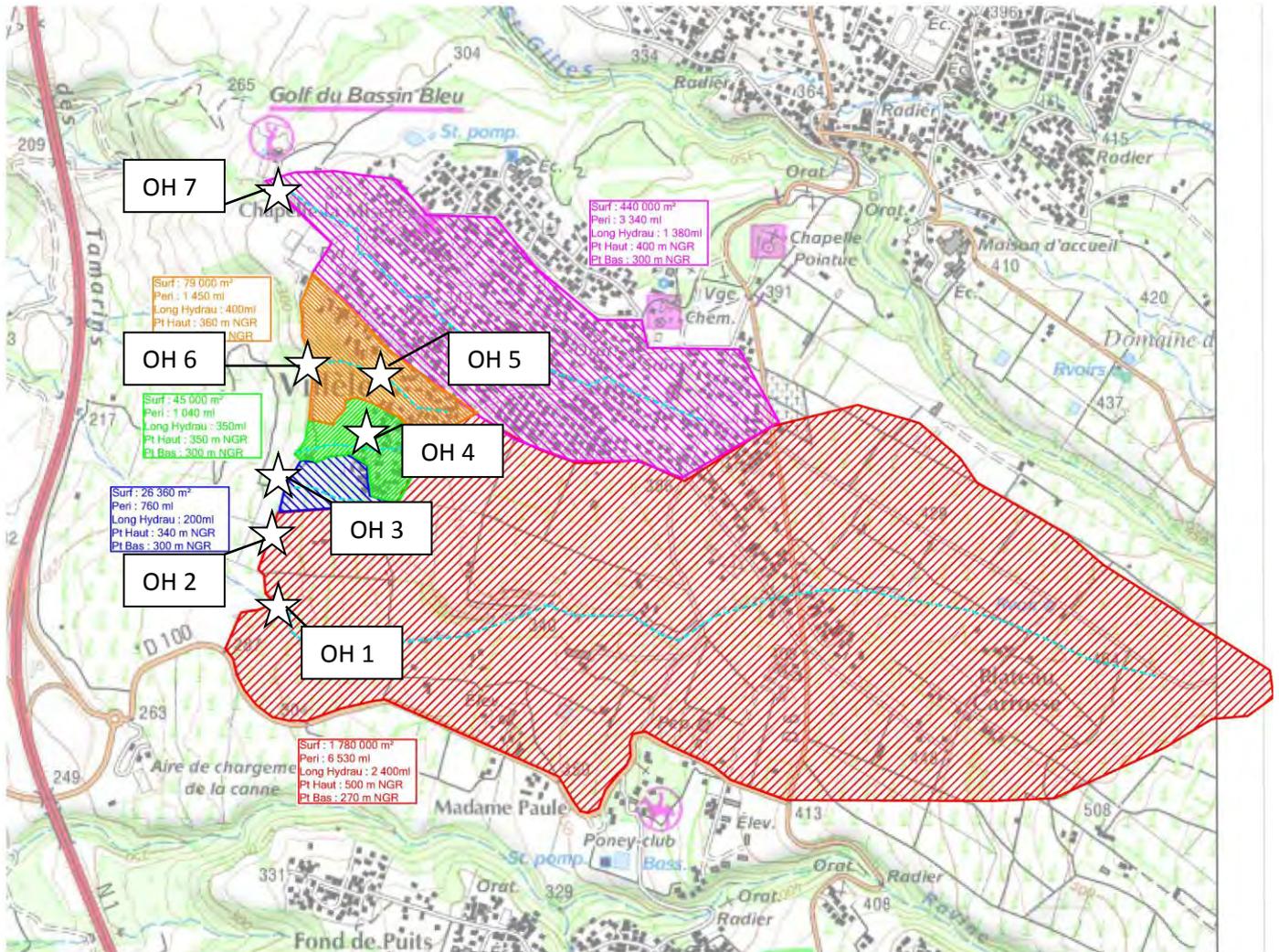


Figure 5 - Bassins Versants Ouvrages Hydrauliques

# 1) Dimensionnement

Id	Nom	Superficie km <sup>2</sup>	longueur km	périmètre km	H max m NGR	H min m NGR	Pente m/m	Hmoy m NGR	PLPH m
1	Villèle_Ravine OH1	1,78	2,4	6,54	500	283	0,09	390	2400
2	Villèle_Talweg OH2	0,026	0,2	0,76	340	300	0,20	320	200
3	Villèle_Talweg OH3	0,045	0,35	1,04	350	300	0,14	330	350
4	Villèle_Talweg OH6	0,079	0,4	1,45	360	300	0,15	330	400
5	Villèle_Ravine OH7	0,440	1,38	3,34	400	300	0,07	350	1380

Tableau 13- Caractéristiques des Bassins Versants

Les débits caractéristiques des bassins versants ont été calculés par application de la méthode du GEDC. Pour le dimensionnement des ouvrages de franchissement, le débit retenu est Q<sub>100</sub>.

Point de calcul	Q2 (m3/s)	Q5 (m3/s)	Q10 (m3/s)	Q20 (m3/s)	Q30 (m3/s)	Q100 (m3/s)
Villèle Ravine OH1	0,9	8,3	13,1	17,6	20,2	27,8
Villèle Talweg OH2	0,0	0,4	0,7	0,9	1,1	1,5
Villèle Talweg OH3	0,1	0,7	1,2	1,6	1,8	2,5
Villèle Talweg OH6	0,1	1,3	2,0	2,7	3,1	4,3
Villèle Ravine OH7	0,8	6,9	10,8	14,6	16,7	23,1

Tableau 14 - Estimation des débits

Les dimensions des ouvrages de franchissement à retenir pour évacuer les débits centennaux sont données dans le tableau suivant.

Au total cinq ouvrages hydrauliques sont à créer, car les voiries du projet franchissent des ravines et talwegs existants. Ces ouvrages sont donc là pour conserver les continuités hydrauliques des ravines ou talwegs existants.

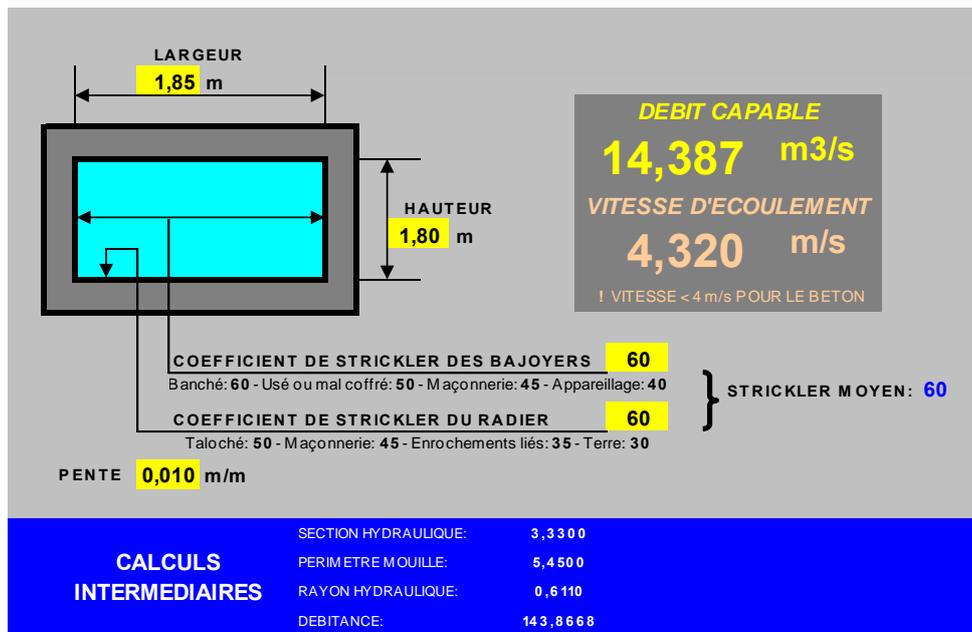
Bassin versant	OH	Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Pente (m/m)	Ouvrage	Débits capable (m3/s)	Longueur
Ravine Moulin Kader	OH1	27,8	0,01	2 Dalots préfabriqués 1,85 x 1,80 m	2 x 14,39	7,5 m
Talweg	OH2	1,5	0,01	2 Buses béton diamètre 800 mm	2 x 1,03	7,5 m
Talweg	OH3	2,5	0,01	2 Buses béton diamètre 1000 mm	2 x 1,87	7,5 m
Talweg	OH6	4,3	0,01	Dalot préfabriqué 1,20 x 1,20 m	4,69	7,50 m
Ravine Villèle	OH7	23,1	0,01	2 Dalots préfabriqués 1,70 x 1,70 m	2 x 11,87	7,5 m

Tableau 15 - Dimensions des ouvrages de franchissement

## 2) Caractéristiques des Ouvrages Hydraulique

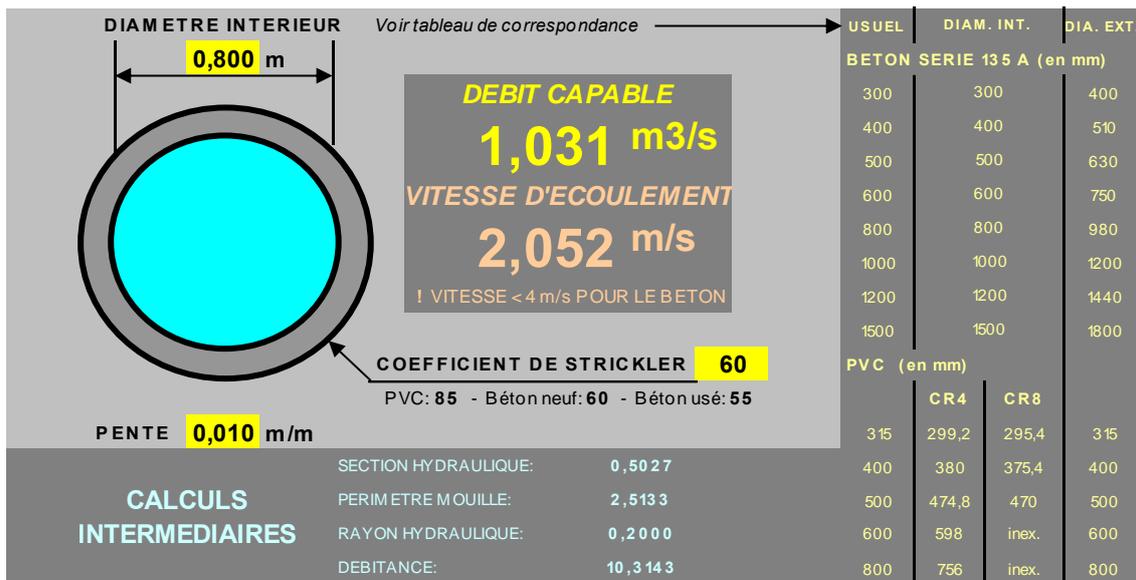
Les ouvrages hydrauliques ont été dimensionnés pour laisser le libre écoulement des eaux pluviales des bassins versants amont du projet, respectant le libre écoulement le long des talwegs et ravines. Le dimensionnement de ces ouvrages a été réalisé pour un débit de fréquence 100 ans. La capacité d'évacuation de ces ouvrages dimensionnée par la formule de Manning Strickler est indiquée ci-dessous.

### OH1 – Ravine Moulin Kader– Débit caractéristique Q100 27,8 m3/s :



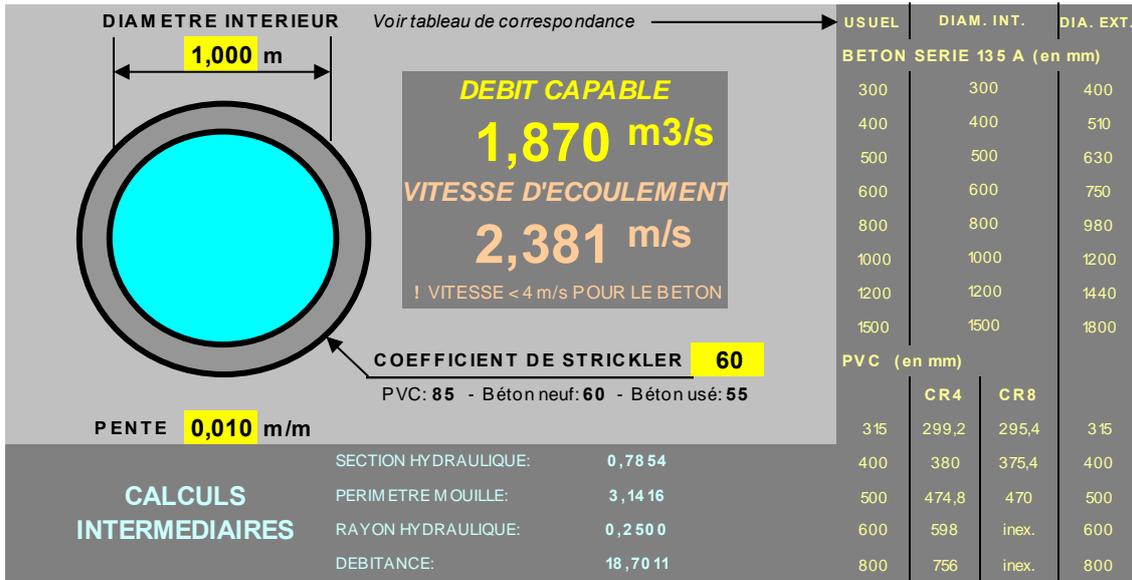
Il sera mis en place deux dalots préfabriqués ayant les dimensions ci-dessus. Débit capable des deux dalots = 2 x 14,387 = 28,77m<sup>3</sup>/s > Q100 caractéristique.

### OH2 – Talweg– Débit caractéristique Q100 1,5 m3/s :



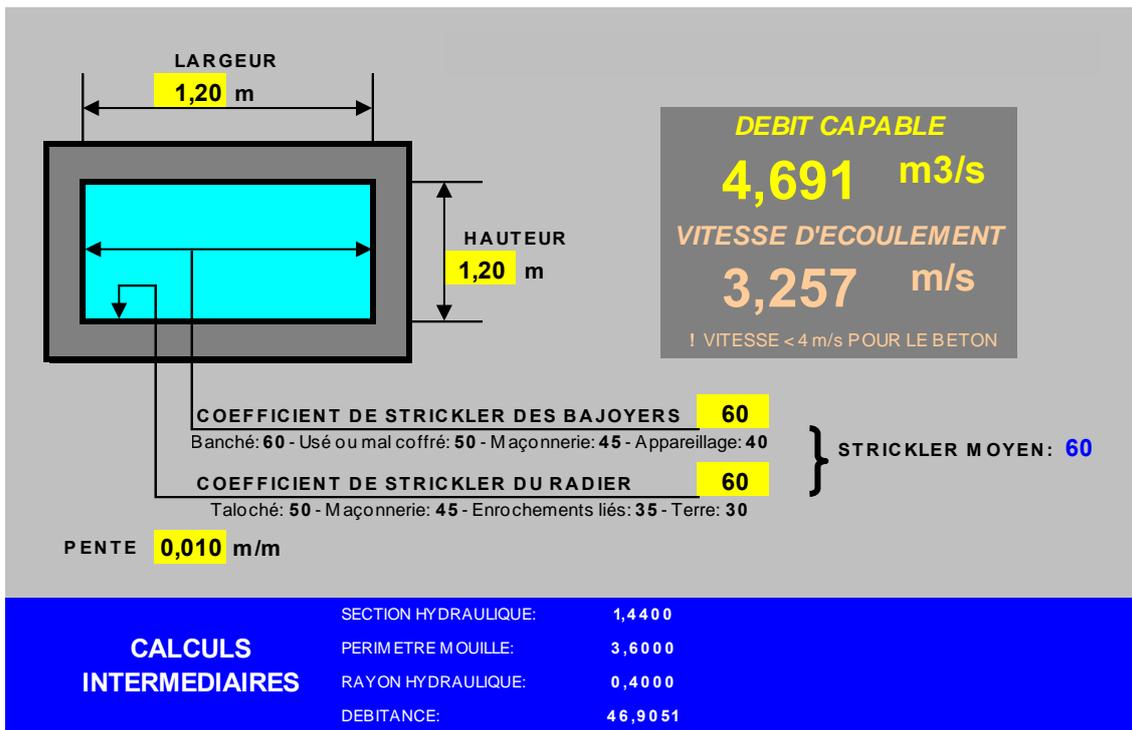
Il sera mis en place deux buses préfabriqués ayant les dimensions ci-dessus. Débit capable des deux buses = 2 x 1,031 = 2,062m<sup>3</sup>/s > Q100 caractéristique.

**OH3 – Talweg– Débit caractéristique Q100 2,5 m3/s :**



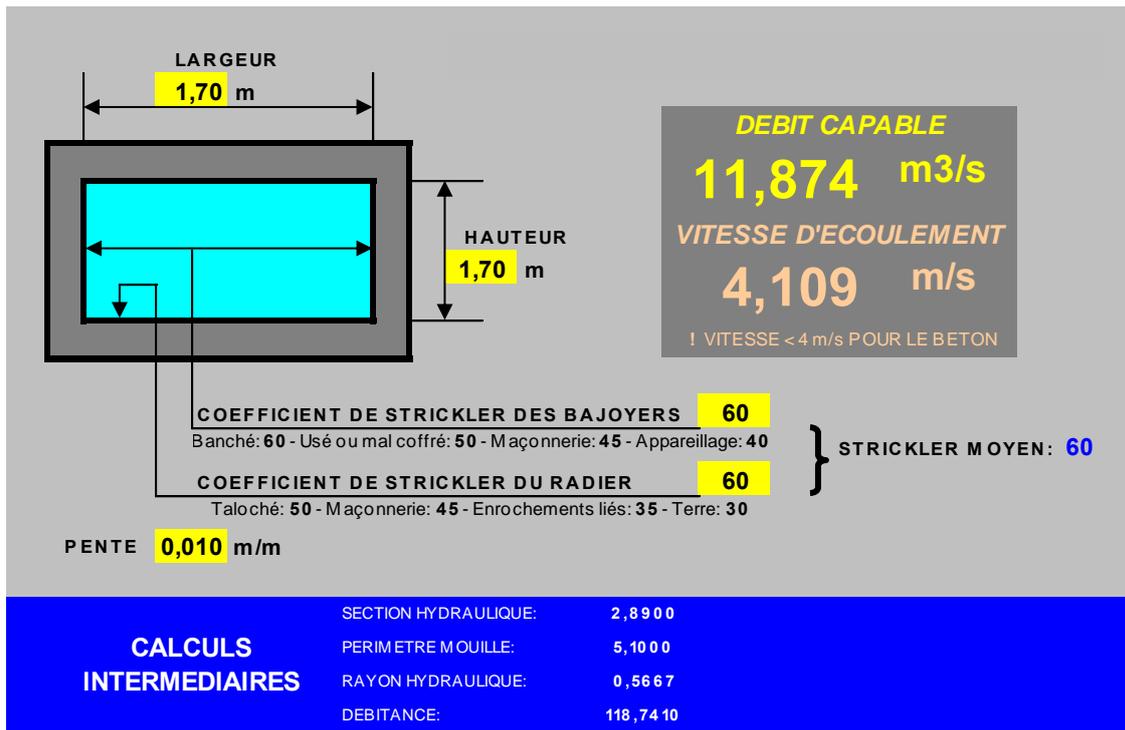
Il sera mis en place deux buses préfabriqués ayant les dimensions ci-dessus. Débit capable des deux buses = 2 x 1,87 = **3,74 m3/s** > **Q100 caractéristique**.

**OH6 – Talweg – Débit caractéristique Q100 4,3 m3/s :**



Il sera mis en place un dalot préfabriqués ayant les dimensions ci-dessus. Débit capable du dalot = **4,69 m3/s** > **Q100 caractéristique**.

OH7 – Ravine Villèle– Débit caractéristique Q100 23,1 m3/s :



Il sera mis en place deux dalots préfabriqués ayant les dimensions ci-dessus. Débit capable des deux dalots = 2 x 11,874 = 23,748 m<sup>3</sup>/s > Q100 caractéristique.



**Siège social :**

22 boulevard Maréchal Foch - BP58 - F-34140 Mèze

Tél. : +33(0)4 67 18 46 20 - Fax : +33(0)4 67 18 65 38 - [www.biotope.fr](http://www.biotope.fr)