



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

CBo Territoria  
Mai 2017\_V2

Étude d'impact sur  
l'environnement

atelier LD  
Paysage Urbanisme Techniques Environnementales



<b>Citation recommandée</b>	Biotope, 2017, Lotissement du golf et Voie d'accès – Saint-Paul (974), Étude d'impact sur l'environnement,. CBo Territoria. Atelier LD.	
Version/Indice	V2	
Date	03/05/2017	
Nom de fichier	EIE_PA-VILLELE_030517_V2	
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>1</b>	<b>Avant-propos</b>	<b>14</b>
1	Principes de projet et localisation	15
2	Présentation du demandeur	17
3	Objectifs d'aménagement	17
4	Situation foncière	17
5	Cadre réglementaire	19
6	Contenu de l'étude	20
<b>2</b>	<b>Résumé Non Technique</b>	<b>22</b>
1	Un besoin de nouveaux logements sur la Réunion	23
2	CBo TERRITORIA, un acteur important de l'aménagement et de l'économie de la Réunion	23
3	Le secteur du golf du quartier de Villèle	24
4	Un projet constituant une triple opportunité pour le quartier de Villèle	26
4.1	Accueillir de nouvelles populations	26
4.2	Restructurer la desserte viaire du quartier	26
4.3	Améliorer le réseau d'assainissement	26
5	Un projet intégré à son environnement	28
5.1	Dès sa phase de conception	28
5.2	Tout au long de la phase de chantier	28
5.3	Lors de la phase d'utilisation de l'aménagement	29
<b>3</b>	<b>Présentation du projet</b>	<b>30</b>
1	Chiffres clés du programme	31
2	Objectifs généraux de l'opération	31
3	Détails des différents aménagements projetés	32
3.1	Un lotissement de 116 logements	32
3.2	Une extension du réseau viaire	33
3.3	Un aménagement paysager spécifique	39
3.4	Un traitement des eaux pluviales adapté	40
3.5	Une intégration des constructions dans la pente encadrée	41
3.6	Des prescriptions complémentaires se traduisant dans une pièce particulière du permis d'aménager	41
4	Modalités de mise en œuvre	42
4.1	Phasage	42
4.2	Descriptifs des opérations	42
<b>4</b>	<b>Etat initial de l'environnement</b>	<b>44</b>

<b>1 Localisation et définition de la zone d'étude</b>	<b>45</b>
<b>2 Milieu physique</b>	<b>46</b>
2.1 Topographie	46
2.2 Climat	48
2.3 Géologie	49
2.4 Hydrogéologie	52
2.5 Hydrologie	54
<b>3 Risques majeurs</b>	<b>58</b>
3.1 Inondation	58
3.2 Mouvements de terrain	60
3.3 Feu de forêt	62
3.4 Phénomène de houle, marée de tempête et tsunami	62
3.1 Éruption volcanique	63
3.2 Séisme	63
3.3 Phénomène météorologique - Cyclone	63
3.4 Risque industriel	63
3.5 Transport de Marchandises Dangereuses	63
<b>4 Ressources énergétiques mobilisables</b>	<b>64</b>
<b>5 Milieux naturels</b>	<b>66</b>
5.1 Zonages réglementaires du patrimoine naturel	66
5.2 Zonages d'inventaire du patrimoine naturel	67
5.3 Les réseaux écologiques de La Réunion (RER)	68
5.4 Habitats	71
5.5 Flore	74
5.6 Faune	76
5.7 Synthèse des enjeux écologiques	82
<b>6 Paysage et patrimoine</b>	<b>87</b>
6.1 Grands paysages	87
6.2 Approche paysagère du site	89
6.1 Patrimoine culturel et paysager répertorié	90
<b>7 Milieu humain</b>	<b>94</b>
7.1 Contexte socio-économique	94
7.2 Contexte urbain	98
7.3 Déplacements	100
7.4 Cadre de vie et santé	108
<b>5 Compatibilité du projet avec l'affectation des sols et articulation avec les plans, programmes et schémas</b>	<b>111</b>
<b>1 Compatibilité du projet avec l'affectation des sols</b>	<b>112</b>
1.1 SCoT du TCO	112

1.2	PLU de Saint-Paul	116
<b>2</b>	<b>Servitudes d'Utilité Publiques</b>	<b>119</b>
<b>3</b>	<b>Articulation avec les plans, schémas, programmes</b>	<b>122</b>
3.1	Le SAR (Schéma d'Aménagement Régional)	122
3.2	Le Plan de Déplacements Urbains (PDU) du TCO	127
3.3	Le Plan Climat Énergie Territorial (PCET) du TCO	128
3.4	Le Schéma Départemental des Carrières de la Réunion	128
3.5	Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de la Réunion	128
3.6	Le Plan de Gestion des Risques d'Inondations (PGRI) de la Réunion	132
3.7	Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux. (SAGE) de l'Ouest	132
<b>6</b>	<b>Raisons des choix du projet</b>	<b>136</b>
<b>1</b>	<b>Convergence de facteurs pour le choix du site</b>	<b>137</b>
1.1	Un site pré-identifié comme dédié à l'accueil de nouvelles populations sur Villèle	137
1.2	Un site stratégique pour la re-structuration de la desserte viaire de Villèle	138
1.3	Une opportunité d'améliorer le réseau d'assainissement	139
<b>2</b>	<b>Réflexions pour aboutir à la variante retenue</b>	<b>139</b>
<b>3</b>	<b>Choix au sein de la variante retenue</b>	<b>141</b>
3.1	Les formes urbaines	141
3.2	La composition des lots	141
3.3	Les modalités de traitement des eaux pluviales	141
3.4	Le dimensionnement des voiries	142
3.5	Le scénario énergétique retenu	142
<b>7</b>	<b>Impacts sur l'environnement</b>	<b>145</b>
<b>1</b>	<b>Modalités d'analyse des effets</b>	<b>146</b>
<b>2</b>	<b>Impacts sur le milieu physique</b>	<b>147</b>
2.1	Incidence sur la topographie et le sol	147
2.2	Impacts sur l'eau	149
<b>3</b>	<b>Impacts vis-à-vis des risques majeurs</b>	<b>155</b>
3.1	Impacts subis par le projet	155
3.2	Impacts induits par le projet	156
<b>4</b>	<b>Impacts sur le milieu naturel</b>	<b>161</b>
4.1	Impacts sur les zonages d'inventaire et règlementaires	161
4.2	Impacts sur les habitats et la flore	162
4.3	Impacts sur la faune	162
<b>5</b>	<b>Impacts paysagers</b>	<b>164</b>
5.1	Impact concernant le patrimoine culturel	164
5.2	Impact sur le patrimoine archéologique	164

5.3 Impacts paysagers du projet	165
<b>6 Impacts sur le milieu humain</b>	<b>170</b>
6.1 Impacts sur le contexte socio-économique	170
6.2 Impact sur le contexte urbain	172
6.3 Conséquences sur les déplacements	174
6.4 Impact fonctionnel de l'infrastructure	177
<b>7 Impacts sur le cadre de vie</b>	<b>178</b>
7.1 Incidences sur la qualité de l'air	178
7.2 Conséquences sur l'ambiance sonore	183
<b>8 Impacts du projet sur la santé (voirie)</b>	<b>184</b>
8.1 Identification des populations	184
8.2 Effets des émissions polluantes atmosphériques	185
8.3 Effets des émissions sonores	186
8.4 Effets d'une pollution des eaux ou du sol	186
8.5 Effet sanitaire en lien avec les vecteurs de maladies et de parasites	187
<b>9 Synthèse de l'analyse des impacts</b>	<b>187</b>
<b>10 Consommation énergétique (hors voiries)</b>	<b>190</b>
10.1 Globalité de l'opération	190
10.2 Détails des besoins pour les logements	190
10.3 Besoins pour l'éclairage de l'espace public	191
<b>11 Évaluation des consommations énergétiques liées à l'exploitation de la voirie</b>	<b>191</b>
<b>12 Coûts collectifs des pollutions et nuisances et avantages induits pour la collectivité</b>	<b>192</b>
12.1 Généralités	192
12.2 Analyse	193
12.3 Bilan pour la collectivité	195
<b>13 Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus</b>	<b>196</b>
13.1 Généralités et recensement des projets traités	196
13.2 Approche cumulative des effets de l'opération d'aménagement avec les autres projets connus	199
<b>8 Mesures pour éviter, réduire, compenser</b>	<b>200</b>
<b>1 Généralités</b>	<b>201</b>
<b>2 Suivis, contrôles et évaluations de l'efficacité des mesures</b>	<b>202</b>
2.1 En phase préparatoire du chantier	202
2.1 En phase préparation et réalisation des travaux	202
2.2 En phase utilisation des aménagements	203
<b>3 Mesures prévues lors de la conception du projet</b>	<b>205</b>
3.1 Adaptation du projet aux sensibilités environnementales	205
3.2 Amélioration des facteurs environnementaux	207
<b>4 Mesures préalables à la phase chantier</b>	<b>213</b>

4.1	Phase préparatoire	213
4.2	Coordination et pilotage	213
4.3	Organisation temporelle et spatiale du chantier	215
<b>5</b>	<b>Mesures en phase chantier</b>	<b>217</b>
5.1	Sécurité des biens et personnes	217
5.2	Pollutions, risques et nuisances	218
5.3	Biodiversité	221
<b>6</b>	<b>Mesures en phase d'utilisation</b>	<b>222</b>
6.1	Entretien des emprises aménagées	222
<b>7</b>	<b>Impacts résiduels et coûts estimés des mesures</b>	<b>224</b>
<b>9</b>	<b>Méthodologie mise en oeuvre</b>	<b>228</b>
<b>1</b>	<b>Méthodologie générale pour les différentes phases de l'étude d'impact</b>	<b>229</b>
1.1	Auteurs de l'étude d'impact	229
1.2	Élaboration de l'état initial	229
1.3	Analyse des impacts du projet sur l'environnement	231
1.4	Proposition de mesures d'évitement, de réduction et de compensation	231
1.5	Difficultés rencontrées pour la réalisation de la présente étude d'impact sur l'environnement	231
<b>2</b>	<b>Méthodologie spécifique à chaque thématique</b>	<b>232</b>
2.1	Milieu physique	232
2.2	Milieu naturel	232
2.3	Patrimoine culturel – Analyse paysagère	233
2.4	Milieu humain	234
2.5	Acoustique	234
2.6	Qualité de l'air	234
2.7	Urbanisme	235
2.8	Santé	236
2.9	Coûts et avantages collectifs et consommation énergétique	236
2.10	Analyse des effets cumulés	236

## Liste des tableaux

Tableau 1 - Dimensionnement des principales voiries (Source: Atelier LD)	34
Tableau 2 - Caractéristiques des bassins-versants localement (Source : Atelier LD)	56
Tableau 3 - Récapitulatif des énergies renouvelables exploitables sur le site (Source :TECSOL)	65
Tableau 4 - Espèces d'oiseaux recensés sur la zone d'étude immédiate (Source ; Biotope)	79

Tableau 5 - Catégories et types de logements sur la commune de Saint-Paul (Source : Insee, RP2008 et RP2013 exploitations principales)	95
Tableau 6 - Zonage d'urbanisme s'appliquant sur au droit de l'opération projetée (Source : PLU de Saint-Paul)	118
Tableau 7 - Zonage du PPR s'appliquant sur au droit de l'opération projetée (Source : PLU de Saint-Paul)	120
Tableau 8 - Articulation de l'opération avec le SAR de la Réunion	127
Tableau 9 - Charges unitaires annuelles Cu par Ha imperméabilisé pour 1000 véhicules/jours (Source: Atelier LD)	150
Tableau 10 - Charges polluantes annuelles pour les zones d'évolution des véhicules (Source: Atelier LD)	151
Tableau 11 - Rendement d'un ouvrage de traitement de type fossé enherbé (Source: Atelier LD)	151
Tableau 12 - Concentrations moyennes annuelles en polluants estimées dans les Eaux Pluviales après traitement (fossé enherbé) (Source: Atelier LD)	152
Tableau 13 - Concentrations maximales estimées des rejets pour un évènement de pointe dans les eaux pluviales après traitement (fossé enherbé) (Source: Atelier LD)	152
Tableau 14 - Qualification du bassin-versant (Source : Atelier LD)	158
Tableau 15 - Débits de pointe générés découlant de la mise en œuvre de l'opération (Source : Atelier LD)	159
Tableau 16 - Critères de définition de la largeur minimale de la bande d'étude (Source : Circulaire du 25 février 2005)	178
Tableau 17 - Type de bâti et densité de population (Source : rapport d'études des CETE de Lyon et de Rouen pour le compte du CERTU (densité de population et morphologie du bâti) disponible sur site internet du CERTU (www.certu.fr)	179
Tableau 18 - Critères de définition du niveau d'étude (Source : Circulaire du 25 février 2005)	179
Tableau 19 – Données d'entrée pour l'estimation proposée des émissions liées aux évolutions du trafic (Source : Biotope)	181
Tableau 20 : Évaluation des émissions de polluants dans l'air (en kg/jour) - Polluants de base (Source : Biotope)	182
Tableau 21 - Principaux effets des polluants émis par la circulation routière (source :AIR Pays-de-Loire)	185
Tableau 22 : Tableau récapitulatif des impacts du projet sur l'environnement (Source: Biotope)	188
Tableau 23 – Évolution de la consommation énergétique (source : Biotope)	191
Tableau 24 – Valeurs pour le transport routier non collectif (en €/100 véh.km)	193
Tableau 25 – Coûts collectifs journaliers liés à la pollution de l'air	194
Tableau 26 – Prix de la tonne de carbone	194
Tableau 27 – Coûts collectifs annuels liés à l'effet de serre	194

Tableau 28 – Bilan des coûts et gains pour la collectivité en lien avec l'aménagement	195
Tableau 29 - Projet pris en compte dans l'analyse des effets cumulés (Source: DEAL, Préfecture, CGEDD)	197
Tableau 30 : Synthèse des impacts du projet après application des mesures	225
Tableau 31 - Détail de l'équipe intervenue pour la réalisation de l'étude d'impact	229

## Liste des illustrations

Figure 1 - Plan de situation au 1/25000 du projet (Source : Atelier LD)	15
Figure 2 - Plan du projet (Source : Atelier LD)	16
Figure 3 - Plan cadastral des parcelles du projet (Source : Atelier LD)	18
Figure 4 - Vue sur la frange urbanisée surplombant le site, et le talweg en partie centrale (Source : Atelier LD)	25
Figure 5 – Cartographie des habitats naturels et de la flore (Source : Biotope)	25
Figure 6 – Habitat secondaire sur le site (Source : Biotope)	25
Figure 7 - Principes de composition du lotissement (Source : Atelier LD)	32
Figure 8 - Plan de programmation du lotissement (Source: Atelier LD)	33
Figure 9 - Images de référence, voie desserte et résidentielle (Source : Atelier LD)	35
Figure 10 – Plan de l'aménagement du carrefour à la RD100 retenu (Source: Atelier LD)	35
Figure 11 – Profil en travers type de la voie A (Source: Atelier LD)	37
Figure 12 – Profil en travers type de la voie F (Source: Atelier LD)	37
Figure 13 - Coupes des différentes voies au sein de l'opération (Source: Atelier LD)	38
Figure 14 - Images de référence, coulée verte et bassins d'infiltration/rétention des eaux de pluie (Source: Atelier LD)	39
Figure 15 - Images de référence, noues paysagères (Source: Atelier LD)	40
Figure 16 - Exemple de coupe d'intégration des constructions dans la pente (Source: Atelier LD)	41
Figure 17 - Phasage des travaux projeté (Source : Atelier LD)	42
Figure 18 - Unités morphologiques communales (Source: Rapport de Présentation du PLU de Saint-Paul)	46
Figure 19 - Cartographie du pourcentage des pentes au droit du futur lotissement (Source: Atelier LD)	47
Figure 20 - Températures moyennes mensuelles aux stations "Pointe des 3 Bassins" et "Le Port" (Source: MétéoFrance)	48
Figure 21 - Précipitations moyennes mensuelles aux stations "Pointe des 3 Bassins" et "Le Port" (Source: MétéoFrance)	48

Figure 22 - Répartition des vents à l'échelle de l'île (Source : Météo France)	48
Figure 23 - Extrait cartographique géologique de la Réunion, échelle 1/100 000, 2006 (Source: BRGM)	49
Figure 24 - Localisation des points de sondage réalisés dans le cadre de l'étude géotechnique (Source: SEGC)	50
Figure 25 - Résultats des tests de perméabilité (Source: SEGC)	51
Figure 26 - Délimitations du bassin-versant de la Ravine Saint-Gilles (Source: SAGE Ouest)	54
Figure 27 - État chimique des masses d'eau "Cours d'eau" de l'île de la Réunion (Source : SDAGE)	55
Figure 28 - État écologique des masses d'eau "Cours d'eau" de l'île de la Réunion (Source : SDAGE)	55
Figure 29 -Caractéristiques des bassins-versants localement (Source : Atelier LD)	56
Figure 30 - Cartographie de l'aléa inondation (Source: PPRn prévisibles Commune de Saint-Paul)	59
Figure 31 - Cartographie de l'aléa mouvements de terrain (Source: PPRn prévisibles Commune de Saint-Paul, Octobre 2016)	60
Figure 32 - Cartographie partielle des zones à risque incendie (Source : DDRM de la Réunion)	62
Figure 33 - Cartographie des Réseaux Écologiques de La Réunion – Trame terrestre	68
Figure 34 - Cartographie des Réseaux Écologiques de La Réunion – Trame aquatique	69
Figure 35 - Cartographie des Réseaux Écologiques de La Réunion – Trame aérienne	70
Figure 36 - Cartographie simplifiée des habitats naturels indigènes à une échelle élargie (Source : DEAL 2015)	71
Figure 37 - Végétation se développant dans la zone d'étude réduite (Biotope, 2016)	72
Figure 38 - Présence de benjoin et de lataniers à proximité immédiate de la zone d'étude. Individus plantés dans le cadre d'aménagements paysagers et urbains (Biotope, 2016)	74
Figure 39 - Diagramme de représentativité des espèces végétales recensées dans la zone d'étude (Biotope, 2016)	74
Figure 41 - Petite Population d'Adiantum rhizophorum à l'abri a l'ombre d'une roche (Biotope, 2016)	75
Figure 42 - Diagramme de représentativité des espèces végétales invasives dans la zone d'étude (Biotope, 2016)	76
Figure 43 - Henotesia narcissus borbonica (Source : Biotope)	77
Figure 44 - Calotes versicolor (Source : Biotope)	77
Figure 45 - Phaeton lepturus (Source : Biotope)	80

Figure 46 - Busard de Maillard ( <i>Circus maillardi</i> ). (Source : Biotope)	80
Figure 47 - <i>Zosterops b. Borbonicus</i> . (Source : Biotope)	80
Figure 48 : Petit Molosse ( <i>Mormopterus francoismoutoui</i> ) (Source : Biotope)	81
Figure 49 - Les deux grands ensembles de paysage de la Réunion (Source: Atlas des paysages départemental)	87
Figure 50 - Extrait de la carte de synthèse des enjeux des paysages de la Réunion (Source : Atlas départemental)	88
Figure 51 - Vue sur la frange urbanisée surplombant le site, et le talweg en partie centrale (Source : Atelier LD)	89
Figure 52 - Vue depuis le site (Source : Atelier LD)	89
Figure 53 - Localisation du site inscrit de La Ravine de Saint-Gilles (Source: DEAL Ile de la Réunion)	90
Figure 54 - Domaine de Villèle : Maison de maître et ruine de la sucrerie (Source : office de tourisme de l'Ouest)	91
Figure 55 - Chapelle Pointue de Saint-Gilles-les-Hauts (Source : © Musée historique de Villèle / Raymond Barthes.)	92
Figure 56 - Extrait du plan des servitudes d'utilité publique (Source : PLU de Saint-Paul)	93
Figure 57 - Histogramme de l'évolution démographique (Source : base Cassini de l'EHESS et base INSEE)	94
Figure 58 – Parcelles agricole à proximité du projet (Source : RPG2013, Geoportail)	96
Figure 59 – Contexte urbain – Quartier de Villèle (Source : Geoportail)	98
Figure 60 – Réseau viaire – Quartier de Villèle et proches alentours (Source : Geoportail)	100
Figure 61 – Établissements générateurs de trafic– Quartier de Villèle (Source : Artélia)	101
Figure 62 – Cartographie des postes d'enquête de circulation (Source : Artélia)	102
Figure 63 – Méthodologie de calcul du trafic journalier (Source : Biotope)	103
Figure 64 – Trafics en section courante – HPM et HPS 2017, trafic journalier (Source : Artélia et Biotope)	103
Figure 65 – Stationnements – Quartier de Villèle (Source : Geoportail)	104
Figure 66 – Dessertes de transport en commun du quartier de Villèle, Réseau kar'ouest (Source : kar'ouest)	106
Figure 67 – Pistes cyclables de La Réunion (Source : Carte du schéma national des véloroutes et voies vertes de La Réunion, état d'avancement avril 2015)	107
Figure 68 – Station de mesures de la qualité de l'air située à proximité de la zone d'étude (Source : ORA)	108
Figure 69 – Rose des vents de référence pour la répartition des vents sur la zone d'étude (Source : Météo France)	108
Figure 70 – Carte de bruit stratégique – Extrait Saint-Paul (Source : A2MS)	109

Figure 71 – Localisation des sites et sols pollués répertoriés (Source : Géorisques)	110
Figure 72 – Carte des interfaces Ville-Nature (Source : SCOT TCO)	114
Figure 73 – Carte l'armature urbaine (Source : SCOT TCO)	115
Figure 74 : Superposition du plan parcellaire du lotissement avec le plan de zonage du PLU (Source : Atelier LD)	116
Figure 75 : Extrait du plan de zonage (Source : PLU de Saint-Paul)	117
Figure 76 - Pla des servitudes d'utilité publique (Source: PLU de Saint-Paul)	119
Figure 77 - Zonage du PPR en vigueur sur la commune (Biotope, 2017)	121
Figure 78 - Carte de destination générale des sols (Source : SAR de la Réunion)	122
Figure 79 : Les 5 axes du PCET du TCO (Source : PCET du TCO)	128
Figure 80 - Usage AEP et enjeux de protection au sein du SAGE (Source : SAGE Ouest)	134
Figure 81 - Continuité écologique des espaces terrestres et aquatiques au sein du SAGE (Source : SAGE Ouest)	135
Figure 82 - Les zones A Urbaniser sur la commune (Source: PLU de Saint-Paul)	137
Figure 83 - Cartographie de la trame viaire à échelle élargie (Source : Atelier LD)	138
Figure 84 - Évolution des schémas de principes de l'aménagement (Source: Atelier LD)	139
Figure 85 - Localisation des typologies denses et parcelles de taille réduite au sein du lotissement (Source : Atelier LD)	141
Figure 86 - Synthèse des scénarios énergétiques sur les structures retenues (Source: Étude sur le potentiel de développement des énergies renouvelables de l'opération, TECSOL)	144
Figure 87 - Coupe sur l'insertion du bâti dans la pente (Source : Atelier LD)	148
Figure 88 - Plan de gestion des eaux pluviales en Q100 (Source: Atelier LD)	155
Figure 89 - Localisation des ouvrages hydrauliques projetés et bassins-versants associés (Source : Atelier LD)	157
Figure 90 - Cartographie de l'impact du projet sur les réseaux écologiques de la Réunion (Source: Biotope)	161
Figure 91 – Vue du site depuis la route des Tamarins. (Source : Atelier LD)	166
Figure 92 – Vue du site depuis le RD100, en dessous de la route des Tamarins. (Source : Atelier LD)	166
Figure 93 – Vue du site depuis les chemins d'exploitation agricole situé en contrebas, et sur la frange urbanisée de Villèle qui le surplombe. (Source : Atelier LD)	167
Figure 94 – Perceptions du projet et modification paysagère (Source : Atelier LD)	167
Figure 95 – Perceptions du projet et modification paysagère : inscription dans la pente et la trame végétale (Source : Atelier LD)	168

Figure 96 – Principes de reconquête et de revalorisation paysagère mis en œuvre sur les espaces plantés de l'opération (Source : Atelier LD)	169
Figure 97 – Logigramme de la démarche (Source : Artélia)	175
Figure 98 – Méthodologie de calcul du trafic journalier (Source : Biotope)	175
Figure 99 – Trafics en section courante projetés – HPM et HPS 2017, trafic journalier (Source : Artélia et Biotope)	176
Figure 100 – Quartier résidentiel et établissements recevant du public à proximité (Source : Artélia et Biotope)	184
Figure 101 - Bilan énergétique lié à l'installation de chauffe-eaux solaires (Source: Étude du potentiel de développement des énergies renouvelables, TECSOL)	190
Figure 102 - Secteur de localisation des projets entrant dans le cadre de l'analyse des effets cumulés (Source: DEAL et Préfecture de la Réunion)	198
Figure 103 - Secteur de localisation des projets entrant dans le cadre de l'analyse des effets cumulés dans un rayon de 3 km (Source: DEAL et Préfecture de la Réunion)	198
Figure 104 : Principes d'éclairage de voirie. (Source : IN SITU, 2012)	206
Figure 105 : Principes d'éclairage de voirie. (Source : SEOR, 2012)	206
Figure 106 - Extraits du CPAUPE relatifs au respect de la topographie et à l'infiltration des eaux de pluie à la parcelle (Source : Atelier LD)	208
Figure 107 - Exemple de revêtement perméable pour les parkings (Source: CPAUPE)	209
Figure 108 - Exemple de revêtement perméable pour les limites avec l'espace public (Source: CPAUPE)	209
Figure 109 - Liste des essences retenues pour les plantations au sein du lotissement (Source: CPAUPE)	210
Figure 110 - Exemple de panneau d'information (Source: Biotope)	217
Figure 111 - Bac de rétention pour produits chimiques (Source : E-retention)	218



1

# Avant-propos

## 1 Avant-propos

### 1 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>.

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.

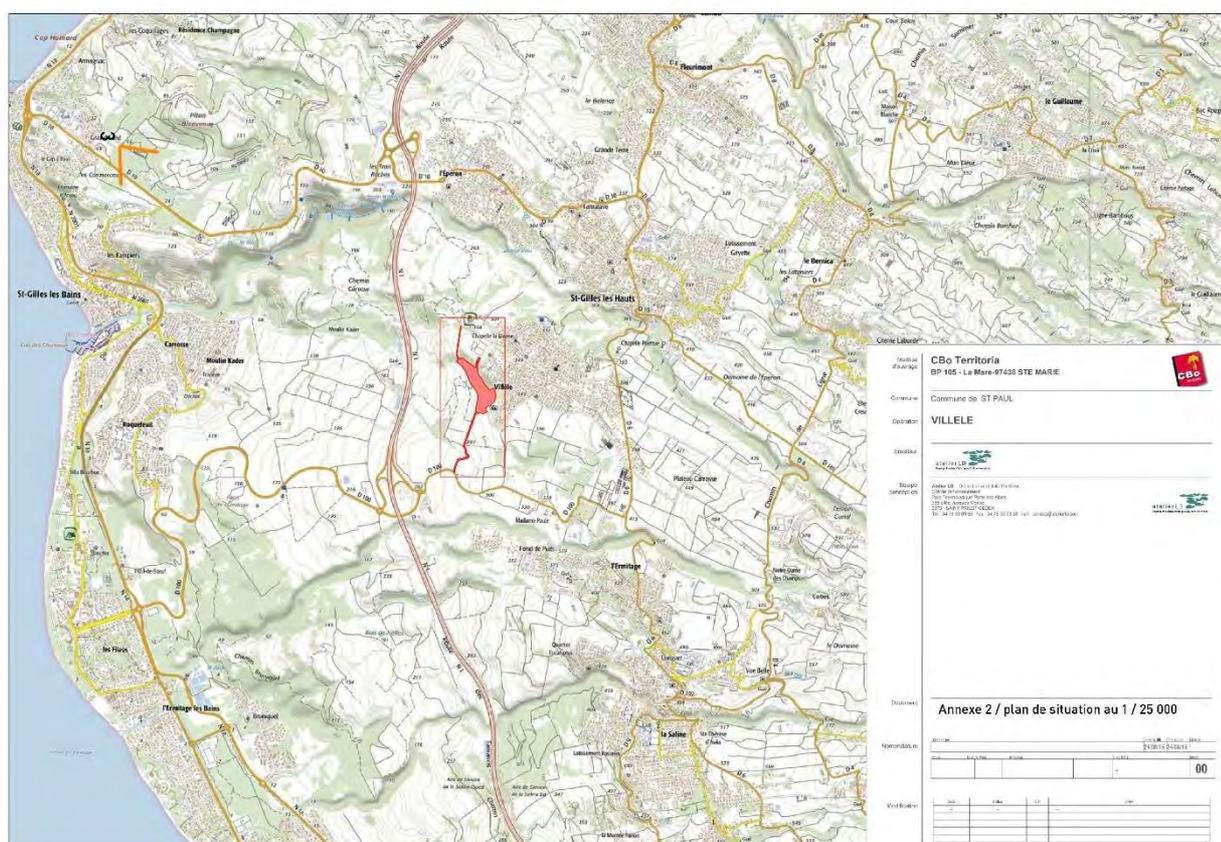


Figure 1 - Plan de situation au 1/25000 du projet (Source : Atelier LD)

1 Avant-propos

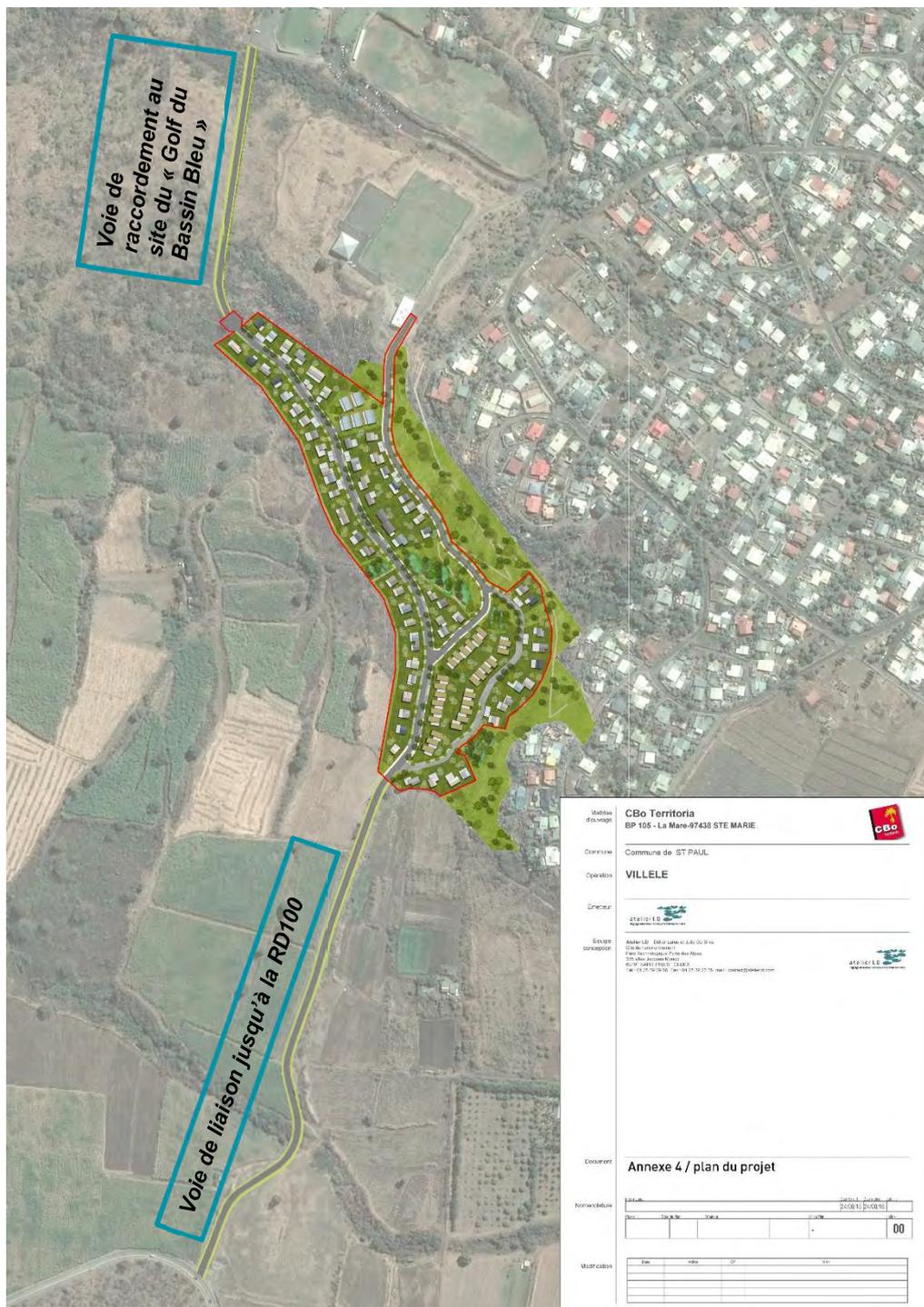


Figure 2 - Plan du projet (Source : Atelier LD)

## 1 Avant-propos

## 2 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.

## 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 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).

## 1 Avant-propos



Figure 3 - Plan cadastral des parcelles du projet (Source : Atelier LD)

## 1 Avant-propos

## 5 Cadre réglementaire

Le projet de lotissement fait par ailleurs d'objet d'un Permis d'Aménager et d'une demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau.

 **Cf. Annexe 1 Arrêté n°2016-2396/SG/DRCTCV donnant suite à l'examen au cas par cas.**

S'agissant d'une opération d'aménagement d'un lotissement d'habitations de 116 logements, créant une surface de plancher de 17900 m<sup>2</sup> et sur un terrain d'assiette de 49950 m<sup>2</sup>, ainsi que la création d'une voie de désenclavement du secteur de Villèle jusqu'à la RD100 raccordée au « Golf de Bassin Bleu » reliant la route des Tamarins sur un linéaire total d'environ 1.4km. L'ensemble de linéaire de voirie créée sur la totalité du projet est de 1.9 km. le projet est soumise à étude d'impact sur l'environnement au titre de :

**Article R.122-2 du Code de l'Environnement (version antérieure à celle applicable au 1<sup>er</sup> janvier 2017) – Création d'une route d'une longueur inférieure à 3 kilomètres**

L'article R-122-2 du Code de l'Environnement stipule que « *les travaux, ouvrages ou aménagements énumérés dans le tableau annexé au présent article sont soumis à une étude d'impact soit de façon systématique, soit après un examen au cas par cas, en fonction des critères précisés dans ce tableau.* »

Ce tableau indique que toutes les infrastructures routières d'une longueur inférieure à 3 kilomètres relèvent de l'examen au cas par cas pour la réalisation ou non d'une étude d'impact.

Catégories d'aménagements, d'ouvrages et de travaux	Projets soumis à étude d'impact	Projets soumis à la procédure de « cas par cas » en application de l'annexe III de la directive 85/337/CE
6° Infrastructures routières.	a) Travaux de création, d'élargissement, ou d'allongement d'autoroutes, voies rapides, y compris échangeurs.	/
	b) Modification ou extension substantielle d'autoroutes et voies rapides, y compris échangeurs.	b) Modification ou extension non substantielle d'autoroutes et voies rapides, y compris échangeurs.
	c) Travaux de création d'une route à 4 voies ou plus, d'allongement, d'alignement et/ ou d'élargissement d'une route existante à 2 voies ou moins pour en faire une route à 4 voies ou plus.	/
	d) Toutes autres routes d'une longueur égale ou supérieure à 3 kilomètres.	d) Toutes routes d'une longueur inférieure à 3 kilomètres.

Le projet porté par CBo Territoria intègre la création d'une liaison routière sud/nord de désenclavement du secteur de Villèle de 1.4 km.

L'arrêté préfectoral n°2016-2396/SG/DRCTCV (voir annexe 1) faisant suite à la demande de CBo Territoria d'un examen au cas par cas préalable à la réalisation d'une étude d'impact pour cet aménagement (formulaire n°F.974.12.P.00152, demande présentée le 27 octobre 2016 et considérée complète le 9 novembre 2016), indique que la création de cette route doit être soumise à étude d'impact.

**Article R.122-2 du Code de l'Environnement (version antérieure à celle applicable au 1<sup>er</sup> janvier 2017) – Ponts d'une longueur inférieure à 100 mètres**

## 1 Avant-propos

L'article R-122-2 du Code de l'Environnement stipule que « les travaux, ouvrages ou aménagements énumérés dans le tableau annexé au présent article sont soumis à une étude d'impact soit de façon systématique, soit après un examen au cas par cas, en fonction des critères précisés dans ce tableau. »

Ce tableau indique que les ponts d'une longueur inférieure à 100 mètres relèvent de l'examen au cas par cas pour la réalisation ou non d'une étude d'impact.

Catégories d'aménagements, d'ouvrages et de travaux	Projets soumis à étude d'impact	Projets soumis à la procédure de « cas par cas » en application de l'annexe III de la directive 85/337/CE
7° Ouvrages d'art.	a) Ponts d'une longueur supérieure à 100 mètres.	a) Ponts d'une longueur inférieure à 100 mètres.
	b) Tunnels et tranchées couvertes d'une longueur supérieure à 300 mètres.	b) Tunnels et tranchées couvertes d'une longueur inférieure à 300 mètres.

Le projet porté par CBo Territoria intègre la mise en place de 2 dalots préfabriqués au droit de la Ravine Moulin Kader et également de 2 dalots préfabriqués au droit de la Ravine Villèle.

L'arrêté préfectoral n°2016-2396/SG/DRCTCV (voir annexe 1) faisant suite à la demande de CBo Territoria d'un examen au cas par cas préalable à la réalisation d'une étude d'impact pour cet aménagement (formulaire n°F.974.12.P.00152, demande présentée le 27 octobre 2016 et considérée complète le 9 novembre 2016), indique que la création ponts doit être soumise à étude d'impact.

Suite à l'examen au cas par cas pour l'opération d'aménagement « Lotissement du Golf et voirie de desserte de Villèle », les services de l'État ont conclu qu'il était nécessaire de réaliser une étude d'impact qui, même si elle sera ciblée sur la création d'une voirie, devra néanmoins comporter une appréciation des impacts de l'ensemble du programme d'aménagement qui présente une sensibilité forte en termes de qualité de vie pour la population.

Pour rappel, l'article L122-1 II du code de l'environnement précise que "Lorsque ces projets concourent à la réalisation d'un même programme de travaux, d'aménagements ou d'ouvrages et lorsque ces projets sont réalisés de manière simultanée, l'étude d'impact doit porter sur l'ensemble du programme. Lorsque la réalisation est échelonnée dans le temps, l'étude d'impact de chacun des projets doit comporter une appréciation des impacts de l'ensemble du programme. Lorsque les travaux sont réalisés par des maîtres d'ouvrage différents, ceux-ci peuvent demander à l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement de préciser les autres projets du programme, dans le cadre des dispositions de l'article L122-1-2.

Un programme de travaux, d'aménagements ou d'ouvrages est constitué par des projets de travaux, d'ouvrages et d'aménagements réalisés par un ou plusieurs maîtres d'ouvrage et constituant une unité fonctionnelle."

## 6 Contenu de l'étude

**Cette demande d'autorisation étant déposée avant le 16 mai 2017, date à compter de laquelle entrera en application le nouveau contenu de l'étude d'impact tel que décrit dans le décret n° 2016-1110, la présente étude d'impact suit le contenu fixé à l'article R.122-5 du Code de l'Environnement jusqu'alors.**

## 1 Avant-propos

Le contenu de la présente étude d'impact est conforme aux exigences issues des articles R. 122-4 et R. 122-5 du Code de l'Environnement, et suivra le déroulé suivant :

- La description du projet,
- La description des variantes et les raisons pour lesquelles le présent projet a été retenu,
- L'analyse de l'état initial de la zone et des milieux susceptibles d'être affectés par le projet,
- La compatibilité du projet avec l'affectation des sols définie par le document d'urbanisme opposable, ainsi que, si nécessaire, son articulation avec les plans, schémas et programmes mentionnés à l'article R. 122-17,
- L'analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires et permanents, à court, moyen et long terme, du projet sur l'environnement,
- L'analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus,
- Les mesures pour éviter, réduire voire compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement,
- Une estimation des dépenses correspondantes, un exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet ainsi qu'une présentation des principales modalités de suivi de ces mesures et du suivi de leurs effets,
- Une présentation des méthodes utilisées pour réaliser l'état initial et évaluer les effets du projet sur l'environnement,
- Une description des difficultés éventuelles rencontrées,
- Les noms et la qualité des auteurs de l'étude d'impact,
- Un résumé non technique.

**Pour les infrastructures de transport** visées aux 5° à 9° du tableau annexé à l'article R. 122-2, l'étude d'impact comprend, en outre :

- Une analyse des conséquences prévisibles du projet sur le développement éventuel de l'urbanisation ;
- Une analyse des enjeux écologiques et des risques potentiels liés aux aménagements fonciers, agricoles et forestiers portant notamment sur la consommation des espaces agricoles, naturels ou forestiers induits par le projet, en fonction de l'ampleur des travaux prévisibles et de la sensibilité des milieux concernés ;
- Une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité. Cette analyse ne comprendra pas les principaux résultats commentés de l'analyse socio-économique car elle n'est pas requise pour le projet concerné, selon l'article L. 1511-2 du code des transports (grands projets d'infrastructures) ;
- Une évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet, notamment du fait des déplacements qu'elle entraîne ou permet d'éviter ;
- Une description des hypothèses de trafic, des conditions de circulation et des méthodes de calcul utilisées pour les évaluer et en étudier les conséquences.
- Elle indique également les principes des mesures de protection contre les nuisances sonores qui seront mis en œuvre en application des dispositions des articles R. 571-44 à R. 571-52.

2

## Résumé Non Technique

## 2 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.



## 2 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.

---

## 2 Résumé Non Technique



Figure 4 - Vue sur la frange urbanisée surplombant le site, et le talweg en partie centrale (Source : Atelier LD)

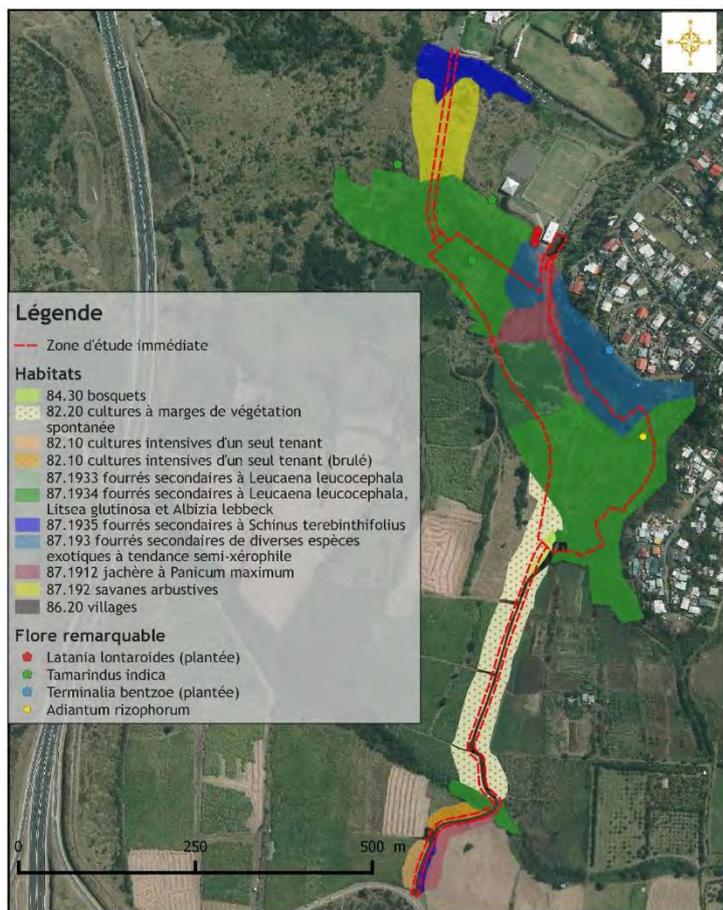


Figure 5 – Cartographie des habitats naturels et de la flore (Source : Biotope)



Figure 6 – Habitat secondaire sur le site (Source : Biotope)

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

# 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.

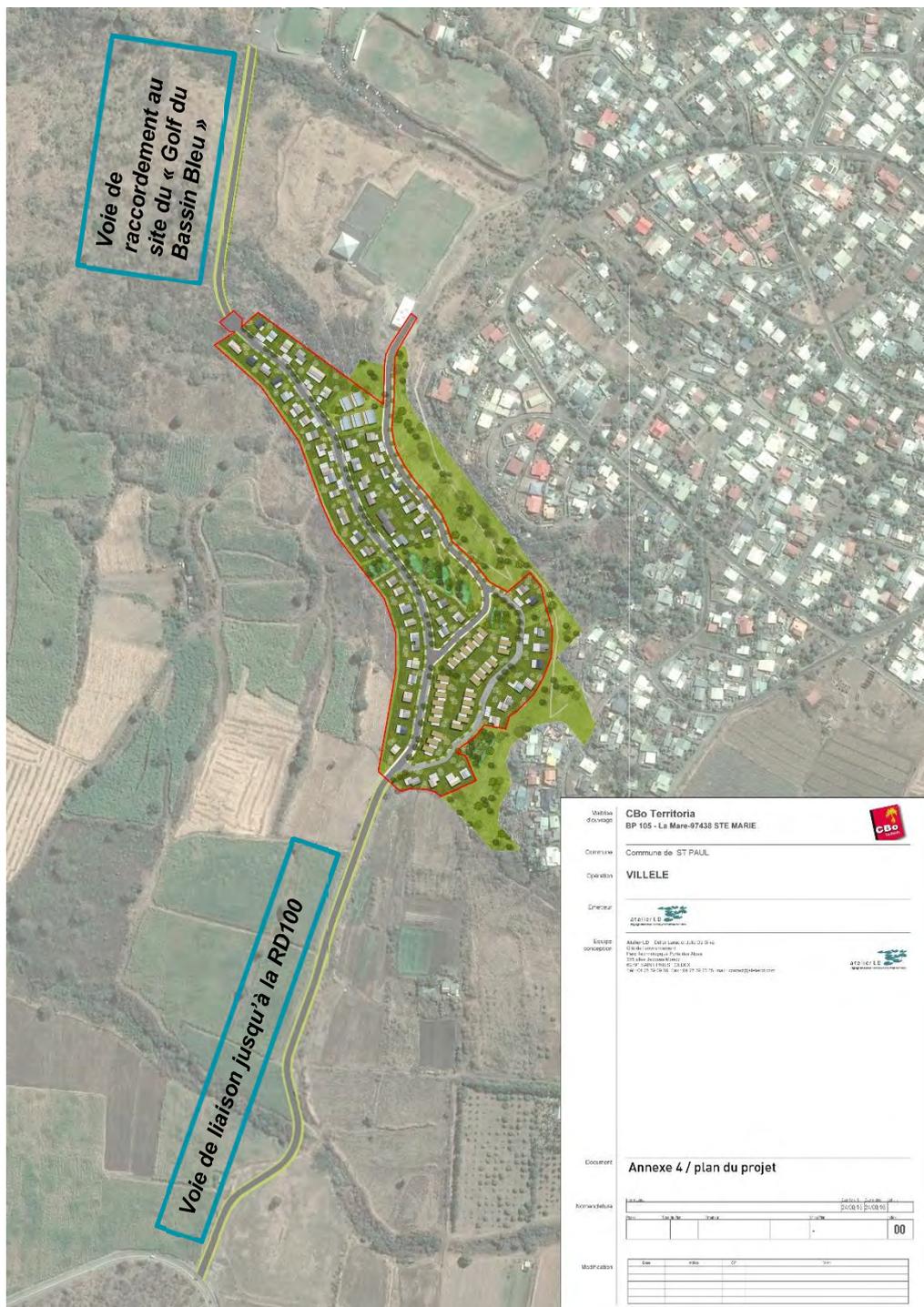
Une étude du trafic spécifique a été menée et a permis de définir les modalités de raccordement à la RD 100. Il se fera par l'intermédiaire d'un tourne-à-gauche, solution ayant obtenue un avis favorable de la part du Département.

## 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.



## 2 Résumé Non Technique



## 2 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.

## 2 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.

3

## Présentation du projet



### 3 Présentation du projet

## 1 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

## 2 Objectifs généraux de l'opération

Les grands objectifs autour de cette opération sont les suivants :

- 1) **Développer un programme de 116 logements qui répondent aux besoins de la population locale et permettent l'accueil de nouveaux habitants**, dont 40% de logements aidés.
- 2) **Développer un projet qui respecte le site et s'insère harmonieusement dans son environnement.** 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. Les 20 000 m<sup>2</sup> restants sont préservés de toute urbanisation, et sont soit maintenus à l'état naturel, soit reçoivent un traitement paysager.
- 3) **Améliorer la desserte du quartier de Villèle** par la création d'une voie de désenclavement en limite Ouest du site, depuis le stade de football 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).
- 4) **Améliorer l'accessibilité du pôle d'activité économique et touristique du Bassin Bleu** (golf) aujourd'hui écarté et difficile d'accès, grâce à la liaison transversale RD100/Villèle/Bassin Bleu permettra en outre
- 5) **Desservir le quartier de Villèle en assainissement** des Eaux Usées collectif gravitaire. (Géré par les services de La Créole)

### 3 Présentation du projet

## 3 Détails des différents aménagements projetés

### 3.1 Un lotissement de 116 logements

#### 3.1.1 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)

### 3 Présentation du projet

#### 3.1.2 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)

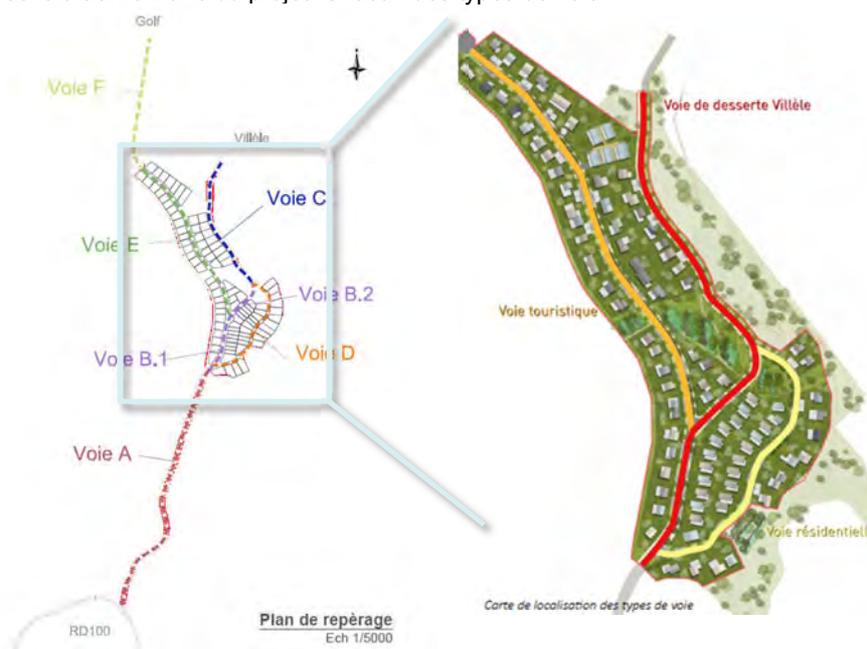


#### 3.2 Une extension du réseau viaire

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).

### 3 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.

#### 3.2.1 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).

#### 3.2.2 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).

### 3 Présentation du projet

#### 3.2.3 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)

#### 3.2.4 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)

#### 3.2.5 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.



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

## 3 Présentation du projet

### 3.2.6 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.

### 3 Présentation du projet

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

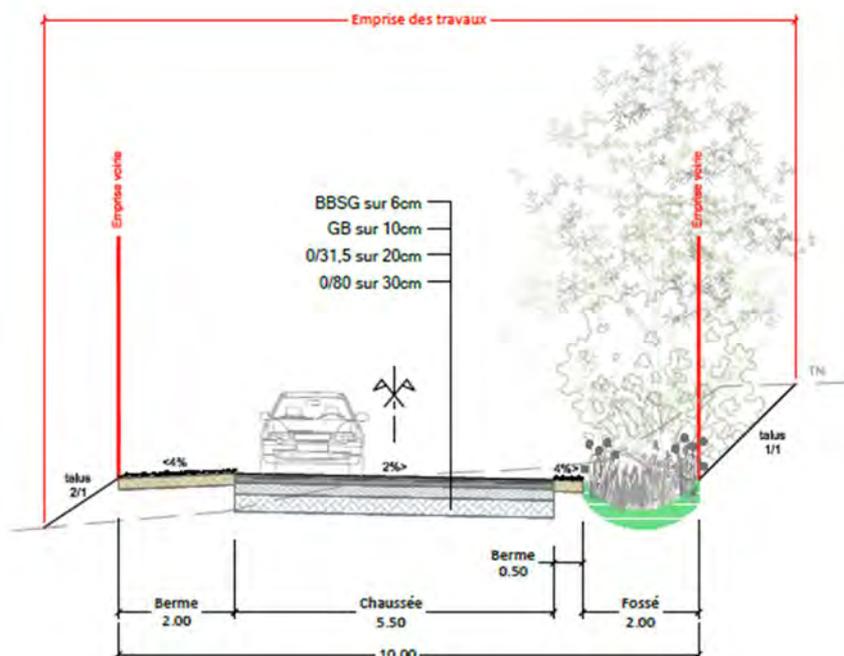
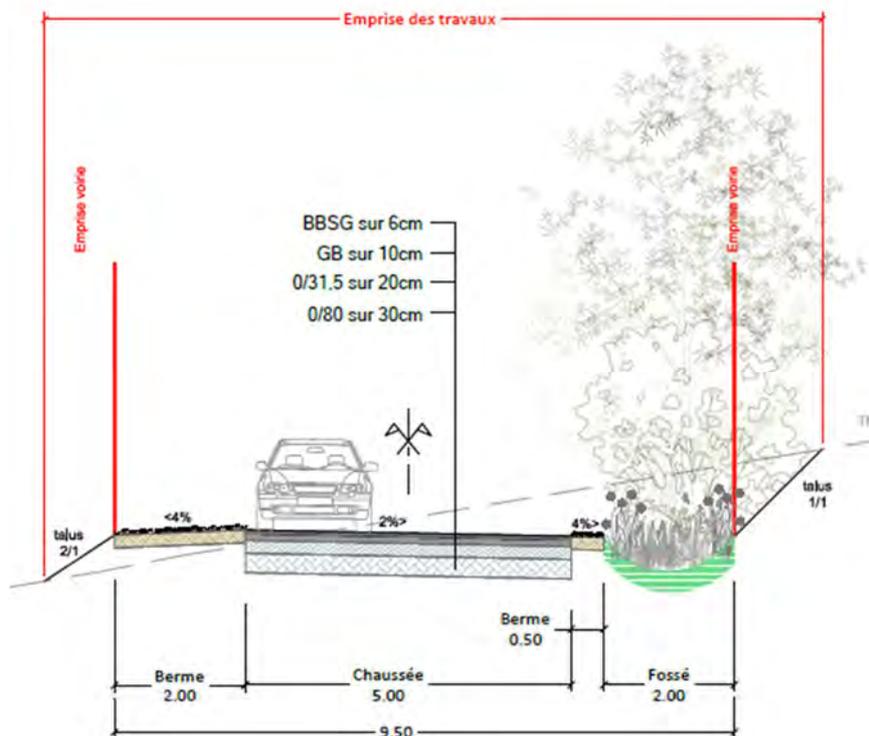


Figure 12 – Profil en travers type de la  
voie F (Source: Atelier LD)



### 3 Présentation du projet

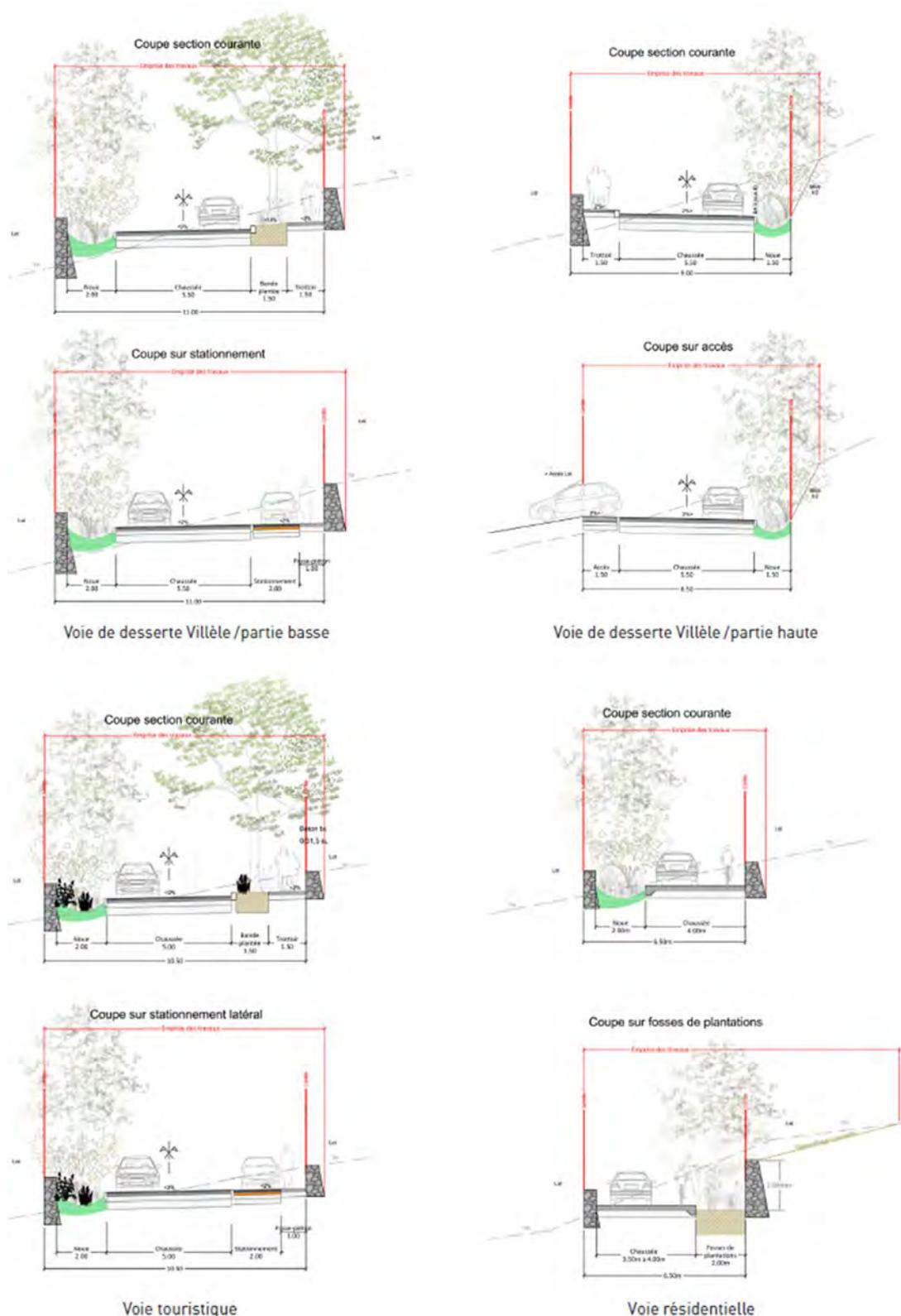


Figure 13 - Coupes des différentes voies au sein de l'opération (Source: Atelier LD)

## 3 Présentation du projet

### 3.3 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.

### 3 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.

#### 3.4 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)



### 3 Présentation du projet

#### 3.5 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.

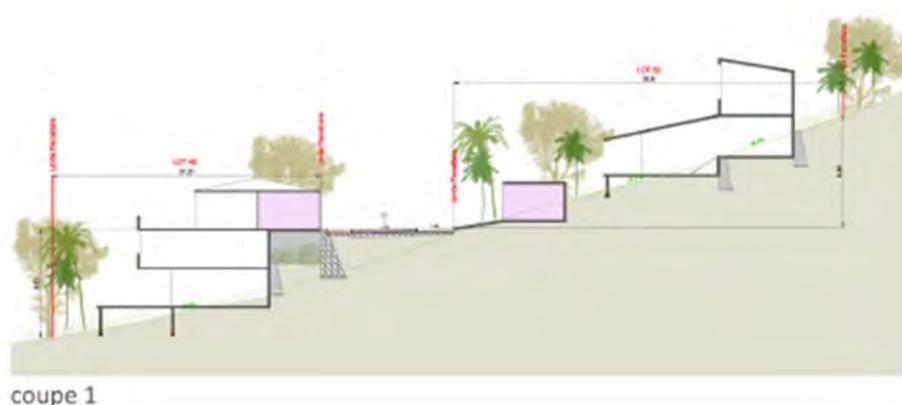


Figure 16 - Exemple de coupe d'intégration des constructions dans la pente (Source: Atelier LD)

#### 3.6 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.

### 3 Présentation du projet

## 4 Modalités de mise en œuvre

### 4.1 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)

### 4.2 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.

### 3 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.

4

Etat initial de  
l'environnement



## 4 Etat initial de l'environnement

### 1 Localisation et définition de la zone d'étude

La zone d'étude retenue se traduit sous la forme de deux zones distinctes : la zone d'étude élargie et la zone d'étude réduite.

#### ***Zone d'étude réduite***

Il s'agit des limites strictes du périmètre d'implantation du projet : lotissement et voiries. C'est la zone directement concernée par le projet et les travaux d'aménagement.

#### ***Zone d'étude élargie***

Elle s'étend sur un secteur plus large, comprenant toutes les zones susceptibles d'être concernées directement ou indirectement par le projet. Elle permet d'intégrer les notions de continuité et de fonctionnalité écologique.

## 4 Etat initial de l'environnement

### 2 Milieu physique

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)

#### 2.1 Topographie

La commune de Saint-Paul peut se découper en 3 grands ensembles selon un relief contrasté :

- *la plaine alluviale de la Rivière des Galets*, zone littorale, sur laquelle sont implantés le centre ville de Saint Paul et l'Etang.
- *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. **L'opération « lotissement du golf » s'inscrit au niveau de cet ensemble.**
- *l'effondrement du cirque de Mafate*, marqué par un relief extrêmement prononcé, avec son exutoire, la Rivière des Galets, située entre 200 m et 1 000 m d'altitude.

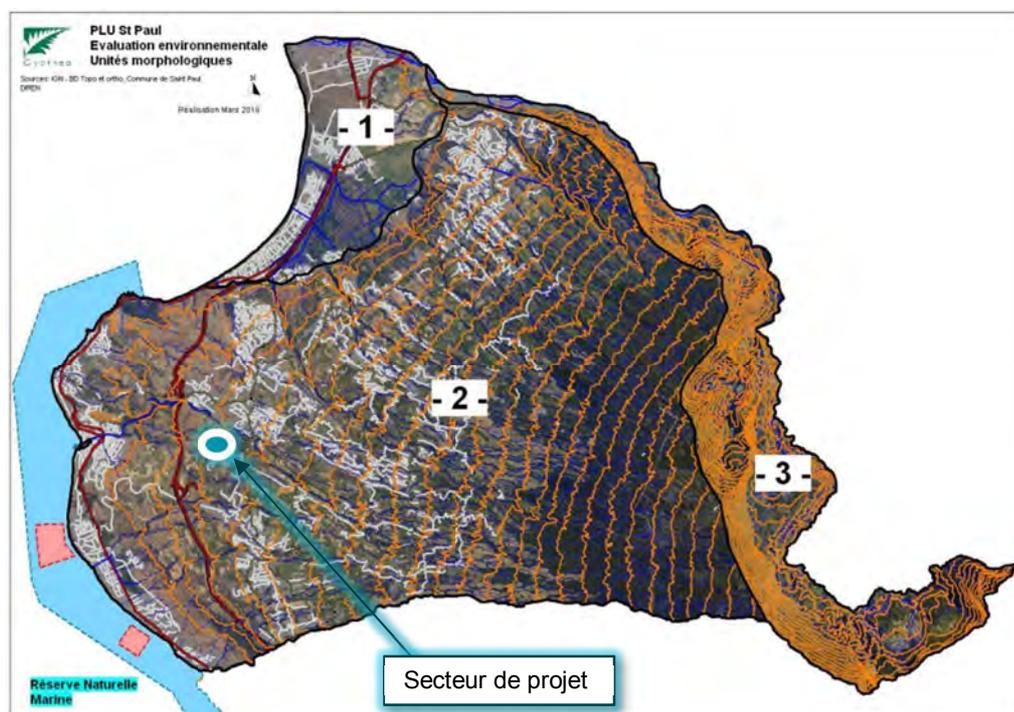


Figure 18 - Unités morphologiques communales (Source: Rapport de Présentation du PLU de Saint-Paul)

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%.

## 4 Etat initial de l'environnement

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.

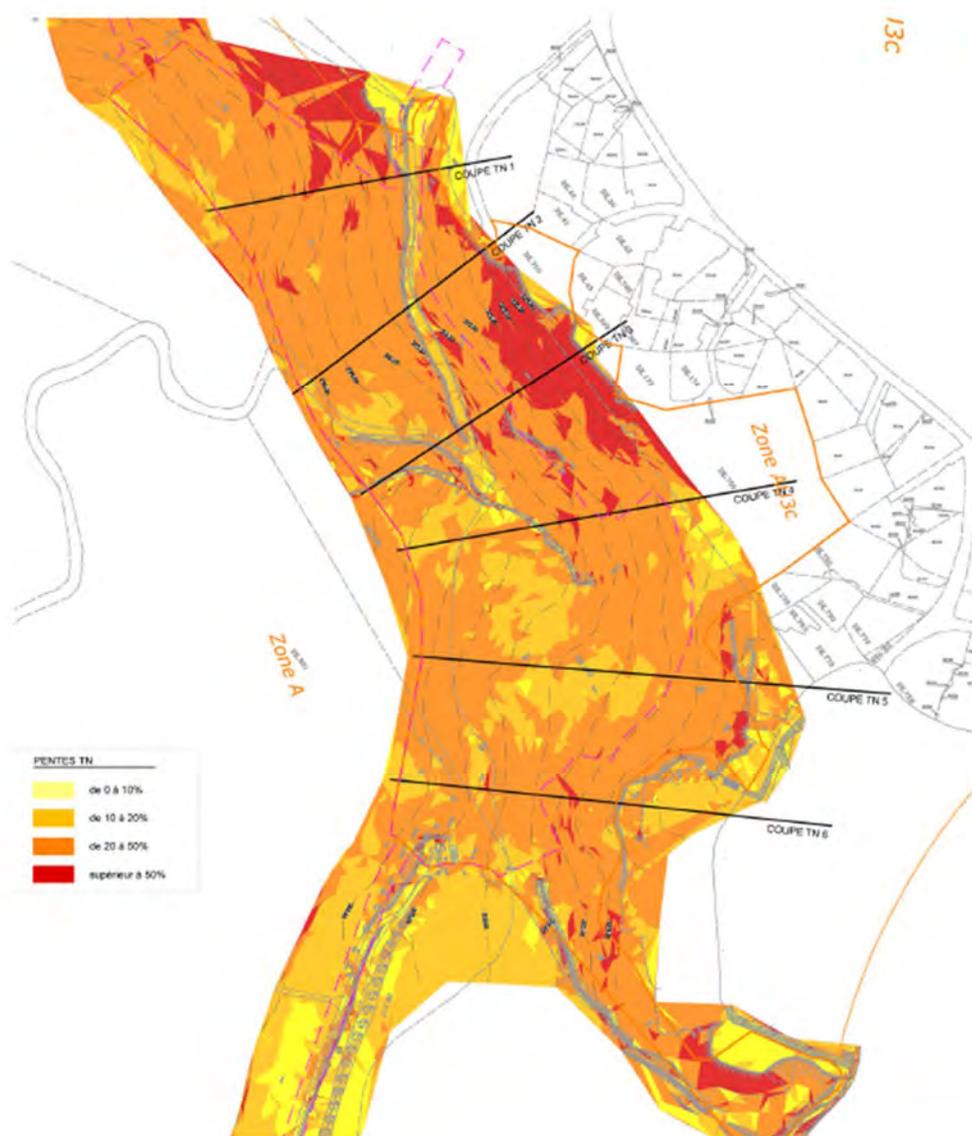


Figure 19 - Cartographie du pourcentage des pentes au droit du futur lotissement (Source: Atelier LD)

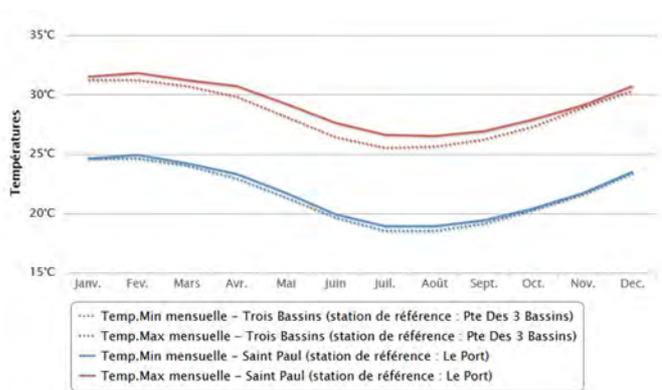
## 4 Etat initial de l'environnement

### 2.2 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 :

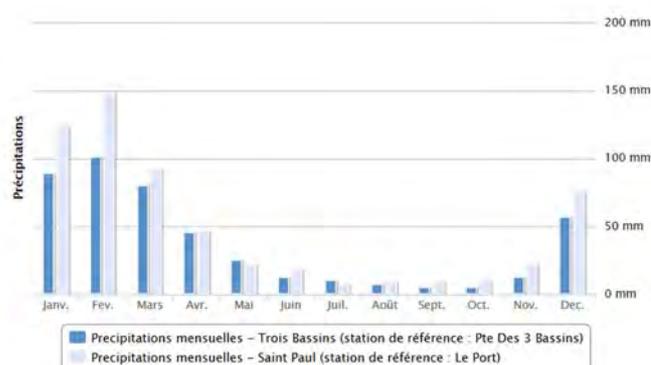
- L'été « chaud et pluvieux », qui s'étale de décembre à avril ;
- L'hiver « frais et sec », qui s'étale de mai à novembre.

Figure 20 - 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.

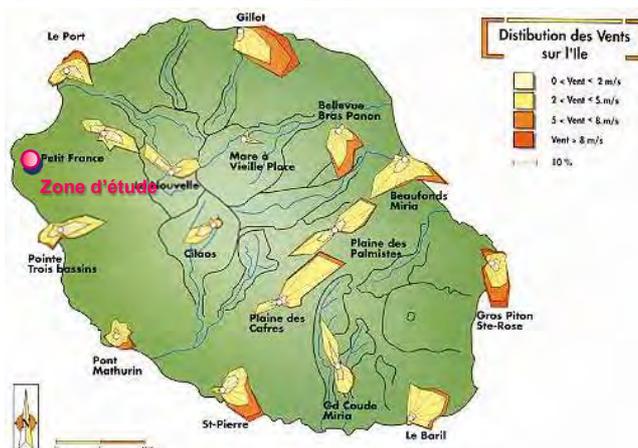
Figure 21 - Précipitations moyennes mensuelles aux stations "Pointe des 3 Bassins" et "Le Port" (Source: MétéoFrance)



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



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.

## 4 Etat initial de l'environnement

### 2.3 Géologie

#### 2.3.1 Généralités

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.

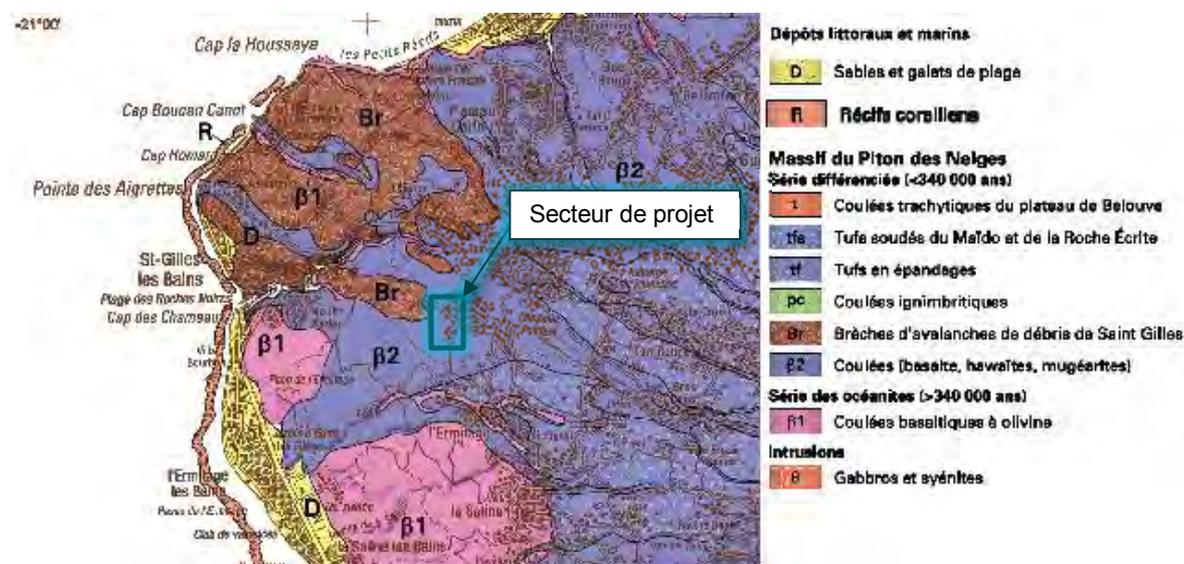


Figure 23 - Extrait cartographique géologique de la Réunion, échelle 1/100 000, 2006 (Source: BRGM)

## 4 Etat initial de l'environnement

### 2.3.2 Nature des sols

Une étude géotechnique a été réalisée sur le site.

Figure 24 - 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.



## 4 Etat initial de l'environnement

### 2.3.3 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 25 - 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.

## 4 Etat initial de l'environnement

### 2.4 Hydrogéologie

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

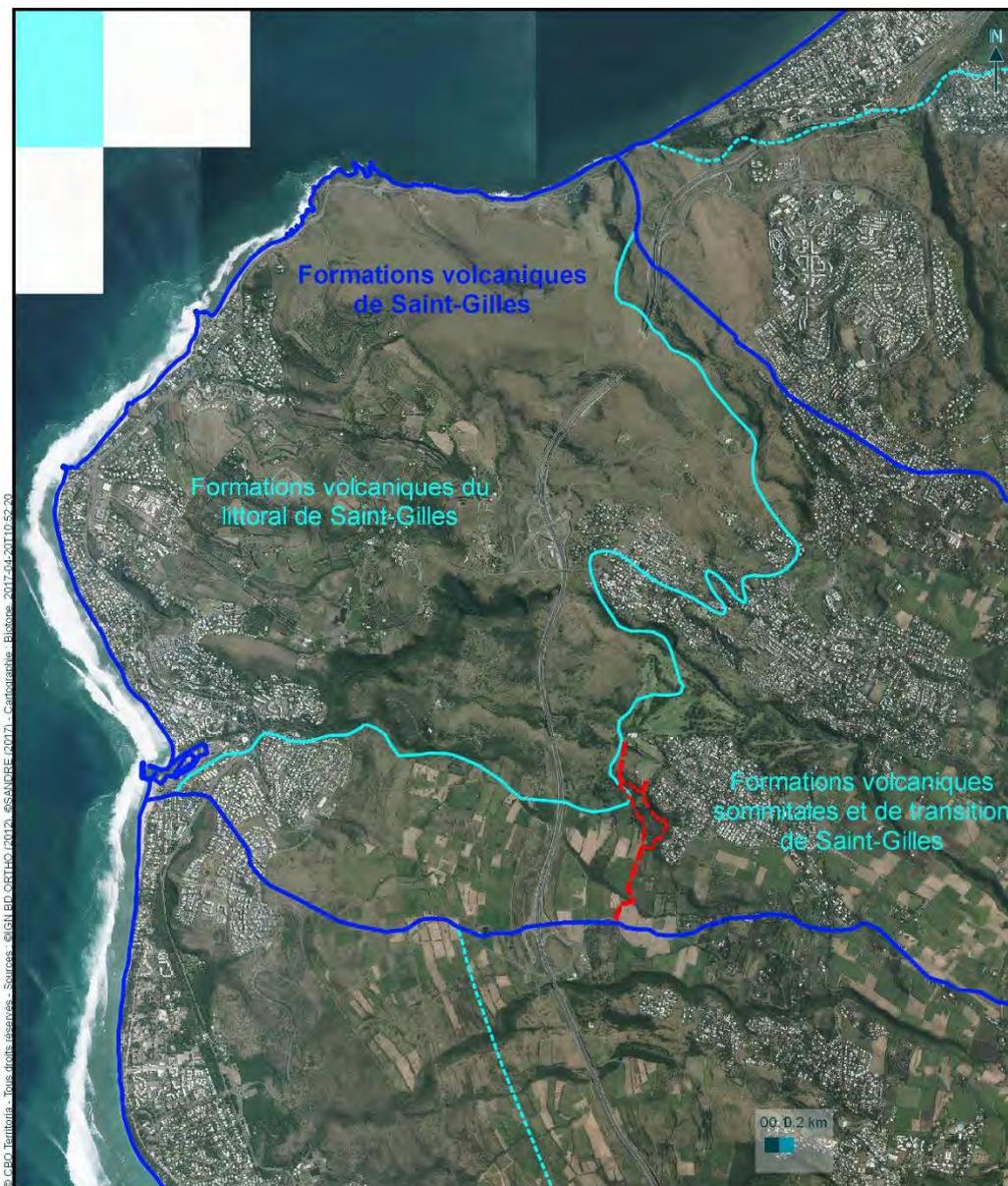
- Le niveau 1 (profond) avec le grand système aquifère du domaine du Piton des Neiges ;
- Le niveau 2 (intermédiaire) avec la formation volcanique de Saint Gilles ;
- Le niveau 3 (superficiel), avec les « Formation Volcanique et Volcano-Sédimentaire de la Ravine Saint Gilles » FRLG122 d'une surface de 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 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*.**

## 4 Etat initial de l'environnement



atelier LD  
Planage Urbain / Techniques Environnementales

**Cartographie des masses d'eaux souterraines**

Opération d'aménagement  
Villèle

### Légende

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



## 4 Etat initial de l'environnement

### 2.5 Hydrologie

#### 2.5.1 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 26 - Délimitations du bassin-versant de la Ravine Saint-Gilles (Source: SAGE Ouest)

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.

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

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

## 4 Etat initial de l'environnement

### 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 27 - 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 28 - État écologique des masses d'eau "Cours d'eau" de l'île de la Réunion (Source : SDAGE)

## 4 Etat initial de l'environnement

### 2.5.2 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.

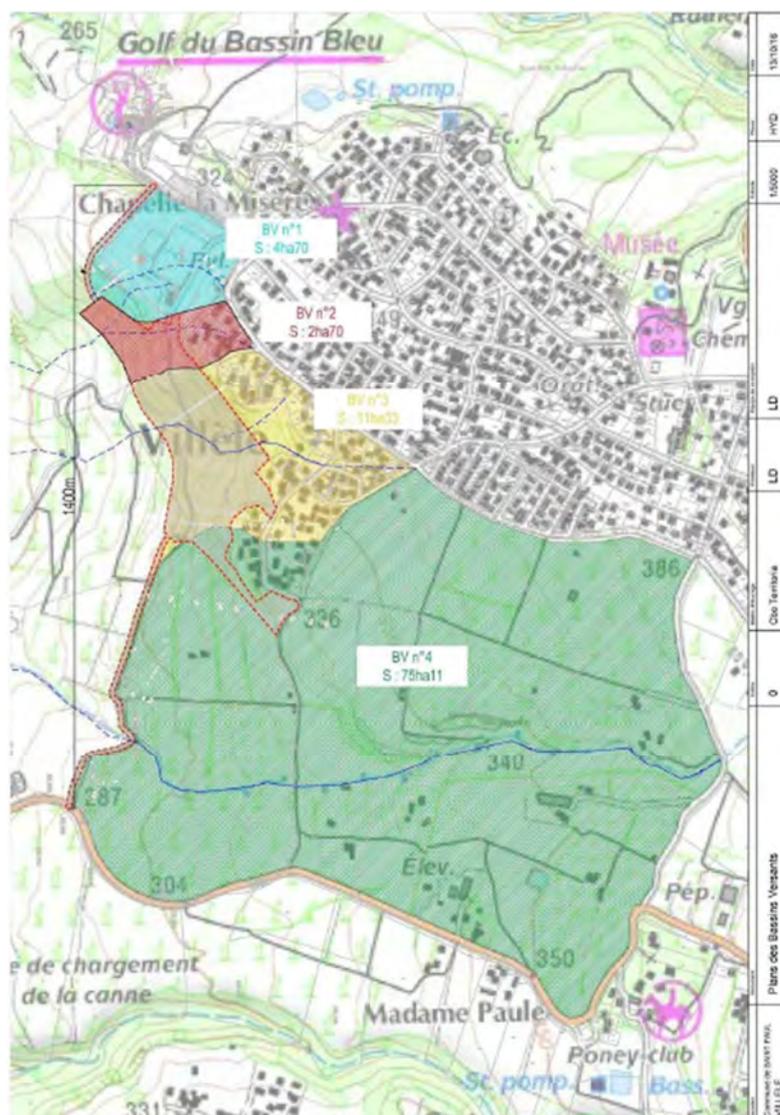
La carte ci-contre représente les bassins-versants initiaux intéressants la zone de projet d'aménagement.

Figure 29 -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 2 - 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 3.**

## 4 Etat initial de l'environnement

Les eaux de ruissellement s'écoulent sur les parcelles avale en direction de la Route des Tamarins via les ravines ou talwegs existants.

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.

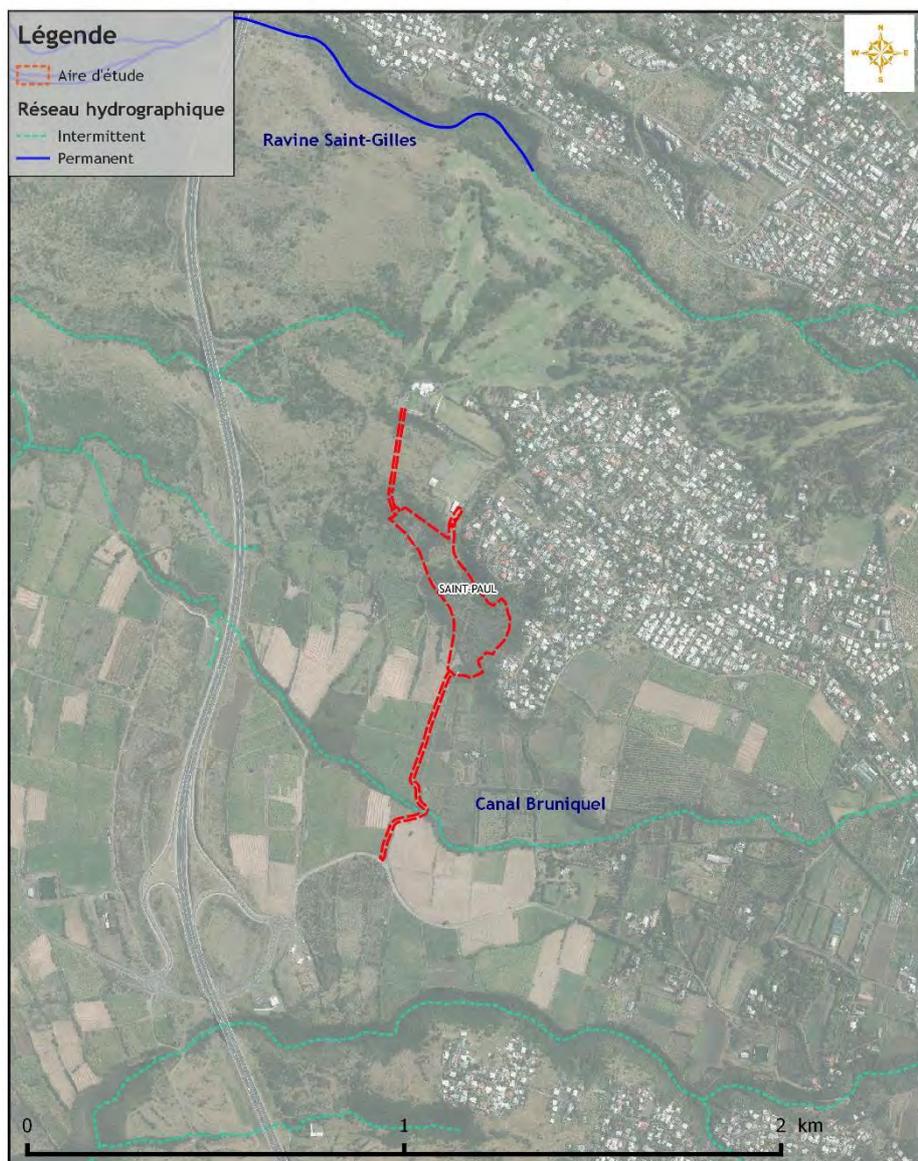
 **L'enquête publique du SDEP de Saint-Paul est en cours de réalisation.**



Réseau hydrographique



Opération d'aménagement Villèle



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

## 4 Etat initial de l'environnement

### 3 Risques majeurs

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

#### 3.1 Inondation

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.



**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.**

## 4 Etat initial de l'environnement

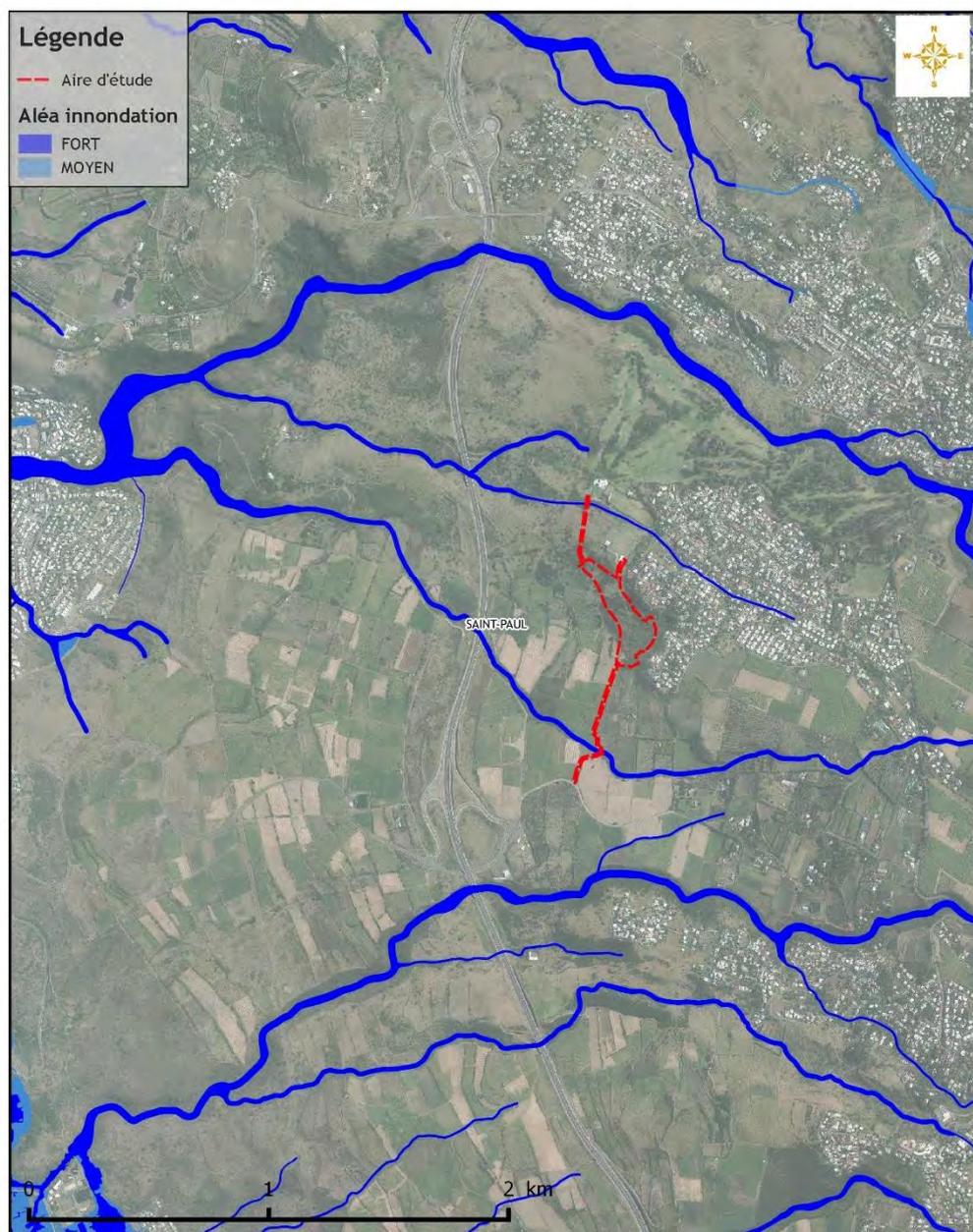


Aléa inondation PPR approuvé

atelier LD  
Paysage, Urbanisme, Techniques Environnementales



Opération d'aménagement Villèle



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

Figure 30 - Cartographie de l'aléa inondation (Source: PPRn prévisibles Commune de Saint-Paul)

## 4 Etat initial de l'environnement

### 3.2 Mouvements de terrain

Les mouvements de terrains sont fréquents à La Réunion. Les phénomènes d'érosion des berges sont présents dans la majorité des ravines de La Réunion. Les glissements de grande ampleur, qui mobilisent des volumes de matériaux importants, sont déclenchés par des fortes infiltrations d'eau et se produisent sur les versants des grandes ravines, à partir des plateaux constitués de matériaux meubles, dans les cirques et les grandes rivières.

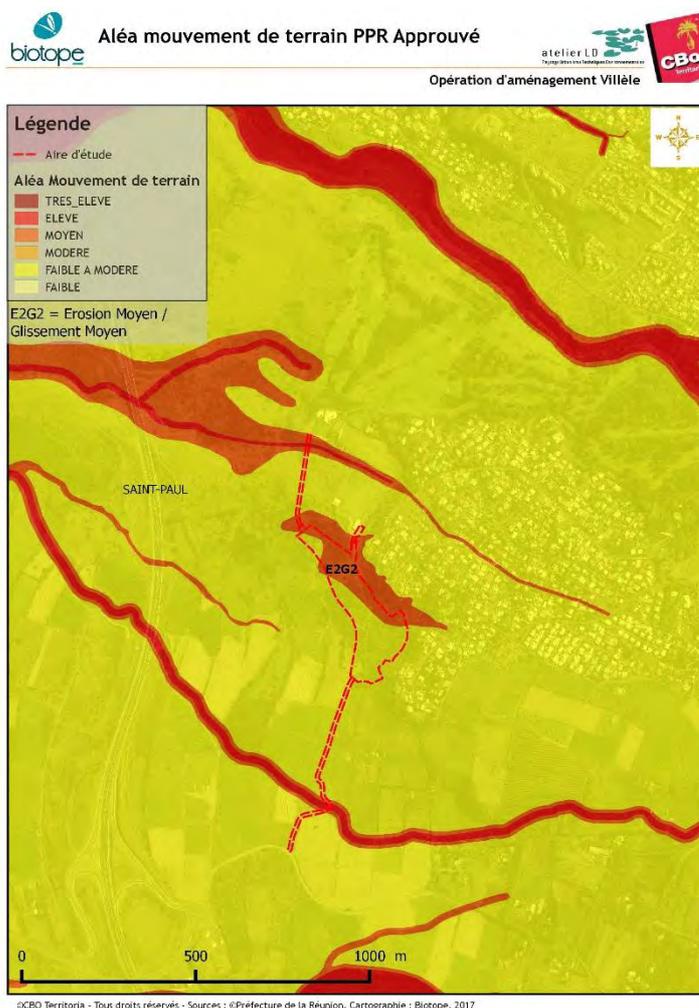
**Les bases de données Géorisques et risquesnaturels.re (consultées en février 2017) n'inventorier aucun mouvement de terrain au droit du site et ses environs.**

L'analyse menée à l'échelle communale dans le cadre du PPR a permis de qualifier le **niveau d'aléa mouvement de terrain** comme **faible sur l'essentiel zone d'étude immédiate**.

Il est qualifié de **moyen sur une partie des pentes du secteur urbain de Villèle et également aux abords de la ravine au nord pour rejoindre le golf**. Le classement E2G2 indique au droit d'une partie du lotissement qu'un phénomène de glissement de terrain et d'érosion d'intensité moyenne y est identifié.

La **ravine Moulin Kader** se voit associée un **niveau d'aléa élevé**.

Figure 31 - Cartographie de l'aléa mouvements de terrain (Source: PPRn prévisibles Commune de Saint-Paul, Octobre 2016)



Le risque 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).

## 4 Etat initial de l'environnement

Une analyse spécifique sur les risques de mouvements de terrain localement a été réalisée dans le cadre de l'étude géotechnique, elle a permis de conclure comme suit :

### ***Glissements profonds***

- Les observations visuelles de terrain n'ont pas mis en évidence la présence de discontinuité lithologique importante.
- Aucune présence de zone hydrothermalisée ou fortement argilisée n'a été mise en évidence. Aucune venue d'eau ou étendue d'eau n'a été observée en sondage et en surface. La présence d'une pente topographique de l'ordre de 30% permet le drainage des eaux de fortes pluies, hormis au droit de certaines zone d'accumulation observées.
- En résumé dans l'état actuel de la reconnaissance, aucun facteur aggravant susceptible d'engendrer un glissement profond n'a été identifié. Il faudra cependant veiller à un bon drainage des eaux pluviales.

### ***Chutes de blocs et éboulement en masse***

- Les investigations de terrain actuelles ont mis en évidence la présence de formations très sensibles à cet aléa, de par la présence de basalte fracturé à déstructuré visible à l'affleurement ainsi que d'une pente topographique importante.
- Ainsi, les blocs ou ressauts instables mis en évidence devront être purgés et évacués du site pour les plus petits. Les blocs massifs devront eux être soit concassés/divisés par l'utilisation de mortier expansifs (basalte sain, non fracturé ni altéré uniquement) puis évacués, soit cloués sur place.
- De plus, afin de protéger les futurs ouvrages des chutes de blocs et éboulements de masse, des barrières mécaniques passives devront être installées en amont avec la mise en place éventuelle de filets.

### ***Érosion et ravinement***

- De par l'existence de phénomènes d'érosion et/ou de ravinement identifiés sur le terrain, une bonne maîtrise des écoulements des eaux de pluies devra impérativement être réalisée, afin de limiter les risques de manière pérenne.

## 4 Etat initial de l'environnement

### 3.3 Feu de forêt

La zone « sous le vent » (Saint-Denis à Saint-Louis) est sensible aux incendies. La menace concerne plus particulièrement les hauts de l'Ouest et la Plaine des Cafres (côté Tampon) à des altitudes allant de 1400 m à 2900 m sur les communes de : Saint-Paul, Saint-Leu, Trois Bassins et Les Avirons. Plus bas en altitude, **le secteur de Villèle n'est pas identifié comme particulièrement sensible vis-à-vis de ces phénomènes** dans les cartographies de référence disponibles.

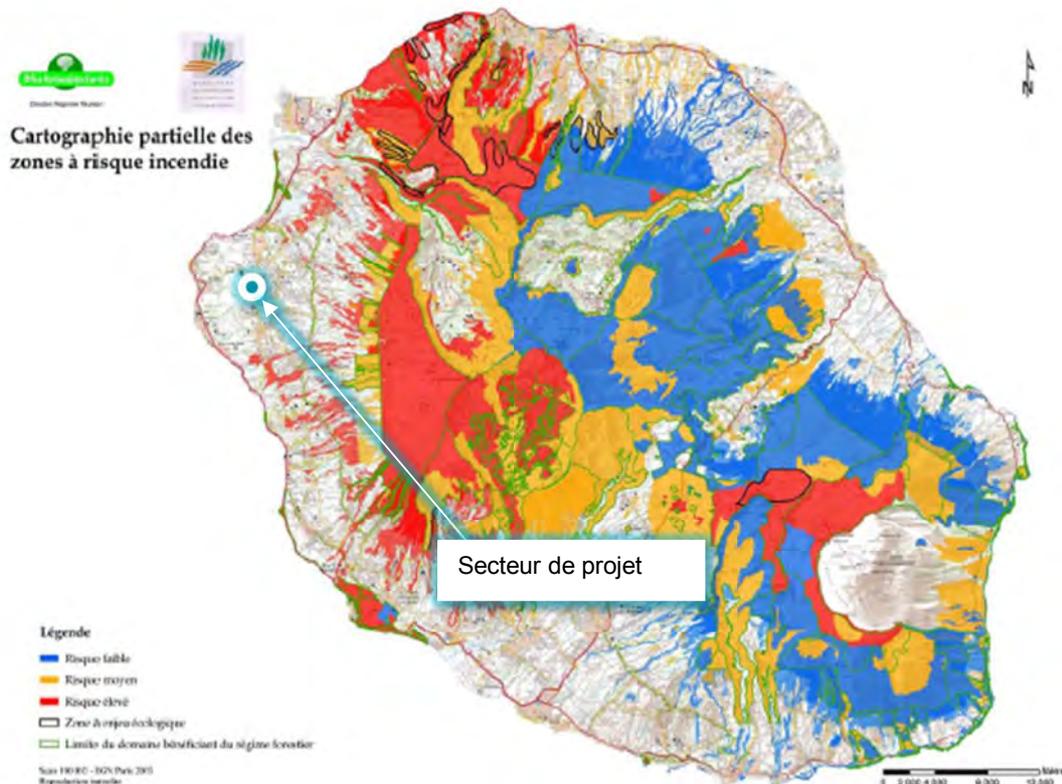


Figure 32 - Cartographie partielle des zones à risque incendie (Source : DDRM de la Réunion)

### 3.4 Phénomène de houle, marée de tempête et tsunami

Pour la partie qui intéresse la zone sud de l'océan Indien, les tsunamis trouvent leur origine au nord et au nord-est. A La Réunion, la houle cyclonique touche le plus souvent les côtes nord et est de l'île, de la Pointe des Galets à la Pointe de la Table. Elle survient pendant l'été austral. Le littoral saint-paulois est exposé aux houles polaires ( australes).

A noter que la Préfecture de la Réunion a mis en place un Plan de Secours Spécialisé Tsunami, concernant notamment la Commune de Saint-Paul. Il s'applique à la zone côtière située en deçà d'une altitude de 5 m.

La zone d'étude se localise à plus de 250 m NGF d'altitude, elle n'est pas concernée par ce phénomène.

## 4 Etat initial de l'environnement

### 3.1 Éruption volcanique

L'île de La Réunion est un volcan essentiellement sous-marin dont seul 3% du volume émerge. L'activité éruptive du Piton de la Fournaise est l'une des plus régulières du monde, en moyenne une éruption tous les 10 mois. Cette activité se caractérise par un dynamisme effusif dominant produisant essentiellement des coulées de lave basaltiques fluides, essentiellement cantonnées dans l'enclos (hors commune de Saint-Paul). **En cas d'éruption volcanique, la commune de Saint-Paul pourrait être sujette aux problèmes de fumées et de poussières.**

Sans y être particulièrement vulnérable, la zone étudiée peut être impactée par les fumées et poussières dans le cas d'une éruption volcanique.

### 3.2 Séisme

**L'île de la Réunion est classée dans sa totalité en zone de sismicité 2 dite « faible »** où des règles de construction parasismique sont applicables aux bâtiments et ponts « à risque normal ».

La zone étudiée ne présente pas de sensibilité particulière concernant les séismes.

### 3.3 Phénomène météorologique - Cyclone

La saison cyclonique s'étale en générale de janvier à mars. L'exposition aux risques cycloniques est cependant plus faible dans cette partie de l'île que sur la côte est. Même si **tous les secteurs de l'île sont susceptibles d'être touchés par le vent et les précipitations associés au passage d'un cyclone**, il apparaît que les régions Nord-Est et Est de La Réunion sont davantage exposées, notamment à la houle cyclonique.

Sans y être particulièrement vulnérable par rapport au reste de l'île, la zone étudiée peut être impactée par les vents et précipitations associées à un cyclone.

### 3.4 Risque industriel

Les installations industrielles importantes peuvent présenter des risques pour le milieu, la population et les biens environnants. Ces risques varient bien sûr en fonction de la nature et des activités de l'installation concernée, mais également de la vulnérabilité du voisinage, de la densité de population.

La base de données en ligne des Installations Classées pour l'Environnement inventorie 45 installations (tout régime confondu) sur la commune. Parmi elles, il existe une installation classée « AS » SEVESO à Saint-Paul : le dépôt d'explosifs du Cap La Houssaye. Il est couvert par un PPR Technologique approuvé le 30 avril 2012 qui ne concerne pas la zone d'étude immédiate (distance de plus de 4km). **Bien qu'aucune de ces installations ne soient répertoriées dans le secteur étudié, ce risque est bien présent sur la commune.**

Aucune installation industrielle particulière n'est présente sur la zone d'étude immédiate ou ses environs.

### 3.5 Transport de Marchandises Dangereuses

A la Réunion, les principaux transports de matières dangereuses concernent les produits pétroliers en citerne, les bouteilles de gaz, les alcools et de nombreux colis de matières dangereuses qui sont également transportés dans des chargements hétérogènes.

## 4 Etat initial de l'environnement

Sur la commune littorale de Saint-Paul, notamment du fait de la proximité du Port, le trafic moyen journalier est très important. **La Route des Tamarins, présente à moins de 700m de la zone d'étude immédiate, peut être concernée par ce risque.**

Sans être directement concernée, la zone d'étude se positionne à proximité d'une voie de circulation majeure de l'île, la route de des Tamarins, qui elle permet le transport de matières dangereuses.

## 4 Ressources énergétiques mobilisables

Sources : *Étude sur le potentiel de développement des énergies renouvelables dans le cadre du projet de lotissement du Golf (Source : TECSOL) Annexe 4*

Le tableau ci-dessous récapitule les ressources locales renouvelables et leur potentialité sur le site d'étude.

EnR	Type d'énergie produite	Production cumulée en 2015 à la Réunion (ktep*)	Intérêts	Limites	Potentialité <u>sur le site d'étude</u>
Bagasse	Chaleur/électricité	23,2	utilise un sous-produit de l'industrie cannière	fonctionne environ 6 mois de l'année (juin-décembre), adaptée pour la production centralisée (réseau électrique)	Non
Hydraulique	Electricité	42,7	capacité de production importante (MW)	contraintes environnementales importantes, adaptée pour la production centralisée (réseau électrique)	Non
Solaire thermique	Chaleur	20,3	adaptée pour la production décentralisée (sur site), rendement minimum de 70% (production/besoins), ressource solaire abondante, adaptée dans le logement, facilité de mise en œuvre	présence de masque (végétation abondante), surface de toiture disponible	<b>Oui</b>
Eolien	Electricité	1,3	production domestique (kW) peut être adaptée sur site, ressource anémométrique suffisante	contraintes climatiques (zone cyclonique) et environnementales	Non
Photovoltaïque	Electricité	21,0	adaptée pour la production décentralisée (sur site), ressource solaire abondante, facilité de mise en œuvre, adaptée pour l'individuel et le collectif	présence de masque (végétation abondante), surface de toiture disponible	<b>Oui</b>

## 4 Etat initial de l'environnement

Biogaz	Electricité/c haleur	1,5	utilise un sous-produit de l'agriculture	nécessite une unité de méthanisation, fonctionne environ 6 mois de l'année (juin-décembre), adaptée pour la production centralisée (réseau électrique)	Non
Géothermie	Chaleur	0	potentiel territorial important	nécessite des travaux de forage et d'investigation, adaptée pour la production centralisée (réseau de chaleur)	Non
*kilo tonne équivalent pétrole: unité de mesure de l'énergie, pour comparer l'impact des différentes énergies en raisonnant en économie de pétrole et donc à pouvoir calorifique égal					

Tableau 3 - Récapitulatif des énergies renouvelables exploitables sur le site (Source :TECSOL)

## 4 Etat initial de l'environnement

# 5 Milieux naturels

## 5.1 Zonages réglementaires du patrimoine naturel

### 5.1.1 Le Parc national de La Réunion

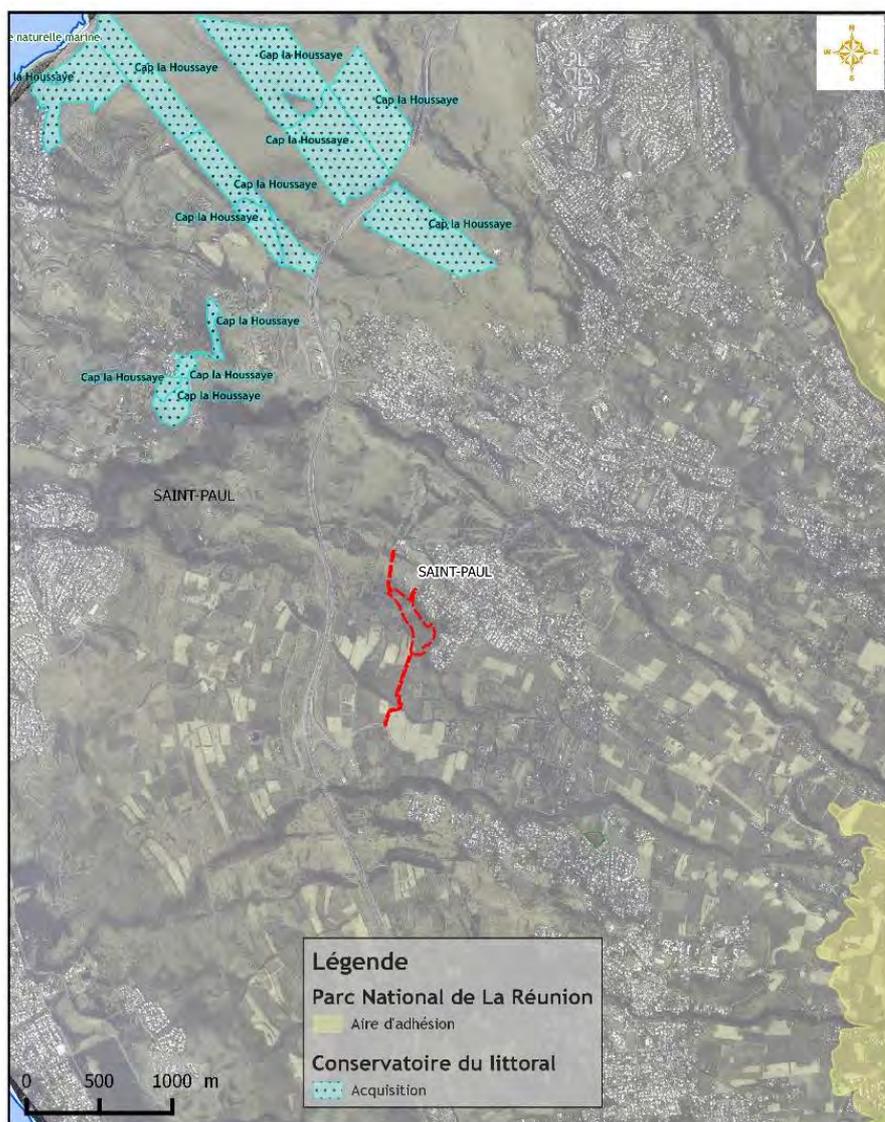
La zone d'étude immédiate n'est pas concernée par le zonage du Parc national de La Réunion, que ce soit le périmètre du cœur de parc ou celui de l'aire d'adhésion. Elle est située à environ 3km à l'ouest de l'aire d'adhésion dans les hauts de Saint-Paul.

### 5.1.2 Le Conservatoire du Littoral

La zone d'étude immédiate n'est pas concernée par un site du Conservatoire du Littoral, le plus proche étant celui du Cap la Houssaye dont les parcelles acquises s'étendent depuis le littoral jusqu'à la Ravine Saint-Gilles, à environ 1,6km.



## Zonages réglementaires du patrimoine naturel



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

## 4 Etat initial de l'environnement

### 5.2 Zonages d'inventaire du patrimoine naturel

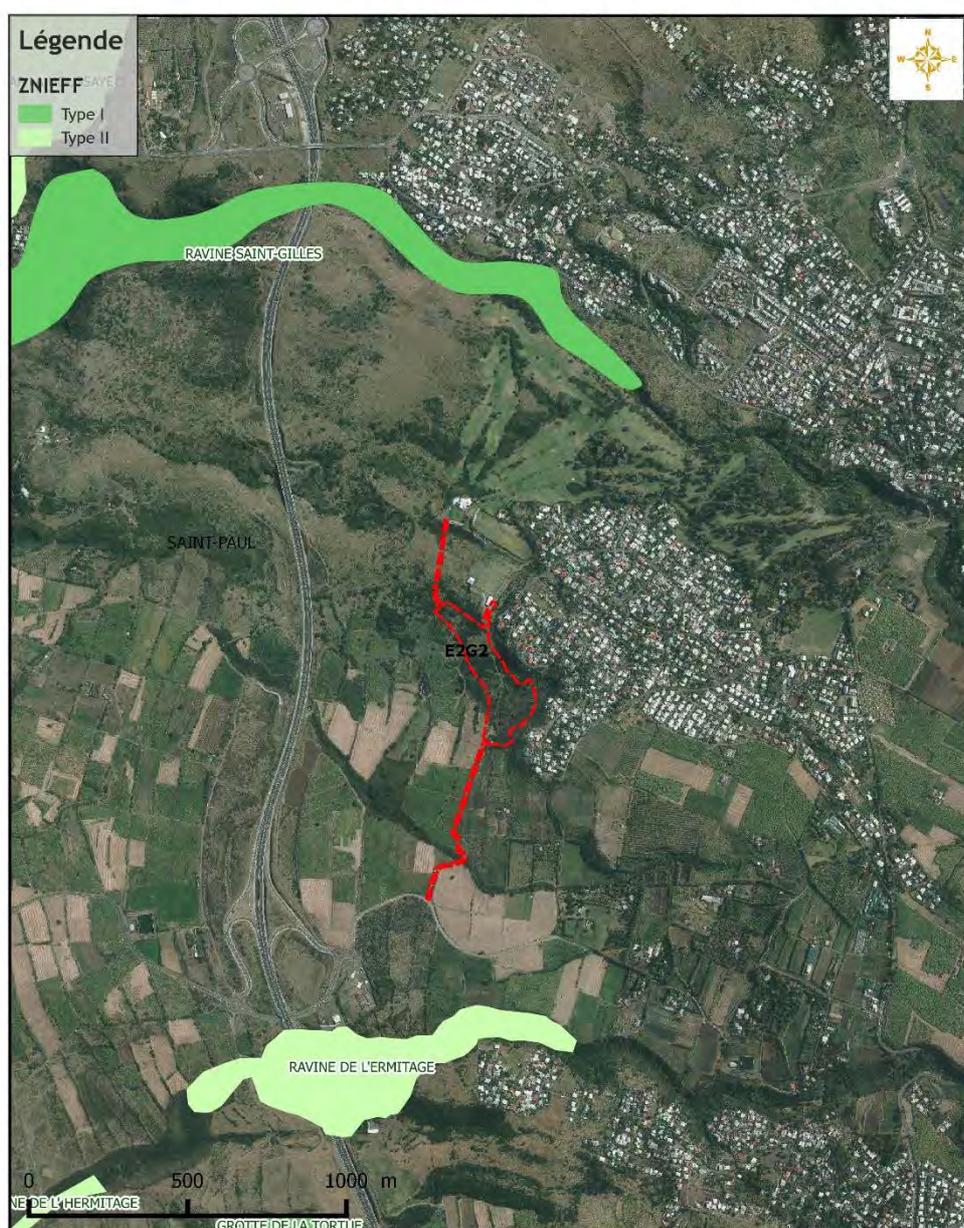
La zone d'étude immédiate n'est concernée par aucun zonage d'inventaire. En effet, elle se situe hors du Bien inscrit à l'UNESCO, hors zone humide et hors ZNIEFF. Les deux Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Floristique et Faunistique les plus proches correspondent à la Ravine Saint-Gilles (ZNIEFF I) à plus de 600m au nord et la Ravine de l'Ermitage (ZNIEFF II) à environ 350m au sud.



#### Zonages d'inventaires du patrimoine naturel



Opération d'aménagement Villèle



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

## 4 Etat initial de l'environnement

### 5.3 Les réseaux écologiques de La Réunion (RER)

Les Réseaux Écologiques de la Réunion se déclinent suivant plusieurs trames à l'échelle de l'île :

#### 5.3.1 Trame terrestre :

La zone d'étude immédiate s'inscrit dans un secteur où aucune continuité écologique n'est identifiée, néanmoins la voie d'accès nord s'inscrit en bordure d'un corridor écologique avéré, identifié au titre de l'étude préalable d'identification des réseaux écologiques de La Réunion (DEAL, 2014).

**La zone d'étude immédiate est quasi intégralement située dans un ensemble urbain considéré comme un obstacle aux déplacements des espèces terrestres.**

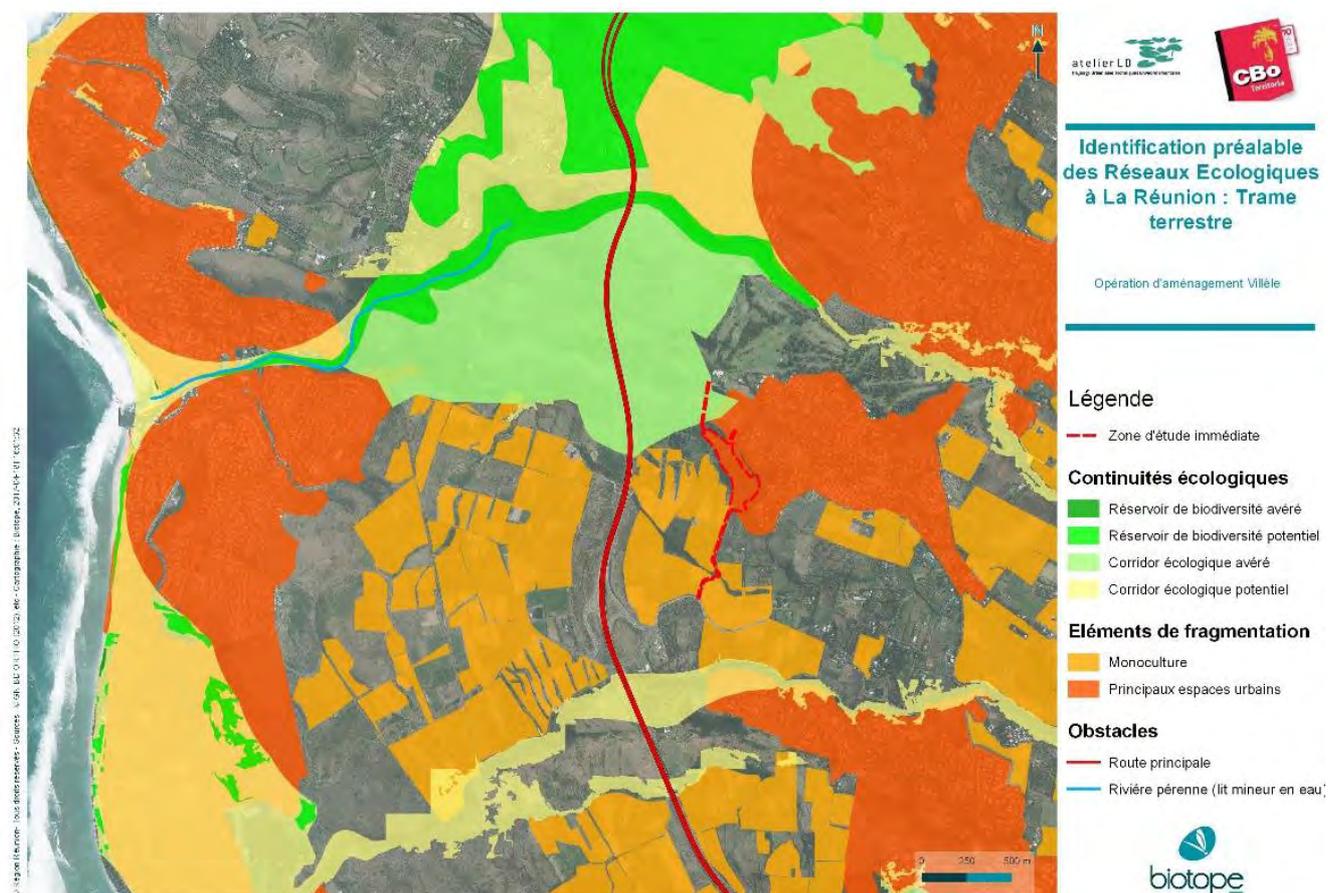


Figure 33 - Cartographie des Réseaux Écologiques de La Réunion – Trame terrestre

## 4 Etat initial de l'environnement

### 5.3.2 Trame aquatique et humide :

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 départementale et n'intersecte donc aucun corridor « bleu ».**

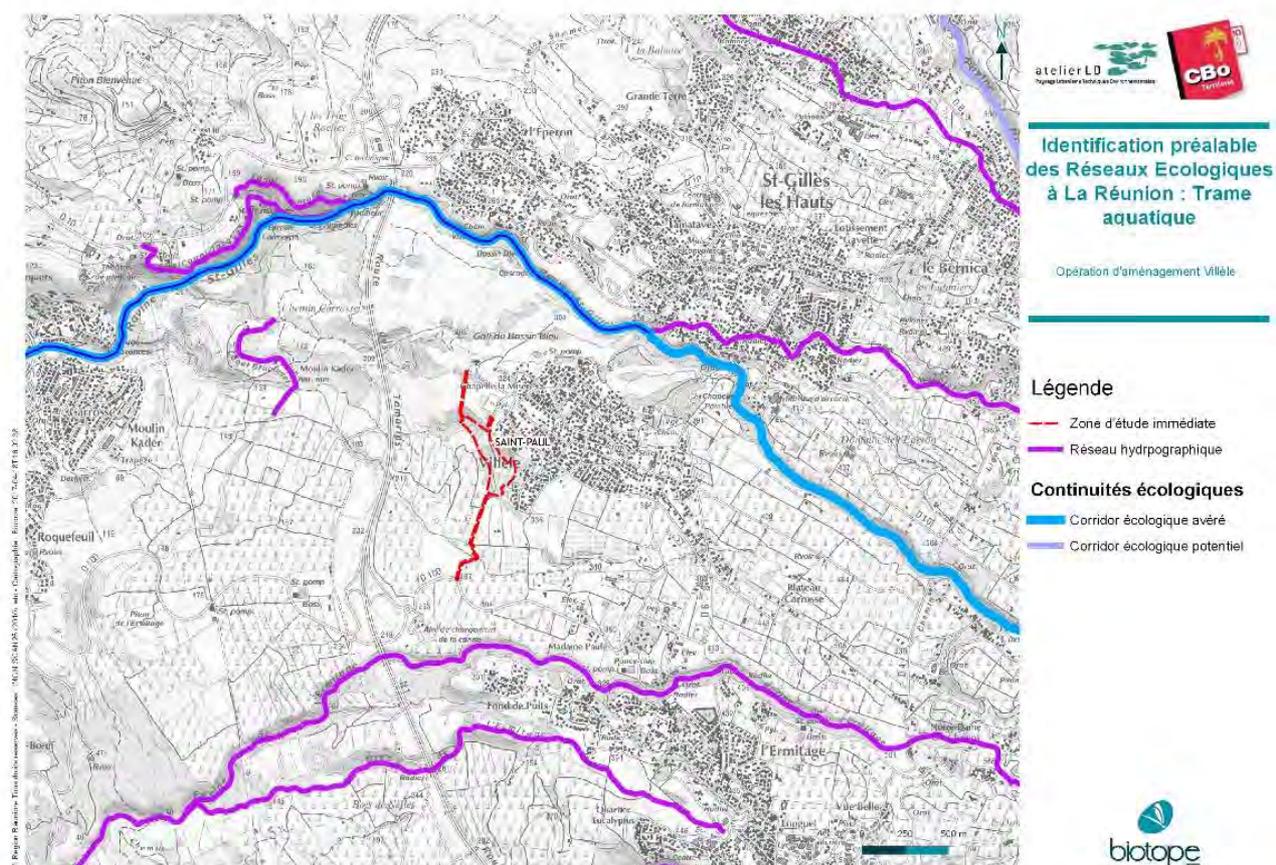


Figure 34 - Cartographie des Réseaux Écologiques de La Réunion – Trame aquatique

## 4 Etat initial de l'environnement

### 5.3.3 Trame aérienne

La zone d'étude immédiate s'inscrit dans un secteur principalement identifié comme élément de fragmentation (espace urbain) qui est susceptible de faire obstacle aux oiseaux marins en transit.

Le secteur est toutefois connu comme une zone de transit du Puffin de Baillon et du Pétrél de Barau, entre les colonies et la mer, qui constitue sa zone d'alimentation.

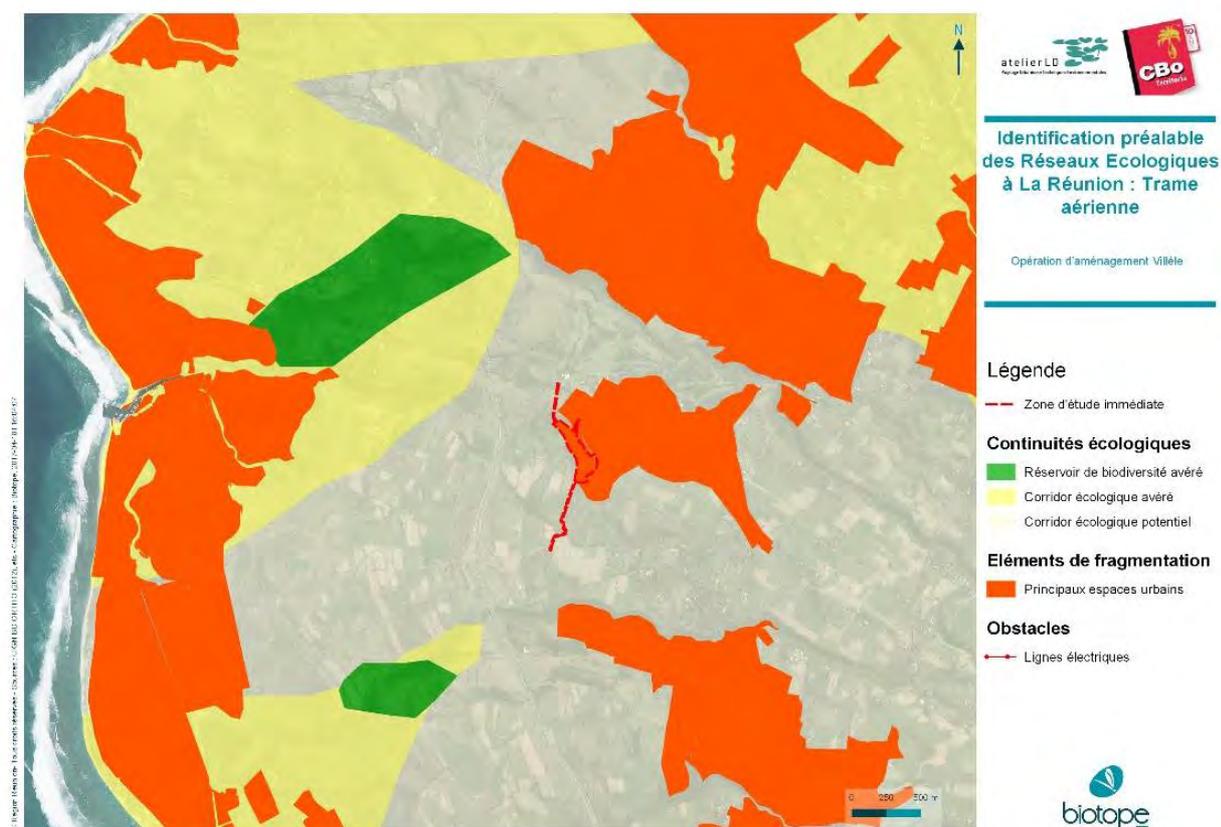


Figure 35 - Cartographie des Réseaux Écologiques de La Réunion – Trame aérienne

## 4 Etat initial de l'environnement

### 5.4 Habitats

Dans ce secteur géographique de la plaine de Villèle, la végétation indigène à forte valeur patrimoniale n'existe plus. D'après la bibliographie, les zones naturelles les plus proches correspondent à des végétations naturelles très éloignées du secteur étudié. La carte ci-après présente l'occupation globale des habitats naturels indigènes à proximité de la zone d'étude.

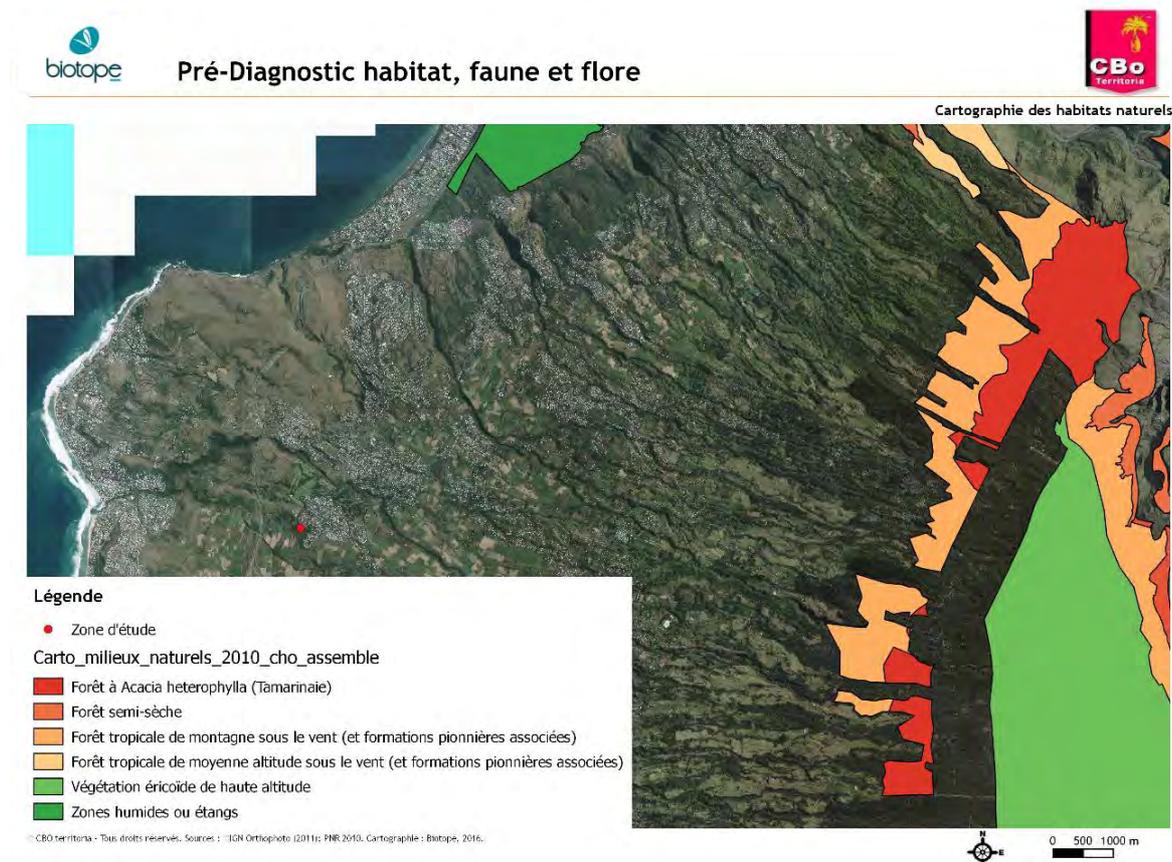


Figure 36 - Cartographie simplifiée des habitats naturels indigènes à une échelle élargie (Source : DEAL 2015)

**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.

## 4 Etat initial de l'environnement

### 5.4.1 Les végétations secondaires

Ces formations végétales constituent des habitats caractérisés essentiellement par des espèces exotiques pour la plupart envahissantes.

Plusieurs formations secondaires ont été distinguées sur la zone d'étude mais se caractérisent principalement sous la **forme de fourrés secondaires à Faux poivrier et Cassie, deux espèces exotiques envahissantes (EEE)**. Leur physionomie et leur structure évoluent en fonction des espèces végétales dominantes qui entrent dans leur composition floristique. La strate arbustive y est généralement pauvre et dense. Seules quelques Tamarins de l'inde ou Tamarins des bas émergent de la strate arbustive.

Cet habitat présente une sensibilité faible.

Une **savane herbacée** à fataque (*Urochloa maximum*) et à *Heteropogon contortus* est aussi associée à la marge des fourrés secondaires à Cassie et à Faux poivrier.

Cet habitat présente également une sensibilité faible.

Figure 37 - Végétation se développant dans la zone d'étude réduite (Biotope, 2016)



### 5.4.2 Les végétations liées aux activités anthropiques

Les activités anthropiques sont représentées principalement au droit de la voie d'accès principale au lotissement, se traduisant principalement par le développement d'une végétation en lien avec les **zones rudérales** ou les **zones agricoles** (culture de Piment, de canne à sucre...).

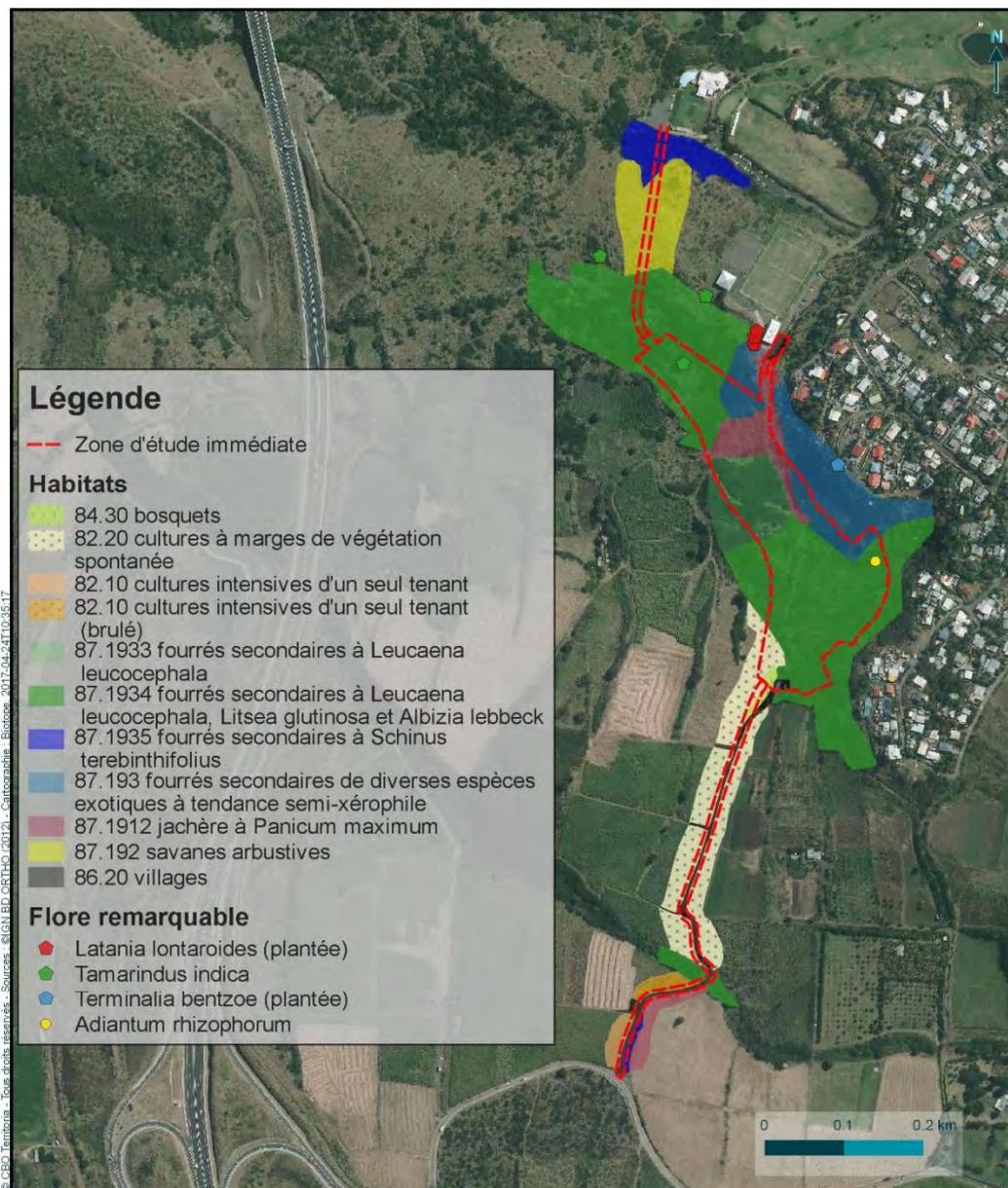
Ces habitats présentent une sensibilité faible.

---

Les habitats présents au sein de la zone d'étude immédiate ne sont associés à aucun enjeu de conservation.

---

## 4 Etat initial de l'environnement






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

Opération d'aménagement  
Villèle



## 4 Etat initial de l'environnement

### 5.5 Flore

#### 5.5.1 Généralités

Sur l'ensemble des relevés phytosociologiques réalisés, **49 espèces végétales ont été recensées sur la zone d'étude immédiate** :

- - 8 % d'espèces dont le statut est incertain mais dont l'hypothèse la plus probable est une origine indigène ;
- - 10 % d'espèces indigènes ;
- - **80 % d'espèces exotiques ou probablement exotiques** ;
- - 2 % d'espèces dont le statut est aujourd'hui indéterminé par manque d'informations suffisantes.

Les formations rencontrées au sein de la zone d'étude rapprochée étant fortement dégradées ou artificialisées, la flore est représentée majoritairement par des espèces exotiques dont plusieurs présentent un caractère envahissant, ainsi que de nombreuses espèces rudérales.

Les friches et les zones rudérales : ces formations sont concernées essentiellement par des espèces exotiques (diversité et recouvrement). Le taux d'indigénat y est faible et ces milieux se caractérisent par des espèces communes s'étant adaptées aux milieux anthropisés.

Les fourrés à Cassie et à Faux poivrier sont aussi représentés par des taux d'indigénat très faibles.

Les savanes herbacées à Fataque (*Panicum maximum*) et à *Heteropogon contortus* sont caractérisés par un recouvrement quasi mono spécifique présentant une richesse spécifique très pauvre.

Les espèces indigènes sont *in fine* représentées par quelques taxons uniquement (5 espèces) pour la plupart très communs sur l'île.

Il est à noter à proximité immédiate de la zone d'étude la présence d'espèces indigènes remarquables au regard de leur statut de menace et de rareté : le Latanier rouge (*Latania lontaroides*) et le Benjoin (*Terminalia bentzoe*). Il s'agit toutefois d'individus dont le statut d'**espèces plantées** dans le cadre d'aménagements urbains (pour le benjoin) et paysagers (pour les lataniers) est certain. Leur intérêt se retrouve donc diminué et **aucune contrainte écologique n'est ainsi associée à leur présence**.

Figure 38 - Présence de benjoin et de lataniers à proximité immédiate de la zone d'étude. Individus plantés dans le cadre d'aménagements paysagers et urbains (Biotope, 2016)

Ainsi, **une grande majorité de la flore inventoriée est donc d'origine exotique (80%), ce qui témoigne d'une faible qualité des milieux présents sur la zone d'étude**.

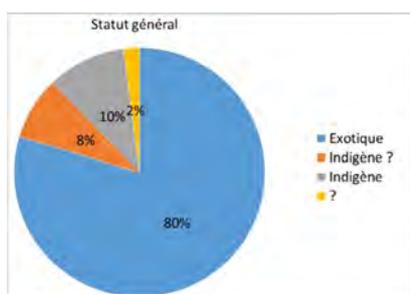


Figure 39 - Diagramme de représentativité des espèces végétales recensées dans la zone d'étude (Biotope, 2016)

 Cf. Annexe 2 Liste de la flore recensée au droit de la zone d'étude immédiate.



## 4 Etat initial de l'environnement

### 5.5.2 Flore indigène protégée

(Référence : Arrêté ministériel du 06 février 1987 protégeant les espèces végétales à La Réunion)

Au vu des habitats rencontrés dans l'aire d'étude, les potentialités de développement des espèces protégées restent très faibles voire nulles (habitats secondaires envahissants).

Dans la zone d'étude immédiate, aucune espèce protégée n'a été recensée.

Précisons également que le Latanier rouge (*Latania lontaroides*) et le Benjoin (*Terminalia bentzoe*) sont toutes deux **inscrites dans le futur arrêté des espèces protégées** à La Réunion. Cet arrêté, qui s'inscrit dans le cadre de la mise à jour de la liste d'espèces végétales protégées sur le territoire réunionnais, n'étant pas encore signé, aucune contrainte réglementaire ne s'applique factuellement à ce jour. Quoiqu'il en soit, le caractère planté dans le cadre d'aménagements urbains (pour le benjoin) et paysagers (pour les lataniers) implique origine sauvage ; ainsi aucune contrainte réglementaire ne viendra donc s'appliquer dans le cas où la réglementation évoluerait prochainement.

### 5.5.3 Flore indigène rare/menacée

Les espèces indigènes rares et/ou menacées correspondent aux espèces présentant un statut de patrimonialité intégrant :

- La liste rouge UICN selon les critères « Assez Rares », « Quasi-Menacées », « espèces menacées »,
- Le caractère déterminant ZNIEFF,
- Le caractère complémentaire ZNIEFF sous conditions (présentant un intérêt écologique certain du fait de leur seule présence dans la zone d'étude considéré).

Figure 40 - Petite Population d'*Adiantum rhizophorum* à l'abri à l'ombre d'une roche (Biotope, 2016)

**Dans la zone d'étude immédiate, une seule espèce spontanée rare et/ou menacée a été recensée.** Il s'agit d'une petite fougère *Adiantum rhizophorum*, un taxon de la famille des Ptéridacées présentant un critère de menace « Préoccupation mineure » selon l'IUCN. Toutefois, cette espèce est considérée comme complémentaire de ZNIEFF. Elle présente un enjeu de conservation modéré.

A proximité de la zone d'étude, 2 espèces végétales remarquables ont été identifiées : *Latania lontaroides* (déterminante de ZNIEFF) et *Terminalia bentzoe* (complémentaire de ZNIEFF). Le fait que ces espèces soient issues de plantation implique une contrainte écologique faible.

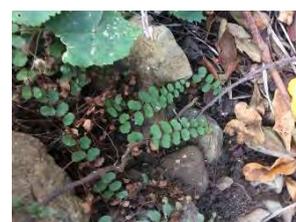
Enfin, il est à noter la présence d'individus de taille importante de *Tamarindus indica*, bien que ne présentant pas d'intérêt écologique fort, qui constitue une espèce à enjeu culturel particulier.

### 5.5.4 Flore exotique

Différentes espèces exotiques se développent dans la zone d'étude. Ainsi, **plus de 80% des espèces recensées sont considérées comme exotiques**. Parmi ces espèces exotiques, près de **12 % présentent un caractère envahissant dans les milieux naturels ou semi-naturels** (invisibilité supérieure ou égale à 4).

Différentes espèces exotiques envahissantes sont particulièrement problématiques, à savoir :

- Le Tamarin de l'Inde (*Pithecelobium dulce*), le Bois malgache (*Ehretia cymosa*) pour la strate arborée,



## 4 Etat initial de l'environnement

- Le Faux poivrier (*Schinus terebinthifolia*), le Cassie (*Leucaena leucocephala*) pour la strate arbustive,
- Le Choca vert (*Furcraea foetida*) et la Fataque (*Urochloa maximum*) pour la strate herbacée.

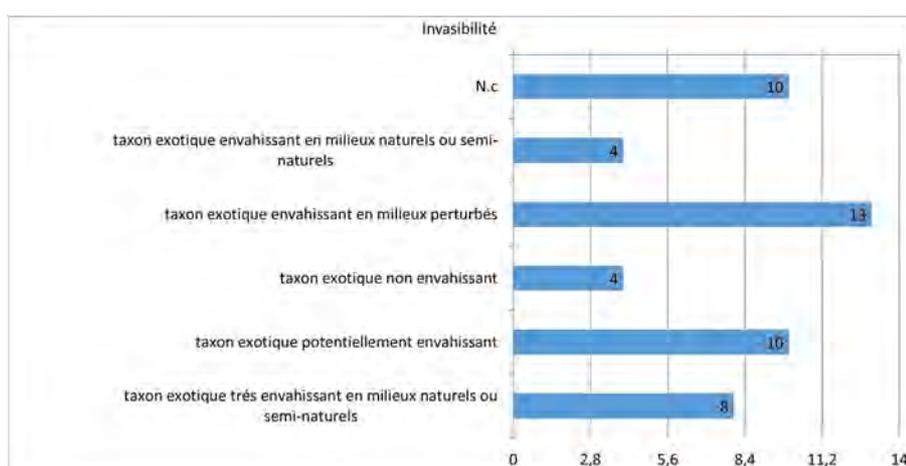


Figure 41 - Diagramme de représentativité des espèces végétales invasives dans la zone d'étude (Biotope, 2016)

## 5.6 Faune

Concernant la faune remarquable de la zone d'étude, les premières analyses démontrent d'une richesse spécifique faible en termes d'indigénat et d'endémisme.

### 5.6.1 Entomofaune

L'étude de l'entomofaune a concerné principalement les groupes des papillons de jour (lépidoptères rhopalocères), les libellules (odonates).

En effet, il s'avère que la richesse spécifique reste assez faible. Quelques papillons exotiques tels que le *Papilio demodecus* ont pu être observés et plusieurs espèces d'azurés.

Ainsi, pour les insectes, l'enjeu est globalement faible, avec la présence tout de même de quelques espèces indigènes (des espèces du groupe des odonates) et un papillon assez commun (*Henotesia narcissus*).

#### **Espèces protégées**

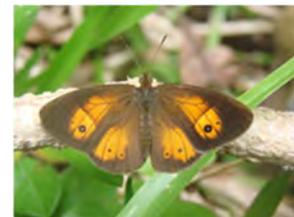
Dans l'ensemble de la zone d'étude, aucun individu d'espèce protégée n'a été recensé. La présence d'individus remarquables protégées reste peu probable. Les plantes hôtes des papillons protégées n'ont pas été retrouvées sur zone et leur présence est aussi, au vu de la qualité des habitats, très peu probable.

## 4 Etat initial de l'environnement

### Espèces rares/menacées

Au total, dans la zone d'étude, 1 espèce de papillon est considérée comme rare et/ou menacée à la Réunion : *Henotesia narcissus borbonica*. Il s'agit d'un papillon indigène diurne commun à la Réunion (« complémentaire » de ZNIEFF).

Figure 42 - *Henotesia narcissus borbonica* (Source : Biotope)



### Habitats d'espèces et fonctionnalité des milieux

**Concernant les lépidoptères, le site renferme peu d'espèces patrimoniales.** Ces dernières affectionnent en effet particulièrement les espaces naturels de type forêts mégathermes semi-xérophiles ou hygrophiles, sites au sein desquelles les chenilles peuvent trouver leur alimentation préférentielle. Ces milieux n'existent plus au sein de la zone d'étude.

**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.

### 5.6.2 Reptiles

Au total, 1 espèce de reptiles a été recensée sur la zone d'étude immédiate. Il s'agit d'une **espèce exotique** : *Calotes versicolor* (Agame arlequin ou caméléon).

Figure 43 - *Calotes versicolor* (Source : Biotope)

Une seconde espèce est potentiellement présente sur la zone d'étude : *Furcifer pardalis* (le caméléon panthère ou endormi), bien qu'il n'ait pas été observé.

Concernant plus particulièrement l'Agame arlequin, cette espèce a été rencontrée et inventoriée sur l'ensemble de la zone étudiée. Il s'agit d'une espèce introduite inféodée aux activités humaines et aux fourrés secondaires. Il a été abondamment retrouvé dans les fourrés secondaires (Faux-poivrier). C'est une espèce farouche qui évite donc les zones actives et bruyantes. Ce reptile est très commun sur l'île et ses effectifs sur l'ensemble du territoire n'ont pas été déterminés à ce jour.



### Espèces protégées, rares/menacées

Une espèce protégée est potentiellement présente : **le Caméléon panthère ou endormi** (*Furcifer pardalis*).

Le Caméléon panthère ou endormi est une espèce discrète et potentiellement présente sur la zone d'étude. Toutefois, bien que protégée sur l'île, ce reptile est largement répandu, notamment dans les jardins et les ravines boisées de basse altitude. Précisons par ailleurs, qu'à ce jour, aucune étude n'a été menée afin de recenser sa population à l'échelle de La Réunion.

Cette espèce affectionne les fourrés arbustifs (notamment les fourrés à Faux-poivrier) situés non loin des zones humides. Sa présence est donc potentielle et fortement probable sur toute la zone d'étude.

S'agissant plus spécifiquement des 2 espèces endémiques de gecko connues à La Réunion (*Phelsuma borbonica* et *Phelsuma inexpectata*), leurs répartitions sont éloignées de la zone

## 4 Etat initial de l'environnement

d'étude, se développant davantage dans des habitats indigènes ou dans des zones bien spécifiques.

### 5.6.3 Oiseaux

La zone d'étude est caractérisée par des habitats d'espèces artificialisés. Ces milieux ne permettent pas le développement d'une avifaune diversifiée, notamment le cortège d'espèces forestières indigènes.

#### Les espèces inventoriées

Au total, 14 espèces d'oiseaux ont été inventoriées au sein de la zone d'étude immédiate. Elles l'utilisent pour s'y reproduire et/ou s'alimenter et/ou transiter, occupant différents habitats suivant les niches écologiques recherchées.

En considérant l'ensemble de l'aire d'étude rapprochée, le statut biologique des espèces inventoriées est le suivant :

- 1 espèce niche de façon certaine ;
- 10 espèces possèdent un statut de reproduction possible/probable ;
- 3 espèces utilisent la zone pour s'alimenter et transiter ;

Précisons également que 3 espèces d'oiseaux marin survolent uniquement la zone en transit.

Ainsi, la plupart des espèces observées sont des espèces exotiques assez communes sur l'île et utilisant le site en tant que zone d'alimentation et probablement en tant que zone de reproduction.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Utilisation de la zone d'étude
<b>Espèces indigènes observées sur l'aire d'étude : 6 espèces</b>		
<i>Aerodramus francicus</i>	Salangane des Mascareignes	Alimentation
<i>Streptopelia picturata</i>	Tourterelle malgache	Reproduction possible/ Alimentation
<i>Phedina borbonica</i>	Hirondelle de Bourbon	Alimentation
<i>Zosterops b. borbonicus</i>	Oiseau-lunettes gris	Reproduction possible / Alimentation
<i>Circus maillardii</i>	Papangue	Alimentation
<b>Espèces exotiques observées sur l'aire d'étude : 11 espèces</b>		
<i>Acridotheres tristis</i>	Martin triste (Int.)	Reproduction possible/Alimentation
<i>Columba livia</i>	Pigeon Biset	Reproduction possible/Alimentation
<i>Estrilda astrild</i>	Astrild ondulé (Int.)	Reproduction possible/Alimentation
<i>Foudia madagascariensis</i>	Foudi rouge (Int.)	Reproduction possible/Alimentation

## 4 Etat initial de l'environnement

<i>Gallus gallus</i>	Coq bankiva	Reproduction possible/Alimentation
<i>Geopelia striata</i>	Géopélie zébrée (Int.)	Reproduction possible/Alimentation
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique (Int.)	Reproduction possible/Alimentation
<i>Ploceus cucullatus</i>	Tisserin gendarme (Int.)	Nicheur/Alimentation
<i>Pycnonotus jocosus</i>	Bulbul orphée (Int.)	Reproduction possible/Alimentation

Tableau 4 - Espèces d'oiseaux recensés sur la zone d'étude immédiate (Source ; Biotope)

### Les oiseaux marins

D'après la bibliographie actuelle, trois espèces d'oiseaux marins transitent au-dessus de l'aire d'étude élargie : le Puffin de Baillon, le Pétrel de Barau et le Phaéton à bec jaune. Aucun site de reproduction pour ces espèces n'est mentionné sur la zone d'étude immédiate [Jouventin 1998 ; Bretagnolle et al. 2000 ; Gineste, 2016, in press], et le contexte n'y est par ailleurs pas favorable (absence de falaises et de remparts).

Le projet se situe dans un couloir pour le déplacement des oiseaux marins d'après la trame aérienne du Réseau Ecologique de la Réunion [RER, 2015] qui le classe en zone de priorité 3 (le niveau le moins important en fréquentation). Il en ressort notamment un risque faible concernant l'échouage des oiseaux marins nocturnes dans le secteur du projet (pétrels et puffins), en cas d'éclairage du site pendant les périodes sensibles et/ou en cas d'éclairage non adapté.

- *Le Pétrel de Barau (Pterodroma barau)*

Le Pétrel de Barau est endémique de La Réunion. Cet oiseau marin migrateur quitte l'île dès la mi-mars pour les adultes, et en avril-mai pour les jeunes, afin de rejoindre les eaux tropicales et subtropicales de l'Océan Indien. Durant la période de reproduction s'étalant de septembre à mai, il niche sur les plus hauts sommets de l'île (Gros Morne, Grand Bénare, Piton des Neiges). C'est pendant cette période que de nombreux individus se déplacent entre leurs colonies de reproduction et l'océan (déplacement nocturne). La plus récente estimation de la population donne un nombre de 6 000 à 8 500 couples reproducteurs répartis en une dizaine de colonies [Pinet et al. 2011].

L'espèce n'est pas nicheuse sur l'aire d'étude rapprochée, les colonies les plus proches étant installées sur les sommets de l'île. La zone est néanmoins faiblement fréquentée lors de déplacements nocturnes entre les sites de reproduction et les zones d'alimentation (océan).

- *Le Puffin de Baillon (Puffinus lherminieri bailloni)*

La sous-espèce P.I. bailloni est endémique de La Réunion et a disparue de l'île Maurice. C'est un oiseau pélagique qui peut passer plusieurs mois en mer dont les populations sont estimées entre 3 000 et 5 000 couples [Salamolard, 2008]. D'après la bibliographie, aucun site de nidification n'est connu sur le site d'étude immédiate, la colonie la plus proche étant située dans la Ravine Saint-Gilles à environ 600m à l'ouest [SEOR, 2011 ; Gineste, 2016, in press].

De même que pour le Pétrel de Barau, le site est néanmoins fréquenté, bien que faiblement, pour le déplacement entre les sites de reproduction situées plus haut et les zones d'alimentation (océan).

## 4 Etat initial de l'environnement

### • Le Phaéton à bec jaune (*Phaethon lepturus*)

Cet oiseau marin pantropical se retrouve dans tous les océans. A La Réunion, il niche préférentiellement dans les cavités des falaises littorales, parfois sur les versants de certaines ravines et plus rarement dans les cirques [Jouventin, 1998]. La population reproductrice de l'océan Indien est estimée à 5 000 couples ; elle comporterait entre 200 et 500 couples pour la seule île de La Réunion [Probst, 2002]. Il est à noter qu'aucun site de nidification n'est connu dans l'aire d'étude rapprochée.

Figure 44 - *Phaeton lepturus* (Source : Biotope)

L'espèce n'a pas été contactée en vol lors des inventaires mais doit néanmoins fréquenter le site en survol.



### **Le Busard de Maillard (*Circus maillardi*)**

Cet oiseau endémique de La Réunion est en danger d'extinction (CR) selon la Liste rouge UICN de La Réunion de 2010. Le Busard de Maillard (*Circus maillardi*) est le seul rapace endémique nicheur de l'île. Il s'observe dans tous les milieux, du littoral jusqu'à une altitude avoisinant 2000 mètres, même si les milieux arbustifs et arborés semblent avoir sa préférence pour la reproduction [Salamolard 2008 ; Grondin et Philippe 2011]. Sa population serait comprise entre 100 à 200 couples reproducteurs [Grondin et Philippe, 2011].

Sur la base des données bibliographiques disponibles, aucun domaine vital n'est recensé au sein de la zone d'étude immédiate. Les domaines vitaux connus les plus proches se situent à environ 6km dans les hauts.

Figure 45 - *Busard de Maillard (Circus maillardi)*. (Source : Biotope)

Lors de nos prospections, l'espèce n'a pas été contactée à proximité de la zone d'étude. La Papangue utilise ce secteur aussi en tant que zone d'alimentation.



### **Autres espèces d'oiseaux terrestres**

Au cours des inventaires, 13 espèces ont été contactées. Il ressort une prédominance des espèces exotiques avec uniquement 4 espèces indigènes présentes.

Les oiseaux indigènes nicheurs sont peu représentés dans la zone d'étude, avec la présence de 2 espèces potentiellement nicheuses. Cela s'explique notamment par l'absence de milieux naturels bien conservés (notamment les milieux forestiers), traduisant la pauvreté en passereaux forestiers endémiques. En effet, dans la zone d'étude, le milieu artificialisé n'offre pas les conditions suffisantes au développement de ces espèces forestières. Dans cette frange littorale, seules 2 espèces se sont adaptées à cet environnement naturel dégradé (urbain et secondarisé) : l'Oiseau blanc (*Zosterops b. borbonicus*) (très présent sur l'ensemble du secteur inventorié) et la Tourterelle malgache (*Streptopelia picturata*). Sur la zone d'étude, la diversité spécifique en espèces indigènes est donc faible dans les différents habitats d'espèces identifiés.

Figure 46 - *Zosterops b. Borbonicus*. (Source : Biotope)

Deux autres espèces indigènes terrestres non nicheuses ont été inventoriées : la Salangane (*Aerodramus francicus*) et l'Hirondelle de Bourbon (*Phedina borbonica*), utilisant les milieux dégradés pour s'alimenter.



## 4 Etat initial de l'environnement

### **Espèces protégées, rares/menacées**

Toutes les espèces d'oiseaux indigènes sont protégées à La Réunion (Arrêté du 17 février 1989 - J.O du 24/03/1989). Au total, 5 espèces protégées ont été contactées dans la zone d'étude immédiate, 2 étant possiblement nicheuses dans la zone d'étude (Oiseau blanc et la Tourterelle malgache)

### **Habitats d'espèces et fonctionnalité des milieux**

**Concernant les oiseaux terrestres, il ressort donc une quasi-dominance des espèces exotiques.** En effet, il est reconnu que le cortège des oiseaux forestiers indigènes de La Réunion est associé à la végétation indigène existante. Or, cette végétation n'est plus présente sur la zone d'étude, ni même aux alentours. Les fourrés arbustifs présents dans les ravines à proximité sont davantage constitués d'espèces exotiques et ne permettent pas l'installation des espèces indigènes forestières à l'exception de l'oiseau blanc.

En termes de fréquence, les espèces présentes sur l'ensemble de la zone d'étude sont le Merle de Maurice (*Pycnonotus jocosus*), le Foudi rouge (*Foudia madagascariensis*) et le Martin triste (*Acridotheres tristis*). Le Béliet (*Ploceus cucullatus*) est aussi très bien représenté avec au moins une colonie présente sur le secteur.

L'espèce indigène rencontrée le plus souvent sur site est l'Oiseau blanc (*Zosterops borbonicus*), espèce indigène protégée très bien adaptée aux habitats dégradés. Sa présence n'est donc pas surprenante tant cette espèce est commune sur l'île.

L'ensemble de ces espèces utilisent les zones arbustives pour se reproduire voire s'alimenter, alors que les zones ouvertes servent principalement à l'alimentation.

### **5.6.4 Chiroptères**

Les inventaires réalisés ont porté sur les chauves-souris, seul groupe d'espèces de mammifères indigènes à La Réunion. Ainsi, les modalités d'expertise se sont traduites par une recherche des gîtes potentiels, et par un monitoring acoustique (poses d'enregistreurs acoustiques de type SM2BAT) permettant d'identifier précisément les espèces et leur activité.

#### **Les espèces inventoriées**

Dans la zone d'étude immédiate, les expertises menées avec les détecteurs acoustiques confirment la présence d'une seule espèce : le Petit Molosse (*Mormopterus francoismoutou*).

Endémique de l'île de La Réunion, le Petit Molosse est présent sur l'ensemble de la zone d'étude immédiate et a été contacté uniquement dans des phases de chasse. Cette espèce étant attirée par les insectes, elle peut se déplacer vers des sites offrant plus d'opportunités alimentaires, notamment des zones arbustives ou arborées pouvant attirer en masse des insectes nocturnes.

Figure 47 : Petit Molosse (*Mormopterus francoismoutou*) (Source : Biotope)

Dans le cadre du suivi acoustique, nous avons enregistré seulement 10 contacts sur le point d'écoute au sein de la zone d'étude immédiate, durant la nuit de suivi. La fréquentation du site est donc très faible et correspond intégralement à de l'activité de chasse et de transit.

Aucun gîte n'a été détecté lors des expertises diurnes. En l'absence de cavités et falaises propices, seules les habitations présentes à proximité (quartier existant) peuvent servir de gîtes pour cette espèce.



## 4 Etat initial de l'environnement

### **Habitats d'espèces et fonctionnalité des milieux**

Les continuités écologiques pour les chauves-souris se traduisent par une mosaïque d'habitats favorables à leur déplacement et leur alimentation. Aucun gîte (naturel ou d'origine anthropique) n'a été identifié au sein de la zone d'étude immédiate, alors que différents types d'habitats (ravines, lisière ...) offrent des ressources alimentaires favorables.

### **Évaluation patrimoniale et synthèse des enjeux pour les chiroptères**

Le Petit Molosse, seule espèce inventoriée au sein de l'aire d'étude rapprochée, est protégée à La Réunion (Arrêté du 17 février 1989 - J.O du 24/03/1989), et considérée comme remarquable du fait de son statut de patrimonialité. Elle présente un enjeu de conservation faible.

## 5.7 Synthèse des enjeux écologiques

L'aire d'étude rapprochée n'intersecte aucune zone de protection ou d'inventaire du patrimoine naturel. La voie d'accès au golf au nord s'inscrit par ailleurs dans un corridor écologique avéré de la trame terrestre.

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 phytocœnotique particulier ; les surfaces restantes étant concernées par des habitats artificialisés, fortement dégradés également. Aucun habitat naturel n'a en outre été recensé sur la zone d'étude immédiate. L'enjeu pour les habitats naturels est donc faible.

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. Néanmoins, une espèce spontanée peu commune à l'échelle de l'île de La Réunion et complémentaire de ZNIEFF présente un enjeu modéré de conservation. Précisons enfin que deux espèces inscrites sur la future liste des espèces protégées de La Réunion (*Latania lontaroides* et *Terminalia bentzoe*) ont été recensées à proximité, en dehors de la zone d'étude immédiate mais sont issues de plantations dans des aménagements urbains et paysagers. La contrainte réglementaire ne s'applique donc pas.

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.

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

## 4 Etat initial de l'environnement

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.

Une synthèse des enjeux écologiques et des contraintes vis-à-vis des aménagements est proposée dans le tableau et la carte ci-après (Cartographie des enjeux écologiques).

	Niveau d'enjeu
	Faible
	Modéré
	Moyen
	Fort
	Très fort

Cette synthèse illustre le faible enjeu écologique des milieux naturels de la zone d'étude.

L'enjeu principal de la zone d'étude immédiate concerne la station d'*Adiantum rizophorum*, espèce peu commune et complémentaire de ZNIEFF à enjeu de conservation modéré, au sein des fourrés secondaires à Cassie, dans la partie Est de la zone d'étude.

Le site est également utilisé par deux espèces d'oiseaux (l'Oiseau blanc et la Tourterelle malgache, nicheurs probables) ainsi que le Pétrel de Barau et le Puffin de Baillon en survol au sein d'un corridor aérien potentiel, faiblement fréquenté.

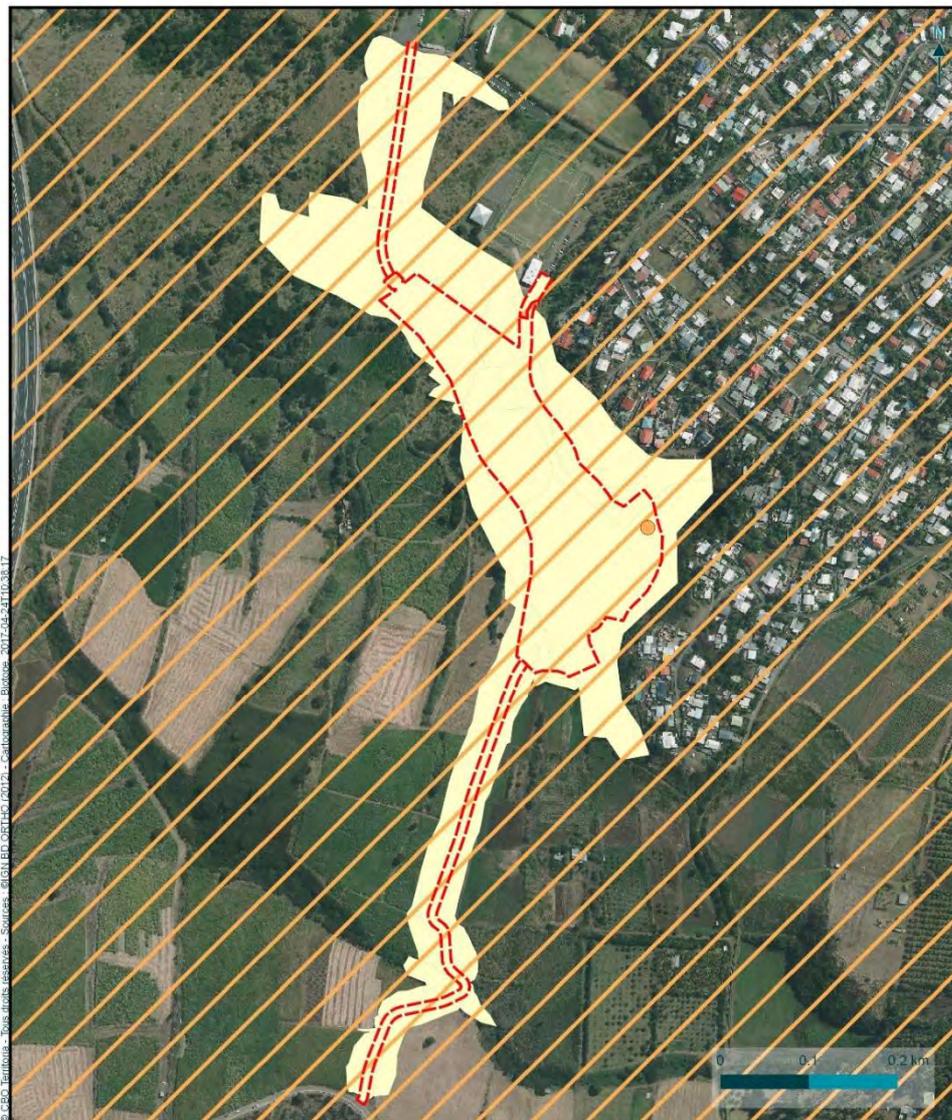
#### 4 Etat initial de l'environnement

Groupe biologique étudié	Contrainte écologique vis-à-vis du projet (rappel de l'état initial du dossier)	Enjeux	Contrainte réglementaire <u>potentielle</u> pour le projet	Présence d'une contrainte réglementaire vis-à-vis du projet
Flore et habitats naturels				
Habitats naturels	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Contrainte écologique faible</li> <li>→ Aucune formation naturelle recensée.</li> <li>→ Les végétations secondaires qui couvrent une grande partie du site sont très largement dominées par les espèces exotiques envahissantes et ne présentent en outre aucun intérêt phytocœnotique particulier</li> </ul>	<i>Faible</i>	Aucune contrainte réglementaire	Non
Flore	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ 49 espèces recensées dont uniquement 5 espèces indigènes</li> <li>→ Une station d'<i>Adiantum rhizophorum</i> dans la partie est présente localement un enjeu modéré de préservation (espèce complémentaire de ZNIEFF)</li> <li>→ Plusieurs stations de Latanier rouge (<i>Latania lontaroides</i>) et de Benjoin (<i>Terminalia bentzoe</i>), espèces inscrites sur la future liste des espèces protégées de La Réunion, ont également été recensées. Plantées au sein d'aménagement paysagers et urbains, elles ne présentent donc pas d'enjeux de conservation et de contrainte réglementaire</li> </ul>	<i>Faible (localement Modéré)</i>	Aucune contrainte réglementaire (Latanier rouge et Benjoin étant issus de plantations)	Non
Faune				
Oiseaux marins	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Contrainte écologique modérée.</li> <li>2 espèces d'oiseaux marins protégées et remarquables survolant la zone d'étude (zone de transit)</li> </ul>	Modéré	Contrainte réglementaire potentielle liée à la destruction d'individu / œuf / nid d'Oiseau blanc et de la Tourterelle malgache (en cas	Potentielle (Si destruction d'individu / œuf / nid)

#### 4 Etat initial de l'environnement

Oiseaux terrestres	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Contrainte écologique faible.</li> <li>2 espèces d'oiseaux terrestres protégés, nicheuses possibles dans la zone d'étude, dans la végétation arbustive des ravines (Oiseau blanc et Tourterelle malgache)</li> </ul>	Faible	de destruction de fourrés arbustifs en période de reproduction)	
Reptiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Une espèce assimilée indigène protégée potentiellement présente au sein des fourrés secondaires : le Caméléon panthère</li> </ul>	Faible	Contrainte réglementaire potentielle liée à la destruction du Caméléon panthère	Potentielle (Si destruction d'individu / œuf)
Insectes	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Une seule espèce patrimoniale, endémique de La Réunion, très commune à l'échelle de l'île présente sur site : <i>Henotesia narcissus borbonica</i>.</li> </ul>	Faible	Aucune contrainte réglementaire	Non
Chiroptères	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Contrainte écologique faible</li> <li>→ Une espèce de chauves-souris protégée utilisant la zone d'étude comme zone d'alimentation et de transit : le Petit Molosse.</li> <li>→ Niveau d'activité très faible / Aucun gîte recensé sur l'aire d'étude</li> </ul>	Faible	Aucune contrainte réglementaire (risque d'atteinte à des individus en vol, nul)	Non

## 4 Etat initial de l'environnement



atelier LD  
Planification territoriale



**Synthèse des enjeux  
écologiques**

Opération d'aménagement  
Villèle

### Légende

--- Zone d'étude immédiate

### Enjeux écologiques

■ Faible

● Modéré (station *Adiantum rhizophorum*)

▨ Modéré (survol d'oiseaux marins)



## 4 Etat initial de l'environnement

# 6 Paysage et patrimoine

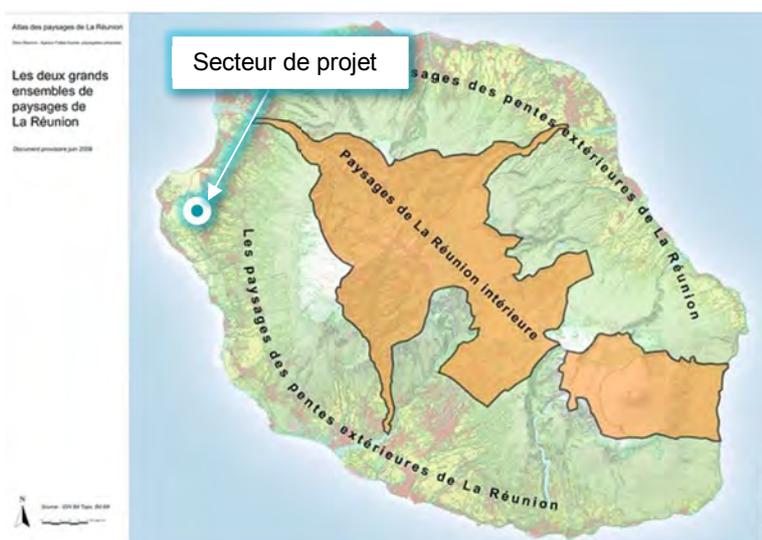
Sources : Atlas des paysages ; Notice du Permis d'Aménager ; Base de données Mérimée ; <http://www.monumentum.fr> ; In Situ – Revu des patrimoines : Le musée de Villèle à La Réunion entre histoire et mémoire de l'esclavage. Un haut lieu de l'histoire sociale réunionnaise ; Office de tourisme de l'Ouest

### 6.1 Grands paysages

Deux grands ensembles de paysages se distinguent à la Réunion. Ils sont liés à la nature volcanique de l'île et à son histoire géologique :

- La Réunion des pentes extérieures est celle qui s'ouvre physiquement sur l'océan : c'est La Réunion des planèzes et des plaines littorales ;
- La Réunion intérieure est celle de la montagne, des pics et des mornes, des « plaines » d'altitude, des cirques d'effondrement, du volcan actif.

Figure 48 - Les deux grands ensembles de paysage de La Réunion (Source: Atlas des paysages départemental)



La zone d'étude immédiate s'inscrit dans l'ensemble des pentes extérieures. Plus précisément au niveau des pentes de l'Ouest, les plus longues et régulières de l'île, courant de 0 à 2900m d'altitude (Grand Bénare), aux côtes urbanisées en stations balnéaires et baignées en partie par les eaux du lagon, aux paysages plus secs, en mutation avec la pression d'urbanisation, le basculement des eaux pour la mise en culture des terres, et la route des Tamarins.

La cartographie de synthèse des enjeux de l'atlas des paysages départemental identifie la zone d'étude immédiate comme faisant partie de paysages agricoles sous forte pression d'urbanisation associés à des points de vue panoramiques peu valorisés. La RD100 à laquelle se raccordera l'opération est qualifiée de « dégradée ».

## 4 Etat initial de l'environnement

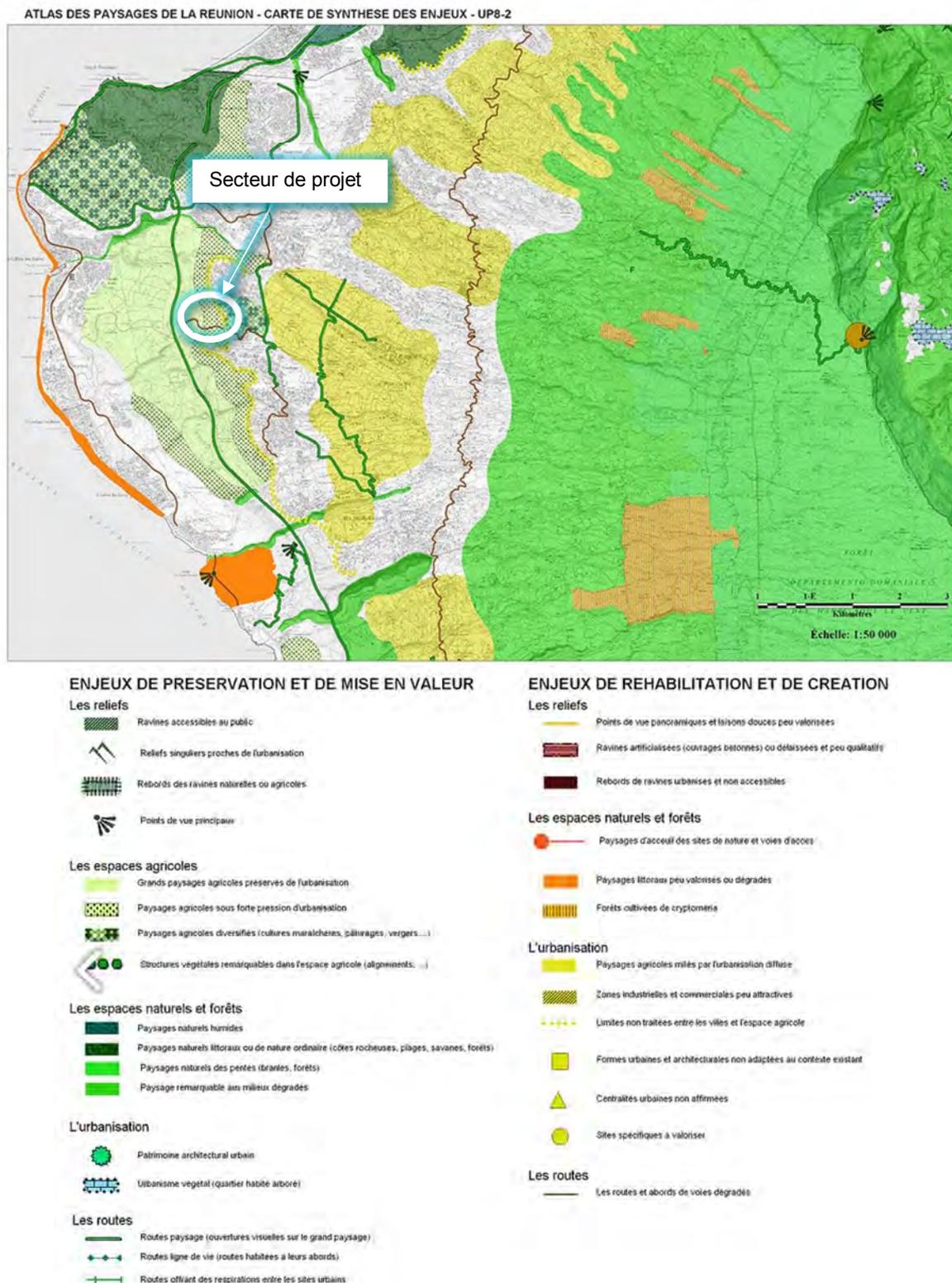


Figure 49 - Extrait de la carte de synthèse des enjeux des paysages de la Réunion (Source : Atlas départemental)

## 4 Etat initial de l'environnement

### 6.2 Approche paysagère du site

Cette analyse a été réalisée par Atelier LD dans le cadre du permis d'aménager.

L'ouverture vers la mer et la baie de Saint Gilles, et au premier plan vers les champs de canne constitue l'atout paysager majeur du site, grâce à sa situation en belvédère. Du fait de la topographie, des vues se dégagent vers la mer et les mi-pentes sur une majeure partie du terrain.

Le paysage intérieur du site ne présente pas d'intérêt particulier, notamment du fait de la dégradation du milieu et de la pauvreté de la flore. En effet, le couvert végétal est essentiellement constitué de fourrés secondaires à Faux poivrier et Cassie, essences invasives. La strate arbustive des fourrés secondaires est généralement pauvre et dense. Seuls quelques tamarins de l'inde ou tamarins des bas émergent de la strate arbustive.

La lecture du paysage est essentiellement structurée par la présence d'un talweg en partie centrale, qui traverse le site, qu'il sera opportun de préserver et de revaloriser en tant qu'entité paysagère.

Le site se situe dans le prolongement de l'urbanisation existante. La trame bâtie attenante, en surplomb du site sur la crête du coteau, est composée majoritairement de maisons individuelles. Les constructions existantes, bien que souvent imposantes, s'intègrent au paysage grâce aux plantations denses de jardins et cours qui recréaient une lisière végétale. Les vues sur le site sont donc déjà celles d'un paysage anthropisé, du fait des constructions existantes et des champs cultivés.

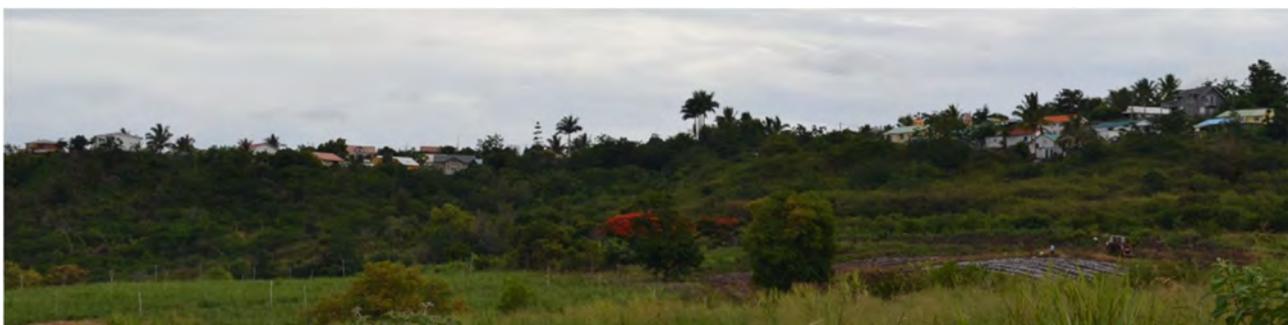


Figure 50 - Vue sur la frange urbanisée surplombant le site, et le talweg en partie centrale (Source : Atelier LD)



Figure 51 - Vue depuis le site (Source : Atelier LD)

## 4 Etat initial de l'environnement

### 6.1 Patrimoine culturel et paysager répertorié

#### 6.1.1 Sites classés et inscrits

 *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.*

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.

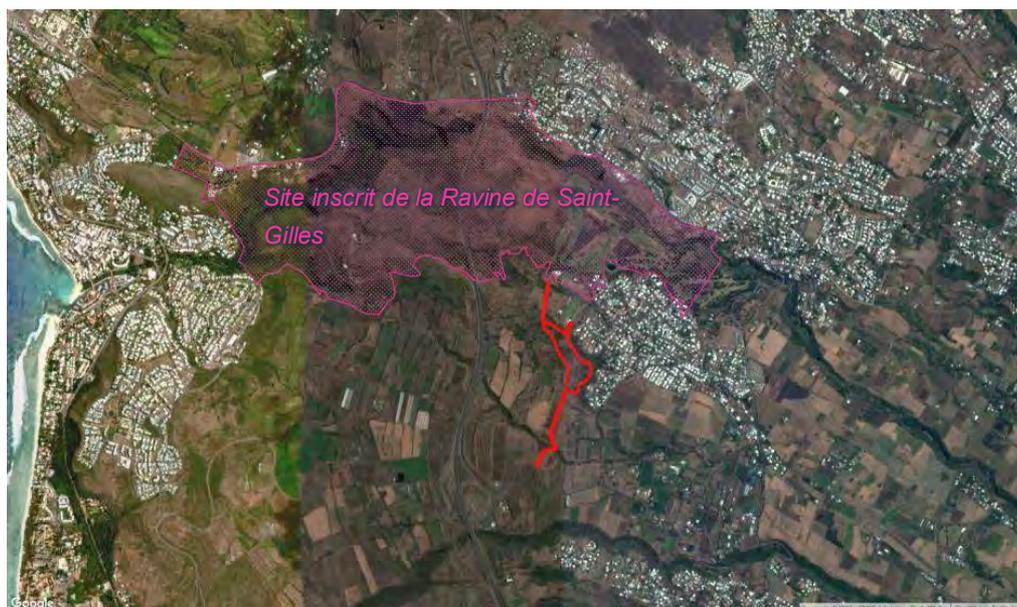


Figure 52 - Localisation du site inscrit de La Ravine de Saint-Gilles (Source: DEAL Ile de la Réunion)

## 4 Etat initial de l'environnement

### 6.1.2 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). Achevée 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 53 - Domaine de Villèle : Maison de maître et ruine de la sucrierie (Source : office de tourisme de l'Ouest)

## 4 Etat initial de l'environnement

### **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 54 - 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 visibilités.

## 4 Etat initial de l'environnement

Les documents graphiques du PLU de Saint-Paul confirment que la zone d'étude immédiate n'est concernée par aucun périmètre de protection en lien avec le patrimoine.

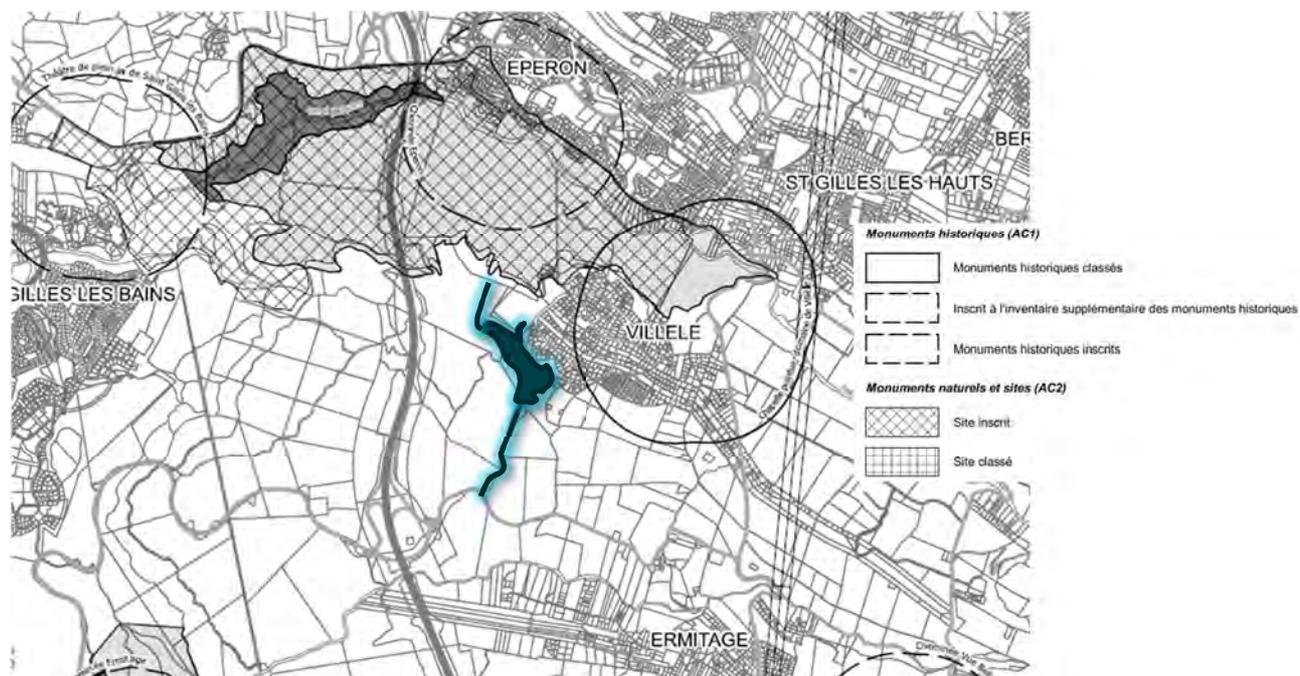


Figure 55 - Extrait du plan des servitudes d'utilité publique (Source : PLU de Saint-Paul)

## 4 Etat initial de l'environnement

# 7 Milieu humain

## 7.1 Contexte socio-économique

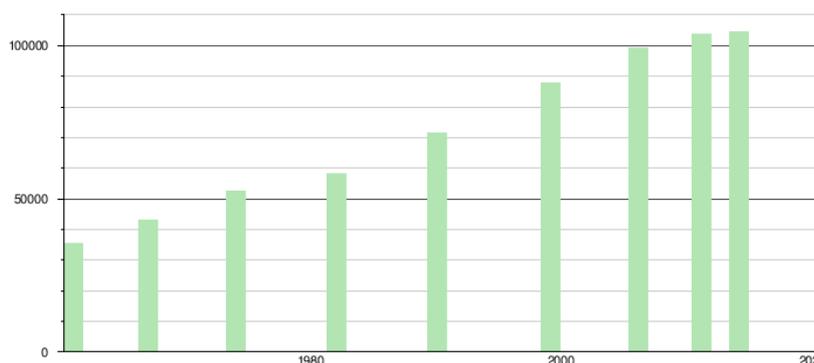
Sources : Données INSEE ; Base Cassini de l'EHESS ; fichiers CLAP (Connaissance Locale de l'Appareil Productif) ; Recensement agricole, données AGRESTE ; RGP2013

### 7.1.1 Aspect démographique

La Réunion compte, au 1<sup>er</sup> janvier 2014, 845 000 personnes. Depuis 2007, la population augmente moins vite qu'auparavant. Le solde naturel reste élevé mais il est compensé en partie par le solde migratoire qui devient négatif avec des départs désormais plus nombreux que les arrivées.

Berceau du peuplement de La Réunion, la Ville de Saint-Paul, grâce à sa baie nommée "la baie du meilleur ancrage" est la première ville habitée de l'île de la Réunion. La commune a connu une progression constante et marquée de sa population depuis 1961 (date du premier recensement sur la commune). Elle a triplé en 50 ans et comptait 104 634 habitants en 2014. Deuxième commune la plus peuplée du département, l'augmentation de la population est en ralentissement depuis les années 2000, à l'image de celle du département.

Figure 56 - Histogramme de l'évolution démographique (Source : base Cassini de l'EHESS et base INSEE)



L'évolution de la population communale est influée par le solde naturel en constante régression depuis les années 70 alors que le solde apparent des entrées/sorties est en fluctuation sur la même période, il est notamment en recul entre 2008 et 2013 (-0,9%).

La population de Saint-Paul en termes de structure en âge suit la tendance du département de la Réunion. Même si elle vieillit, la population reste jeune. Les moins de 20 ans sont deux fois plus nombreux que les personnes âgées de 60 ans ou plus (32 % de la population contre 14 %) alors qu'ils sont aussi nombreux en France métropolitaine (24 %).

La commune comprend 36761 ménages avec une forte proportion de familles (couples avec ou sans enfants, famille monoparentale : 73,9%).

Les catégories socio-professionnelles les plus représentées sur la commune en 2013 sont les employés, les ouvriers puis les retraités.

Le quartier de Villèle représente 2,5% de la population de la commune de Saint-Paul (2 622 habitants en 2013).

Saint-Paul constitue une commune attractive qui a connu une forte progression de sa population, qui à présent est en cours de stabilisation.

## 4 Etat initial de l'environnement

### 7.1.2 Logement

Le dynamisme démographique réunionnais place le logement au cœur des préoccupations des pouvoirs publics. Sous l'impulsion des différentes politiques d'aide à la pierre, notamment les incitations fiscales pour la production de logements privés, le parc s'est rapidement développé au cours de ces dernières années sur l'île. Fin 2013, La Réunion compte 312 600 résidences principales. Leur nombre progresse fortement depuis 2006 (+ 6 600 par an).

La commune de Saint-Paul s'inscrit dans cet élan avec une progression de plus de 10 % du nombre de logements entre 2008 et 2018. Le territoire de la commune offre une grande diversité d'habitats : balnéaire, urbain, mi-pentes, hauts. Au dernier recensement de 2013, Saint-Paul comptait ainsi 41 313 logements, avec les catégories et types suivants :

	2013	%	2008	%
<b>Ensemble</b>	<b>41 313</b>	<b>100,0</b>	<b>37 247</b>	<b>100,0</b>
<b>Résidences principales</b>	36 766	89,0	33 888	91,0
<b>Résidences secondaires et logements occasionnels</b>	1 508	3,7	874	2,3
<b>Logements vacants</b>	3 039	7,4	2 485	6,7
<b>Maisons</b>	31 825	77,0	29 334	78,8
<b>Appartements</b>	9 250	22,4	7 612	20,4

Tableau 5 - Catégories et types de logements sur la commune de Saint-Paul (Source : Insee, RP2008 et RP2013 exploitations principales)

Près de 90% du parc de logements sont constitués de résidences principales marquant la vocation résidentielle de la commune. Le logement individuel domine à Saint-Paul, comme c'est le cas sur l'île d manière générale. Les deux tiers des ménages qui résident dans un logement individuel en sont propriétaires. En revanche, les propriétaires occupants sont rares parmi les personnes résidant en logement collectif.

L'analyse de l'âge du parc immobilier montre que près de 50% des résidences principales ont plus de 25 ans. Une grande partie des logements ont été construits entre 1971 et 2005, avec une grande prédominance de maisons. D'une manière générale, la commune dispose donc d'un parc immobilier récent, avec plus de 50% du parc ayant été construits après 1991.

A l'échelle nationale, le nombre d'occupants par logement est généralement en décroissance. Cette évolution correspond au phénomène de « desserrement de la population ». Elle traduit la transformation de la structure des ménages due aux phénomènes sociétaux actuels : augmentation du nombre de divorces, des familles monoparentales, décohabitation des jeunes, vieillissement de la population, etc. La commune de Saint-Paul n'échappe pas à la règle : le nombre de ménages d'une personne est en progression de 3% entre 2008 et 2013.

La commune de Saint-Paul dispose d'un parc de logements relativement récents, à vocation principalement résidentielle et dominé par l'habitat individuel.

## 4 Etat initial de l'environnement

### 7.1.3 Aspect économique

À Saint-Paul, les pôles d'emploi se concentrent essentiellement sur le bord du littoral. Le panorama des activités varie le long de la route nationale, et illustre une économie principalement présentielle, tournée vers la satisfaction de la population résidente ou des touristes.

La zone d'activités de Cambaie se distingue par son analogie avec les zones industrielles de la commune voisine du Port. Elle est spécialisée dans les activités productrices (BTP, industries de biens intermédiaires et d'équipements). Un peu plus loin, Savannah propose une économie de proximité où les grandes surfaces et les grands magasins spécialisés se multiplient. Le centre-ville de Saint-Paul constitue un centre administratif et de services publics de la région Ouest de l'île. Plus au sud, trois stations balnéaires forment des pôles d'emploi, le tourisme étant au centre de l'activité : Saint-Gilles, l'Ermitage et La Saline. La zone d'étude est localisée en retrait de ces principaux pôles économiques.

L'activité agricole est présente sur la commune mais en régression sur les dernières décennies : le nombre d'exploitation a chuté de plus de la moitié entre 1988 et 2010 ; le travail dans les exploitations a également diminué de 45% ; les superficies agricoles ont régressé de 14% sur la même période ; la progression du cheptel est par contre à noter marquant une accentuation de la pratique de l'élevage. Le vaste territoire communal qui s'étend sur plusieurs altitudes comprend trois étages de production agricole :

- La canne à sucre (littoral – 600 m.),
- *La zone d'étude est située à cet étage. Selon le registre parcellaire graphique de 2013 (qui a vocation à recensé les parcelles agricoles) ainsi que des observations de terrain, le site d'implantation prévu pour le projet ne comprend pas de parcelles agricoles ; il est localisé à proximité de zones de culture de cannes à sucre.*
- La polyculture et l'agro tourisme (600 – 800 m.)
- L'élevage bovin (au-dessus de 800 m.)

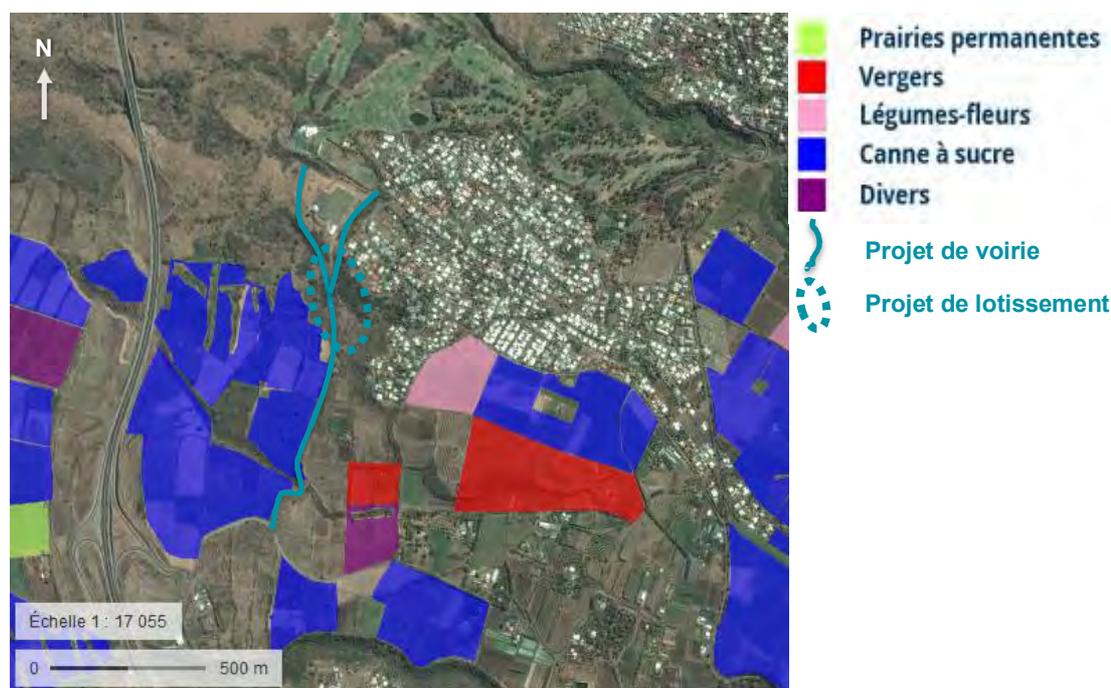


Figure 57 – Parcelles agricole à proximité du projet (Source : RPG2013, Geoportail)

## 4 Etat initial de l'environnement

La vaste commune de Saint-Paul est tournée vers les activités destinées à sa population résidente et celle de passage : services publics, commerces et tourisme. L'agriculture tient aussi une place encore importante dans les hauts, notamment à travers l'activité d'élevage.

*Le décret du 31 août 2016 vient préciser le champ d'application et la teneur de l'évaluation des impacts agricoles, créée par la loi d'avenir pour agriculture, l'alimentation et la forêt en octobre 2014 (C. rur. art. L.112-1-3, créé par L. n° 2014-1170, 13 oct.2014, art.28 : JO, 14 oct.). Ce décret précise les cas et conditions de réalisation de l'étude préalable qui doit être réalisée par le maître d'ouvrage d'un projet de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements susceptible d'avoir des conséquences négatives importantes sur l'économie agricole.*

Le champ d'application de l'évaluation est défini sur la base de 3 critères cumulatifs (C. rur. art. D.112-1-18) :

- projet soumis systématiquement à l'étude d'impact environnementale, prévue par les articles L. 122-1 et suivants du code de l'environnement ;
- projet envisagé en tout ou partie sur des zones agricoles, forestières ou naturelles ou bien en zone à urbaniser délimitées par un POS ou un PLU et les surfaces concernées sont affectées par une activité agricole au moment du dépôt de la demande d'autorisation ou l'ont été dans les 3 à 5 ans précédant cette date ; en l'absence de document d'urbanisme, sont visés tous les projets affectant des surfaces affectées à l'activité agricole ou l'ayant été dans les 5 années précédentes.
- emprise projet d'au moins 5 hectares, il s'agit d'une superficie globale : si le projet est constitué de plusieurs travaux et ouvrages, toutes les emprises doivent être additionnées.

*Nota : le préfet de département a cependant la possibilité de fixer un seuil inférieur pour tenir compte des types de production et de leur valeur ajoutée.*

---

Compte tenu de la nature du projet étudié (projet soumis à étude d'impact par la procédure du cas par cas), de sa localisation (très faiblement situé en parcelles en partie agricole) et des surfaces étudiées (inférieures à 5 ha), le projet n'est pas soumis à étude agricole préalable.

---

## 4 Etat initial de l'environnement

### 7.2 Contexte urbain

Sources : Géoportail ; <http://www.mairie-saintpaul.fr/> ;

La commune de Saint-Paul est la plus vaste de l'île, elle est composée de plusieurs entités urbanistiques. Le projet est situé dans un secteur à forte dominante résidentielle : le quartier de Villèle.

Villèle s'est formé à partir d'un ancien domaine agricole, le domaine de Villèle, lequel est associé, dans l'histoire de La Réunion, à la famille Panon Desbassayns de Richemont, propriétaire des lieux au XIX<sup>ème</sup> siècle. Ce quartier a connu un développement important ces dernières années. En effet, la route des Tamarins, ouverte à la circulation en 2009, a largement contribué à désengorger Saint-Paul, mais a aussi permis le développement de l'urbanisation dans les secteurs de mi-pente dont fait partie le quartier de Villèle qui propose un beau panorama sur le littoral.

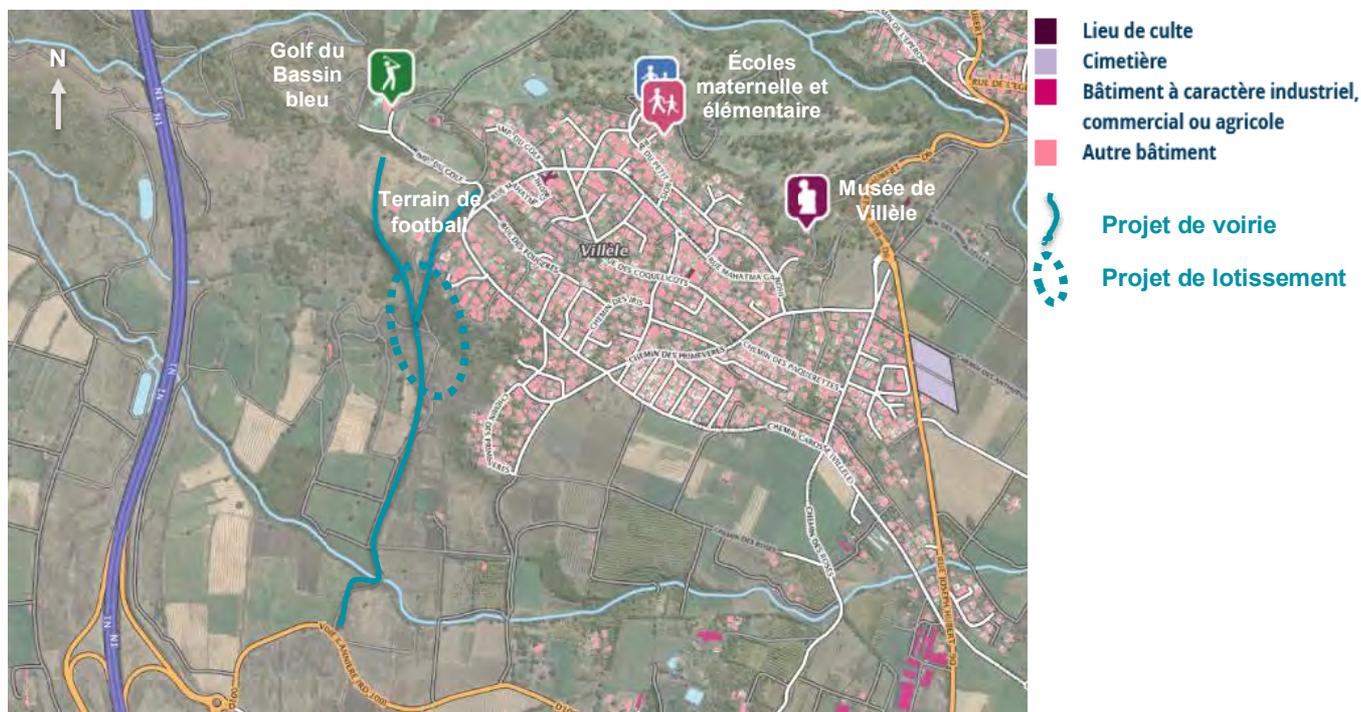


Figure 58 – Contexte urbain – Quartier de Villèle (Source : Geoportail)

Le quartier essentiellement composé d'habitat individuels, comporte quelques commerces (notamment des lieux de restauration qui sont au nombre de 3) et équipements publics (une école maternelle et une école primaire). Le quartier accueille aussi des structures de loisirs et de tourisme : l'un des trois terrains de golf de La Réunion, le golf du Bassin bleu ; le musée de Villèle ; un terrain de football.

Le site d'étude jouxte l'urbanisation existante, et surplombe la baie de Saint-Gilles. Il se situe donc dans le prolongement de l'urbanisation existante ; la trame bâtie attenante, en surplomb du site sur la crête du coteau, est composée majoritairement de maisons individuelles. Il prend également place à proximité du Golf et du terrain de football sur des parcelles actuellement en friche.

## 4 Etat initial de l'environnement

Il n'existe pas actuellement de réseau collectif d'assainissement des eaux usées au sein de l'aire d'étude immédiate. À noter que 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 ou il existe un collecteur.

À proximité immédiate de la zone d'étude, il n'existe actuellement aucun réseau d'AEP, de réseau électrique ou encore de réseau de télécommunication.

Enfin concernant les eaux pluviales, il n'existe pas de réseau à proximité immédiate.

Le quartier de Villèle est un quartier historique qui s'est largement développé comme résidentiel ces dernières années.

## 4 Etat initial de l'environnement

### 7.3 Déplacements

Sources : Étude trafic ARTELIA ; Ville de Saint-Paul ; kar'Ouest ; Vélo & Territoires, La revue des départements et régions cyclables – n°36, été 2014 ; <http://www.departements-regions-cyclables.org>

#### 7.3.1 Voies de communications routières

##### Hierarchie fonctionnelle des voies

Le quartier de Villèle comporte plusieurs axes de circulation dont l'importance est inégale :

- des axes structurants :
  - la RD6 permet de relier les quartiers du secteur de mi-pente, aux abords du quartier de Villèle, cette voie fait la jonction entre Saint-Gilles les Hauts et le quartier de Villèle ;
  - la RD100, en retrait du quartier de Villèle rattachée à la RD6 permet le basculement vers la Route des Tamarins (axe majeur de la partie ouest de l'île de La Réunion) et le littoral ;
- des voies secondaires de desserte :
  - les chemins des roses, d'axe nord-sud, permet la desserte du quartier de Villèle depuis la RD6 ;
  - le chemin Carosse, d'axe est-ouest, permet la desserte du quartier de Villèle depuis la RD6 ;
- des voies internes et résidentielles qui sont des voies sans issues.

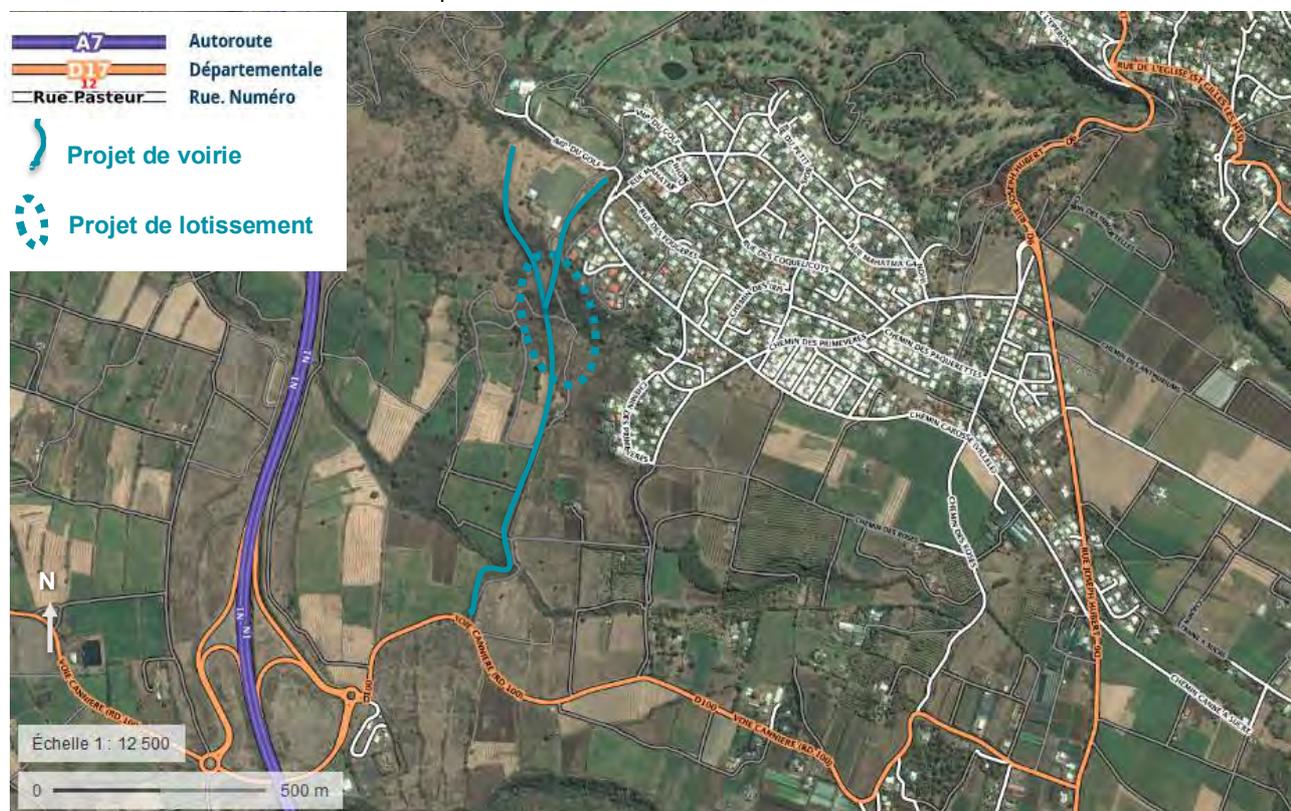


Figure 59 – Réseau viaire – Quartier de Villèle et proches alentours (Source : Geoportail)

## 4 Etat initial de l'environnement

### Charges de trafic

- Générateurs de trafic

Il est à mentionner en premier lieu, que le quartier essentiellement à caractère résidentielle, est émetteur d'un trafic pendulaire en lien avec la populations installée (pour rappel, au recensement de 2013, 2 622 habitants).

D'autre part, selon l'étude trafic formalisée par Artélia les éléments suivant sont à noter :

Les établissements générateurs de trafic du quartier de Villèle et ses alentours sont représentés dans la carte suivante :

 **Annexe 4 – Étude circulation aménagement du quartier de Villèle**  
Artélia, 2017

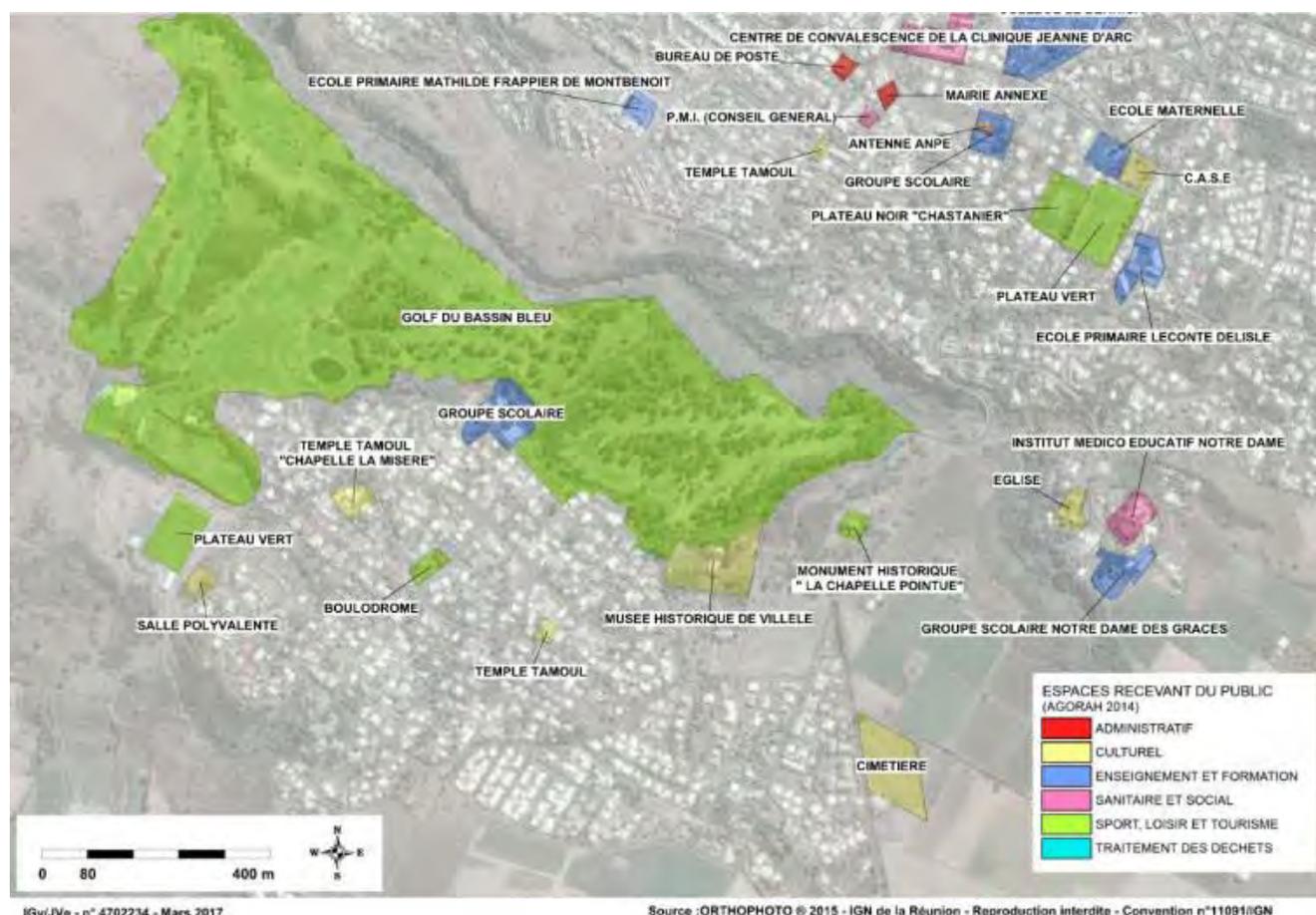


Figure 60 – Établissements générateurs de trafic– Quartier de Villèle (Source : Artélia)

Les établissements notables sont :

- Le musée historique de Villèle, à rayonnement régional ;
- Le groupe scolaire, situé rue des Petits Bois, qui regroupe près de 200 élèves.

## 4 Etat initial de l'environnement

- Estimation de charges de trafic

Afin d'évaluer le trafic existant et le potentiel de report sur la nouvelle voie, deux campagnes de comptage ont été menées par Artélia :

- 1) Une enquête Origine / Destination (OD) afin d'identifier les trajets des usagers du quartier de Villèle (postes 1 à 4)
- 2) Des comptages directionnels sur le carrefour RD 100/RD6 (carrefour n°1) afin d'évaluer l'évolution des conditions de circulation (report de trafic sur la nouvelle voie créée) sur ce carrefour stratégique du secteur.



Figure 61 – Cartographie des postes d'enquête de circulation (Source : Artélia)

Ces comptages de circulation ont eu lieu le mardi 07 mars 2017 :

- Matin : de 7h00 à 8h30,
- Après-midi : 16h30 à 18h00,

Les résultats des comptages sont donnés en UVP (Unités de Véhicules Particuliers) et les coefficients de conversion utilisés sont les suivants :

- VL ou VP : 1 UVP ;
- PL ou TC ou engin spécial : 2 UVP ;
- 2 roues : 0,3 UVP ;

Cette unité permet de rendre compte de l'espace public réellement occupé par le véhicule.

Le flux a donc été évalué en heure de pointe dans le cadre de cette étude trafic.

## 4 Etat initial de l'environnement

Une extrapolation de ce trafic en heure de pointe a été réalisée afin de disposer d'un trafic journalier sur la base des hypothèses suivantes :

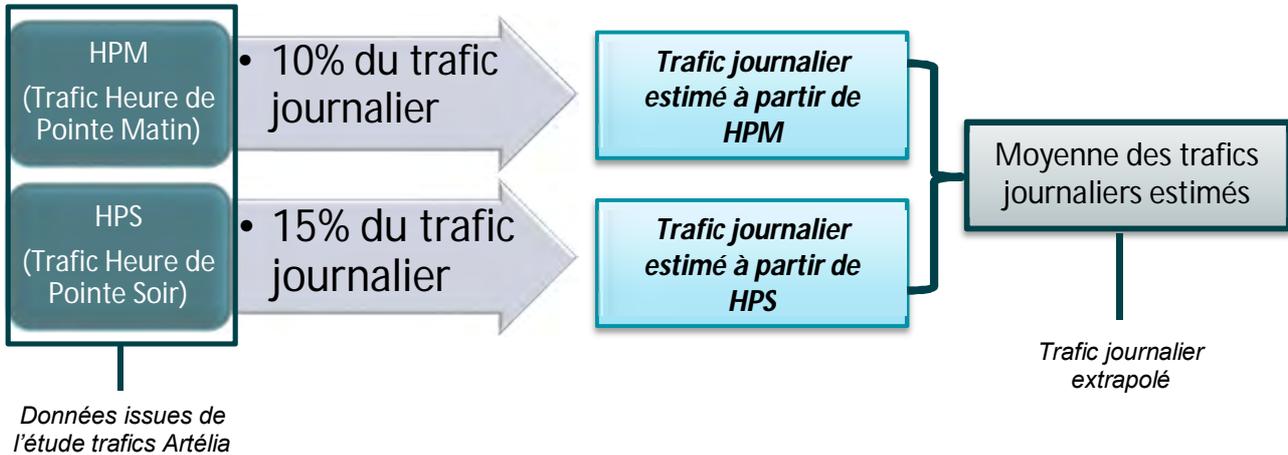


Figure 62 – Méthodologie de calcul du trafic journalier (Source : Biotope)

Les résultats sont récapitulés dans la carte ci-contre :

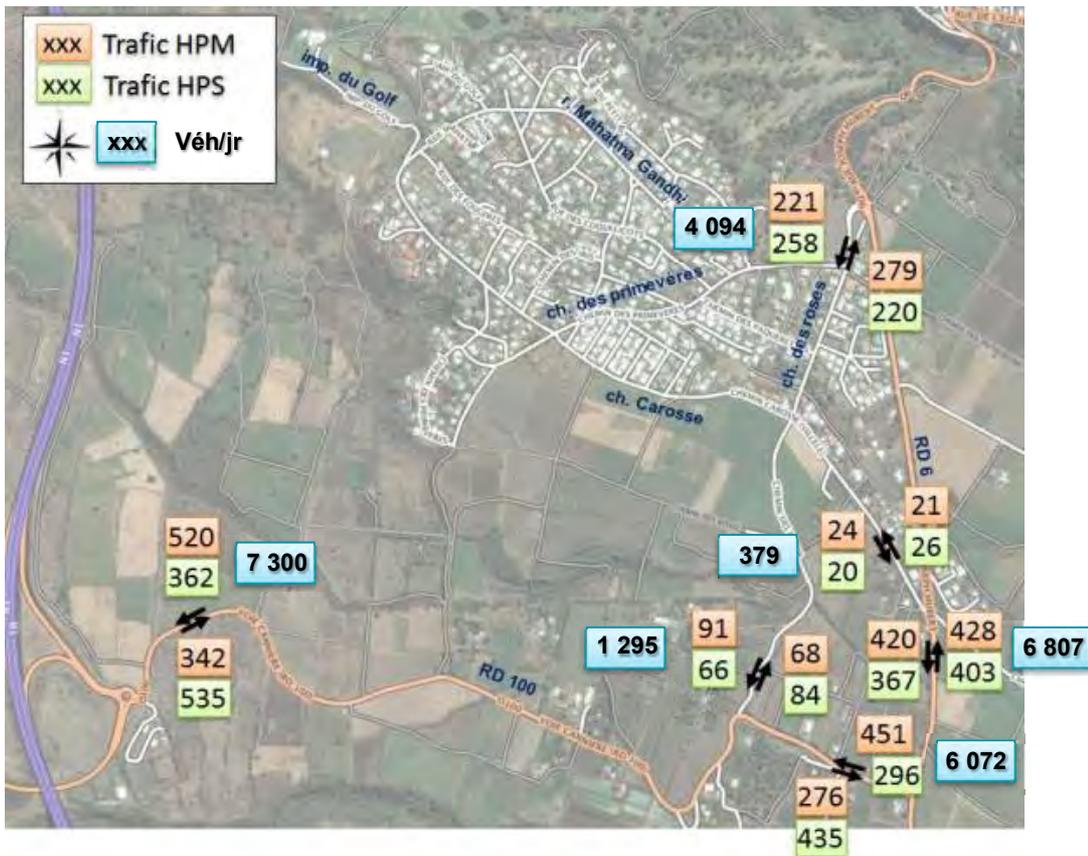


Figure 63 – Trafics en section courante – HPM et HPS 2017, trafic journalier (Source : Artélia et Biotope)

## 4 Etat initial de l'environnement

Les niveaux de trafic sont relativement faibles, la RD100 supporte les trafics les plus élevés. Le Chemin des Roses (Nord) est la voie du quartier la plus empruntée avec près de 500 uvp tous sens confondus le matin et le soir.

Ces résultats témoignent de trafics pendulaires marqués, avec des charges de trafics quasiment similaire entre le matin et le soir dans les sens opposés.

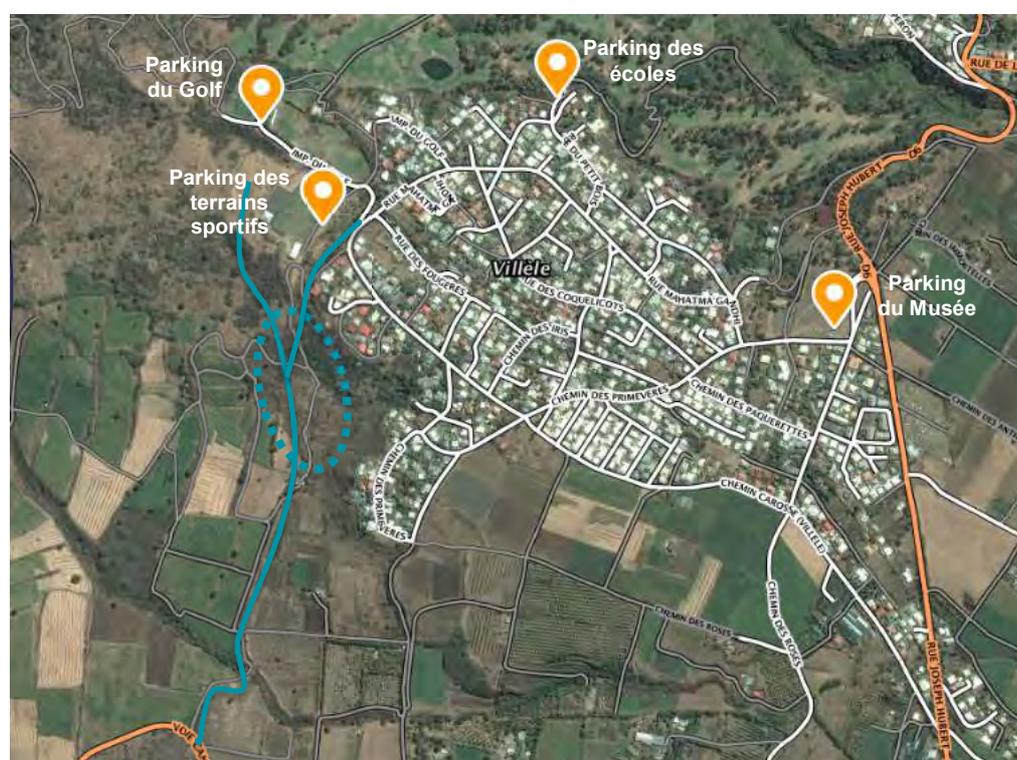
Ces éléments permettent de conclure que le trafic émis et attiré par le quartier de Villèle représente une part faible du trafic de la RD100.

En termes fonctionnelle, l'étude menée par Artélia a également permis de constater que :

- Les trafics en section courante montraient que le giratoire RD6/Chemin des Roses étaient le point d'accès le plus empruntés. Cependant, pour se rendre sur la RD100, le carrefour STOP RD100/Chemin des Roses est privilégié ;
- Le carrefour RD100/Chemin des Roses ne rencontre aucun dysfonctionnement à ce jour, outre la visibilité en sortie du Chemin des Roses qui est limitée ;
- Le carrefour RD6/RD100 est capacitaire et présente globalement un bon fonctionnement.

### 7.3.2 Stationnements

Le quartier de Villèle présente différentes zones de stationnement au niveau des équipements publics tels que les écoles, les terrains sportifs et de loisirs, le musée. Les zones d'habitats disposent de stationnements privatifs à l'intérieur des parcelles.



-  Projet de voirie
-  Projet de lotissement

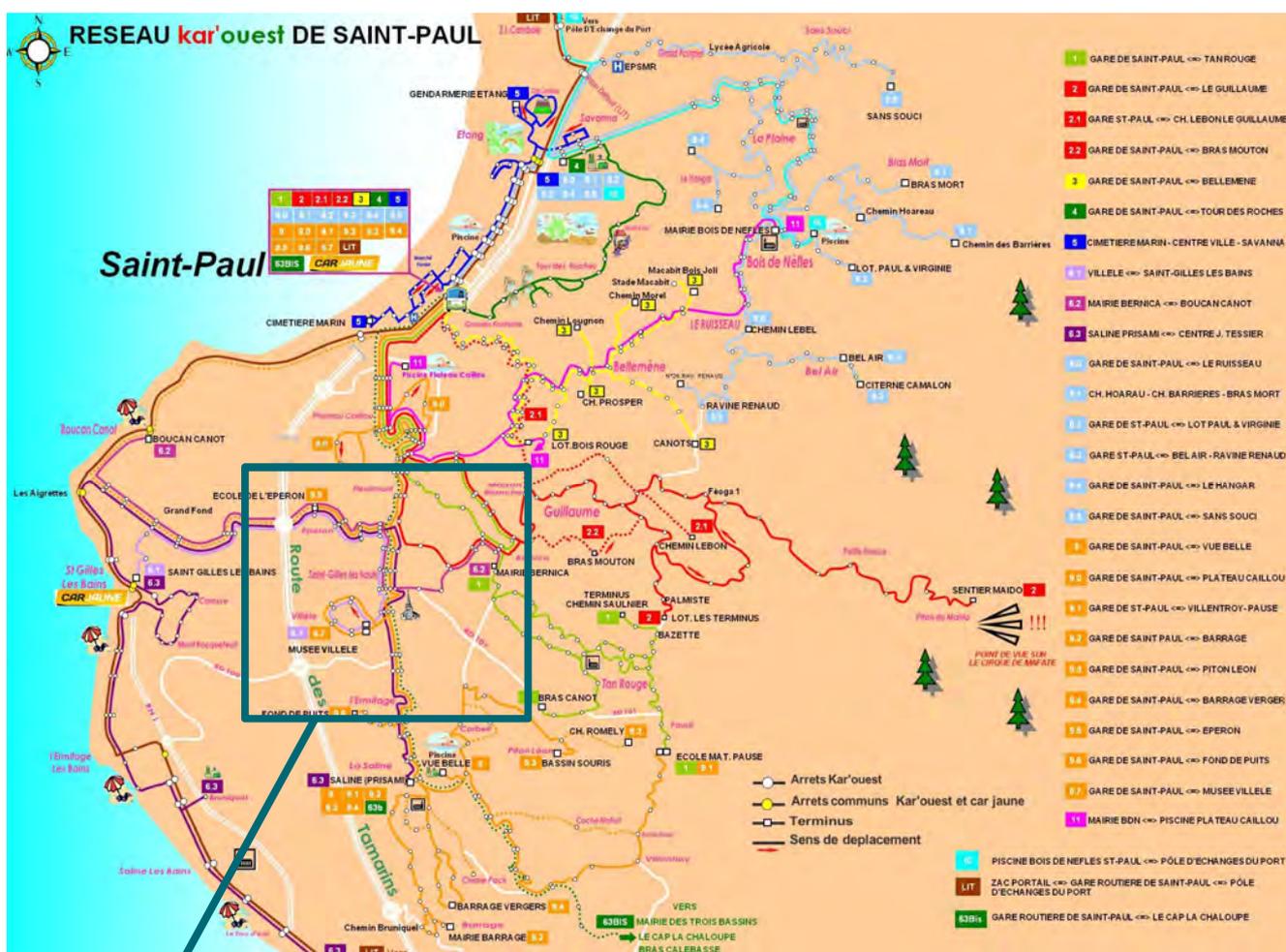
Figure 64 – Stationnements – Quartier de Villèle (Source : Geoportail)

## 4 Etat initial de l'environnement

### 7.3.3 Transports en commun

Le quartier est bien desservi en transports en commun. Il dispose de 3 lignes de desserte :

- Les lignes 9 et 63bis, au départ du centre-ville de Saint-Paul (gare routière), permettent de desservir les quartiers de mi-pentes et des Hauts ;
- La ligne 6.3 fait la jonction entre la bordure littorale et les quartiers de mi-pentes ;
- La ligne 6.1 fait le lien entre Saint-Gilles-les-Bains et le quartier de Villèle.



## 4 Etat initial de l'environnement



Figure 65 – Dessertes de transport en commun du quartier de Villèle, Réseau kar'ouest (Source : kar'ouest)

## 4 Etat initial de l'environnement

### 7.3.4 Déplacement doux

A La Réunion, l'usage du vélo s'est surtout développé dans sa dimension sportive. Conscients de l'enjeu de développement urbain et environnemental, la Région et ses partenaires visent à intégrer le vélo comme un mode de déplacements dans la chaîne de l'intermodalité.

La Région Réunion s'est ainsi dotée d'un Plan Régional Vélo adopté en assemblée plénière le 30 octobre 2014. Ce Plan Vélo est venu étoffer le schéma régional d'itinéraires cyclables en plus du tour de l'île déjà inscrit au schéma national des véloroutes et voies vertes (SN3V) depuis 2010.



Figure 66 – Pistes cyclables de La Réunion (Source : Carte du schéma national des véloroutes et voies vertes de La Réunion, état d'avancement avril 2015)

L'ambition de La Réunion est de répondre aux différents besoins de développement du vélo, à la fois pour des usages utilitaires, de loisirs et de tourisme, pour ce faire l'île dispose déjà de près de 110 km de pistes cyclables (site propre et site partagé), à terme, il est prévu une boucle de l'île de 210 km. Au niveau des hauts de l'île, environ 100 km de pistes vtt sont également en service.

Au niveau de la zone d'étude, il est envisagé des liaisons dans les mi-pentes, ce type de projet a été identifiée dans le cadre du plan régional vélo qui ne l'a cependant pas priorisé en primauté (Priorité 1 – Desserte des zones urbaines ou touristiques par des boucles ; Priorité 2 – Liaisons intercommunales ; Priorité 3 – Liaisons dans les mi-pentes).

## 4 Etat initial de l'environnement

### 7.4 Cadre de vie et santé

#### 7.4.1 Qualité de l'air

Sources : <http://www.atmo-reunion.net> ; Bilan 2000-2014 de la qualité de l'air sur les communes de Le Port, La Possession, Saint-Paul- ORA - 2015

A la Réunion, l'Observatoire Réunionnais de l'Air (ORA) assure la surveillance au quotidien des niveaux de pollution, dans leur intensité et dans leur durée, exploite les données de qualité de l'air et réalise des études spécifiques et informe la population au quotidien et en cas d'alerte.

Il dispose pour cela de plusieurs stations de suivi fixes sur l'île, dont la plus proche de la zone d'étude immédiate est la station à Grand Fond (dans le quartier du même nom, au niveau du plateau sportif). De type périurbaine, elle permet la surveillance du NO<sub>2</sub>, de l'O<sub>3</sub> et des PM10, elle est installée depuis 2014

Figure 67 – Station de mesures de la qualité de l'air située à proximité de la zone d'étude (Source : ORA)

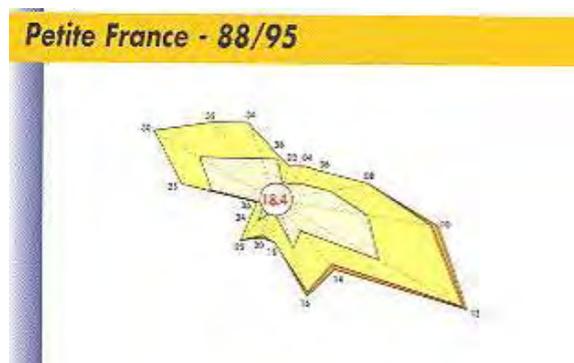


Aucun dépassement des seuils réglementaires n'a été constaté pour les polluants mesurés au niveau de cette station.

Concernant plus précisément la zone d'étude, la qualité de l'air est influencée par le trafic soutenu présent sur la route des Tamarins, qui a tendance à la dégrader de façon substantielle.

Le vent joue également un rôle prépondérant dans le cadre de la dispersion des polluants. Comme mentionné dans la partie consacrée à la climatologie en début d'état initial : la situation géographique conditionne les directions des vents. Au niveau du secteur, les vents proviennent principalement du sud-est et ensuite du nord-ouest.

Figure 68 – Rose des vents de référence pour la répartition des vents sur la zone d'étude (Source : Météo France)



Selon ces différents facteurs, la qualité de l'air est jugée bonne au niveau de la zone d'implantation projetée.

L'ensemble du périmètre d'étude bénéficie d'un bon niveau de qualité de l'air.

## 4 Etat initial de l'environnement

### 7.4.2 Ambiance sonore

Sources : *Rapport de l'étude d'impact sonore du projet d'aménagement du Lotissement du Golf à Villèle, A2MS Avril 2017*

L'ambiance sonore a été qualifiée dans le cadre d'une étude acoustique spécifique.

La carte de bruit stratégique permet l'évaluation globale de l'exposition sonore dans une zone donnée soumise à différentes sources de bruit et établit des prévisions générales d'évolution du bruit pour cette zone. Au regard de la carte de bruit stratégique du secteur de Saint-Paul, la Route des Tamarins constitue l'unique infrastructure susceptible de faire dépasser les seuils de zone d'ambiance préexistante modérée.



[Rapport en annexe 6.](#)

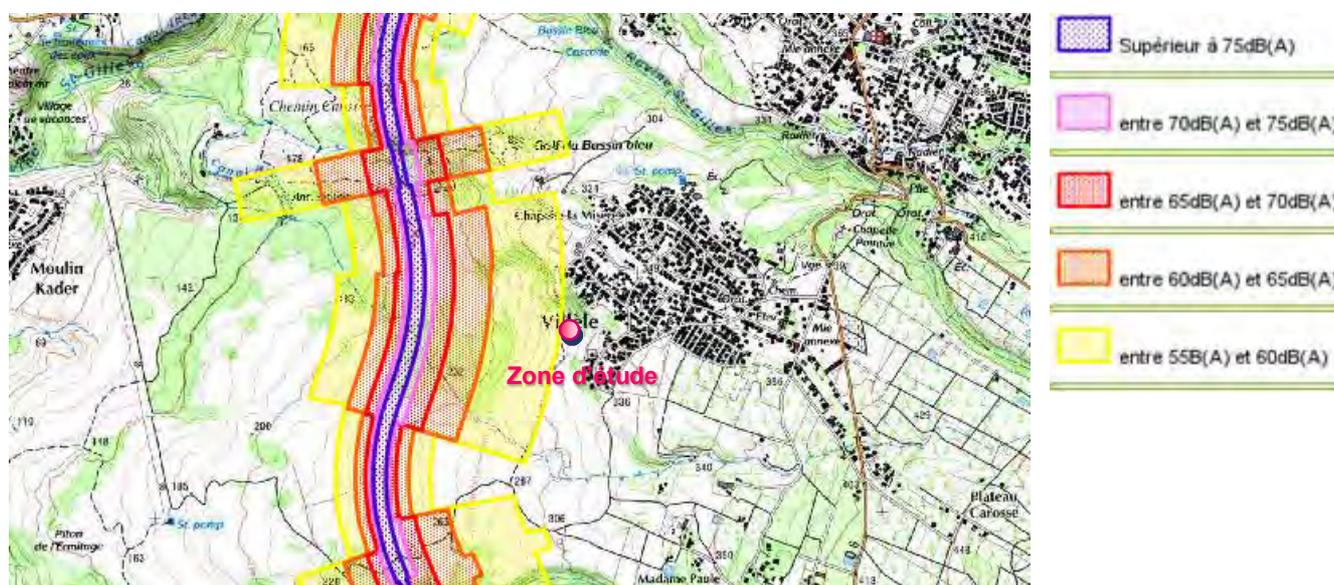


Figure 69 – Carte de bruit stratégique – Extrait Saint-Paul (Source : A2MS)

Le niveau  $L_{den}$  résultant dans la zone du projet est de l'ordre de 55dB(A). Il apparaît donc que l'emprise du futur lotissement se situe, au sens réglementaire, en zone d'ambiance sonore préexistante modérée, soit un niveau :

- $L_{Aeq} ([6h-22h]) < 60dB(A)$
- $L_{Aeq} (22h-6h) < 55dB(A)$

Cette analyse permet donc de se dispenser d'une intervention de terrain pour vérifier la zone d'ambiance préexistante.

Le niveau de bruit est considéré comme modéré au niveau du site d'étude.

## 4 Etat initial de l'environnement

### 7.4.3 Gestion des déchets

Sources : TCO ; commune de Saint-Paul

Le service de l'environnement de la Communauté d'agglomération du Territoire de la Côte Ouest (TCO), dont fait partie la commune de Saint-Paul, fait autorité en matière de gestion de l'environnement et du cadre de vie sur tout le Territoire de la Côte Ouest. Dans ce cadre TCO a en charge la collecte et le traitement des déchets ménagers et assimilés.

TCO a adapté les collectes aux différents types de déchets et aux usages des habitants :

- La collecte des ordures ménagères en porte à porte ou en points de regroupement, 1 fois par semaine ;
- La collecte sélective est effectuée une fois tous les quinze jours en porte à porte ;
- Des bornes sont installées dans les quartiers et dans les déchèteries pour la récupération du verre ;
- La collecte des déchets végétaux et la collecte des encombrants sont effectuées en porte à porte selon un calendrier précis.

Le territoire communal de Saint-Paul dispose par ailleurs de 5 déchèteries,

L'organisation et les équipements nécessaires à la bonne gestion des déchets semblent être disponibles à Saint-Paul par le biais de la TCO.

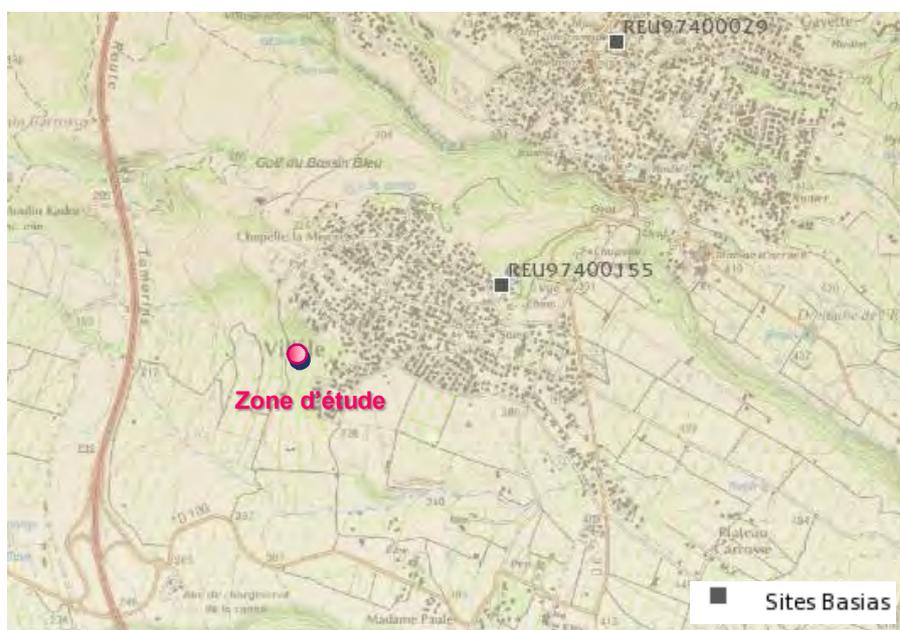
### 7.4.4 Pollution des eaux et des sols

Sources : Base de données BASOL et BASIAS ; Géorisques

Le recensement des sols et sites pollués établi par le Ministère de de l'environnement, de l'énergie et de la mer (base de données BASOL) ainsi que la base de données BASIAS, répertoriant les anciens et actuels sites industriels, ont été consultés. Un site BASIAS est recensé au niveau du quartier de la Villèle.

Il s'agit du site de l'ancienne sucrerie Domaine de Villèle qui est située à plus de 800 m de la zone prévue pour l'implantation du projet.

Figure 70 – Localisation des sites et sols pollués répertoriés (Source : Géorisques)



Aucun site susceptible d'être pollué n'est présent au niveau de la zone d'implantation du projet.

5

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

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

# 1 Compatibilité du projet avec l'affectation des sols

## 1.1 SCoT du TCO

Via le SCoT, il s'agit pour le territoire TCO d'être en capacité :

- D'accueillir environ 17 000 habitants nouveaux, selon un rythme annuel de croissance de 0,75%.
- De rendre disponibles sur les marchés immobiliers aux environs de 18.000 logements supplémentaires
- D'offrir les surfaces foncières et immobilières aptes à localiser plusieurs milliers d'emplois supplémentaires.



**Le Conseil  
Communautaire du 9 mai  
2016 a arrêté le projet de  
SCoT Ouest révisé.**

Le secteur de Villèle y est clairement identifié comme **partie intégrante d'un des 2 pôles secondaires du territoire communautaire**, à savoir l'ensemble Plateau Caillou – St Gilles Les Hauts, L'Eperon. Ces secteurs sont destinés à devenir les deux pôles secondaires de l'Ouest de La Réunion. Y « faire ville » c'est-à-dire **développer leur urbanisation**, augmenter le nombre d'emplois, accroître leur niveau d'équipement, renforcer la qualité urbaine, est d'abord une politique utile en soi mais correspond aussi à la volonté de produire une offre urbaine « totale » au service des résidents des Mi-Pentes et des Hauts.

Le SCoT inscrit ainsi clairement la nécessité de rééquilibrer l'armature urbaine en prenant appui prioritairement sur les pôles secondaires d'équilibre, le projet de lotissement du golf participe à atteindre cet objectif.

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

*Les espaces d'urbanisation prioritaire, sont constitués pour l'essentiel des espaces classés respectivement AU dans les plans locaux d'urbanisme et NA dans le plan d'occupation des sols des Trois Bassins. Ils représentent une surface d'environ 1.200 hectares. Au sein des espaces d'urbanisation prioritaire, les développements urbains sont mis en œuvre en respectant concomitamment les trois conditions qui suivent :*

- **Condition d'accessibilité : localisation au plus près des lieux d'échanges des réseaux de transports publics existants ou projetés.**
- **Condition de proximité localisation en continuité de l'urbanisation existante et à proximité des services urbains.**
- **Condition d'opportunité : d'abord au regard de l'économie urbaine en minimisant les coûts d'extension des réseaux, ensuite s'agissant de la protection de l'environnement et des espaces agricoles, en privilégiant les localisations dans les espaces de moindre valeur agricole et écologique.**

Le projet de lotissement du golf répond à ces différentes exigences fixées dans le SCoT.

*Les PLU et les projets de développement urbain sont conçus de façon à protéger et valoriser les espaces représentant les limites avec les espaces agricoles, naturels et forestiers contigus, espaces qui concrétisent la relation entre Ville, Agriculture, Nature. Ils visent, en particulier, à y garantir et développer quatre fonctions importantes :*

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

- - *Paysagère : protection des cônes de vue et des sites classés et inscrits, notamment ;*
- - *Écologique : avec d'une part, l'aspect biodiversité en y identifiant, en tant que de besoin, les corridors constitutifs des continuités écologiques et d'autre part l'aspect lutte contre la pollution avec, en tant que de besoin, la réalisation d'ouvrages de collecte eaux pluviales et eaux usées, notamment ;*
- - *De qualité urbaine : avec l'intégration d'espaces publics de proximité, de cheminements pour les modes actifs de déplacement, de jardins collectifs et leur contribution à la réduction de l'inconfort thermique dans les espaces urbanisés. Soient toutes fonctions permettant de créer des césures urbaines souhaitables.*
- - *Agricole : en veillant à éviter l'apparition de zones agricoles enclavées et en y favorisant l'agriculture urbaine et périurbaine.*

Le projet intègre des aménagements spécifiquement dédiés à la gestion des eaux pluviales. Le projet fait également la part belle aux espaces verts, suivant les cheminements de l'eau sur le secteur. La mise en place de la nouvelle voie de desserte de la RD100, comme pour le lotissement, se fera sans enclaver de zones agricoles.

Le SCoT demande à ce que les projets de développement urbain intègrent des dispositions favorisant la **capacité de résilience du territoire face aux risques**. Cela passe par la gestion le plus possible les eaux pluviales «à la source» afin d'une part de ne pas accroître l'aléa inondation en aval et d'autre part d'amoindrir le ruissellement de matières polluantes vers les milieux naturels également en aval.

Dans le cadre du projet, une réflexion spécifique a été menée pour la minimisation de l'imperméabilisation des sols et de la réduction des écoulements d'eaux pluviales. La gestion de ces derniers fait l'objet de recommandations spécifiques dans le Cahier de prescriptions architecturales, urbaines, paysagères et environnementales.

Le recours à des maisons individuelles permet de répondre à une partie de ces enjeux, aux attentes du marché, mais également de s'inscrire en continuité avec le tissu urbain existant sur le quartier de Villèle. Néanmoins afin de ménager une certaine densité, une part importante des parcelles individuelles sont de taille réduite, inférieure à 330m<sup>2</sup>.

### **Lisière urbaine**

Les lisières urbaines et leurs enjeux sont définis comme suit dans le document d'orientation et d'objectifs du SCOT :

« Le projet d'aménagement et de développement durables a établi dans son Objectif 8, la nécessité de considérer avec une particulière attention, les lieux d'interface entre, d'une part l'urbanisation, et d'autre part les espaces contigus, tant naturels, forestiers, qu'agricoles : les lisières urbaines, généralisant ainsi la notion d'entrée de ville du code de l'urbanisme.

Dans le contexte, à cet égard très spécifique, de l'Ouest de La Réunion la notion de lisières est étendue aux (nombreux) espaces d'interface entre l'urbanisation et les ravines. Tout projet de développement urbain est, par définition, un changement d'état pour les biotopes concernés, pour les paysages tel qu'ils préexistaient et pour les exploitations agricoles impactées. Il convient que ce changement d'état soit tel qu'il minimise les impacts négatifs sur l'environnement, le paysage et l'agriculture. C'est en cela qu'on peut parler d'«inversion du regard». Il ne suffit plus de considérer le projet urbain en soi mais de le concevoir à partir des impacts qu'il engendre dans sa contiguïté. Cette inversion du regard peut, notamment, amener à favoriser le développement d'une agriculture (péri)urbaine. »

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



Figure 71 – Carte des interfaces Ville-Nature (Source : SCOT TCO)

Le site de projet est localisé entre la tache urbaine existante et la lisière urbaine. Ainsi, le projet constituera à terme la future lisière urbaine du quartier de Villèle.

Cette position a été prise en compte dans la conception du projet, notamment au regard de l'enjeu d'intégration paysagère. Afin de créer une lisière perméable / poreuse, un certain nombre de principes ont guidé la conception urbanistique et paysagère et guideront ensuite la conception architecturale :

- Maintien d'un corridor écologique fort (talweg existant intégré à la trame verte et bleue du projet), qui traverse l'ensemble du projet.
- Limitation de la hauteur des constructions pour les parcelles situées au premier rang, afin de limiter la visibilité du projet depuis les environs.
- Imposition d'une bande de pré-verdissement pour les parcelles situées au premier rang, afin de constituer une frange végétale.

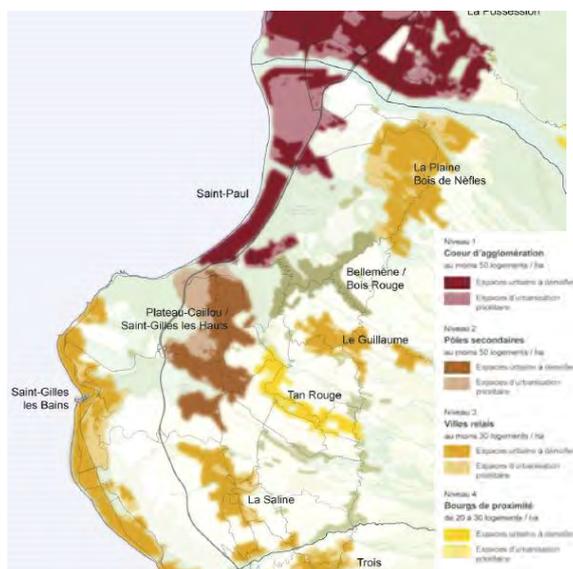
## 5 Compatibilité du projet avec l'affectation des sols et articulation avec les plans, programmes et schémas

### Densité

Le choix d'un projet à la densité moyenne a été motivé par les points suivants :

- Topographie contraignante et volonté de favoriser une approche d'inscription dans la pente limitant les modifications du TN, qui suppose des parcelles de taille moyenne.
- 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.
- 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.
- Perméabilité nécessaire de 40%, qui limite l'emprise au sol des constructions.

Figure 72 – Carte l'armature urbaine (Source : SCOT TCO)



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

### 1.2 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 73 : Superposition du plan parcellaire du lotissement avec le plan de zonage du PLU (Source : Atelier LD)

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

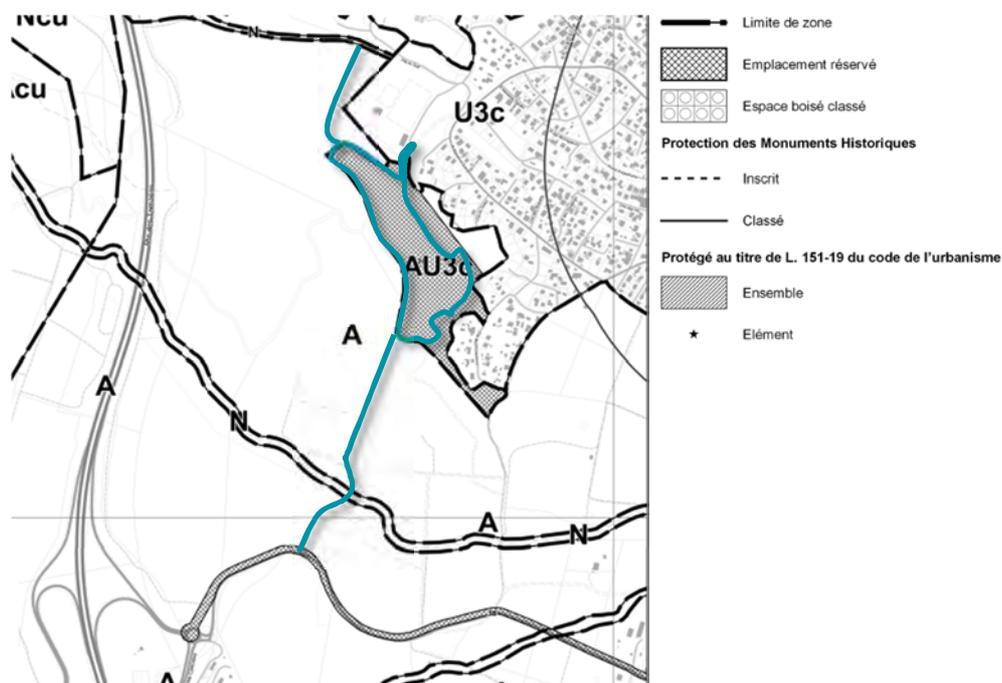


Figure 74 : Extrait du plan de zonage (Source : PLU de Saint-Paul)

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

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

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 6 - 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.

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

### 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.

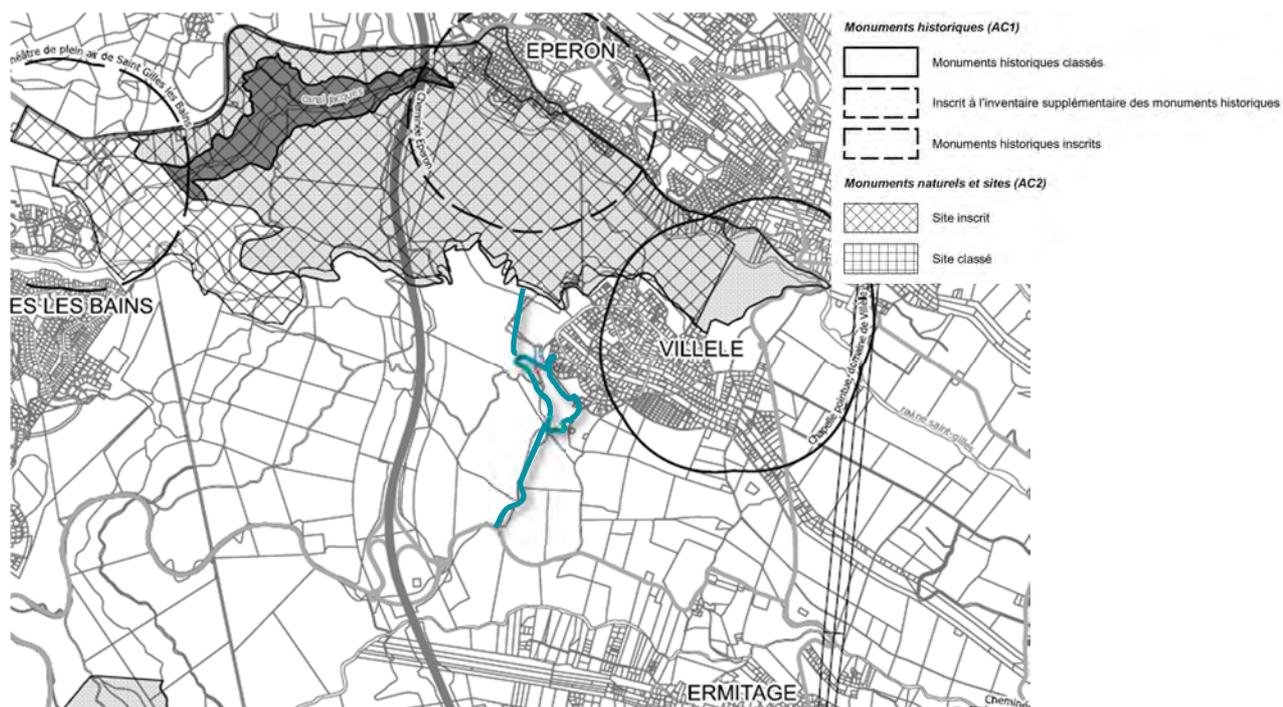


Figure 75 - Pla des servitudes d'utilité publique (Source: PLU de Saint-Paul)

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.

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.

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

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

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

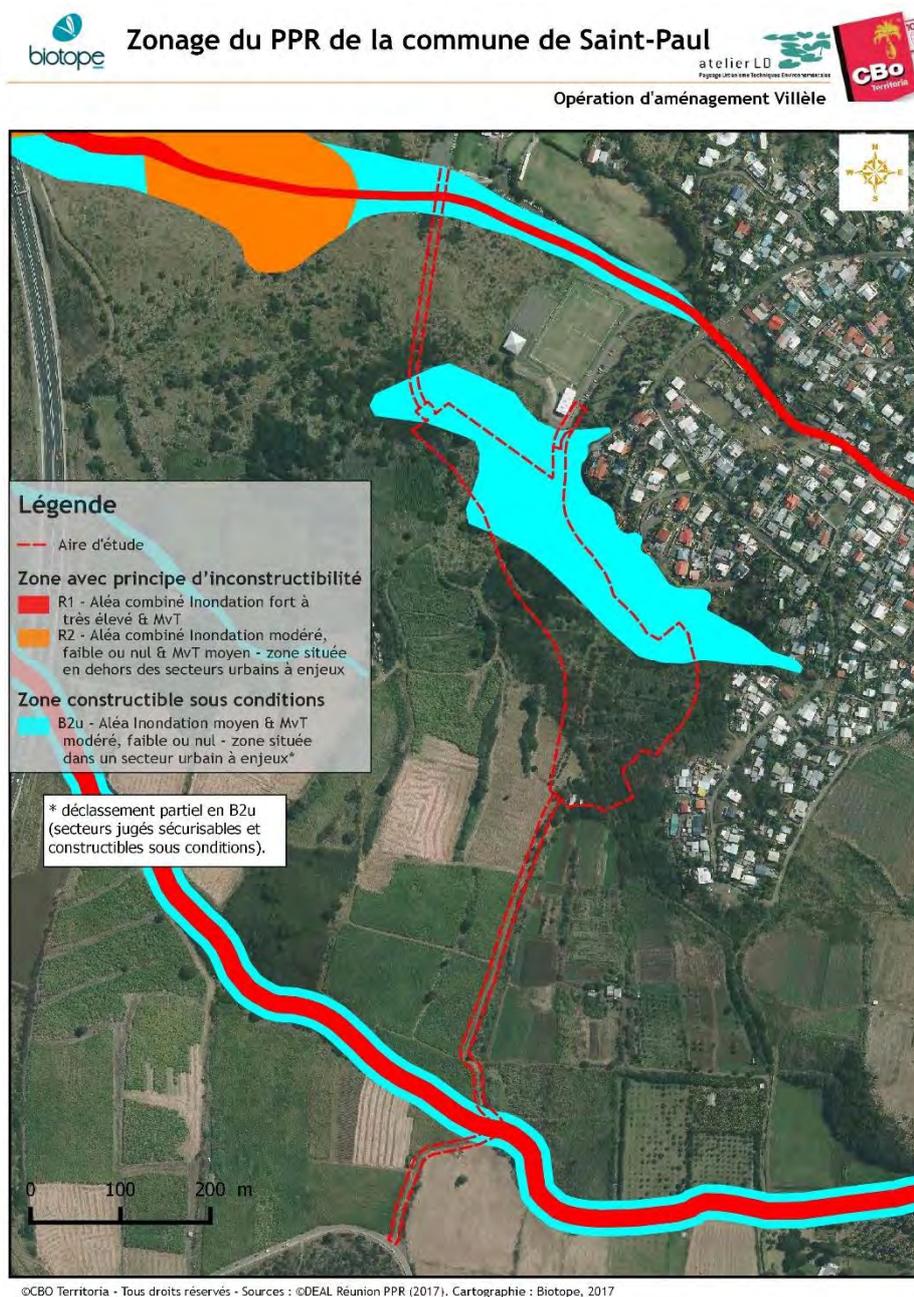


Figure 76 - Zonage du PPR en vigueur sur la commune (Biotope, 2017)

### Les 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 rivières 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.

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

### 3 Articulation avec les plans, schémas, programmes

#### 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.**

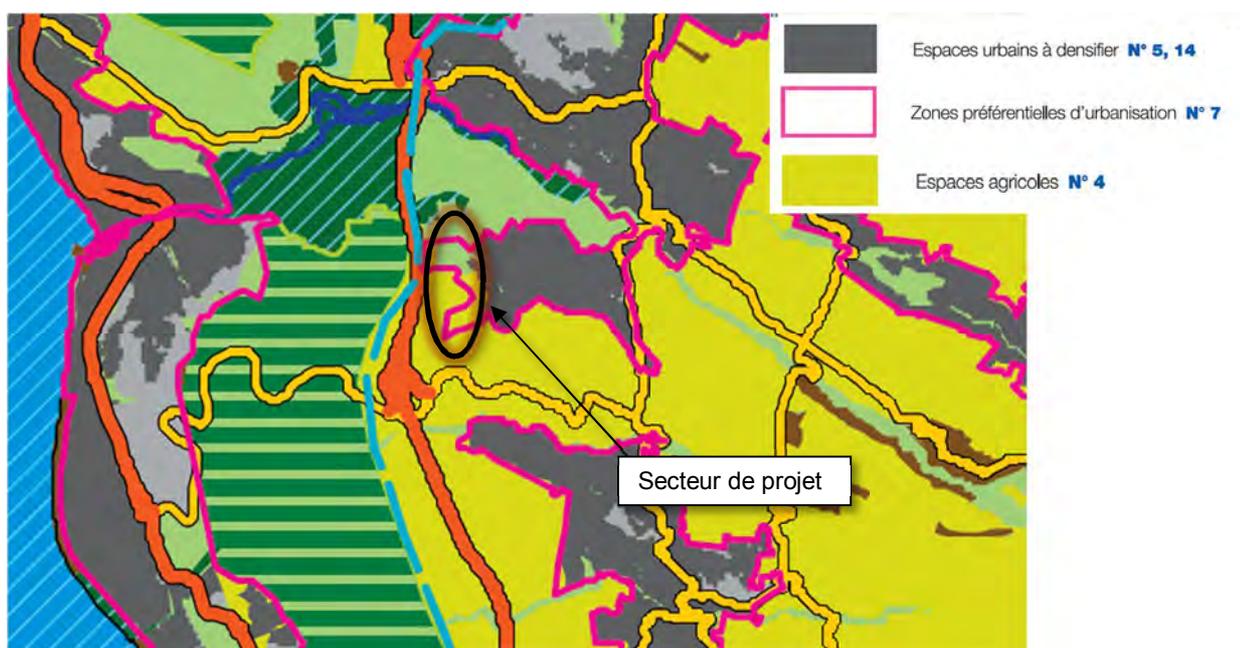


Figure 77 - Carte de destination générale des sols (Source : SAR de la Réunion)

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

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

individuelles, maisons en bande, logements collectifs. Ce mariage de typologies aux densités 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.

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

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-Caillou, 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.

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

<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>		
C.1	Encadrer et hiérarchiser l'aménagement de foncier à vocation économique sur l'ensemble du territoire.	/

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

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.
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.
D.4	Gérer les ruissellements à l'échelle des bassins versants.	Voir étude hydraulique

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

Concevoir un aménagement basé sur l'adéquation besoins/ressources.		
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.
Viser l'autonomie énergétique tout en sécurisant l'approvisionnement et le transport		
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.	
Faciliter la maîtrise des pollutions et des nuisances		
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 8 - Articulation de l'opération avec le SAR de la Réunion

### 3.2 Le Plan de Déplacements Urbains (PDU) du TCO

Les grandes orientations retenues dans ce document sont :

- Développer et dynamiser le système de transports publics
- Encourager les circulations douces (vélo et marche à pied)
- Développer l'intermodalité, c'est à dire la combinaison des différents modes de transport entre eux
- Réduire les nuisances liées aux transports
- Rendre l'agglomération accessible à tous
- Accompagner le développement économique
- Désenclaver les Hauts

 **Le projet de Plan de Déplacements Urbains (PDU) fait actuellement l'objet d'une mise à jour et d'une enquête publique en 2016.**

En lien avec ce plan, l'opération projeté participe à désenclaver les Hauts de Saint-Paul en créant un nouveau raccordement du quartier de Villèle à un axe structurant, la RD100.

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

### 3.3 Le Plan Climat Énergie Territorial (PCET) du TCO

A partir du diagnostic qui avait permis d'identifier 4 enjeux majeurs (Énergie des bâtiments, Transports, Économie et aménagement du territoire), le PCET a été bâti de manière à ce que les axes stratégiques répondent à ces 4 enjeux. 5 axes ont ainsi été définis après le travail de concertation, ils sont résumés dans le schéma ci-après.

En lien avec ce plan, l'opération projeté permettra l'installation et l'intégration de moyens de production d'énergies renouvelables, et incitera à l'installation de chauffe-eau solaires dans l'habitat.

 **Le TCO a adopté son Plan Climat Énergie Territorial (PCET) le lundi 12 octobre 2015.**



Figure 78 : Les 5 axes du PCET du TCO (Source : PCET du TCO)

### 3.4 Le Schéma Départemental des Carrières de la Réunion

Ce document identifie les ressources disponibles à l'échelle du territoire ainsi que les modes de transport, d'approvisionnement.

Aucun espace potentiel de ressources n'est identifié sur le site du projet ou à proximité.

 **La dernière version du Schéma Départemental des Carrières (SDC) de la Réunion a été approuvée le 26 août 2014.**

### 3.5 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.

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

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

- favoriser un financement juste et équilibré de la politique de l'eau notamment au travers d'une meilleure application du principe pollueur-payeur.
- 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.

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

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	

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

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	/

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

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

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

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 :

- 6) Mieux comprendre le risque,
- 7) Se préparer et mieux gérer la crise,
- 8) Réduire la vulnérabilité actuelle et augmenter la résilience des territoires,
- 9) Concilier les aménagements futurs et les aléas,
- 10) 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).

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

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

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

- PRESERVER ET RESTAURER LA QUALITE DES MILIEUX AQUATIQUES, ATOUS SOCIO-ECONOMIQUES DU TERRITOIRE ET GARANTS DE L'EQUILIBRE FONCTIONNEL DU BASSIN VERSANT
- AMELIORER LA GESTION DU RUISSELLEMENT PLUVIAL ET DU RISQUE INONDATION
- GARANTIR UNE GESTION DURABLE DE LA RESSOURCE EN EAU
- CLARIFIER - ADAPTER LA GOUVERNANCE AUX CARACTERISTIQUES DU TERRITOIRE ET ASSEOIR LE ROLE DE LA CLEO

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

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

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 architecturales, urbaines, paysagères et environnementales associé) fixe un cadre dans ce sens.

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

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	/

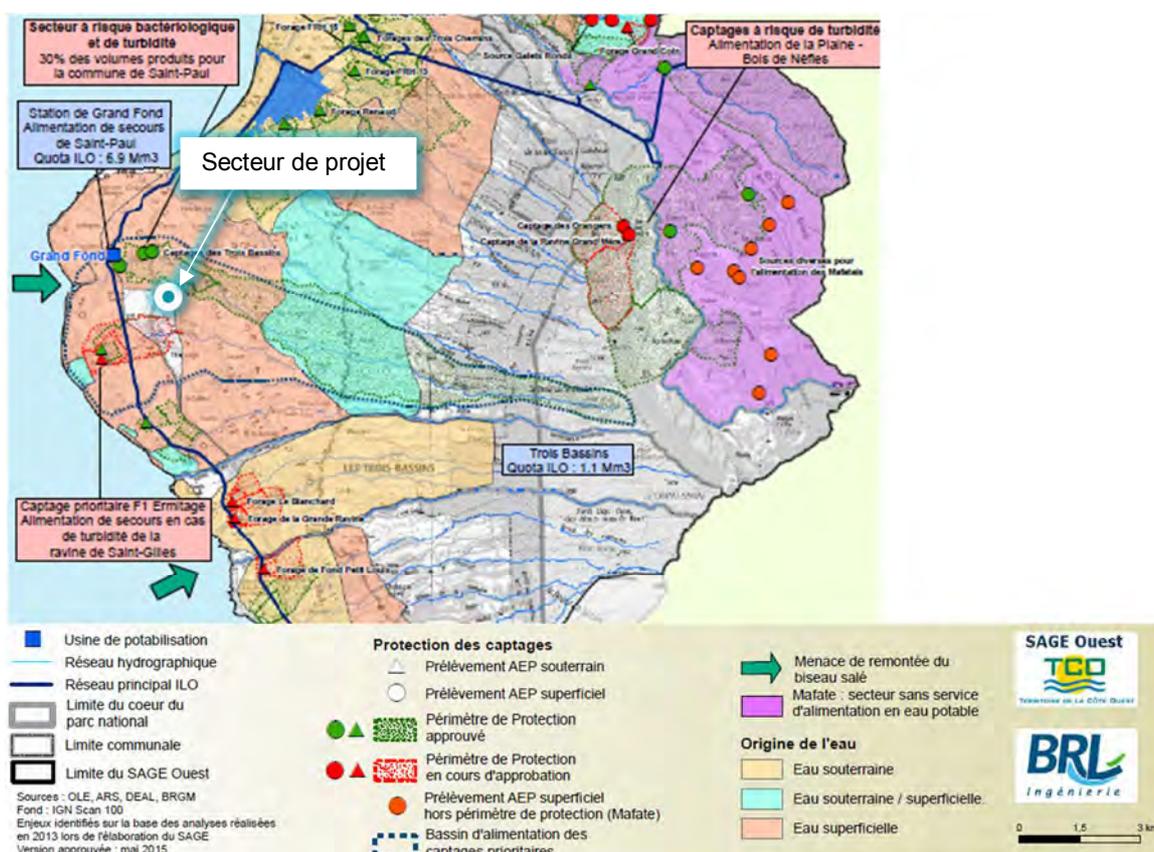


Figure 79 - Usage AEP et enjeux de protection au sein du SAGE (Source : SAGE Ouest)

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

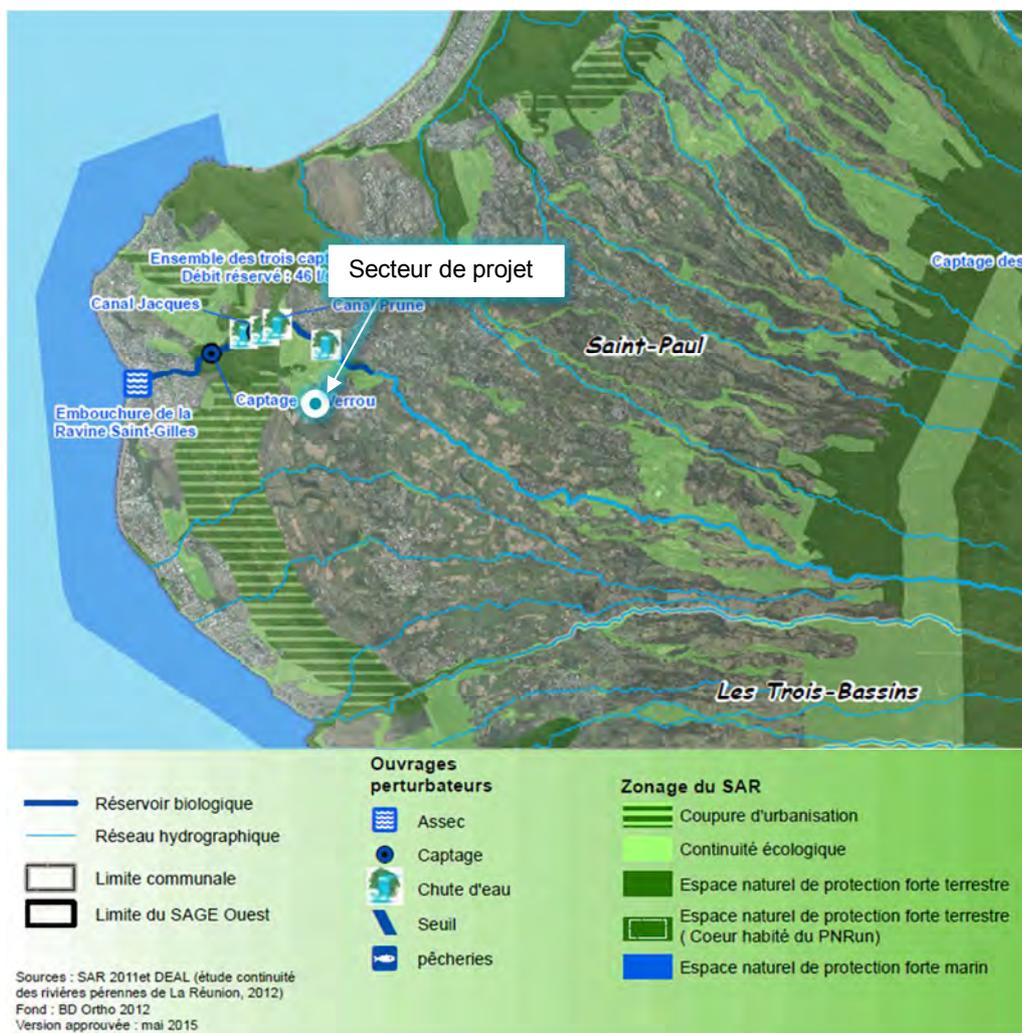


Figure 80 - Continuité écologique des espaces terrestres et aquatiques au sein du SAGE (Source : SAGE Ouest)

6

Raisons des choix du  
projet



## 6 Raisons des choix du projet

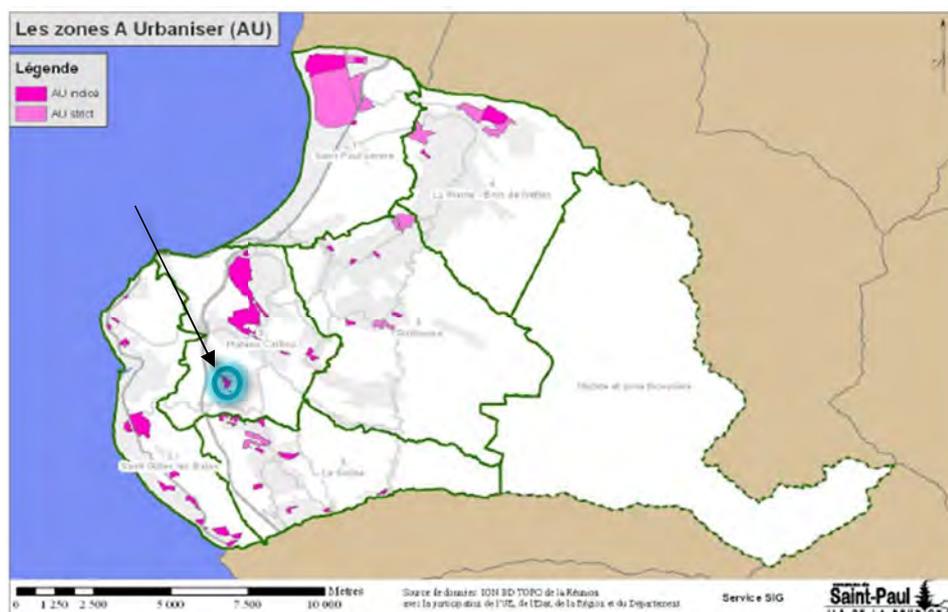
### 1 Convergence de facteurs pour le choix du site

Des besoins en logements nouveaux sont clairement identifiés sur la commune au regard du parc existant ainsi que des tendances démographiques à l'œuvre.

#### 1.1 Un site pré-identifié comme dédié à l'accueil de nouvelles populations sur Villèle

Les parcelles où s'inscrira le lotissement du Golf ont été identifiées dans le **PLU de Saint-Paul** comme une zone d'accueil des nouvelles populations sur le territoire et a ainsi fait l'objet d'un **classement en zonage AU**. Ainsi cette zone liée à au zonage U3c est désignée comme «*Zone résidentielle mixte offrant des possibilités de densification*».

Figure 81 - Les zones A Urbaniser sur la commune  
(Source: PLU de Saint-Paul)



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

## 6 Raisons des choix du projet

### 1.2 Un site stratégique pour la re-structuration de la desserte viaire de Villèle

La desserte du quartier de Villèle pose des problèmes de fluidité du trafic.

Il apparaît clairement que l'ensemble du quartier de Villèle souffre d'un enclavement certain.

En effet, l'essentiel des circulations se concentrent sur une voie cannière au profil inadapté (Chemin des roses), pour rejoindre le RD100 qui se connecte à la Route des Tamarins.

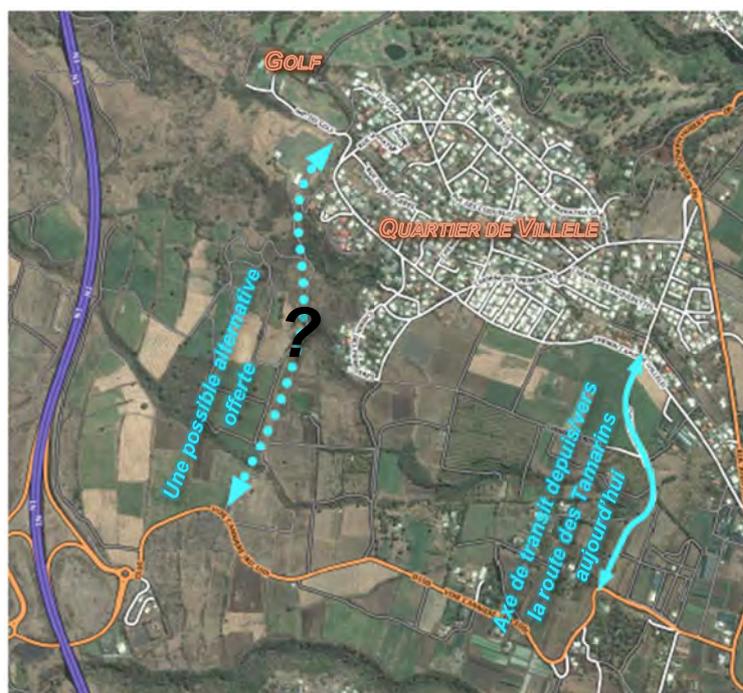
Figure 82 - Cartographie de la trame viaire à échelle élargie (Source : Atelier LD)

Le site à l'étude, 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. La capacité des voies existantes étant aujourd'hui inadaptée, la création d'une offre d'environ 110 logements aurait été impactante.

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. En effet, la majorité des usagers du Golf ne sont pas résidents de Villèle, et empruntent donc des voies résidentielles non adaptées pour s'y rendre. Cette situation peut être génératrice de nuisances et de conflits d'usage. Par conséquent, le projet de Lotissement permettant une desserte plus directe du quartier et du Golf.

**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 raccords à la voirie 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.**

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). 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.



## 6 Raisons des choix du projet

### 1.3 Une opportunité d'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.

Ainsi, la pose de ce réseau d'assainissement constitue une raison pertinente de développer un projet urbain sur ce site, et de positionner les voies de desserte tel que proposé dans la mesure où le futur réseau nécessitera la présence d'une voie de maintenance sur l'ensemble de son linéaire.

Il apparaît donc opportun de mettre à profit la nécessité d'une voie pour desservir les terrains. Ainsi la future voie mutualise deux usages.

## 2 Réflexions pour aboutir à la variante retenue

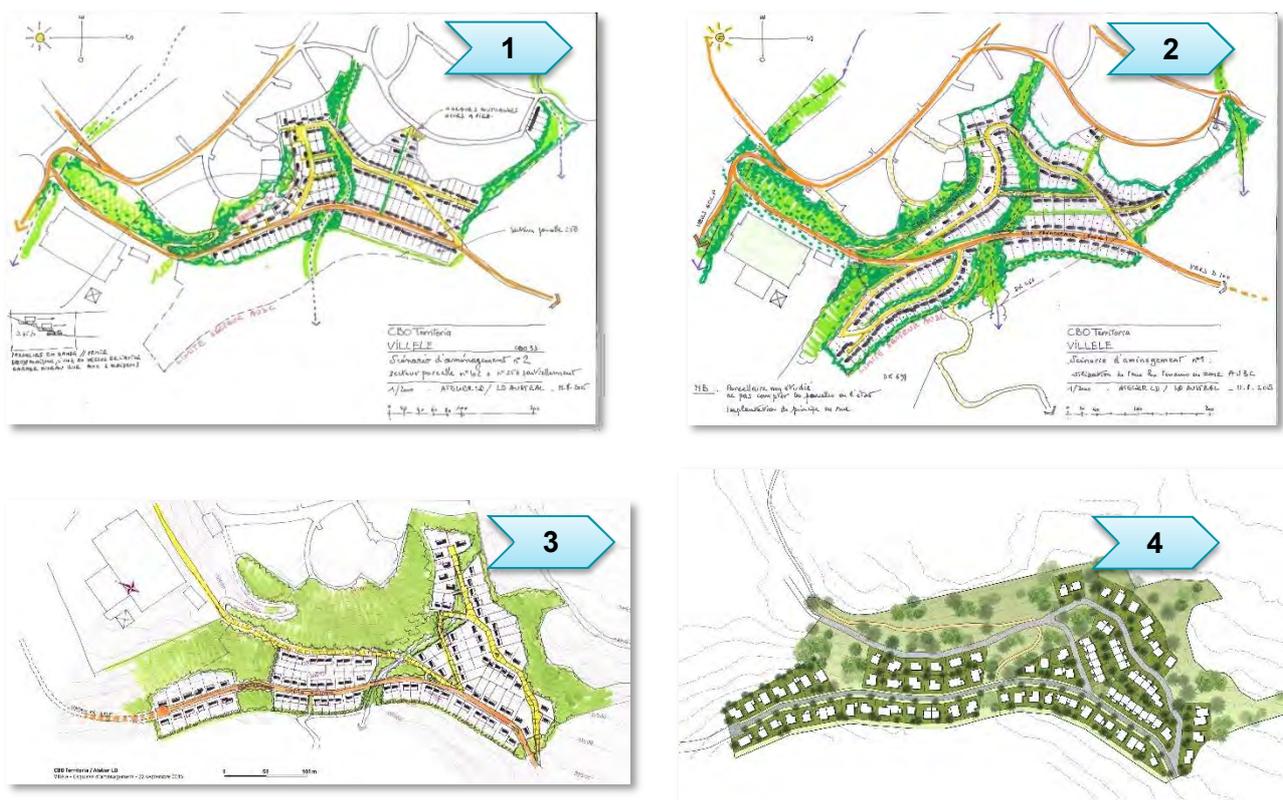


Figure 83 - Évolution des schémas de principes de l'aménagement (Source: Atelier LD)

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.

- La **variante 1** d'aménagement n'a pas été retenue car elle ne mettait pas à profit la partie basse de la zone AU3c, et aurait donc créé un reliquat inexploitable.

## 6 Raisons des choix du projet

- La **variante 2** élargie le périmètre de projet afin de permettre un aménagement plus cohérent. Néanmoins cette variante a été écartée car jugée trop impactante en termes d'intégration paysagère et de modification du terrain naturel, dans la mesure où le coteau n'était pas préservé.
- La **variante 3**, proche de l'esquisse retenue, préserve la majeure partie des zones pentues du site.
- La **variante 4** retenue, améliore l'esquisse précédente sur les points suivants :
  - exclusion de toute urbanisation de la partie haute du site où les pourcentages de pentes sont forts et supposent des mouvements de terre important pour les aménagements et les constructions, et qui est la partie plus visible depuis les environs.
  - préservation plus affirmée du talweg existant, moins de traversées viaires.
  - calage du tracé des voies sur le tracé du futur réseau EU.

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.

## 6 Raisons des choix du projet

### 3 Choix au sein de la variante retenue

#### 3.1 Les formes urbaines

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 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.

Le choix d'un projet à la densité moyenne a été motivé par les points suivants :

- Topographie contraignante et volonté de favoriser une approche d'inscription dans la pente limitant les modifications du TN, qui suppose des parcelles de taille moyenne.
- 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.
- 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.
- Perméabilité nécessaire de 40%, qui limite l'emprise au sol des constructions.

Le recours à des maisons individuelles permet de répondre à une partie de ces enjeux, aux attentes du marché, mais également de s'inscrire en continuité avec le tissu urbain existant sur le quartier de Villèle.

Néanmoins afin de ménager une certaine densité, une part importante des parcelles individuelles sont de taille réduite, inférieure à 330m<sup>2</sup>.

Figure 84 - Localisation des typologies denses et parcelles de taille réduite au sein du lotissement (Source : Atelier LD)



#### 3.2 La composition des lots

Au total l'opération doit permettre la création de 116 logements, dont 40% de logements aidés, sur une superficie de 4.9ha. Elle se décompose ainsi en :

- 70 lots libres destinés à des maisons individuelles,
- 21 lots en Prêt à Taux Zéro PTZ également destinés à des maisons individuelles,
- un macro-lot destiné à accueillir des logements aidés (environ 25 logements collectifs).

#### 3.3 Les modalités de traitement des eaux pluviales

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

Des compensations/temporisations sont proposées afin que les débits aux exutoires de l'aménagement n'excèdent pas les débits à l'état initial.

## 6 Raisons des choix du projet

De plus, dans la variante retenue l'aménagement ne fait pas obstacle aux écoulements naturels du site en conservant une transparence hydraulique. Le projet prend le parti de rendre perceptible le parcours de l'eau et de suivre la goutte d'eau par une mise en valeur et une visibilité permanente de la collecte et du stockage des eaux de pluie.

L'esquisse retenue préserve davantage le 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.

### 3.4 Le dimensionnement des voiries

Trois typologies de voies composent la trame viaire de l'hypothèse d'aménagement retenue.

Chacun des types de voie est adapté à sa fonction future, au trafic afférent, et à l'image urbaine et paysagère attendue.

Type de voie/Fonction	Spécificités
<b>Voie de desserte Villèle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• axe structurant</li> <li>• aménagement de ces abords varie selon le contexte immédiat</li> <li>• bordée d'une noue paysagère qui collecte les eaux de pluies et de ruissellement</li> </ul>
<b>Voie touristique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• desserte interne au projet + désenclavement le Golf du Bassin bleu</li> <li>• est densément plantée, par des arbres d'alignement et la noue paysagère qui encadre son tracé</li> </ul>
<b>Voie résidentielle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fonction de desserte locale des lots le long de son linéaire</li> <li>• conçue comme une voie mixte</li> <li>• bordée d'une noue plantée</li> </ul>

### 3.5 Les aménagements concernant l'acoustique

Une simulation de propagation sonore de la situation du lotissement sans aménagement particulier a montré que l'ensemble des résultats était globalement satisfaisant au regard de ces seuils :

- Tous les niveaux calculés pour la période jour sont inférieurs à 60dB(A), à l'exception de la façade principale du lot 31 (récepteur Lot 31-2) pour laquelle le résultat atteint 60,6dB(A), soit un léger dépassement de 0,6dB(A) de l'objectif réglementaire.
- Tous les niveaux calculés pour la période nuit sont inférieurs à 55dB(A).

Un aménagement particulier a donc dû être prévu pour réduire la contribution sonore de jour en façade de l'habitation du lot 31.

Cet aménagement consiste en l'élévation d'un mur moellon de 1,30m de haut minimum en limite de parcelle côté voirie, permettant de masquer tout ou partie de la voirie et de bénéficier ainsi d'un effet d'écran.

## 6 Raisons des choix du projet

### 3.6 Le scénario énergétique retenu

Nous avons ensuite mis en exergue 3 scénarios énergétiques (dont les principaux résultats sont repris dans la figure 2 ci-après) :

- un scénario tendanciel avec aucune énergie renouvelable, sur la base de la réalité actuelle du site, mais avec un effort de maîtrise de la demande en énergie (« MDE ») ;
- un scénario maximaliste avec 100% d'EnR, photovoltaïque et solaire thermique, sur la base de mesures MDE ;
- un scénario intermédiaire, plus réaliste, avec une base MDE pour la part électrique et solaire thermique pour les besoins en eau chaude (MDE+EnR).

Ce dernier scénario semble le plus pertinent, tant en matière d'investissements qu'en terme d'impact environnemental.

Sur un plan technique, dès lors que la surface de toiture disponible est suffisante pour permettre d'installer des capteurs solaires, il est tout à fait envisageable de poser du matériel solaire sur les bâtiments retenus (logements de types individuel et collectif).

## 6 Raisons des choix du projet

S1	Scénario tendanciel (MDE, 0% EnR)			
	Electricité		Eau chaude	
	Facture énergétique estimée (€ HT/an)	Impact CO2 (t CO2/an)	Facture énergétique estimée (€ HT/an)	Impact CO2 (t CO2/an)
Logements	26 088	154	34232	202
Eclairage public	2 213	13		
<b>TOTAL</b>	<b>28 302</b>	<b>167</b>	<b>34 232</b>	<b>202</b>
S2	Scénario maximaliste (100% EnR)			
	Electricité (PV)		Eau chaude	
	Economie facture énergétique (€ HT/an)	Economie de CO2 * (t CO2/an)	Economie facture énergétique (€ HT/an)	Economie de CO2 * (t CO2/an)
Logements	60320	-355		
Eclairage public	2213	-13		
<b>TOTAL</b>	<b>62 533</b>	<b>-368</b>		
S3	Scénario intermédiaire (MDE+CESI)			
	Electricité (MDE)		Eau chaude (CESI)	
	Economie facture énergétique (€ HT/an)	Economie de CO2 * (t CO2/an)	Economie facture énergétique (€ HT/an)	Economie de CO2 * (t CO2/an)
Logements	0	0	22268	-133
Eclairage public	1265	-7		
<b>TOTAL</b>	<b>1 265</b>	<b>-7</b>	<b>22 268</b>	<b>-133</b>

*\* par rapport au scénario tendanciel (MDE)*

Figure 85 - Synthèse des scénarios énergétiques sur les structures retenues (Source: Étude sur le potentiel de développement des énergies renouvelables de l'opération, TECSOL)

7

## Impacts sur l'environnement



## 7 Impacts sur l'environnement

### 1 Modalités d'analyse des effets

La caractérisation des effets reposera sur la typologie des effets suivante :

#### **Effet positif ou négatif**

Exemple : Modification du contexte hydrologique local => impact direct négatif

#### **Effet direct ou indirect**

des impacts directs : ils se définissent par une interaction directe avec une activité, un usage, un habitat naturel, une espèce végétale ou animale... dont les conséquences peuvent être négatives ou positives.

des impacts indirects : ils se définissent comme les conséquences secondaires liées aux impacts directs du projet et peuvent également se révéler négatifs ou positifs.

Exemple : Dynamisation du contexte socio-économique local => impact indirect positif

Disparition d'une espèce animale patrimoniale liée à la destruction de ses habitats => impact indirect négatif

**Effet temporaire** ne se font ressentir que durant une période donnée (la phase chantier par exemple) ou pérenne dès lors qu'il persiste dans le temps et peut demeurer immuable.

*Remarque : La durée d'expression d'un impact n'est en rien liée à son intensité : des impacts temporaires pouvant être tout aussi importants que des impacts pérennes.*

Enfin, la distinction entre « **court** », « **moyen** » ou « **long** » terme fait référence à la survenue d'un impact à la suite d'un événement pouvant se manifester dès lors que les opérations des travaux débutent jusqu'au démantèlement des installations. L'impact survenu à court terme a ainsi pour origine l'ensemble des effets immédiatement associés à la manifestation d'un événement. Ces effets apparaissent très rapidement après l'événement.

Exemples : Perturbation de la reproduction d'espèces faunistiques à la suite des vibrations et bruits émis par les engins lors des opérations de travaux => impact direct négatif à court terme

Impact paysager durant toute la phase d'exploitation à la suite du montage des éoliennes => impact direct négatif à court terme

Il est considéré que les impacts à moyen et long termes surviennent après une période plus ou moins longue qui suit l'événement. Ces impacts ne se manifestent pas de manière automatique. Ils ont d'autant plus de chances de se produire que les événements sont importants ou répétés sur une période prolongée :

Exemples : Dégradation voire suppression d'habitats naturels à la suite de l'introduction d'espèces invasives => impact indirect négatif à moyen terme

Participation à la lutte contre le changement climatique par l'absence d'émission de Gaz à effet de serre pendant la phase d'exploitation => impact indirect positif à long terme

## 7 Impacts sur l'environnement

Les effets sur l'environnement peuvent, dans certaines configurations, interagir entre eux. Dans un tel cas, l'analyse des effets qui suit le mentionnera (effet induit, effet concomitant ...)

## 2 Impacts sur le milieu physique

### 2.1 Incidence sur la topographie et le sol

#### **Rappel**

Le terrain présente des pentes moyennes à fortes, généralement comprises entre 15 et 25%. Ces dernières ne sont pas régulières. Un talweg apparaît clairement sur la topographie, en partie centrale du futur lotissement. La planèze de Saint Paul, formée de couches successives de coulées de laves du Piton des Neiges.

#### **En phase chantier**

Le principe du projet étant de maximiser le maintien de la végétation actuelle, notamment en termes de boisement, le projet ne nécessite pas de déboisement particulier.

Les secteurs des coteaux, où les pentes peuvent être très fortes, ont été exclus de tout urbanisation dans le cadre du lotissement. Ils sont maintenus en l'état et en espaces verts.

L'intégration des futurs bâtiments dans le modelé du relief actuel a fait l'objet de prescriptions particulières afin de limiter les terrassements et soutènements. Les zones qui seront à aménager restent plus ou moins pentues selon les endroits. Construire dans la pente sera de fait générateur de modification ponctuelle du relief au droit des logements où une approche « encastrée » du bâti sera privilégiée. Dans ce cas, des déblais/remblais seront générés. Pour les constructions qui prendront le parti « d'accompagner la pente », les volumes de déblais seront moindres.

Une partie de ces matériaux pourra être recyclée sur place comme matériau de construction ou de remblai, diminuant d'autant les volumes à transporter. Les volumes utilisés sur place seront définis après études de détail et en fonction de la qualité des matériaux déblayés. Les matériaux non réutilisés sur place seront évacués du chantier par transport routier vers les filières adaptées.

Les opérations de création de la voirie (terrassement et nivellement, réalisation du tapis, application des équipements...) entraîneront un compactage des horizons superficiels du sol. Elles nécessiteront des décaissements et remblaiements, bien que la topographie actuelle du secteur restera globalement inchangée. En effet, les voiries épouseront le relief actuel, avec des lissages ponctuels.

---

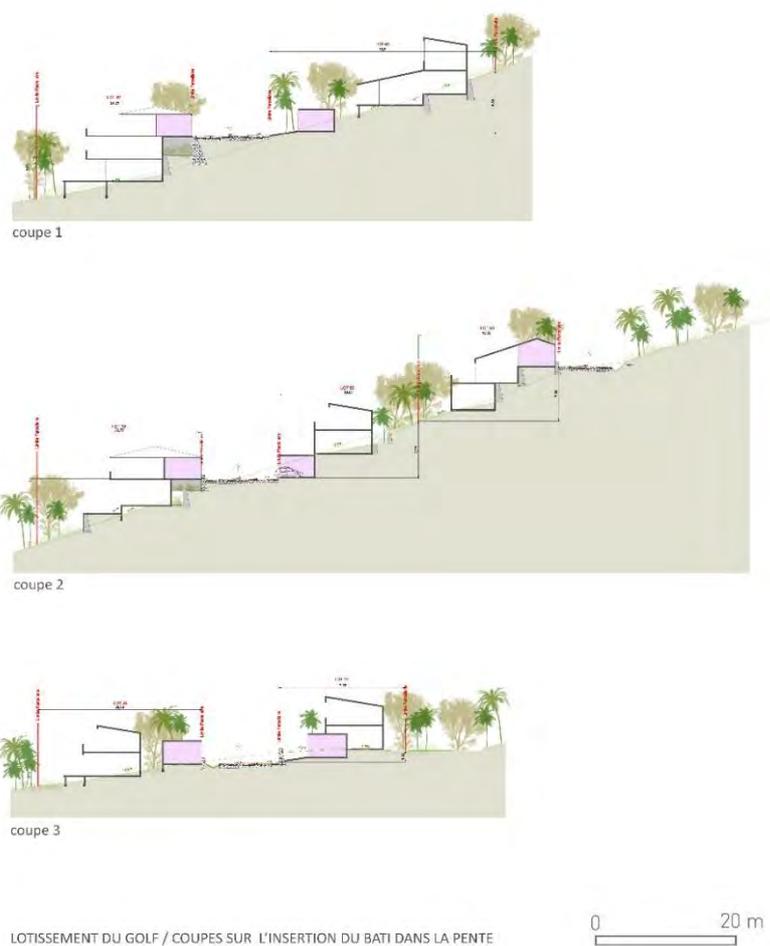
Impact direct, pérenne, négatif, faible à modéré et se produisant à court terme

---

Mesures associées : Évitement des zones d'intérêt écologique et paysager, Intégration paysagère, Étude géotechnique

## 7 Impacts sur l'environnement

Figure 86 - Coupe sur l'insertion du bâti dans la pente (Source : Atelier LD)



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

Après les travaux de construction, l'utilisation du lieu et des nouvelles voiries n'impliquera pas d'opérations ou d'activités de nature à induire de modifications sur la topographie et les sols du site.

⇒ Impact nul

Mesures associées : /

## 7 Impacts sur l'environnement

### 2.2 Impacts sur l'eau

#### 2.2.1 Incidences sur la qualité de l'eau

##### **Rappel**

Le projet s'inscrit au sein du bassin-versant de la Ravine Saint-Gilles dont les états chimique et écologique sont qualifiés de mauvais. Le basalte domine sur ces pentes du massif du Piton des Neiges. Les tests de perméabilité des sols effectués montrent que très majoritairement le sol au droit du projet est dit « à perméabilité médiocre ».

##### **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.

⇒ Impact direct et indirect, temporaire, négatif, se produisant à court terme et faible compte tenu des préconisations particulières mises en œuvre en phase chantier

*Mesures associées : Choix des entreprises, Délimitation rigoureuse des emprises de chantier, Prévention et traitement des pollutions chroniques et accidentelles, Gestion des eaux pluviales, Gestion des déchets*

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

- par une 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.

- par une 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

## 7 Impacts sur l'environnement

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.

	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 9 - 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 :

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

## 7 Impacts sur l'environnement

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 :

	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 10 - 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 11 - Rendement d'un ouvrage de traitement de type fossé enherbé (Source: Atelier LD)

## 7 Impacts sur l'environnement

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 12 - 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 13 - 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 ».**

⇒ Impact direct et indirect, temporaire, négatif, se produisant à moyen terme et faible en conditions normales de fonctionnement

Mesure associée : Surveillance, entretien et maintenance des ouvrages de gestion des eaux pluviales

### 2.2.2 Incidences sur la fonctionnalité de l'aquifère

#### Rappel

Le projet est concerné dans son extrémité Sud par une Zone de Surveillance Renforcée (ZSR) liée à un ouvrage d'Alimentation en Eau Potable. Il s'agit du « Forage F1 Ermitage », ouvrage référencé 1226 -5X -0025/F1 situé à environ 2800m au Sud-Ouest à l'aval du projet, à la côte altimétrique +50,61m NGR.

#### 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)

## 7 Impacts sur l'environnement

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.

⇒ Impact nul

Mesures associées : Prévention et traitement des pollutions chroniques et accidentelles

### 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.

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 publiques comme privées.

⇒ Impact direct et indirect, pérenne, négatif, faible et se produisant à court terme

Mesures associées : Optimisation en matière de gestion de la ressource en eau

### 2.2.3 Incidences sur l'hydrologie

#### 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 :

## 7 Impacts sur l'environnement

- 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.

⇒ Impact direct, modéré, négatif, permanent, à court terme

*Mesures associées : Évitement des zones d'intérêt écologique et paysager, Aménagements pour la gestion adaptée des écoulements, Délimitation rigoureuse des emprises de chantier, Gestion des eaux pluviales*

### **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.

## 7 Impacts sur l'environnement

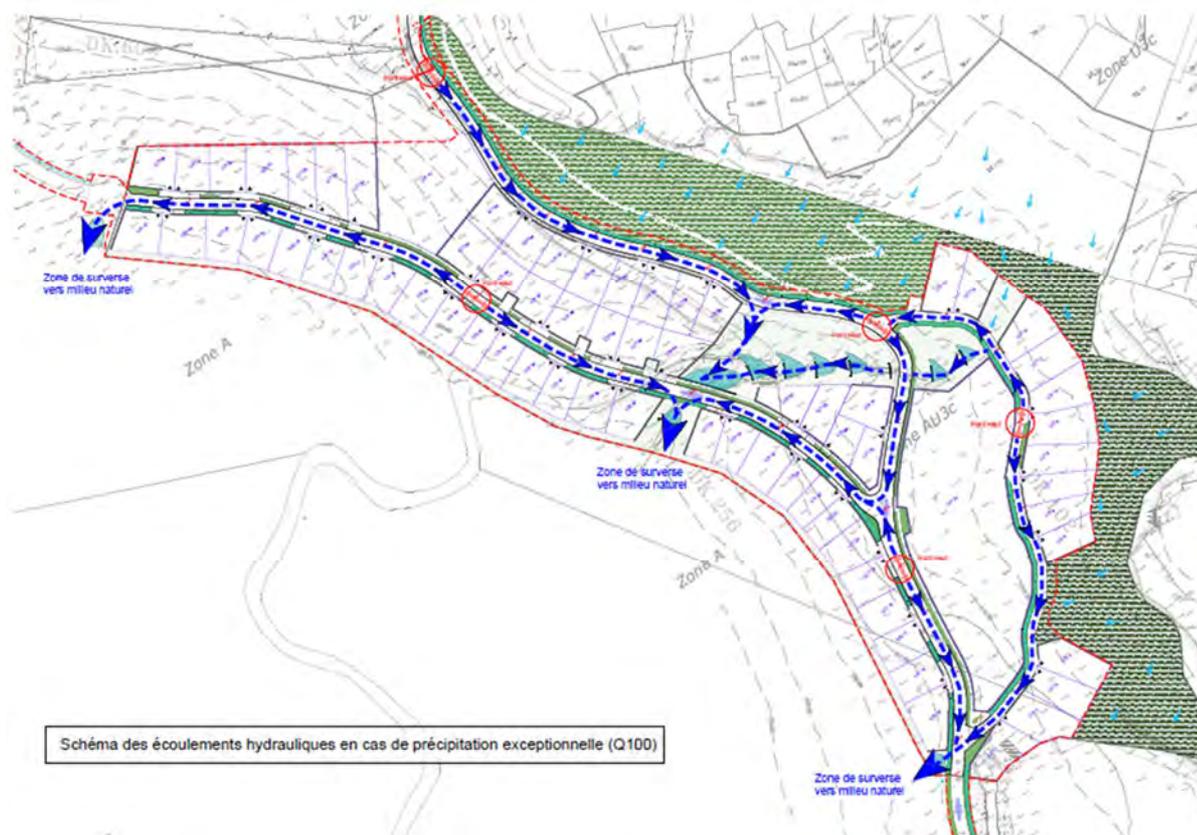


Figure 87 - Plan de gestion des eaux pluviales en Q100 (Source: Atelier LD)

⇒ Impact négligeable à nul

Mesures associées : Prévention et traitement des pollutions chroniques et accidentelles

## 3 Impacts vis-à-vis des risques majeurs

### 3.1 Impacts subis par le projet

Les deux nouvelles voiries de part et d'autre du lotissement auront à traverser chacune une ravine qui se voit associée un aléa inondation fort dans le Plan de Prévention des Risques communal. Le reste du projet n'apparaît pas soumis à ce phénomène.

L'aléa mouvement de terrain également cartographié sur la commune suppose des dispositions constructives particulières au sein des zones d'aléa (érosion/glisement) moyen à fort, qui se retrouvent sur une partie du projet. Ainsi, le site d'implantation de l'opération est concerné par des secteurs zonés au PPR : B2u de zone constructible sous conditions pour le lotissement et R1 et R2 de zone avec principe d'inconstructibilité sur certaines sections des futures nouvelles voiries vers le golf comme vers la RD100. La zone de sismicité 2 dite « faible » qui s'applique est associée à des règles de construction parasismique sont applicables aux bâtiments et ponts « à risque normal ».

## 7 Impacts sur l'environnement

---

⇒ Risque direct fort à faible selon les secteurs, permanent et à tous termes

---

Mesures associées : *Intégration paysagère, Aménagements pour une gestion adaptée des écoulements, Étude géotechnique, Choix des entreprises, Mise en place d'un plan d'alerte cyclonique, Adaptation du chantier aux conditions météorologiques*

### 3.2 Impacts induits par le projet

#### **En phase chantier**

La présence d'un chantier durant plusieurs mois constitue une source potentielle de déclenchement de feux : d'une part, par l'utilisation du matériel (étincelles provoquées par un appareil défectueux, approvisionnement en fioul des engins...) et d'autre part, au travers des activités de vie des ouvriers (tabagisme...).

Cependant, le chantier est soumis à des règles strictes notamment sur la sécurité, la probabilité d'un déclenchement d'incendie reste en conséquence faible et serait le résultat d'une négligence. A noter l'absence de boisement localement mais la présence de fourrés, milieux pouvant être favorables à la propagation d'un incendie.

Pour les besoins d'approvisionnement du chantier, un certain nombre de substances dites « dangereuses » seront acheminées jusqu'au site, dans des proportions restant encore à définir au regard des éléments aujourd'hui disponible sur la programmation du chantier. Il s'agit notamment d'hydrocarbures et huiles nécessaires au bon fonctionnement des engins de chantier. Le transport de ces substances est susceptible d'augmenter le risque de survenue d'un accident impliquant des substances dangereuses sur les voies desservant la zone. Cependant, au regard du trafic d'ores et déjà très important sur les axes de transport environnants (pour rappel, plus de 50000 véhicules/jour la route des Tamarins), la taille du chantier ne sera pas d'envergure à influencer sur ce risque d'ores et déjà bien présent.

Les emprises spécifiques au chantier (base(s) de vie, zone(s) de stockage de matériaux,...) peuvent constituer des facteurs aggravants des phénomènes subis par le site.

---

⇒ Risque indirect négatif, faible, temporaire et à court terme

---

Mesures associées : *Intégration paysagère, Aménagements pour une gestion adaptée des écoulements, Étude géotechnique, Choix des entreprises, Mise en place d'un plan d'alerte cyclonique, Adaptation du chantier aux conditions météorologiques*

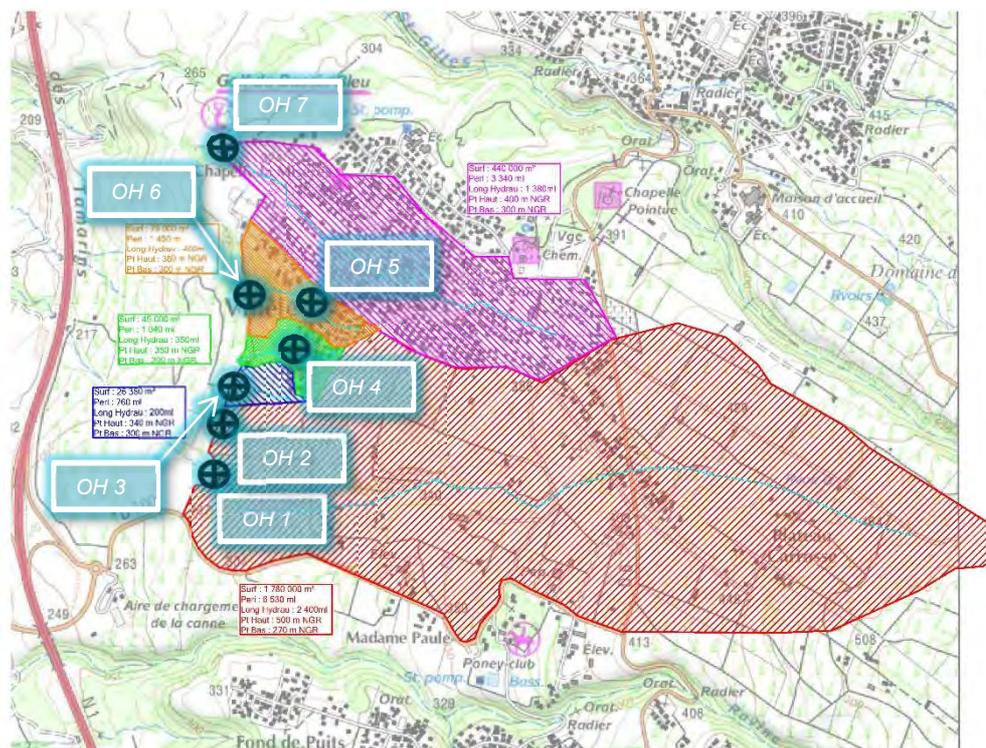
## 7 Impacts sur l'environnement

### En phase d'exploitation

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

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 Q100.

Figure 88 - Localisation des ouvrages hydrauliques projetés et bassins-versants associés (Source : Atelier LD)



L'aménagement du lotissement du Golf intercepte une partie des ruissellements amont et augmente les surfaces imperméabilisées localement. 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. 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 (source : Notice hydraulique réalisée par Atelier LD).

## 7 Impacts sur l'environnement

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 » 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 en intégrant les hypothèses d'imperméabilisation.

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

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.

**Seuls les bassins-versants (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.

	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 14 - Qualification du bassin-versant (Source : Atelier LD)

## 7 Impacts sur l'environnement

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 :

Tableau 15 - Débits de pointe générés découlant de la mise en œuvre de l'opération (Source : Atelier LD)

	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)
<i>Etat initial</i>	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
<i>Etat projet</i>	3	1,576	2,193	3,055	<b>3,600</b>	4,002	4,492	5,129
	2	0,231	0,329	0,473	<b>0,561</b>	0,627	0,708	0,812

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.

Se constate que sans bassin de rétention des eaux pluviales, le débit rejeté est sensiblement augmenté.

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 s'explique par 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, les calculs de dimensionnement des ouvrages pour Q20 ont été menés 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.

## 7 Impacts sur l'environnement

### Cas de précipitations exceptionnelles

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.

---

⇒ Impact négligeable à nul

---

Mesures associées : *Surveillance, entretien et maintenance des ouvrages de gestion des eaux pluviales*

## 7 Impacts sur l'environnement

### 4 Impacts sur le milieu naturel

#### 4.1 Impacts sur les zonages d'inventaire et règlementaires

##### Rappel

Le projet de lotissement et de voirie n'intersecte le périmètre d'aucun zonage d'inventaire ou réglementaire en lien avec les milieux naturels. Il traverse néanmoins sur sa périphérie un corridor écologique avéré de la trame terrestre, identifié au titre de l'étude préalable d'identification des réseaux écologiques de La Réunion (DEAL, 2014).

##### En phases chantier et d'utilisation

Le site ne se caractérise pas par un lien fonctionnel particulier avec les zonages en vigueur dans le secteur (réglementaire et d'inventaire). Le projet n'aura donc **pas d'impact particulier sur ces éléments**. La voie d'accès nord traverse en revanche, sur sa marge, un corridor écologique avéré du Réseau Ecologique Régional. Cette voie « isolera » ainsi environ 2,4 ha en bordure Est du corridor, dont la surface totale est d'environ 120 ha, soit environ 1.33%. Toutefois, il est à noter que le trafic sur cette voie d'accès au golf sera faible et que cette voie reste largement franchissable pour la quasi-totalité des espèces. Par conséquent et, associé au fait que les milieux concernés sont en mauvais état de conservation, l'effet de fragmentation lié à cette voie sera modéré également. La fonctionnalité du corridor écologique ne sera ainsi pas remise en cause, d'autant que la surface « isolée » est en lien direct avec un espace urbain.

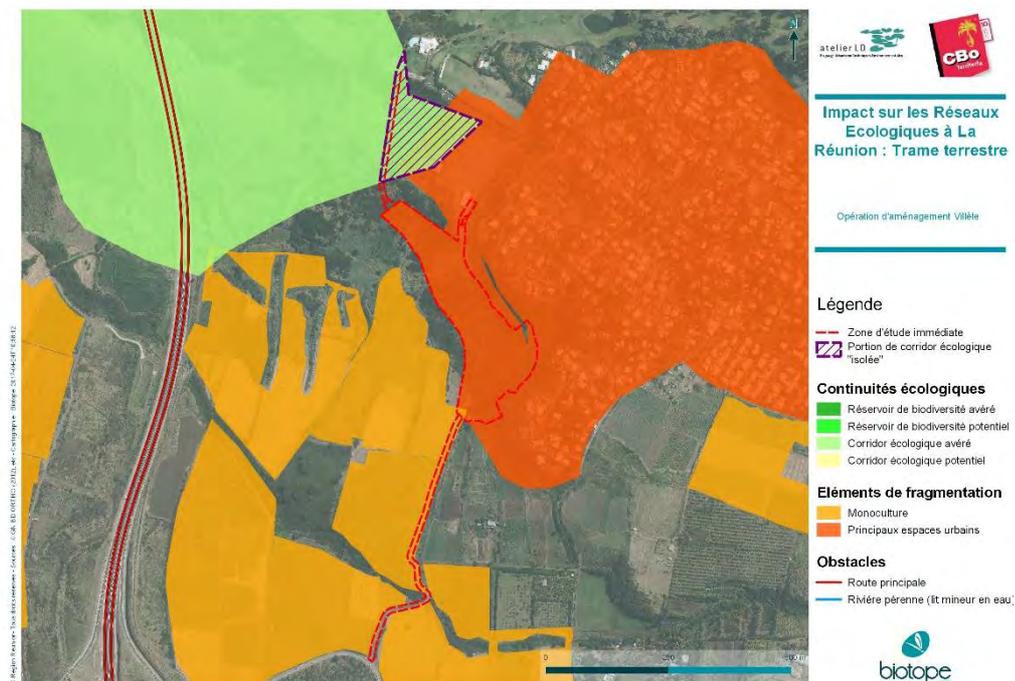


Figure 89 - Cartographie de l'impact du projet sur les réseaux écologiques de la Réunion (Source: Biotope)

⇒ Impact direct négatif, faible, permanent et à tous termes

## 7 Impacts sur l'environnement

Mesures associées : *Évitement des zones d'intérêt écologique et paysager*

### 4.2 Impacts sur les habitats et la flore

#### Phase chantier

On entend par perte d'habitats la disparition des milieux présents au sein de l'emprise du projet et de leurs communautés biologiques associées. Elle concerne ainsi ici les habitats semi-naturels (fourrés secondaires à Faux Poivriers, à Cassie etc ...). L'intérêt très limité des habitats naturels sur le site, très largement dominé par des végétations secondaires ou anthropiques, réduit ainsi fortement l'impact à cette perte d'habitats.

Concernant la flore, 1 espèce indigène est concernée par cet impact sur l'emprise du projet : *Adiantum rhizophorum*, peu commune à la Réunion et complémentaire de ZNIEFF, mais non protégée. L'enjeu lié à cette espèce étant limité, l'impact est, de fait, faible également.

Les pieds de Latanier rouge (*Latania lontaroides*) et de Benjoin (*Terminalia bentzoe*), plantés dans les aménagement paysagers et urbains existants, et inscrits sur la liste des futures espèces végétales protégées à La Réunion, sont en dehors de l'emprise du projet et ne seront pas détruits. Quoiqu'il en soit, il s'agissait de pieds issus de plantation, avec une contrainte écologique faible et une contrainte réglementaire nulle.

---

⇒ Impact direct négatif, faible, permanent et à long terme

---

Mesures associées : *Prévention et traitement des pollutions chroniques et accidentelles, Délimitation rigoureuse des emprises de chantier, Prévention de toute contamination par des espèces envahissantes.*

#### Phases exploitation

Cet impact est à considérer bien que la zone d'emprise du projet soit déjà dégradée sur le plan des milieux naturels (cultures, fourrés secondaires...). Le risque de dissémination des espèces exotiques, lors de la phase chantier et dans la conception des aménagements paysagers du site, est à prendre en compte.

---

⇒ Impact indirect négatif, modéré, réversible et à long terme

---

Mesures associées : *Choix adapté des espèces pour l'aménagement des différents espaces végétalisés, gestion des EEE en phase chantier*

### 4.3 Impacts sur la faune

#### Phase chantier

Le risque de destruction concernera les individus, adultes ou jeunes, des espèces à mobilité réduite, notamment les oiseaux en période de nidification et potentiellement les reptiles, ainsi que les nids et œufs dans le cas spécifique des oiseaux.

Pour les oiseaux, les espèces concernées par le risque de destruction d'individus sont :

- L'Oiseau blanc (*Zosterops borbonicus*) ;
- La Tourterelle malgache (*Streptopelia picturata*).

## 7 Impacts sur l'environnement

Concernant les reptiles, le Caméléon (*Furcifer pardalis*) est potentiellement présent dans les fourrés secondaires et pourrait possiblement être impacté.

La destruction des habitats d'espèces de faune concerne les habitats de chasse, de reproduction et/ou de repos, dans le cadre notamment des opérations de suppression de la végétation et de terrassement :

- Les habitats d'espèces avifaunistiques : sites de nidification d'espèces nichant dans l'emprise du projet et sites d'alimentation et de repos de l'avifaune (2 espèces indigènes nicheurs dans les fourrés secondaires) ;
- Les habitats des reptiles : fourrés abritant potentiellement des caméléons ;
- Les habitats des chiroptères : habitats de chasse du Petit Molosse.

Il est important de relativiser cet impact considérant la qualité très réduite des habitats présents au sein de l'emprise du projet. L'anthropisation et l'envahissement du secteur par de nombreuses espèces exotiques témoignent de cette faible qualité des milieux. Par ailleurs, des mesures « simples », en choisissant notamment les bonnes périodes pour le défrichage, permettent de réduire, voire de supprimer, ces impacts potentiels.

En phase chantier, s'il n'y a pas de travaux nocturnes, le risque d'échouage est relativement faible, voire nul si aucun le site n'est pas éclairé.

---

⇒ Impact direct et indirect, négatif, fort à modéré, temporaire et à tous termes

---

*Mesures associées : Évacuation de la faune sur le site, Adaptation des éclairages de chantier susceptibles de perturber la faune, Prévention et traitement des pollutions chroniques et accidentelles, Choix de la période de travaux, Délimitation rigoureuse des emprises de chantier, Prévention de toute contamination par des espèces envahissantes.*

### **Phase exploitation**

Les éclairages nocturnes sont de nature à présenter un risque d'impact des oiseaux marins nocturnes par échouage. En période d'exploitation, les éclairages urbains peuvent en effet être réellement impactant pour les oiseaux marins durant les périodes sensibles et, ce, bien que le site soit localisé en dehors des corridors principaux de déplacement de l'avifaune marine.

Les ruissellements d'eau pluviales durant la phase d'exploitation du projet pourraient être également sources de pollutions sur les milieux naturels adjacents : traces d'hydrocarbures, matériaux, poussières, etc ...

---

⇒ Impact direct et indirect, négatif, fort à modéré, permanent et à moyen terme

---

*Mesures associées : Évitement des zones d'intérêt écologiques et paysager, Optimisation de l'éclairage, Choix adapté des espèces pour l'aménagement des différents espaces végétalisés, Gestion raisonnée des espaces verts*

## 7 Impacts sur l'environnement

### 5 Impacts paysagers

#### 5.1 Impact concernant le patrimoine culturel

##### **Rappel**

Le projet s'inscrit à près de 800 m (à vol d'oiseau) du Domaine de Villèle et d'1 km (vol d'oiseau) de la Chapelle Pointue de Saint-Gilles-les-Hauts. La zone de projet n'est également pas concernée par un site inscrit ou classé.

##### **En phases chantier et d'utilisation**

Le diagnostic a établi que l'emprise du projet n'intercepte aucun périmètre de protection des monuments historiques. D'autres part, ces monuments étant éloignés de la zone d'implantation envisagée et en contrebas du plateau où ils sont implantés, le projet n'a pas de conséquences sur ce patrimoine.

---

⇒ Impact nul

---

Mesures associées : /

#### 5.2 Impact sur le patrimoine archéologique

##### **En phases chantier et d'utilisation**

En amont du chantier, un diagnostic archéologique pourra être réalisé, conformément aux préconisations de la DAC qui seront formulées dans le cadre de l'instruction des autorisations du présent projet. Il permettra de trancher sur la présence ou non de vestiges au droit du projet, ainsi que de s'assurer de la compatibilité des opérations projetées avec d'éventuels enjeux.

Aucun effet particulier n'est à attendre en phase d'utilisation.

---

⇒ Impact indéterminé

---

Mesures associées : /

## 7 Impacts sur l'environnement

### 5.3 Impacts paysagers du projet

#### **Rappel**

Le site d'implantation du projet est localisé en prolongement de l'urbanisation existante. En situation de belvédère, il est visible depuis les axes routiers du secteur (RD100 et Route des Tamarins).

#### **En phase chantier**

En phase d'aménagement du projet, les travaux ne sont pas neutres sur le paysage au niveau des emprises résultantes, l'intervention nécessitant des surfaces au sol notables. Différents types d'emprises et d'incidences sur le paysage seront concernées :

- La création du lotissement en deux tranches entrainera :
  - le décapage du terrain au niveau de la terre végétale dont il faudra gérer le stockage ;
  - les terrassements nécessaires aux constructions, réalisés en dehors de la viabilisation des lots par les acquéreurs et non par l'aménageur, et notamment les excavations de matériaux nécessaires aux approches constructives de décaissement et d'accompagnement de la pente sont strictement encadrés par le cahier de préconisation et le règlement du lotissement, et entraîneront des mouvements de terre limités,

↳ Ces éléments minéraux trancheront temporairement dans le paysage à l'aspect essentiellement végétal et seront notamment visibles depuis les axes de circulations du secteur.

- La réalisation des voies routières en plusieurs tranches également :
  - Lors des tranches 1, 2 et 3, la trame de la nouvelle voirie s'appuie sur un cheminement existant qui l'est nécessaire d'élargir.

↳ L'élargissement de cette emprise ne sera que peu prégnant dans le paysage.

- Par contre, lors de la tranche 4, la création d'une nouvelle voie d'accès au golf implique l'ouverture du milieu naturel.

↳ La réalisation de cette voie créera une nouvelle césure dans le paysage, notamment visible depuis la Route des Tamarins. Cette marque sera cependant fine au regard du dimensionnement de la voie.

Les impacts paysagers résultants seront étroitement proportionnés aux processus d'intervention en phase chantier. Il existe en effet un risque d'élargissement par les engins au-delà de l'emprise fixée, ce risque devra cependant être maîtrisé par la mise en œuvre d'une mesure de balisage et d'un suivi du respect de ce balisage. Les incidences paysagères en phase chantier concernent le paysage immédiat et les vues depuis les voiries se révèlent plutôt modérées.

⇒ Impact direct, temporaire, négatif, se produisant à court et moyen terme et modéré.

Mesures associées : *Intégration paysagère, Délimitation rigoureuse des emprises de chantier*

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

- Modification de l'ambiance paysagère

## 7 Impacts sur l'environnement

L'ambiance paysagère sera modifiée du fait de la disparition partielle de la zone végétalisée (de faible valeur, écologique comme ornementale). Néanmoins, une part importante du site de projet a été écartée de toute modification, et restera en l'état actuel, sans affectation du couvert végétal. La zone végétalisée de la partie haute du coteau, la plus visible, sera ainsi préservée. D'autre part, la réalisation des voiries et la construction de nouveaux bâtiments transformeront la structure parcellaire de cette espace, sans que ceci n'est d'incidence en soi sur le paysage élargi.

### *Depuis la route des Tamarins*

La **visibilité du site est peu importante** du fait de la végétation au premier plan qui constitue un masque, et des pentes qui dissimulent le replat sur lequel s'inscrit le projet. Le coteau, en majorité écarté de toute urbanisation, est la zone la plus visible.

Figure 90 – Vue du site depuis la route des Tamarins. (Source : Atelier LD)



### *Depuis la RD au sud de la route des Tamarins*

La **visibilité du site est peu importante** du fait de la végétation limitée et par la distance importante. D'autre part, les environs du site où l'urbanisation est présente et visible limiteront l'impact visuel des nouvelles constructions.

Figure 91 – Vue du site depuis le RD100, en dessous de la route des Tamarins. (Source : Atelier LD)



## 7 Impacts sur l'environnement

### Depuis les chemins d'exploitation agricole situés en contrebas

Le site de projet inscrit sur le replat et la partie basse du coteau sera ainsi relativement peu visible, et aisé à insérer par la végétalisation des espaces publics et des lots privés.

Figure 92 – Vue du site depuis les chemins d'exploitation agricole situés en contrebas, et sur la frange urbanisée de Villèle qui le surplombe. (Source : Atelier LD)



Figure 93 – Perceptions du projet et modification paysagère (Source : Atelier LD)

- Intégration paysagère

Les principes d'aménagement retenus tendent à respecter au mieux le site d'implantation du projet :

- Forme urbaine proposée est semblable à celle du tissu urbain existant, et prolongera donc naturellement le quartier sans rupture morphologique ;
- Préservation du couvert végétal sur les parties les plus visibles, notamment l'ensemble de la frange haute du coteau de Villèle. L'inscription du projet sur les zones les moins pentues favorise sa intégration.
- Maintien du talweg en partie central, qui constitue une césure végétale épaisse dans le futur tissu urbain. Il participe à l'entrelacement des trames bâtie et végétale, et atténue l'effet opération d'ensemble, et donc la visibilité de celle-ci.
- Constitution d'une bande de préverdissement sur les lots en premier rang, afin de constituer une lisière végétale qui dissimule en partie le front bâti.
- Limitation des hauteurs des constructions sur les lots en premier rang.
- Parti pris d'aménagement du bâti (construction qui s'adapte à la topographie, recours à des demi-niveaux ...) facilite l'intégration des constructions dans la pente ;
- Revégétalisation du site, la création d'espaces verts et la mise en place de franges boisées contribueront à l'insertion du projet.

## 7 Impacts sur l'environnement

- Conséquences sur les vues

La situation du projet en contrebas par rapport à l'urbanisation existante implique que l'extension urbaine ne sera pas perceptible pour la quasi majorité des habitants actuels du quartier. Depuis le quartier de Villèle, les conséquences sur les vues sont donc très limitées.

Au regard de son positionnement, le projet sera visible essentiellement depuis les voiries environnantes en partie basse, notamment la partie urbanisée qui concerne le lotissement. Les vues seront éloignées et les principes d'intégration paysagère permettront d'atténuer cet impact visuel.

Il apparaît également important de souligner qu'à l'arrière-plan immédiat du projet le quartier de Villèle est d'ores et déjà visible. L'impact visuel de nouvelles constructions sera donc limité.

L'incidence paysagère du projet en phase de réalisation est donc jugée faible.

Les maisons individuelles et mitoyennes qui composent la future trame urbaine du projet, au-delà de leur hauteur et emprise par nature peu importante, présentent de plus l'avantage de favoriser un développement végétal important à terme à l'intérieur du projet. Ainsi, les plantations à l'intérieur des parcelles privées permettront d'atténuer la dichotomie entre espace bâti et espace naturel.

Les plantations mises en œuvre sur les espaces publics et le long des voies permettront également de favoriser l'intégration du projet au sein du couvert végétal existant. Elles seront de plus l'occasion d'une revalorisation paysagère par la plantation d'essences endémiques et indigènes.



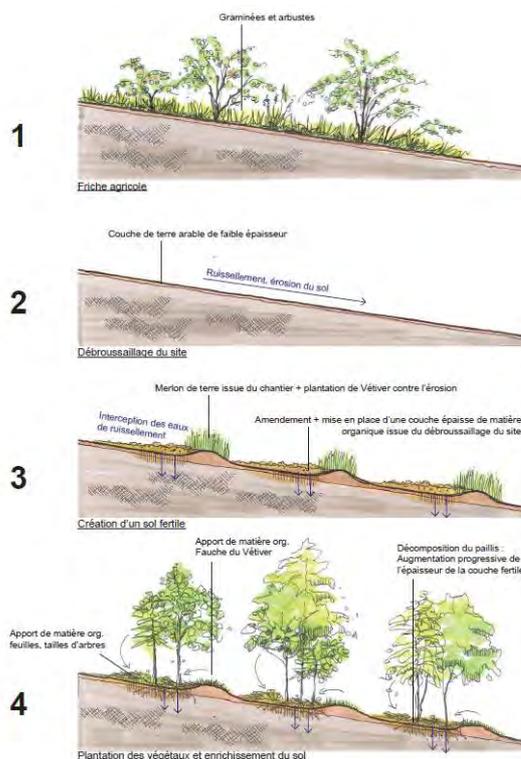
Figure 94 – Perceptions du projet et modification paysagère : inscription dans la pente et la trame végétale  
(Source : Atelier LD)

## 7 Impacts sur l'environnement

Figure 95 – Principes de reconquête et de revalorisation paysagère mis en œuvre sur les espaces plantés de l'opération (Source : Atelier LD)

⇒ Impact direct, permanent, négatif, se produisant à long terme et faible.

Mesures associées : *Intégration paysagère, Délimitation rigoureuse des emprises de chantier, Gestion raisonnée des espaces verts*



## 7 Impacts sur l'environnement

# 6 Impacts sur le milieu humain

## 6.1 Impacts sur le contexte socio-économique

### 6.1.1 Conséquence sur l'évolution démographique

#### **Rappel**

Saint-Paul constitue une commune attractive qui a connu une forte progression de sa population, qui a présent est en cours de stabilisation. Le quartier de Villèle représente 2,5% de la population de la commune (2 622 habitants en 2013).

#### **En phase chantier**

La phase de chantier n'aura pas d'impact particulier sur l'évolution démographique locale.

---

⇒ Impact nul

---

Mesures associées : /

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

La construction de près de 120 nouveaux logements (résidences principales) via le lotissement va permettre de participer à la réponse donnée aux besoins en logement localement. Cette nouvelle population à l'année sur le territoire va se traduire par augmentation de la densité de population sur ce quartier de Saint-Paul.

La création de ce nouveau lotissement entrainera un apport nouveau de population estimé à environ 320 habitants supplémentaires, en ne supposant aucune dé-cohabitation sur le quartier existant. La dé-cohabitation représente régulièrement à la Réunion jusqu'à 25% de l'augmentation du nombre de ménages. La fourchette basse serait donc une augmentation démographique de 240 nouveaux habitants.

Ce qui représente une progression de 12,2 % à 9,2% de la population du quartier de Villèle selon les hypothèses énoncées précédemment.

---

⇒ Impact positif

---

Mesures associées : /

## 7 Impacts sur l'environnement

### 6.1.2 Conséquences sur les activités économiques

#### *Rappel*

La vaste commune de Saint-Paul est tournée vers les activités destinées à sa population résidente et celle de passage : services publics, commerces et tourisme. L'agriculture tient aussi une place encore importante dans les hauts, notamment à travers l'activité d'élevage.

#### *En phase chantier*

Les travaux de construction de l'opération d'aménagement vont temporairement être à l'origine d'un besoin en main d'œuvre et donc soutenir des emplois (le phasage des 3 tranches fermes s'étalera sur 18 mois).

Les opérations nécessaires à la mise en place de cet aménagement du secteur du golf feront intervenir plusieurs corps de métier. Aucun choix quant aux entreprises qui interviendront dans le cadre de ce chantier n'est arrêté à présent. Des entreprises locales pourront, si elles le souhaitent, candidater aux consultations que le maître d'ouvrage fera autour de son projet et notamment sur les lots du chantier le permettant.

Durant les travaux, des ressources financières indirectes pour l'économie locale peuvent être attendues (services et commerce de la commune et des environs : hôtellerie, alimentation, ...).

**Aucun remembrement agricole ne sera nécessaire dans le cadre du présent projet.**

---

⇒ Impact positif

---

Mesures associées : /

#### *En phase d'utilisation*

L'apport de population nouvelle entraînera une augmentation de fréquentation des commerces environnants existants sur la commune de Saint-Paul.

La desserte facilitée du golf via la nouvelle voirie est susceptible d'en augmenter la fréquentation.

Le foncier agricole est préservé, tout comme la trame des accès vers les parcelles agricoles. Aucune remise en cause de l'activité localement n'est donc à prévoir.

---

⇒ Impact positif

---

Mesures associées : /

## 7 Impacts sur l'environnement

### 6.2 Impact sur le contexte urbain

#### 6.2.1 Rappel

Le quartier de Villèle est un quartier historique qui s'est largement développé comme résidentiel ces dernières années.

#### 6.2.2 En phase chantier

Le site de projet est localisé dans le prolongement du tissu urbain existant, sur un site aujourd'hui vierge de toute urbanisation. Les impacts potentiels en phase chantier sont liés au confort de vie des habitants et traités individuellement pour chacune des thématiques : air, bruit, etc.

#### 6.2.3 En phase de réalisation

##### *Impacts sur le tissu urbain*

L'aménagement du secteur du golf permettra le confortement d'une continuité urbaine au quartier de Villèle, et ainsi l'affirmation du quartier en tant que pôle de vie.

D'autre part, l'opération va permettre d'améliorer la desserte du site, qui sera plus aisée, sécurisée, et rapide. L'opération va donc créer des liens avec les entités urbaines voisines tout en décloisonnant la globalité du quartier. Enfin, l'une des composantes du projet est la création d'un vaste espace public central, qui pourra profiter à l'ensemble des habitants du quartier.

La création de la 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 raccourcis à la voirie 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.

La nouvelle voie pourrait constituer un appui potentiel pour le développement urbain futur du quartier. Cependant, les documents d'urbanisme et de planification en vigueur ne prévoient pas d'extension supplémentaire dans ce secteur.

---

⇒ Impact direct, permanent, positif, se produisant à moyen et long terme et modéré

---

Mesures associées : /

##### *Impact sur les équipements*

La réalisation de près d'une centaine de logements supplémentaires à terme va induire l'arrivée d'une nouvelle population d'enfants en âge d'être scolarisée tant en maternelle qu'en élémentaire, qu'au collège ou au lycée. Cela se traduira par une augmentation progressive des effectifs en relation avec la livraison des nouveaux logements par tranche.

Cet accroissement aura notamment un impact direct sur les structures scolaires primaires et maternelles. Le quartier de Villèle dispose d'ores et déjà d'une école de 200 élèves, les nouveaux effectifs attendus seront donc à prendre en compte.

## 7 Impacts sur l'environnement

Une réflexion est donc à engager concernant le dimensionnement des établissements scolaires afin de s'assurer qu'ils sont en capacité d'accueillir ces enfants.

---

⇒ Impact indéterminé

---

Mesure associée : *Réflexion sur le dimensionnement des structures d'accueil des enfants*

### **Impact sur les réseaux**

La connaissance du contexte d'implantation a permis d'adapter la conception du projet.

Le dimensionnement des réseaux d'eau tient compte des enjeux hydrauliques. Les eaux pluviales seront gérées indépendamment du réseau d'assainissement collectif.

La mise en place de la nouvelle voirie servira d'appui au développement du réseau d'assainissement autonome collectif sur ce secteur de Saint-Paul. La station d'épuration communale dispose aujourd'hui de capacités encore suffisantes pour assimiler la nouvelle population associée au lotissement.

---

⇒ Impact nul

---

Mesures associées : /

### **Effet sur la gestion des déchets**

La construction d'un parc de logements de près de 120 habitations à terme implique l'installation d'une nouvelle population qui sera vecteur de production de déchets ménagers supplémentaires tout au long de l'année.

Le PDEDMA de La Réunion (2011) indique qu'actuellement 609 kg de déchets sont produits par habitant chaque année. L'accroissement de la population liée au projet (entre 320 et 240 habitants) implique donc la production de 195 tonnes à 146 tonnes de déchets.

Comme présentait dans l'état initial, le territoire dispose d'ores et déjà d'une organisation et d'équipements spécifiques à gestion des déchets.

---

⇒ Impact direct, permanent, négatif, se produisant à moyen et long termes, faible à modéré

---

Mesures associées : /

## 7 Impacts sur l'environnement

### 6.3 Conséquences sur les déplacements

#### 6.3.1 Rappel

La zone d'implantation du projet est localisée en bordure du quartier de Villèle qui comporte un réseau viaire dense composé de dessertes résidentielles. Ce quartier en impasse est relié aux 2 voies structurantes du secteur : la RD6 qui dessert les secteurs de mi-pente et la RD100 qui relie les quartiers de mi pente à la Route des Tamarins et au littoral. Le quartier de Villèle dispose de différentes zones de stationnement et est bien desservi par les transports en commun.

#### 6.3.2 En phase chantier

Les travaux sont appelés à durer plusieurs mois (pour une durée de 18 mois au total, hors tranche conditionnelle relative à la voie de raccordement avec le Golf), durant lesquels le chantier est susceptible d'être à l'origine d'une augmentation du trafic notamment en termes de camions. Les voies empruntées seront principalement les chemins agricoles desservant le site depuis la RD100, puis la nouvelle voirie de desserte du quartier une fois celle-ci consolidée.

L'accroissement de la circulation engendrée par les chantiers sur les voiries existantes peut induire des problèmes d'encombrement et de sécurité. Toutefois, le plan de circulation envisagé dans le cadre de la phase travaux limitera le trafic au niveau du quartier de Villèle :

- Lors de la tranche 1 (construction d'une première partie du lotissement), la voie d'accès au chantier s'effectuera depuis le chemin cannier (future voie de desserte en lien avec la RD100) ;
- Lors de la tranche 2 (création de la voie d'accès en lien avec la RD100) : l'accès se fera à partir de la RD100 ;
- La tranche 3 et 4 : l'accès aux chantiers se fera depuis la nouvelle voie d'accès créée.

---

⇒ Impact direct et indirect, temporaire, négatif, se produisant à court terme, faible à modéré selon les phases du chantier

---

Mesures associées : *Coordination et pilotage de chantier, Sécurité des usagers et du personnel*

## 7 Impacts sur l'environnement

### 6.3.3 Trafic induit en phase d'utilisation

Ce volet s'appuie sur l'étude trafic menée par Artélia dans le cadre de ce projet (fournie en annexe 4).

#### Programmation

Le projet prévoit la réalisation d'environ 100 logements, ainsi que la création de deux voies de desserte :

- une voie en direction du parking du golf ;
- une voie entre la RD100 et la rue Mahatma Gandhi, à l'Est du stade, destinée à desservir le quartier Villèle.

L'horizon de réalisation du projet est fixé à 2019.

#### Hypothèses de projections

Afin de mesurer l'impact du projet sur la circulation, il est nécessaire d'estimer les niveaux de trafics futurs par des hypothèses de projections à 2019. Le logigramme qui suit présente la démarche :



Figure 96 – Logigramme de la démarche (Source : Artélia)

Le détail des hypothèses de projections est disponible en annexe 4. Les résultats fournis par l'étude trafic sont des niveaux de trafic en heure de pointe. Une extrapolation du trafic en heure de pointe a donc été réalisée afin de disposer d'un trafic journalier sur la base des hypothèses suivantes :

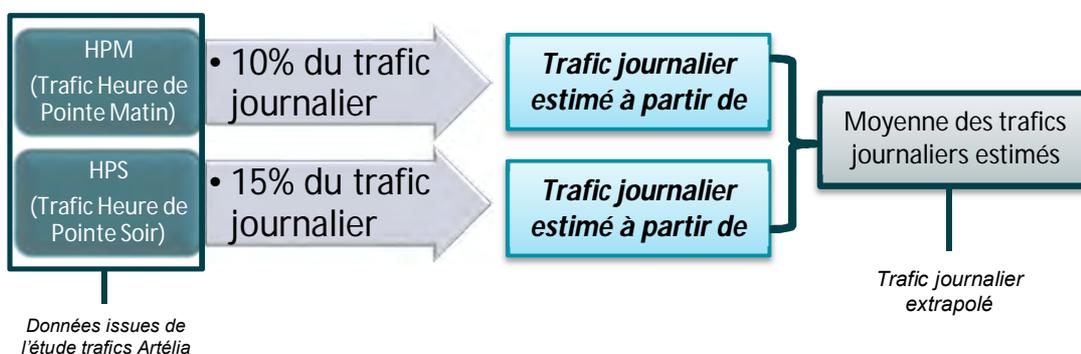


Figure 97 – Méthodologie de calcul du trafic journalier (Source : Biotope)

## 7 Impacts sur l'environnement

Les résultats sont récapitulés dans la carte ci-contre :

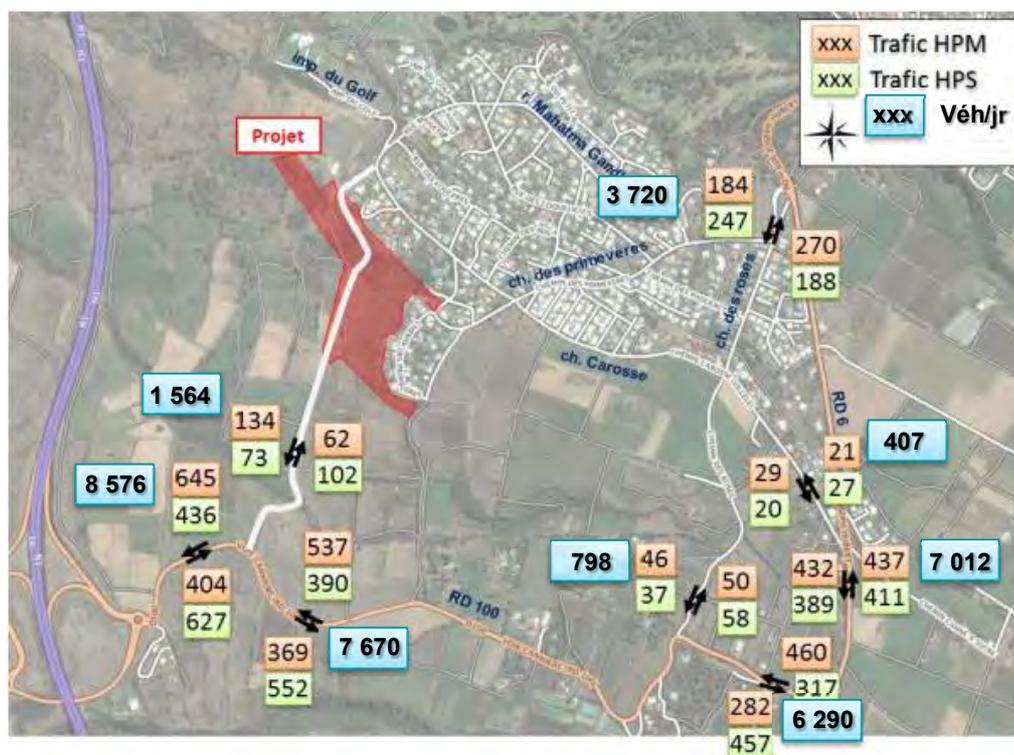


Figure 98 – Trafics en section courante projetés – HPM et HPS 2017, trafic journalier (Source : Artélia et Biotope)

L'impact des nouveaux logements est faible puisque la génération est estimée à 78 uvp le matin et 64 uvp le soir, soit un trafic journalier de près de 430 véhicules.

La nouvelle voie est amenée à supporter une partie de ce nouveau trafic ainsi que du trafic reporté depuis les autres points d'accès au quartier Villèle, notamment depuis le carrefour RD100/Chemin des Roses. Le trafic tous sens confondus sur la nouvelle voie reste limité, estimé à 196 uvp le matin et 175 uvp le soir, il représente près de 1 600 véhicule par jour.

⇒ Impact direct, permanent, négatif, se produisant à moyen terme et faible

Mesure associée : /

## 7 Impacts sur l'environnement

### 6.4 Impact fonctionnel de l'infrastructure

Ce volet s'appuie sur l'étude trafic menée par Artélia dans le cadre de ce projet (fournie en annexe 4).

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 raccords à la voirie 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.

Les volumes étant faibles :

- l'impact du projet sur le carrefour RD6/RD100 est très limité ;
- outre les contraintes de visibilité observées sur l'aménagement existant qu'il conviendra de traiter, le raccordement de la nouvelle voie sur la RD100 fonctionne dans les 2 configurations évaluées ; carrefour plan simple avec STOP ou carrefour giratoire ;

Du point de l'aménagement du raccordement de la nouvelle voie sur la RD100, il est préconisé :

- L'aménagement en carrefour STOP, sous réserve de pouvoir supprimer les masques végétaux ou de talus qui entravent la visibilité. Le carrefour peut s'envisager avec ou sans TAG sachant qu'il n'est pas nécessaire du point de vue trafic mais peut s'avérer pertinent du point de vue des éléments d'amélioration du caractère sécuritaire du carrefour ;
- À défaut de pouvoir adapter l'aménagement en place, une solution giratoire permettra de sécuriser cette intersection.

---

⇒ Impact direct, permanent, négatif, se produisant à moyen terme et modéré à fort.

---

Mesure associée: /

## 7 Impacts sur l'environnement

# 7 Impacts sur le cadre de vie

## 7.1 Incidences sur la qualité de l'air

### 7.1.1 Cadrage de l'étude

La note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières fournit la trame méthodologique de l'élaboration et le contenu attendu des études air et santé.

#### Zone d'étude

Les impacts du projet sont évalués sur une zone géographique, spécifique au volet « air et santé » des études d'impacts, définie par les notions de **domaine d'étude et de bande d'étude**.

Le **domaine d'étude** est composé de l'opération et de l'ensemble du réseau routier subissant une modification (augmentation ou réduction) des **flux de trafic de plus de 10%** du fait de la réalisation du projet. Cette modification de trafic est évaluée en comparant, pour tous les axes contenus dans le modèle de trafic, les niveaux de trafic avec et sans projet au même horizon.

Les indicateurs communément utilisés pour effectuer cette comparaison sont les Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA) en milieu interurbain ou les trafics aux heures de pointes en milieu urbain.

La note méthodologique définit par ailleurs une « **bande d'étude** » autour de chaque voie du domaine d'étude. Celle-ci est adaptée à l'étude de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique à l'échelle locale (à proximité routière) résultant des polluants primaires.

TMJA à l'horizon d'étude (véh/jour)	Trafic à l'heure de pointe (uvp/h)	Largeur minimale de la bande d'étude (en mètres) de part et d'autre de l'axe
>100 000	>10 000	300
50 000 > ≤ 100 000	5 000 > ≤ 10 000	300
25 000 > ≤ 50 000	2 500 > ≤ 5 000	200
10 000 > ≤ 25 000	1 000 > ≤ 2 500	150
≤ 10 000	≤ 1 000	100

Les largeurs de bande sont fonction des niveaux de trafic évalués sur la nouvelle voirie et les voiries adjacentes

Tableau 16 - Critères de définition de la largeur minimale de la bande d'étude (Source : Circulaire du 25 février 2005)

#### Niveau d'étude

Le degré de précision attendu dans une étude « air et santé » dépend du niveau d'étude retenu. Le niveau d'étude est déterminé en croisant la charge prévisionnelle de trafic attendue sur l'infrastructure avec le nombre de personnes potentiellement exposées aux conséquences du projet, à travers la densité de population et la morphologie du bâti.

## 7 Impacts sur l'environnement

Au regard de la typologie du bâti et de la population présentée par le quartier de Villèle, la densité hab/km<sup>2</sup> dans la bande d'étude est considéré de type GII.

Tableau 17 - Type de bâti et densité de population (Source : rapport d'études des CETE de Lyon et de Rouen pour le compte du CERTU (densité de population et morphologie du bâti) disponible sur site internet du CERTU (www.certu.fr)

	Type de bâti	Densité de population
<b>G I</b>	Centre ville classique	30 à 40 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Grand collectif	26 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Petit collectif	14 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Centre ancien des petites villes	10 000 hbts/km <sup>2</sup>
<b>G II</b>	Centre ancien hétéroclite	8 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Semi collectif	7 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Centre récent des petites villes	5 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Pavillonnaire dense	4 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Pavillonnaire	2 500 hbts/km <sup>2</sup>
<b>G III</b>	Hameau lâche	1 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Maisons groupées	100 hbts/km <sup>2</sup>
	Maisons isolées	20 hbts/km <sup>2</sup>

Trafic à l'horizon d'étude (selon tronçons homogènes de plus de 1km)	> 50 000 véh/j ou 5 000 uvp/h	25 000 à 50 000 véh/j ou 2 500 à 5 000 uvp/h	≤ 25 000 véh/j ou 2 500 uvp/h	≤ 10 000 véh/j ou 1 000 uvp/h
<b>G I</b> Bâti avec densité ≥10 000 hab/km <sup>2</sup>	I	I	II	II si L projet > 5 km ou III si L projet ≤ 5 km
<b>G II</b> Bâti avec densité > 2 000 et <10 000 hab/km <sup>2</sup>		II	II	II si L projet > 25 km ou III si L projet ≤ 25 km
<b>G III</b> Bâti avec densité ≤ 2 000 hab/km <sup>2</sup>	I	II	II	II si L projet > 50 km ou III si L projet ≤ 50 km
<b>G IV</b> pas de Bâti	III	III	IV	IV

Tableau 18 - Critères de définition du niveau d'étude (Source : Circulaire du 25 février 2005)

### Contenu attendu de l'étude

**Le degré de précision pour l'étude est de niveau III.** Les études de type III et IV requièrent une simple information des effets de la pollution atmosphérique sur la santé, avec :

- Estimation des émissions de polluants au niveau du domaine d'étude : présenté en suivant ;
- Réalisation éventuelle de mesures in situ pour la qualification de l'état initial : au vu des niveaux de trafic du secteur, la réalisation de ces mesures n'a pas été jugée nécessaire ;
- Rappel sommaire des effets de la pollution atmosphérique sur la santé : présenté dans le chapitre suivant : Impacts du projet sur la santé.

## 7 Impacts sur l'environnement

### 7.1.2 Analyse

#### **Rappel**

Le secteur d'implantation du projet, en mi pentes, est considéré comme moyennement venté. La qualité de l'air y été qualifiée de relativement bonne.

#### **En phase chantier**

Les travaux qui seront menés pourront être à l'origine d'émissions de poussières via la circulation sur le site ou les éventuels stockages de matériaux.

De même l'émission de gaz de combustion des véhicules et engins de chantier peut influencer sur la qualité de l'air. Le facteur d'émission sera négligeable par rapport au trafic automobile environnant.

Les conditions d'implantation du projet font que les riverains ne devraient pas subir de nuisances particulières pendant les travaux d'autant que les opérations pour la mise en place de la route comme pour l'armature du lotissement seront limitées dans le temps.

Les effets de la phase des travaux pour les populations du secteur sont donc considérés comme faibles.

---

⇒ Impact direct, temporaire, négatif, se produisant à court terme et faible

---

Mesures associées : *Limitation de la pollution de l'air*

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

La création de voiries nouvelles va induire un trafic supplémentaire par rapport à celui s'appliquant sur le secteur, source de pollution atmosphérique. Les émissions des trafics proposées ici sont évaluées à l'aide du logiciel « Impact 2 » développé par l'ADEME.

- Données d'entrée

La projection est fondée sur les hypothèses suivantes :

- les niveaux de trafics des voies existantes fournis dans le cadre de l'état initial de la présente étude ;
- les données estimées des trafics rappelées ci-après ;
- la vitesse est de 80 km/h au niveau des axes structurants (RD) et 50km/h sur les voies secondaires ;
- le calcul tient compte d'une représentation de poids lourds, de transport en commun et de véhicules légers,
- L'analyse s'effectue au niveau des voiries proches du secteur

↳ L'ensemble de ces éléments est récapitulé dans le tableau suivant.

## 7 Impacts sur l'environnement

Nom de la voie	Linéaire concerné	Trafic/jour estimé	Vitesse estimée	%PL (Poids Lourds)	%TC (Transport en Commun)
<b>État initial (2017)</b>					
Chemin des roses – partie nord	400 m	4 094	50 km/h	0,5%	0%
Chemin des roses – partie sud	730 m	1 295	50 km/h	0,5%	0%
Chemin Carosse	530 m	379	50 km/h	0,5%	0%
RD6	1 300 m	6 807	80 km/h	2%	0.25%
RD 100 – partie est (jonction avec le chemin Carosse)	420 m	6 072	80 km/h	2%	0%
RD100 – partie ouest	1 740 m	7 300	80 km/h	2%	0%
<b>État final (2019)</b>					
Chemin des roses – partie nord	400 m	3 720	50 km/h	0,5%	0%
Chemin des roses – partie sud	730 m	798	50 km/h	0,5%	0%
Chemin Carosse	530 m	407	50 km/h	0,5%	0%
RD6	1 300 m	7 012	80 km/h	2%	2%
RD 100 – partie est (jonction avec le chemin Carosse)	420 m	6 290	80 km/h	2%	0%
RD100 – partie centrale (jonction avec la nouvelle voie)	1 370 m	7 670	80 km/h	2%	0%
RD100 – partie ouest	370 m	8576	80 km/h	2%	0%
Nouvelle voie (voie principale)	1 100 m	1 564	50 km/h	0,5%	0%

Tableau 19 – Données d'entrée pour l'estimation proposée des émissions liées aux évolutions du trafic  
(Source : Biotope)

- **Résultats**

Les résultats concernant les polluants de base sont présentés dans le tableau suivant. Il est à constater : une nette régression de la pollution de l'air au niveau du Chemin des roses. Globalement, le niveau de la pollution augmente quelque peu.

⇒ Impact direct, permanent, négatif, se produisant à moyen terme et faible

Mesure associée : /

## 7 Impacts sur l'environnement

Tableau 20 : Évaluation des émissions de polluants dans l'air (en kg/jour) - Polluants de base (Source : Biotope)

	CO			NOX			COV			Particules			CO2			SO2		
	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③
Chemin des roses – partie nord	0,584	0,52	-11,0%	0,592	0,533	-10,0%	0,054	0,048	-11,1%	0,027	0,024	-11,1%	224,72	200,1	-11,0%	0,006	0,005	-16,7%
Chemin des roses – partie sud	0,337	0,203	-39,8%	0,342	0,209	-38,9%	0,031	0,019	-38,7%	0,016	0,01	-37,5%	129,61	78,31	-39,6%	0,003	0,002	-33,3%
Chemin Carosse	0,072	0,075	4,2%	0,073	0,077	5,5%	0,007	0,007	0,0%	0,0033	0,0035	6,1%	27,61	28,99	5,0%	0,0007	0,0007	0,0%
RD6	1,61	1,59	-1,2%	3,12	3,152	1,0%	0,2	0,198	-1,0%	0,163	0,165	1,2%	1162,03	1172,77	0,9%	0,03	0,03	0,0%
RD 100 – partie est (jonction avec le chemin Carosse)	0,462	0,459	-0,6%	0,89	0,905	1,7%	0,056	0,055	-1,8%	0,047	0,048	2,1%	331,4	336,54	1,6%	0,0085	0,0086	1,2%
RD100 – partie centrale (jonction avec la nouvelle voie)		1,827			3,6			0,22			0,19			1338,24			0,035	
RD100 – partie ouest (tronçon de différentes tailles en 2017 et 2019)	2,302	0,552		4,433	1,087		0,277	0,067		0,234	0,057		1652,21	404,26		0,042	0,01	
Nouvelle voie (voie principale)		0,6			0,616			0,0056			0,0028			231,35			0,006	
<b>Total</b>	<b>5,367</b>	<b>5,826</b>	<b>8,6%</b>	<b>9,45</b>	<b>10,179</b>	<b>7,7%</b>	<b>0,625</b>	<b>0,6196</b>	<b>-0,9%</b>	<b>0,4903</b>	<b>0,5003</b>	<b>2,0%</b>	<b>3527,58</b>	<b>3790,56</b>	<b>7,5%</b>	<b>0,0902</b>	<b>0,0973</b>	<b>7,9%</b>

① Situation de référence 2017

② Après aménagement 2019

③ Variation constatée avec la réalisation de l'aménagement

*Diminutions significatives*

 -10% / -20%  
 -20% / -50%

*Augmentations significatives*

 10% / 20%  
 20% / 50%

Étude d'impact sur  
l'environnement

## 7 Impacts sur l'environnement

### 7.2 Conséquences sur l'ambiance sonore

#### **Rappel**

Le projet s'inscrit dans un contexte relativement calme d'un point de vue sonore, eu égard aux résultats de la campagne de mesures acoustiques menée.

Le bruit ne s'additionne pas de manière mathématique. De fait, il a été pris le parti pour cette thématique de proposer directement une approche globale de celui, sans traiter séparément la route du reste de l'opération. L'objectif étant ici que l'analyse reflète davantage la réalité de l'état futur.

#### **En phase chantier**

Les travaux seront réalisés durant les jours ouvrables et pendant la journée, n'occasionnant ainsi aucune gêne la nuit, le week-end et les jours fériés.

Le chantier sera organisé avec pour objectifs :

- De limiter les nuisances pour les riverains ;
- De préserver les activités commerciales du quartier (préserver l'accessibilité du quartier).

Le bruit induit par le chantier est délicat à déterminer, car le chantier va revêtir des formes multiples en des lieux différents. Cependant au regard de l'implantation du projet, les nuisances seront toutefois limitées et concerneront plus particulièrement les riverains localisés à proximité sur la bordure en surplomb du projet.

---

⇒ Impact direct, temporaire, négatif, se produisant à court terme et modéré à fort selon les secteurs

---

Mesures associées : /

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

Il a été démontré que l'ambiance sonore préexistante induite par le trafic routier environnant de jour comme de nuit ne présentait pas de risque de dépassement de ces valeurs. Le secteur d'étude du lotissement se trouve donc en zone d'ambiance sonore préexistante modérée.

Sur la base du parti d'aménagement final retenu, l'ensemble des résultats respecte alors les dispositions réglementaires, à savoir que :

- Tous les niveaux calculés pour la période jour sont inférieurs à 60dB(A),
- Tous les niveaux calculés pour la période nuit sont inférieurs à 55dB(A).

---

⇒ Impact direct, permanent, négatif, se produisant à moyen terme et faible

---

Mesure associée : /

## 7 Impacts sur l'environnement

# 8 Impacts du projet sur la santé (voirie)

**Q** *Ce chapitre vise, conformément à l'article 19 de la loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie et, la circulaire n°98-36 du 17 février 1998, à étudier les effets du projet sur la santé.*

Les impacts sur la santé liés au projet sont principalement liés à la qualité de l'air, aux nuisances sonores et aux conditions de sécurité.

Le présent volet vise à déterminer les impacts potentiels de l'infrastructure routière nouvelle sur la santé humaine.

De manière générale, les effets dommageables sur la santé issus des infrastructures routières découlent essentiellement :

- des émissions polluantes atmosphériques,
- des émissions sonores,
- d'une pollution des eaux ou du sol.

### 8.1 Identification des populations

Les populations recensées sont représentées par :

- Les résidents du quartier de Villèle,
- Les personnes fréquentant les établissements recevant du public de Villèle.
- 

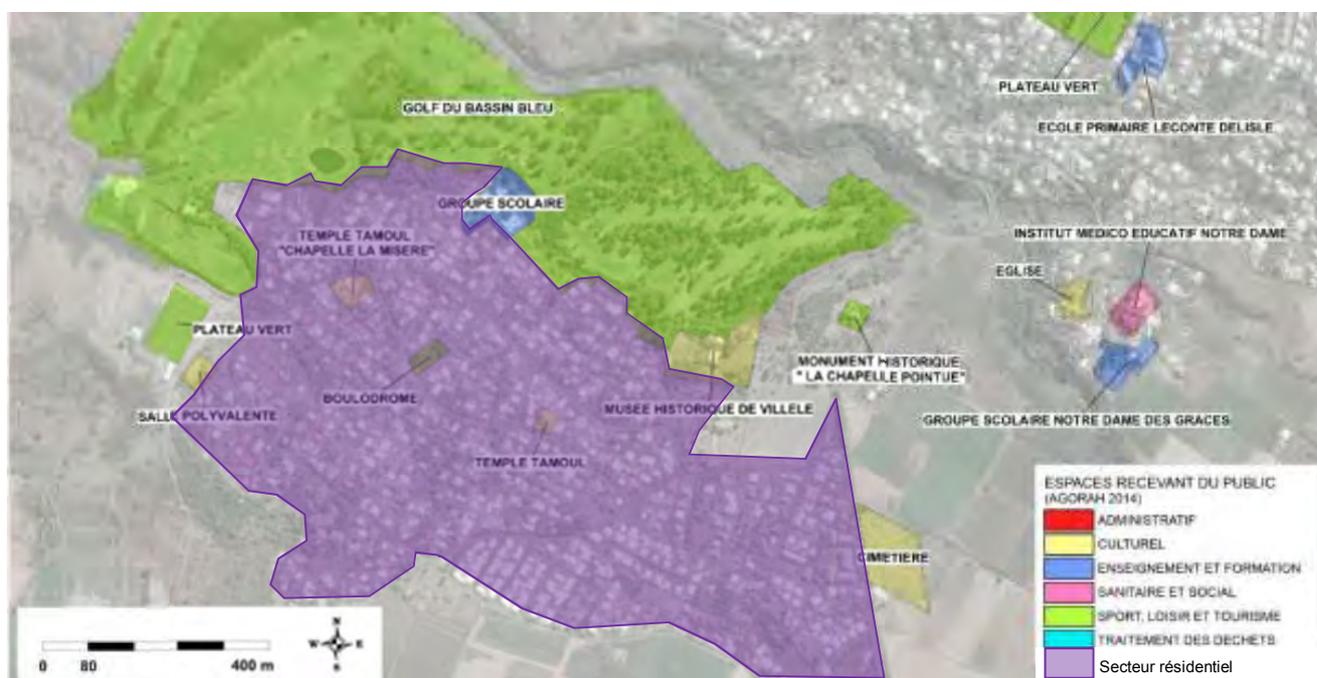


Figure 99 – Quartier résidentiel et établissements recevant du public à proximité (Source : Artélia et Biotope)

Parmi ces populations, les individus les plus sensibles sont représentés par :

- les enfants (activités de plein air, parcs),
- les personnes âgées,
- les personnes malades,
- les sportifs

## 7 Impacts sur l'environnement

### 8.2 Effets des émissions polluantes atmosphériques

Des émissions polluantes sont susceptibles d'apparaître aussi bien en phase chantier que d'exploitation de la route, au travers du trafic de véhicules et engins.

Pour rappel, la création la nouvelle infrastructure permettra :

- de soulager et d'améliorer la desserte du quartier de Villèle et offrira ainsi une voie désenclavement du quartier de Villèle
- tout en proposant une liaison pour les flux de loisirs en lien avec le pôle d'activité économique et touristique du Bassin Bleu (golf)

Le quartier de Villèle qui concentre donc les populations, notamment sensibles sera de fait moins impacté par la pollution de l'air du trafic.

Ces gaz polluants et particules fines agissent directement sur l'Homme soit directement via la respiration, ingestion ou contact, soit indirectement par l'intermédiaire de la chaîne alimentaire. Les effets de ces pollutions sur la santé augmentent en fonction des concentrations des substances polluantes dans l'air et de la durée d'exposition.

Polluant	Origines	Effets
<b>Monoxyde de carbone (CO)</b>	Produit de la combustion incomplète de matières organiques (ici hydrocarbures).	Il perturbe l'oxygénation du sang. Fortement concentré, ce gaz est mortel; à de moins fortes concentrations, il peut provoquer des problèmes cardiaques.
<b>Dioxyde de soufre SO2</b>	Combustion des matières fossiles contenant du soufre comme le gasoil.	Le dioxyde de soufre est un gaz irritant, notamment pour l'appareil respiratoire.
<b>Oxydes d'azote (NOx)</b>	Le monoxyde d'azote est notamment émis par les véhicules.	Aux concentrations rencontrées habituellement, le dioxyde d'azote provoque une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques.
<b>Particules (PM)</b>	Ces particulières sont issus notamment des moteurs des véhicules diesel.	Ils peuvent être à l'origine de certaines atteintes fonctionnelles respiratoires, le déclenchement de crises d'asthme et la hausse du nombre de décès pour cause cardio-vasculaire ou respiratoire, notamment chez les sujets sensibles.
<b>Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</b>	Ils proviennent majoritairement de la combustion incomplète du charbon et des produits pétroliers. En ville, les principaux producteurs d'hydrocarbures sont les véhicules diesel.	Les HAP exercent notamment des effets cancérigènes, tératogènes (malformations), immunosuppresseurs et cardiovasculaires.
<b>Composés organiques volatils (COV)</b>	Des COV sont émis lors de la combustion de carburants.	Ils sont à l'origine de la formation des photooxydants tels que l'ozone, lui-même responsable de gêne respiratoire chez l'homme.

Tableau 21 - Principaux effets des polluants émis par la circulation routière (source :AIR Pays-de-Loire)

- ⇒ Impact positif pour la population du quartier de Villèle
- ⇒ Impact direct, temporaire, négatif et faible aux abords du quartier de Villèle, se produisant à moyen terme

Mesure associée : /

## 7 Impacts sur l'environnement

### 8.3 Effets des émissions sonores

Le bruit devient gênant, voire dangereux, au-delà d'une certaine limite. Plus l'intensité du bruit et la durée d'exposition augmentent, plus le risque augmente. Si l'exposition à des niveaux de bruit très élevés se prolonge au fil des ans, le risque devient très important et peut conduire à une surdité, un phénomène irréversible. Mais, même à des niveaux plus faibles, le bruit peut avoir des conséquences sur la santé (fatigue, stress, troubles de l'attention...) et être à l'origine d'accidents.

Les répercussions du bruit sur le système auditif peuvent bien sûr engendrer une surdité totale ou partielle, qu'elle soit due à une explosion, une détonation, un niveau sonore trop élevé en discothèque, au travail, à une mauvaise utilisation des baladeurs. Elles peuvent également engendrer des acouphènes (perception anormale d'un bruit en l'absence de source externe, bourdonnement d'oreille, sifflement) et l'hyperacousie (sensibilité anormale aux bruits ambiants due à une acuité auditive supérieure à la normale).

Avant même d'en arriver là, un excès de bruit temporaire peut fatiguer les oreilles et entraîner une perte partielle de l'acuité auditive qui peut mettre du temps à disparaître, à condition de ne pas être exposé à nouveau à des nuisances sonores.

Les effets biologiques du bruit ne se réduisent pas uniquement au système auditif : à long terme, le bruit peut affecter, de façon secondaire, d'autres centres nerveux et fonctions biologiques et avoir un impact (source : ARS Alsace):

- sur l'organisme : stress, perturbations du sommeil, dilatation des pupilles, accélération du rythme cardiaque, production accrue d'hormones comme l'adrénaline,
- sur le psychisme : attitudes et comportement social (agressivité et troubles du comportement, dépression, diminution de la sensibilité et de l'intérêt à l'égard d'autrui), performances amoindries (dégradation des apprentissages scolaires, par exemple) et interférences dans la communication.

Dans le cas présent, le parti d'aménagement retenu respecte les seuils réglementaires fixés.

---

⇒ Impact direct, temporaire, négatif, se produisant à moyen et long terme, et faible

---

Mesures associées : Réduction de la nuisance sonore et des vibrations

### 8.4 Effets d'une pollution des eaux ou du sol

Le risque sanitaire intervient lorsque les eaux sont polluées et deviennent impropres à satisfaire la demande d'utilisation ou qu'elles présentent un danger pour l'environnement.

La détérioration naturelle sous l'action des agents géologiques est à exclure. Une eau souterraine renferme des substances minérales dissoutes d'origine naturelle, géologique, qui forme le « bruit de fond ». Le degré de pollution est donc apprécié par la mesure de l'écart entre le bruit de fond et les caractéristiques physico-chimiques de l'eau polluée.

La contamination du sol est due à la présence de polluants qui ont été dispersés et déposés sur le sol. Les polluants solubles sont les plus toxiques car assimilables par les plantes et sont donc susceptibles de contaminer la chaîne alimentaire.

Dans le cadre du projet étudié ici, les principaux polluants à retenir sont d'origine routière. Ils peuvent être la source principale de :

- matières solides en suspension générées par exemple lors des terrassements ;

## 7 Impacts sur l'environnement

- métaux lourds en lien avec les hydrocarbures ou encore issus de l'usure des voiries.

Les voies de transmission de ces polluants sur la santé humaine peuvent être :

- directe (voie cutanée ou conjonctivale, voie orale) ;
- indirecte (consommation d'aliments souillés et accumulation liée à la chaîne alimentaire).

Pour rappel, comme démontré ci-avant dans le volet consacré à l'impact sur l'eau (cf étude hydraulique disponible en annexe 3), lors du fonctionnement de la voirie, les polluants potentiels issus du trafic auront des taux, avant dilution dans le milieu récepteur, correspondant à des objectifs de « bonne qualité ».

---

⇒ Impact direct, temporaire, négatif, se produisant à moyen et long terme, et faible en conditions normales de fonctionnement

---

Mesures associées : *Gestion des eaux pluviales, Surveillance, entretien et maintenance des ouvrages de gestion des eaux pluviales*

### 8.5 Effet sanitaire en lien avec les vecteurs de maladies et de parasites

Certaines espèces de moustiques de la Réunion sont potentiellement vectrices de maladies de type arbovirose (chikungunya, dengue, fièvre de la vallée du Rift, West Nile) et parasitaire (paludisme). Le stade larvaire du moustique nécessitant des points d'eaux stagnantes, la gestion des eaux pluviales ne doit pas être à l'origine de nouveaux lieux de ponte. Or les bassins d'eau, qu'ils soient aériens ou souterrains, sont propices à la création de nouveaux lieux de ponte.

Les bassins de rétention et les noues ne constituent pas un risque de création de nouveaux lieux de ponte, dans la mesure où leur mise en eau est ponctuelle (lié à un épisode de pluie) et limitée dans le temps : écoulement, infiltration, évaporation, absorption des végétaux. De plus, l'ensemble des ouvrages de récupération et d'infiltration des eaux présentent une légère pente, permettant l'acheminement des eaux vers l'exutoire et empêchant la stagnation des eaux.

---

⇒ Impact direct, temporaire, négatif, se produisant à moyen et long terme, et faible en conditions normales de fonctionnement

---

Mesures associées : *Surveillance, entretien et maintenance des ouvrages des eaux pluviales, Intégration paysagère (modalités de gestion des eaux pluviales).*

## 9 Synthèse de l'analyse des impacts

Le tableau ci-après permet de synthétiser les impacts du projet sur l'environnement.

## 7 Impacts sur l'environnement

Tableau 22 : Tableau récapitulatif des impacts du projet sur l'environnement (Source: Biotope)

Thématique	Phase du projet		Type		Apparition			Impact - Durée et intensité d'expression							Sens de l'impact	
	chantier	exploitation	direct	indirect	Court terme	Moyen terme	Long terme	temporaire				permanent				
								fort	modéré	faible	négligeable à nul	fort	modéré	faible		négligeable à nul
<b>Milieu physique</b>																
Topographie et sols	X		X		X									Faible à modéré	Négatif	
		X														
Qualité de l'eau	X		X	X	X										Négatif	
		X	X			X									Négatif	
Fonctionnement de l'aquifère	X		X	X	X										Négatif	
		X											En conditions normales			
Hydrologie	X		X		X										Négatif	
		X														
<b>Risques majeurs</b>																
Risques subis	X	X	X		X	X	X								Fort à faible selon les secteurs	Négatif
Risques induits	X			X	X											Négatif
		X		X		X										Négatif
<b>Milieu naturel</b>																
Zonages de protection ou d'inventaire	X	X	X		X	X	X									Négatif
Habitats naturels et flore	X		X				X									Négatif
		X		X			X									Négatif
Faune	X		X	X	X	X	X									Négatif
		X		X		X										Négatif
<b>Patrimoine culturel et paysage – Impacts visuels du projet</b>																
Patrimoine culturel	X	X														
Paysage – Vues sur le site	X		X		X	X										Négatif
		X	X		X											Négatif
<b>Milieu humain</b>																
Démographie	X															
		X														Positif
Économie	X															Positif
		X														Positif
Tissu urbain	X	X														Positif
Équipements	X	X														Indéterminé

## 7 Impacts sur l'environnement

Thématique	Phase du projet		Type		Apparition			Impact - Durée et intensité d'expression							Sens de l'impact		
	chantier	exploitation	direct	indirect	Court terme	Moyen terme	Long terme	temporaire				permanent					
								fort	modéré	faible	négligeable à nul	fort	modéré	faible		négligeable à nul	
Réseaux	X	X															Négatif
Gestion des déchets		X	X			X	X										Négatif
Déplacements (trafic)	X		X	X	X												Négatif
		X	X			X											Négatif
Fonctionnel de l'infrastructure (sécurité)		X	X														Négatif
Qualité de l'air	X				X												Négatif
		X	X			X											Négatif
Ambiance acoustique	X		X		X												Négatif
		X															Négatif
Santé		X	X			X											Positif
		X				X	X										Négatif
		X		X	X												Négatif
		X		X	X												Négatif

## 7 Impacts sur l'environnement

# 10 Consommation énergétique (hors voiries)

## 10.1 Globalité de l'opération

L'étude du potentiel de développement des énergies renouvelables réalisée dans le cadre du projet de lotissement a permis d'identifier et quantifier les besoins en phase utilisation de l'aménagement. L'hypothèse suivante a été retenue : un foyer réunionnais moyen avec un équipement moyen de classe énergétique A à A+++ , avec eau chaude électrique et climatisation, occupation annuelle. Il est estimé que la consommation électrique annuelle d'un T3-T4 se situe aux alentours des 4000 kWh/an, soit environ 11 kWh/jour. **Cela équivaut pour l'ensemble du lotissement à une consommation globale d'électricité (hors communs) de 464 000 kWh/an.**

La conception de projet a d'ores et déjà permis de réduire ce chiffre, et donc l'impact énergétique du futur aménagement.

Poste	Consommation MDE estimée (kWh/an)	Consommation future estimée (kWh/an)	
Logement	464 000	292 707	
Éclairage public	17 024	17 024	
<b>Total</b>	<b>481 024</b>	<b>309 731</b>	<b>- 171293</b>

**L'économie d'énergie entre le scénario tendanciel et le scénario retenu sera de l'ordre de 171000 kWh/an, soit la consommation électrique annuelle de près de 40 T3-T4.**

## 10.2 Détails des besoins pour les logements

Au global du projet (installations individuelles et collectives), voici le bilan environnemental lié à l'installation de chauffe-eaux solaires avec un taux de couverture minimum fixé à 70% (production solaire globale minimale de 165 880 kWh<sub>th</sub>/an) :

Consommation électrique minimum évitée (91 logements individuels et 25 collectifs)	<b>184 300</b>	<b>kWh<sub>e</sub>/an</b>
<i>Économie d'énergie par logement</i>	<i>4 000</i>	<i>kWh/an</i>
Consommation électrique minimum évitée	15.85	tep/an
Production de CO <sub>2</sub> évité	141.17	t CO <sub>2</sub> /an

Données :

1 kWh<sub>th</sub> (thermique) représente environ 1.11 kWh<sub>e</sub> (rendement d'un chauffe-eau électrique pris à 90%)

1 tep = 11630 kWh<sub>e</sub>

1 kWh<sub>e</sub> équivaut au rejet de 766 g de CO<sub>2</sub> à la Réunion (source : Bilan Énergétique de la Réunion 2015).

Figure 100 - Bilan énergétique lié à l'installation de chauffe-eaux solaires (Source: Étude du potentiel de développement des énergies renouvelables, TECSOL)

## 7 Impacts sur l'environnement

### 10.3 Besoins pour l'éclairage de l'espace public

Il est prévu environ **38 mâts** sur la partie lotissement. Il a été envisagé la pose de candélabres solaires pour remplacer les actuels lampadaires. Ces candélabres à LED sont alimentés par énergie solaire, ils comportent une batterie pour assurer l'autonomie de l'éclairage en nuit et un régulateur permettant d'abaisser la luminosité sur détecteur de présence à proximité.

Pour l'instant il n'est pas prévu d'éclairer la voie d'accès depuis le RD ou jusqu'au golf.

Consommation électrique minimum évitée (38 mâts)	<b>23 560</b>	<b>kWh/an</b>
Production de CO <sub>2</sub> évité	17	t CO <sub>2</sub> /an



## 11 Évaluation des consommations énergétiques liées à l'exploitation de la voirie

Pour rappel, la consommation énergétique liée au lotissement est traitée dans un volet séparé, ci-après dans le document.

La consommation énergétique des véhicules est directement liée à leur consommation de carburant, et donc à la quantité et à la vitesse de déplacement. La consommation de carburant participe à l'épuisement des ressources pétrolières.

Les consommations énergétiques ont été évaluées à l'aide du logiciel Impact 2 développé par l'ADEME, sur la base des hypothèses présentées ci-avant dans le volet consacré à l'incidence sur la qualité de l'air.

	Consommation Essence (kg)	Consommation Diesel(kg)
État initial 2017	408,56	1682,45
État final 2019	516,83	2 323,18
Évolution	26,5%	38,1%

 **Les chiffres sont ici majorés car ils ne tiennent pas compte de l'évolution du trafic post aménagement.**

Tableau 23 – Évolution de la consommation énergétique (source : Biotope)

La mise en place d'une nouvelle voie va impliquer une augmentation globale de la consommation énergétique pour ce secteur (augmentation du trafic associée à un linéaire total plus important).

## 7 Impacts sur l'environnement

# 12 Coûts collectifs des pollutions et nuisances et avantages induits pour la collectivité

## 12.1 Généralités

Introduit par l'article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996, "l'analyse des coûts collectifs des pollutions et des nuisances et des avantages induits pour la collectivité", est rendue nécessaire pour tout projet d'infrastructure de transport requérant une étude d'impact.

Les modalités de cette analyse ont été précisées par la circulaire du 17 février 1998, émanant du Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, relative à l'application de l'article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. Ainsi, sur :

- - « la nature de l'analyse : il s'agit d'évaluer les coûts collectifs des pollutions et nuisances, c'est-à-dire l'ensemble des conséquences et des coûts résultant non seulement de l'ouvrage (pollution de l'air, de l'eau, des sols, émissions sonores, ...) mais également des aménagements induits par l'ouvrage (remembrement, zones d'activités, ...) ...
- - ...l'ampleur de l'analyse : la règle qui prévaut sur l'ensemble de l'étude d'impact selon laquelle le contenu de l'étude d'impact est en relation avec l'importance de l'ouvrage et de ses répercussions vaut a fortiori pour l'analyse des coûts collectifs et des nuisances. L'investissement fait sur les coûts sera donc largement fonction de l'importance du projet et de sa localisation. L'exercice sera nécessairement plus sommaire pour un petit projet d'infrastructure dont les répercussions sur l'environnement sont modestes.
- - la monétarisation des coûts : la loi emploie le terme "analyser" les coûts collectifs des pollutions et des nuisances, ce qui n'implique pas une évaluation monétaire systématique. Ces coûts devront néanmoins être quantifiés lorsqu'ils sont quantifiables ou, à défaut de pouvoir être chiffrés précisément, être encadrés par des valeurs de référence lorsqu'elles existent au plan national, ou au minimum être analysées qualitativement. Cette partie étant naturellement amenée à évoluer avec les progrès de la monétarisation... »

Cette instruction cadre en date du 16 juin 2014 constitue le nouveau référentiel d'évaluation fondé sur le principe d'une analyse multicritères conçue comme une aide à la décision dans lequel les éléments monétarisés ou de manière générale quantifiés sont complétés par des appréciations qualitatives des conséquences du projet soumis à évaluation. Elle remplace l'instruction cadre précédente du 25 mars 2004.

L'estimation des coûts collectifs se base sur l'instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport jointe à la circulaire du 25 mars 2004 du Secrétaire d'Etat aux Transports, actualisée en 2005. Cette instruction concerne donc surtout les projets routiers de grandes ampleurs et ne s'applique donc pas complètement au projet routier, objet de la présente étude d'impact.

Il est néanmoins possible de décrire succinctement les nuisances et avantages pour la collectivité du fait de la réalisation de cette nouvelle infrastructure. Ainsi, certaines incidences liées au projet étant difficilement monétarisables ont été estimées de manière sommaire.

## 7 Impacts sur l'environnement

### 12.2 Analyse

#### 12.2.1 Avantages annuels de l'aménagement pour les usagers

##### *Frais de fonctionnement*

- Dépense d'exploitation et d'entretien de l'infrastructure créée

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.

La commune et l'ASL veilleront au maintien en bon état de la route. Ils assureront à leur frais, et sous leur responsabilité, l'entretien courant de la voirie.

- Frais de fonctionnement pour les usagers

Les frais de fonctionnement pour les usagers seront nuls, en raison de la gratuité d'accès à la route.

##### *Confort des usagers et cadre de vie*

Comme déjà évoqué, la création la nouvelle infrastructure permettra :

- de soulager et d'améliorer la desserte du quartier de Villèle et offrira ainsi une voie désenclavement du quartier de Villèle
- tout en proposant une liaison pour les flux de loisirs en lien avec le pôle d'activité économique et touristique du Bassin Bleu (golf)

Les usagers du secteur bénéficieront donc de plusieurs itinéraires et d'un temps de parcours a priori amélioré. Les habitats du quartier d'un réseau viaire moins encombré et donc d'un cadre de vie meilleur.

#### 12.2.2 Coûts collectifs liés à la pollution de l'air et à l'effet de serre

##### *Coûts collectifs liés à la pollution de l'air*

La pollution de l'air est estimée à partir d'un taux en euros / 100 véhicules x km. Ce taux diffère selon le type de véhicule (Véhicule Léger, Poids Lourds...). Il exprime le produit de 2 valeurs : l'une proportionnelle aux émissions polluantes et l'autre, proportionnelle à la valeur de la vie humaine.

Les effets sur la santé liés à la pollution de l'air dépendent de la concentration de polluants et de la densité de la population exposée. Ainsi, trois types de milieux sont pris en compte dans l'instruction : rase campagne, milieu urbain dense ou milieu urbain diffus selon la densité de la population. **Le domaine d'étude est assimilé à de l'urbain diffus.**

Selon la circulaire du 20 octobre 1998 actualisée en 2005, les coûts induits par le projet, par kilomètre et pour 100 véhicules sont les suivants :

	Urbain dense	Urbain diffus	Rase campagne	Moyenne
VP	2.9	1	0.1	0.9
PL	28.2	9.9	0.6	6.2

Tableau 24 – Valeurs pour le transport routier non collectif (en €/100 véh.km)

## 7 Impacts sur l'environnement

Selon l'instruction susmentionnée, en milieu urbain diffus, les coûts induits par le projet, par kilomètre et pour 100 véhicules sont estimés à :

		VL	PL	Total Coût induit
2017	Cumul des véhicules (secteur d'étude)	25 612	324	288,20 €
	Coût induit	256,12 €	32,08 €	
2019	Cumul des véhicules (secteur d'étude)	35575	450	400,30 €
	Coût induit	355,75 €	44,55 €	

Tableau 25 – Coûts collectifs journaliers liés à la pollution de l'air

Le coût collectif lié à la qualité de l'air progresse. En effet l'implantation du projet augmente les trafics projetés et entraîne donc inévitablement une augmentation des coûts collectifs.

### Coûts collectifs liés à l'effet de serre

L'effet de serre est lié à la quantité d'équivalent carbone rejetée dans l'atmosphère et donc à la consommation de carburant des véhicules. La détermination des coûts liés à l'effet de serre se base sur la tonne de carbone.

2000 - 2010	Après 2010
100 €/ tonne de carbone	+ 3% / an

Tableau 26 – Prix de la tonne de carbone

Ce qui implique pour les scénarii étudiés les taux suivant :

- Taux 2017 : 122.99 €
- Taux en 2019 : 130.48 €

Par ailleurs, les émissions d'équivalent CO2 calculées (logiciel ADEME) sont ramenées à une émission exprimée en « équivalent carbone ». Sachant qu'1 kg de CO2 contient 0,2727 kg de carbone, l'émission d'1 kg de CO2 vaut donc 0,2727 kg d'équivalent carbone.

	Émission Eq CO2 en kg / an	Émission Eq C en kg / an	Coût annuel en €	Évolution
2017	6920,74	1887,2858	232 112,35 €	44%
2019	9423,13	2569,68755	335 285,94 €	

Tableau 27 – Coûts collectifs annuels liés à l'effet de serre

Le coût collectif lié à l'effet de serre augment entre 2017 et 2019 avec la progression des trafics sur le secteur.

 Les chiffres sont ici majorés car ils ne tiennent pas compte de l'évolution du trafic post aménagement.

 Les chiffres sont ici majorés car ils ne tiennent pas compte de l'évolution du trafic post aménagement.

## 7 Impacts sur l'environnement

### 12.2.3 Coûts collectifs liés à la nuisance sonore

La création de cette nouvelle infrastructure est globalement bénéfique pour les circulations internes du quartier. En effet, elle permettra d'équilibrer les itinéraires qui n'ont plus comme seuls raccords à la voirie locale ceux situés aux abords de la RD6. Cela impliquera une diminution des nuisances sonores associées à ces trafics au sein du quartier, ce sera bénéfique pour les riverains du secteur.

L'étude acoustique qui a été réalisée par A2MS, fournie en annexe 6, a par ailleurs démontré que l'ensemble des résultats de la simulation de propagation sonore respectent les dispositions réglementaires, grâce à l'intégration notamment d'une surélévation d'un mur au droit du lot 31, en bordure de voirie.

### 12.3 Bilan pour la collectivité

<i>Thème</i>	<i>Coûts et gains pour la collectivité</i>	<i>Niveau estimé</i>
<i>Frais de fonctionnement</i>	<i>perte</i>	-
<i>Confort des usagers et cadre de vie</i>	<i>gain</i>	+++
<i>Pollution de l'air et effet de serre</i>	<i>perte</i>	--
<i>Nuisance sonore</i>	<i>gain</i>	+
<b>Bilan</b>		<b>+</b>

Tableau 28 – Bilan des coûts et gains pour la collectivité en lien avec l'aménagement

## 7 Impacts sur l'environnement

# 13 Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

## 13.1 Généralités et recensement des projets traités

Les effets cumulés sont le résultat de l'interaction ou de l'addition de plusieurs effets directs ou indirects provoqués par un projet avec d'autres projets (de même nature ou non).

L'article R. 122-5 du Code de l'Environnement introduit la nécessité d'analyser « *les effets cumulés du projet avec d'autres projets connus* » pour la réalisation d'une étude d'impact. Les projets analysés sont à la fois ceux ayant fait l'objet d'une étude d'incidence et d'une enquête publique au titre de la loi sur l'eau mais aussi les projets ayant reçu un avis de l'autorité environnementale.

Les avis de l'autorité environnementales à La Réunion sont disponibles :

- sur le portail des services de l'État,
- sur le portail du système d'information du développement durable et de l'environnement (SIDE Réunion),
- sur le portail l'Autorité environnementale Conseil général de l'environnement et du développement durable (site de l'Ae CGEDD).

Les arrêtés au titre de la loi sur l'eau sont disponibles sur le site de la Préfecture de La Réunion.

Ces différentes bases de données ont été consultées en mars 2017 pour la commune de Saint-Paul et les communes limitrophes (Le Port, La Possession, Cilaos, Trois Bassins) sur une période de trois ans afin d'identifier les projets connus du territoire ou ayant fait l'objet d'une instruction.

 **Au-delà de 3 ans, il est possible de considérer que les projets sont en cours de réalisation ou d'ores et déjà en place, et sont donc traités dans l'état initial s'il y a lieu dans le contexte environnemental du projet.**

Commune	Projet	Type de dossier	Demandeur	Élément administratif disponible	Date (Élément administratif)	Distance au projet
Saint-Paul	Exploitation temporaire d'une unité de valorisation d'effluents aqueux organiques sur la ZA de Cambaie	Autorisation ICPE (avec EI)	INNOVEOX OCEANIA	Avis de l'AE	10/02/2016	12 km
Saint-Paul	Création ZAC Renaissance III	EI	Commune	Avis de l'AE	14/08/2014	2,5 km
Saint-Paul	Hélistation de Saint-Paul (régularisation)	EI	Héllilagon	Avis de l'AE	06/12/2016	2,5 km
Saint-Paul	Protection contre les crues des secteurs de La Saline-les-Bains et L'Ermitage-Les-Bains	EI	Commune	Avis de l'AE	10/12/2015	3 km à minima
Saint-Paul	Installation de concassage et	Autorisation ICPE	HOLCIM	Avis de l'AE	10/11/2014	12 km

## 7 Impacts sur l'environnement

	production de béton prêt à l'emploi					
Saint-Paul	Création ZAC Sans Souci	EI	SEMADER	Avis de l'AE	21/02/2014	13 km
Saint-Paul	Carrière matériaux alluvionnaires « Plaine Défaud »	Autorisation ICPE	HOLCIM	Avis de l'AE	25/02/2014	13 km
Saint-Paul	Installation de broyage de déchets métalliques et de VHU	Autorisation ICPE	CUB INDUSTRIE	Avis de l'AE	17/03/2014	13 km
Saint-Paul	Aménagement chemin Combavas	Autorisation L'eau sur l'Eau	Commune	Arrêté autorisation	16/02/2017	12 km
Plusieurs communes dont Saint-Paul	Renforcement du réseau de transport 63000V entre St-Paul et St-Louis	EI	EDF	Avis de l'AE	18/08/2014	Au moins 6 km
Saint-Paul et Le Port	Création d'un nouvel ouvrage d'art de franchissement de la rivière des Galets sur la RN1	Autorisation L'eau sur l'Eau et EI	Région Réunion	Avis de l'AE	20/05/2016	13 km
Le Port	Mise en service forage FRG1 Bis	EI – Loi sur l'Eau	Commune	Avis de l'AE	22/12/2016	13 km
Le Port	Extension Centre commercial Sacré-Coeur	EI – Loi sur l'Eau	SCCV Sacré Coeur	Avis de l'AE	29/11/2016	13 km
La Possession	Hélistation de Mafate (régularisation)	EI	Société Mafate Hélicoptères	Avis de l'AE	22/05/2016	18 km
La Possession	Exploitation élevage de poulets	Autorisation ICPE	SCEA FERME DE L'OUEST	Avis de l'AE	05/05/2015	20 km
Trois Bassins	Aménagement de voiries et réseaux divers dans le secteur de Château d'eau	Autorisation L'eau sur l'Eau	Commune	Arrêté d'autorisation	18/05/2016	7 km

Tableau 29 - Projet pris en compte dans l'analyse des effets cumulés (Source: DEAL, Préfecture, CGEDD)

EI : Étude d'impact

AE : Autorité Environnementale

	Distance de plus de 3 km avec l'opération d'aménagement		Distance de moins de 3 km avec l'opération d'aménagement
--	---	--	--

## 7 Impacts sur l'environnement



Figure 101 - Secteur de localisation des projets entrant dans le cadre de l'analyse des effets cumulés  
(Source: DEAL et Préfecture de la Réunion)



Figure 102 - Secteur de localisation des projets entrant dans le cadre de l'analyse des effets cumulés dans un rayon de 3 km  
(Source: DEAL et Préfecture de la Réunion)

## 7 Impacts sur l'environnement

### 13.2 Approche cumulative des effets de l'opération d'aménagement avec les autres projets connus

La consommation d'espaces, la modification du paysage, les nuisances vis-à-vis des riverains et la destruction d'habitats naturels sont les principaux effets découlant classiquement de l'implantation d'un lotissement.

Les autres projets connus sur la commune ne concernent pas le quartier de Villèle. Les riverains du secteur n'auront donc pas à subir une éventuelle addition des gênes qui pourraient être occasionnées par différents travaux menés en parallèle au sein de leur quartier.

Les projets listés précédemment ne présentent aucun lien fonctionnel, notamment d'un point de vue écologique, avec le projet du lotissement du golf. Aucune cumulation d'effets particulier n'est donc attendues.

Les différentes autres opérations d'aménagement connues dans un rayon proche du projet ne présentent a priori pas d'effets cumulatifs sur le plan paysager. En effet, du fait de leur inter-distance importante (environ 3km), et de la configuration topographique des pentes de la côte ouest, les différents sites de projet ne présentent pas de co-visibilité entre eux, ou depuis un point de vue extérieur.

**Par conséquent les effets cumulatifs sur le paysage semblent nuls.**

8

Mesures pour éviter,  
réduire, compenser



## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

### 1 Généralités

Quatre types de mesures peuvent être envisagés :

- **les mesures d'évitement** : elles ont été intégrées dans le choix du périmètre de l'opération mais aussi dans la détermination des caractéristiques du projet (période de chantier, mise en défens du site...);
- **les mesures de réduction** : elles permettent de diminuer les effets négatifs du projet lorsque la suppression n'est pas possible techniquement ou économiquement. Elles peuvent concerner la phase de chantier et la phase d'exploitation de l'aménagement ;
- **les mesures d'accompagnement** : ce sont des propositions qui permettent de prouver la qualité environnementale du projet ;
- **les mesures compensatoires** : A caractère exceptionnel, elles visent à apporter une contrepartie à un impact qui n'a pas pu être éliminé ou insuffisamment réduit. Ce sont des actions qui ne concernent pas directement le projet, mais qui permettent de compenser ou d'atténuer certains de ses effets négatifs ne pouvant être pris en compte dans le projet lui-même, sur d'autres milieux ou en d'autres lieux sur lesquels il est intéressant d'intervenir.

Ces mesures ont ici été déclinées selon les grandes phases du projet :

- phase de conception du projet,
- phase préparatoire du chantier,
- réalisation des travaux,
- utilisation des aménagements.

Les mesures d'atténuation doivent être accompagnées d'un dispositif pluriannuel de suivis et d'évaluation destiné à assurer leurs bonnes mises en œuvre et à garantir à terme la réussite des opérations.

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

# 2 Suivis, contrôles et évaluations de l'efficacité des mesures

Objectif : Plusieurs mesures de réduction et d'accompagnement ont été proposées dans le présent rapport. Afin de vérifier leur bon respect, un audit et un encadrement environnemental doivent être mis en place dès le démarrage des travaux. Ces audits permettront de vérifier la bonne application des mesures d'intégration environnementales.

Les mesures d'atténuation doivent être accompagnées d'un dispositif pluriannuel de suivis et d'évaluation destiné à assurer leurs bonnes mises en œuvre et à garantir à terme la réussite des opérations. Cette démarche de veille environnementale met également en application le respect des engagements et des obligations du maître d'ouvrage en amont et au cours de la phase d'utilisation du site.

Par ailleurs, ces opérations de suivi doivent permettre, compte tenu des résultats obtenus, de faire preuve d'une plus grande réactivité par l'adoption, le cas échéant, de mesures correctives mieux calibrées afin de répondre aux objectifs initiaux de réparation des préjudices.

Le dispositif de suivis et d'évaluation a donc plusieurs objectifs :

- vérifier la bonne application et conduite des mesures proposées ;
- vérifier la pertinence et l'efficacité des mesures mises en place ;
- proposer « en cours de route » des adaptations éventuelles des mesures au cas par cas ;
- composer avec les changements et les circonstances imprévues (aléas climatiques, incendies, ...);
- garantir auprès des services de l'Etat et autres acteurs locaux la qualité et le succès des mesures programmées ;
- réaliser un bilan pour un retour d'expériences et une diffusion restreinte des résultats aux différents acteurs.

### 2.1 En phase préparatoire du chantier

La coordination et le pilotage de chantier devront être partie prenante dans cette phase préparatoire, pour s'assurer que l'ensemble des choix effectués pour les travaux à venir respectent bien les engagements pris par le maître d'ouvrage et obligations s'appliquant via les autorisations obtenues. Cet audit permet de faire le point sur les différents aspects permettant que le futur chantier soit conduit en respectant l'environnement et avec le souci d'en réduire les nuisances.

Le cas échéant, l'unité de pilotage de chantier devra se faire accompagner d'un cabinet aux compétences spécifiques

**Les permis de construire pour les lots individuels seront préalablement à leur dépôt soumis à l'examen et à l'avis de l'architecte-urbaniste conseil du lotissement : ATELIER LD.**

### 2.1 En phase préparation et réalisation des travaux

Là encore, cette approche s'appuie sur la coordination et le pilotage de chantier. **Elle constitue la principale mesure de suivi de la bonne mise en œuvre des autres mesures pour lesquelles s'engage le maître d'ouvrage dans le reste du dossier.**

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

Cette intervention relève spécifiquement des missions du maître d'œuvre. Dans le cas d'un chantier tel que celui étudié ici, le maître d'œuvre veillera à s'entourer :

- d'un **coordonnateur Environnement** : il est destinataire de prescriptions subordonnées à l'obtention de l'autorisation des travaux et des dossiers réglementaires amont lui permettant d'avoir connaissance des enjeux pré-identifiés concernant la préservation du milieu naturel (habitats, station d'espèces végétales à conserver,...) et facilite le travail de définition de l'installation du chantier par le coordonnateur SPS. Il rédige le cahier des charges environnemental destiné à tous les intervenants et veille tout au long du chantier à ce que ces prescriptions soient respectées ;
- d'un **coordonnateur Sécurité et Protection de la Santé (CSPS)** : il a en charge l'analyse des risques d'un chantier sur l'hygiène et la sécurité et établit le Plan Général de Coordination (PGC) ainsi que le Plan de Prévention Sécurité et Protection de la Santé qui précise l'installation du chantier, les modalités d'intervention en cas de pollution et mène une surveillance en continu par coordination entre les différentes entreprises.

Cet audit prendra la forme de visites régulières du site avec un contrôle de l'application des objectifs environnementaux avec un suivi des conformités environnementales (tri des déchets, raccordement réseau, balisage, disposition de protection, accès...), un suivi des consommations.

Un compte rendu sera effectué, il proposera des solutions adaptées (choix du matériel, procédures...) en cas de dysfonctionnement, de problèmes environnementaux. Toute infraction rencontrée sera ainsi signalée au pétitionnaire. Une sensibilisation du personnel présent et de l'encadrement peut être également envisagée en cas de besoin.

### 2.2 En phase utilisation des aménagements

Les enjeux écologiques initiaux sur le site étant faibles, il n'est pas proposé ici de mettre en œuvre un suivi des milieux au cours de l'exploitation de l'aménagement.

Les voies seront rétrocédées à la commune, qui aura donc la charge de l'entretien des ouvrages hydrauliques.

Le parc central devrait rester propriété de l'association syndicale du lotissement qui en assumera donc l'entretien, y compris des ouvrages hydrauliques.

L'avantage de la gestion alternative des eaux pluviales et de rendre visible le parcours de l'eau et par conséquent d'alerter plus facilement les riverains d'un dysfonctionnement. La gestion alternative des eaux pluviales repose sur un principe fondamentale d'adaptions des ouvrage 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 débroussaillier 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

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

recommandé 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 2 à 3 ans pour assurer la stabilité des ouvrages et ainsi rétrocéder à la collectivité ou aux habitants du quartier un 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 débris (qui risquent de colmater les dispositifs de régulation)

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

- Évacuer 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.

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

### 3 Mesures prévues lors de la conception du projet

#### 3.1 Adaptation du projet aux sensibilités environnementales

Objectifs : Tenir compte des enjeux environnementaux répertoriés

##### 3.1.1 Mesure 1 – Évitement des zones d'intérêt écologique et paysager

Un travail fin entre les différents acteurs du projet (bureau VRD, architecte, Biotope, paysagiste et maître d'ouvrage) ont permis de prendre en compte et d'éviter certaines zones d'intérêt écologique et paysager.

- l'exclusion d'une part importante du site (environ 20 000 m<sup>2</sup>) de toute urbanisation qui aurait entraînée des modifications importantes de la topographie, des écoulements naturels et de la perception paysage actuel depuis l'aval.
- la préservation du fonctionnement hydraulique actuel du site par le maintien et la valorisation paysagère et écologique du talweg existant sur une emprise totale d'environ 3 500m<sup>2</sup> comprenant la mise en œuvre d'une gestion alternative des eaux pluviales pour temporiser, filtrer et diffuser les eaux de ruissellement afin d'éviter une concentration des débits rejetés en aval.
- la composition bâtie, majoritairement constituée de parcelles destinées à des maisons individuelles, de surface variables allant de 200 à 500 m<sup>2</sup>, afin de garantir l'intégration du projet dans le grand paysage, une diversité de parcelles et de maximiser la porosité du projet ainsi que la constitution d'une trame paysagère.
- une valorisation des espaces non bâtis : les pentes non constructibles ménagent une large emprise entre le quartier de Villèle actuel et le lotissement du Golf. Un cheminement piéton sera créé dans la pente pour relier le quartier Villèle actuel à la coulée verte du quartier. L'implantation d'une conduite d'eaux usées peut être mutualisée avec la création de ce cheminement. Les terrassements engendrés par la création de ces ouvrages vont permettre de replanter le long du tracé des bandes boisées d'espèces endémiques, amorçant une diversification végétale des pentes. Cette trame primaire de chemin et de franges boisées mise en place lors de la réalisation du lotissement laisse la possibilité d'une évolution future de cette emprise vers un parc naturel urbain plus vaste englobant les pentes, la coulée verte et le terrain de foot municipal.

##### 3.1.2 Mesure 2 – Optimisation de l'éclairage pour minimiser ses nuisances

L'éclairage induit par le projet est un facteur de perturbation significatif pour les espèces nocturnes (insectes, oiseaux et chauves-souris principalement). Cependant, il est possible de jouer sur certains paramètres afin d'atténuer les nuisances induites, notamment la couleur de l'éclairage et son orientation. Ainsi, pour réduire l'impact en phase chantier, aucun travaux ne devra être réalisé de nuit. Par ailleurs, en phase exploitation, des éclairages adaptés seront choisis :

- réduits en hauteur et tournés vers le sol (ULOR 0%) ;
- en aucun cas orientés vers les ravines, l'étang, le ciel et la mer ;
- de puissance adaptée aux usages souhaités et permettant de garantir la sécurité des personnes ;
- de préférence à sodium ou LED.

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

Il pourra également être mis en place des programmeurs permettant de limiter l'éclairage nocturne et de couper l'éclairage public pendant les périodes d'échouage massif des oiseaux. Cela représente à minima 50 jours d'extinction dans l'année, et autant d'énergie économisée. Ces 50 jours sont positionnés sur des périodes qui cumulent en moyenne 40% des échouages constatés chaque année. (Source : SEOR)

Voici quelques préconisations pour la gestion de l'éclairage public :

- installation d'armoires de commande avec système d'économie d'énergie ;
- éclairage s'adapté au rythme de vie des habitants (forte puissance lumineuse aux heures de trafic intense et plus particulièrement les nuits de mauvais temps etc...) ;
- modulation du flux lumineux selon les besoins (voirie, cheminements...).

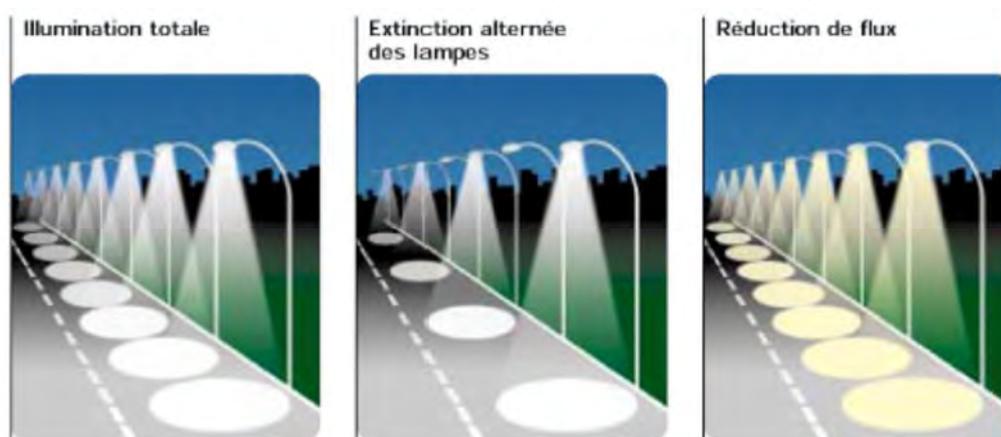


Figure 103 : Principes d'éclairage de voirie. (Source : IN SITU, 2012)

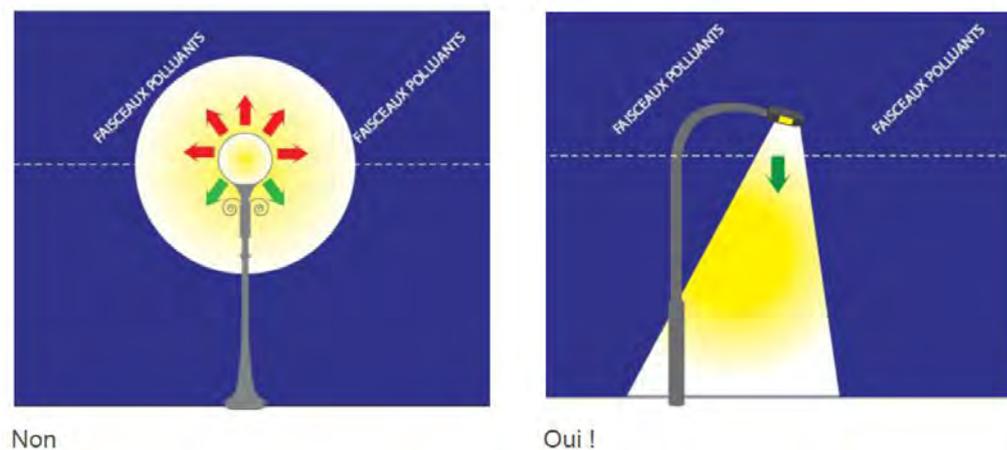


Figure 104 : Principes d'éclairage de voirie. (Source : SEOR, 2012)

Cette mesure réduira l'effet de la pollution lumineuse, qui se traduit par des échouages des oiseaux, sur les espèces nocturnes survolant le site, et permettra également de diminuer la facture énergétique liée à ce poste.

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

### 3.2 Amélioration des facteurs environnementaux

Objectifs : Proposer des moyens d'amélioration des aspects environnementaux

#### 3.2.1 Mesure M3 – Intégration paysagère

Le **cahier des prescriptions architecturales, urbaines, paysagères et environnementales** (CPAUPE) apporte des compléments aux règles du PLU applicable au secteurs U3c concerné et précise le règlement du lotissement.

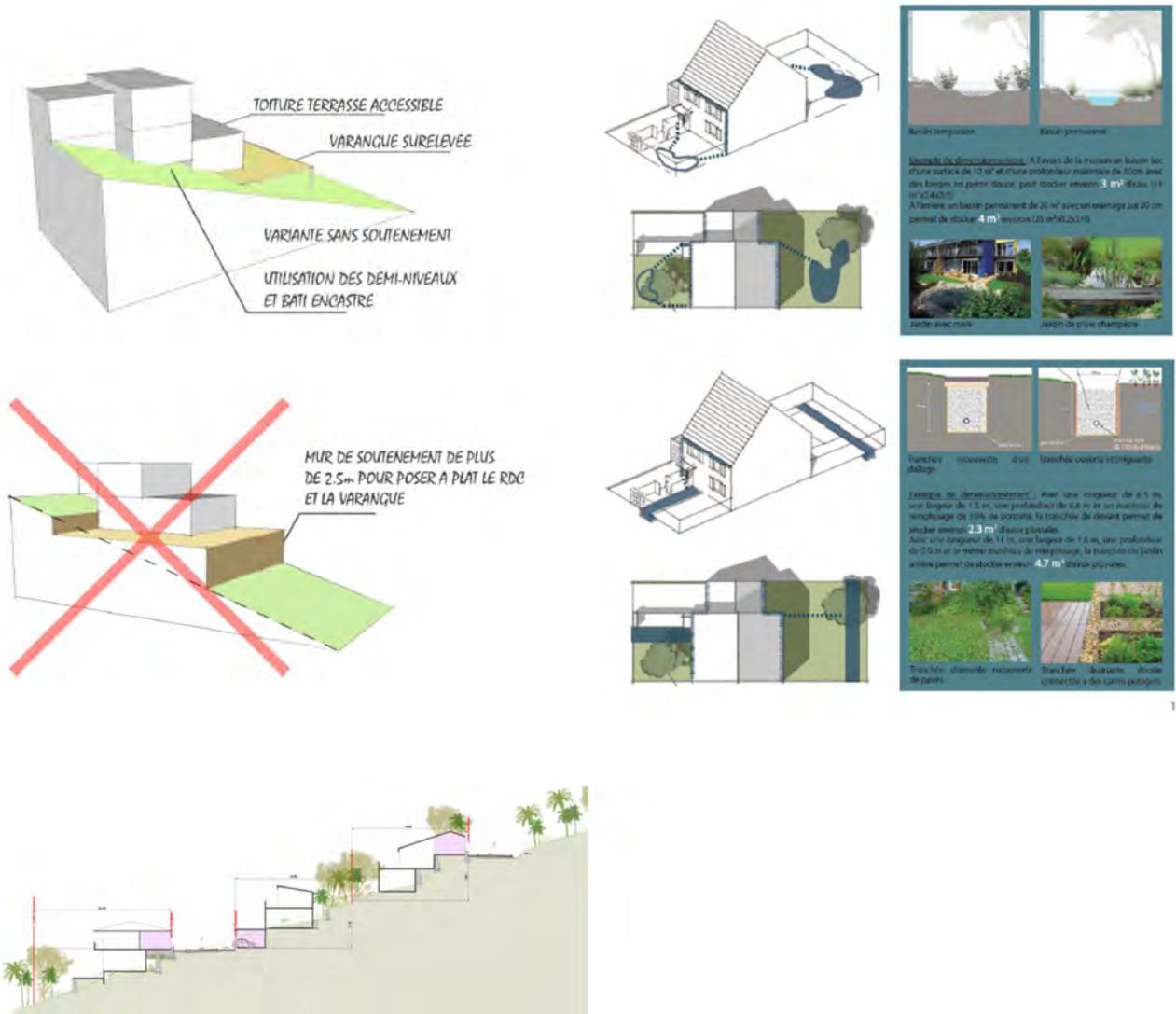
Il permet de fixer un cadre quant à plusieurs facteurs pouvant influencer l'intégration paysagère de l'opération, à savoir :

- L'inscription des constructions dans la pente et le respect du terrain naturel
- La gestion des espaces verts,
- Les règles d'implantation (limites avec l'espace public, limites séparatives, limites de fond de parcelle)
- La palette végétale imposée ou à privilégier, ainsi que la mise en œuvre des plantations
- Les volumes et hauteurs des constructions,
- Les toitures,
- Le traitement des limites,
- Le traitement des accès
- La gestion des eaux pluviales
- L'architecture

Le CPAUPE favorise ainsi une intégration paysagère qualitative des constructions. Il encadre l'intégration des constructions à la fois à l'échelle du Grand paysage (en encadrant par exemple la façon dont le bâti s'inscrit dans la pente en respectant la topographie, ou bien en définissant un nuancier de couleurs), et à l'échelle du paysage de proximité (en encadrant le traitement des limites, des clôtures, des haies, etc).

Le CPAUPE constitue une réponse efficace à l'enjeu de maîtrise des aménagements et constructions sur les lots libres. En effet, ceci vont générer une nouvelle façade urbaine, et les prescriptions au sein du cahier permettent de garantir sa qualité : unicité des couleurs de façade, éclatement des volumes, respect du TN, plantation d'une bande de préverdissement.

8 Mesures pour éviter, réduire, compenser



18

Figure 105 - Extraits du CPAUPE relatifs au respect de la topographie et à l'infiltration des eaux de pluie à la parcelle (Source : Atelier LD)

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser



Figure 106 - Exemple de revêtement perméable pour les parkings (Source: CPAUPE)



*Croquis du traitement souhaité de la limite avec l'espace public : mur bahut de 30cm à 60cm surmonté d'un barreaudage bois de 140cm, doublé d'une haie vive*



*Détails sur clôture, portail, et intégration des coffrets techniques*

Figure 107 - Exemple de revêtement perméable pour les limites avec l'espace public (Source: CPAUPE)

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

### 3.2.2 Mesure M4 – Choix adapté des espèces pour l'aménagement des différents espaces végétalisés

Les espèces qui peuvent être utilisées dans les créations et remplacements d'espaces naturels et semi-naturels sont nombreuses. Cependant, pour conserver la qualité des habitats, et éviter l'arrivée d'espèces non-autochtones et envahissantes, il est important de limiter le choix des espèces à planter à celles présentes dans la végétation autochtone locale.

De fait, l'ensemble des aménagements paysagers prévus dans le cadre du projet devront intégrer des espèces végétales adaptées à la zone biogéographique. **Pour ce faire, les espèces seront, pour la plupart, choisies suivant les prescriptions de la DAUPI (Démarche Aménagement Urbain et Plantes Indigènes), comme demandé au SAGE.**

Les plantations seront constituées d'essences variées et mélangées, de nature courantes ou endémiques de la Réunion. Elles seront choisies pour leur bonne adaptation au site (altitude, pluviométrie, nature des sols) ainsi que pour leur rôle à tenir sur le terrain (ombrage, ornement, protection contre le vent, maintien des sols).

Les arbres remarquables et les plantations de qualités existants devront être maintenus, sinon remplacés par des plantations équivalentes par leur aspect et leur qualité.

#### ARBRES A PLANTER DANS LA PARCELLE

Les espaces libres et les aires de stationnement devront être plantés à raison d'au moins un arbre d'une hauteur de tronc minimale de 1.5m pour 100m<sup>2</sup> de terrain, à indiquer lors du dépôt de permis de construire.

Parmi les arbres dont la plantation est imposée pour chaque 100m<sup>2</sup> de terrain, l'acquéreur devra obligatoirement planter :

- Un arbre endémique de la Réunion choisi dans la palette végétale ci-dessous :

Latanier rouge – *Latania lontaroides*  
Latanier Bleu – *Latania loddigesii*  
Benjoin – *Terminalia bentzoe*

La palette végétale ci-dessous est uniquement indicative, pour les acquéreurs soucieux de choisir des essences adaptées au site.

Palette végétale préconisée :

- Endémiques  
Palmier bouteille – *Hyophorbe lagenicaulis*  
Palmier bonbonne – *Hyophorbe verschaffeltii*  
Bois de quivi – *Turraea thouarsiana*  
Bois de nèfle – *Eugenia buxifolia*  
Bois de sable – *Indigofera amoxylum*  
Tan Georges – *Molinaea alternifolia*  
Bois d'Ortie – *Obetia ficifolia*  
Bois de Poupart – *Poupartia borbonica*  
Multipliant – *Dyopsis lutescens*
- Arbustes à fleurs exotiques  
Arbre à orchidées – *Bauhinia monandra*  
Bougainvillier – *Bougainvillea spectabilis*  
Cassia – *Cassia alata*  
Café fleur – *Tabernaemontana*  
Frangipanier – *Plumeria sp.*  
Hibiscus  
Allamanda neriifolia  
Duranta sp.

Frangipanier – *Plumeria sp.*  
Hibiscus  
Allamanda neriifolia

Gardenia jasminoides

- Plantes grimpantes sur clôture : au choix de l'acquéreur

Bois rouge – *Cassine orientalis*  
Palmiste blanc – *Dyctiosperma album*  
Bois d'Arnette – *Dodonea salicifolia*  
Bois de judas – *Cossinia pinnata*  
Bois de senteur blanc – *Ruizia cordata*  
Bois de senteur bleu – *Dombeya populnea*  
Bois noir des hauts – *Diospyros borbonica*  
Bois d'éponge – *Gastonia custipongia*  
Bois de pintade – *Coptosperma borbonica*  
Bois de poupart – *Poupartia borbonica*  
Grand Natte – *Mimusops balata*  
Mahot tantan – *Dombeya acutangula*  
Mahot rempart – *Hibiscus columnaris*

#### PLANTATIONS EN LIMITE DE VOIRIE DERRIÈRE LA CLÔTURE

L'acquéreur aura à sa charge la plantation d'une bande arbustive mixte à l'arrière du mur de clôture (à indiquer lors du dépôt de permis de construire).

Cette bande végétale comprendra un minimum de 6 espèces différentes de petits arbres, arbustes et grimpantes. La plantation devra comporter au moins 50% de plantes endémiques des Mascareignes. Les essences sont au choix de l'acquéreur, sous condition du respect du principe de la diversité des essences dont la moitié d'endémiques.

28

Gardenia jasminoides

- Plantes grimpantes sur clôture : au choix de l'acquéreur

#### PLANTATIONS EN LIMITE SÉPARATIVE

Le traitement des limites séparatives est libre.

La palette végétale ci-dessous est uniquement indicative, pour les acquéreurs soucieux de choisir des essences adaptées au site.

Palette végétale préconisée :

- Endémiques  
Bois de quivi – *Turraea thouarsiana*  
Bois de nèfle – *Eugenia buxifolia*  
Bois de sable – *Indigofera amoxylum*  
Tan Georges – *Molinaea alternifolia*  
Bois d'Ortie – *Obetia ficifolia*  
Bois de Poupart – *Poupartia borbonica*
- Arbustes à fleurs exotiques  
Bougainvillier – *Bougainvillea spectabilis*  
Cassia – *Cassia alata*  
Café fleur – *Tabernaemontana*

Figure 108 - Liste des essences retenues pour les plantations au sein du lotissement (Source: CPAUPE)

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

Il est déconseillé d'acquérir des variétés cultivées qui peuvent générer un risque d'introggression génétique des essences sauvages.

L'entretien et le suivi de ces aménagements doit être régulier et avec un arrosage adapté pour la reprise de la végétation. Durant les premières années, le suivi devra être précis et faire état de toute colonisation par des espèces envahissantes afin de prendre les mesures qui s'imposent rapidement et avant l'installation complètes de ces espèces.

Le fait de privilégier les essences autochtones qui allient rusticité, absence d'entretien permet de participer au maintien des milieux naturels en limitant notamment l'installation d'espèces allochtones.

### 3.2.3 Mesure M5 – Optimisation en matière de gestion de la ressource en eau

La récupération des eaux pluviales pour réutilisation (arrosage espace verts, entretien espace public) est préconisée dans le CPAUPE via une citerne de récupération.

### 3.2.4 Mesure M6 – Aménagements pour une gestion adaptée des écoulements

Comme indiqué dans la partie dédiée à la présentation du projet, ainsi que dans la partie impact, un certain nombre d'aménagement spécifiquement dédié à la gestion des écoulements au sein de l'opération (non re-détaillés ici) sera mis en place pour assurer la transparence hydraulique du lotissement comme des nouvelles voiries.

Ainsi, afin de compenser l'imperméabilisation des sols et l'augmentation des débits qui en résulte, des noues et bassins de rétention sont prévus. Les volumes de rétention à mettre en œuvre ont fait l'objet de calculs spécifiques.

### 3.2.5 Mesure M7 - Recommandations pour favoriser l'intégration des EnR dans la conception

Il est très important de prendre en considération les problématiques de conception liées à l'intégration des EnR, et ici plus particulièrement de l'énergie solaire, le plus en amont possible afin d'adapter le projet quand cela est possible pour optimiser la ressource récupérable.

#### ***Orientation et bioclimatisme***

L'enjeu de l'architecture bioclimatique réside dans le consensus à trouver tenant compte des caractéristiques du site et de son environnement proche pour aboutir à un bâtiment confortable pour ses usagers et surtout économe dans son exploitation. Les économies se situent à plusieurs niveaux :

- Grâce à la réduction des besoins en rafraîchissement en limitant les apports solaires dans le bâtiment (cela n'impacte pas la disponibilité en toiture) et en favorisant la ventilation naturelle traversante notamment ;
- Grâce à la réduction des consommations relatives à l'éclairage, en jouant sur une optimisation des apports lumineux naturels.

Ces économies d'énergie représentent autant d'économie financière liée aux investissements des équipements (actions de maîtrise de la demande en énergie – MDE) et au fonctionnement des bâtiments sur le long terme, et c'est bien cette vision qu'il faut avoir à l'esprit.

Dès la conception, les principales dispositions devront être prises pour optimiser :

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

- L'orientation du bâtiment pour profiter des apports solaires et des axes de ventilation naturelle du site ;
- L'utilisation de l'environnement proche ou la création de végétation naturelle pouvant servir d'ombrage mais aussi participer au phénomène de rafraîchissement naturel.

### ***Équipements solaires en toiture***

L'implantation de capteurs solaires thermiques ou de modules photovoltaïques en toiture nécessite d'être prise en compte dès la conception des bâtiments, et ce dans le but de maximiser le rendement des installations. Dans le cas des toitures inclinées, on privilégiera si possible des toitures monopans ou double pans, orientées le plus au Nord possible et avec une inclinaison optimale entre 15 et 30°.

La végétation proche peut s'avérer être un frein à l'installation d'équipement de production d'énergie d'origine solaire, car nous avons en majorité des bâtiments peu hauts (niveau R+1 au maximum, 7 mètres environ) et la présence d'une végétation haute et dense à proximité peut causer un masque et donc une perte de productivité pour le thermique comme pour le photovoltaïque.

Une attention toute particulière sera demandée en conception concernant ce point crucial.

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

# 4 Mesures préalables à la phase chantier

## 4.1 Phase préparatoire

Objectifs : Réaliser les analyses de détails

### 4.1.1 Mesure M8 – Étude géotechnique

Compte-tenu du contexte géologique, une expertise géotechnique apportera des éléments complémentaires afin de statuer sur la stabilité des sols et de valider le dimensionnement et la typologie des choix de fondation des routes qui seront construites. Une étude géotechnique a déjà été réalisée au droit du lotissement et a été prise en compte dans la définition de celui-ci.

### 4.1.2 Mesure M9 – Réflexion sur le dimensionnement des structures d'accueil des enfants

L'arrivée de ces nouveaux ménages sera accompagnée de nouveaux élèves pour les écoles du quartier. Une réflexion devra être menée avec la collectivité locale pour s'assurer de la suffisance du dimensionnement actuel des écoles pour les accueillir dans de bonnes conditions.

## 4.2 Coordination et pilotage

Objectifs : Optimiser la prise en compte de l'environnement durant le chantier.

### 4.2.1 Mesure M10 – Choix des entreprises

**Afin d'optimiser la prise en compte de l'environnement dans son projet, le maître d'ouvrage s'attachera, dès la sélection des différents intervenants et fournisseurs pour son chantier, à privilégier les démarches cohérentes avec cet objectif.** Ainsi, il s'assurera dans le cahier des charges fourni aux entreprises de l'intégration des mesures environnementales sur lesquelles il s'est engagé dans le présent dossier mais également sur les règles de l'art (gestion des déchets par exemple). En effet, au regard de l'important et de la diversité des opérations à mener, la question de la gestion des emballages et autres déchets produits sera primordiale, aussi bien pour la protection des milieux (risque d'envol) qu'en termes de gestion de déchets adaptée (évacuation vers les bonnes filières de traitement). Toute réflexion amont avec les fournisseurs est donc à privilégier.

Le **Plan d'Assurance Environnement (PAE)** sera élaboré par les entreprises lors de la préparation du chantier. Spécifique au chantier, il répond à une obligation contractuelle. Son contenu dépend de l'importance du chantier et des risques de nuisances induites. Il consiste en une démarche spécifique animée par un responsable environnement.

Son contenu reprend la logique de la norme ISO 14001 ou du système de management environnemental mis en œuvre par l'entreprise. Il peut s'appuyer sur l'étude d'impact du projet, et l'ensemble des textes réglementaires relatifs à l'environnement pertinents s'agissant du projet.

*Le PAE des entreprises devra contenir un plan d'action décrivant l'organisation et les procédures à mettre en œuvre en cas d'incident, malveillance ou d'accident générant une pollution accidentelle, et donc le déclenchement préalable du plan d'alerte.*

*Le cadre minimal du plan d'action doit être le suivant :*

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

- Arrêter la source de pollution, à l'aide de produits absorbants (sable ou textile) ;
- Arrêt des postes de travail à proximité rapprochée de la zone de sinistre et procéder au confinement des produits déversés ;
- Processus hiérarchisé d'information de l'ensemble des acteurs internes et externes potentiellement concernés ;
- Récupération des produits polluants confinés ;
- Stockage immédiat des produits absorbants souillés et/ou des terres polluées dans une benne étanche prévue à cet effet ;
- En cas de pollution majeure : prélèvements et contrôles de la qualité des sols et/ou des eaux en laboratoire afin de vérifier l'absence de pollution résiduelle ;
- Bilan, actions correctives, information.

*Le transport et l'évacuation des produits souillés seront menés conformément aux procédures communiquées par le fournisseur et définies dans la réglementation.*

*Les eaux chargées en fines particules de ciment provenant du lavage des camions toupies seront filtrées au préalable à travers un géotextile avant infiltration dans le sol.*

*Compte tenu des mesures de prévention et d'intervention, une éventuelle fuite ou déversement serait rapidement maîtrisée et l'impact sur le milieu physique serait ainsi de faible ampleur.*

Le maître d'ouvrage pourra également demander aux entreprises, à l'appui de leur offre, un **Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets (SOGED)** qui explicitera les dispositions prévues par l'entreprise pour éliminer les déchets de manière réglementaire (organisation, élimination, traçabilité). Au travers du SOSED, l'entreprise s'engagera sur :

- Le tri sur site des différents déchets de chantier ;
- Les méthodes qui seront employées pour ne pas mélanger les différents déchets (bennes, stockage, localisation sur le chantier des installations, etc.) ;
- Les centres de stockage et/ou centres de regroupement et/ou unités de recyclage vers lesquels seront acheminés les différents déchets, en fonction de leur typologie et en accord avec le gestionnaire devant les recevoir ;
- L'information en phase travaux, du maître d'œuvre et du coordinateur environnemental quant à la nature et à la constitution des déchets et aux conditions de dépôt envisagées sur le chantier,
- Les modalités retenues pour assurer le contrôle, le suivi et la traçabilité ;
- Les moyens matériels et humains mis en œuvre pour assurer ces différents éléments de gestion des déchets.

**La question de la remise en état du site après chantier sera intégrée aux cahiers des charges des entreprises de travaux.** Ainsi, Les pistes, les accès, les zones de dépôts provisoires et les dérivations établis pour le chantier, seront intégralement être démontés avant réception des travaux par le Maître d'Ouvrage. Ce démontage s'accompagnera d'une remise en état de l'ensemble des sites de chantier ne faisant pas partie de l'emprise définitive des ouvrages :

- replantation d'arbres et d'arbustes sur les lisières dégradées selon des palettes végétales validées au préalable par des experts ;
- apport de terres végétales pour favoriser la repousse des jeunes plants et graines ;
- décompactage des sols avant revégétalisation ;
- enlèvement des déchets de chantiers résiduels ;
- enlèvement des sols souillés et évacuation dans les filières appropriées...

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

### 4.2.2 Mesure M11 - Mise en place d'un plan d'alerte cyclonique

En cas d'alerte cyclonique annoncée sur l'île, le chantier sera stoppé dans les meilleurs délais. Le site devra être à minima nettoyé de tous objets et déchets susceptibles d'être dangereux vis à vis des envols et du risque d'aggravation des conditions hydrauliques. L'information du personnel du chantier sur le contenu et la mise en œuvre du plan d'alerte cyclonique sera nécessaire en amont du démarrage du chantier. Un exercice de mise en situation pourrait être proposé de même que pour le risque courant de crues.

## 4.3 Organisation temporelle et spatiale du chantier

Objectifs : Orienter l'organisation du futur chantier afin de limiter les impacts sur les points sensibles de l'environnement identifiés.

### 4.3.1 Mesure M12 – Choix de la période de travaux

**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.** En effet, l'absence des espèces sur le site durant les travaux constitue la meilleure garantie de la limitation des risques de destruction d'individus. De fait, une réflexion fine et la plus adaptée possible au cas du projet traité a été effectuée.

En conséquence, compte tenu des espèces en présence, en lien avec la nidification de quelques oiseaux indigènes protégées, il est nécessaire que les défrichements s'effectuent en dehors de la période de reproduction des oiseaux. Il faut donc viser un défrichement en hiver austral.

Le travail au droit des ravines (mise en place de dalots), bien qu'en eau de manière intermittente, devra se faire en saison sèche.

Le chantier se déroulera en journée, les jours ouvrés.

### 4.3.2 Mesure M13 - Adaptation du chantier aux conditions météorologiques

La météorologie sera consultée systématiquement la veille pour le lendemain, et cela chaque jour prévu de chantier. Un épisode pluvieux va engendrer le lessivage des plates-formes de chantier et favoriser la dispersion de pollution dans le milieu naturel environnant. En cas de météorologie défavorable à la poursuite du chantier, l'activité sera réduite voire arrêtée temporairement.

Un système d'alerte contre les crues devra être mis en place pour s'assurer de la mise en œuvre de dispositions préventives en cas de montée rapide des eaux et bulletins météorologiques à risques dans le domaine (même en dehors des phases cycloniques).

### 4.3.3 Mesure M14 – Délimitation rigoureuse des emprises de chantier

Les emprises du chantier (base vie, bases travaux, zones de stockage, ...) se limiteront au strict nécessaire, pour ne pas engendrer une consommation excessive de l'espace. L'ensemble de ces zones seront alors balisées par des moyens légers (rubalises, grillage orange...) à lourds (barrière HERAS, clôture, ...) selon la sensibilité des espaces à préserver, dans le cas présent, il s'agit notamment de mettre en place un balisage strict afin de garantir que le projet ne puisse pas porter atteinte au boisement qu'il est envisagé de maintenir.

Ce piquetage sera porté par l'entreprise en charge des terrassements et fera l'objet d'un balisage contradictoire entre le Maître d'ouvrage, le Maître d'œuvre, le géomètre et le

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

coordinateur environnemental du chantier. Le maître d'ouvrage, par le biais du coordonnateur environnement, s'assurera de la pérennité de ce balisage tout au long de la phase chantier et de son respect par les entreprises de travaux. Il contrôlera également que le milieu après chantier n'ait pas été altéré et reste favorable au maintien de la faune et la flore associées.

La délimitation des emprises et installations de chantier prendra en compte :

- la présence à proximité de périmètres définis autour de captages d'alimentation en eau potable sera pris en compte dans les choix de localisation des emprises chantiers.
- la préservation des ravines (et leurs bordures), comme des espaces de pente exclus des emprises de projet et ayant vocation à être maintenus au-delà des travaux ;
- l'implantation du matériel fixe bruyant devra être dans la mesure du possible à l'extérieur des zones sensibles (proximité des zones habitées).

**Cette délimitation rigoureuse des emprises pourra utilement s'accompagner de la réalisation d'un plan de circulation et du stationnement sur les emprises du chantier (inscrit pour chaque phase de chantier), qui permet de limiter les risques de pollution accidentelles.** Cette démarche ayant pour objectif de faciliter le quotidien des usagers pendant les travaux, de maintenir la fluidité de la circulation notamment, tout en assurant la sécurité des piétons, des automobilistes mais aussi des ouvriers intervenant.

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

# 5 Mesures en phase chantier

## 5.1 Sécurité des biens et personnes

Objectifs : Garantir la sécurité des multiples usagers des zones de travaux.

### 5.1.1 Mesure M15 – Sécurité du personnel

Le Plan de Prévention Sécurité et Protection de la Santé (P.P.S.P.S.) établi par le Coordonnateur SPS abordera :

- les dispositions en matière de secours et d'évacuation des blessés : consignes de secours, identification des secouristes présents sur le chantier, démarches administratives en cas d'accident, matériel de secours ;
- les mesures générales d'hygiène : hygiène des conditions de travail et prévention des maladies professionnelles, identification des produits dangereux du chantier, dispositions pour le nettoyage et la propreté des lieux communs, ... ;
- les mesures de sécurité et de protection de la santé : contraintes propres au chantier ou à son environnement, contraintes liées à la présence d'autres entreprises sur le chantier, modalités d'exécution du chantier, mesures de prévention, protections individuelles et collectives, transport du personnel et conditions d'accès au chantier, dans le cas présent ce plan intégrera la particularité du contexte (site potentiellement pollué du fait de la vocation antérieure en ancienne décharge) et proposera des mesures adaptées.

Le Plan Assurance Environnement (PAE) ou Plan Général de Protection de l'Environnement (P.G.P.E) est élaboré par le Coordinateur environnement. Chaque entreprise du chantier doit fournir, sur cette base, un Plan de Protection de l'Environnement (P.P.E.) dans le cadre de la consultation. Ces documents précisent les dispositions que l'entreprise concernée va mettre en œuvre pour limiter et suivre les nuisances et les impacts de son intervention sur le chantier, notamment dans le cas présent vis-à-vis du travail sur un site potentiellement pollué. Les P.P.E. seront validés par le coordinateur environnement et conditionneront le démarrage des travaux.

### 5.1.2 Mesure M16 – Sécurité des usagers et locaux

Le porteur du projet s'assurera de l'information du public pendant la période des travaux par le biais de pose de panneaux de chantier dont le nombre (2 *a minima* au niveau des accès pouvant être empruntés), la forme et la disposition sera à définir par la maîtrise d'œuvre.



Figure 109 - Exemple de panneau d'information (Source: Biotope)

Cet affichage sera effectué dans les conditions prévues par les articles R.424-15, A.424-15 à A.424-19 du code de l'urbanisme. Ces panneaux indiqueront notamment la nature des travaux ainsi que les dangers qu'ils impliquent, la période sur laquelle ils se dérouleront, le contact des personnes à joindre en cas d'incident...

Les panneaux d'affichage seront installés de telle sorte que les renseignements qu'ils contiennent demeurent lisibles de la voie publique pendant toute la durée du chantier.

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

Le chantier sera isolé par des dispositifs adaptés : clôture et portail. Une réflexion sera menée sur la signalisation des sorties du chantier et sur les itinéraires pour ne pas encombrer la circulation.

### 5.1.3 Mesure M17 – Déclaration d'Intention de Commencement des Travaux

Afin de confirmer l'absence de contrainte majeure d'intervention, les entreprises sous la responsabilité de la maîtrise d'œuvre émettront préalablement au démarrage des travaux une Déclaration d'Intention de Commencement des Travaux (DICT) à l'ensemble des gestionnaires de réseaux.

## 5.2 Pollutions, risques et nuisances

Objectif : Prévenir toute pollution du milieu, des eaux superficielles et souterraines ainsi que les risques et nuisances associés au chantier

### 5.2.1 Mesure M18 – Prévention des pollutions chroniques et accidentelles

Ces mesures ont pour objectif de prévenir toute pollution du milieu, des eaux superficielles et souterraines :

- maintenance préventive du matériel et des engins (étanchéité des réservoirs et circuits de carburants, lubrifiants et fluides hydrauliques) afin qu'ils soient en conformité avec les normes actuelles et en bon état d'entretien ;
- étanchéification des aires de ravitaillement ;
- interventions de réparation mécanique devront se faire exclusivement sur des aires au préalable étanchéifiées. La localisation des installations de chantier devra par ailleurs être adaptée vis-à-vis des ruissellements ;
- stockage des engins, confinement et maintenance du matériel sur des aires aménagées à cet effet (surface imperméabilisée et avec rétention, déshuileur en sortie) ;
- les huiles usées de vidange seront récupérées, stockées dans des réservoirs étanches et évacuées pour être, le cas échéant, retraitées. De manière générale, le stockage des produits chimiques sur des cuves de rétention d'un volume au moins égal au plus gros contenant stocké., confinement et maintenance du matériel sur des aires aménagées à cet effet (surface imperméabilisée, déshuileur en sortie). Les produits chimiques seront stockés dans des endroits protégés (zone étanche avec toit et structure en dur) ;

Figure 110 - Bac de rétention pour produits chimiques (Source : E-retention)

- localisation des installations de chantier (aires spécifiques au ravitaillement, mobil-home pour le poste de contrôle ainsi que les sanitaires et lieux de vie des ouvriers) à l'écart des zones sensibles environnementales. L'emplacement est à faire valider par la MO et la MOE avant le démarrage des travaux ;
- collecte et évacuation des déchets du chantier (y compris éventuellement les terres souillées par les hydrocarbures) selon les filières agréées ;
- dans la mesure du possible et afin d'éviter les actes malveillants : gardiennage du parc d'engins, de la zone de stockage de matériels et des stockages éventuels de carburants et de lubrifiants.

### 5.2.2 Mesure M19 – Traitement des pollutions chroniques et accidentelles

En cas de fuite accidentelle de produits polluants, identifiés précédemment, le maître d'œuvre devra avoir les moyens de circonscrire rapidement la pollution générée. Les mesures citées ci-



## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

dessous ne sont pas exhaustives et il reviendra au maître d'œuvre, assisté du coordonnateur SPS et Environnement, d'en arrêter les modalités :

- par épandage de produits absorbants (sable) ;
- et/ou raclage du sol en surface et transport des sols pollués vers des sites de traitement agréés ;
- et/ou par utilisation de kits anti-pollution équipant tous les engins ; le transport des produits souillés sera mené conformément aux procédures communiquées par le fournisseur.

Les aires de chantier ne seront pas reliées à un réseau de collecte des eaux usées. En conséquence, ces aires seront équipées de sanitaires (WC) autonomes munies de cuves de stockage des effluents. Ces cuves seront régulièrement vidangées par une société gestionnaire.

### 5.2.3 Mesure M20 – Gestion des eaux pluviales

La problématique de la gestion efficace des eaux pluviales au sein du chantier devra être particulièrement encadrée pour limiter les impacts sur le fonctionnement hydraulique local :

- drainage et collecte des eaux de ruissellement issues des zones de terrassements dans des bassins de décantation avant rejet dans tout cours d'eau ou ravine ;
- ralentissement du cheminement de l'eau dans les fossés provisoires ou définitifs en pieds de talus (écrans filtres mobiles avant rejet dans les cours d'eau et ravines) ;
- Traitement des eaux de chantier dans des bassins de décantation avant rejet.

### 5.2.4 Mesure M21 – Gestion des déchets

Les entreprises attributaires des travaux sont responsables du tri et de l'évacuation des déchets et emballages générés par le chantier.

Les entreprises devront notamment s'engager à :

- organiser la collecte et le tri des déchets et emballages, en fonction de leur nature et de leur toxicité ;
- conditionner hermétiquement leurs déchets pour éviter leur envol lors de leur transport ;
- définir une aire provisoire de stockage quotidien des déchets générés par le chantier en vue de faciliter leur enlèvement ultérieur selon les filières appropriées ;
- prendre les dispositions nécessaires contre l'envol des déchets et emballages sur le chantier ;
- enfin, pour tous les déchets industriels spécifiques, l'entreprise établira ou fera établir un bordereau de suivi permettant notamment d'identifier le producteur des déchets (en l'occurrence le porteur du projet), le collecteur-transporteur et le destinataire, ceci concerne également les terres présentes sur le site si elles devaient être amenées à être évacuées.

Le chantier sera nettoyé hebdomadairement afin d'éviter dispersion de poussières et de déchets.

Les déchets issus de la démolition seront triés et, selon leur nature, évacués vers les centres adaptés ou réutilisés en remblais.

### 5.2.5 Mesure M22 – Prévention de toute contamination par des espèces envahissantes

L'inventaire floristique a révélé la présence d'espèces exotiques envahissantes au sein du périmètre concerné par le projet. Cette mesure s'applique à l'ensemble de la zone de travaux et s'appuie sur les pratiques suivantes :

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

- maximisation de la réutilisation des matériaux extraits *in situ*,
- transparence quant à l'origine des matériaux de remblai importés sur le site. La traçabilité des exports/imports de déblais/remblais devra être rigoureuse et faire l'objet d'une attention toute particulière par la MO et la MOE,
- choix des espèces à utiliser dans le plan de semences pour la végétalisation (cf. à mesure présentée ci-avant).

La réduction de la contamination par des espèces envahissantes sera propice au développement des espèces locales.

### 5.2.6 Mesure M23 – Limitation de la pollution de l'air

Pour limiter les émissions de poussières pendant les travaux de démolition et de construction, les mesures suivantes pourront être prises :

- Arrosage des pistes de circulations des véhicules pendant les périodes défavorables et nettoyage des roues des camions avant leur accès à la chaussée, ce qui permettra de limiter la diffusion des particules dues aux salissures ;
- Installation de goulottes pour évacuer les gravats et stockage de ceux-ci dans des bennes bâchées prévues à cet effet, limitant ainsi les nuisances dues aux poussières ;
- Utilisation de machines de forage ou de sciage pourvues de dispositifs de captation des poussières ;
- Nettoyage général du chantier réalisé à fréquence au moins hebdomadaire.

### 5.2.7 Mesure M24 – Réduction de la nuisance sonore et des vibrations

#### *Informations et périodes de chantier*

Une information préalable sera réalisée auprès de la population concernée. Elle portera sur la nature des travaux, le calendrier prévisionnel et les moyens mis en œuvre pour remédier aux nuisances occasionnées.

Les activités seront réalisées en semaine pendant la période diurne (7h - 20h avec pause déjeuner entre 12h et 13h).

#### *Matériel et consignes*

Les engins de chantiers actuels sont conçus pour générer un bruit acceptable dans l'état actuel des techniques :

- capotage du moteur (parois multicouches tôle / absorbant),
- entrées et sorties d'air de refroidissement équipées de chicanes recouvertes de matériaux absorbant, conduits de grande dimension,
- silencieux de gros volumes.

Les entreprises s'engagent :

- à n'utiliser que des engins conformes à la réglementation en vigueur,
- à maintenir ce matériel en bon état en veillant à certains points (étanchéité de capots, état des silencieux et chicanes,...) et à contrôler régulièrement leur bon fonctionnement,

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

- à respecter ses conditions d'utilisation.

Des consignes seront diffusées pour éviter l'emploi de sirènes ou d'avertisseurs sonores de manière intempestive. Ainsi, l'usage de tous appareils de communication par voie acoustique (sirènes, avertisseurs, haut-parleurs, etc.) gênants pour le voisinage est interdit, sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention ou au signalement d'incidents graves ou d'accidents.

### *En attente de la finalisation de l'étude acoustique*

## 5.3 Biodiversité

### 5.3.1 Mesure M25 – Évacuation de la faune sur le site

La végétation défrichée dans le cadre des travaux, sera mise en dépôt au moins pendant 4 à 5 jours avant d'être évacuée. Cette mesure permettra à la faune présente de fuir vers de nouveaux espaces « hospitaliers » et ainsi d'échapper à la destruction (notamment pour les endormis). ».

Les andains de végétation seront disposés en limite de l'aménagement, en contact avec des milieux semi-naturels (fourrés, friches), afin de faciliter la fuite des animaux. Dans la même logique, les défrichements seront effectués de manière centripète, de l'intérieur vers l'extérieur, afin de permettre à la faune de fuir plus aisément.

### 5.3.2 Mesure M26 – Adaptation des éclairages de chantier susceptibles de perturber l'avifaune

Il n'est, a priori, pas prévu de travaux de nuit. Pour autant les cadences et enjeux de programmation peuvent contraindre le chantier à déborder sur des périodes nocturnes. Les éclairages de chantier sont susceptibles de créer des perturbations dans le comportement des oiseaux marins notamment. Pour ce faire, des règles simples seront mises en œuvre telles que :

- Limiter les horaires de chantier à 6h00-7h00 à 17h30-18h00 entre Septembre et Avril ;
- Limiter l'éclairage à la visibilité du personnel et des engins, et donc à la sécurité des postes de travail ;
- Privilégier des éclairages à sodium basse pression ou des éclairages rouges, selon les préconisations SEOR ;
- Orienter les points d'éclairage vers le sol (ULOR 0%). Les faisceaux ne seront en aucun cas dirigés vers les ravines, le ciel et la mer ;
- Les points d'éclairage sont installés sur des points fixes ;
- Pendant les périodes d'échouage massif, les éclairages seront éteints à partir de 18h00 et jusqu'à 5h00 du matin ;
- Un suivi et une procédure spécifique en cas de découverte d'oiseau échoué sera déroulée (en lien avec la procédure de la SEOR).

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

# 6 Mesures en phase d'utilisation

## 6.1 Entretien des emprises aménagées

Objectif : Entretien de manière adapter la qualité des milieux

### 6.1.1 Mesure M27 – Gestion raisonnée des espaces verts

La mise en place de la gestion raisonnée pour l'entretien des espaces verts présente de nombreux enjeux environnementaux (préserver et enrichir la biodiversité), socio-culturels (améliorer le cadre de vie et éduquer à l'environnement) et économiques (optimiser les moyens humains, matériels et financiers).

Cette approche pourra se décliner sous plusieurs angles, par exemple :

- dans le cas où le développement d'espèces au caractère envahissant serait constaté, un plan de lutte contre celles-ci sera mis en place.
- l'utilisation de produits chimiques tels que les produits phytosanitaires sera limitée.
- la future zone d'aménagement nécessitera des opérations d'entretien. Lors de ces opérations, une attention particulière devra être portée sur l'adéquation du calendrier de ces opérations avec les cycles biologiques pour anticiper toute perturbation de la faune.

Une attention particulière sera portée sur l'entretien de la végétation aux abords du futur raccordement à la RD100 afin d'assurer des conditions de visibilité suffisantes aux usagers.

**Les prescriptions édictées dans le CPAUPE du lotissement suivent cette démarche.**

### 6.1.2 Mesure M28 – Surveillance, entretien et maintenance des ouvrages de gestion des eaux pluviales

#### *Surveillance*

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 évènement 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.

#### *Entretien et maintenance*

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.

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

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 ;
- 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 détritiques 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 ;

## 8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

# 7 Impacts résiduels et coûts estimés des mesures

Le tableau ci-après synthétise les impacts du projet après application des mesures.

8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

Tableau 30 : Synthèse des impacts du projet après application des mesures

Thématiques	Sens de l'effet	Phase du projet		Mesures intégrées ou à intégrer par le maître d'ouvrage		Intensité de l'impact résiduel
		Chantier	Exploitation	Nature de la mesure	Estimation du coût	
<b>MILIEU PHYSIQUE</b>						
Topographie	négatif	Faible à modéré	Nul	M1 – Évitement des zones d'intérêt écologique et paysager M3 – Intégration paysagère M8 – Étude géotechnique	M1 et M3 : Intégré dans le coût du projet (conception) M8 : Coût variable en fonction du niveau d'expertise retenue	Négligeable à nul
Qualité de l'eau	négatif	Faible	Faible en conditions normales de fonctionnement	M10 – Choix de la période de travaux M14 – Délimitation rigoureuse des emprises de chantier M18 – Prévention des pollutions chroniques et accidentelles M19 – Traitement des pollutions chroniques et accidentelles M20 – Gestion des eaux pluviales M21 – Gestion des déchets M28 – Surveillance, entretien et maintenance des ouvrages de gestion des eaux pluviales	M10 : Aucun coût M14 – Une enveloppe de 2500 à 5000 euros HT est à prévoir pour la pose de la rubalise (échanges amont avec le maître d'ouvrage, fournitures et pose) M18, M19, M20 et M21 : Coût inclus dans les frais du marché (pour l'entreprise). M28 : coût à définir en fonction des modalités retenues	Faible
Fonctionnement de l'aquifère	négatif	Nul	Faible	M5 – Optimisation en matière de gestion de la ressource en eau M18 – Prévention des pollutions chroniques et accidentelles M19 – Traitement des pollutions chroniques et accidentelles	M5 : Aucun coût M18, M19: Coût inclus dans les frais du marché (pour l'entreprise).	Faible
Hydrologie	négatif	Modéré	Négligeable à nul	M1 – Évitement des zones d'intérêt écologique et paysager M6 – Aménagements pour la gestion adaptée des écoulements M14 – Délimitation rigoureuse des emprises de chantier M20 – Gestion des eaux pluviales M28 – Surveillance, entretien et maintenance des ouvrages de gestion des eaux pluviales	M1, M6: Intégré dans le coût du projet (conception) M14 – Une enveloppe de 2500 à 5000 euros HT est à prévoir pour la pose de la rubalise (échanges amont avec le maître d'ouvrage, fournitures et pose) M20 et M28 : coût à définir en fonction des modalités retenues	Faible
<b>RISQUES MAJEURS</b>						
Risques induits	négatif	Faible		M3 – Intégration paysagère M6 – Aménagements pour une gestion adaptée des écoulements M8 – Étude géotechnique	M3, M6: Intégré dans le coût du projet (conception) M8 : Coût variable en fonction du niveau d'expertise retenue	Faible
Risques subis	négatif	Fort à faible selon les secteurs		M10 – Choix des entreprises M11 – Mise en place d'un plan d'alerte cyclonique M13 – Adaptation du chantier aux conditions météorologiques M28 – Surveillance, entretien et maintenance des ouvrages de gestion des eaux pluviales	M10, M11, M13 : Intégré aux coûts de la maîtrise d'œuvre M28 : coût à définir en fonction des modalités retenues	Faible
<b>MILIEU NATUREL</b>						
Zonages de protection et d'inventaire	négatif	Faible		M1 – Évitement des zones d'intérêt écologique et paysager M2 – Optimisation de l'éclairage pour minimiser ses nuisances M4 - Choix adapté des espèces pour l'aménagement des différents espaces végétalisés	M1, M2, M4 : Intégrées dans le coût du projet (conception)	Nul

8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

Thématiques	Sens de l'effet	Phase du projet		Mesures intégrées ou à intégrer par le maître d'ouvrage		Intensité de l'impact résiduel
		Chantier	Exploitation	Nature de la mesure	Estimation du coût	
Habitats naturels, flore	négatif	Modéré	Modéré	M12 – Choix de la période de travaux M14 – Délimitation rigoureuse des emprises de chantier M18 – Prévention des pollutions chroniques et accidentelles M19 – Traitement des pollutions chroniques et accidentelles M22 - Prévention de toute contamination par des espèces envahissantes M25 - Évacuation de la faune sur le site M26 - Adaptation des éclairages de chantier susceptibles de perturber la faune M27 – Gestion raisonnée des espaces verts	M12 : Intégré aux coûts de la maîtrise d'œuvre M14– Une enveloppe de 2500 à 5000 euros HT est à prévoir pour la pose de la rubalise (échanges amont avec le maître d'ouvrage, fournitures et pose) M18, M19, M22 : Coût inclus dans les frais du marché (pour l'entreprise). M25 : Coût de stockage puis évacuation des déchets verts inclus dans le coût des travaux. M26 : Coût d'achat des lampes à sodium (à partir de 50 euros la lampe modèle de base). M27 : coût à définir en fonction des modalités retenues	Faible
Faune	négatif	Modéré	Modéré			Faible
<b>PATRIMOINE CULTUREL ET PAYSAGER</b>						
Patrimoine culturel		Nul	Nul	M3 – Intégration paysagère M14 – Délimitation rigoureuse des emprises de chantier M27 – Gestion raisonnée des espaces verts	M3 : Intégrée dans le coût du projet (conception) M14– Une enveloppe de 2500 à 5000 euros HT est à prévoir pour la pose de la rubalise (échanges amont avec le maître d'ouvrage, fournitures et pose) M27 : coût à définir en fonction des modalités retenues	Faible à modéré
Paysage – Vues sur le site	négatif	Modéré	Faible			
<b>MILIEU HUMAIN</b>						
Démographie	positif	Nul	/			Positif
Économie	positif					Positif
Tissu urbain	positif					Positif
Équipements		/	/	M9 – Réflexion sur le dimensionnement des structures d'accueil des enfants	M9 : À définir en phase de conception/concertation	/
Réseaux		Nul	Nul	M17 – Déclaration d'Intention de Commencement des Travaux	M17 : Coût inclus dans les frais du marché (pour l'entreprise).	Nul
Gestion des déchets	négatif		Faible à modéré			Faible à modéré
Déplacements	négatif	Modéré à faible	Faible	M14 – Délimitation rigoureuse des emprises de chantier M15 – Sécurité du personnel M16 – Sécurité des usagers	M14– Une enveloppe de 2500 à 5000 euros HT est à prévoir pour la pose de la rubalise (échanges amont avec le maître d'ouvrage, fournitures et pose) M15 et M16 : Coût inclus dans les frais du marché (pour l'entreprise).	Faible

8 Mesures pour éviter, réduire, compenser

Thématiques	Sens de l'effet	Phase du projet		Mesures intégrées ou à intégrer par le maître d'ouvrage		Intensité de l'impact résiduel
		Chantier	Exploitation	Nature de la mesure	Estimation du coût	
Fonctionnel de l'infrastructure (sécurité)	négatif	/	Faible à modéré	M27 – Gestion raisonnée des espaces verts	M27 : coût à définir en fonction des modalités retenues	Faible
Qualité de l'air	négatif	Faible	Faible	M14 – Délimitation rigoureuse des emprises de chantier M23 -Limitation de la pollution de l'air	M14– Une enveloppe de 2500 à 5000 euros HT est à prévoir pour la pose de la rubalise (échanges amont avec le maître d'ouvrage, fournitures et pose) M23 : Coût inclus dans les frais du marché (pour l'entreprise).	Faible
Ambiance sonore	négatif	Fort à modéré	Faible	M24 – Réduction de la nuisance sonore et des vibrations	M24 : Coût inclus dans les frais du marché (pour l'entreprise).	Faible
Santé	Émissions polluantes atmosphériques	Négatif – à l'échelle des abords du quartier	Faible			Faible
		Positif à l'échelle du quartier				
	Émissions sonores	négatif	Faible	M24– Réduction de la nuisance sonore et des vibrations	M24 : Coût inclus dans les frais du marché (pour l'entreprise).	Faible
	Pollutions des eaux et du sol	négatif	Faible	M20 – Gestion des eaux pluviales M28 – Surveillance, entretien et maintenance des ouvrages de gestion des eaux pluviales	M21 et M28 : coût à définir en fonction des modalités retenues	Nul
	Vecteurs de maladies et parasites	négatif	Faible	M20 – Gestion des eaux pluviales M28 – Surveillance, entretien et maintenance des ouvrages de gestion des eaux pluviales	M21 et M28 : coût à définir en fonction des modalités retenues	Faible

9

## Méthodologie mise en oeuvre

## 9 Méthodologie mise en oeuvre

Cette étude d'impact a été élaborée conformément au cadre défini dans l'article R.122-5 du Code de l'Environnement.

Comme indiqué dans cet article, le contenu de la présente étude d'impact est en relation avec l'importance des travaux et aménagements projetés ainsi qu'avec leurs effets prévisibles sur l'environnement.

La méthodologie appliquée dans le cadre de cette étude est déclinée selon les grands chapitres du dossier que sont : l'élaboration de l'état initial du site, l'évaluation des impacts et la proposition de mesures.

# 1 Méthodologie générale pour les différentes phases de l'étude d'impact

## 1.1 Auteurs de l'étude d'impact

Société	Nom de l'intervenant	Mission
	Chef de projet et contrôleur qualité	Yves CAPON
	Expertises et analyses environnementalistes	July FERRERE, Delphine GONCALVES
	Expertises naturalistes	Cédric HOARAU
	Expertises paysagères	Didier LARUE
	Expertises hydrauliques	Laurent MARIN
	Expertises acoustiques	Benoit BAUTHIAN

 **D'autres études techniques réalisées par ailleurs dans le cadre du projet sont citées dans la présente étude d'impact. Les rédacteurs de ces dossiers sont identifiés dans ces derniers annexés en fin d'étude.**

Tableau 31 - Détail de l'équipe intervenue pour la réalisation de l'étude d'impact

## 1.2 Élaboration de l'état initial

La réalisation de l'état initial d'un site est le point de départ de l'étude d'impact d'un projet d'aménagement. Cette analyse porte sur l'ensemble des thématiques nécessaires à la caractérisation de la sensibilité de l'environnement du site étudié par rapport aux caractéristiques du projet envisagé.

Il s'agit d'une photographie à t0 de la zone concernée. Elle est réalisée grâce à la compilation des données obtenues selon différents axes de travail et aire d'études, détaillés ci-après, selon le compartiment de l'environnement abordé.

## 9 Méthodologie mise en oeuvre

### **Recherches bibliographiques**

Un certain nombre de documents ou de bases de données existantes ont été recherchés et consultés afin de recueillir l'information connue au droit de la zone d'étude.

Ces recherches bibliographiques ont concerné en particulier :

- la faune et la flore : atlas départementaux de répartition des espèces, livres rouges d'espèces menacées, articles et publications diverses, études, etc. ;
- le paysage et le patrimoine naturel : atlas départemental, base de donnée Mérimée, Plan Local d'Urbanisme,...
- les eaux superficielles et souterraines : fiches de l'état des lieux de la Directive Cadre Eau, atlas départementaux des eaux souterraines, rapports hydrogéologiques, arrêtés de DUP,...
- les risques majeurs : le Dossier Départemental des Risques Majeurs, Bases de données Infoterre ou autre du BRGM, Plan de Prévention des Risques,...
- les documents d'urbanisme : qui permettent de prendre connaissance des orientations de planification et d'aménagement du territoire local et de s'assurer de la compatibilité du projet avec ces documents (PLU, SCOT...);

La majorité des sources sont indiquées dans le corps du document et les références bibliographiques consultées pour l'ensemble des thématiques abordées sont présentées dans le chapitre Bibliographie.

### **Consultations**

Dans le cadre du projet, un certain nombre d'acteurs ont été consultés, dans l'objectif de collecter leur avis et préconisations, et également recueillir des éventuelles données inédites pour alimenter le dossier.

- DEAL pour un cadrage préalable en août 2016, ainsi que son paysagiste et architecte conseil,
- ONF : confirmation que le projet n'était pas soumis à autorisation de défrichement,
- Département de la Réunion,
- Commune de Saint Paul,
- BE Géode (assistant hydraulique de la commune),
- la CREOLE.

### **Expertises de terrain**

Les expertises de terrain ont permis de compléter l'analyse du contexte du projet, établie sur la base de la bibliographie et des consultations, et de préciser de façon plus détaillée les caractéristiques de l'environnement à l'échelle des parcelles étudiées :

- des investigations de terrain par le paysagiste (Atelier LD),
- des inventaires naturalistes (Biotope),
- des expertises hydrauliques *in situ* (Atelier LD),
- des mesures acoustiques (A2MS).

Le détail de ces passages de terrain (dates et méthodologie appliquée) est présenté dans le volet suivant « Méthodologie spécifique à chaque thématique ».

## 9 Méthodologie mise en oeuvre

### 1.3 Analyse des impacts du projet sur l'environnement

Cette analyse consiste à superposer l'état initial et le projet envisagé par le maître d'ouvrage (localisation, opérations envisagées...) au moment de la rédaction du dossier. Les phases de chantier et d'exploitation y sont traitées.

Afin d'apprécier ces effets, l'analyse des retours d'expériences et plus généralement les analyses bibliographiques jouent un rôle important. La caractérisation de l'intensité des impacts est effectuée sur la base de critères quantitatifs (surface imperméabilisée, superficie d'habitats détruits,...) s'appuyant sur les éléments transmis par le maître d'ouvrage. La superposition, par cartographie, des enjeux identifiés dans l'état initial et des caractéristiques du projet permet une lecture objective des impacts sur l'environnement inhérents au projet.

### 1.4 Proposition de mesures d'évitement, de réduction et de compensation

Au regard des impacts du projet mis en exergue par l'analyse précédente et de leur intensité, des mesures doivent être prévues pour les éviter, les réduire ou les compenser. Ces mesures ont été élaborées dans un souci de cohérence d'échelle entre impact et mesure proposée. Là encore, les retours d'expérience sur les mesures les plus pertinentes à mettre en place jouent un rôle primordial dans leur définition, leur dimensionnement et leur coût.

### 1.5 Difficultés rencontrées pour la réalisation de la présente étude d'impact sur l'environnement

Les difficultés inhérentes à l'élaboration de cette étude concernent :

- les limites propres à chaque méthodologie d'investigation détaillées par la suite.
- à l'état d'avancement même du projet amenant des allers-retours multiples entre les différents intervenants dans la conception technique du projet.
- à des délais de réalisation de l'étude très contraints, ne facilitant pas les analyses à mener dans le cadre de l'étude d'impact.

## 9 Méthodologie mise en oeuvre

# 2 Méthodologie spécifique à chaque thématique

En fonction de l'axe environnemental étudié, l'approche et l'échelle de travail choisies ont été adaptées afin de s'assurer de la pertinence des éléments présentés dans cette étude.

## 2.1 Milieu physique

Les nombreuses bases de données en ligne d'organismes publics (Météo France, BRGM, SAGE, DREAL, ...) ainsi que leurs publications permettent de recueillir de multiples informations concernant le milieu physique (géologie, hydrogéologie, climat, ...). Pour chaque thème, il y a une présentation du contexte dans lequel s'insère le projet puis une analyse plus fine pour les parcelles concernées. Aucune analyse/expertise de terrain n'a été effectuée par le bureau Biotope concernant ce compartiment de l'environnement.

Atelier LD a mené des reconnaissances de terrain approfondi du secteur et de son voisinage amont concernant le volet hydraulique. 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). 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.

## 2.2 Milieu naturel

Suite à une première analyse bibliographique, des prospections d'inventaire et de vérification de terrain ont été réalisées, de façon à réaliser un état initial complet et d'analyser le site rapproché.

Elles se sont principalement axées sur :

- L'inventaire des milieux naturels (approche habitats)
- L'inventaire de la flore,
- L'inventaire de la faune (oiseaux et autre faune remarquable éventuelle).

Les campagnes d'expertise de terrain se sont déroulées les 1er août, le 05 octobre, le 05 décembre et le 14 décembre 2016, dans le cadre de la réalisation du diagnostic écologique en vue de la présente étude d'impact. Ces inventaires à différentes périodes de l'année, couvrant l'hiver et l'été australs, ont ainsi permis de bien appréhender les enjeux écologiques du site.

### 2.2.1 Inventaire de la flore et des habitats

Les prospections ont été réalisées dans l'objectif de dresser une cartographie précise et fonctionnelle des habitats naturels d'une part, et de faire l'inventaire des espèces végétales présentes dans la zone d'étude. Les inventaires de terrain ont notamment axé sur la recherche d'espèces rares, remarquables et/ou protégées. La nomenclature des plantes à fleurs et des fougères utilisée est celle de l'Index commenté de la flore vasculaire de la Réunion (Trachéophytes) du Conservatoire Botanique National de Mascarin (CBNM, v2013.2). En ce qui concerne les habitats, la nomenclature utilisée est la Typologie des Milieux Naturels de la Réunion (TDHR, v Oct.2014), ou Corine Biotope (v2012.1) pour les habitats non pris en

## 9 Méthodologie mise en oeuvre

compte dans le TDHR. Les travaux en cours concernant les listes d'espèces protégées (projet d'arrêt) ont également été prises en compte.

### 2.2.2 Inventaire de la faune

L'inventaire de la faune s'est déroulé en utilisant la méthode d'observation visuelle des espèces en présence sur la zone (en vol, présence de nids, observation, etc.). Un travail bibliographique a également permis d'affiner l'analyse.

Les expertises de terrain se sont particulièrement attachées à étudier la répartition des oiseaux forestiers et associés ainsi que la composition spécifique des différents points d'observation sur le linéaire de la zone d'étude (immédiate et environs proches).

Les principaux oiseaux recherchés sont les suivants (non exhaustif) :

- Rapaces et passereaux actifs en vol : le Busard de Maillard (*Circus maillardii*), la Salangane des Mascareignes (*Aerodroma francica*), l'Hirondelle des Mascareignes (*Phedina borbonica*), etc. ;
- Oiseaux forestiers : l'Oiseau lunettes gris (*Zosterops borbonicus*), la Tourterelle malgache (*Nesoenas picturata*) ;
- Oiseaux d'eau : la Poule d'eau (*Gallinula chloropus pyrrhorhoa*) et le Héron vert (*Butorides striata rutenbergi*).

Pour les insectes et reptiles, des transects ont été réalisés sur le site, à la recherche des espèces patrimoniales.

### 2.2.3 Synthèse des enjeux

Une synthèse globale des enjeux rattachés à l'aire d'étude est effectuée à partir du croisement des différentes bioévaluations. Cette évaluation objective des enjeux écologiques liés au site permet de dégager quels sont les éléments majeurs à prendre en compte dans le cadre du projet.

Les enjeux, pour tous les groupes étudiés, sont hiérarchisés selon trois niveaux (fort, moyen, faible). Ces enjeux découlent de l'intérêt écologique que ce soit sur le plan patrimonial ou fonctionnel. Cet intérêt est notamment évalué en fonction de la richesse spécifique et de l'intérêt écologique des milieux ou des espèces.

## 2.3 Patrimoine culturel – Analyse paysagère

Le processus d'élaboration du projet paysager compte deux temps majeurs : un temps d'analyse et de compréhension du site et des données disponibles, puis un temps de conception itératif avec le maître d'ouvrage et les partenaires du projet.

L'appropriation des données existantes par l'équipe LD est une phase fondamentale qui doit permettre de comprendre le site avec le plus de précision possible dans tous ses aspects et à différentes échelles. Nous passons un temps important sur cette phase de travail autant en investigation sur le terrain à discuter avec les habitants ou usagers du site, que dans l'étude des documents écrits, et des données topographiques et hydrauliques, car l'expérience sensible avec un lieu est irremplaçable.

Plusieurs visites sont nécessaires : en premier lieu la découverte libre, sans a priori, l'esprit ouvert et réceptif. Ensuite viennent les visites pour approfondir, vérifié, confronter les options envisagées à la réalité du terrain. Nous faisons toujours ces visites en équipe pluridisciplinaire pour enrichir notre palette de perceptions et partager nos approches.

## 9 Méthodologie mise en oeuvre

Cette expérience est complétée et confortée par l'analyse de tous les documents qui existent et nous enseignent utilement sur l'ensemble des composantes du site : PDU, PLU, DUP, PPRI, études géotechniques, plan topographique, études d'impact menées en parallèle, etc...

Il s'agit d'établir un diagnostic du site sur les volets urbains, humains, paysagers, viaires, réseaux, écologique, qui va ensuite guider l'élaboration de scénarios contrastés.

L'Atelier LD propose ainsi plusieurs scénarios programmatiques, afin de tester la capacité du site et déterminer avec la Maitrise d'ouvrage les formes urbaines et paysagères attendues. Il s'agira de préciser les grands éléments de programmation en termes de construction et d'équipement, de densité, de mixité et de définir la stratégie de commercialisation et de réalisation de ce programme.

Les hypothèses de programmation sont approfondies à mesure de l'avancement de la réflexion sur le projet par les choix fait par le MO et les partenaires du projet et à travers la mise en place du schéma d'aménagement.

Suite à la présentation des différents scénarios, notre équipe précise le scénario retenu et esquisse un schéma directeur d'aménagement.

### 2.4 Milieu humain

L'objectif de ce diagnostic est de présenter le contexte dans lequel s'insère le projet puis, à partir de ce constat, de déterminer si le projet constitue un véritable projet de développement économique à l'échelle du territoire étudié.

Pour effectuer cette synthèse socio-économique du territoire dans lequel s'insère le projet, il a été fait appel aux données de l'INSEE, de la DEAL, de l'Office du tourisme, ...

### 2.5 Acoustique

#### MODÉLISATION

La première étape de la simulation consiste à créer un modèle 3D de la zone d'étude en prenant en compte la topographie du site, l'implantation des bâtiments et des infrastructures routières. Ce modèle a été créé à l'aide du logiciel d'acoustique prévisionnelle IMMI 2014 et de l'ensemble des données du projet (topographie, plan de masse, typologie des bâtiments...).

A noter que le projet prévoit l'élévation de clôtures en limite de parcelles composées :

- en partie basse, de murs moellon d'une hauteur comprise entre 30 et 60cm par rapport au niveau de la voirie,
- en partie haute, de barreaudages bois ajourés montés jusqu'à un niveau de 2m au-dessus de la voirie.

Les barreaudages ajourés sont négligeables en termes d'affaiblissement acoustique vis-à-vis du bruit de trafic routier et n'ont donc pas été intégrés au modèle.

Les murs moellons de faible hauteur ne permettent pas à eux seuls de masquer le champ visuel entre les voies de circulation et les façades principales. Ils ne permettront pas de protéger les habitations du bruit de la circulation et, de la même façon, n'ont donc pas été ajoutés au modèle.

139 points récepteurs ont ensuite été implantés dans le modèle à 2m au-devant des façades les plus exposées au bruit des routes. Dans un modèle acoustique, les récepteurs sont des points particuliers au niveau desquels on souhaite connaître le niveau sonore reçu par une

## 9 Méthodologie mise en oeuvre

source de bruit. L'implantation de ces récepteurs a donc permis d'évaluer de manière quantitative le niveau sonore en façade des habitations.

Une fois le modèle de terrain finalisé, les caractéristiques de trafic ont été intégrées sur la base des données et hypothèses décrites en partie suivante.

### **HYPOTHÈSES DE TRAFIC**

Les hypothèses de trafic prises en compte dans la simulation sont les suivantes :

- Trafic sur la voie principale – Voies traversantes A, B et C
  - o 1600 véh/j au total, comprenant le trafic généré par les nouveaux logements et celui reporté depuis le quartier de Villèle, soit :
    - 90% du trafic en période jour 6h-22h, soit 1440 véhicules sur 16h => 88véh/h
    - 10% du trafic en période nuit 22h-6h, soit 160 véhicules sur 8h => 20véh/h
  - o Taux de poids lourds de 0,5%
  - o Vitesse de circulation de 50km/h
- Trafic sur les voies annexes – Voies de desserte D et E
  - o 430 véh/j au total, générés uniquement par les 116 logements du projet, soit :
    - Pour la Voie D* (représentant 25 logements sur les 116)
      - 90% du trafic en période jour 6h-22h, soit 84 véhicules sur 16h => 5,25véh/h
      - 10% du trafic en période nuit 22h-6h, soit 10 véhicules sur 8h => 1,25véh/h
    - Pour la Voie E* (représentant 39 logements sur les 116)
      - 90% du trafic en période jour 6h-22h, soit 130 véhicules sur 16h => 8,13véh/h
      - 10% du trafic en période nuit 22h-6h, soit 15 véhicules sur 8h => 1,88véh/h
  - o Taux de poids lourds de 0,0%
  - o Vitesse de circulation de 30km/h

## 2.6 Qualité de l'air

L'évaluation des nouvelles émissions de trafic est évaluée à partir du logiciel IMPACT-ADEME© version 2.0.

Les émissions polluantes sont évaluées à partir d'une estimation de trafic futur lié à la nouvelle opération. Un biais peut donc se produire par rapport à l'état futur en cas de sous-estimation des déplacements induits.

## 2.7 Urbanisme

Cette thématique a été abordée sur la base des documents d'urbanisme de Saint-Paul.

## 9 Méthodologie mise en oeuvre

### 2.8 Santé

Les principaux effets pathologiques des différents polluants et nuisances liés au projet notamment à l'infrastructure routière sont repris à partir d'études médicales reconnues.

### 2.9 Coûts et avantages collectifs et consommation énergétique

L'analyse s'appuie sur les circulaires ainsi que les recommandations issues des notes méthodologiques élaborées par le SETRA et le CERTU. La quantification des émissions a été évaluée à partir du logiciel Impact 2 de l'ADEME.

Les calculs reposent sur une estimation de trafic futur lié à la nouvelle opération. Un biais peut donc se produire par rapport à l'état futur en cas de sous-estimation des déplacements induits.

### 2.10 Analyse des effets cumulés

L'analyse des effets cumulés a été abordée sur la base des sources données sur les sites de la préfecture et de la DEAL de la Réunion.

A

# Annexes

## A Annexe 1, Arrêté n 2016-2396/SG/DRCTCV

### Annexe 1, Arrêté n°2016-2396/SG/DRCTCV

du 1er décembre 2016 portant décision d'examen au cas par cas pour l'opération d'aménagement « Lotissement du Golf et voirie de desserte de Villèle ». sur la commune de Saint-Paul.



**Liberté - Égalité - Fraternité**

**RÉPUBLIQUE FRANÇAISE**

## **PRÉFET DE LA RÉUNION**

Préfecture  
Direction des relations  
avec les collectivités territoriales  
et du cadre de vie  
Bureau de l'environnement

**ARRETE n° 2016-2396/SG/DRCTCV du 1<sup>er</sup> décembre 2016  
portant décision d'examen au cas par cas  
en application de l'article R. 122-3 du code de l'environnement  
pour l'opération d'aménagement «Lotissement du Golf et voirie de desserte de Villèle»  
sur la commune de Saint-Paul**

**LE PREFET DE LA REUNION**  
Chevalier de la Légion d'Honneur  
Officier de l'Ordre National du Mérite

**VU** la directive 2011/92/UE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2011 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, notamment son annexe III;

**VU** le code de l'environnement, notamment ses articles L.122-1 et R.122-2 et R.122-3 ;

**VU** l'arrêté du ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie en date du 26 juillet 2012 fixant le modèle du formulaire de la «demande d'examen au cas par cas» ;

**VU** la demande d'examen au cas par cas relative à l'opération d'aménagement «lotissement du golf» et voirie et desserte de Villèle, sur la commune de Saint-Paul présentée le 27 octobre 2016 par CBO Territoria, considérée complète le 9 novembre 2016 et enregistrée sous le numéro F.974.12. P.00152 ;

**VU** la consultation de l'agence de santé Océan Indien (ARS OI) en date du 18 novembre 2016 et l'absence d'avis reçu dans les délais réglementaires ;

### **CONSIDERANT que**

-il s'agit d'une opération d'aménagement d'un lotissement d'habitations de 124 logements (maisons individuelles et logements aidés), créant une surface plancher de 17200 m<sup>2</sup> et sur un terrain d'assiette de 49970 m<sup>2</sup>, ainsi que la création d'une voie de désenclavement du secteur de Villèle (sud/nord) jusqu'à la RD100 raccordée au «Golf de Bassin Bleu», reliant la route des Tamarins sur un linéaire de 2 km ;

-le projet consiste en la réalisation des travaux suivants :

- la création des lots à usage d'habitations et des voiries et réseaux (124 logements) ;
- les traitements des eaux pluviales avec la mise en place d'un système de rétention-infiltration sous forme de noues et de tranchées drainantes ;
- la création d'un cheminement piéton reliant Villèle à la coulée verte ;
- les défrichements ;
- la réalisation d'un traitement paysager par végétalisation du site pour améliorer le confort bio-climatique des bâtiments et en vue de la création d'un parc urbain ;

-le projet relève des rubriques du tableau annexé à l'article R.122-2 du code de l'environnement qui soumet à l'examen au cas par cas, 6<sup>de</sup> « toutes routes d'une longueur inférieure à 3 km » ; 7<sup>de</sup> Ouvrages d'arts «ponts», selon les variantes choisies (non définies à ce jour par le pétitionnaire) ;

### **CONSIDERANT que**

-le projet est situé essentiellement en espace urbanisé à densifier identifié au SAR et sur une zone agricole pour une très faible part ;

-le projet est compatible avec le règlement de la zone AU (qui autorise la réalisation d'un programme de logements) et A au PLU de la commune de Saint-Paul approuvé le 27 septembre 2012, et qui a fait l'objet d'une évaluation environnementale le 24 janvier 2012 ;

-le projet est situé en zone de prescriptions au Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) Inondation et Mouvements de Terrain, approuvé par la commune de Saint-Paul le 26 octobre 2016 qui autorise les constructions au titre de son règlement (sous conditions des secteurs jugés constructibles) ;

### CONSIDERANT que

- le projet est situé en grande partie sur une zone en friches et également sur un terrain agricole ; et qu'il traverse deux ravines, constituant un corridor écologique potentiel pour la circulation d'espèces d'oiseaux entre les différents réservoirs de biodiversité ;
- le pétitionnaire a fourni un inventaire écologique par le cabinet Biotope, révélant la présence d'espèces végétales protégées *Latania lontaroides* (lataniers) et *Terminalia benzoe* (benjoin), et de plusieurs espèces à forte valeur patrimoniale (libellules, papillons, l'endormi..);
- les impacts du projet sont élevés sur le milieu naturel par l'ampleur du projet, car les habitats pour la faune et la flore se situent sur la zone du projet, pour lesquels il convient de prendre les mesures d'évitement et de réduction pertinentes pour rendre non significatives les incidences du projet sur la biodiversité ;
- le site du projet présente un impact potentiel sur les oiseaux marins, volant à proximité du site de nuit et pouvant être gênés par les émissions lumineuses du projet, qui pourront être réduites par un éclairage adapté selon les recommandations de la SEOR ;

### CONSIDÉRANT que

- la zone d'implantation du projet est située en aléa mouvements de terrain élevé ;
- le projet traverse deux ravines sèches dont le pétitionnaire n'a pas encore défini les types d'ouvrages de franchissement ;
- le projet prévoit un traitement des eaux pluviales par la création de noues paysagères en bordure de voies, en relation avec les aménagements paysagers ;
- que l'impact du projet sur la dégradation du milieu aquatique et la gestion des eaux pluviales en phase travaux, comme en phase exploitation, devra respecter les obligations de l'arrêté préfectoral à établir dans le cadre de la procédure «loi sur l'eau» ;

### CONSIDERANT que

- le projet présente une sensibilité forte en termes de qualité de vie pour la population ;
- le projet présente un impact fort en termes d'afflux de personnes et de déplacements, qui nécessiterait une réflexion globale de structuration urbaine à l'échelle du quartier de Villèle, par exemple par une étude de trafic ;

**SUR** proposition du directeur de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DEAL) de La Réunion en date du 1<sup>er</sup> décembre 2016 ;

### ARRETE :

**Article 1 :** Le projet d'aménagement «Lotissement du Golf et voirie et desserte de Villèle», présenté le 27 octobre 2016 par CBO Territoria, considéré complet le 09 novembre 2016, est soumis à étude d'impact, en application de la section première du chapitre II du titre II du livre premier du code de l'environnement.

**Article 2 :** La présente décision, délivrée en application de l'article R.122-3 du code de l'environnement, ne dispense pas des autorisations administratives auxquelles le projet peut être soumis.

**Article 3 :** Le présent arrêté est notifié ce jour à CBO Territoria et publié sur le site internet de la préfecture de La Réunion.

Le préfet,  
Pour le Préfet et par délégation  
le Secrétaire Général

Maurice BARATE

#### Voies et délais de recours

##### 1 décision imposant la réalisation d'une étude d'impact :

Le recours administratif préalable est obligatoire sous peine d'irrecevabilité du recours contentieux :  
à adresser à Monsieur le préfet de La Réunion  
(formé dans le délai de deux mois suivant la mise en ligne de la décision sur le site internet de la préfecture)

Recours gracieux, hiérarchique et contentieux, dans les conditions de droit commun, ci-après.

##### 2 décision dispensant le projet d'étude d'impact :

Le recours gracieux :  
à adresser à Monsieur le préfet de La Réunion  
(formé dans le délai de deux mois, ce recours a pour effet de suspendre le délai du recours contentieux)

Le recours hiérarchique :  
à adresser à Madame la ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie  
(formé dans le délai de deux mois, ce recours a pour effet de suspendre le délai du recours contentieux)

Le recours contentieux :  
à adresser au Tribunal administratif de Saint-Denis de La Réunion  
(délai de deux mois à compter de la notification/publication de la décision, ou bien de deux mois à compter du rejet explicite du recours gracieux ou hiérarchique ou de son rejet implicite du fait du silence gardé par l'administration pendant deux mois)

## A Annexe 2, Liste floristique recensée

### Annexe 2, Liste floristique recensée

Liste des espèces floristiques recensées dans le cadre des inventaires menés à l'échelle de la zone d'étude immédiate.

NOM BOTANIQUE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE PRINCIPAL (Réunion)	STATUT SIMPLIFIÉ	RARETÉ RÉUNION	ENDÉMICITÉ	INVASIBILITÉ	PROTECTION RÉGIONALE	DÉTERMINATION ZNIEFF	LISTE ROUGE France IUCN 2010	FUTURE PROTECTION REGIONALE	ENJEU
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	Fabaceae	Cassi	Exotique	Commune.?	N.c	taxon exotique très envahissant en milieux naturels ou semi-naturels	N.c	N.c	N.c	N.c	Espèce invasive
Urochloa maxima (Jacq.) R.D. Webster	Poaceae	Fataque	Exotique	Très commune.?	N.c	taxon exotique envahissant en milieux naturels ou semi-naturels	N.c	N.c	N.c	N.c	Espèce invasive
Schinus terebinthifolia Raddi	Anacardiaceae	Faux poivrier	Exotique	Très commune.?	N.c	taxon exotique très envahissant en milieux naturels ou semi-naturels	N.c	N.c	N.c	N.c	Espèce invasive
Furcraea foetida (L.) Haw.	Asparagaceae	Choca vert	Exotique	Très commune.?	N.c	taxon exotique très envahissant en milieux naturels ou semi-naturels	N.c	N.c	N.c	N.c	Espèce invasive
Agave gr. Americanae	Asparagaceae	Choca bleu	Exotique	Peu commune.?	N.c	taxon exotique envahissant en milieux naturels ou semi-naturels	N.c	N.c	sp nouvelle	sp nouvelle	Espèce invasive
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	Fabaceae	Épinard	Exotique	Assez rare.?	N.c	taxon exotique très envahissant en milieux naturels ou semi-naturels	N.c	N.c	N.c	N.c	Espèce invasive
Litsea glutinosa (Lour.) C. Rob.	Lauraceae	Avocat marron	Exotique	Commune.?	N.c	taxon exotique très envahissant en milieux naturels ou semi-naturels	N.c	N.c	N.c	N.c	Espèce invasive

**A** Annexe 2, Liste floristique recensée

NOM BOTANIQUE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE PRINCIPAL (Réunion)	STATUT SIMPLIFIÉ	RARETÉ RÉUNION	ENDÉMICITÉ	INVASIBILITÉ	PROTECTION RÉGIONALE	DÉTERMINATION ZNIEFF	LISTE ROUGE France IUCN 2010	FUTURE PROTECTION REGIONALE	ENJEU
Solanum mauritianum Scop.	Solanaceae	Bringellier marron	Exotique	Très commune.	N.c	taxon exotique très envahissant en milieux naturels ou semi-naturels	N.c	N.c	N.c	N.c	Espèce invasive
Kalanchoe pinnata (Lam.) Pers.	Crassulaceae	Soudefaf	Exotique	Assez commune.?	N.c	taxon exotique envahissant en milieux naturels ou semi-naturels	N.c	N.c	N.c	N.c	Espèce invasive
Albizia lebeck (L.) Benth.	Fabaceae	Bois noir	Exotique	Assez commune.?	N.c	taxon exotique envahissant en milieux naturels ou semi-naturels	N.c	N.c	N.c	N.c	Espèce invasive
Lantana camara L.	Verbenaceae	Galabert	Exotique	Très commune.	N.c	taxon exotique très envahissant en milieux naturels ou semi-naturels	N.c	N.c	N.c	N.c	Espèce invasive
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth	Bignoniaceae	Bois pissenlit	Exotique	Commune.	N.c	taxon exotique très envahissant en milieux naturels ou semi-naturels	N.c	N.c	N.c	N.c	Espèce invasive
Tridax procumbens L.	Asteraceae	Casse-tout-seul	Exotique	Très commune.?	N.c	taxon exotique envahissant en milieux perturbés	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Antigonon leptopus Hook. et Arn.	Polygonaceae	Liane antigone	Exotique	Commune.?	N.c	taxon exotique envahissant en milieux perturbés	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.	Fabaceae	Tamarin d'Inde	Exotique	Commune.?	N.c	taxon exotique envahissant en milieux perturbés	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion

**A** Annexe 2, Liste floristique recensée

NOM BOTANIQUE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE PRINCIPAL (Réunion)	STATUT SIMPLIFIÉ	RARETÉ RÉUNION	ENDÉMICITÉ	INVASIBILITÉ	PROTECTION RÉGIONALE	DÉTERMINATION ZNIEFF	LISTE ROUGE France IUCN 2010	FUTURE PROTECTION REGIONALE	ENJEU
Ricinus communis L.	Euphorbiaceae	Tantan	Exotique	Assez commune.?	N.c	taxon exotique envahissant en milieux perturbés	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Cordia africana Lam.	Boraginaceae	Teck d'Arabie	Exotique	Assez rare.?	N.c	taxon exotique potentiellement envahissant	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Melia azedarach L.	Meliaceae	Grand lilas	Exotique	Assez rare.?	N.c	taxon exotique potentiellement envahissant	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Ehretia cymosa Thonn.	Boraginaceae	Bois malgache	Exotique	Assez rare.?	N.c	taxon exotique potentiellement envahissant	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Macroptilium atropurpureum (DC.) Urb.	Fabaceae	Siratro	Exotique	Assez rare.?	N.c	taxon exotique potentiellement envahissant	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Mimosa pudica L.	Fabaceae	Sensitive	Exotique	Commune.?	N.c	taxon exotique envahissant en milieux perturbés	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Momordica charantia L.	Cucurbitaceae	Margose	Exotique	Très commune.	N.c	taxon exotique potentiellement envahissant	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Passiflora foetida L.	Passifloraceae	Ti grenadelle	Exotique	Commune.	N.c	taxon exotique envahissant en milieux perturbés	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion

**A** Annexe 2, Liste floristique recensée

NOM BOTANIQUE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE PRINCIPAL (Réunion)	STATUT SIMPLIFIÉ	RARETÉ RÉUNION	ENDÉMICITÉ	INVASIBILITÉ	PROTECTION RÉGIONALE	DÉTERMINATION ZNIEFF	LISTE ROUGE France IUCN 2010	FUTURE PROTECTION REGIONALE	ENJEU
Cardiospermum halicacabum L.	Sapindaceae	Liane poc-poc	Exotique	Commune.?	N.c	taxon exotique envahissant en milieux perturbés	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Datura innoxia Mill.	Solanaceae	Herbe à Sitarane	Exotique	Commune.?	N.c	taxon exotique envahissant en milieux perturbés	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Syzygium cumini (L.) Skeels	Myrtaceae	Jamblon	Exotique	Assez commune.?	N.c	taxon exotique potentiellement envahissant	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Leonotis nepetifolia (L.) W.T. Aiton	Lamiaceae	Monte au ciel	Exotique	Peu commune.?	N.c	taxon exotique envahissant en milieux perturbés	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Tamarindus indica L.	Fabaceae	Tamarin des bas	Exotique	Peu commune.?	N.c	taxon exotique potentiellement envahissant	N.c	N.c	taxon de préoccupation mineure.	N.c	Risque invasion
Euphorbia heterophylla L.	Euphorbiaceae	Herbe de lait	Exotique	Commune.	N.c	taxon exotique envahissant en milieux perturbés	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Ipomoea carnea Jacq.	Convolvulaceae	0	Exotique	?	N.c	taxon exotique potentiellement envahissant	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray	Asteraceae	Fleur la fête des mères	Exotique	Assez rare.?	N.c	taxon exotique envahissant en milieux perturbés	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion

**A** Annexe 2, Liste floristique recensée

NOM BOTANIQUE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE PRINCIPAL (Réunion)	STATUT SIMPLIFIÉ	RARETÉ RÉUNION	ENDÉMICITÉ	INVASIBILITÉ	PROTECTION RÉGIONALE	DÉTERMINATION ZNIEFF	LISTE ROUGE France IUCN 2010	FUTURE PROTECTION REGIONALE	ENJEU
Grevillea robusta A. Cunn. ex R. Br.	Proteaceae	Grévillaire	Exotique	Assez rare.?	N.c	taxon exotique potentiellement envahissant	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Cyanthillium cinereum (L.) H. Rob.	Asteraceae	Herbe le rhum	Indigène ?	Commune.?	N.c	taxon exotique envahissant en milieux perturbés	N.c	N.c	taxon de préoccupation mineure.	N.c	Risque invasion
Tamarindus indica L.	Fabaceae	Tamarin des bas	Exotique	Peu commune.?	N.c	taxon exotique potentiellement envahissant	N.c	N.c	taxon de préoccupation mineure.	N.c	Risque invasion
Vachellia farnesiana (L.) Wight et Arn.	Fabaceae	Zépinard	Exotique	Assez rare.?	N.c	taxon exotique envahissant en milieux perturbés	N.c	N.c	N.c	N.c	Risque invasion
Carica papaya L.	Caricaceae	Papaye	Exotique	Rare.?	N.c	taxon exotique non envahissant	N.c	N.c	N.c	N.c	Espèce exotique non envahissant
Cascabela thevetia (L.) Lippold	Apocynaceae	Laurier jaune	Exotique	Nc.	N.c	taxon exotique non envahissant	N.c	N.c	N.c	N.c	Espèce exotique non envahissant
Saccharum officinarum L.	Poaceae	Canne à sucre	Exotique	Nc.	N.c	taxon exotique non envahissant	N.c	N.c	N.c	N.c	Espèce exotique non envahissant
Solanum lycopersicum L.	Solanaceae	Tomate	Exotique	Assez rare.?	N.c	taxon exotique non envahissant	N.c	N.c	N.c	N.c	Espèce exotique non envahissant

**A** Annexe 2, Liste floristique recensée

NOM BOTANIQUE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE PRINCIPAL (Réunion)	STATUT SIMPLIFIÉ	RARETÉ RÉUNION	ENDÉMICITÉ	INVASIBILITÉ	PROTECTION RÉGIONALE	DÉTERMINATION ZNIEFF	LISTE ROUGE France IUCN 2010	FUTURE PROTECTION REGIONALE	ENJEU
Amaranthus hybridus L.	Amaranthaceae	Brède pariétaire	?	Nc.	N.c	N.c	N.c	N.c	N.c	N.c	Aucun
Achyranthes aspera L.	Amaranthaceae	Herbe d'Eugène	Exotique	Commune.	N.c	N.c	N.c	N.c	taxon de préoccupation mineure.	N.c	Faible
Cynodon dactylon (L.) Pers.	Poaceae	Petit-chiendent	Indigène ?	Assez commune.?	N.c	N.c	N.c	N.c	taxon de préoccupation mineure.	N.c	Faible
Boerhavia coccinea Mill.	Nyctaginaceae	Bécabar batard	Indigène ?	Commune.	N.c	N.c	N.c	N.c	taxon de préoccupation mineure.	N.c	Faible
Heteropogon contortus (L.) P. Beauv. ex Roem. et Schult.	Poaceae	Herbe polisson	Indigène	Peu commune.?	N.c	N.c	N.c	N.c	taxon de préoccupation mineure.	N.c	Faible
Pellaea viridis (Forssk.) Prantl	Pteridaceae	0	Indigène	Assez commune.	N.c	N.c	N.c	N.c	taxon de préoccupation mineure.	N.c	Faible
Plumbago zeylanica L.	Plumbaginaceae	Pervenche à fleurs blanches	Indigène ?	Assez rare.?	N.c	N.c	N.c	N.c	taxon de préoccupation mineure.	N.c	Faible

**A** Annexe 2, Liste floristique recensée

NOM BOTANIQUE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE PRINCIPAL (Réunion)	STATUT SIMPLIFIÉ	RARETÉ RÉUNION	ENDÉMICITÉ	INVASIBILITÉ	PROTECTION RÉGIONALE	DÉTERMINATION ZNIEFF	LISTE ROUGE France IUCN 2010	FUTURE PROTECTION REGIONALE	ENJEU
Adiantum rhizophorum Sw.	Pteridaceae	0	Indigène	Peu commune.?	Réunion, Maurice, Rodrigues.	N.c	N.c	Complémentaire	taxon de préoccupation mineure.	N.c	Modéré
Terminalia bentzoë (L.) L. f.	Combretaceae	Benjoin	Indigène	Très rare.?	Réunion, Maurice, Rodrigues.	N.c	N.c	Déterminant	taxon en danger critique.	Liste 2012	Modéré Attention particulière, individus plantés
Latania lontaroides (Gaertn.) H.E. Moore	Arecaceae	Latanier rouge	Indigène	Très rare.?	Réunion.	N.c	N.c	Déterminant	taxon en danger critique.	Liste 2012	Modéré Attention particulière, individus plantés

## A Annexe 3, Notice hydraulique du site

### Annexe 3, 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.

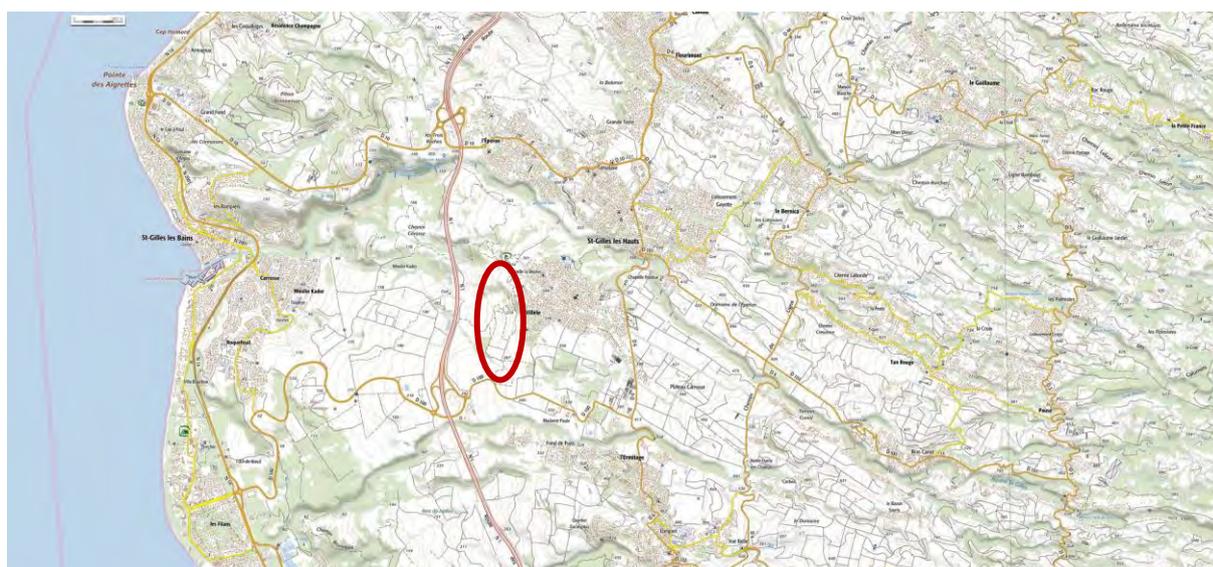


Figure 1 - Localisation de la zone d'étude

---

## 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

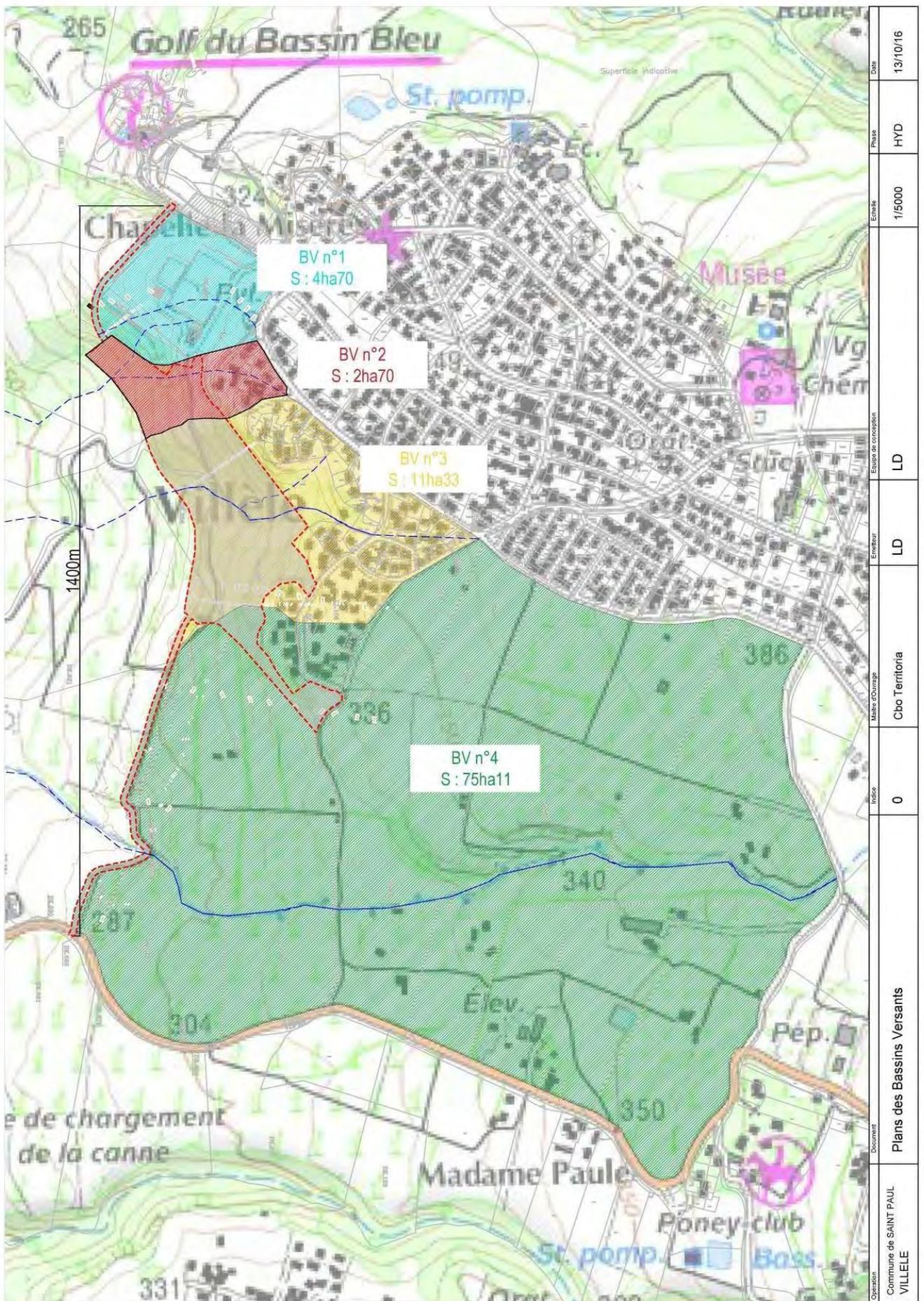


Figure 2 -Bassins Versants initiaux de la zone du projet

## 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.

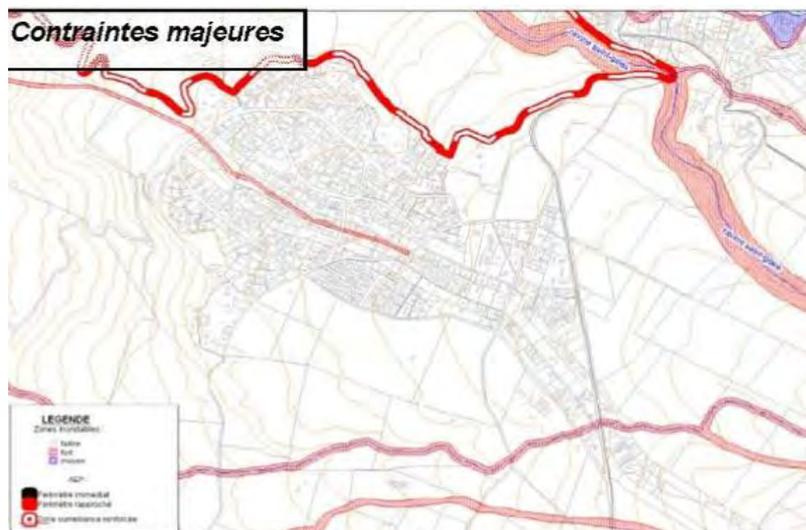
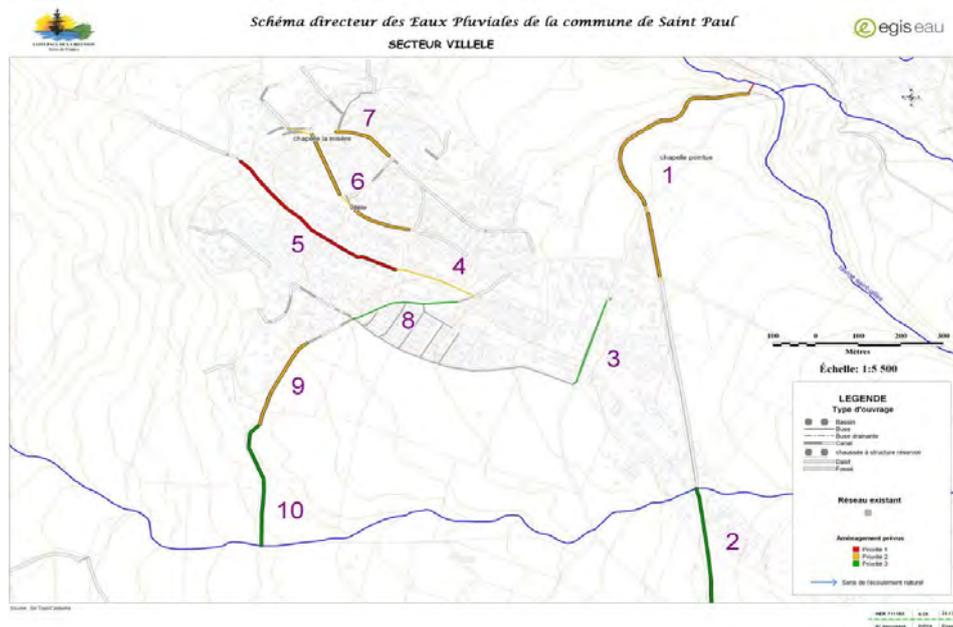


Figure 3 - Plan de Prévention des Risques lié aux Inondations

#### 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.

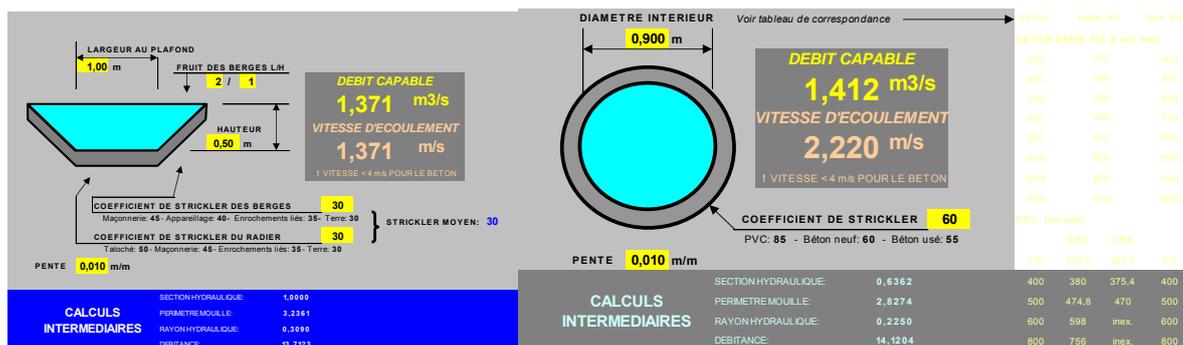
Privilégier les revêtements poreux, les toitures végétalisées.

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



## 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

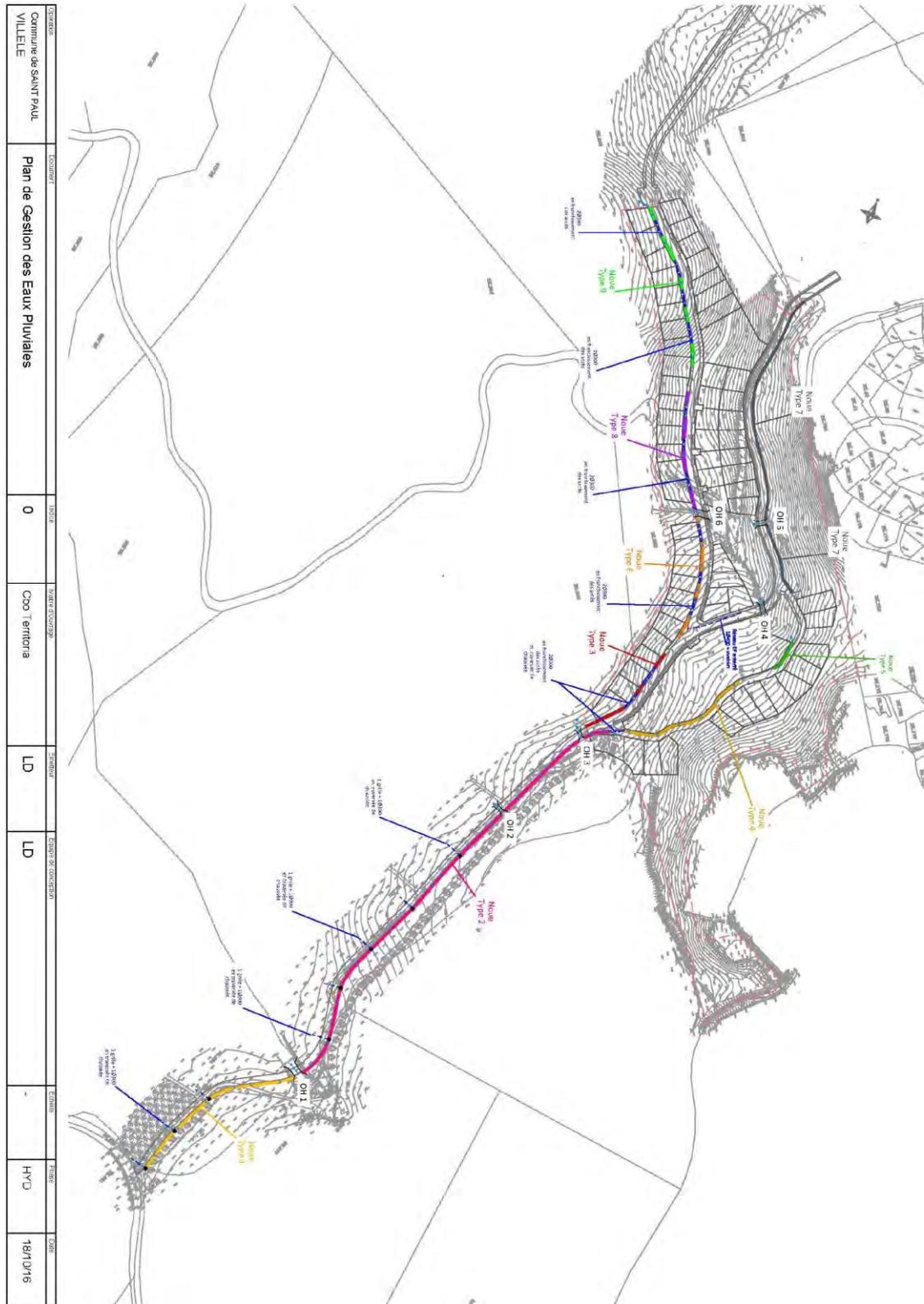
**9 m<sup>3</sup>**

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

**9 m<sup>3</sup>/ha imperméabilisé**

## CHAPITRE VII : DISPOSITIFS DE COLLECTE

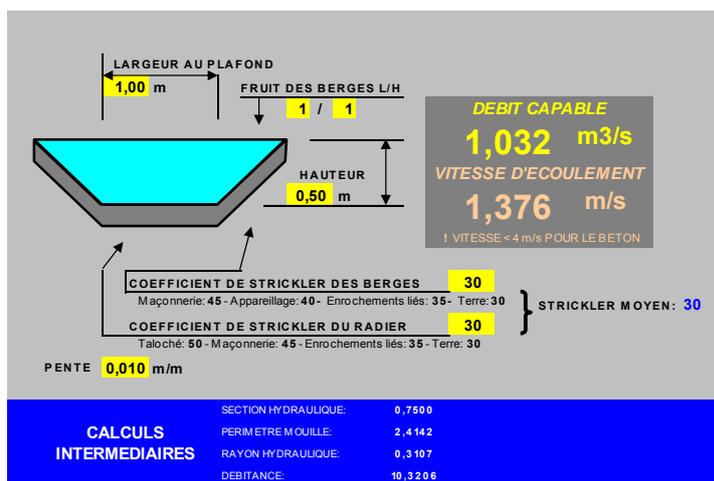
### 1) Plan de repérage des noues



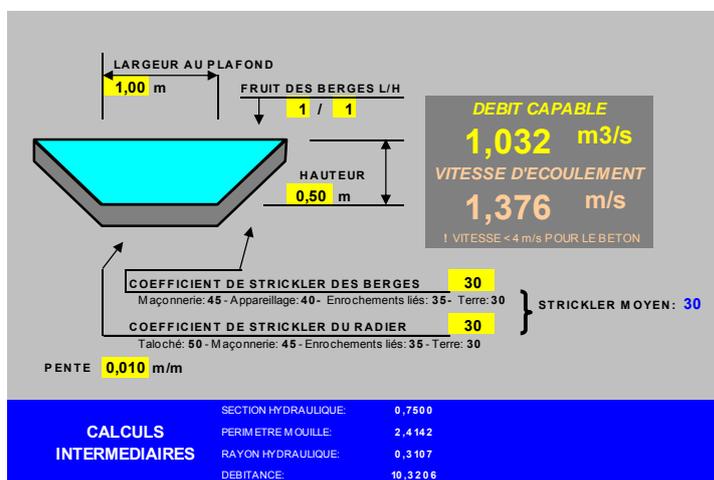
## 2) Caractéristiques des noues

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.

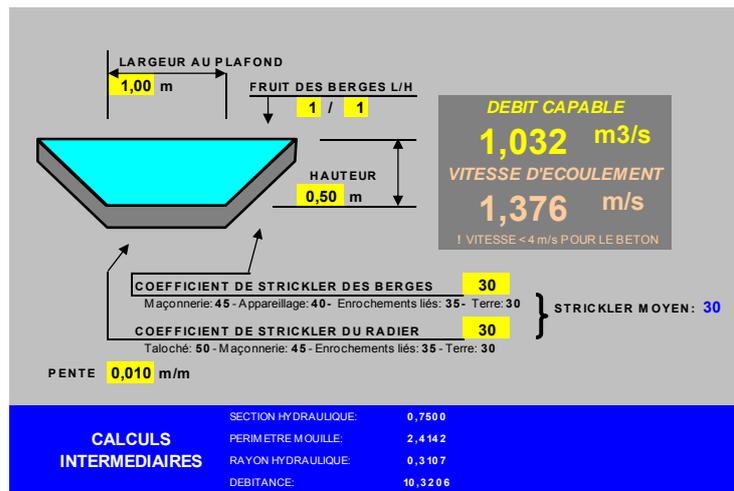
### Noue type 1 – Voie A– BV initial 4 (surface 3,49 ha) à 1% :



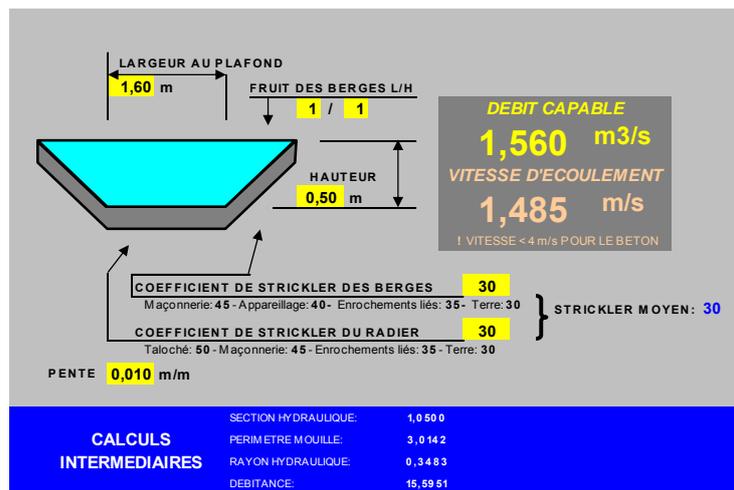
### Noue type 2 – Voie A– BV initial 4 (surface 5,7 ha) à 1% :



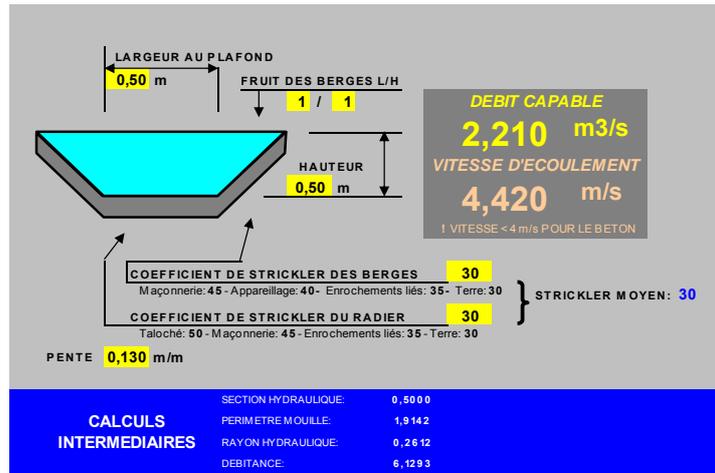
**Noue type 3 – Voie B.1 – Sous BV A – pente 10,8% à 1% :**



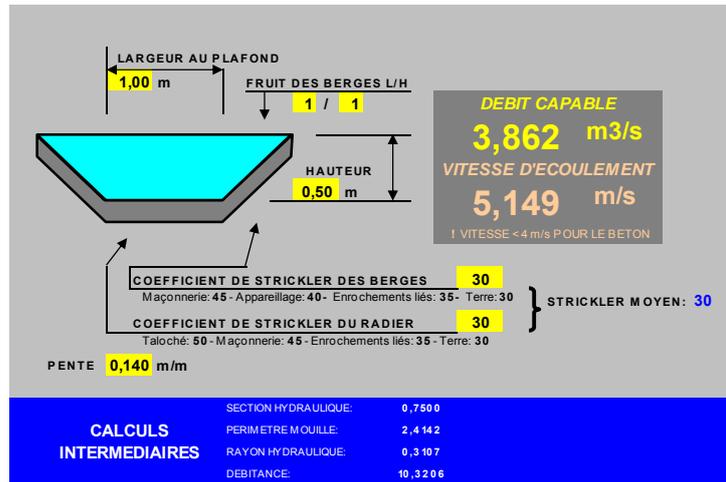
**Noue type 4 – Voie D – Sous BV B – pente 15% à 1% :**



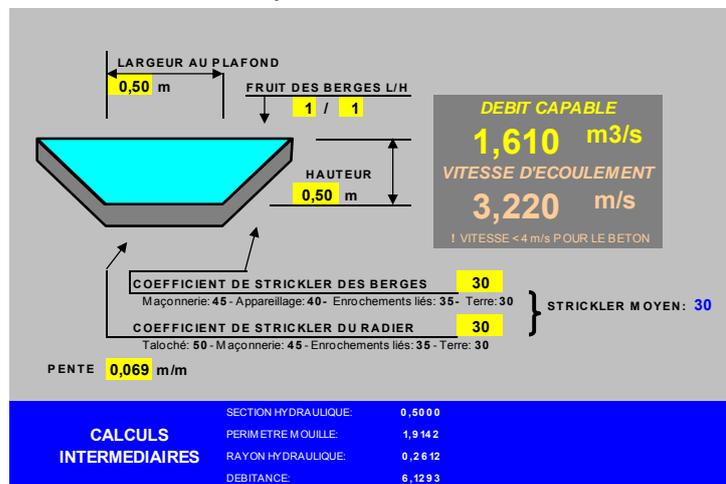
**Noue type 5 – Voie D – Sous BV D – pente 13%**



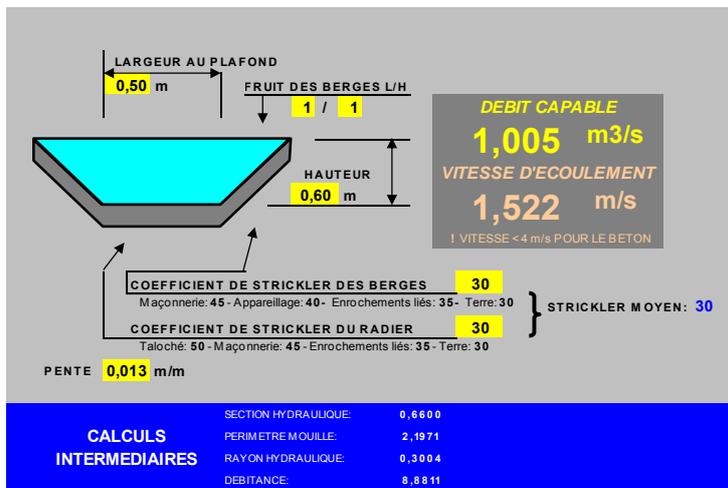
**Noe type 6 – Voie E – Sous BV C – pente 14%**



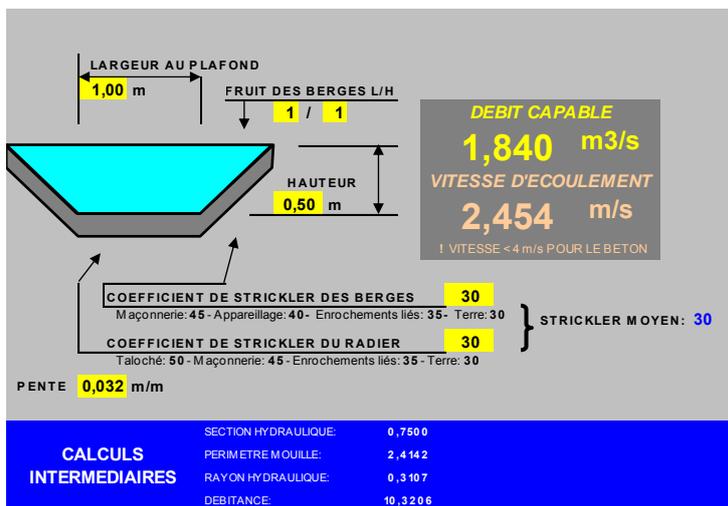
**Noe type 7 – Voie C – Sous BV D – pente 6,9%**



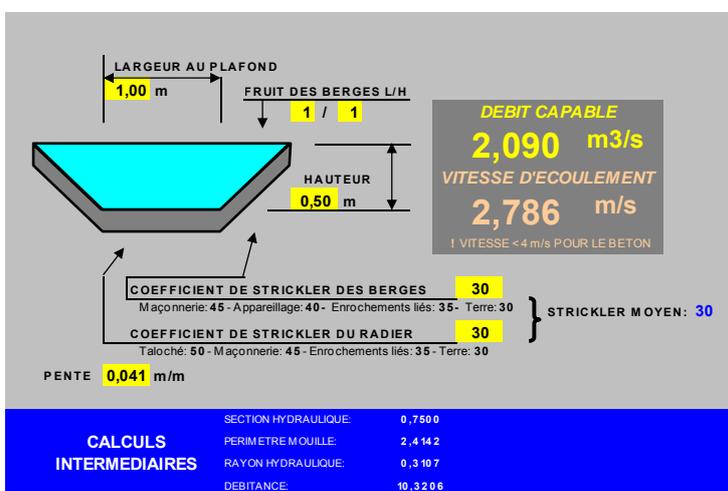
**Noue type 7 – Voie C – Sous BV E – pente mini 1,28%**



**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.

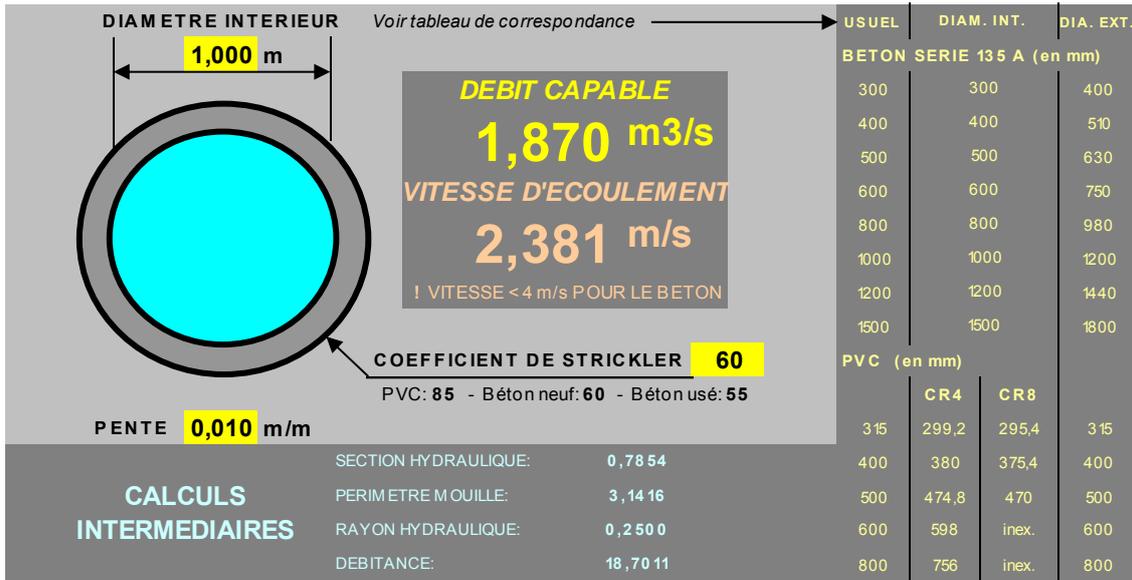
### 4) Dimensionnement des ouvrages de transparence hydraulique OH 4 et OH 5

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

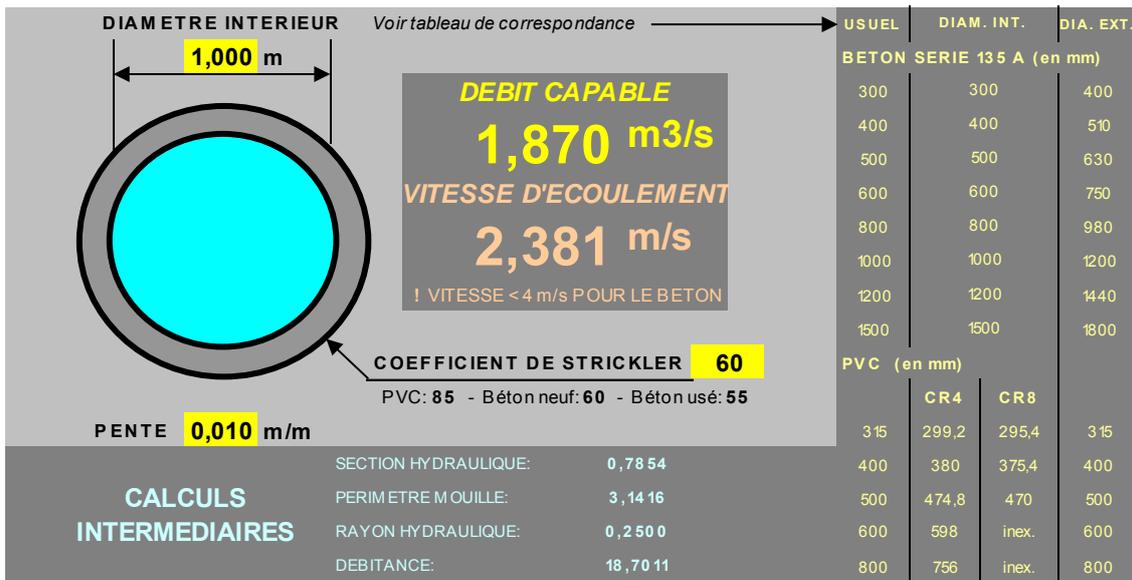
Les débits centennaux ont été estimés au prorata des surfaces des BV D et E par rapport au BV 3.

**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**.

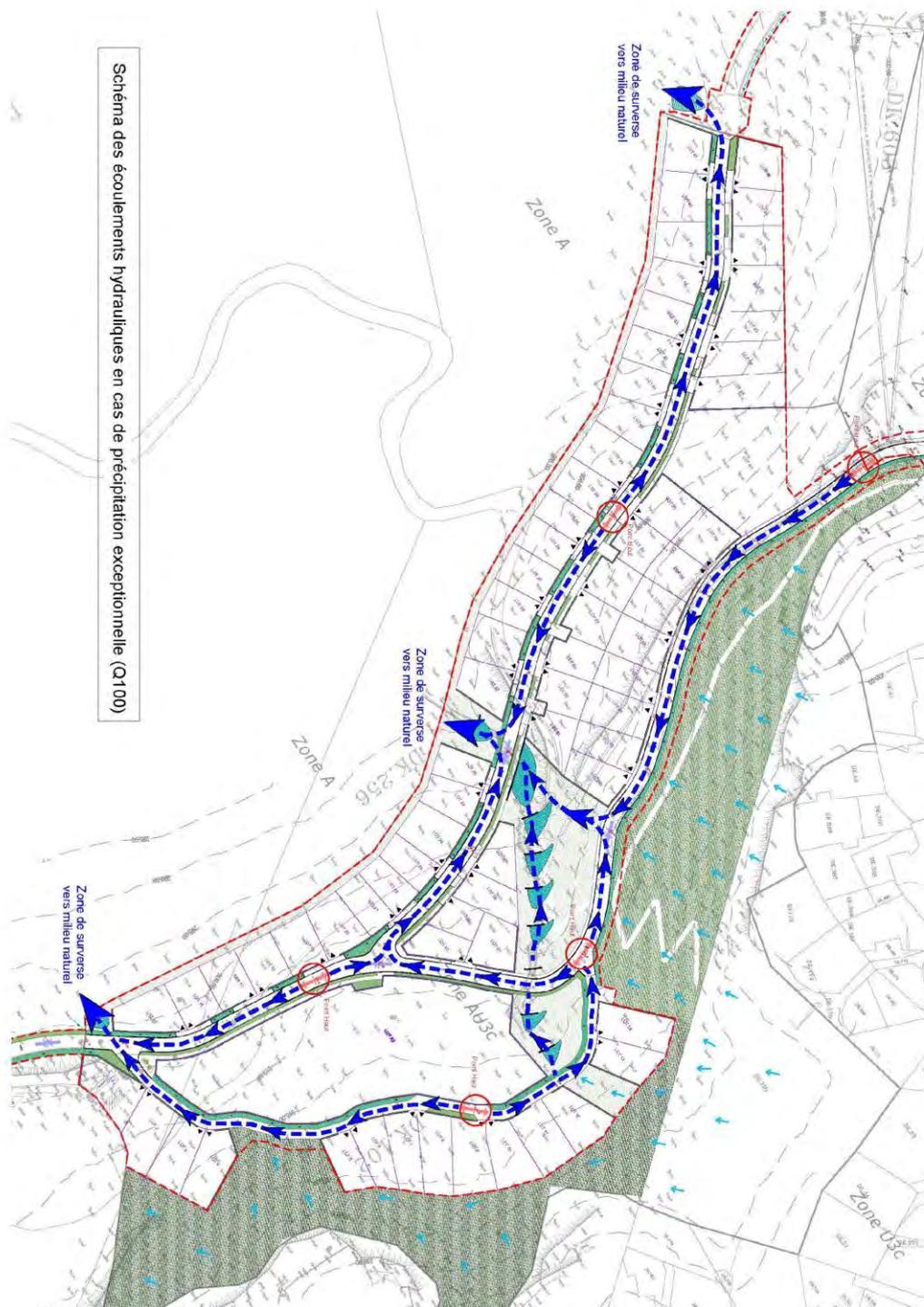
**OH5 – Talweg– Débit caractéristique Q100 1.06 m3/s :**



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 dévolution 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).

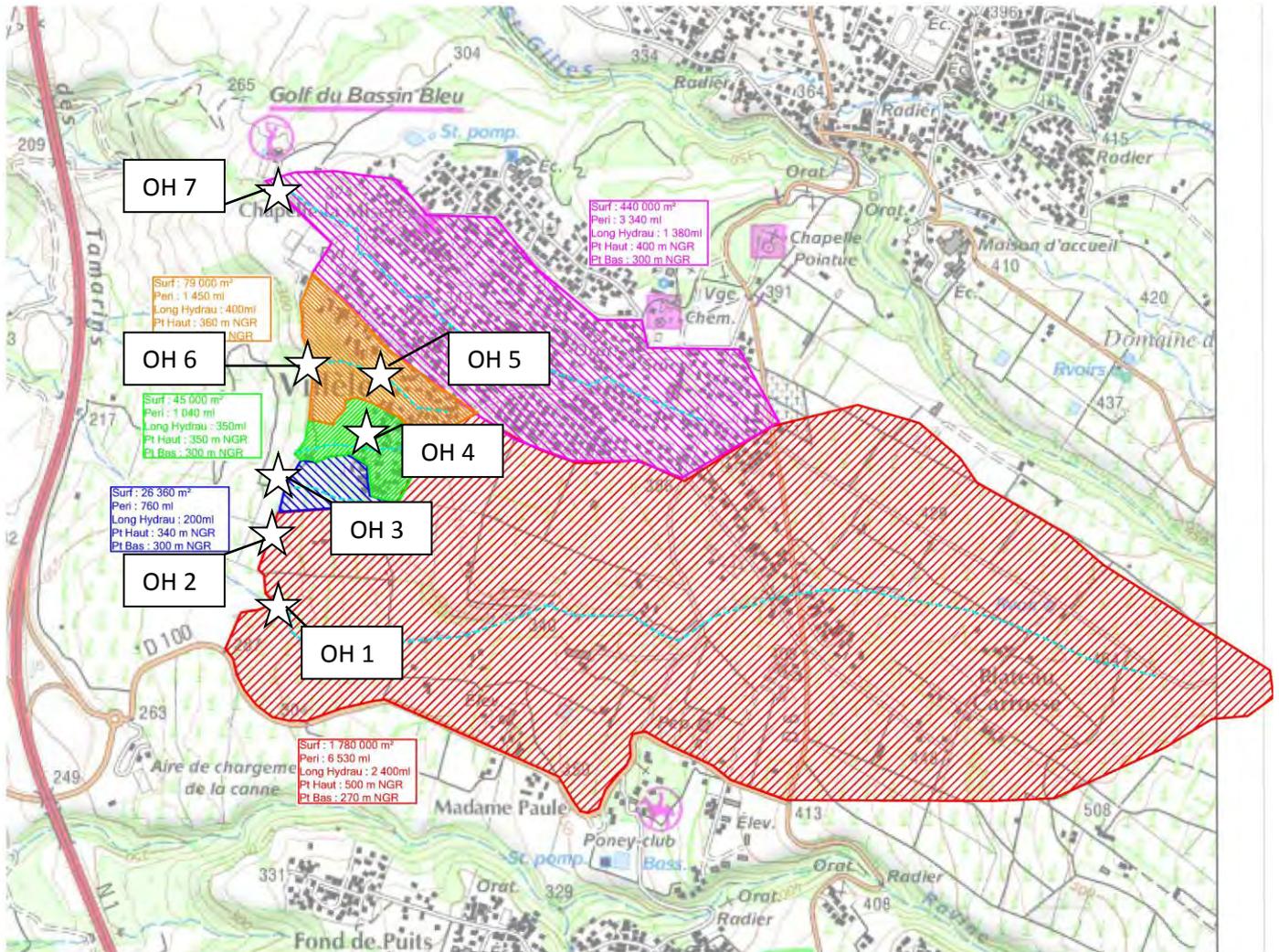


Figure 5 - Bassins Versants Ouvrages Hydrauliques

# 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  $Q_{100}$ .

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.

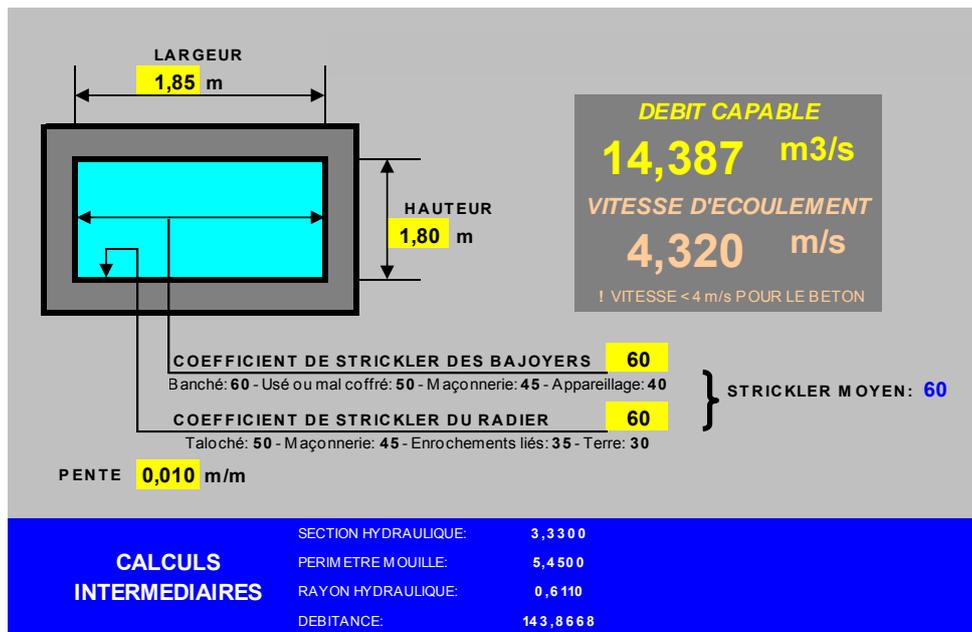
Bassin versant	OH	Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Pente (m/m)	Ouvrage	Débits capable (m3/s)	Longueur
Ravine Moulin Kader	OH1	27,8	0,01	2 Dalots préfabriqués 1,85 x 1,80 m	2 x 14,39	7,5 m
Talweg	OH2	1,5	0,01	2 Buses béton diamètre 800 mm	2 x 1,03	7,5 m
Talweg	OH3	2,5	0,01	2 Buses béton diamètre 1000 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

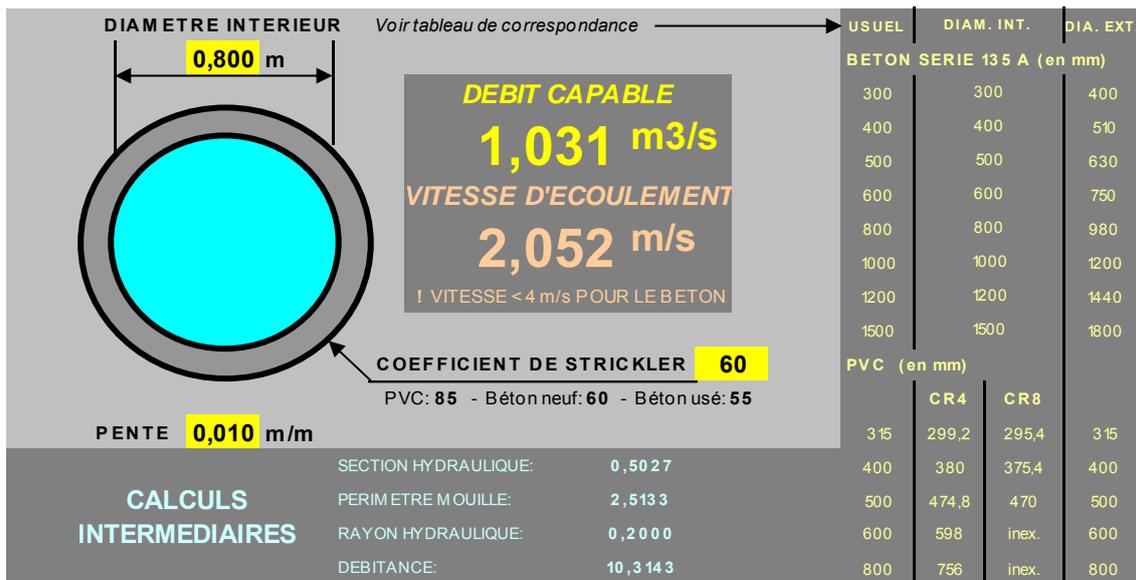
Les ouvrages hydrauliques ont été dimensionnés pour laisser le libre écoulement des eaux pluviales des bassins versants amont du projet, respectant le libre écoulement le long des talwegs et ravines. Le dimensionnement de ces ouvrages a été réalisé pour un débit de fréquence 100 ans. La capacité d'évacuation 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 :



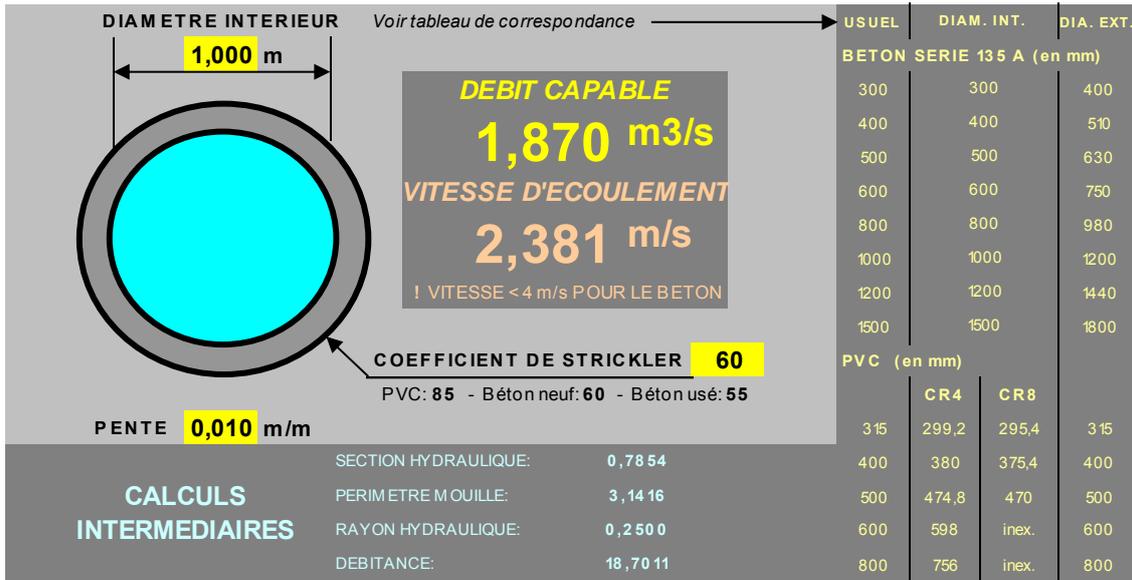
Il sera mis en place deux dalots préfabriqués ayant les dimensions ci-dessus. Débit capable des deux dalots = 2 x 14,387 = 28,77m<sup>3</sup>/s > Q100 caractéristique.

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



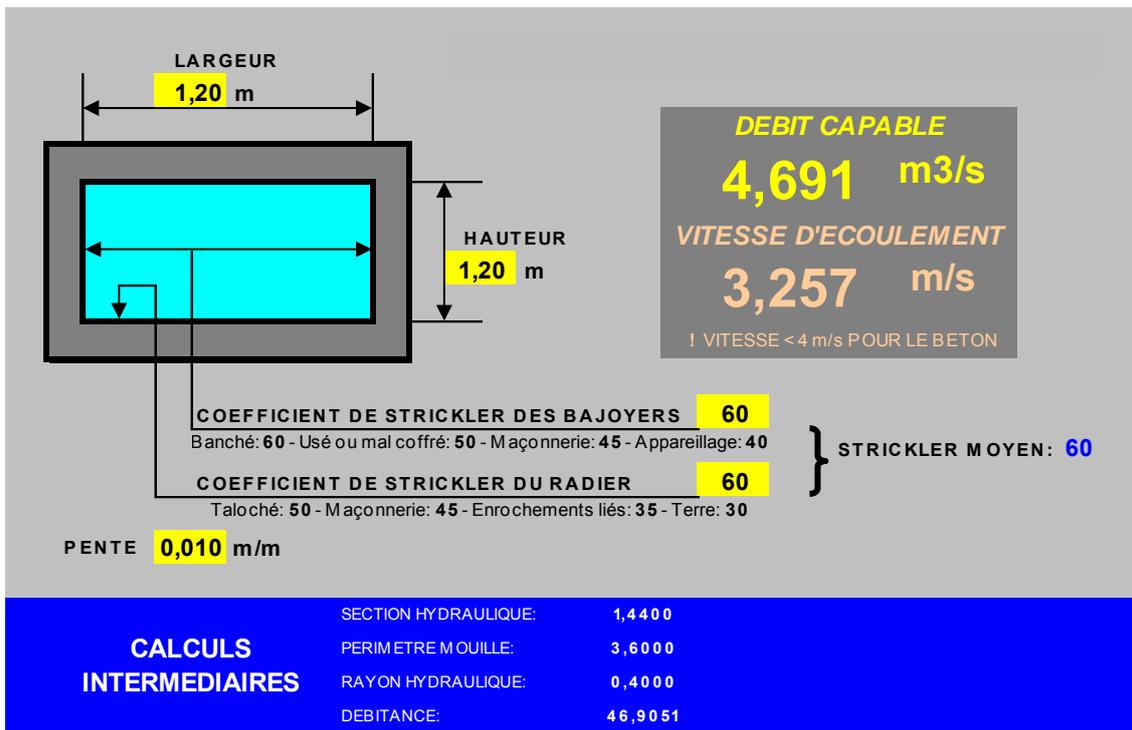
Il sera mis en place deux buses préfabriqués ayant les dimensions ci-dessus. Débit capable des deux buses = 2 x 1,031 = 2,062m<sup>3</sup>/s > Q100 caractéristique.

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



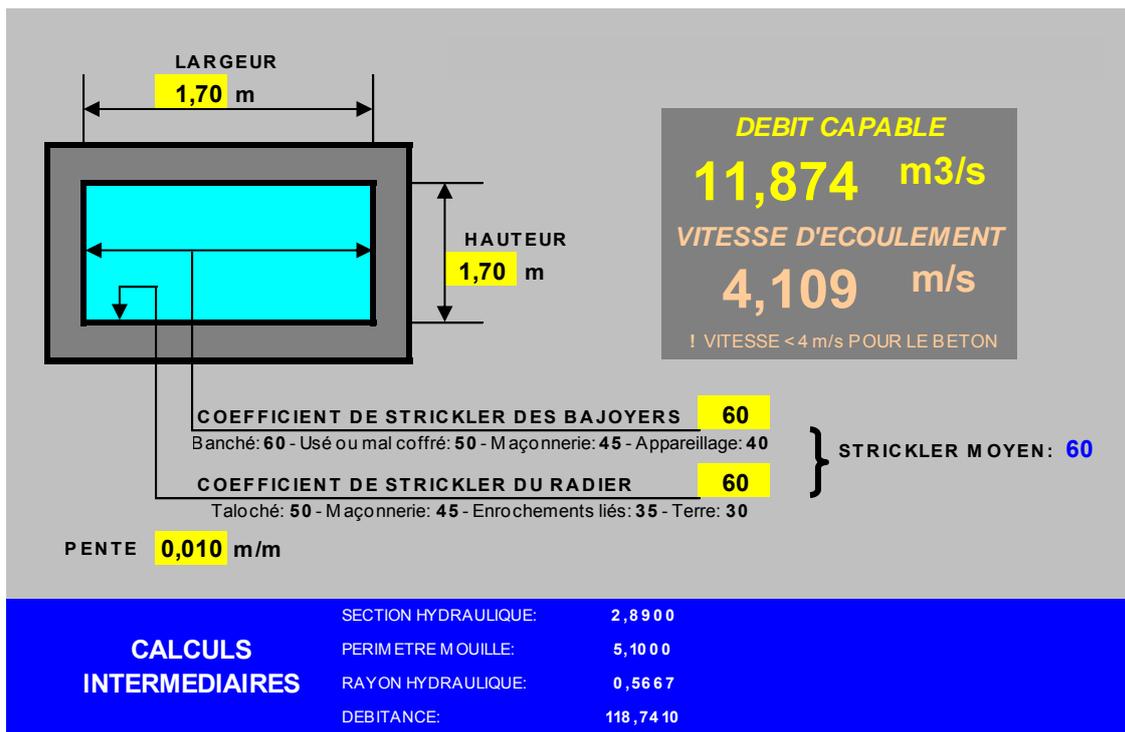
Il sera mis en place deux buses préfabriqués ayant les dimensions ci-dessus. Débit capable des deux buses =  $2 \times 1,87 = 3,74 \text{ m}^3/\text{s} > \text{Q100}$  caractéristique.

**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 =  $4,69 \text{ m}^3/\text{s} > \text{Q100}$  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.

## A Annexe 4, Étude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables

# Annexe 4, Étude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables

Phases 1, 2 et 3

TECSOL, Avril 2017



## Aménagement du Lotissement du Golf (Villèle) – Commune de Saint-Paul

### Etude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables

PHASE 1 : diagnostic et état des lieux des ressources  
énergétiques locales

PHASE 2 : mise en évidence des scénarios

#### MAÎTRE D'OUVRAGE :

**CBO Territoria**  
Cour de l'Usine – La Mare  
BP 105 – 97438 Sainte-Marie  
Tél : 0262 203 204



#### MAITRE D'ŒUVRE (mandataire) :

**ATELIER LD – LD AUSTRAL**  
5 rue André Lardy  
97438 Sainte-Marie  
Tél : 0262 47 04 21



#### BET Environnement – Écologie :

**BIOTOPE - AGENCE OCEAN INDIEN**  
910 chemin Lagourgue  
97440 Saint-André  
Tél : 0262 46 67 75 - Fax : 0262 46 06 81



#### BET Energies renouvelables :

**TECSOL Océan Indien**  
16, rue Claude Chappe – CS 71151  
97829 Le Port Cedex  
Tél. : 0262 55 15 24 - Fax : 0262 55 15 20



## Sommaire

---

<b>Sommaire .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Présentation et contexte de l'étude.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Localisation du site .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Accessibilité.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. Topographie .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Le projet d'aménagement global .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Recensement des potentialités énergétiques du site.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Energie thermique .....</b>	<b>6</b>
3.1.1. Energie solaire thermique .....	6
3.1.2. Biomasse.....	7
3.1.3. Biogaz .....	7
3.1.4. Géothermie.....	8
3.1.5. Conclusions sur les ressources en énergie thermique.....	8
<b>3.2. Energie électrique .....</b>	<b>8</b>
3.2.1. Eolien .....	8
3.2.2. Solaire photovoltaïque.....	9
3.2.3. Hydroélectricité .....	11
3.2.4. Energies marines .....	11
<b>3.3. Conclusion sur les énergies renouvelables exploitables sur le site du Lotissement du Golf...11</b>	<b>11</b>
<b>4. Le projet d'aménagement et recensement détaillé des besoins en énergie .....</b>	<b>13</b>
<b>4.1. Recommandations pour favoriser l'intégration des EnR dans la conception .....</b>	<b>13</b>
4.1.1. Orientation et bioclimatisme .....	13
4.1.2. Equipements solaires en toiture.....	13
<b>4.2. Détail des aménagements prévus .....</b>	<b>14</b>
4.2.1. La construction des logements .....	14
4.2.2. Le réseau d'éclairage.....	19
<b>5. Détermination du scénario énergétique optimal .....</b>	<b>20</b>
<b>5.1. Le scénario tendanciel : MDE (0% d'EnR).....</b>	<b>20</b>
<b>5.2. Le scénario maximaliste : 100% EnR.....</b>	<b>22</b>
<b>5.3. Scénario intermédiaire : MDE + EnR.....</b>	<b>23</b>
<b>6. Conclusion intermédiaire de l'étude (phases 1 et 2).....</b>	<b>26</b>
<b>7. Annexes .....</b>	<b>26</b>

## 1. Présentation et contexte de l'étude

Dans le cadre du projet d'aménagement du lotissement du Golf sur le secteur de Villèle sur la commune de Saint-Paul lancé par CBO Territoria, l'équipe de Maîtrise d'œuvre en charge du dossier souhaite réaliser une étude d'impact. A cette fin, une étude de faisabilité sur le potentiel énergétique de la zone est demandée. La présente étude de faisabilité portera sur le potentiel de développement en énergies renouvelables (« EnR », dans la suite du rapport) de la zone concernée par le permis d'aménager.

Conformément à la réglementation (code de l'urbanisme art. L. 128-4), l'objectif de l'étude est de fournir un état des lieux du potentiel en énergies alternatives sur le périmètre de l'opération et d'étudier les contraintes de mise en œuvre de ces énergies.

Cette étude, menée en 3 phases, permettra de dégager le potentiel d'énergies renouvelables exploitables sur le site pour la production d'eau chaude sanitaire ou d'électricité.

- ✓ Phase 1 : diagnostic et état des lieux des ressources énergétiques locales. Lors de cette étape, un point est fait sur l'état des ressources potentielles en EnR sur le site. Celles-ci sont ensuite corrélées avec le projet d'aménagement, notamment sur des bâtiments ciblés, ayant des besoins énergétiques.
- ✓ Phase 2 : mise en évidence des scénarios. Il sera proposé 3 scénarios de mises en œuvre de système de production énergétique, avec des degrés d'intégration des EnR variables. Ces scénarios tiendront compte du projet d'aménagement, des plans de la maîtrise d'œuvre (issus de l'AVP, disponible à ce jour) et seront comparés pour mettre en évidence leurs avantages et inconvénients sur les plans technique, économique et environnemental.
- ✓ Phase 3 : plans d'actions. Après échange avec la maîtrise d'ouvrage, le scénario retenu sera approfondi pour faire ressortir le plan d'actions détaillé ainsi qu'une estimation financière plus fine.

Ce présent rapport constitue la première phase de diagnostic et la deuxième phase de mise en évidence de scénarios.

### 1.1. Localisation du site



Le périmètre à aménager se situe le site de Villèle surplombant la baie de Saint-Gilles. Il est localisé sur la commune de Saint-Paul.

**Coordonnées GPS :**  
21°03'31"S ; 55°15'21"E.

*Figure 1 : Vue aérienne du site d'aménagement (source : Google Earth)*

## 1.2. Accessibilité

Le site de Villèle est accessible depuis la RN1 (Route des Tamarins) puis la route départementale RD100. La route amène à l'entrée du site, à l'extrémité Sud-Est du périmètre d'étude (repéré en pointillé rouge ci-dessous) sur le Chemin des Primevères.



*Figure 2 : Plan du site (source : Géoportail)*

## 1.3. Topographie

Le terrain présente une topographie favorable à l'aménagement d'un lotissement résidentiel, avec des pentes irrégulières de 15 à 25% sur l'ensemble du site. La construction tiendra compte de cette topographie particulière ainsi que d'un talweg existant au centre du site d'étude.

L'altitude du site par rapport au niveau de la mer est d'environ 330 m. L'éloignement de la côte est estimée à 3100 m.

## 2. Le projet d'aménagement global

L'aménagement du Lotissement du Golf concerne la zone urbaine de Villèle et propose 116 logements, individuels et collectifs, répartis sur une zone de près de 5 hectares. Le projet inclut la construction de logements, la mise en œuvre de voies de circulation et de voies piétonnes, l'extension du réseau d'éclairage public, un reboisement du site, la préservation et l'intégration urbaine des talwegs existants et la création d'un réseau de gestion des eaux de pluies.



*Figure 3 : Plan complet des aménagements prévus sur le Lotissement du Golf (issu de la notice de présentation PA02)*

Voici les principales actions d'aménagement qui ont été recensées dans le cadre de l'avant-projet par la Maîtrise d'œuvre et qui sont retenues dans le cadre de l'étude de potentiel énergétique :

- La construction des 116 logements sur environ 30 000 m<sup>2</sup> ;
- L'extension du réseau d'éclairage public.

Les autres actions du plan d'aménagement ne requièrent pas un regard particulier sous l'angle énergétique, par manque d'intérêt ou tout simplement de besoin.

### 3. Recensement des potentialités énergétiques du site

Sont considérées comme énergies renouvelables les sources d'énergie prévues dans l'article 29 de la loi n°2005-781 du 13 juillet 2005, fixant les orientations de la politique énergétique : « les sources d'énergies renouvelables sont les énergies éolienne, solaire, géothermique, aérothermique, hydrothermique, marine et hydraulique, ainsi que l'énergie issue de la biomasse du gaz de décharge, du gaz de stations d'épuration d'eaux usées et du biogaz. ».

Les énergies renouvelables sont des énergies qui se régénèrent constamment, leur valorisation ne limite donc pas leur utilisation future.

Les besoins énergétiques sur le site seront de 2 natures : thermiques (production d'eau chaude) et électriques. Voici les filiales renouvelables qui existent et leur potentiel sur notre territoire insulaire.

#### 3.1. Energie thermique

Sont présentées dans cette partie, les énergies renouvelables destinées à la production de chaleur.

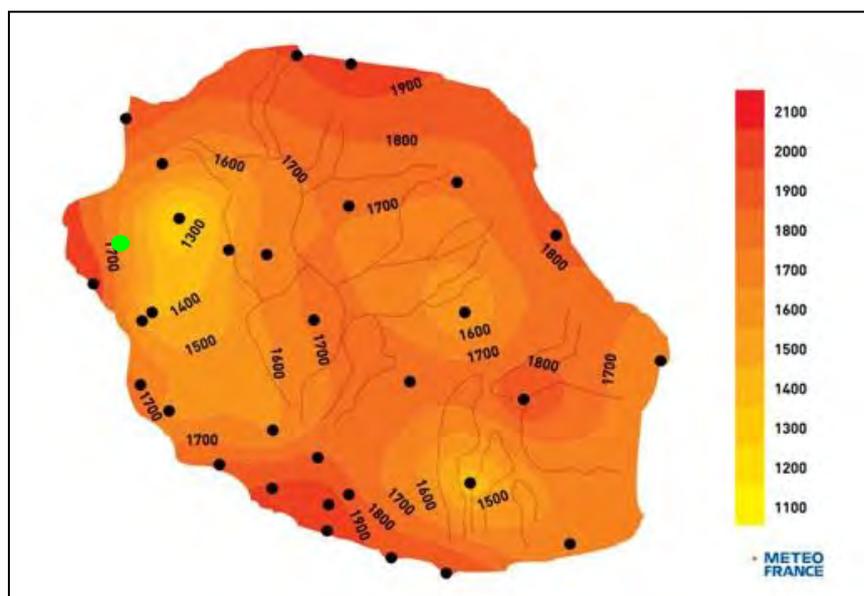
##### 3.1.1. Energie solaire thermique

Il s'agit de capter de rayonnement solaire via un capteur, qui redistribue l'énergie qu'il contient par le biais d'un fluide caloporteur (eau ou air) et d'un circulateur (pompe). Cette énergie est utilisée pour la production d'eau chaude sanitaire pour divers secteurs : logements, tertiaires...

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Production électrique évitée (GWh) en 2015
Solaire thermique Individuel en m <sup>2</sup>	250 920	296 200	337 600	379 360	410 660	443 320	474 800	499 010	523 620	544 750	567 010	212,6
Solaire thermique collectif en m <sup>2</sup>	7 130	10 810	14 270	18 080	22 800	27 700	31 300	34 550	36 510	38 300	38 470	23,1
<b>TOTAL</b>	<b>258 050</b>	<b>307 010</b>	<b>352 870</b>	<b>397 440</b>	<b>433 460</b>	<b>471 020</b>	<b>506 100</b>	<b>533 560</b>	<b>560 130</b>	<b>583 050</b>	<b>605 480</b>	<b>235,7</b>

*Figure 4 : Etat des lieux des installations solaires thermiques installées jusqu'en 2015 et économie d'électricité générée (source : BER 2015)*

Le rayonnement global est la somme du rayonnement direct et du diffus (réverbération du rayonnement direct sur l'environnement proche, par exemple immeuble, végétation...).



*Figure 5 : Cumul moyen annuel du rayonnement global horizontal en kW/m<sup>2</sup> (donnée Météo France)*

On constate que nous sommes situés dans une des zones les plus irradiées de l'île avec un rayonnement cumulé global moyen estimé entre 1600 et 1700 kWh/m<sup>2</sup>/an. Le système solaire thermique permet de convertir environ 70% de cette irradiation en chaleur.

Dans la mesure du possible, il faut éviter les masques environnants, qui peuvent être dus à un bâtiment ou de la végétation abondante, et orienter les toitures à équiper le plus au Nord possible avec un angle optimal correspondant à la latitude du lieu concerné (optimum entre 15 et 30° à la Réunion).

Dans l'objectif de protéger le patrimoine bâti, il existe plusieurs types de protections mises en places : secteur sauvegardé, site classé, zone de protection du patrimoine architectural, monument historique, site inscrit. Ces zones impliquent une restriction de l'implantation d'équipement solaire en toiture à proximité. A priori, le secteur à aménager n'entre dans aucune de ces zones.

Il n'y a donc aucune contrainte réglementaire à la mise en œuvre de capteurs solaires en toiture.

Cela en fait une énergie renouvelable intéressante au vu du projet.

### 3.1.2. Biomasse

Il s'agit de l'énergie produite à partir de la dégradation d'une matière biodégradable. L'énergie est libérée sous forme de chaleur lors de la combustion de la matière organique, ou après méthanisation, et est utilisée directement pour produire de la chaleur.

Sources	Valorisation
Bagasse issue de la canne à sucre	Combustion
Bagasse issue de la canne fibre	Combustion
Bois énergie (bois issus de l'exploitation des espaces boisés et produits connexes)	Combustion
Fractions Fermentescibles des Ordures Ménagères (FFOM)	Méthanisation
Effluents de station d'épuration et agro-alimentaires	Méthanisation
Effluents d'élevages	Méthanisation

*Figure 6 : Filières de biomasse à la Réunion en 2011 (source : SRCAE)*

Aujourd'hui, la bagasse issue de la canne à sucre est utilisée dans les centrales « charbon-bagasse » situées à Bois Rouge et au Gol. La biomasse assure la production environ la moitié de l'année, en période de récolte cannière, le reste de l'année c'est le charbon qui permet d'assurer la production des deux centrales thermiques.

La filière bois énergie, elle, comprend plusieurs sources, comme les déchets verts, le bois et les produits connexes du bois. Selon l'ADEME en 2010, le bois énergie ne fait pas l'objet de valorisation énergétique représentative sur notre île.

### 3.1.3. Biogaz

Le biogaz est issu de la décomposition organique de la matière organique, appelée méthanisation. Ce processus a lieu naturellement dans les centres de stockage de déchets ou peut utiliser les boues d'épuration. On peut produire de l'électricité, de la chaleur (en cogénération) et du carburant.

En 2015, l'unité de méthanisation mise en place par la distillerie Rivière du Mat a permis de substituer une consommation de fioul domestique d'environ 440 m<sup>3</sup>, en fonctionnant saisonnièrement en période cannière (6 mois par an).

Il n'y a pas de besoin suffisamment important en chaleur, comme nous le verrons par la suite pour envisager de mettre en place ce type de filière sur notre site d'étude.

### 3.1.4. Géothermie

L'énergie issue de la chaleur originelle de la terre peut être considérée comme une énergie renouvelable car la quantité d'énergie stockée dépasse de loin notre échelle de temps. Elle peut être récupérée uniquement lorsque des failles particulières lui permettent de remonter à la surface. Selon le niveau de température du réservoir géothermique, il est envisagé de produire de la chaleur ou de l'électricité.

Pour l'instant à la Réunion, cette énergie représente un fort potentiel, compte tenu de l'activité sismique et volcanique qui fait de notre île un « point chaud » de l'Océan Indien. Cependant, la filière est à l'étape d'exploration par le BRGM. La chaleur géothermique vu son potentiel ne serait intéressante que pour un réseau de chaleur ou une production massive.

Cette potentialité ne s'applique pas aux contours de notre projet.

### 3.1.5. Conclusions sur les ressources en énergie thermique

Voici l'évolution de la consommation de chaleur d'origine renouvelable à la Réunion jusqu'en 2014.

EN ktep	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
VAPEUR UTILISÉE PAR LES USINES SUCRIÈRES	36,6	39,5	41,3	48,5	40,7	47,8	46,9	47,7
SOLAIRE THERMIQUE	11,6	13,2	14,4	15,7	16,9	17,9	18,8	19,5
BIOGAZ*	-	-	-	-	0,4	0,6	0,8	0,5
<b>TOTAL</b>	<b>48,5</b>	<b>52,7</b>	<b>55,7</b>	<b>64,2</b>	<b>58,0</b>	<b>66,2</b>	<b>66,5</b>	<b>67,7</b>
TAUX DE CROISSANCE (%)	-	+8,7 %	+5,7 %	+15,3 %	-9,7 %	+14,1 %	+0,5 %	+1,8 %

Aujourd'hui à la Réunion, l'industrie et le résidentiel-tertiaire représentent les plus gros consommateurs de chaleur. L'industrie sucrière comme une partie de la chaleur produite par les centrales thermiques du Gol et de Bois Rouge (récupération, assimilée aux EnR), pour la combustion de la bagasse. Le secteur résidentiel-tertiaire consomme de l'eau chaude solaire en grande partie.

Pour des raisons évidentes de gisement mais aussi de besoins énergétiques, nous ne retiendrons que l'énergie solaire thermique dans le cadre de notre étude.

## 3.2. Energie électrique

Les énergies renouvelables destinées à la production d'électricité sont abordées dans cette partie.

### 3.2.1. Eolien

L'énergie du vent peut permettre de produire de l'électricité par conversion de l'énergie mécanique via un aérogénérateur (ou éolienne). L'énergie éolienne est tributaire de la présence à proximité d'une ligne électrique. Les éoliennes peuvent être installées sur terre ou en mer (offshore).

On distingue deux types de production selon la taille et la puissance du matériel :

- × Le petit éolien ou éolien domestique, dont la puissance est inférieure à 1MW ;
- × Le grand éolien, au-delà de ce seuil de puissance.

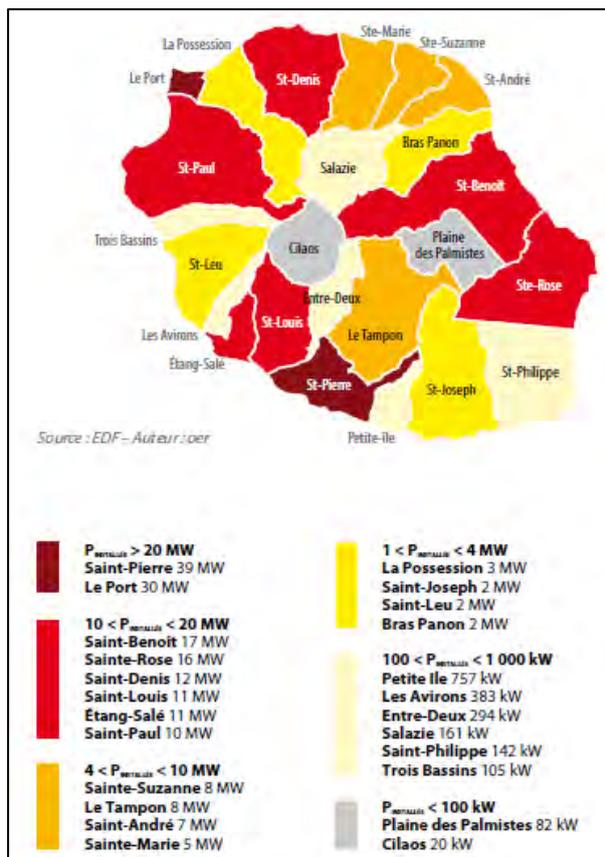
Depuis 2006 et les débuts de l'énergie éolienne, la Réunion compte actuellement deux parcs d'une puissance totale de 16.5 MW, installés dans l'Est. La ressource anémométrique est importante notamment sur les côtes et permettrait de faire de l'éolien une ressource potentiellement très exploitable.

Cependant, le contexte cyclonique de notre île impose qu'en cas de vents violents les éoliens puissent être rabattables. Le coût d'investissement est alors plus important que celui d'un aérogénérateur classique, limitant ainsi le développement de cette énergie renouvelable sur le territoire.

### 3.2.2. Solaire photovoltaïque

Les modules photovoltaïques (PV) permettent la conversion de l'énergie lumineuse (photon) en électricité. Ils peuvent être mis en place sur structure au sol ou bien sur toiture.

La production d'électricité photovoltaïque peut être réinjectée sur le réseau ou bien autoconsommée sur le site avec ou sans stockage, selon les configurations géographiques et électriques du site (cas particulier du site isolé) et en fonction des besoins en électricité recensés.



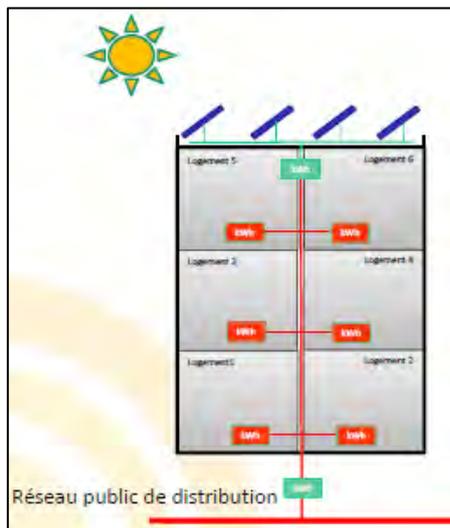
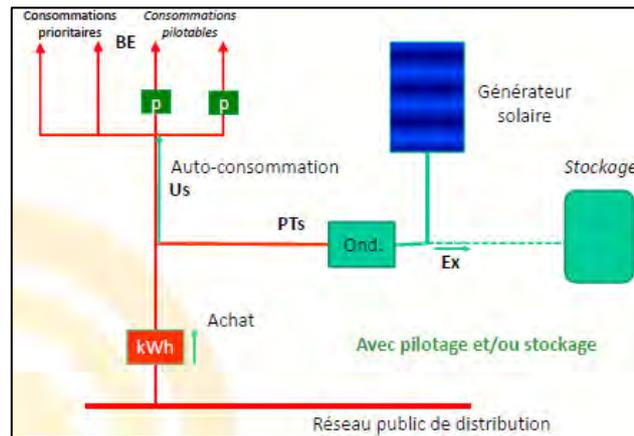
Entre 2007 et 2010, le raccordé au réseau a connu un essor important dû aux incitations tarifaires de rachat par EDF. En 2011, la baisse trimestrielle programmée des tarifs d'achat de l'électricité photovoltaïque a généré une baisse des raccordements.

La Réunion a eu été l'un des premiers territoires français à atteindre le seuil des 30% d'énergie intermittente (photovoltaïque et éolien) sur le réseau électrique, seuil au-delà duquel il est estimé par le distributeur électrique que le réseau est fragilisé, en cas de baisse de productivité instantanée (dûe à un passage nuageux ou à une chute de l'anémométrie par exemple). Fin 2015, la puissance électrique PV cumulée raccordée au réseau était de 186.6 MW, soit une production électrique de 244.4 GWh (sources : EDF SEI – Observatoire de l'énergie Réunion).

*Figure 7 : Puissance PV installée en 2015 à la Réunion et répartition par commune (source : BER2015)*

C'est pourquoi d'autres modèles se développent, notamment l'autoconsommation, c'est-à-dire la consommation partielle ou totale de l'énergie produite directement sur le site. L'autoconsommation PV est particulièrement adaptée aux sites avec des besoins bien définis, avec des surfaces disponibles suffisantes, bien orientées (au Nord si possible) et avec le moins de masque environnant possible.

Depuis 2006, des systèmes de **production en site isolé** (schéma de principe ci-contre, source : TECSOL) pour le logement sont apparus sur l'île, dans les cirques surtout, mais pas uniquement. La localisation géographique est importante car elle permet en partie d'expliquer le recours à une production d'énergie PV décentralisée, du fait d'un éloignement du réseau et/ou d'une difficulté technique de raccordement au réseau, entraînant un coût de raccordement exorbitant. Une prise de conscience des réunionnais sur leur façon de consommer l'énergie en est aussi l'origine. Le système en site isolé est un système complètement autonome assurant la production (modules PV), dont la production est directement réinjectée sur le réseau domestique, avec un stockage par batterie permettant de subvenir aux besoins aux périodes de moindre ensoleillement. Le site isolé est un modèle d'autoconsommation totale de l'électricité photovoltaïque secourue (batteries).



**L'autoconsommation dite collective** est un nouveau concept technique de production locale d'électricité partagée au sein d'une même entité (unique maître d'ouvrage). Le contexte réglementaire a été ratifié le 24 février 2017, permettant l'application de projets d'autoconsommation collective au sein d'immeubles de logements collectifs, par exemple.

Le principe : profiter du foisonnement entre les différentes cellules de consommation (ici logements) d'un même bâtiment pour établir un socle de consommation électrique, socle auquel subvient la production photovoltaïque installée en toiture du bâtiment. Cette production photovoltaïque est ensuite injectée dans la colonne montante du bâtiment, en amont des compteurs particuliers. Elle vient se soustraire à l'index électrique de la cellule et donc à la facture d'électricité de celle-ci. Le gain lié au photovoltaïque peut atteindre 15 à 30% de la facture d'électricité.

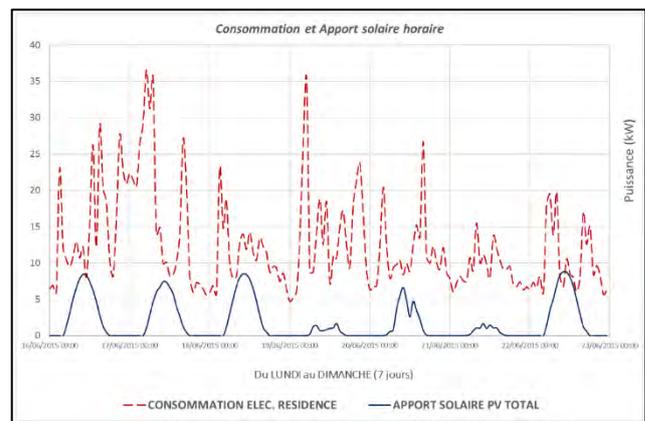
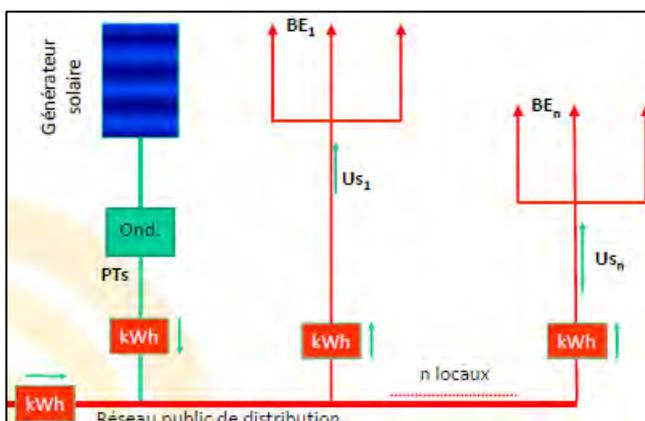


Figure 8 : Schéma de principe du générateur PV en autoconsommation collective (à gauche) et profil photovoltaïque recherché suivant la courbe de consommation du site (à droite) - Source : TECSOL

### 3.2.3. Hydroélectricité

L'hydroélectricité utilise la force motrice des cours d'eau, des chutes, voire des marées, pour produire de l'électricité.

On distingue les installations hydroélectriques « au fil de l'eau », qui font passer dans une turbine tout ou partie du débit d'un cours d'eau en continu (durée de remplissage du réservoir inférieure à 2 heures), et celles nécessitant des réserves d'eau (« par éclusées » ou « de lac ») importantes dont la durée de remplissage varie de 2 à 400 heures. Les deux types d'installations nécessitent des barrages, qui sont bien plus importants pour la 2<sup>ème</sup> catégorie (« grands barrages »).

La filière hydroélectrique fait face à des contraintes environnementales liées à l'obligation d'augmenter les débits dans les cours d'eau hébergeant des exploitations hydroélectriques.

Fin 2015, sept installations hydroélectriques en fonctionnement ont été recensées sur l'île, assurant plus de 17% de la production électrique totale.

### 3.2.4. Energies marines

Les énergies marines renouvelables (EMR) pour la production d'électricité comptent:

- L'énergie houlomotrice : basée sur l'énergie des ondes de surfaces générées par la houle en mer. Il n'y a actuellement pas d'installation de ce type à la Réunion pour cause de non-maturité de la filière industrielle, mais aussi de contraintes géographiques et physiques d'implantation (profondeur limitée des eaux, force de la houle et éloignement du littoral). Des conflits d'usage avec les usages connus de la mer (pêche et plaisance entre autres) peuvent aussi venir contraindre l'exploitation d'une telle technologie ;
- L'hydrolien : avec la mise en place de générateur utilisant la force des courants marins en profondeur. Ce type d'installation n'est pour l'instant pas envisagé par les politiques locales pour des contraintes similaires à celle de l'énergie houlomotrice ;
- L'énergie marémotrice : qui permet de convertir les mouvements de flux et des marées en énergie électrique. Aucun projet n'est à recenser à la Réunion.

## 3.3. Conclusion sur les énergies renouvelables exploitables sur le site du Lotissement du Golf

Nous venons de faire un état des lieux des filières de production d'énergie thermique et électrique d'origine renouvelable qui existent, et celles qui sont représentées à la Réunion.

Le tableau ci-dessous récapitule les ressources locales renouvelables et leur potentialité sur le site d'étude.

Compte tenu des ressources présentes sur site, des impacts environnements, des contraintes réglementaires, des besoins en énergie des aménagements prévus et de la simplicité de mise en œuvre, seule l'énergie solaire sera retenue dans le cadre de cette étude pour approvisionner en eau chaude et en électricité les locaux qui le nécessiteraient.

EnR	Type d'énergie produite	Production cumulée en 2015 à la Réunion (ktep*)	Intérêts	Limites	Potentialité sur le site d'étude
Bagasse	Chaleur/électricité	23,2	utilise un sous-produit de l'industrie cannière	fonctionne environ 6 mois de l'année (juin-décembre), adaptée pour la production centralisée (réseau électrique)	Non
Hydraulique	Electricité	42,7	capacité de production importante (MW)	contraintes environnementales importantes, adaptée pour la production centralisée (réseau électrique)	Non
Solaire thermique	Chaleur	20,3	adaptée pour la production décentralisée (sur site), rendement minimum de 70% (production/besoins), ressource solaire abondante, adaptée dans le logement, facilité de mise en œuvre	présence de masque (végétation abondante), surface de toiture disponible	Oui
Eolien	Electricité	1,3	production domestique (kW) peut être adaptée sur site, ressource anémométrique suffisante	contraintes climatiques (zone cyclonique) et environnementales	Non
Photovoltaïque	Electricité	21,0	adaptée pour la production décentralisée (sur site), ressource solaire abondante, facilité de mise en œuvre, adaptée pour l'individuel et le collectif	présence de masque (végétation abondante), surface de toiture disponible	Oui
Biogaz	Electricité/ chaleur	1,5	utilise un sous-produit de l'agriculture	nécessite une unité de méthanisation, fonctionne environ 6 mois de l'année (juin-décembre), adaptée pour la production centralisée (réseau électrique)	Non
Géothermie	Chaleur	0	potentiel territorial important	nécessite des travaux de forage et d'investigation, adaptée pour la production centralisée (réseau de chaleur)	Non

\*kilo tonne équivalent pétrole: unité de mesure de l'énergie, pour comparer l'impact des différentes énergies en raisonnant en économie de pétrole et donc à pouvoir calorifique égal

Figure 9 : Comparatif des ressources en EnR disponibles à la Réunion en 2015 et potentialité d'exploitation sur le site de Villèle

## 4. Le projet d'aménagement et recensement détaillé des besoins en énergie

---

### 4.1. Recommandations pour favoriser l'intégration des EnR dans la conception

Il est très important de prendre en considération les problématiques de conception liées à l'intégration des EnR, et ici plus particulièrement de l'énergie solaire, le plus en amont possible afin d'adapter le projet quand cela est possible pour optimiser la ressource récupérable.

#### 4.1.1. Orientation et bioclimatisme

L'enjeu de l'architecture bioclimatique réside dans le consensus à trouver tenant compte des caractéristiques du site et de son environnement proche pour aboutir à un bâtiment confortable pour ses usagers et surtout économe dans son exploitation. Les économies se situent à plusieurs niveaux :

- Grâce à la réduction des besoins en rafraîchissement en limitant les apports solaires dans le bâtiment (cela n'impacte pas la disponibilité en toiture) et en favorisant la ventilation naturelle traversante notamment ;
- Grâce à la réduction des consommations relatives à l'éclairage, en jouant sur une optimisation des apports lumineux naturels.

Ces économies d'énergie représentent autant d'économie financière liée aux investissements des équipements (actions de maîtrise de la demande en énergie – MDE) et au fonctionnement des bâtiments sur le long terme, et c'est bien cette vision qu'il faut avoir à l'esprit.

Dès la conception, les principales dispositions devront être prises pour optimiser :

- L'orientation du bâtiment pour profiter des apports solaires et des axes de ventilation naturelle du site ;
- L'utilisation de l'environnement proche ou la création de végétation naturelle pouvant servir d'ombrage mais aussi participer au phénomène de rafraîchissement naturel.

#### 4.1.2. Equipements solaires en toiture

L'implantation de capteurs solaires thermiques ou de modules photovoltaïques en toiture nécessite d'être prise en compte dès la conception des bâtiments, et ce dans le but de maximiser le rendement des installations. Dans le cas des toitures inclinées, on privilégiera si possible des toitures monopans ou double pans, orientées le plus au Nord possible et avec une inclinaison optimale entre 15 et 30°.

La végétation proche peut s'avérer être un frein à l'installation d'équipement de production d'énergie d'origine solaire, car nous avons en majorité des bâtiments peu hauts (niveau R+1 au maximum, 7 mètres environ) et la présence d'une végétation haute et dense à proximité peut causer un masque et donc une perte de productivité pour le thermique comme pour le photovoltaïque.

Une attention toute particulière sera demandée en conception concernant ce point crucial.

## 4.2. Détail des aménagements prévus

Comme nous l'avons vu en partie 2, les aménagements retenus dans le cadre de l'étude de potentiel énergétique présentant des besoins en eau chaude ou en électricité sont les suivants :

- La construction des 116 logements individuels et collectifs ;
- L'extension du réseau d'éclairage public.

Nous allons à présent détailler les aménagements et regarder les besoins en énergie, les économies d'énergies réalisables par le biais de la MDE et des EnR et l'impact environnemental.

**NB :** Nous manquons d'information sur les consommations projetées en eau chaude et en électricité des bâtiments concernés, nous partirons donc sur des ratios établis par les standards.

### 4.2.1. La construction des logements

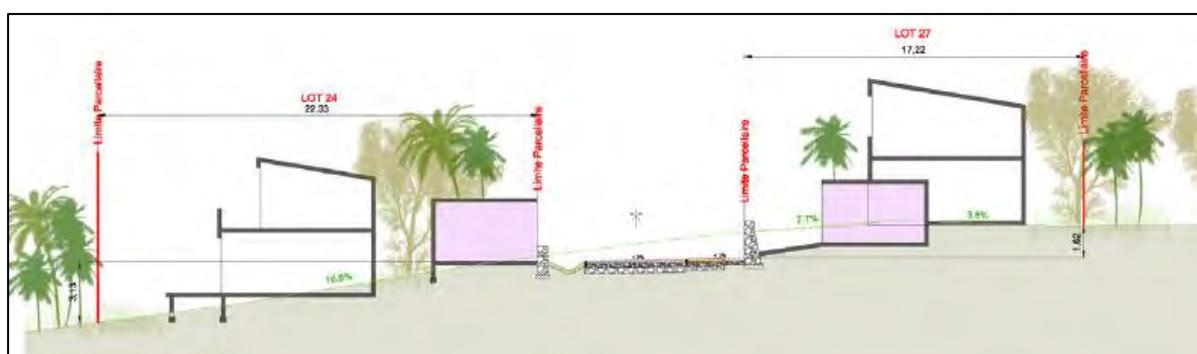
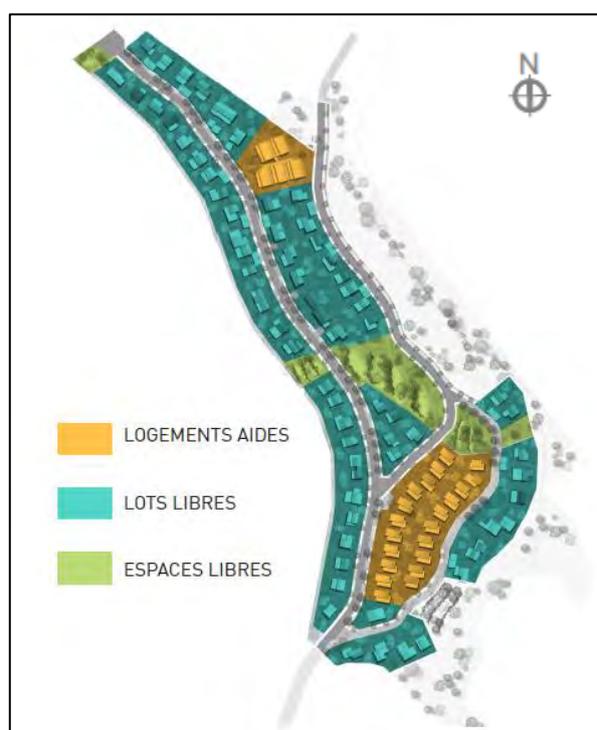
Le lotissement du Golf comptera aux alentours de 116 logements, répartis sur environ 3 hectares du site d'étude. Parmi ces logements, voici la décomposition des typologies de logements :

- 91 maisons individuelles (70 en lots libres et 31 en PTZ) de niveau R+1 en moyenne;
- Environ 25 logements collectifs (aidés).

**Hypothèse :** Le type de produit n'étant pas encore défini, nous prendrons l'hypothèse que chaque logement permettra d'accueillir a minima 3 personnes, soit des T3-T4.

La surface de plancher est comprise entre 150 et 260 m<sup>2</sup> par logement.

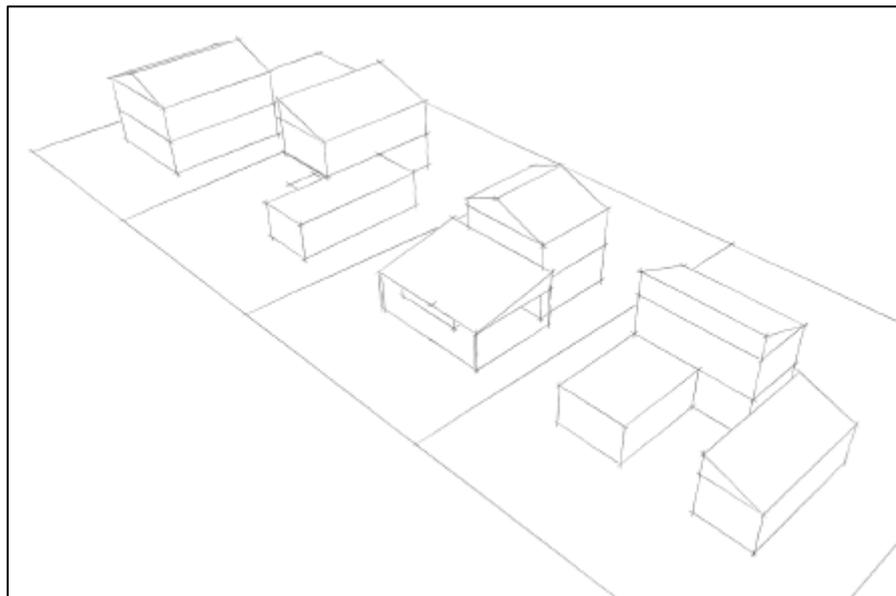
*Figure 10 : Répartition parcellaire des logements du Lotissement (ci-contre) et architecture globale de maisons de type individuel (ci-dessous) – Source : notice de présentation CBO053-PA02*



Les différents types de toitures à prévoir sur ce projet sont :

- Toiture double pan tôle (pente supérieure à 17°) ;
- Toiture monopan tôle (pente supérieure à 17°), cf illustration ci-dessus ;
- Toiture terrasse (sur maximum 40% de la surface totale de toitures du projet).

Le travail de la volumétrie des constructions tient une place capitale dans la conception du projet, pour des raisons de construction bioclimatique, d'harmonisation de l'urbanisation environnante mais aussi pour s'adapter au mieux à la topographie du terrain.



*Figure 11 : Croquis des volumes proposés (source : notice PA10)*

On peut constater une indéfinition à ce stade du projet concernant la configuration des toitures (type, orientation et inclinaison), ce qui nous permet de pouvoir faire des préconisations en fonction des potentialités d'installations à base d'énergies renouvelables (notamment solaire sur toitures).

**Hypothèses :** compte tenu du nombre de niveaux (deux, plus une annexe) par maison, pour 150m<sup>2</sup> de surface de plancher dans le cas le plus défavorable, en ne tenant compte que des toitures les plus surélevées pour des raisons d'ombrage sur les autres (garages) et surtout en considérant que celles-ci soient le plus possible orientées vers le Nord, nous pouvons estimer une surface de :

- 50m<sup>2</sup> en toiture plane / terrasse ;
- d'environ 50m<sup>2</sup> en toiture monopan inclinée à 17° ;
- ou d'environ 25m<sup>2</sup> sur une toiture bipan inclinée de 17°.

La surface de toitures disponible pour tous les logements est estimée ci-dessous en partant sur des ratios de configurations de toiture.

Type toiture	Surface moyenne disponible orientée Nord (m <sup>2</sup> )	Pourcentage sur le site (%)	Nombre de logements concernés	Surface totale disponible orientée Nord (m <sup>2</sup> )
terrasse	50	40	46	2 300
monopan	50	30	35	1 750
bipan	25	30	35	875
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>116</b>	<b>4 925</b>

Si l'on se fie à notre première estimation, nous aurions environ 4 900 m<sup>2</sup> de surface disponible en toitures sur l'ensemble du lotissement du Golf, à la condition que la conception soit réalisée de sortir qu'un maximum de toiture soit orientée au Nord.

### 4.2.1.1. Besoins en électricité

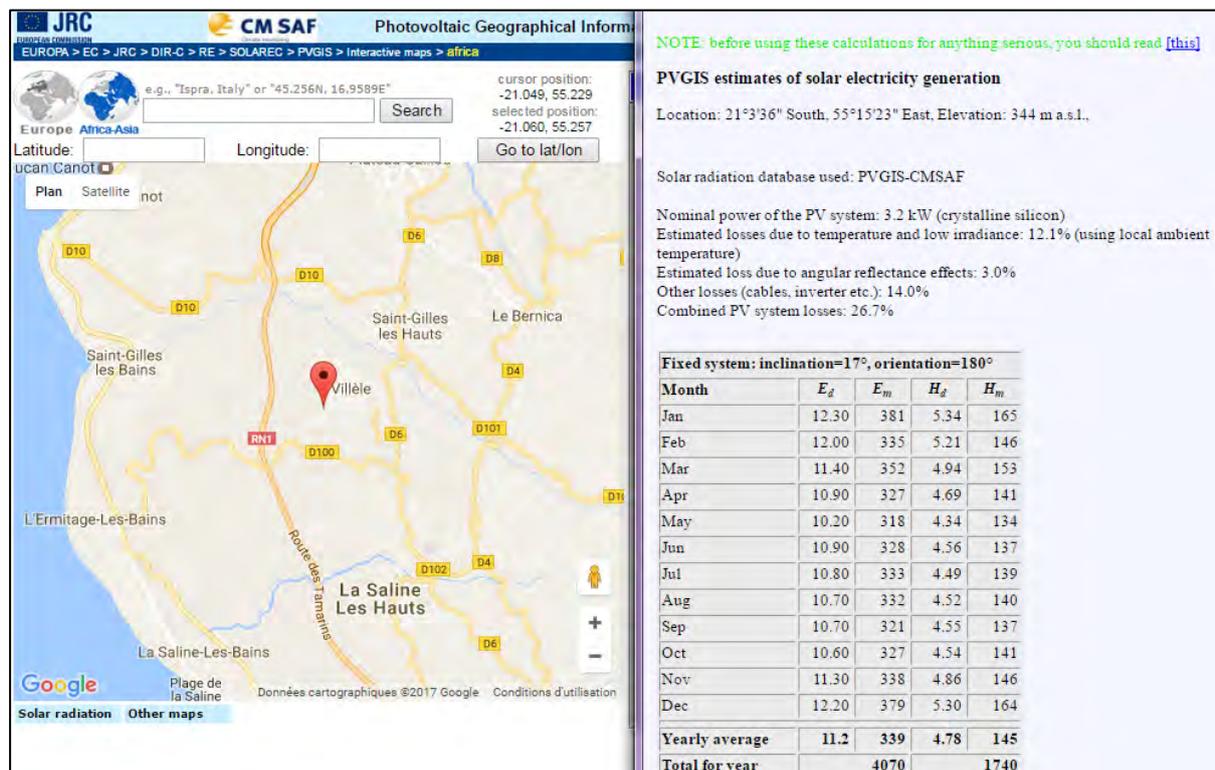
Ci-dessous les ratios de besoins estimés (hypothèses) en électricité des logements.

**Hypothèses :** nous prenons l'hypothèse d'un foyer réunionnais moyen avec un équipement moyen de classe énergétique A à A+++ , avec eau chaude électrique et climatisation, occupation annuelle, coût du petit photovoltaïque estimé à 3€/Wc. Nous estimons la consommation électrique annuelle d'un T3-T4 aux alentours des **4000 kWh/an**, soit environ 11 kWh/jour.

Cela équivaut pour l'ensemble du lotissement à une consommation globale d'électricité (hors communs) de 464 000 kWh/an.

Une première simulation localisée avec le logiciel PVGIS, nous permet de déduire que pour pallier les besoins d'un logement, une puissance photovoltaïque installée de 3kWc serait suffisante.

A l'heure actuelle nous parlons d'autoconsommation partielle ou totale car le tarif de revente du kilowatt heure produit au réseau public n'est plus aussi avantageux qu'auparavant, rendant difficilement amortissable un investissement pour la revente totale. L'avantage de l'autoconsommation est qu'elle vient directement alimenter les besoins du logement et ainsi économiser l'énergie soutirée au réseau public.



*Figure 12 : Pré-dimensionnement localisé avec PVGIS pour un logement type sur un pan orienté Nord et incliné à 17°*

Nous pourrions donc envisager pour chaque maison une centrale photovoltaïque en autoconsommation d'une puissance maximale de 3 kWc, avec revente du surplus si besoin (soit environ 20m<sup>2</sup> de modules PV par toiture). A priori la surface disponible en toiture le permettrait.

Bien évidemment si le photovoltaïque était conservé pour la suite du projet, il conviendra de faire une analyse plus poussée des profils de consommation pour établir un dimensionnement photovoltaïque plus fin.

**Préconisations de conception pour la toiture :** En l'état actuel de la conception, s'il est prévu des toitures monopan ou double pan, l'idéal serait de les orienter le plus au Nord possible pour augmenter le potentiel de récupération de l'énergie solaire.  
L'inclinaison optimale sous nos latitudes étant d'environ 20-25°.

Nous pourrions envisager d'adjoindre du stockage de l'énergie car les besoins en électricité d'un foyer (pics de consommation matin, midi et soir) ne coïncide pas forcément avec la courbe solaire (production photovoltaïque). Malheureusement, outre son impact financier important sur l'investissement, nous ne pouvons pas à cette heure définir quel serait le bénéfice énergétique d'un stockage en comparaison avec le secours du réseau public. En cas de baisse de la production photovoltaïque, le réseau viendrait secourir l'alimentation en électricité des logements.

En partant sur un ratio de 3€/Wc, l'investissement par logement (à condition que nous respections les hypothèses prises précédemment en matière de besoins) s'élèverait à environ 9 000€ HT, comprenant les modules et le système de conversion d'énergie.

### 4.2.1.2. Besoins en eau chaude sanitaire

En nous basant sur des ratios de consommation diffusés par SOCOL en 2014, un logement consomme en moyenne 30L d'eau à 60°C par personne et par jour (fiche SOCOL fournie en annexe). Ne connaissant pas la typologie des logements nous estimerons que l'ensemble des logements correspond à des T3-T4, accueillant 3 à 5 personnes. Nous partirons sur ce ratio comme une hypothèse haute de besoin en eau chaude sanitaire.

**Hypothèses :** 5 personnes, logements T3/T4, besoin 30L/j/personne.

Le besoin en eau chaude sanitaire (ECS) pour chaque restaurant s'élèverait donc à :  $5 \times 30 = 150\text{L/jour}$  d'ECS à 60°C.

Nous préconisons d'installer un chauffe-eau solaire individuel dissocié d'une capacité de 200L.

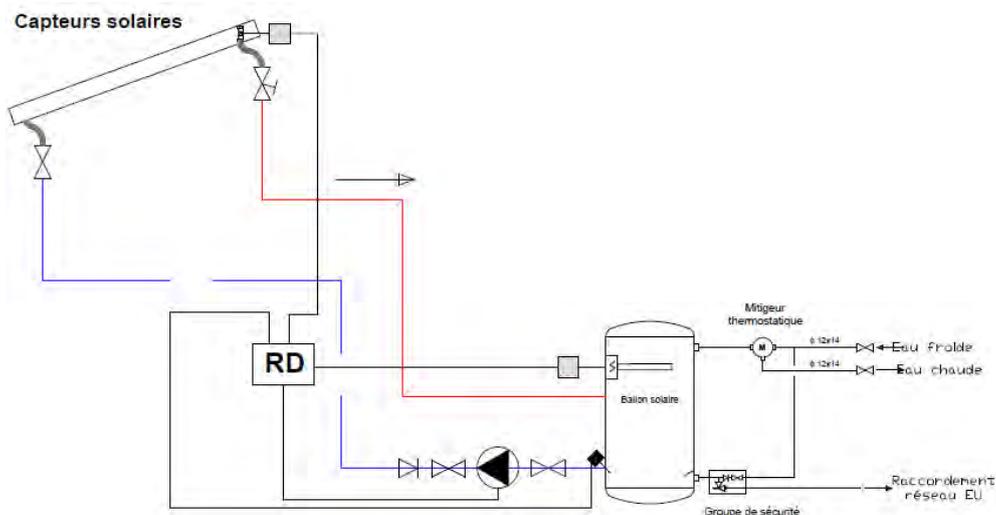


Figure 13 : principe d'une installation individuelle dissociée de production d'eau chaude solaire

La surface de capteur thermique nécessaire pour produire suffisamment d'ECS pour chaque logement serait de 2.33m<sup>2</sup> soit un capteur. Une simulation sur l'outil SOLO a été faite, faisant ressortir un rendement (taux de couverture : rapport entre la production solaire et les besoins en ECS) supérieur à 65% toute l'année pour un capteur orienté plein Nord avec une inclinaison de 17°. La surface disponible en toiture, d'environ 25 à 50 m<sup>2</sup> par logement, serait largement suffisante pour accueillir ce type d'installation.

L'investissement estimé pour ce type de système est d'environ 2 900 € HT.

**En résumé :** pour chaque logement, voici le potentiel exploitable en énergie solaire, le coût estimé ainsi que l'impact environnemental, mesuré en tonne de CO<sub>2</sub> évité par an. L'économie d'énergie a été chiffrée sur la base de la non-consommation sur le réseau électrique puis ramenée à la surface occupée par la solution (surface utile).

	Surface utile (SU, en m <sup>2</sup> )	Economie d'énergie (kWh/an)	CO <sub>2</sub> évité (t/an)	Economie d'énergie (€ HT/an, base 13c€ HTVA/kWh)	Economie d'énergie (€ HT/an/m <sup>2</sup> SU)	Coût estimé investissement (€ HT)
PV	20	4 000	3,00	440,00	22,00	9 000
CESI dissocié	2,33	1 118	0,84	122,95	52,77	2 900

#### 4.2.2. Le réseau d'éclairage

L'association Française de l'Éclairage prône que la première économie d'énergie réalisable au sein d'une commune porte sur l'éclairage extérieur. Aujourd'hui une majorité de lampadaires est en Sodium haute pression (SHP) et il est estimé pour 3200 heures de fonctionnement par an à pleine puissance (200W environ) qu'un lampadaire consomme 620 kWh/an, ce qui représente près de 70€ par an de dépenses en électricité, hors remplacement du matériel, soit plus de 1000€ d'exploitation sur 15 ans.

La maîtrise d'œuvre a préconisé l'installation de candélabres de la marque RAGNI :

- Nation SHP 140 W, mât de 8m
- Margo Mega 4P 24 LED, mât de 4m

L'éclairage est dirigé vers le sol, limitant l'impact par diffusion ou réverbération (oiseaux). Ce système LED étant moins énergivore il permet de faire des économies de CO<sub>2</sub>, compte tenu du mode de production réunionnais de l'électricité très carboné (766g CO<sub>2</sub>/kWh produit, source BER 2015), il ne contient pas de mercure et n'émet pas d'UV.

**Hypothèse :** Nous fixons le nombre de luminaires sur la zone à 38 unités.



Nous pourrions envisager la pose de candélabres solaires pour remplacer les actuels lampadaires. Ces candélabres à LED sont alimentés par énergie solaire, ils comportent une batterie pour assurer l'autonomie de l'éclairage en nuit et un régulateur permettant d'abaisser la luminosité sur détecteur de présence à proximité.

Certains fournisseurs réunionnais proposent un candélabre de 4.5 m de haut et capable de fournir 1700 lumen (soit environ 120W), avec un petit module photovoltaïque de 80Wc, une batterie assurant une autonomie de 4 jours et un détecteur de présence.

L'avantage de cette technologie réside dans l'exploitation sur le long terme, puisqu'elle permet de s'affranchir de toute consommation électrique sur le réseau, et à l'échelle des 38 candélabres à installer, cela représente une économie d'exploitation d'environ 1 000€ sur 15 ans (hors changement matériel) par candélabre. De plus elle nécessite ni câblage, ni même de tranchée (sauf en cas d'un secours réseau souhaité).

Cependant, cette technologie étant solaire, elle ne pardonne aucun masque, notamment la végétation environnante. Son mât étant à 4.5m de haut, il semble peu réaliste qu'aucune ombre ne soit portée sur le candélabre vu la végétation dense du site. D'autre part, le coût de la technologie reste élevé (entre 2500 et 3000€ l'unité), même si des aides d'EDF ou de l'Etat pourraient être envisagées.

	Surface nécessaire (m <sup>2</sup> )	Economie d'énergie (kWh/an)	CO <sub>2</sub> évité (t/an)	Coût économie d'énergie (€ HT/an)	Coût estimé investissement (€ HT)
1 Candélabre PV	-	620	0,46	68	3 000
<b>Total (38)</b>	-	<b>23 560</b>	<b>17</b>	<b>2 584</b>	<b>114 000</b>

Les impacts esthétique, environnemental et même économique jouent donc plus en faveur d'une solution MDE telle que la solution LED.

## 5. Détermination du scénario énergétique optimal

---

Comme nous venons de le voir, l'énergie solaire peut être l'énergie renouvelable employée pour répondre à un critère d'économie d'énergie concernant uniquement deux types d'aménagement du Lotissement du Golf :

- ✓ Les 116 logements ;
- ✓ L'éclairage public.

L'objectif de cette partie sera de proposer trois scénarios à la maîtrise d'ouvrage, avec différents degrés d'intégration des EnR au projet, afin qu'elle puisse décider de la meilleure opportunité énergétique.

Voici les trois degrés (ou scénarios) proposés :

- 1/ Scénario tendanciel : maîtrise de l'énergie (0% d'EnR)
- 2/ Scénario maximaliste : 100% EnR
- 3/ Scénario intermédiaire : mix énergétique (MDE+EnR)

L'analyse de ces scénarios, sur la base des éléments qui ont été présentés en partie 4, permettra de faire ressortir les avantages et inconvénients de chacun, ainsi que leur impact énergétique, environnemental et économique.

### 5.1. Le scénario tendanciel : MDE (0% d'EnR)

Le projet actuel de la maîtrise d'œuvre ne comporte aucun recours aux énergies renouvelables et la conception des bâtiments, notamment en ce qui concerne la toiture, n'a pas intégré la possibilité d'une intégration de l'énergie solaire. Cependant la dimension de maîtrise énergétique a été prise en compte, notamment au travers de la recommandation de candélabres moins énergivores.

Le scénario tendanciel MDE est donc celui proposé par l'équipe de maîtrise d'œuvre.

A l'heure actuelle, nous n'avons pas de donnée sur la consommation actuelles et projetées en électricité et en eau chaude des bâtiments, ni même le chiffrage estimatif du PRO. Nous partirons donc sur des ratios.

#### **Rappel des hypothèses :**

- électricité réseau : 13c€ HTVA/kWh, 766g CO2 par kilowattheure produit
- logements : occupés toute l'année, un équipement moyen de classe énergétique A à A+++ , éclairage à LED, ballon électrique 150L (rendement 90%) à 800€ HT;
- éclairage public : 3200 heures d'éclairage par an (environ 8h par jour), 38 candélabres SHP 140W.

Voici les besoins estimés en énergie sur aménagements retenus :

Poste	Electricité				Eau chaude			
	Consommation annuelle totale estimée (kWh/an)	Consommation annuelle estimée hors ECS (kWh/an) (1)	Facture énergétique estimée (€ HT/an)	Impact CO2 (t CO2/an)	Consommation estimée (L/j)	Consommation électrique annuelle estimée (kWh/an) (2)	Facture énergétique estimée (€ HT/an)	Impact CO2 (t CO2/an)
Logements	464 000	200 680	26 088	153,72	17 400	263 320	34 232	201,70
Eclairage public SHP	17 024	17 024 (3)	2 213	13,04				
<b>TOTAL</b>	<b>481 024</b>	<b>217 704</b>	<b>28 302</b>	<b>166,76</b>	<b>17 400</b>	<b>263 320</b>	<b>34 232</b>	<b>201,70</b>

Figure 14 : présentation du scénario tendanciel

Nous avons estimé ici la consommation par type d'énergie, pour les 116 logements et l'éclairage public. La facture énergétique représente le montant de la consommation électrique :

- (1) : pour l'ensemble des équipements consommateurs d'électricité, hors eau chaude ;
- (2) : pour l'électricité consommée par un ballon électrique subvenant aux besoins en eau chaude sanitaire prévus au chapitre précédent. La consommation d'un ballon d'eau chaude électrique tient compte du besoin en kWh thermiques par an (cf dimensionnement SOLO), d'un rendement de 90%, soit un besoin exprimé en kWh électriques par an pour réchauffer le ballon.

(3) Le besoin électrique pour l'éclairage public a été estimé sur la base de 38 lampadaires de type SHP 140W tel qu'il a été proposé par la maîtrise d'œuvre (environ 450 kWh/an /lamadaire). A titre de comparaison, le rapport de l'Association Française de l'Eclairage en 2015 nous a révélé qu'un lamadaire SPH à boule consommait environ 620 kWh/an.

L'impact environnemental est quantifié en tonnes de CO2 émis, compte tenu que l'électricité produite sur le réseau est très carbonée (766g CO2 rejeté pour chaque kWh produit). Il s'agit là bien des rejets de gaz à effet de serre induits par les investissements cités (impact système). Puisqu'il s'agit d'un aménagement neuf, nous ne pouvons pas déterminer l'impact environnemental de la MDE.

Avantages de ce scénario : investissement modéré, pas de raccordement particulier supplémentaire, offre énergétique complète proposée aux futurs usagers des logements (électricité et eau chaude sanitaire).

Inconvénient : impact CO2 des systèmes employés lors de leur exploitation égal à 368 tonnes de CO2 rejetés par an.

## 5.2. Le scénario maximaliste : 100% EnR

Le scénario maximaliste consiste à envisager que 100% des aménagements ciblés fassent l'objet d'un investissement solaire. Nous envisagerons d'installer du photovoltaïque sur chaque logement et des candélabres solaires sur tout le site.

C'est donc un scénario 100% photovoltaïque, pris sur la base des consommations :

- MDE pour les logements de type T3/T4 (4 000 kWh/ an/ logement, estimée dont besoin en eau chaude) ;
- MDE pour l'éclairage public (450 kWh/an par lampadaire).

### Rappel des hypothèses :

- électricité réseau : 13c€ HTVA/kWh, 766g CO2 par kilowattheure produit
- logements : occupés toute l'année, un équipement moyen de classe énergétique A à A+++, éclairage à LED (MDE);
- éclairage public : 3200 heures d'éclairage par an (environ 9h par jour), 38 candélabres solaires.

Poste	Electricité						
	Consommation MDE estimée (kWh/h)	Consommation future estimée (kWh/an) (4)	Investissement (€ HT)	Economie estimée sur la facture énergétique (€ HT/an)	Impact CO2 (t CO2/an) (5)	Impact CO2 par rapport au scénario MDE (t CO2/an) (3)	TRI brut estimé (ans)
Logements	464 000	0	1 044 000	60 320	0,00	-355,42	17,31
Eclairage public PV	17 024	0	114 000	2 213	0,00	-13,04	51,51
<b>TOTAL</b>	<b>481 024</b>	<b>0</b>	<b>1 158 000</b>	<b>62 533</b>	<b>0,00</b>	<b>-368,46</b>	

Figure 15 : présentation du scénario maximaliste (100% PV)

(4) : le PV produit toute l'électricité nécessaire au fonctionnement des équipements en journée, donc pas d'énergie soutirée au réseau. Par hypothèse maximaliste, mais dans le résidentiel, sauf en cas de présence de stockage de l'énergie, une partie des besoins en électricité est soutirée au réseau (nuit) ;

(5) : l'impact CO2 pour le PV a été calculé en fonction de l'électricité qui est soutirée du réseau avec la solution EnR, c'est-à-dire nulle pour ce scénario maximaliste.

A noter que l'impact CO2 des candélabres solaires est de **-13,04 tonnes par an** car ceux-ci annihilent complètement la consommation d'électricité sur le réseau, contrairement à la solution MDE qui ne fait que la diminuer. Le temps de retour sur l'investissement brut (TRI) est calculé uniquement en fonction des économies d'exploitation réalisées (i.e. économies sur la facture énergétique).

Avantages de ce scénario : pas de raccordement particulier supplémentaire, offre énergétique proposée aux logements (électricité), économie de CO2 rejeté de 368 tonnes/an par rapport à la situation MDE, impact CO2 des systèmes employés nul lors de leur exploitation et maîtrise conséquente de la facture énergétique (environ 63 000€ d'économies d'exploitation par an par rapport à de la MDE pure), surface de toiture suffisante.

Inconvénients : investissement élevé, TRI important, secours réseau ou batterie non déterminé, maintenance et entretien non pris en compte.

### 5.3. Scénario intermédiaire : MDE + EnR

Le scénario intermédiaire tient compte des économies d'énergies réalisables et des investissements engendrés. Il fera appel à de la maîtrise de l'énergie et des énergies renouvelables en proportion raisonnable au vu de ces critères. Si le besoin en eau chaude est confirmé dans les restaurants, ceux-ci seront équipés de chauffe-eau solaire individuel (CESI). Quant à l'éclairage public, le temps de retour sur l'investissement brut de la solution PV étant supérieur à la durée de vie estimée d'un lampadaire, il paraît plus raisonnable de conserver la solution MDE d'éclairage conventionnel à LED (solution proposée par la maîtrise d'œuvre LED).

C'est donc un scénario MDE-solaire, pris sur la base des consommations :

- MDE pour les logements (4 000 kWh/an/ logement, estimée dont besoin en eau chaude) avec de l'eau chaude solaire (part solaire à retirer du besoin en électricité).
- actuelles de l'éclairage public (450 kWh/an par lampadaire).

#### **Rappel des hypothèses :**

- électricité réseau : 13c€ HTVA/kWh, 766g CO2 par kilowattheure produit
- logements : occupés toute l'année, un équipement moyen de classe énergétique A à A+++ , éclairage à LED (MDE) et eau chaude solaire avec un taux de couverture des besoins annuels minimal de 65% (surcoût environ :  $2\,900 - 800 = 2\,100$ €/CESI);
- éclairage public : 3200 heures d'éclairage par an (environ 9h par jour), 38 candélabres MDE LED 60W (surcoût estimé par rapport au SHP environ 1000 €/lampadaire).

Les temps de retour brut sont estimés par rapport à la MDE, autrement dit tenant compte du surcoût généré par rapport à l'investissement du scénario MDE.

Poste	Electricité						
	Consommation MDE estimée hors ECS (kWh/h) (6)	Consommation future estimée (kWh/an)	Surcoût (€ HT)	Economie estimée sur la facture énergétique (€ HT/an)	Impact CO2 (t CO2/an)	Impact CO2 par rapport au scénario MDE (t CO2/an) (7)	TRI brut estimé (ans)
Logements	292 707	292 707	0	0	224,21	0,00	
Eclairage public LED	17 024	7 296	60 000	1265	5,59	-7,45	47,44
<b>TOTAL</b>	<b>309 731</b>	<b>300 003</b>	<b>60 000</b>	<b>1265</b>	<b>229,80</b>	<b>-7,45</b>	

(6) : la consommation électrique MDE a été estimée en retranchant la part du solaire utile pour la production d'eau chaude. En revanche, la consommation électrique de l'appoint et des auxiliaires est comptabilisée : 464 000 – énergie solaire utile = 464 000 – (consommation électrique ECS – consommation future estimée [appoint et auxiliaires])

(7) : l'impact CO2 a été calculé en fonction de l'économie d'électricité qui est soutirée du réseau avec la solution LED, au lieu de SHP.

Poste	Eau chaude								
	Consommation estimée (L/j)	Consommation électrique annuelle estimée (kWh/h)	Consommation appoint estimée (kWh/an) (8)	Investissement (€ HT)	Surcoût solaire (€ HT)	Economie estimée sur la facture énergétique (€ HT/an)	Impact CO2 (t CO2/an)	Impact CO2 par rapport au scénario MDE (t CO2/an) (9)	TRI brut estimé (ans)
Logements	17 400	263 320	92 027	336 400	243 600	22 268	68,93	-132,78	10,94
Eclairage public LED									
<b>TOTAL</b>	<b>17 400</b>	<b>263 320</b>	<b>92 027</b>	<b>336 400</b>	<b>243 600</b>	<b>22 268</b>	<b>68,93</b>	<b>-132,78</b>	

Figure 16 : présentation du scénario intermédiaire (MDE+CESI)

(8) : la consommation électrique résiduelle (appoint et auxiliaires, 30-35%) complète l'apport solaire, qui répond à 65-70% des besoins en ECS.

(9) : l'impact CO2 a été calculé en fonction de l'économie d'électricité qui est soutirée du réseau avec le CESI au lieu d'un chauffe-eau électrique.

L'investissement en faveur de la production d'eau chaude solaire apparaît raisonnable (TRI de 11 ans) sans tenir compte pour l'instant d'éventuelles aides ou subventions.

Avantages de ce scénario : pas de raccordement particulier supplémentaire, investissement modéré, offre énergétique complète aux logements (électricité et eau chaude solaire), économie de CO2 rejeté de 140 tonnes/an par rapport au scénario MDE, surface de toiture suffisante et maîtrise de la facture énergétique (environ 24 000€ d'économies d'exploitation par an toujours par rapport au scénario MDE).

Inconvénients : TRI élevé pour l'éclairage public, impact CO2 des systèmes employés lors de leur exploitation de 400 tonnes CO2/an (mais moindre que scénario MDE, maintenance et entretien non pris en compte).

## 6. Conclusion intermédiaire de l'étude (phases 1 et 2)

---

Au vu des ressources locales exploitables sur le site du futur Lotissement du Golf à Villèle, dans le cadre du projet d'aménagement global, et des besoins recensés en électricité et en eau chaude sanitaire sur le site, seule l'énergie solaire a été retenue et approfondie comme potentiel énergétique renouvelable, permettant d'assurer des économies d'exploitation sur le long terme. Une attention particulière devrait néanmoins être portée sur la conception des toitures des bâtiments et sur les potentiels ombrages causés par la végétation environnante projetée.

Les 116 logements, de types maison individuelle et immeuble collectif, et le réseau d'éclairage méritaient d'être étudiés de plus près sur un plan purement énergétique.

Bien évidemment cette première étape de l'étude permettait de recenser le potentiel d'énergies renouvelables sur le site de Villèle, mais il faut bien noter que celle-ci s'est basée sur des ratios de consommations estimés par faute d'information sur les consommations projetées en électricité ainsi qu'en eau chaude, ne connaissant pas la typologie exacte des futurs logements construits.

Nous avons comparé plusieurs scénarios possibles de mix énergétique avec en base une solution purement maîtrise de l'énergie sans recours à l'énergie solaire (scénario tendanciel) avec des lampadaires SHP.

Celui-ci a été mis en contraste avec un scénario plutôt maximaliste avec 100% d'énergie solaire (PV) pour alimenter en électricité les structures retenues. L'économie de CO2 rejeté (p.m. 368 tonnes/an) et sur la facture énergétique est conséquente, en revanche le coût d'investissement de cette solution est très important rendant difficile une rentabilité à court terme (17 ans pour les logements et plus de 51 ans pour l'éclairage public).

Enfin, un scénario plus réaliste a été mis en évidence, avec le choix d'une production d'eau chaude solaire pour les logements -la surface de toiture le permettant- et des candélabres à LED avec réducteur de puissance, qui s'avère être une solution MDE raisonnable tant en termes d'investissement que d'impact environnemental, puisque c'était en partie la solution pressentie par la maîtrise d'œuvre.

## 7. Annexes

---

- ✓ Fiche SOCOL : besoin en eau chaude sanitaire
- ✓ Dimensionnement SOLO (eau chaude solaire) pour un logement
- ✓ Dimensionnement PVGIS (photovoltaïque) pour un logement
- ✓ Brochure candélabre solaire SOLARPROD (photovoltaïque)
- ✓ Fiche technique candélabre solaire SUN KEY (photovoltaïque)



## Aménagement du Lotissement du Golf (Villèle) – Commune de Saint-Paul

### Etude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables

#### PHASE 3 : plan d'actions

#### MAÎTRE D'OUVRAGE :

**CBO Territoria**  
Cour de l'Usine – La Mare  
BP 105 – 97438 Sainte-Marie  
Tél : 0262 203 204



#### MAITRE D'ŒUVRE (mandataire) :

**ATELIER LD – LD AUSTRAL**  
5 rue André Lardy  
97438 Sainte-Marie  
Tél : 0262 47 04 21



#### BET Environnement – Écologie :

**BIOTOPE - AGENCE OCEAN INDIEN**  
910 chemin Lagourgue  
97440 Saint-André  
Tél : 0262 46 67 75 - Fax : 0262 46 06 81



#### BET Energies renouvelables :

**TECSOL Océan Indien**  
16, rue Claude Chappe – CS 71151  
97829 Le Port Cedex  
Tél. : 0262 55 15 24 - Fax : 0262 55 15 20



## Sommaire

---

<b>Sommaire .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Présentation et contexte de l'étude.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Rappel des principales conclusions des phases précédentes .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Présentation de la solution technique retenue pour la production d'eau chaude solaire pour le local des techniciens.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. Recommandations pour favoriser l'intégration des EnR dans la conception .....</b>	<b>7</b>
3.1.1. Orientation et bioclimatisme .....	7
3.1.2. Equipements solaires en toiture.....	7
<b>3.2. Présentation des logements en construction (rappel).....</b>	<b>8</b>
<b>3.3. Description technique détaillée de la solution solaire .....</b>	<b>11</b>
3.3.1. Principe de l'installation de production d'ECS solaire.....	11
3.3.2. Base des calculs de l'installation et de ses performances énergétiques.....	11
3.3.3. Descriptif sommaire des travaux.....	12
3.3.4. Bilan environnemental de la solution solaire .....	14
<b>4. Bilan financier.....</b>	<b>16</b>
<b>4.1. Coût de l'installation solaire .....</b>	<b>16</b>
<b>4.2. Coûts d'exploitation de la solution solaire .....</b>	<b>16</b>
<b>4.3. Les subventions qui existent.....</b>	<b>17</b>
4.3.1. Aide ADEME-FEDER-Région.....	17
4.3.2. Certificat d'économie d'énergie .....	17
<b>5. Conclusion de l'étude (phase 3).....</b>	<b>19</b>
<b>6. Annexes .....</b>	<b>20</b>

## 1. Présentation et contexte de l'étude

---

Dans le cadre du projet d'aménagement du lotissement du Golf sur le secteur de Villèle sur la commune de Saint-Paul lancé par CBO Territoria, l'équipe de Maîtrise d'œuvre en charge du dossier souhaite réaliser une étude d'impact. A cette fin, une étude de faisabilité sur le potentiel énergétique de la zone est demandée. La présente étude de faisabilité portera sur le potentiel de développement en énergies renouvelables (« EnR », dans la suite du rapport) de la zone concernée par le permis d'aménager.

Conformément à la réglementation (code de l'urbanisme art. L. 128-4), l'objectif de l'étude est de fournir un état des lieux du potentiel en énergies alternatives sur le périmètre de l'opération et d'étudier les contraintes de mise en œuvre de ces énergies.

Cette étude, menée en 3 phases, permettra de dégager le potentiel d'énergies renouvelables exploitables sur le site pour la production d'eau chaude sanitaire ou d'électricité.

- ✓ Phase 1 : diagnostic et état des lieux des ressources énergétiques locales. Lors de cette étape, un point est fait sur l'état des ressources potentielles en EnR sur le site. Celles-ci sont ensuite corrélées avec le projet d'aménagement, notamment sur des bâtiments ciblés, ayant des besoins énergétiques.
- ✓ Phase 2 : mise en évidence des scénarios. Il sera proposé 3 scénarios de mises en œuvre de système de production énergétique, avec des degrés d'intégration des EnR variables. Ces scénarios tiendront compte du projet d'aménagement, des plans de la maîtrise d'œuvre (issus de l'AVP, disponible à ce jour) et seront comparés pour mettre en évidence leurs avantages et inconvénients sur les plans technique, économique et environnemental.
- ✓ Phase 3 : plans d'actions. Après échange avec la maîtrise d'ouvrage, le scénario retenu sera approfondi pour faire ressortir le plan d'actions détaillé ainsi qu'une estimation financière plus fine.

Ce présent rapport constitue la troisième et dernière phase de l'étude, à savoir le plan d'actions à mettre en œuvre.

## 2. Rappel des principales conclusions des phases précédentes

---

La phase 1 nous a permis de faire un état des lieux des différentes filières d'énergies renouvelables potentiellement exploitables sur le site d'étude, voir figure 1 ci-dessous.

Il ressort de ce diagnostic que seule l'énergie solaire présente un potentiel exploitable pour la production d'eau chaude sanitaire et d'électricité. En effet les autres sources renouvelables sont difficilement mobilisables à l'échelle de la zone d'aménagement par manque de besoin énergétique (en terme quantitatif) mais aussi pour des contraintes climatiques, environnementales et purement géographiques.

Suite à ce constat, certaines recommandations ont été formulées quant à la conception bioclimatiques des bâtiments (neuf), la mise en évidence d'un idéal de toiture (toiture terrasse, monopan ou double pan, orientation favorable et inclinaison) proposé à l'équipe de maîtrise d'œuvre, le tout en prêtant attention à la végétation qui est prévue sur le site (potentiel ombrage).

EnR	Type d'énergie produite	Production cumulée en 2015 à la Réunion (ktep*)	Intérêts	Limites	Potentialité sur le site d'étude
Bagasse	Chaleur/électricité	23,2	utilise un sous-produit de l'industrie cannière	fonctionne environ 6 mois de l'année (juin-décembre), adaptée pour la production centralisée (réseau électrique)	Non
Hydraulique	Electricité	42,7	capacité de production importante (MW)	contraintes environnementales importantes, adaptée pour la production centralisée (réseau électrique)	Non
Solaire thermique	Chaleur	20,3	adaptée pour la production décentralisée (sur site), rendement minimum de 70% (production/besoins), ressource solaire abondante, adaptée dans le logement, facilité de mise en œuvre	présence de masque (végétation abondante), surface de toiture disponible	Oui
Eolien	Electricité	1,3	production domestique (kW) peut être adaptée sur site, ressource anémométrique suffisante	contraintes climatiques (zone cyclonique) et environnementales	Non
Photovoltaïque	Electricité	21,0	adaptée pour la production décentralisée (sur site), ressource solaire abondante, facilité de mise en œuvre, adaptée pour l'individuel et le collectif	présence de masque (végétation abondante), surface de toiture disponible	Oui
Biogaz	Electricité/ chaleur	1,5	utilise un sous-produit de l'agriculture	nécessite une unité de méthanisation, fonctionne environ 6 mois de l'année (juin-décembre), adaptée pour la production centralisée (réseau électrique)	Non
Géothermie	Chaleur	0	potentiel territorial important	nécessite des travaux de forage et d'investigation, adaptée pour la production centralisée (réseau de chaleur)	Non

\*kilo tonne équivalent pétrole: unité de mesure de l'énergie, pour comparer l'impact des différentes énergies en raisonnant en économie de pétrole et donc à pouvoir calorifique égal

Figure 1 : Comparatif des ressources en EnR disponibles à la Réunion en 2015 et potentialité d'exploitation sur le site de Villèle (source : phase 1)

Lors de la deuxième phase, nous avons procédé à l'inventaire des structures ayant des besoins soit en eau chaude sanitaire, soit en électricité et permettant la mise en œuvre de matériels solaires pour y pallier. L'étude des besoins et des solutions a été approfondie concernant les logements et le réseau d'éclairage public, uniques postes consommateurs retenus pour leur pertinence technique.

Nous avons ensuite mis en exergue 3 scénarios énergétiques (dont les principaux résultats sont repris dans la figure 2 ci-après) :

- un scénario tendanciel avec aucune énergie renouvelable, sur la base de la réalité actuelle du site, mais avec un effort de maîtrise de la demande en énergie (« MDE ») ;
- un scénario maximaliste avec 100% d'EnR, photovoltaïque et solaire thermique, sur la base de mesures MDE ;
- un scénario intermédiaire, plus réaliste, avec une base MDE pour la part électrique et solaire thermique pour les besoins en eau chaude (MDE+EnR).

Ce dernier scénario semble le plus pertinent, tant en matière d'investissements qu'en terme d'impact environnemental. Sur un plan technique, dès lors que la surface de toiture disponible est suffisante pour permettre d'installer des capteurs solaires, il est tout à fait envisageable de poser du matériel solaire sur les bâtiments retenus (logements de types individuel et collectif).

A l'issue de ces phases, une présentation de la faisabilité et des préconisations a été faite à la maîtrise d'ouvrage qui souhaite retenir le scénario intermédiaire comme potentiel EnR sur le site.

Le présent rapport consistera donc à étudier plus en détail cette solution technique et d'en déterminer l'impact financier.

S1	Scénario tendanciel (MDE, 0% EnR)			
	Electricité		Eau chaude	
	Facture énergétique estimée (€ HT/an)	Impact CO2 (t CO2/an)	Facture énergétique estimée (€ HT/an)	Impact CO2 (t CO2/an)
Logements	26 088	154	34232	202
Eclairage public	2 213	13		
<b>TOTAL</b>	<b>28 302</b>	<b>167</b>	<b>34 232</b>	<b>202</b>
S2	Scénario maximaliste (100% EnR)			
	Electricité (PV)		Eau chaude	
	Economie facture énergétique (€ HT/an)	Economie de CO2 * (t CO2/an)	Economie facture énergétique (€ HT/an)	Economie de CO2 * (t CO2/an)
Logements	60320	-355		
Eclairage public	2213	-13		
<b>TOTAL</b>	<b>62 533</b>	<b>-368</b>		
S3	Scénario intermédiaire (MDE+CESI)			
	Electricité (MDE)		Eau chaude (CESI)	
	Economie facture énergétique (€ HT/an)	Economie de CO2 * (t CO2/an)	Economie facture énergétique (€ HT/an)	Economie de CO2 * (t CO2/an)
Logements	0	0	22268	-133
Eclairage public	1265	-7		
<b>TOTAL</b>	<b>1 265</b>	<b>-7</b>	<b>22 268</b>	<b>-133</b>

*\* par rapport au scénario tendanciel (MDE)*

Figure 2 : Synthèse des scénarios énergétiques sur les structures retenues pour la phase 2, tenant compte de la mise à jour du nombre de luminaires

### 3. Présentation de la solution technique retenue pour la production d'eau chaude solaire pour le local des techniciens

---

#### 3.1. Recommandations pour favoriser l'intégration des EnR dans la conception

Il est très important de prendre en considération les problématiques de conception liées à l'intégration des EnR, et ici plus particulièrement de l'énergie solaire, le plus en amont possible afin d'adapter le projet quand cela est possible pour optimiser la ressource récupérable.

##### 3.1.1. Orientation et bioclimatisme

L'enjeu de l'architecture bioclimatique réside dans le consensus à trouver tenant compte des caractéristiques du site et de son environnement proche pour aboutir à un bâtiment confortable pour ses usagers et surtout économe dans son exploitation. Les économies se situent à plusieurs niveaux :

- Grâce à la réduction des besoins en rafraîchissement en limitant les apports solaires dans le bâtiment (cela n'impacte pas la disponibilité en toiture) et en favorisant la ventilation naturelle traversante notamment ;
- Grâce à la réduction des consommations relatives à l'éclairage, en jouant sur une optimisation des apports lumineux naturels.

Ces économies d'énergie représentent autant d'économie financière liée aux investissements des équipements (actions de maîtrise de la demande en énergie – MDE) et au fonctionnement des bâtiments sur le long terme, et c'est bien cette vision qu'il faut avoir à l'esprit.

Dès la conception, les principales dispositions devront être prises pour optimiser :

- L'orientation du bâtiment pour profiter des apports solaires et des axes de ventilation naturelle du site ;
- L'utilisation de l'environnement proche ou la création de végétation naturelle pouvant servir d'ombrage mais aussi participer au phénomène de rafraîchissement naturel.

##### 3.1.2. Equipements solaires en toiture

L'implantation de capteurs solaires thermiques ou de modules photovoltaïques en toiture nécessite d'être prise en compte dès la conception des bâtiments, et ce dans le but de maximiser le rendement des installations. Dans le cas des toitures inclinées, on privilégiera si possible des toitures monopans ou double pans, orientées le plus au Nord possible et avec une inclinaison optimale entre 15 et 30°.

La végétation proche peut s'avérer être un frein à l'installation d'équipement de production d'énergie d'origine solaire, car nous avons en majorité des bâtiments peu hauts (niveau R+1 au maximum, 7 mètres environ) et la présence d'une végétation haute et dense à proximité peut causer un masque et donc une perte de productivité pour le thermique comme pour le photovoltaïque.

Une attention toute particulière sera demandée en conception concernant ce point crucial.

### 3.2. Présentation des logements en construction (rappel)

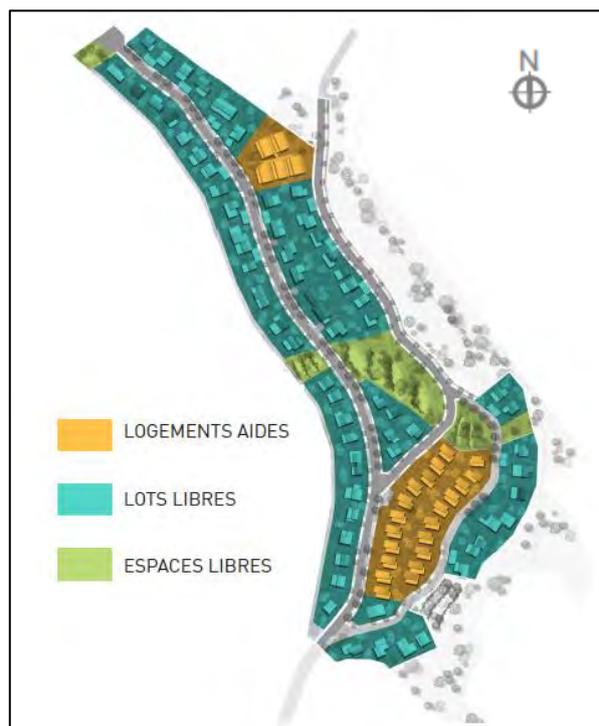
Le lotissement du Golf comptera aux alentours de 116 logements, répartis sur environ 3 hectares du site d'étude. Parmi ces logements, voici la décomposition des typologies de logements :

- 91 maisons individuelles (70 en lots libres et 31 en PTZ) de niveau R+1 en moyenne;
- Environ 25 logements collectifs (aidés).

**Hypothèse :** Le type de produit n'étant pas encore défini, nous prendrons l'hypothèse que chaque logement permettra d'accueillir a minima 3 personnes, soit des T3-T4.

La surface de plancher est comprise entre 150 et 260 m<sup>2</sup> par logement.

*Figure 3 : Répartition parcellaire des logements du Lotissement (ci-contre) et architecture globale de maisons de type individuel (ci-dessous) – Source : notice de présentation CBO053-PA02*



#### 3.2.1. Les maisons individuelles

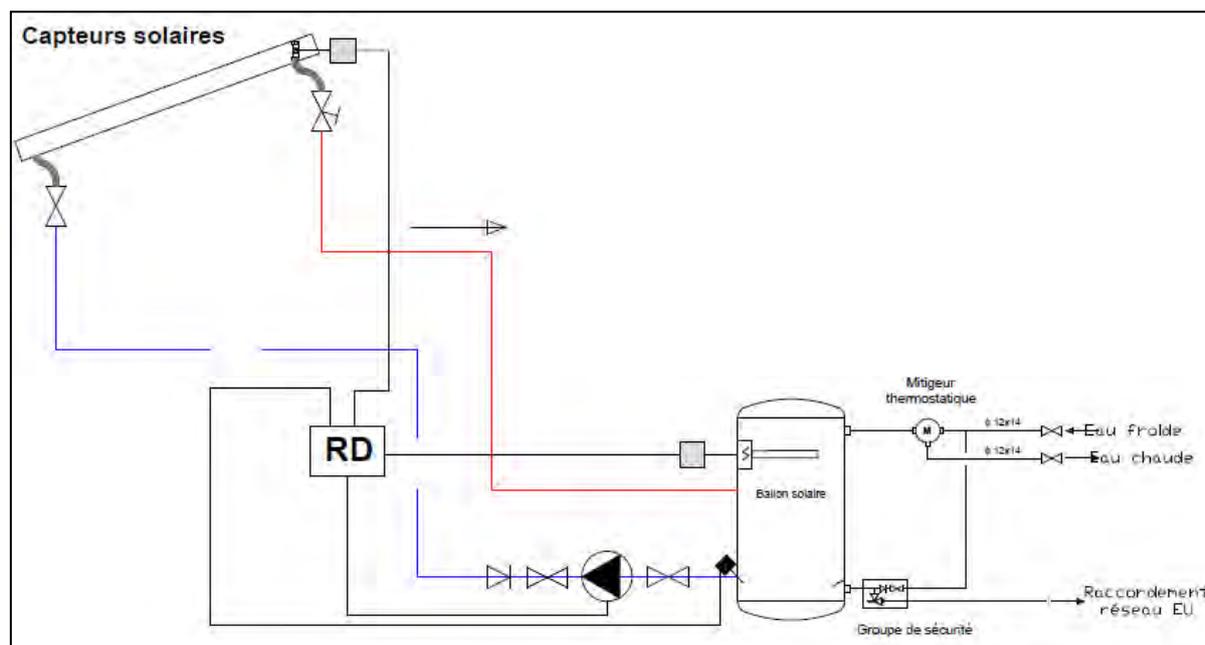


**Hypothèses :** compte tenu du nombre de niveaux (R+1 maximum) par maison, pour 150m<sup>2</sup> de surface de plancher dans le cas le plus défavorable, en ne tenant compte que des toitures les plus surélevées pour des raisons d'ombrage sur les autres (garages) et surtout en considérant que celles-ci soient le plus possible orientées vers le Nord, nous pouvons estimer une surface de :

- 50m<sup>2</sup> en toiture plane / terrasse ;
- d'environ 50m<sup>2</sup> en toiture monopan inclinée à 17° ;
- ou d'environ 25m<sup>2</sup> sur une toiture bipan inclinée de 17°.

Ce qui est largement suffisant pour l'installation de capteurs solaires thermiques en toiture pour chaque logement de type maison individuelle.

Nous préconisons d'installer un chauffe-eau solaire individuel dissocié (CESI) d'une capacité de 200L.



*Figure 4 : principe d'une installation individuelle dissociée de production d'eau chaude solaire*

La surface de capteur thermique nécessaire pour produire suffisamment d'ECS pour chaque logement serait de 2.33m<sup>2</sup> soit un capteur. Une simulation sur l'outil SOLO a été faite, faisant ressortir un rendement (taux de couverture : rapport entre la production solaire et les besoins en ECS) supérieur à 65% toute l'année pour un capteur orienté plein Nord avec une inclinaison de 17°. La surface disponible en toiture, d'environ 25 à 50 m<sup>2</sup> par logement, serait largement suffisante pour accueillir ce type d'installation.

L'investissement estimé pour ce type de système est d'environ 2 900 € HT/CESI.

### 3.2.2. Les logements collectifs

Une des parcelles constructibles concerne un bâtiment de 25 logements collectifs. Nous ne connaissons pas l'architecture (nombre de niveaux, répartition des logements) de ce bâtiment, cependant nous pouvons préconiser une installation solaire collective avec stockage individualisé (ballon dans chaque logement), de type CESCI.

**NB 1** : Nous n'avons pas abordé la distinction entre les typologies de logements en phases 1 et 2. Nous approfondissons l'analyse technique en phase 3 sur les logements de type collectif car la conception de l'installation se différencie un peu de l'individuel. En revanche, l'impact sur la facture énergétique et la quantité de CO<sub>2</sub> évitée restent inchangés par rapport au CESI. Le montant de la solution collective en moyenne par logement s'approche du montant de l'individuel (car mutualisation des équipements en toiture mais ajout de matériels collectifs - armoire technique, pompes, vase d'expansion...).

**Hypothèses** : 5 personnes, logements T3/T4, besoin 30L/j/personne.

Le besoin en eau chaude sanitaire pour le bâtiment de 25 logements s'élèverait donc à :

$$5 \times 30 \times 25 = 3\,750 \text{ L/jour d'ECS à } 60^\circ\text{C.}$$

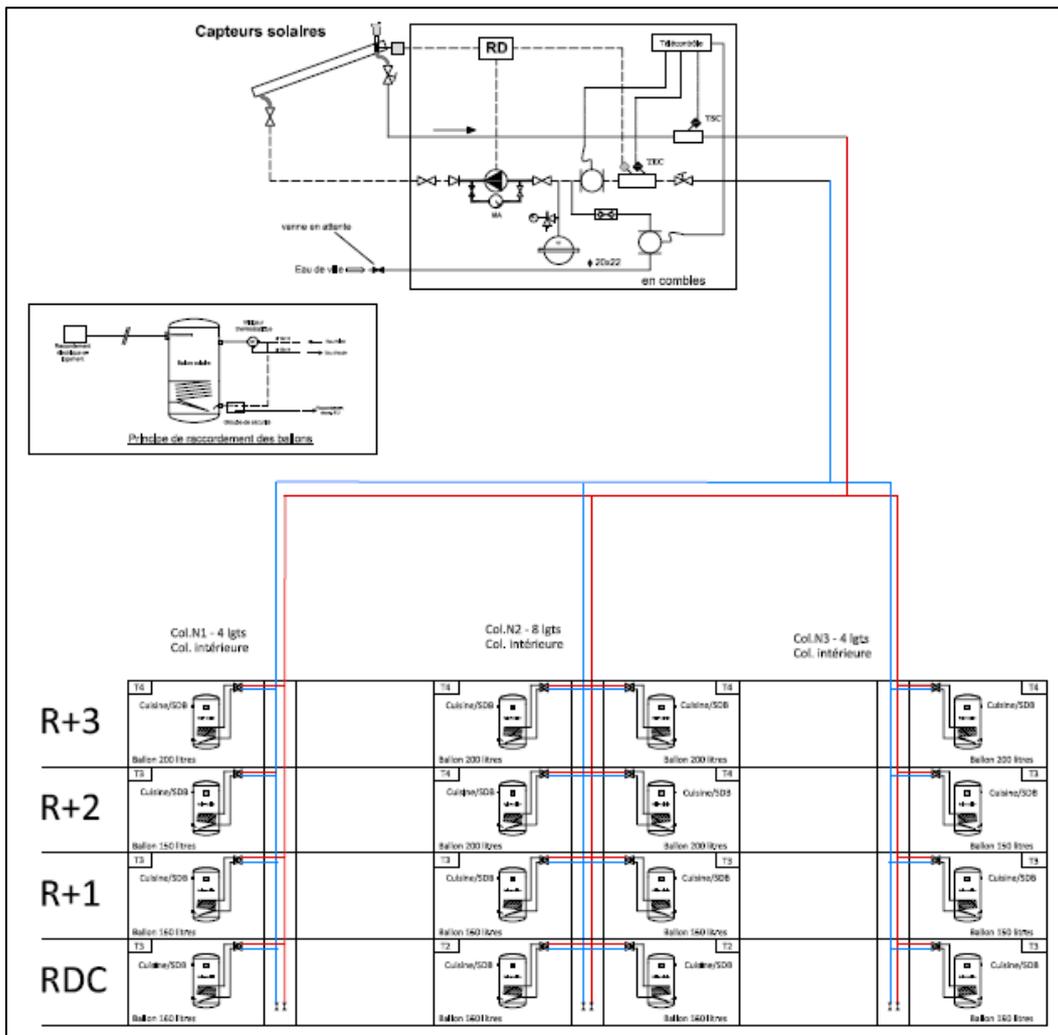


Figure 5 : principe d’une installation de production d’eau chaude solaire de type CESCI – exemple sur un bâtiment de 16 logements collectifs

La surface de capteurs thermiques nécessaire pour produire suffisamment d’ECS pour ces 25 logements serait d’environ 58 m<sup>2</sup>, soit 25 capteurs. Une simulation sur l’outil SOLO a été faite, faisant ressortir un taux de couverture supérieur à 65% toute l’année.

En toiture, nous avons considéré une terrasse d’au moins 400m<sup>2</sup> (pour un immeuble de niveau R+4), ce qui est largement suffisant en surface disponible pour accueillir des équipements solaires (capteurs et armoire technique). Ainsi nous pourrions orienter au mieux nos capteurs plein Nord et les placer sur supports pour les incliner de 30°.

L’investissement estimé pour ce type de système est d’environ 85 000 € HT, soit 3 400 € HT/logement.

**En résumé :** pour chaque logement, voici le potentiel maximum exploitable en énergie solaire thermique, le coût estimé ainsi que l’impact environnemental. L’économie d’énergie a été chiffrée sur la base de la non-consommation sur le réseau électrique (par rapport à un chauffe-eau électrique) puis ramenée à la surface utile.

Analyse <u>au logement</u>	Surface utile (SU, en m <sup>2</sup> /logt)	Economie d’énergie (kWh/an)	CO2 évité (t/an)	Economie d’énergie (€ HT/an, base 13c€ HTVA/kWh)	Economie d’énergie (€ HT/an/m <sup>2</sup> SU)	Coût estimé investissement (€ HT/logt)
CESI - CESCI	2,33	1 118	0,84	122,95	52,77	2 900 - 3 400

### 3.3. Description technique détaillée de la solution solaire

#### 3.3.1. Principe de l'installation de production d'ECS solaire

Les logements individuels sont de R+1 au maximum. Chaque logement fera l'objet d'une installation individuelle de type dissocié et thermorégulé.

Elle comprendra:

- × un capteur solaire en toiture,
- × un ballon individuel cuve inox 316L, sans échangeur, avec appoint électrique raccordé dans chaque logement,
- × des canalisations de liaison des capteurs aux piquages solaires des ballons,
- × une panoplie groupe de sécurité, mitigeur et canalisations de liaison jusqu'aux attentes sanitaires,
- × un ensemble d'accessoires hydrauliques et électriques assurant le transfert d'énergie entre les capteurs et les ballons, la régulation et la protection du circuit.

Pour le lot de logements de type collectif, nous préconiserons la mise en œuvre d'une installation collective à stockage individualisé, qui comportera :

- × des capteurs installés en batteries sur toiture, sur support (en cas de toiture terrasse) ou suivant la pente de la toiture,
- × des ballons individuels à échangeurs noyés et appoints électriques raccordés dans chaque logement,
- × des canalisations de liaison des capteurs aux échangeurs des ballons,
- × un ensemble d'accessoires hydrauliques et électriques assurant le transfert d'énergie entre les capteurs et les échangeurs des ballons, la régulation, et la protection du circuit,
- × un système de télécontrôle permettant de vérifier les performances de l'installation et contrôler son fonctionnement.

#### 3.3.2. Base des calculs de l'installation et de ses performances énergétiques

##### ✓ Méthode de calcul

Les performances de l'installation solaire seront calculées selon la "Méthode mensuelle d'évaluation des performances thermiques des installations solaires ou méthode SOLO" du CSTB.

Cette méthode est disponible au CSTB, 4 avenue du Recteur Poincaré 75782 - PARIS - Cedex 16. Les calculs sont également réalisables sur le site [www.tecsol.fr](http://www.tecsol.fr).

Les valeurs à retenir pour les calculs seront celles de la station météorologique de SAINT PAUL (186m).

Température de l'eau chaude sanitaire : La température conventionnelle de référence de l'eau chaude sanitaire est fixée à 55° C.

Consommation d'eau chaude sanitaire : La consommation d'ECS moyenne journalière à 60°C a été estimée à: 150 litres par logement.

✓ **Dimensionnement des installations**

Capteurs :

La surface de capteur sera de l'ordre de 2,33 m<sup>2</sup> au maximum par logement.

Le taux de couverture solaire annuel sera de 70±1% strict des besoins théoriques.

Pour un CESI, le besoin annuel étant de 2 043 kWh/an, le productible solaire minimum sera de :  
1 430 kWh/an.

Pour le CESC, le besoin annuel étant de 51 068 kWh/an, le productible solaire minimum sera de :  
35 750 kWh/an.

*Les calculs solaires SOLO sont à fournir avec les valeurs B et K des capteurs proposés qui doivent obligatoirement être titulaires d'un Avis Technique du CSTB DOM ou certification européenne équivalente.*

Ballon solaire cuve inox avec appoint électrique :

Les ballons de stockage ECS des installations collectives seront des ballons électro-solaires. Ils seront verticaux, cuve en acier inox 316L et bénéficieront d'une garantie de 5 ans minimum.

La pression de service sera de 7 bars, pression d'épreuve : 10 bars.

La capacité minimale du ballon devra être de : 200 L.

La constante de refroidissement du ballon sera recalculée en fonction de l'épaisseur d'isolant proposée (50±2 mm mini). Le ballon thermorégulé sera considéré dans le calcul SOLO comme implanté dans un local à 23°C.

✓ **Position, inclinaison et orientation des capteurs**

Les capteurs seront implantés :

- Pour les maisons individuelles : dans le plan de la toiture - Orientation 0°N – inclinaison 17°.
- Pour le bâtiment collectif : en toiture terrasse (proposition du BET solaire, choix à confirmer par les maîtrises d'ouvrage et d'œuvre) - Orientation 0°N – inclinaison 30°.

**3.3.3. Descriptif sommaire des travaux**

✓ **Caractéristiques générales des matériels**

Les structures métallique support des capteurs et cuves seront en aluminium.

Tous les éléments de boulonnerie (vis, rondelles, écrous, contre-écrous, tiges filetées...) seront en Inox Marin 316L.

Capteurs solaires

Ils seront de type plan vitré à revêtement sélectif d'une surface unitaire de l'ordre de 2,33 m<sup>2</sup>, de type « indépendants » installés sur supports.

Ils seront titulaires d'un Avis Technique du CSTB en cours de validité et seront couverts par une garantie "bonne tenue" de 10 ans.

Leur mise en œuvre respectera les prescriptions figurant dans l'A.T. CSTB et les notices techniques du fabricant. Leur numéro d'AT CSTB ainsi que leurs caractéristiques dimensionnelles et performancielles (coefficients B et K) seront obligatoirement précisés.

Ballons de stockage ECS

Le ballon de stockage ECS sera un ballon électro-solaire, cuve en acier inox, d'une capacité de 200L. Il bénéficiera d'une garantie de 5 ans minimum. Il sera vertical, avec résistance électrique située au tiers supérieur. Il sera calorifugé par mousse de polyuréthane rigide sans CFC (50±2 mm mini) protégée par jaquette tôle laquée blanche.

Le ballon sera à fixation murale, fixé en partie haute sous plafond, à proximité des attentes ECS (cuisine, séchoir, varangue, localisation à valider par l'équipe de MOE).

La pression de service sera de 7 bars, pression d'épreuve : 10 bars.

Le ballon sera équipé de tous les piquages nécessaires à son bon fonctionnement en favorisant au maximum la stratification.

Le piquage d'entrée eau froide sera muni d'un déflecteur vers le bas pour éviter la stagnation en fond de ballon (disposition anti-légionelles).

En partie supérieure, ils comprendront une résistance de puissance de l'ordre de 10 à 12 W par litre en 220V monophasé avec **thermostat double à réarmement manuel** (contrôle et sécurité) et capotage. Elle sera alimentée depuis le tableau électrique du bâtiment et commandé manuellement via un interrupteur temporisé.

Pour les logements collectifs, les ballons seront équipés en partie basse d'un échangeur de type serpentin en acier inox descendant jusqu'au fond inférieur de la cuve (disposition anti-légionelles). La surface d'échange sera au minimum de 0,4 m<sup>2</sup> pour les 200 litres. De plus, ils seront équipés sur la sortie échangeur d'un purgeur d'air automatique.

#### Circuit solaire

Le circuit "solaire" sera équipé dans le sens de la circulation vers les capteurs :

- Pour le CESI :
  - o 1 vanne d'isolement à boisseau sphérique à passage intégral,
  - o 1 pompe de circulation spéciale solaire avec manomètre de contrôle de sa pression,
  - o 1 clapet anti-retour à ressort inox,
  - o 1 vanne d'isolement à boisseau sphérique à passage intégral.
  
- Pour le CESCO :
  - o 1 vanne de réglage du débit type TA Control ou similaire,
  - o 1 bouteille 52x54 pour les sondes de régulation et de télécontrôle,
  - o 1 compteur volumétrique « eau chaude » à émetteur d'impulsions,
  - o 1 piquage raccordé à l'eau de ville et équipé d'un compteur divisionnaire eau froide DN 12, d'un disconnecteur type CA DN 12 et d'une vanne à boisseau DN 12,
  - o 1 piquage raccordé au vase d'expansion qui sera posé sur un matériau résilient (feutre, polystyrène extrudé, liège...) et à la soupape de sécurité 3 bars avec manomètre 0/4 bars,
  - o 1 vanne d'isolement à boisseau sphérique à passage intégral,
  - o 1 pompe de circulation avec manomètre de contrôle de sa pression,
  - o 1 vase d'expansion,
  - o 1 clapet AR à ressort inox, température max 160°C,
  - o 1 vanne d'isolement à boisseau sphérique à passage intégral.

Le débit nominal de la pompe sera défini en fonction de la surface de capteurs prévus sur la base de 70 l/h/m<sup>2</sup> de capteurs.

Le moteur de la pompe sera raccordé au coffret électrique avec et piloté par le régulateur différentiel. Le circulateur devra posséder une attestation de conformité sanitaire (ACS) en cours de validité.

Caractéristiques principales :

- × pression de service maxi : 10 bars.

- × températures maxi d'utilisation : +110°C
- × alimentation : mono 230V/50Hz

### Régulation

- Pour l'individuel, la pompe solaire sera pilotée par un régulateur différentiel à écart et hystérésis réglables contrôlant l'écart de température entre la sortie de la batterie de capteurs et le bas du ballon.

La mise en service de la pompe s'effectuera lorsque la température capteurs sera supérieure de 7°C à la température du retour ballon, et son arrêt lorsque cet écart atteindra une valeur de l'ordre de 2°C. Le matériel de régulation sera mis en place à proximité du ballon. Il sera accessible pour la maintenance.

Le régulateur différentiel sera équipé de 3 sondes à plongeant. Une troisième sonde sera installée en partie haute du ballon.

- Pour le collectif, le matériel de régulation comprendra un régulateur différentiel avec sonde à plongeant à installer sur le collecteur de retour général des ballons en aval de la pompe et avec une sonde "chaude" à plongeant ou à câble avec doigt de gant à installer sur le piquage de sortie de la batterie de capteurs la plus proche de « l'armoire technique ».

Il pilotera la mise en service de la pompe par l'alimentation de la bobine du contacteur.

La sonde « froide » sera installée dans une bouteille réalisée en tube cuivre 52x54 avec piquage à 45° dans le sens inverse de la circulation avec manchon 15x21 permettant la fixation du doigt de gant. La longueur du piquage sera définie de façon à ce que l'élément sensible de la sonde soit dans une zone de circulation.

### Télécontrôle (pour l'installation collective)

Le système de télécontrôle sera composé de :

- × un télécontrôleur raccordé au réseau commuté
- × le compteur volumétrique eau chaude à émetteur d'impulsions installé sur le retour général du circuit primaire,
- × sondes de température (capteur, distribution et retour)

La centrale de télécontrôle sera fixée dans le coffret électrique de commande de l'installation, alimentée en mono 230 V avec protection par disjoncteur divisionnaire et communiquera au moyen d'une carte GSM data.

**La capacité de stockage permettra l'archivage des données à 10 min de l'installation collective pendant un mois.**

Les mesures effectuées permettront de connaître :

- × Les courbes de températures (sortie capteurs, aller distribution et retour distribution) ;
- × L'énergie solaire produite l'installation ;
- × Le contrôle de l'état de la pompe et le temps de marche des pompes.

### **3.3.4. Bilan environnemental de la solution solaire**

Au global du projet (installations individuelles et collective), voici le bilan environnemental lié à l'installation de chauffe-eaux solaires avec un taux de couverture minimum fixé à 70% (production solaire globale minimale de **165 880 kWh<sub>th</sub>/an**):

Consommation électrique <u>minimum</u> évitée (91 logements individuels et 25 collectifs)	<b>184 300</b>	kWh <sub>e</sub> /an
Consommation électrique <u>minimum</u> évitée	<b>15.85</b>	tep/an
CO2 évité	<b>141.17</b>	t CO2/an

*Données :*

- 1 kWh<sub>th</sub> (thermique) représente environ 1.11 kWh<sub>e</sub> (rendement d'un chauffe-eau électrique pris à 90%)
- 1 tep = 11630 kWh<sub>e</sub>
- 1 kWh<sub>e</sub> équivaut au rejet de 766 g de CO2 à la Réunion (source : Bilan Energétique de la Réunion 2015).

## 4. Bilan financier

### 4.1. Coût de l'installation solaire

Le coût de l'installation solaire comprend :

- fourniture et pose sur toiture des capteurs plans sélectifs y compris supports et accessoires hydrauliques, solins ou caches esthétiques
- fourniture et pose du ballons de stockage solaire, y compris accessoires, raccordements hydrauliques circuits « capteurs », raccordement sur l'alimentation eau froide, raccordement EU.
- fourniture et pose de canalisations en cuivre écroui calorifugées pour assurer la liaison entre les capteurs et le ballon de stockage solaire y compris protection mécanique des canalisations et éventuels habillages.
- fourniture et pose de canalisations en cuivre écroui assurant la liaison entre le ballon de stockage solaire et le ballon d'appoint (y compris fourniture du mitigeur)
- fourniture et pose des équipements nécessaires au fonctionnement de l'installation solaire (organes de coupure et de protection, régulation et circulateur pour les CESI...)
- fourniture et pose d'un système de comptage d'énergie, incluant un compteur eau froide à émetteur impulsion, des sondes de température et un intégrateur ;
- un ensemble d'accessoires hydrauliques et électriques assurant le transfert d'énergie entre les capteurs et les ballons et la protection du circuit en armoire technique (pour le CESCO) ;
- un système permettant de mesurer l'énergie fournie par l'installation (pour le CESCO).

Le coût de l'installation globale est estimé à : **348 900,00 € HT** (fourniture et pose, hors suivi et maîtrise d'œuvre).

Soit un coût du kWh produit de : **2,10 € HT/kWh<sub>th</sub>**.

### 4.2. Coûts d'exploitation de la solution solaire

Ils incluent :

- ✓ Le coût dû à la consommation électrique de l'appoint ;
- ✓ Le coût dû à la consommation des auxiliaires (pompes) ;
- ✓ Les frais de maintenance.

Nous avons utilisé le coût de l'électricité suivant : 13 c€ HTVA/kWh<sub>e</sub>.

Appoint électrique : On considère ci-dessous un rendement de 90 % pour la production d'appoint.

Sur la base des hypothèses mentionnées ci-dessus, le besoin d'appoint est estimé à :

$$\begin{aligned} \text{Appoint} &= (\text{besoins} - \text{production solaire}) / \text{rendement} \\ &= (236\,991 - 165\,880) / 0.9 = 79\,012 \text{ kWh}_e/\text{an}. \end{aligned}$$

Soit un coût d'appoint de : 10 272 € HTVA /an.

Dépenses auxiliaires : La consommation électrique de l'ensemble des matériels solaires sera calculée sur la base de 20% des besoins en appoint électrique.

Le besoin d'appoint s'élevant à 79 012 kWh<sub>e</sub>/an, on peut estimer la consommation des auxiliaires à : 15 802 kWh<sub>e</sub>/an, soit 2 054 € HTVA/an.

Soit au total :

Complément électrique	Consommation des auxiliaires	Dépense annuelle électrique
10 272 € HTVA/an	2 054 € HTVA /an	<b>12 326 € HTVA /an</b>

#### Frais de maintenance annuelle :

Les frais liés à la maintenance sont évalués à : 30 €HT/logement/an soit environ 3 500€ HT/an. La nécessité d'une intervention de maintenance sera détectée par le suivi de bon fonctionnement.

#### Coût d'exploitation de la solution solaire :

Le coût d'exploitation de la solution solaire est donc de **15 826 € HT/an**.

Soit un coût du kWh produit de : **9,54 c€/kWh solaire** (hors investissement).

### **4.3. Les subventions qui existent**

#### **4.3.1. Aide ADEME-FEDER-Région**

L'aide à l'investissement consentie par l'ADEME, le FEDER et la Région, notamment dans le cadre du Fonds Chaleur, ne peut excéder 65% du surcoût solaire de l'installation, plafonnée par un forfait de 1250 €/tep substituée pendant 20 ans. Cependant cette aide ne s'applique que pour des installations solaires dont la surface de capteurs atteint 25 m<sup>2</sup>.

Cette forme de soutien pourrait être envisageable dans le cadre de ce projet pour la partie CESC (bâtiment de logements collectifs).

#### **4.3.2. Certificat d'économie d'énergie**

Le Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer a mis en place les certificats d'économie d'énergie (CEE) en 2005. C'est un outil de la politique de la maîtrise énergétique : l'« obligé » (en général le distributeur d'énergie) doit atteindre l'objectif d'économie d'énergie que les pouvoirs publics lui ont fixé. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2015, une 3<sup>ème</sup> période de CEE a été initiée pour la France métropolitaine et l'Outre-mer jusqu'à fin 2017.

#### **a/ Pour le chauffe-eau solaire individuel :**

L'installation d'un chauffe-eau solaire individuel pour la production d'eau chaude sanitaire pour des maisons neuves ou existantes est visée par la fiche BAR-TH-124 (en annexe).

Cette fiche cadre le dispositif :

- ✓ L'installation doit être réalisée par un professionnel ;
- ✓ Les capteurs solaires disposent d'une certification CSTBat DOM, Solar Keymark ou bien reconnaissance équivalente, portant la mention « installation à circulation forcée ».

Pour une opération engagée avant le 26/09/2017, à la Réunion, le montant en kWh cumac (cumulé actualisé sur la durée de vie du produit, 17 ans pour un chauffe-eau solaire individuel) est de :  $2\,900 \times$  surface de capteur (m<sup>2</sup>).

Soit a minima :  $2\,900 \times 2.33 = 6\,757$  kWh cumac / CESI.

#### **b/ Pour le chauffe-eau solaire collectif :**

L'installation d'un chauffe-eau solaire collectif pour la production d'eau chaude sanitaire pour des bâtiments résidentiels neufs est visée par la fiche BAR-TH-135 (en annexe).

Cette fiche cadre le dispositif :

- ✓ Pour une surface supérieure à 25m<sup>2</sup> de capteurs, le pré-dimensionnement doit être réalisé par un bureau d'étude indépendant ;
- ✓ Le taux de couverture solaire doit être supérieur à 50% (ici nous sommes à 70% au minimum) ;
- ✓ L'installation doit être réalisée par un professionnel ;
- ✓ Les capteurs solaires disposent d'une certification CSTBat DOM, Solar Keymark ou bien reconnaissance équivalente, portant la mention « installation à circulation forcée ».

Pour une opération engagée avant le 26/09/2017, à la Réunion, le montant en kWh cumac (cumulé actualisé sur la durée de vie du produit, 20 ans pour un chauffe-eau solaire de type CESCO) est de :  $0,183 \times$  besoin annuel (kWh)  $\times$  (taux de couverture (%) – 50).

Soit a minima :  $0,183 \times 51\,078 \times (70-50) = 186\,945$  kWh cumac pour le CESCO.

#### **c/ Pour l'éclairage public performant :**

Le luminaire à modules LED pour l'éclairage d'accentuation est ciblée par la fiche BAT-EQ-126 (en annexe).

Cette fiche cadre le dispositif :

- ✓ Pour un ensemble optique fermé IP65 minimum;
- ✓ Le luminaire soit avoir une durée de vie supérieure à 50 000 heures et une efficacité lumineuse supérieure à 65 lumen/W

Le montant en kWh cumac (cumulé actualisé sur la durée de vie du produit, 13 ans sans dispositif de gestion de l'éclairage) est de :  $1\,400$  (kWh)  $\times$  Nombre de luminaires.

Soit:  $1\,400 \times 38$  candélabres déposés et remplacés =  $53\,200$  kWh cumac.

Il est nécessaire de rentrer en contact avec EDF SEI Réunion pour avoir plus d'informations sur la valorisation de ces cumac et vérifier l'éligibilité pour le territoire de la Réunion.

Pour plus d'informations :

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Economies-d-energie,154-.html>

## 5. Conclusion de l'étude (phase 3)

---

Au vu des ressources locales exploitables sur le site du Lotissement du Golf à Villèle, dans le cadre du projet d'aménagement, et des besoins recensés en électricité et en eau chaude sanitaire sur les différentes structures du site, seule l'énergie solaire a été retenue et approfondie comme potentiel énergétique renouvelable, permettant d'assurer des économies d'exploitation sur le long terme.

Une attention particulière devrait néanmoins être portée sur la conception des toitures des bâtiments et sur les potentiels ombrages causés par la végétation dense de ce site naturel remarquable.

Sur le projet d'ensemble, les 116 logements, de types maisons individuelles et logement collectif, ainsi que l'éclairage public méritaient d'être étudiés de plus près sur un plan purement énergétique.

Bien évidemment cette première étape de l'étude permettait de recenser le potentiel d'énergies renouvelables sur le site de Villèle, mais il faut bien noter que celle-ci s'est basée sur des ratios de consommations estimés pour des logements de type T3/T4 par faute d'information sur les consommations projetées en électricité ainsi qu'en eau chaude.

Nous avons donc comparé plusieurs scénarios possibles de mix énergétique avec en base une solution purement maîtrise de l'énergie sans recours à l'énergie solaire (scénario tendanciel).

Celui-ci a été mis en contraste avec un scénario plutôt maximaliste avec 100% d'énergie solaire (PV) pour alimenter en électricité les structures retenues. La quantité de CO<sub>2</sub> évité (p.m. 368 tonnes/an) et l'économie sur la facture énergétique sont conséquentes, en revanche le coût d'investissement est lourd à supporter pour remplir la totalité des besoins électriques des logements, et ce sans tenir compte du recours au réseau électrique public, car nous n'avons pas envisagé de stockage d'énergie.

Un dernier scénario (intermédiaire) plus réaliste a été mis en évidence, avec le choix d'une production d'eau chaude solaire sur l'ensemble des logements - la surface de toiture le permettant a priori (architecture du bâtiment collectif à confirmer) - et des candélabres à LED, qui s'avère être une solution MDE raisonnable tant en termes d'investissement que d'impact environnemental, puisque c'est la solution pressentie par l'équipe de maîtrise d'œuvre.

A l'issue de ces deux premières phases, la maîtrise d'ouvrage a tranché en faveur du scénario intermédiaire. Nous avons donc précisé la solution technique, avec d'une part un chauffe-eau solaire individuel de type dissocié pour chaque logement de type maison individuelle, système comprenant un capteur solaire et un ballon électro-solaire. Et d'autres part une production d'eau chaude solaire collective à appoint individualisé pour les logements collectifs, présentant 58 m<sup>2</sup> de capteurs solaires en toiture du bâtiment et un ballon électro-solaire dans chaque logement.

Ces installations ont été dimensionnées pour des ballons d'une capacité de 200 litres et afin que l'apport solaire satisfasse au moins 70% des besoins en eau chaude (estimés à 236 991 kWh<sub>th</sub>/an)

Certaines prescriptions techniques ont été mises en avant dans ce rapport. Il est aussi conseillé à la maîtrise d'ouvrage de souscrire à un suivi du bon fonctionnement de ces installations et à un contrat d'entretien avec l'installateur.

Nous avons enfin établi le bilan financier de l'opération et recensé les aides mobilisables sur le territoire pour les investissements solaires et d'éclairage public économe en énergie. Il est vivement conseillé au maître d'ouvrage de prendre attache auprès d'EDF SEI pour connaître l'éligibilité du projet et les modalités administratives et financières pour la prise en charge de potentiels certificats d'économie d'énergie.

## 6. Annexes

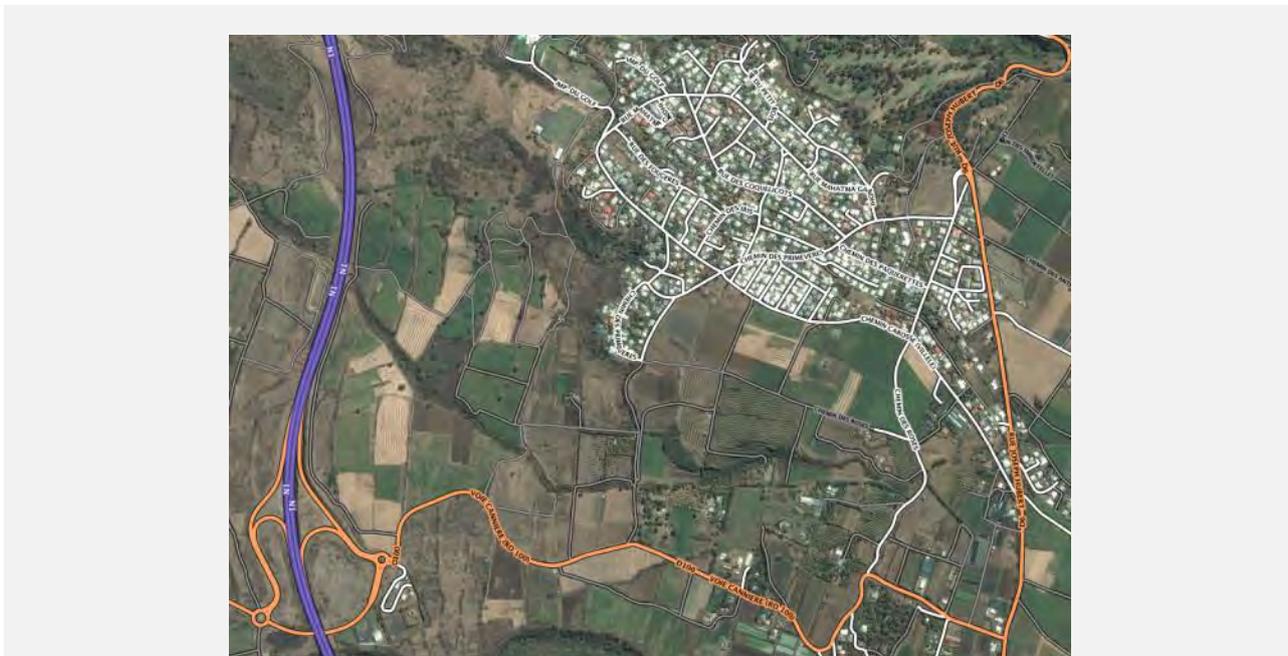
---

- dimensionnement SOLO pour une maison individuelle (CESI)
- dimensionnement SOLO pour le bâtiment de logements collectifs (CESCI)
- fiche CEE BAR-TH-124 : eau chaude solaire individuelle
- fiche CEE BAR-TH-135 : eau chaude solaire collective
- fiche CEE BAT-EQ-126 : luminaire à modules LED pour l'éclairage d'accentuation

**A** Annexe 5, Étude circulation aménagement du quartier de Villèle

## Annexe 5, Étude circulation aménagement du quartier de Villèle

ARTELIA, Avril 2017



# Etude circulation aménagement du quartier de Villèle

## RAPPORT

### ARTELIA VILLE ET TRANSPORT

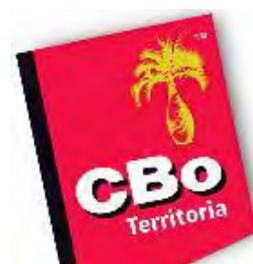
#### SAINT DENIS - REUNION

121 bd Jean Jaurès – CS 31005

97404 Saint-Denis Cedex

Tel. : +262 (0)2 62 90 96 00

Fax : +262 (0)2 62 90 96 01



CBO TERRITORIA

## SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	3
1.1.	CONTEXTE DE L'ETUDE	3
1.2.	ENQUETES DE CIRCULATION	6
2.	<b>GENERALITES SUR L'ANALYSE STATIQUE DES CARREFOURS</b>	8
2.1.	ANALYSE STATIQUE D'UN CARREFOUR CROIX OU TE	8
2.2.	ANALYSE STATIQUE D'UN GIRATOIRE	9
3.	LA SITUATION EXISTANTE	10
3.1.	CARACTERISTIQUES DU SITE	10
3.2.	ETABLISSEMENTS GENERATEURS DE TRAFIC	12
3.3.	LES FLUX EXISTANTS	13
3.3.1.	Les trafics en situation courante	13
3.3.2.	Les itinéraires	15
3.3.2.1.	CARREFOUR RD100/CHEMIN DES ROSES	16
3.3.3.	Le carrefour RD6 / RD 100	18
3.3.3.1.	HPM	18
3.3.3.2.	HPS	19
4.	LA SITUATION PROJETEE	20
4.1.	PROGRAMMATION	20
4.2.	HYPOTHESES DE PROJECTIONS	20
4.2.1.	Génération de trafic	20
4.2.2.	Affectation sur les voies environnantes	21
4.2.3.	Report de trafic existant sur la nouvelle voie	22
4.2.3.1.	DEPUIS LE CARREFOUR RD100/CHEMIN DES ROSES	22
4.2.3.2.	DEPUIS LE GIRATOIRE RD6/CHEMIN DES ROSES	24
4.3.	LES CONDITIONS DE CIRCULATION EN 2019	25
4.3.1.	La situation de référence	25
4.3.2.	La situation projet	26
4.4.	IMPACTS ET PRECONISATIONS	27
4.4.1.	Carrefour RD100 / nouvelle voie	27
4.4.1.1.	GENERALITE	27
4.4.1.2.	ANALYSE FONCTIONNELLE	29
4.4.2.	Carrefour nouvelle voie / voirie locale quartier de Villèle	30
4.4.3.	Carrefour RD6 / RD100	30
5.	SYNTHESE	31

## FIGURES

FIG. 1.	PLAN DE LOCALISATION	3
FIG. 2.	PLAN MASSE DU PROJET	4
FIG. 3.	CARTOGRAPHIE DES POSTES D'ENQUETE DE CIRCULATION	6
FIG. 4.	LE PERIMETRE D'ETUDE	10
FIG. 5.	ETABLISSEMENTS GENERATEURS DE TRAFIC	12
FIG. 6.	TRAFICS EN SECTION COURANTE – HPM ET HPS 2017	13
FIG. 7.	REPARTITION DU TRAFIC ENTRANT AUX TROIS POINTS D'ACCES – HPM ET HPS 2017	14
FIG. 8.	REPARTITION DU TRAFIC SORTANT AUX TROIS POINTS D'ACCES – HPM ET HPS 2017	14
FIG. 9.	REPARTITION DU TRAFIC DE LA RD100 AUX TROIS POINTS D'ACCES – HPM ET HPS 2017	15
FIG. 10.	REPARTITION DU TRAFIC VERS LA RD100 AUX TROIS POINTS D'ACCES – HPM ET HPS 2017	15
FIG. 11.	REPARTITION DU TRAFIC SORTANT AU CARREFOUR RD100/CHEMIN DES ROSES – HPM ET HPS 2017	16
FIG. 12.	REPARTITION DU TRAFIC ENTRANT AU CARREFOUR RD100/CHEMIN DES ROSES – HPM ET HPS 2017	17
FIG. 13.	PLAN DU CARREFOUR RD 6 / RD 100	18
FIG. 14.	TRAFICS SECTION COURANTE ET DIRECTIONNELS – HPM 2017	18
FIG. 15.	TRAFICS SECTION COURANTE ET DIRECTIONNELS – HPS 2017	19
FIG. 16.	TRAFIC GENERE PAR LE PROJET A L'HPM ET A L'HPS	22
FIG. 17.	HYPOTHESES DE REPORT SUR LA NOUVELLE VOIE DEPUIS LE CARREFOUR RD100/CHEMIN DES ROSES (SUD)	23
FIG. 18.	TRAFICS REPORTEES SUR LA NOUVELLE VOIE (HORS PROJET) DEPUIS LE CARREFOUR RD100/ CH. DES ROSES (NORD) - HYPOTHESE HAUTE ET BASSE – HPM ET HPS	24
FIG. 19.	TRAFICS REPORTEES SUR LA NOUVELLE VOIE (HORS PROJET) DEPUIS LE CARREFOUR RD6/CH. DES ROSES (NORD) – HPM ET HPS	24
FIG. 20.	TRAFICS EN SECTION COURANTE – HPM ET HPS 2019 – REFERENCE	25
FIG. 21.	TRAFICS EN SECTION COURANTE – HPM ET HPS 2019 – PROJET	26
FIG. 22.	DISTANCE DE VISIBILITE EN SORTIE DE LA NOUVELLE VOIE	27
FIG. 23.	TRAFICS DIRECTIONNELS RD100 / NOUVELLE VOIE –HPM ET HPS 2019 - PROJET	29

1	Maj	05/04/2017	AFY	PME	PME
0	Version initiale	03/04/2017	AFY	PME	PME
INDICE	OBJET DE LA MODIFICATION	DATE	VISA EMETTEUR	VISA DIRECTEUR BRANCHE	VISA DIRECTEUR QUALITE

# 1. INTRODUCTION

## 1.1. CONTEXTE DE L'ETUDE

CBo Territoria porte un projet d'extension du quartier de Villèle à l'Ouest de celui-ci.

Le projet prévoit la réalisation d'environ 100 logements et d'une voie de liaison entre la RD 100 et la rue Mahatma Gandhi.

Ces nouveaux logements vont générer une augmentation de trafic dans le secteur. De plus, la nouvelle voie créée devrait faire l'objet de report de trafic depuis les autres points d'accès existants du quartier.

L'échéance de réalisation du projet **est fixée à 2019**, date des projections de la suite de l'étude. Le plan ci-dessous récapitule les aménagements envisagés.

L'objet de la présente mission est d'évaluer les conditions de circulation des voies environnantes du projet.

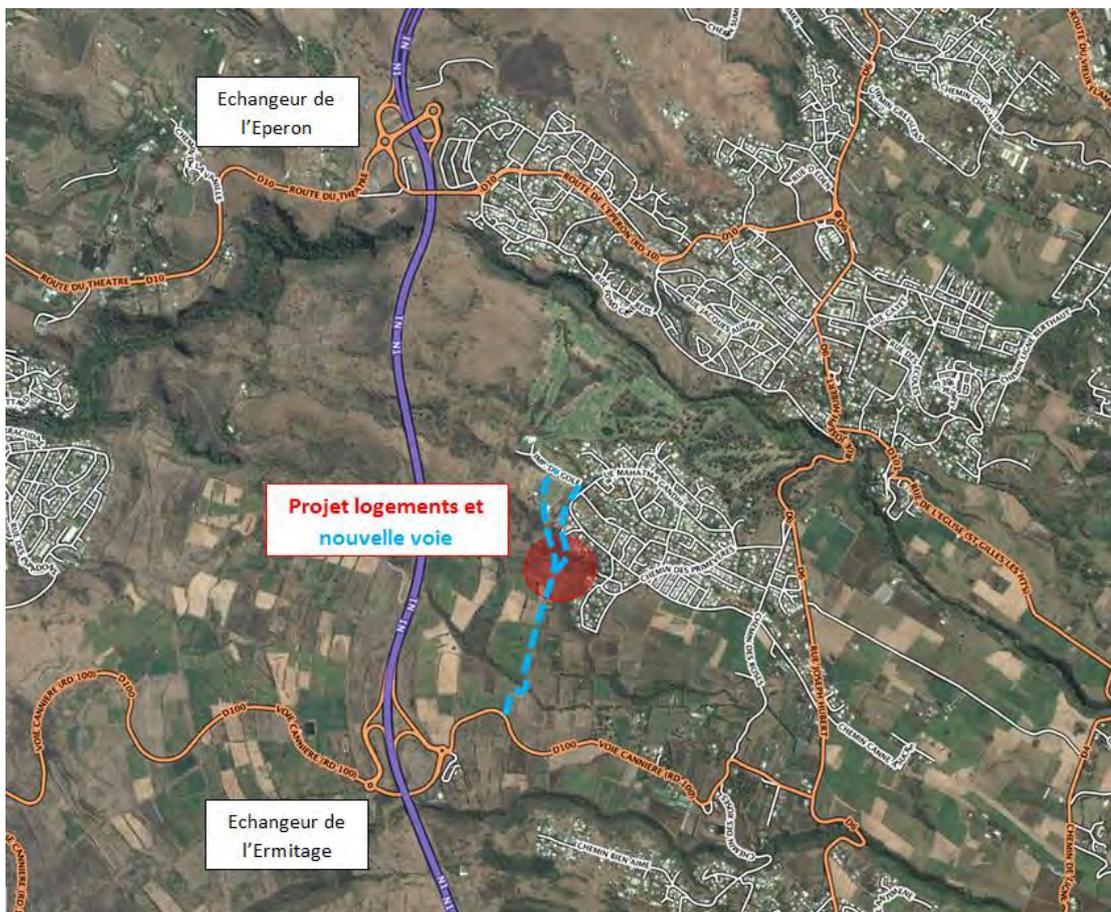


Fig. 1. Plan de localisation



*Fig. 2. Plan masse du projet*

Pour la suite du présent rapport, il sera utilisé les dénominations suivantes :

- Tourne-à-Droite : TAD
- Tourne-à-gauche : TAG
- Tout droit : TD
- Heure de Pointe du Matin : HPM
- Heure de Pointe du Soir : HPS

## 1.2. ENQUETES DE CIRCULATION

Afin d'évaluer le trafic existant et le potentiel de report sur la nouvelle voie, deux campagnes de comptage ont été menées:

- 1) Une enquête Origine / Destination (OD) afin d'identifier les trajets des usagers du quartier de Villèle (postes 1 à 4)
- 2) Des comptages directionnels sur le carrefour RD 100/RD6 (carrefour n°1) afin d'évaluer l'évolution des conditions de circulation (report de trafic sur la nouvelle voie créée) sur ce carrefour stratégique du secteur.

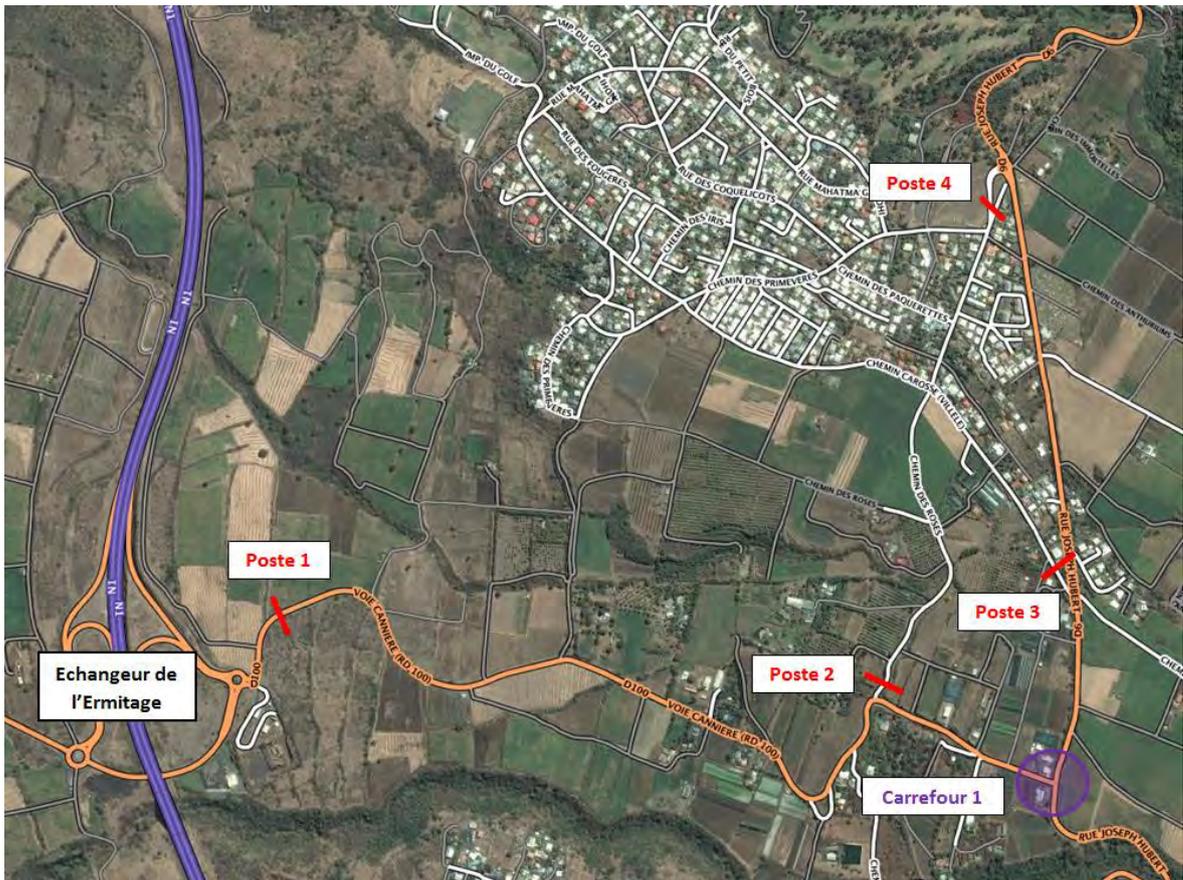


Fig. 3. Cartographie des postes d'enquête de circulation

Ces comptages de circulation ont eu lieu le mardi 07 mars 2017:

- Matin : de 7h00 à 8h30,
- Après-midi : 16h30 à 18h00,

Les résultats des comptages sont donnés en UVP (Unités de Véhicules Particuliers) et les coefficients de conversion utilisés sont les suivants :

- VL ou VP : 1 UVP ;
- PL ou TC ou engin spécial : 2 UVP ;
- 2 roues : 0,3 UVP ;

Cette unité permet de rendre compte de l'espace public réellement occupé par le véhicule.



## 2. GENERALITES SUR L'ANALYSE STATIQUE DES CARREFOURS

De manière générale, une analyse statique rend compte du fonctionnement d'un carrefour indépendamment des effets induits par la circulation, et notamment des carrefours alentours.

Seule une simulation dynamique permet de tenir compte de ces effets induits, et d'apprécier leurs incidences.

### 2.1. ANALYSE STATIQUE D'UN CARREFOUR CROIX OU T

Suivant le guide des carrefours urbains du CERTU, d'ordre général un carrefour croix est en limite de capacité lorsque le trafic total entrant est supérieur à 1 200 uvp/h.

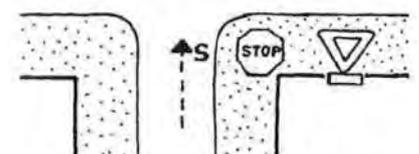
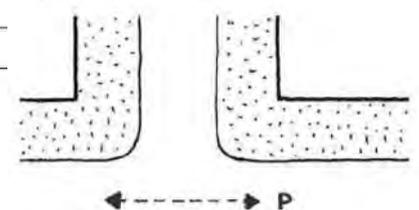
La capacité d'un carrefour sans feux peut être déterminée par la méthode dite du « créneau critique ». Cette méthode est applicable dans les zones non perturbées par la présence de feux, ces derniers induisant des trafics pulsés.

L'analyse statique ne prend en compte que les résultats mathématiques de capacité des carrefours suivant les données de trafic. Cette analyse ne prend pas en compte le comportement sur la route des usagers ou la géométrie des carrefours (problème de visibilité entraînant un ralentissement de la circulation,...). Cette analyse a pour but de consolider les observations sur site.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer le temps nécessaire pour effectuer les manœuvres dans un carrefour en croix:

*Manœuvre d'insertion sur la voie principale en tourne-à-droite ou tourne-à-gauche*

Vitesse réglementaire de la voie principale	Valeur du créneau critique		
	Voie principale à sens unique (1 ou 2 files)	Voie principale à double sens	
		Tourne-à-droite ou Tourne-à-gauche	Tourne-à-droite
30 km/h	4 s	4 s	5 s
50 km/h	5 s	5 s	6 s
70 km/h	6 s	6 s	7 s



P : trafic de la voie principale en uvp/h/2 sens (uvp/h/sens pour les tourne-à-droite)  
S : trafic de la voie secondaire en uvp/h

Le guide des carrefours urbains permet de déterminer le temps moyen d'attente sur la voie secondaire **T**, suivant :

- La capacité limite et le débit de la voie principale.
- Le trafic de la voie secondaire

Trois niveaux de fonctionnement sont ainsi définis :

T < 30 secondes	30 s < T < 1 min	T > 1min
Carrefour capacitaire	Début de congestion	Congestion du carrefour → prévoir un autre type

## 2.2. ANALYSE STATIQUE D'UN GIRATOIRE

Un giratoire est en limite de capacité lorsque le trafic total entrant est supérieur à 1 500 uvp/h.

La capacité d'un giratoire peut être étudiée par analyse statique suivant les guides et méthodes de principe du CERTU, notamment grâce au logiciel GIRABASE.

Il permet notamment de calculer les remontées de file ainsi que les réserves de capacité de chacune des branches du giratoire.

La réserve de capacité d'une branche d'entrée d'un carrefour correspond au trafic supplémentaire que pourrait supporter cette branche d'entrée avant saturation.

La capacité d'une entrée dépend essentiellement du trafic gênant au droit de l'entrée étudiée. Ce trafic gênant se compose d'une partie :

- Du trafic sortant : l'automobiliste souhaitant entrer sur le giratoire n'arrive pas à déterminer pour une partie du trafic sortant à la même branche, si les véhicules vont sortir ou non. Bien que ces véhicules ne vont pas entrer en conflit avec le véhicule entrant, ils génèrent une gêne pour les véhicules entrants ;
- Du trafic tournant : il s'agit du trafic circulant au droit de l'entrée et sortant au-delà.

Les traversées piétonnes peuvent également engendrer une perte de capacité.

On peut considérer que la plage de bon fonctionnement d'un carrefour giratoire en heure de pointe va de 25% à 80% de réserve de capacité sur toutes les entrées. Cinq niveaux de fonctionnement sont définis suivant les réserves de capacité obtenues:

>80% sur toutes les entrées	>50% sur une entrée donnée	>50% sur toutes les entrées	Entre 5 et 25% sur une entrée	<5% sur une entrée
Le carrefour giratoire n'est probablement pas justifié.	Il y a lieu de vérifier que l'entrée n'est pas surdimensionnée.	Le dimensionnement global du giratoire pourra être réduit.	Des files d'attente assez longues peuvent être prévisibles aux hyper-pointes ou aux pointes hebdomadaires ou saisonnières.	De fortes perturbations sont à craindre : files d'attente importantes, congestion.

### 3. LA SITUATION EXISTANTE

#### 3.1. CARACTERISTIQUES DU SITE

Il existe actuellement **3 points d'accès au quartier de Villèle** :

- Accès Nord: **giratoire RD6 / chemin des roses**. Giratoire 3 branches (Rg=15m) présentant des voies confortables d'entrée et sortie du quartier
- Accès Est : **carrefour STOP RD6/Chemin Carosse**. A noter le **manque de visibilité** en sortie du Chemin Carosse pour s'insérer sur la RD6. Ce manque de visibilité est dû entre autre à la végétation qui masque les véhicules provenant du Nord, et se trouve accentué par la vitesse élevée des véhicules sur la ligne droite de la RD6, créant une situation accidentogène au carrefour.
- Accès Sud : **carrefour STOP RD100/Chemin des Roses**. La visibilité sur ce carrefour est également limitée, sans toutefois atteindre une situation critique.

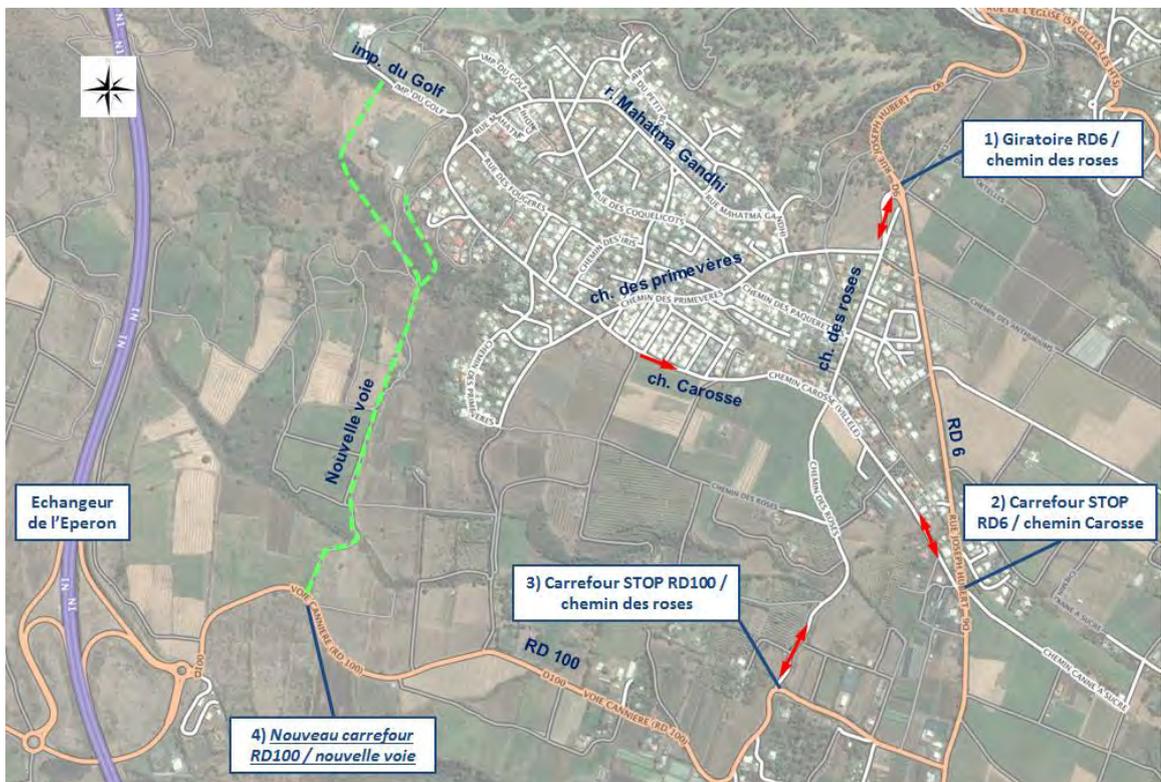


Fig. 4. **Le périmètre d'étude**

Notons :

- Le chemin Carosse en sens unique entre le chemin des Primevères et le chemin des Roses
- Le profil en travers étroit du Chemin des Roses (croisement délicat entre 2 VL) entre la RD100 et le chemin Carosse.



Carrefour STOP RD6 / chemin Carosse



Carrefour STOP RD6 / chemin Carosse



Chemin des roses



Giratoire RD6 / chemin des roses

### 3.2. ETABLISSEMENTS GENERATEURS DE TRAFIC

La carte suivante présente les établissements générateurs de trafic du quartier de Villèle et ses alentours :

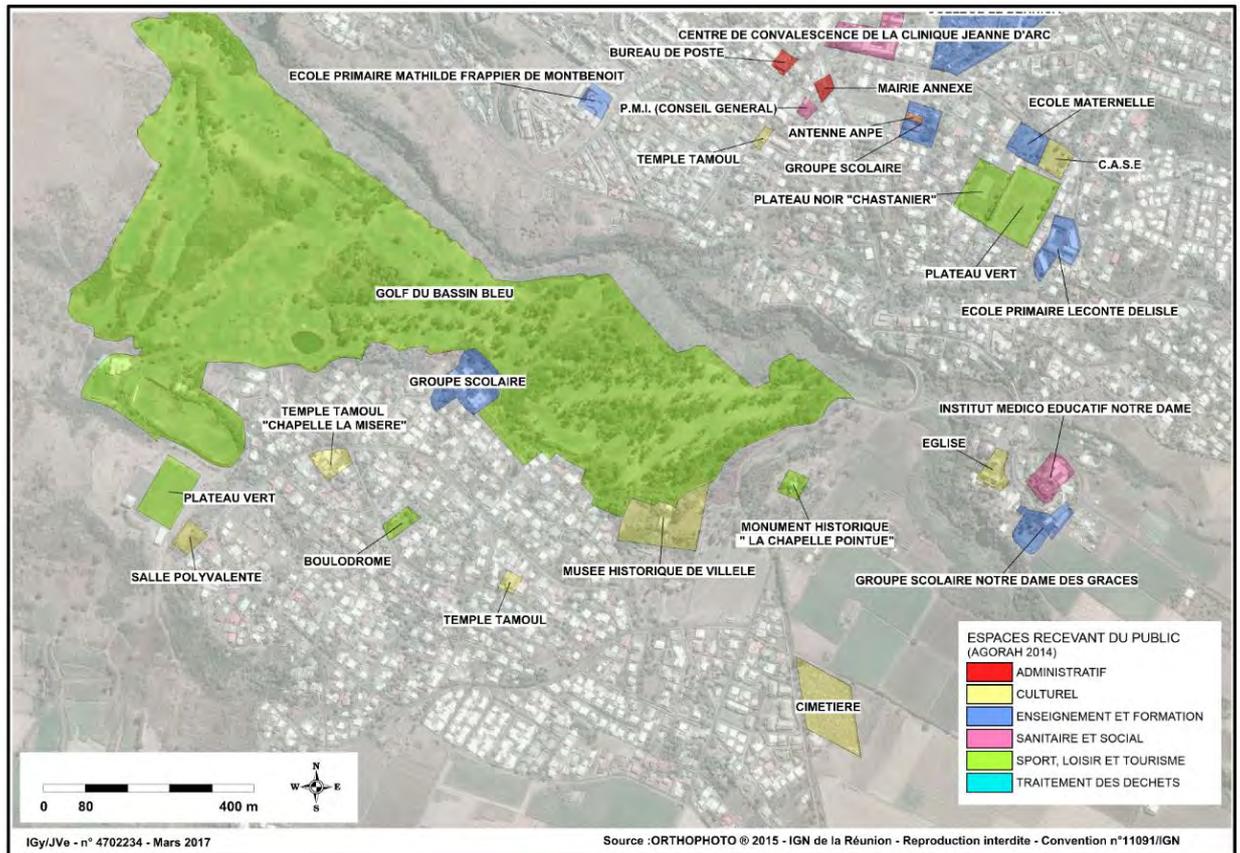


Fig. 5. Etablissements générateurs de trafic

Les établissements notables sont :

- Le **musée historique de Villèle**, à rayonnement régional, mais dont le trafic généré n'a pas lieu durant les horaires de pointe des jours ouvrés ;
- Le **groupe scolaire**, situé rue des Petits Bois, qui regroupe près de 200 élèves : des flux entrant par le giratoire RD6/Chemin des Roses et ressortant peu de temps après, ont été constatés à l'HPM sur le terrain, probablement en lien avec l'école.

### 3.3. LES FLUX EXISTANTS

#### 3.3.1. Les trafics en situation courante

Les comptages effectués ont permis de préciser :

- L'Heure de Pointe du Matin (HPM), de **7h15 à 8h15** ;
- Et l'Heure de Pointe du Soir (HPS), de **16h45 à 17h45**.

La carte suivante présente les trafics en section courante sur les voies d'entrée et sortie du quartier à l'HPM et à l'HPS:

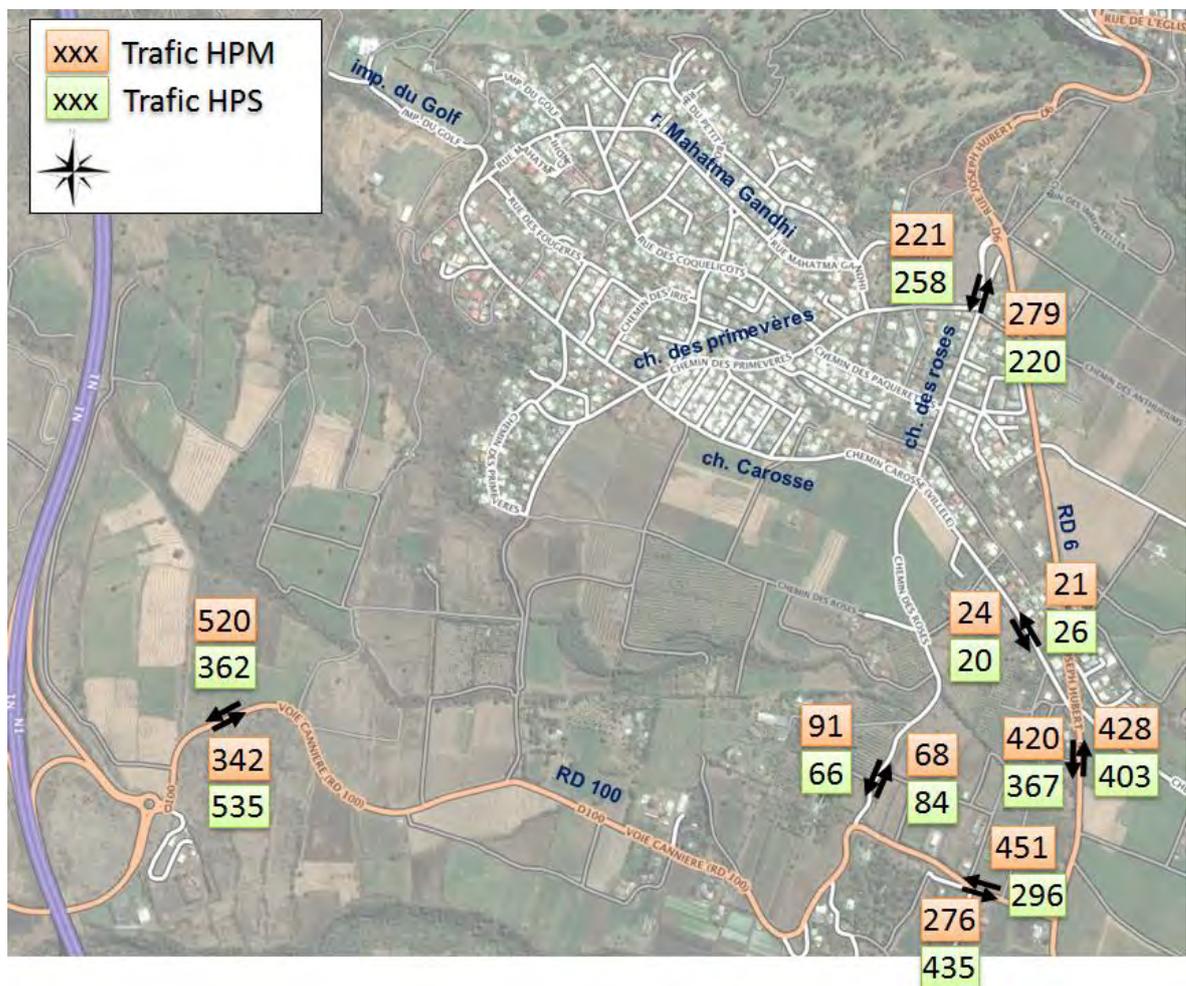


Fig. 6. Trafics en section courante – HPM et HPS 2017

**Les niveaux de trafic sont relativement faibles**, la RD100 supporte les trafics les plus élevés, avec 520 uvp le matin en direction de l'échangeur de l'Ermitage, et 535 uvp le soir en sens inverse.

**Le Chemin des Roses (Nord) est la voie du quartier la plus empruntée avec près de 500 uvp tous sens confondus le matin et le soir.** Ce résultat est cohérent avec l'itinéraire de desserte de l'école le matin.

La carte témoigne de trafics pendulaires marqués, avec des charges de trafics identiques entre le matin et le soir dans les sens opposés.

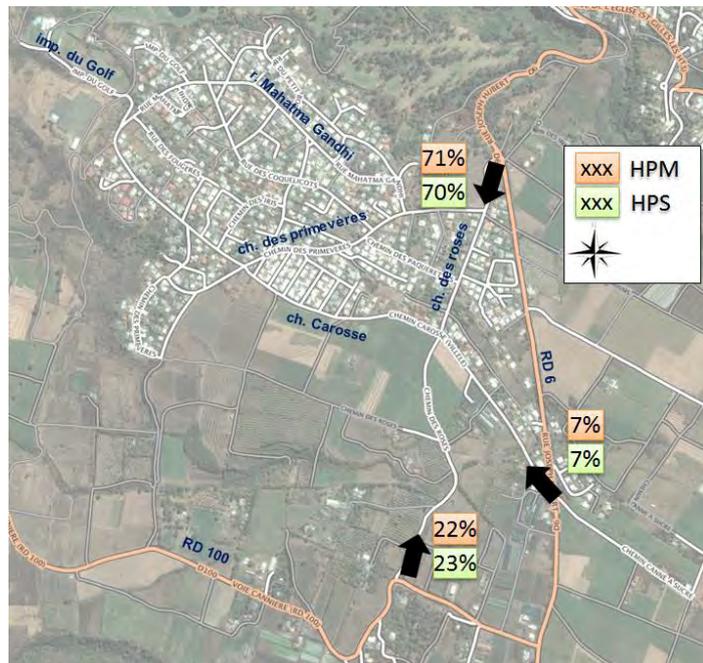


Fig. 7. Répartition du trafic entrant aux trois points d'accès – HPM et HPS 2017

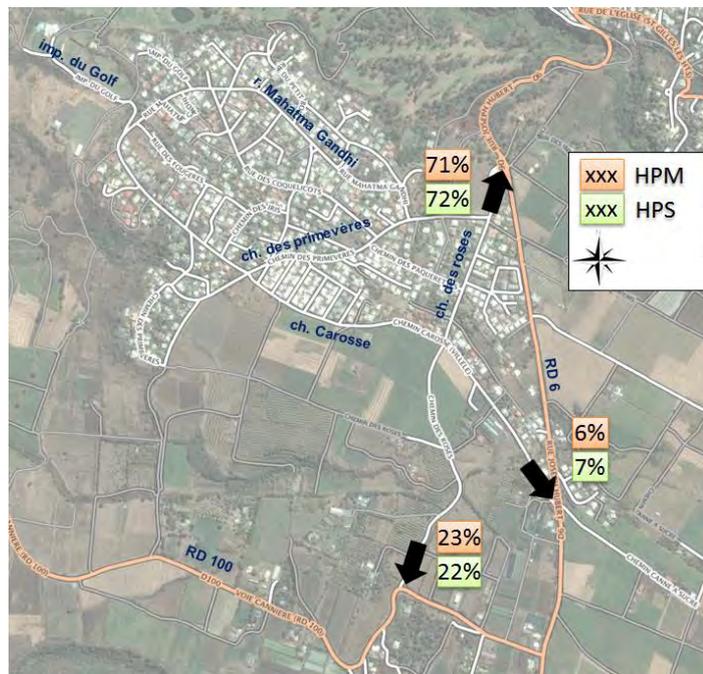


Fig. 8. Répartition du trafic sortant aux trois points d'accès – HPM et HPS 2017

### 3.3.2. Les itinéraires

L'enquête OD réalisée permet de conclure que **le trafic émis et attiré par le quartier de Villèle représente une part faible du trafic de la RD100**:

- 9% du trafic totale de la RD100 sens Ouest>Est a pour destination Villèle, ce qui représente 28 uvp à l'HPM, et 48 uvp à l'HPS ;

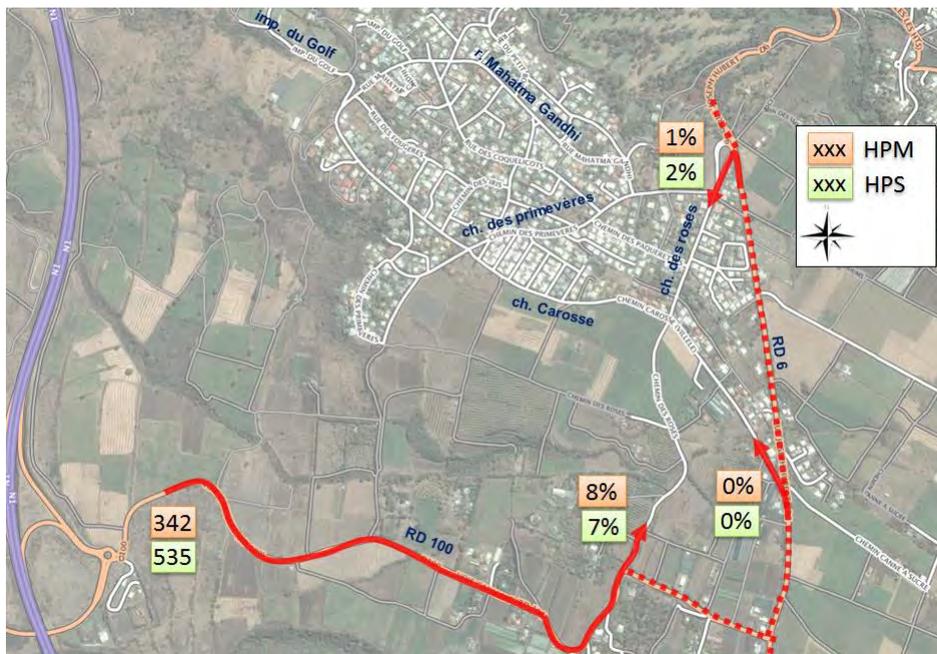


Fig. 9. Répartition du trafic de la RD100 aux trois points d'accès – HPM et HPS 2017

- 13% du trafic totale de la RD100 sens Est>Ouest a pour origine Villèle, ce qui représente 68 uvp à l'HPM, et 48 uvp à l'HPS ;

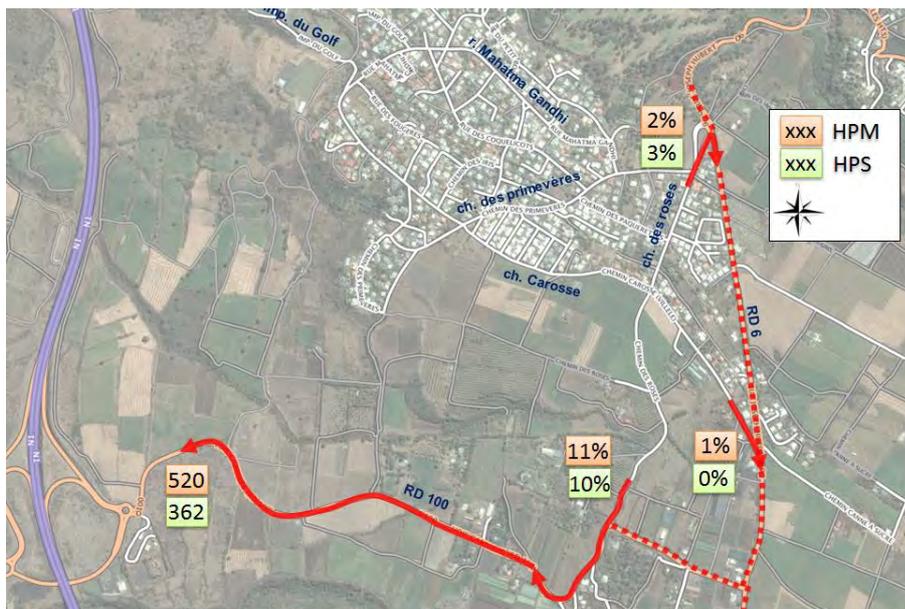


Fig. 10. Répartition du trafic vers la RD100 aux trois points d'accès – HPM et HPS 2017

Les trafics en section courante montraient que le giratoire RD6/Chemin des Roses étaient le point d'accès le plus empruntés. Cependant, **pour se rendre sur la RD100, le carrefour STOP RD100/Chemin des Roses est privilégié**, c'est également le carrefour qui devrait être principalement délesté suite à la création de la nouvelle voie entre la RD100 et Villèle. Le paragraphe suivant s'intéresse particulièrement à ce carrefour.

### 3.3.2.1. CARREFOUR RD100/CHEMIN DES ROSES

**Le carrefour ne rencontre aucun dysfonctionnement à ce jour, outre la visibilité en sortie du Chemin des Roses qui est limitée.**

La carte suivante présente la répartition du trafic existant sortant au carrefour RD100 / Chemin des Roses :

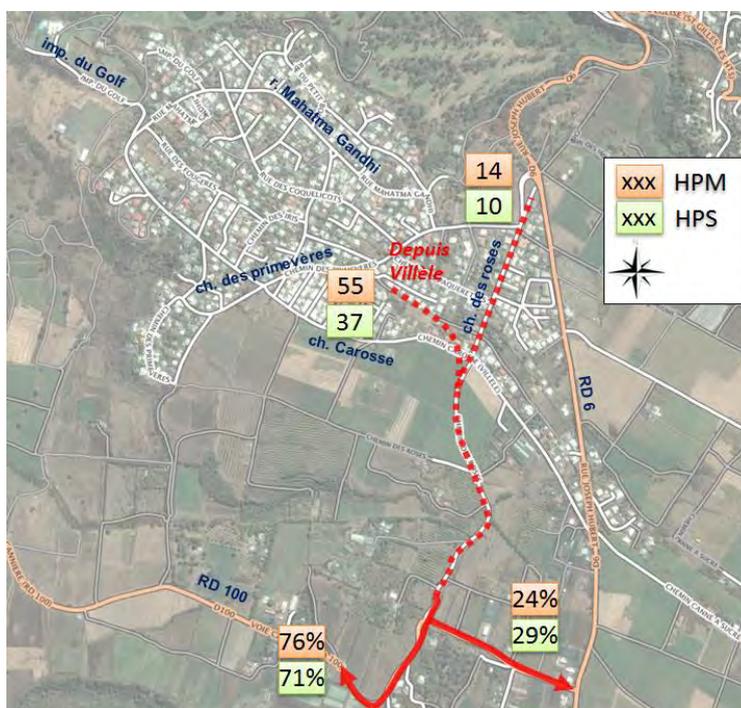


Fig. 11. Répartition du trafic sortant au carrefour RD100/Chemin des Roses – HPM et HPS 2017

**Le trafic sortant depuis Villèle se dirige largement vers l'échangeur (76% à l'HPM, 71% à l'HPS).** Le trafic de shunt d'usagers venant de la RD6 Nord représente 20% du trafic total sortant, mais le volume total (14 uvp à l'HPM, 10 uvp à l'HPS) est faible.

La carte suivante présente la répartition du trafic existant entrant au carrefour RD100 / Chemin des Roses:

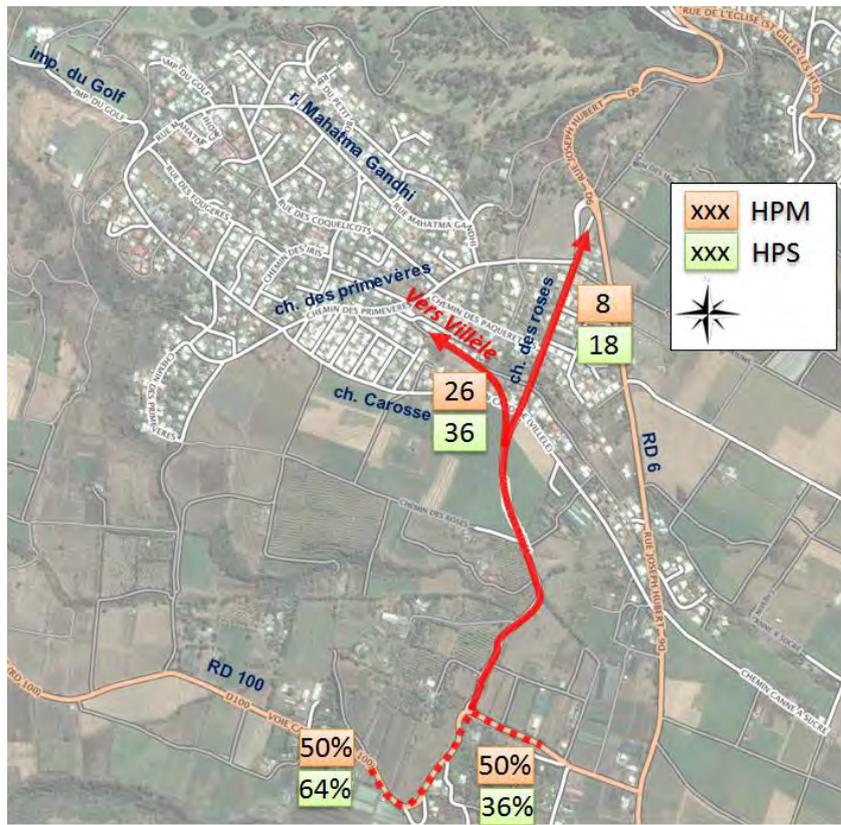


Fig. 12. Répartition du trafic entrant au carrefour RD100/Chemin des Roses – HPM et HPS 2017

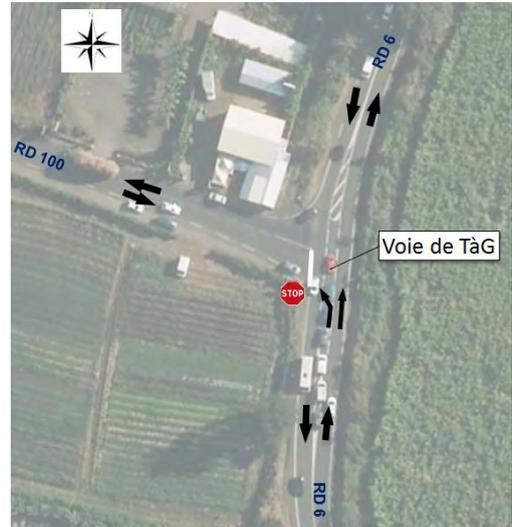
**Le trafic entrant vers Villèle provient le matin à 50% de la RD100 Ouest, à 50% de l'Est, et le soir à 64% de l'Ouest, et à 36% vers l'Est.**

Le trafic de shunt d'utilisateurs venant de la RD6 Nord représente 24% le matin et 33% le soir du trafic total entrant, de même le volume reste faible avec respectivement 8 et 18 uvp.

### 3.3.3. Le carrefour RD6 / RD 100

Le carrefour RD6/RD100 est un carrefour STOP où la RD6 est prioritaire. Il existe une voie de Tourne-à-Gauche sur la RD6 Sud en direction de la RD100, qui s'étend sur environ 50 mètres.

Fig. 13. Plan du carrefour RD 6 / RD 100



#### 3.3.3.1. HPM

La carte qui suit présente le trafic directionnel et en section courante du carrefour RD6/RD100 à l'HPM :

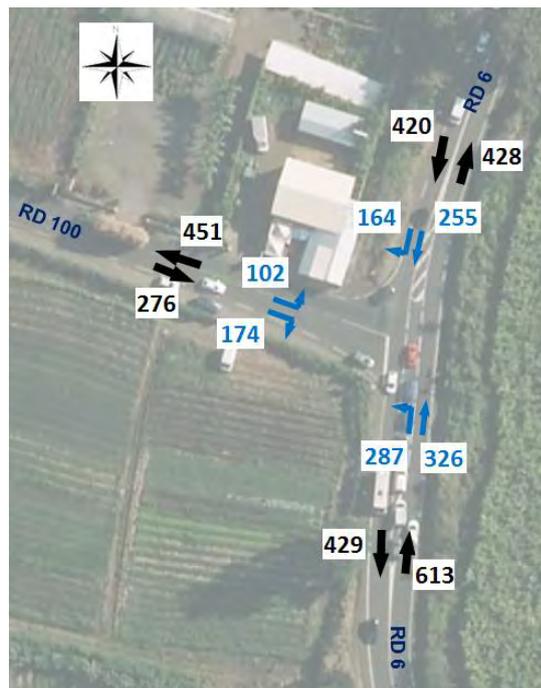


Fig. 14. Trafics section courante et directionnels – HPM 2017

La charge totale du carrefour est de 1308 uvp.

La branche d'entrée qui supporte le trafic le plus important est la RD6 Sud avec 613 uvp, où 53% des usagers vont vers le Nord, et 47% vers l'Est sur la RD100. Les 287 uvp effectuant le mouvement RD6 Sud > RD100 qui rencontrent 255 uvp en conflit (RD6 Nord > RD6 Sud) justifie l'existence de la voie de TàG existante.

Le trafic le plus faible concerne la RD100, avec 276 uvp. L'axe prioritaire RD6 est donc cohérent.

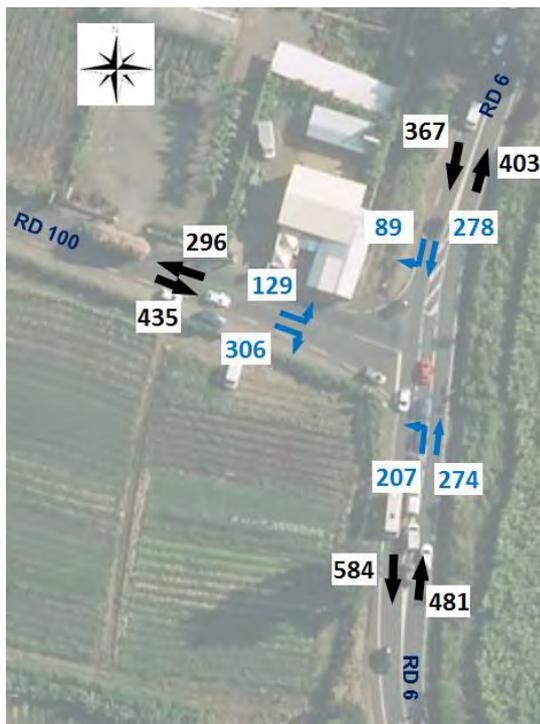
- **Analyse fonctionnelle :**

Le temps d'attente calculé par la méthode CERTU depuis la RD100 est de 15 secondes pour le mouvement TàG et 6 secondes pour le TàD. **Le carrefour est capacitaire.**

**Ce résultat est cohérent avec le bon fonctionnement constaté sur ce site.**

### 3.3.3.2. HPS

La carte qui suit présente le trafic directionnel et en section courante du carrefour RD6/RD100 à l'HPS :



*Fig. 15. Trafics section courante et directionnels – HPS 2017*

La charge totale du carrefour est de 1283 uvp, soit quasiment équivalente à l'HPM. Le trafic aux différentes entrées est plus équilibré à l'HPS qu'à l'HPM.

A l'instar de l'HPM, la branche d'entrée qui supporte le trafic le plus important est la RD6 Sud avec 481 uvp, où 57% des usagers vont vers le Nord, et 43% vers l'Est sur la RD100. Là aussi, la voie de TàG existante est justifiée.

Le trafic sur la RD100 est bien supérieur à l'HPS qu'à l'HPM, avec 435 uvp (contre 276 à l'HPM). Ce flux se dirige à 70% vers le Sud. De même, le trafic de la RD6 Nord se dirige majoritairement vers le Sud, avec 76% du flux total.

- **Analyse fonctionnelle :**

Le temps d'attente calculé par la méthode CERTU depuis la RD100 est de 14 secondes pour le mouvement TàG et 9 secondes pour le TàD. **Le carrefour est capacitaire.**

**Ce résultat est cohérent avec le bon fonctionnement constaté sur ce site.**

## 4. LA SITUATION PROJETEE

### 4.1. PROGRAMMATION

Le projet prévoit la réalisation d'environ **100 logements**, ainsi que la création de deux voies de desserte :

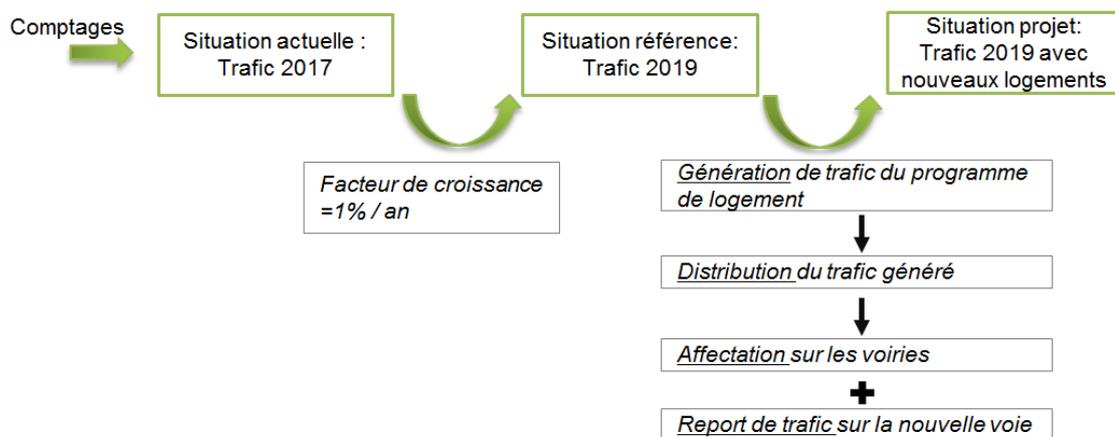
- une voie en direction du parking du golf, dédiée uniquement à la desserte du golf, qui sort donc du cadre de la présente étude;
- **une voie entre la RD100 et la rue Mahatma Gandhi**, à l'Est du stade, destinée à desservir le quartier Villèle.

L'horizon de réalisation du projet est fixé à **2019**.

### 4.2. HYPOTHESES DE PROJECTIONS

Afin de mesurer l'impact du projet sur la circulation, il est nécessaire d'estimer les niveaux de trafics futurs par des hypothèses de projections à 2019.

Le logigramme qui suit présente la démarche :



#### 4.2.1. Génération de trafic

La génération de trafic du projet repose sur les hypothèses suivantes :

	Ratio	Source
Nombre d'habitants par logement	2,5	INSEE 2013
Nombre de déplacements hors marche à pied par jour et par habitant	2	PDU TCO 2008
Part de l'HPM dans le trafic journalier	20%	Artelia
Part de l'HPS dans le trafic journalier	15%	Artelia
Part modale VP pour les trajets hors marche à pied tous motifs	85%	PDU TCO 2008

Suivant ces ratios, **429 véhicules supplémentaires sont générés par jour par les nouveaux logements du quartier.**

Etant donné que le projet ne concerne que des logements, on considérera que la génération totale est à 90% en émission et 10% en attraction le matin, et inversement le soir.

Finalement, la génération retenue aux heures de pointes est la suivante :

	<b>HPM</b>	<b>HPS</b>
<b>Emissions VP</b>	<b>77</b>	<b>6</b>
<b>Attractions VP</b>	<b>1</b>	<b>58</b>

#### 4.2.2. Affectation sur les voies environnantes

L'affectation du trafic généré a été réalisée suivante les hypothèses de répartition aux entrées/sorties du quartier suivantes :

<b>Accès</b>	<b>Trafic entrant et sortant</b>
<b>Giratoire RD6/Ch. des Roses</b>	<b>24%</b>
<b>Chemin Carosse</b>	<b>6%</b>
<b>Chemin des Roses (Sud)</b>	<b>0%</b>
<b>Nouvelle voie</b>	<b>70%</b>

La répartition existante n'a pas été appliquée ici, car la nouvelle voie constitue une liaison privilégiée entre la RN1 et Villèle, puisque l'échangeur se trouve à proximité immédiate du point d'accès créé.

La carte suivante présente le résultat de cette affectation à l'HPM et à l'HPS sur les voies environnantes :

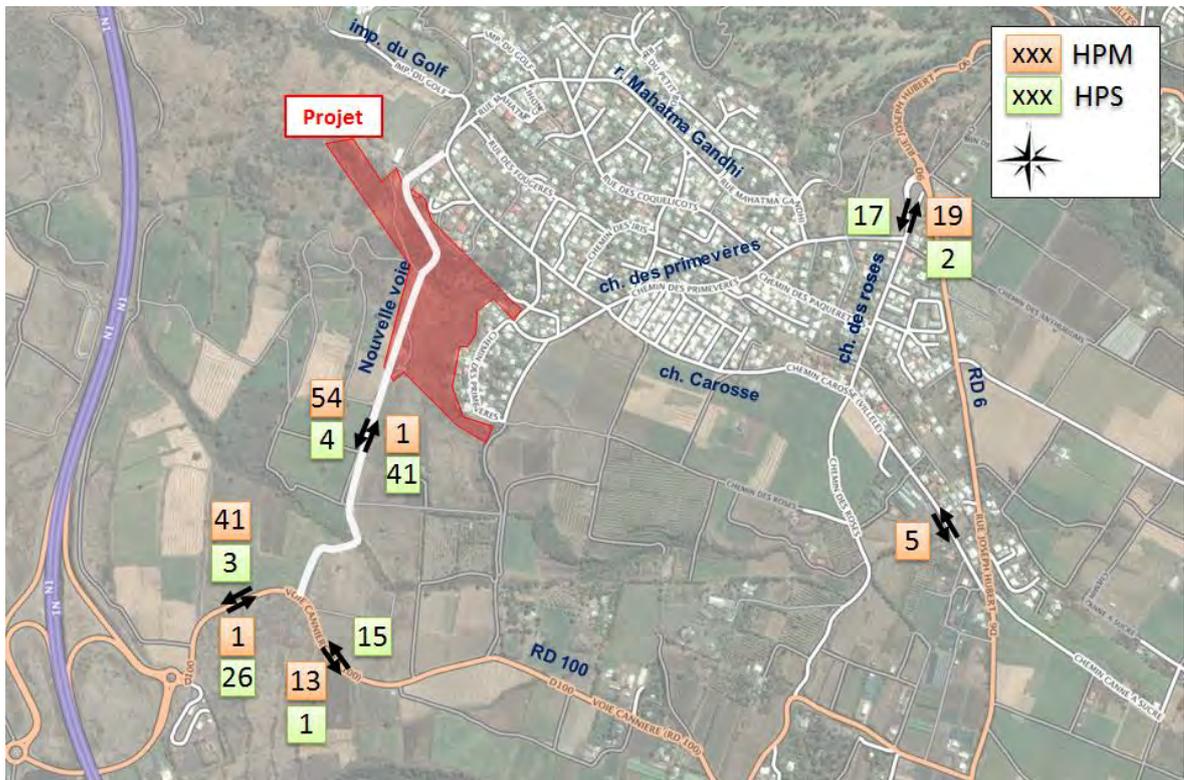


Fig. 16. **Trafic généré par le projet à l'HPM et à l'HPS**

#### 4.2.3. Report de trafic existant sur la nouvelle voie

La création de la nouvelle voie et d'un nouveau point d'accès au quartier va occasionner un **report de trafic** sur celle-ci :

- **Depuis le carrefour RD100/Chemin des Roses**, puisqu'il se trouve à proximité et rejoint, comme le carrefour créé, la RD100 entre la RD6 et la RN1 ;
- **Depuis le giratoire RD6/Chemin des Roses**. Cette entrée/sortie de Villèle est actuellement la plus utilisée ; dans l'hypothèse où certains habitants qui se rendent vers le Nord empruntent la RD6 pour rejoindre l'échangeur de l'Eperon plutôt que l'échangeur de l'Ermitage, le nouvel accès à proximité de ce dernier échangeur pourrait engendrer un report depuis l'entrée Nord.

##### 4.2.3.1. DEPUIS LE CARREFOUR RD100/CHEMIN DES ROSES

**Une hypothèse haute et une hypothèse basse de report depuis le carrefour RD100/Chemin des Roses, ont été considérées :**

- En attraction sur la nouvelle voie:
  - Hypothèse Haute: 95% du trafic RD100 Ouest > Chemin des Roses et 50% du trafic RD100 Est > Chemin des Roses se reportent sur la nouvelle voie.
  - Hypothèse Basse: 50% du trafic RD100 Ouest > Chemin des Roses et 30% du trafic RD100 Est > Chemin des Roses se reportent sur la nouvelle voie.
- En émission depuis la nouvelle voie:

- Hypothèse Haute: 95% du trafic Chemin des Roses > RD100 Ouest et 50% du trafic Chemin des Roses > RD100 Est se reportent sur la nouvelle voie
- Hypothèse Basse: 50% du trafic Chemin des Roses > RD100 Ouest et 30% du trafic Chemin des Roses > RD100 Est se reportent sur la nouvelle voie

Le trafic de transit Nord <> Sud sur le Chemin des Roses n'a pas été considéré dans le report, puisque l'itinéraire de shunt le plus direct correspond à la situation actuelle.

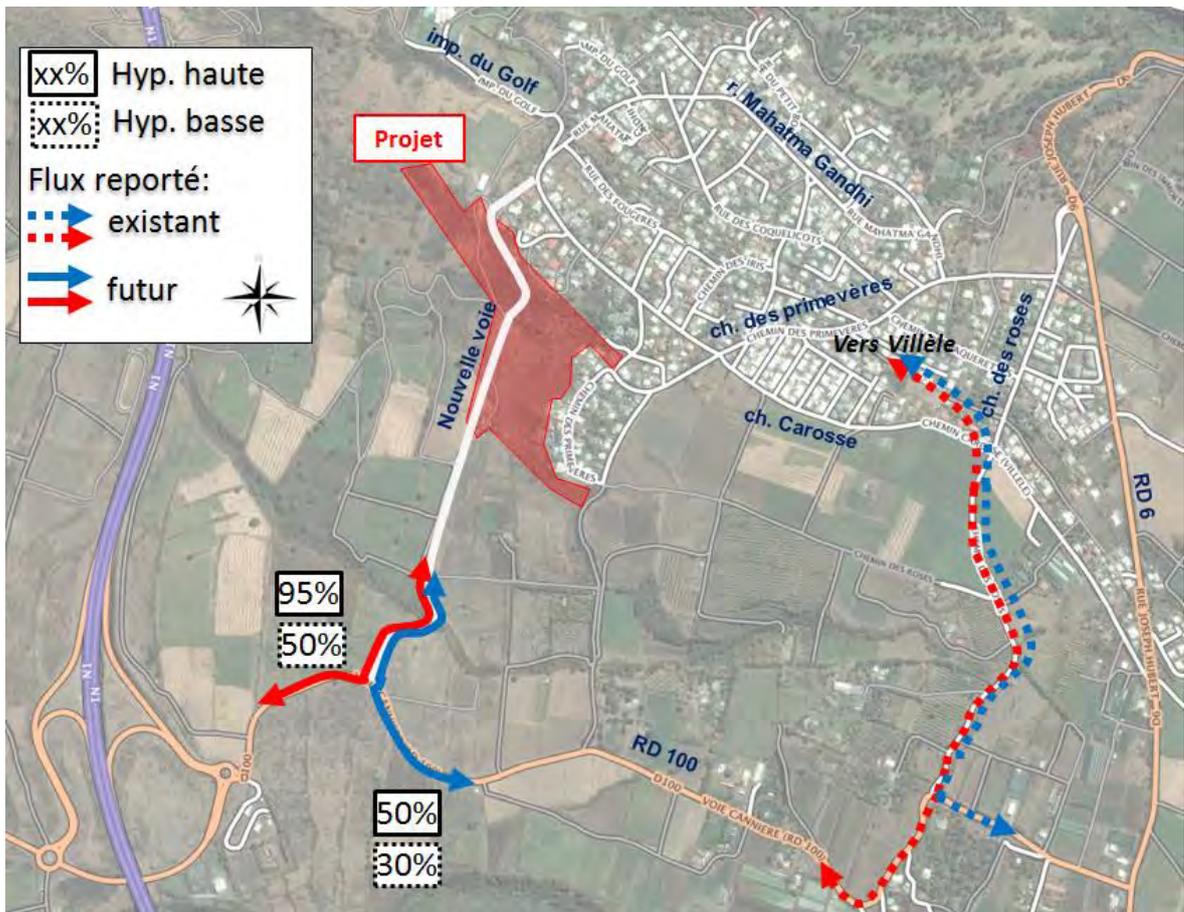


Fig. 17. Hypothèses de report sur la nouvelle voie depuis le carrefour RD100/Chemin des Roses (Sud)

En s'appuyant sur l'analyse de l'enquête OD détaillé dans le paragraphe 3.3.2.1, les trafics reportés à l'HPM et à l'HPS selon les deux hypothèses sont les suivants :

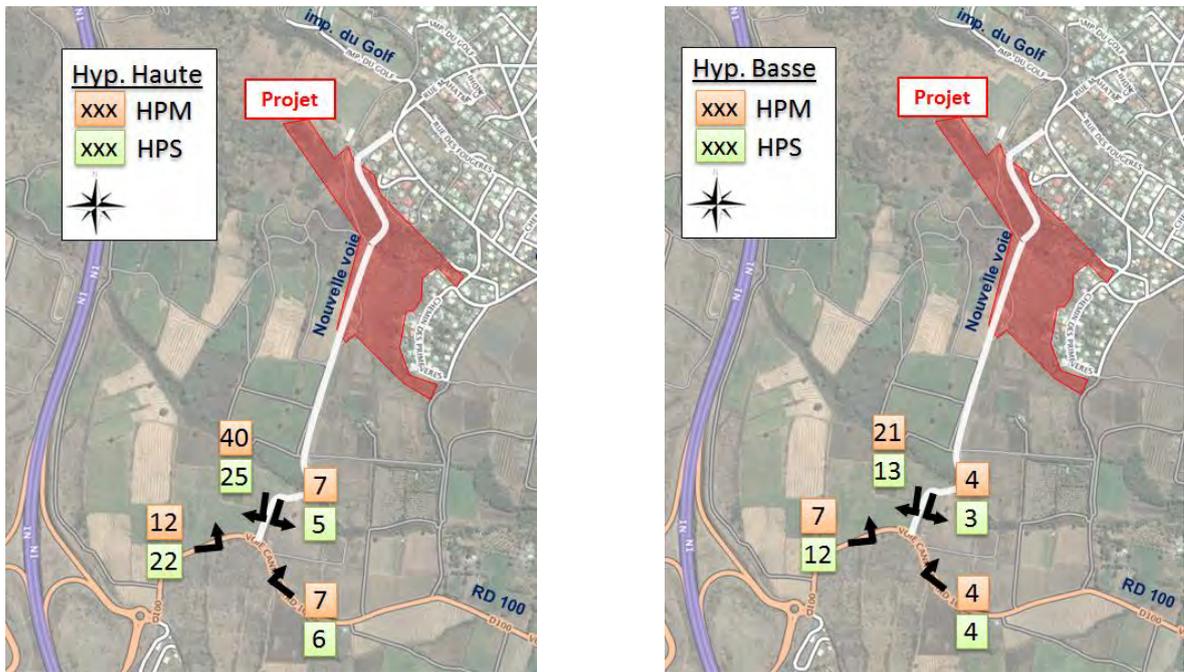


Fig. 18. Trafics reportés sur la nouvelle voie (hors projet) depuis le carrefour RD100/ Ch. des Roses (Nord) - hypothèse Haute et Basse – HPM et HPS

Etant donné les faibles volumes de trafics constatés dans les deux cas, nous retiendrons pour la suite de l'étude, l'hypothèse haute de report, où 66 vpv se reportent le matin, et 58 vpv le soir.

#### 4.2.3.2. DEPUIS LE GIRATOIRE RD6/CHEMIN DES ROSES

Un report de 15% du trafic entrant et sortant actuellement par le giratoire RD6/Chemin des Roses, vers le nouveau carrefour a été considéré, soit entre 30 et 40 vpv entrant, et entre 30 et 40 vpv sortant sur la nouvelle voie, à l'HPM et à l'HPS.

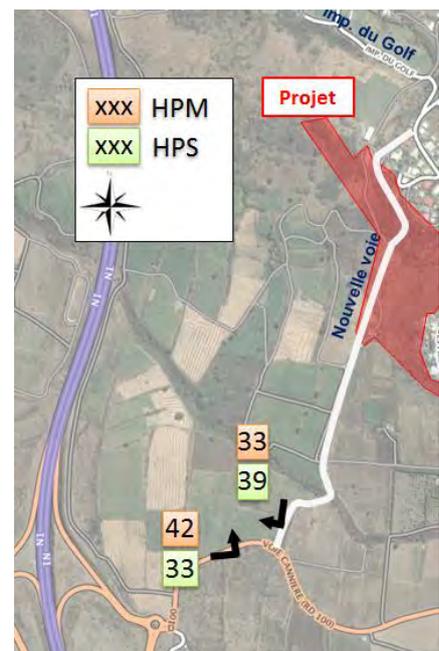


Fig. 19. Trafics reportés sur la nouvelle voie (hors projet) depuis le carrefour RD6/Ch. des Roses (Nord) – HPM et HPS

### 4.3. LES CONDITIONS DE CIRCULATION EN 2019

#### 4.3.1. La situation de référence

La situation de référence correspond à la situation actuelle à laquelle un facteur de **croissance du trafic de 1% par an** est appliqué.

L'horizon de réalisation du projet étant fixé à 2019, **l'évolution du trafic est faible entre la situation actuelle et la situation de référence.**

La carte suivante présente les trafics de la situation de référence à l'HPM et à l'HPS :

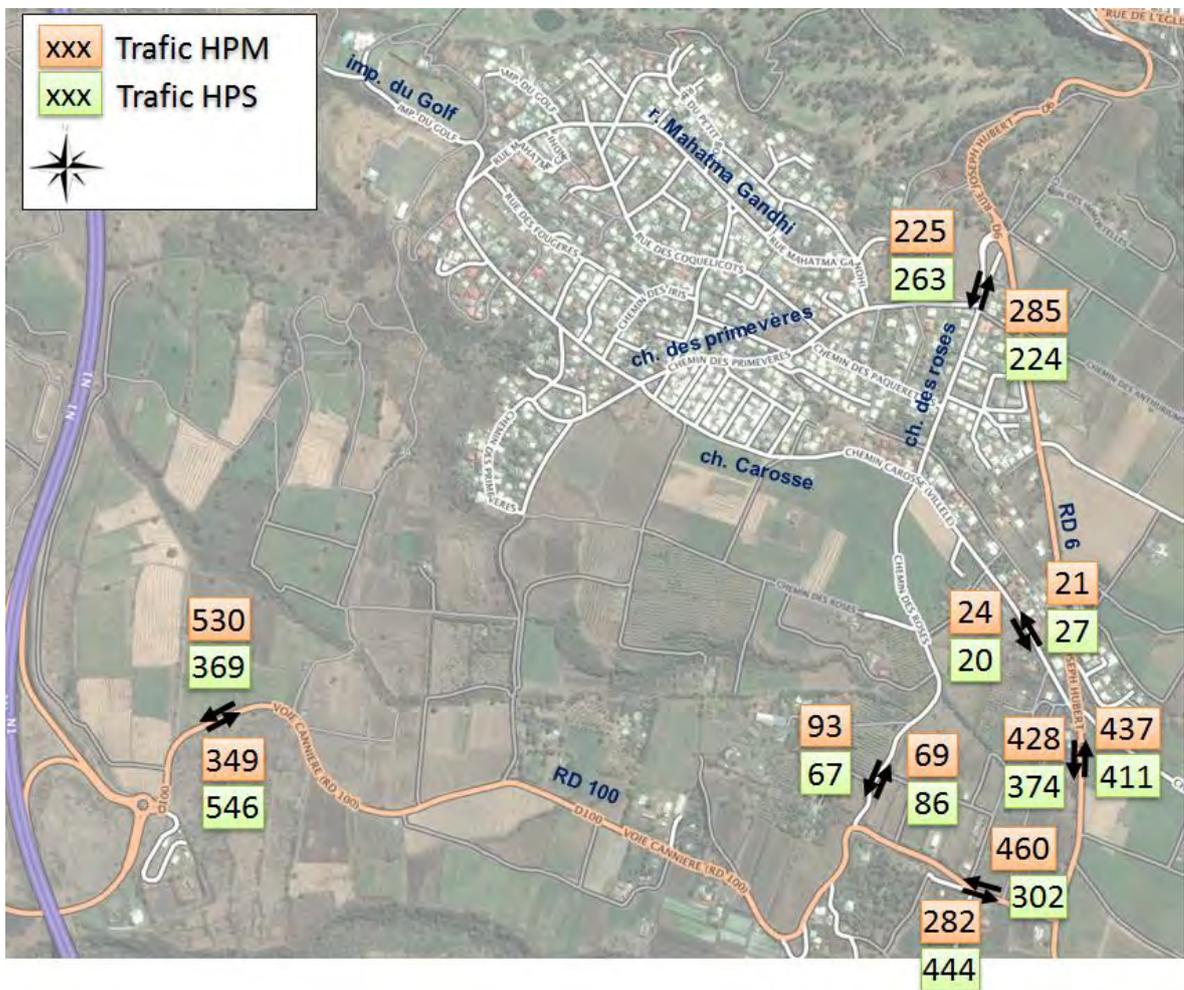


Fig. 20. Trafics en section courante – HPM et HPS 2019 – Référence

### 4.3.2. La situation projet

La carte suivante présente les trafics en situation projetée à l'HPM et à l'HPS.

Pour rappel :

Situation projetée = Situation de référence + Génération de trafic + Report de trafic

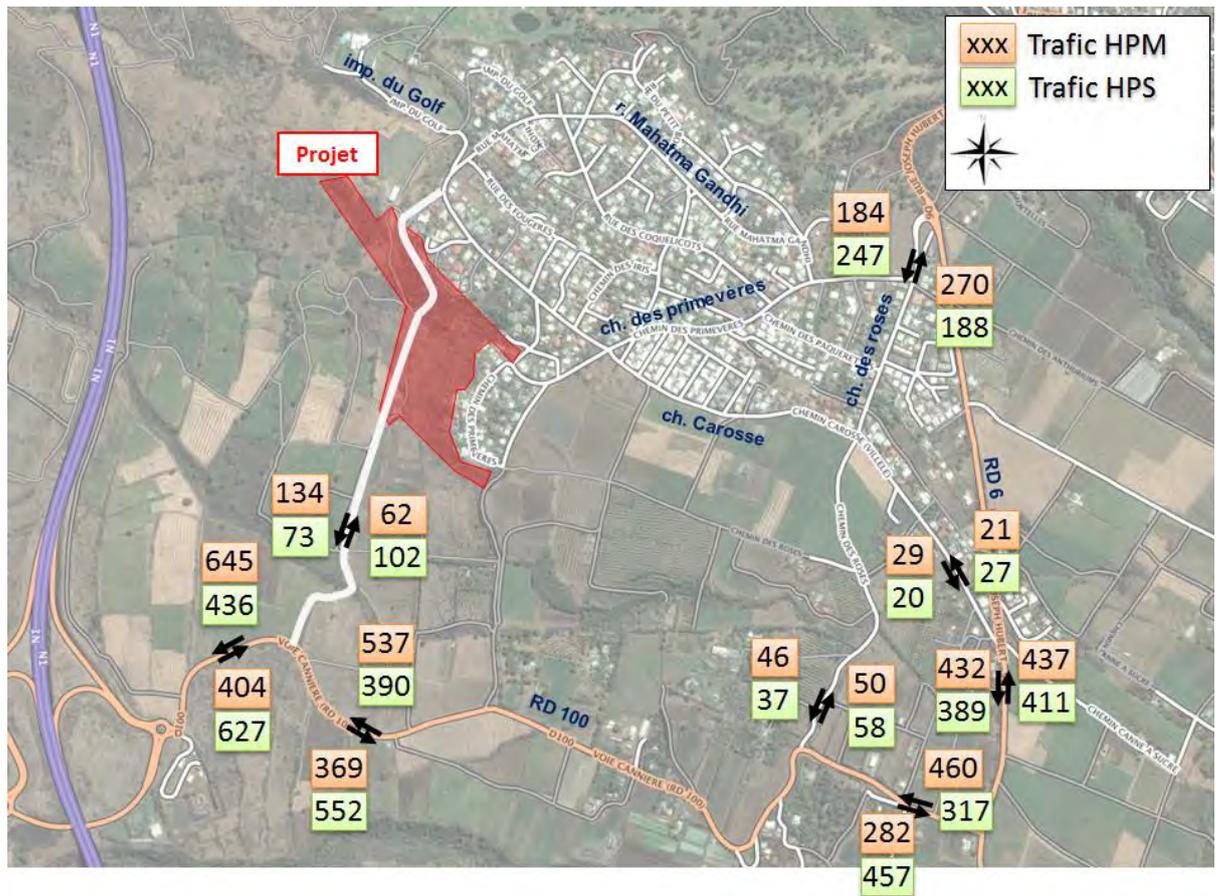


Fig. 21. Trafics en section courante – HPM et HPS 2019 – Projet

## 4.4. IMPACTS ET PRECONISATIONS

### 4.4.1. Carrefour RD100 / nouvelle voie

#### 4.4.1.1. GENERALITE

D'après le plan de masse fourni, le raccordement de la nouvelle voie est envisagé sur la RD 100 au niveau du chemin d'exploitation existant.

**La visibilité de ce nouveau carrefour est limitée à cause du virage à proximité, et présente donc un risque accidentogène.**

La cartographie ci-dessous illustre les distances de visibilité en sortie de la nouvelle voie.



Fig. 22. Distance de visibilité en sortie de la nouvelle voie



Visibilité sur la RD100 vers la RN1



Visibilité sur la RD100 vers la RD6

La vitesse sur la RD100 est limitée à 90km/h mais la vitesse pratiquée se situe autour de 70km/h étant donné l'enchaînement des virages.

Pour information, le tableau ci-dessous récapitule les distances d'arrêt sur sol sec suivant la vitesse :

V	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h
d	48m	70m	87m	105m	133m

L'assurance d'une bonne sécurité du carrefour plan dépend étroitement de la bonne visibilité réciproque des différents usagers de la voirie, qu'ils soient automobilistes, piétons, cycles, cyclomotoristes ou motocyclistes.

La sécurité du carrefour dépend également d'une signalisation horizontale et verticale claire et appropriée au carrefour STOP.

**D'un point de vue sécuritaire, le carrefour STOP est ici peu adapté (visibilité insuffisante).**

**A défaut de pouvoir améliorer les conditions de visibilité de l'infrastructure en place (RD100), un giratoire sera plus approprié pour sécuriser les différents croisements de flux de véhicules dans le carrefour.**

Sans présager des aménagements qui seront retenus en finalité, nous étudions ci-après les capacités fonctionnelles de chacune de ces propositions.

4.4.1.2. ANALYSE FONCTIONNELLE

La carte suivante présente les trafics directionnels attendus au carrefour entre la RD100 et la nouvelle voie :

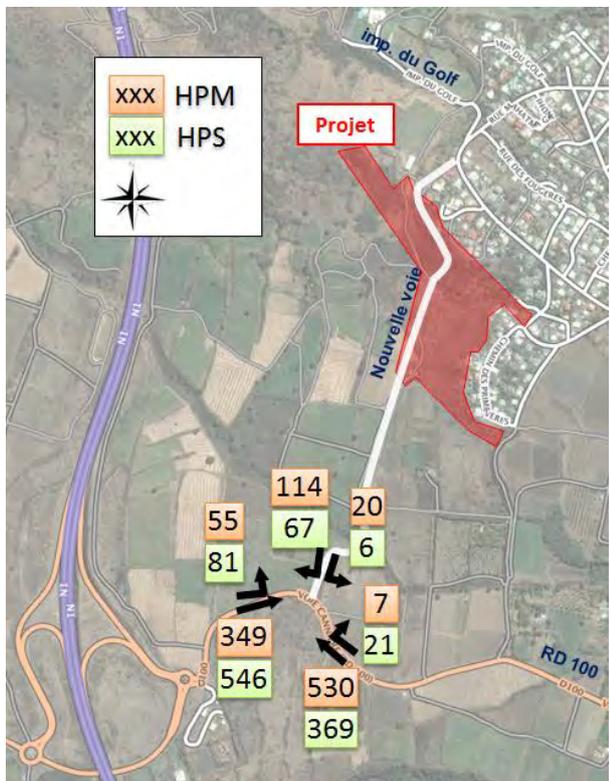


Fig. 23. Trafics directionnels RD100 / Nouvelle voie –HPM et HPS 2019 - projet

4.4.1.2.1. Configuration carrefour stop

Les temps d’attente moyen d’insertion sur la RD100 depuis la nouvelle voie sont estimés à :

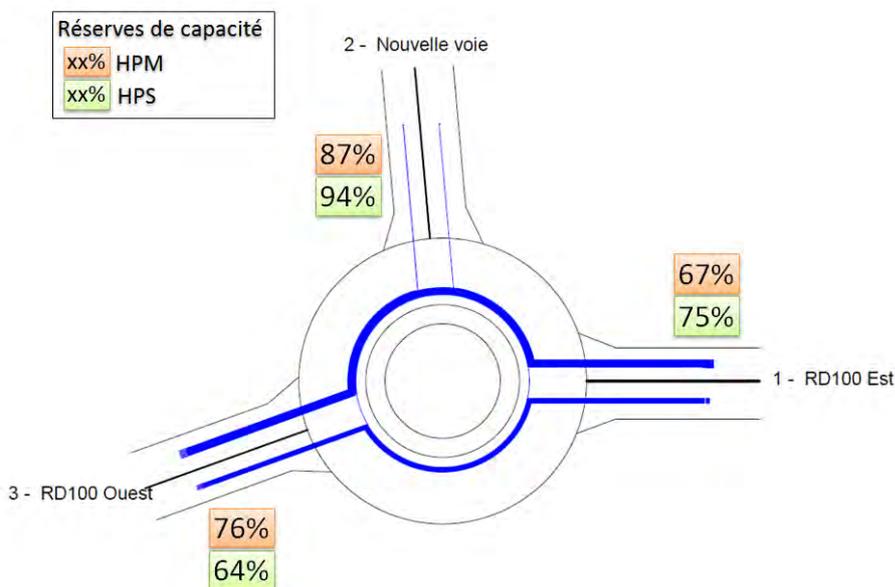
Mouvement	HPM	HPS
Tourne-à-Droite	8s	7s
Tourne-à-Gauche	12s	13s

Aucun d’entre eux ne dépasse 30 secondes, les **réserves de capacité du carrefour dans cette configuration sont satisfaisantes.**

L’aménagement de TAG n’est pas indispensable pour les véhicules venant de la RN1 même si on peut légitimement justifier sa pertinence comme élément complémentaire favorable à la sécurisation du carrefour.

#### 4.4.1.2.2. Configuration giratoire

L'analyse statique d'un giratoire standard de type Rg15 donne les réserves de capacité suivantes :



**Toutes les branches d'entrée sont largement capacitaires, aucune difficulté circulaire n'est à prévoir dans cette configuration.**

#### 4.4.2. Carrefour nouvelle voie / voirie locale quartier de Villèle

Etant donné le faible niveau de trafic attendu en heure de pointe sur la nouvelle voie, 196 uvp le matin et 175 uvp le soir en section courante, aucune difficulté n'est à prévoir concernant le raccordement sur la voirie locale du quartier de Villèle.

**Un simple carrefour plan (STOP ou Cédez-le-Passage) est recommandé.**

#### 4.4.3. Carrefour RD6 / RD100

Le trafic du carrefour RD6 / RD100 est peu impacté par les aménagements, car :

- Le trafic reporté sur la nouvelle voie ne modifie pas les trafics du carrefour RD6/RD100.
- Le trafic généré par les logements empruntant le carrefour est faible : 5 uvp le matin, et 28 uvp le soir.

**Les réserves de capacité étant bonnes en situation existante, aucune difficulté n'est à prévoir suite à la réalisation du projet en maintenant la configuration actuelle (carrefour STOP).**

## 5. SYNTHÈSE

Le projet prévoit la création de 100 logements et d'une nouvelle voie de desserte entre le quartier Villèle et la RD100.

L'impact des nouveaux logements est faible puisque la génération est estimée à **78 uvp le matin, et 64 uvp le soir.**

La nouvelle voie est amenée à supporter une partie de ce nouveau trafic ainsi que du trafic reporté depuis les autres points d'accès au quartier Villèle, notamment depuis le carrefour RD100/Chemin des Roses. **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 raccords à la voirie 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.

Le trafic tous sens confondus sur la nouvelle voie reste limité, estimé à 196 uvp le matin et 175 uvp le soir. Ces volumes étant faibles :

- **l'impact du projet sur le carrefour RD6/RD100 est très limité ;**
- Outre les contraintes de visibilité observées sur l'aménagement existant qu'il conviendra de traiter, **le raccordement de la nouvelle voie sur la RD100 fonctionne dans les 2 configurations évaluées ; carrefour plan simple avec STOP ou carrefour giratoire ;**

Du point de l'aménagement du **raccordement de la nouvelle voie sur la RD100**, nous préconisons :

- L'aménagement en **carrefour STOP, sous réserve de pouvoir supprimer les masques végétaux ou de talus qui entravent la visibilité** (cf. fig. 22). Le carrefour peut s'envisager avec ou sans TAG sachant qu'il n'est pas nécessaire du point de vue trafic mais peut s'avérer pertinent du point de vue des éléments d'amélioration du caractère sécuritaire du carrefour ;
- **A défaut de pouvoir adapter l'aménagement en place, une solution giratoire** permettra de sécuriser cette intersection.

**A** Annexe 6, Étude acoustique

## Annexe 6, Étude acoustique

A2MS, Avril 2017

# BIOTOPE OCEAN INDIEN

-----

## RAPPORT DE L'ETUDE D'IMPACT SONORE DU PROJET D'AMENAGEMENT DU LOTISSEMENT DU GOLF A VILLELE



Auteur	Benoît BAUTHIAN
Date d'édition	mercredi 26 avril 2017
Référence du document	R700-14-17.6961

# A - SOMMAIRE

<b>A -</b>	<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>2</b>
<b>B -</b>	<b>PROBLEMATIQUE .....</b>	<b>3</b>
<b>C -</b>	<b>PRESENTATION DU SITE ET DU PROJET .....</b>	<b>4</b>
	C.1 SITUATION GENERALE .....	4
	C.2 DESCRIPTION SUCCINCTE DE L'OPERATION.....	5
<b>D -</b>	<b>CADRE REGLEMENTAIRE .....</b>	<b>7</b>
	D.1 TEXTES DE REFERENCE .....	7
	D.2 DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES .....	7
	D.3 DEFINITION DE LA ZONE D'AMBIANCE SONORE PREEXISTANTE .....	9
<b>E -</b>	<b>SIMULATION ACOUSTIQUE .....</b>	<b>11</b>
	E.1 MODELISATION .....	11
	E.2 HYPOTHESES DE TRAFIC .....	12
	E.3 SITUATION 1 – SANS AMENAGEMENT PARTICULIER.....	13
	E.4 SITUATION 2 – AVEC AMENAGEMENT PARTICULIER AU LOT 31.....	16
<b>F -</b>	<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>20</b>
<b>G -</b>	<b>ANNEXES.....</b>	<b>21</b>
	G.1 SITUATION 1 – SANS AMENAGEMENT PARTICULIER .....	21
	G.1.1 Cartographies de la contribution sonore du trafic routier .....	21
	G.1.2 Projections des niveaux de contribution sonore calculés aux points récepteurs .....	23
	G.1.3 Résultats des niveaux de contribution sonore calculés aux points récepteurs .....	25
	G.2 SITUATION 2 – AVEC MUR MOELLON DE 1,30M DE HAUT EN LIMITE DU LOT 31.....	27
	G.2.1 Cartographies de la contribution sonore du trafic routier .....	27
	G.2.2 Projections des niveaux de contribution sonore calculés aux points récepteurs .....	29
	G.2.3 Résultats des niveaux de contribution sonore calculés aux points récepteurs .....	31
	G.3 GLOSSAIRE .....	33

## B - PROBLEMATIQUE

Le projet d'aménagement du Lotissement du Golf à Villèle prévoit la construction de nouvelles infrastructures routières permettant :

- de desservir la future zone d'habitations,
- de désenclaver le quartier de Villèle,
- de proposer un accès plus direct à l'équipement sportif du golf du Bassin Bleu.

Les habitations existantes et à construire seront alors exposées à un niveau sonore plus ou moins important selon les conditions de trafic.

La présente étude a donc pour but de vérifier par simulation informatique, au regard des dispositions réglementaires, si le niveau de bruit résultant des nouvelles infrastructures en façade des bâtiments nécessite la mise en œuvre d'aménagements particuliers ou un éventuel renforcement d'isolement de façade.

# C - PRESENTATION DU SITE ET DU PROJET

## C.1 SITUATION GENERALE

Le site d'étude est localisé sur la commune de Saint-Paul, dans le secteur de Villèle, à une altitude comprise entre 270 et 330m environ.

Le projet se trouve à 600m environ en amont de la Route des Tamarins et à 600m également au Nord de la route RD10.



Vue 1 : Localisation du projet

D'un point de vue topographique, le site est marqué par des pentes assez fortes en frange Nord Est (jusqu'à 40%) et plus modérées sur le reste du site (comprises au plus fort entre 15 et 20%).

## C.2 DESCRIPTION SUCCINCTE DE L'OPERATION

Le projet concerne la 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).

L'opération représente une emprise de 4,9ha pour une surface libre de 4100m<sup>2</sup>.



Vue 2 : Plan du programme

En terme de transport, le programme comprend la création de 3 infrastructures routières :

- une voie de desserte pour Villèle,  
Cette voie doit constituer à terme un axe structurant permettant de connecter la RD100 au quartier de Villèle.
- une voie touristique  
Au-delà de sa fonction de desserte interne au projet, cette voie a vocation à désenclaver le golf du Bassin Bleu.
- une voie résidentielle  
Cette voie assure uniquement une fonction de desserte locale des lots le long de son itinéraire. Elle est conçue comme une voie mixte où l'ensemble des modes de déplacement se partage l'espace. Son tracé est volontairement sinueux afin de casser les vitesses.



**Vue 3 : Localisation des voies**

## D - CADRE REGLEMENTAIRE

### D.1 TEXTES DE REFERENCE

Les textes pris en référence sont les suivants :

- Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières
- Décret n°95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres
- Arrêté du 11 janvier 2016 modifiant [...] l'arrêté du 17 avril 2009 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation neufs dans les départements de la Guadeloupe, de la Martinique, de la Guyane et de la Réunion
- Articles R571-44 à R571-52 du code de l'environnement (limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transport terrestre)
- Articles R122-15 et R122-2 du code de l'environnement (études d'impact)

### D.2 DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES

L'arrêté du 5 mai 1995 fixe les limites de contribution sonore des nouvelles infrastructures ou de celles soumises à modification ou transformation significative, selon les termes suivants :

#### Article 1<sup>er</sup>

Les indicateurs de gêne due au bruit d'une infrastructure routière [...] sont :

- pour la période diurne, le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pendant la période de 6h à 22h, noté LAeq (6h-22h), correspondant à la contribution sonore de l'infrastructure concernée ;
- pour la période nocturne, le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pendant la période de 22h à 6h, noté LAeq (22h-6h), correspondant à la contribution sonore de l'infrastructure concernée.

[...]

Ces niveaux sont évalués à deux mètres en avant de la façade des bâtiments, fenêtres fermées.

#### Article 2

Les niveaux maximaux admissibles pour la contribution sonore d'une infrastructure nouvelle [...] sont fixés aux valeurs suivantes :

Usage et nature des locaux	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale	60dB(A)	55dB(A)
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et locaux sportifs)	60dB(A)	-
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	60dB(A)	55dB(A)
Autres logements	65dB(A)	60dB(A)
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65dB(A)	-

*Une zone est d'ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant avant la construction de la voie nouvelle, à deux mètres en avant des façades des bâtiments est tel que LAeq (6h-22h) est inférieur à 65dB(A) et LAeq (22h-6h) est inférieur à 60dB(A).*

*Dans le cas où une zone respecte le critère d'ambiance sonore modérée seulement pour la période nocturne, c'est le niveau sonore maximal de 55dB(A) qui s'applique pour cette période.*

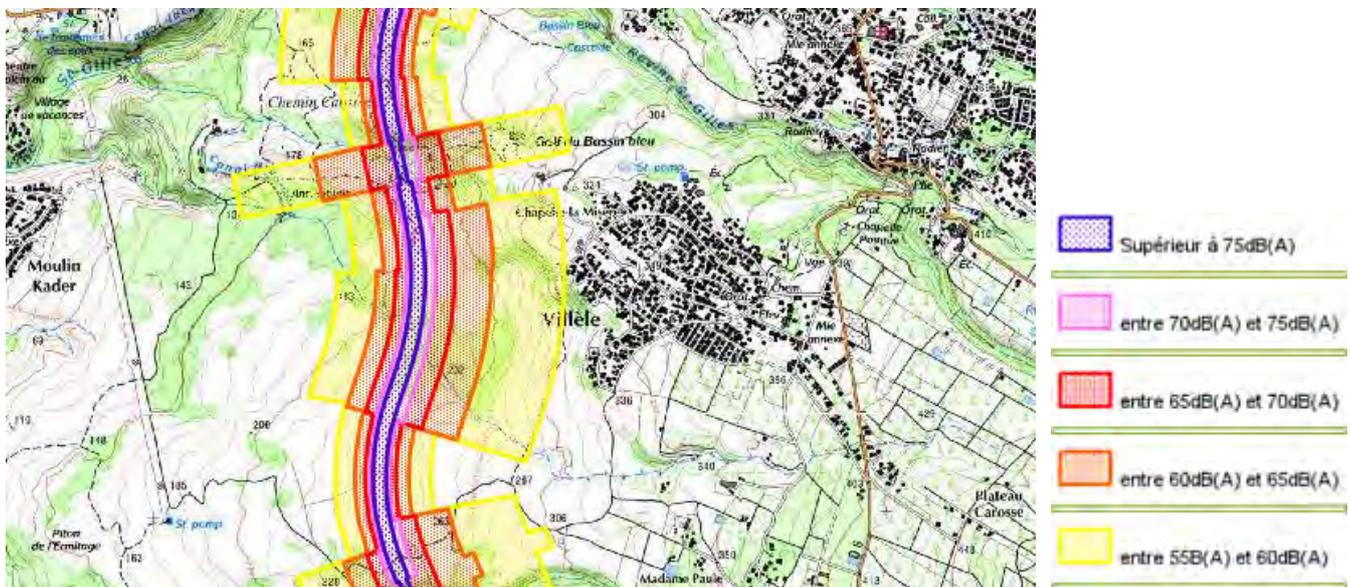
*[...]*

La démarche est donc de qualifier la zone d'ambiance préexistante (modérée ou non) pour définir la contribution sonore maximale admissible des nouvelles infrastructures en façade des bâtiments.

Une définition des termes couramment utilisés en acoustique environnementale est donnée dans le glossaire en annexe G.3.

## D.3 DEFINITION DE LA ZONE D'AMBIANCE SONORE PREEXISTANTE

Au regard de la carte de bruit stratégique du secteur de Saint Paul, la Route des Tamarins constitue l'unique infrastructure susceptible de faire dépasser les seuils de zone d'ambiance préexistante modérée.



Vue 4 : Carte de bruit stratégique de la Route des Tamarins au niveau du secteur de Villèle

Le niveau Lden résultant dans la zone du projet du trafic sur la Route des Tamarins est de l'ordre de 57dB(A).

L'indicateur Lden représente le niveau sonore moyen pondéré pour une journée divisée en :

- 12 heures de jour (day),
- 4 heures de soirée (evening) avec une majoration de 5dB(A),
- 8 heures de nuit (night) avec une majoration de 10dB(A).

Ces majorations sont représentatives de la gêne ressentie dans ces périodes.

Par exemple, un niveau Lden de 57dB(A) peut représenter une situation composée des ambiances sonores suivantes :

- 57dB(A) en journée de 6h à 18h,
- 52dB(A) en soirée de 18h à 22h,
- 47dB(A) la nuit de 22h à 6h.

Pour rappel, une zone d'ambiance sonore préexistante est dite modérée si :

**LAeq (6h-22h) est inférieur à 65dB(A)**  
**et**  
**LAeq (22h-6h) est inférieur à 60dB(A)**

L'écart entre le niveau Lden de la zone d'implantation du projet et ces valeurs est tel que le site se trouve en zone d'ambiance sonore préexistante modérée.

**La contribution sonore de chaque nouvelle infrastructure en façade des bâtiments ne devra donc pas dépasser :**

- **60dB(A) sur la période 6h-22h,**
- **55dB(A) sur la période 22h-6h.**

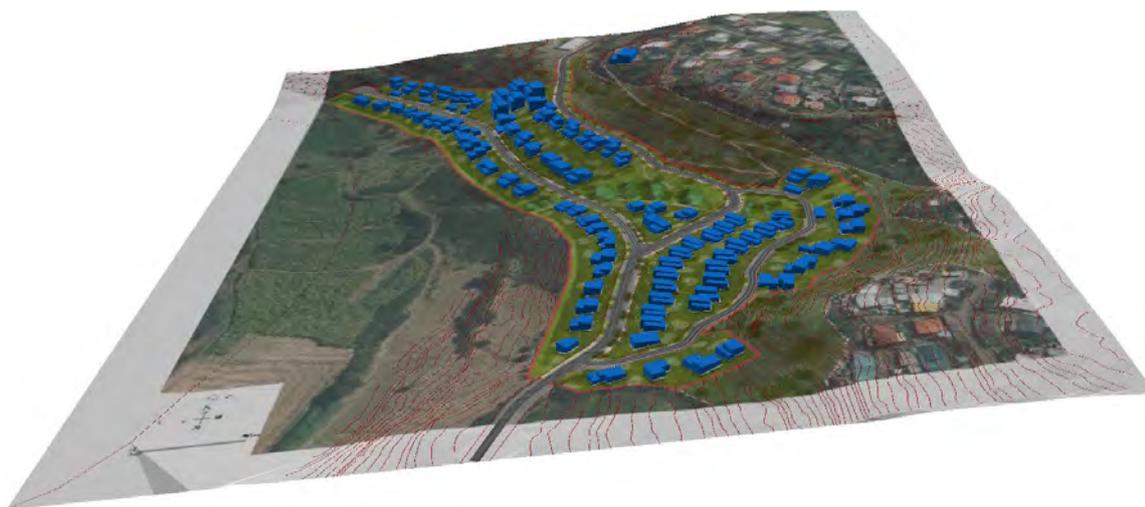
Le respect de ces valeurs peut être vérifié par simulation acoustique de la situation du projet.

# E - SIMULATION ACOUSTIQUE

## E.1 MODELISATION

La première étape de la simulation consiste à créer un modèle 3D de la zone d'étude en prenant en compte la topographie du site, l'implantation des bâtiments et des infrastructures routières.

Ce modèle a été créé à l'aide du logiciel d'acoustique prévisionnelle IMMI 2014 et de l'ensemble des données du projet (topographie, plan de masse, typologie des bâtiments...).



**Vue 5 : Modèle 3D de la zone d'étude**

A noter que le projet prévoit l'élévation de clôtures en limite de parcelles composées :

- en partie basse, de murs moellon d'une hauteur comprise entre 30 et 60cm par rapport au niveau de la voirie,
- en partie haute, de barreaudages bois ajourés montés jusqu'à un niveau de 2m au-dessus de la voirie.

Les barreaudages ajourés sont négligeables en terme d'affaiblissement acoustique vis-à-vis du bruit de trafic routier et n'ont donc pas été intégrés au modèle.

Les murs moellons de faible hauteur ne permettent pas à eux seuls de masquer le champ visuel entre les voies de circulation et les façades principales. Ils ne permettront pas de protéger les habitations du bruit de la circulation et, de la même façon, n'ont donc pas été ajoutés au modèle.

139 points récepteurs ont ensuite été implantés dans le modèle à 2m au-devant des façades les plus exposées au bruit des routes. Dans un modèle acoustique, les récepteurs sont des points particuliers au niveau desquels on souhaite connaître le niveau sonore reçu par une source de bruit. L'implantation de ces récepteurs a donc permis d'évaluer de manière quantitative le niveau sonore en façade des habitations.

Une fois le modèle de terrain finalisé, les caractéristiques de trafic ont été intégrées sur la base des données et hypothèses décrites en partie suivante.

## E.2 HYPOTHESES DE TRAFIC

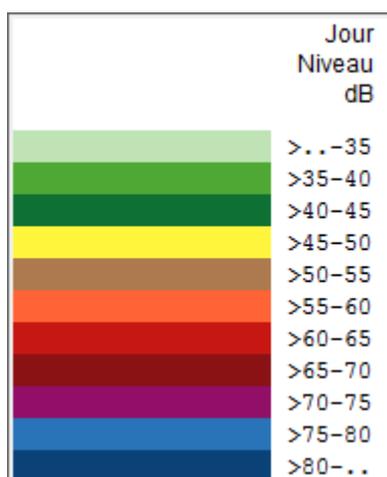
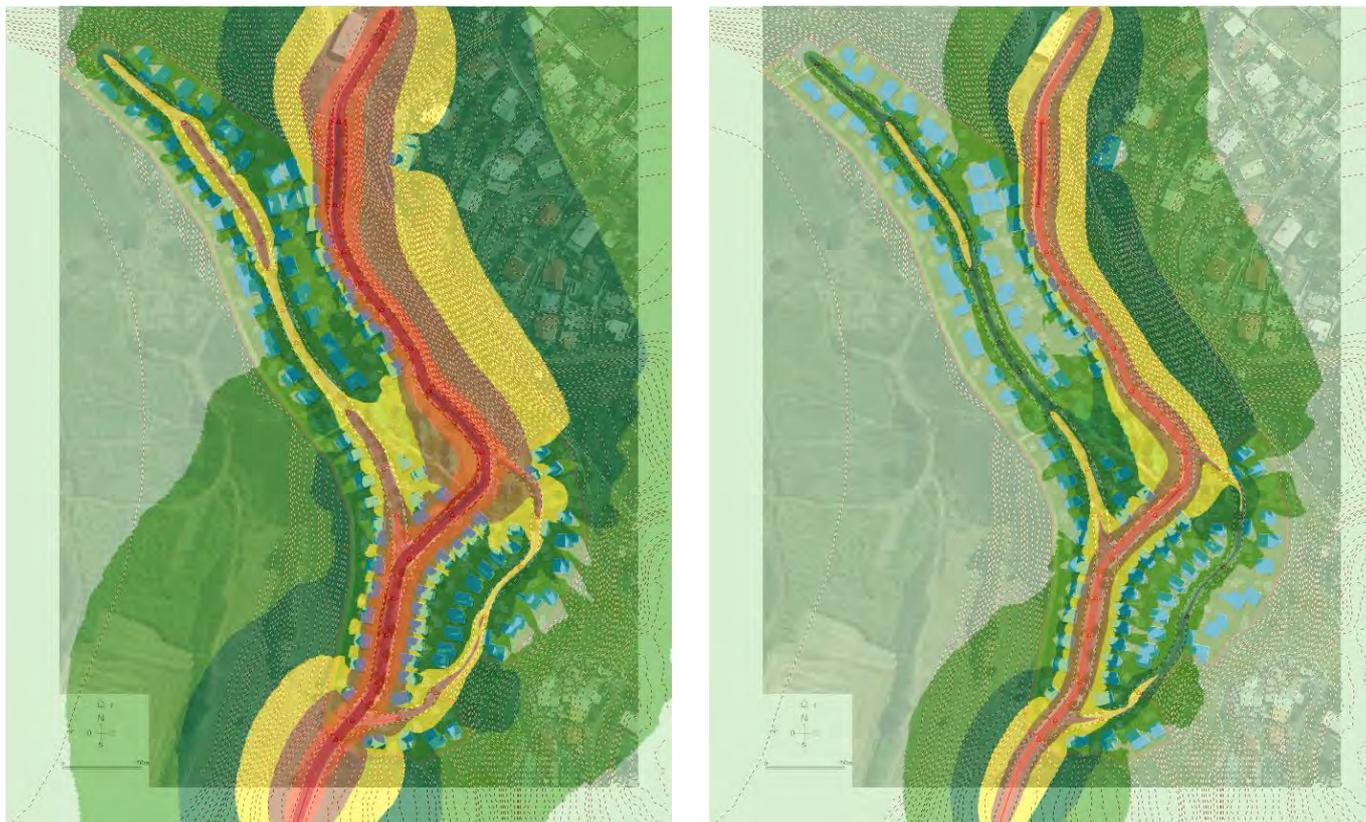
Les hypothèses de trafic prises en compte dans la simulation sont les suivantes :

- Trafic sur la voie principale – Voies traversantes A, B et C
  - o 1600 véh/j au total, comprenant le trafic généré par les nouveaux logements et celui reporté depuis le quartier de Villèle, soit :
    - 90% du trafic en période jour 6h-22h, soit 1440 véhicules sur 16h => 88véh/h
    - 10% du trafic en période nuit 22h-6h, soit 160 véhicules sur 8h => 20véh/h
  - o Taux de poids lourds de 0,5%
  - o Vitesse de circulation de 50km/h
- Trafic sur les voies annexes – Voies de desserte D et E
  - o 430 véh/j au total, générés uniquement par les 116 logements du projet, soit :
    - Pour la Voie D (représentant 25 logements sur les 116)
      - 90% du trafic en période jour 6h-22h, soit 84 véhicules sur 16h => 5,25véh/h
      - 10% du trafic en période nuit 22h-6h, soit 10 véhicules sur 8h => 1,25véh/h
    - Pour la Voie E (représentant 39 logements sur les 116)
      - 90% du trafic en période jour 6h-22h, soit 130 véhicules sur 16h => 8,13véh/h
      - 10% du trafic en période nuit 22h-6h, soit 15 véhicules sur 8h => 1,88véh/h
  - o Taux de poids lourds de 0,0%
  - o Vitesse de circulation de 30km/h

### E.3 SITUATION 1 – SANS AMENAGEMENT PARTICULIER

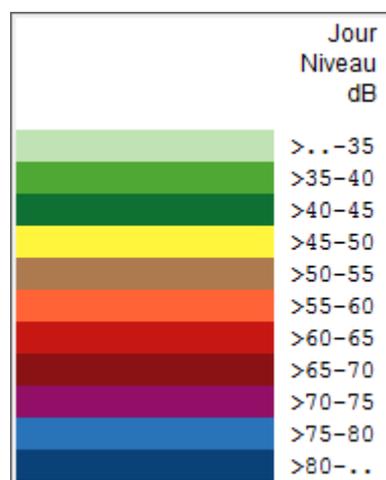
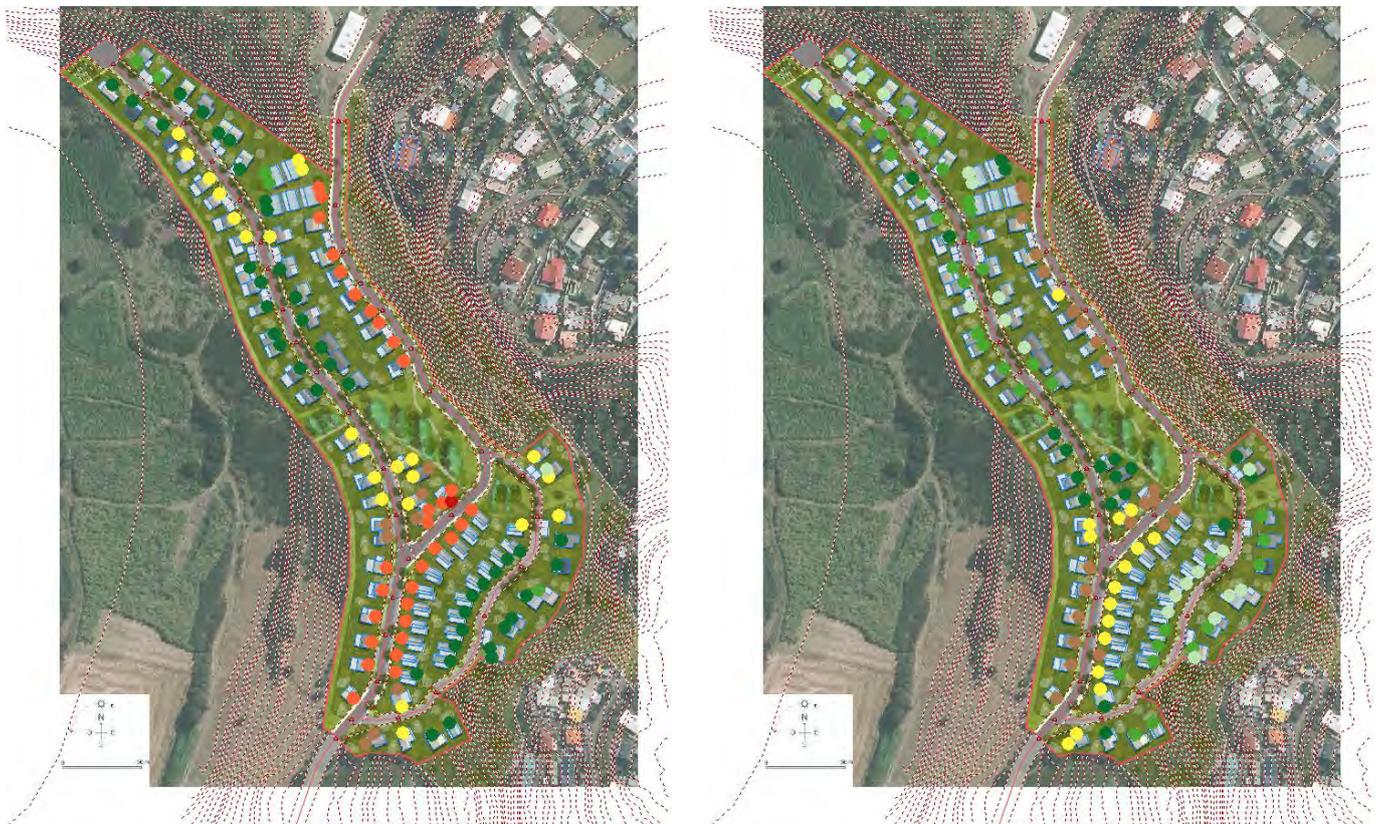
Cette simulation vise à évaluer la situation sonore du projet sur la base des éléments décrits précédemment et sans aménagement particulier de réduction des émissions sonores.

Les vues ci-dessous représentent les cartographies de la contribution sonore du trafic routier induit par les nouvelles voies de jour et de nuit sur l'ensemble du secteur d'étude (voir vues correspondantes en grand format en annexe G.1.1).



Vues 6 et 7 : Cartographies de la contribution sonore du trafic routier sur le secteur d'étude de jour et de nuit

Les vues suivantes présentent plus spécifiquement les résultats de calcul de la contribution sonore du trafic routier induit de jour et de nuit en façade des habitations aux points récepteurs (voir vues correspondantes en grand format en annexe G.1.2).



Vues 8 et 9 : Projection de la contribution sonore du trafic routier calculée aux points récepteurs de jour et de nuit

Les niveaux sonores calculés de jour et de nuit aux 139 points récepteurs sont détaillés sous forme de tableau en annexe G.1.3.

Pour rappel, la contribution sonore des nouvelles infrastructures en façade des bâtiments ne doit pas dépasser :

- 60dB(A) sur la période 6h-22h,
- 55dB(A) sur la période 22h-6h.

**Il apparaît globalement que l'ensemble des résultats est satisfaisant au regard de ces seuils :**

- **Tous les niveaux calculés pour la période jour sont inférieurs à 60dB(A), à l'exception de la façade principale du lot 31 (récepteur Lot 31-2) pour laquelle le résultat atteint 60,6dB(A), soit un léger dépassement de 0,6dB(A) de l'objectif réglementaire.**
- **Tous les niveaux calculés pour la période nuit sont inférieurs à 55dB(A).**

Un aménagement particulier doit donc être mis en œuvre pour réduire la contribution sonore de jour en façade de l'habitation du lot 31.

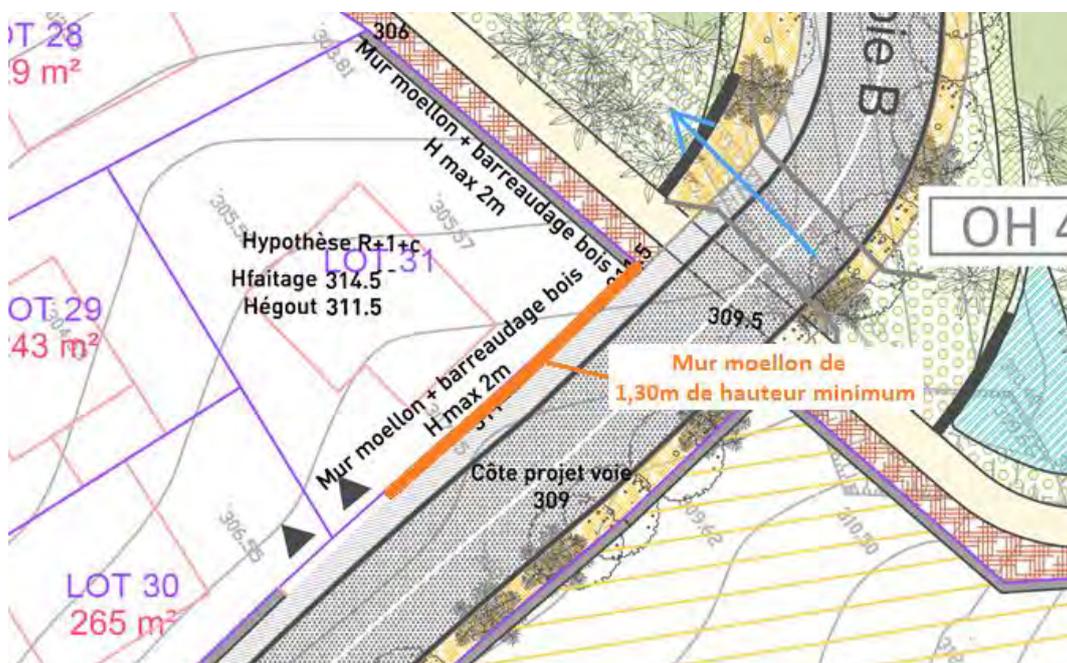
## E.4 SITUATION 2 – AVEC AMENAGEMENT PARTICULIER AU LOT 31

Cette simulation intègre l'élévation d'un mur moellon de 1,30m de haut minimum en limite de parcelle côté voirie.

Contrairement au mur de 30 à 60cm initialement prévu, celui-ci permet de masquer tout ou partie de la voirie depuis les menuiseries extérieures de la façade principale, bénéficiant ainsi d'un léger effet d'écran.

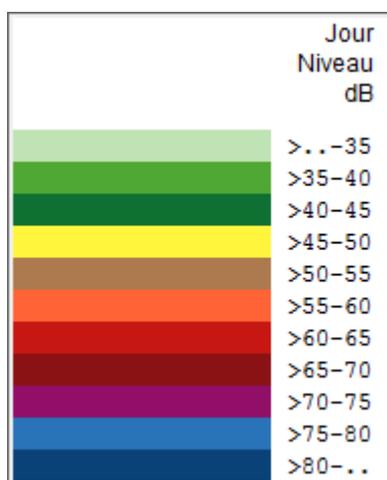
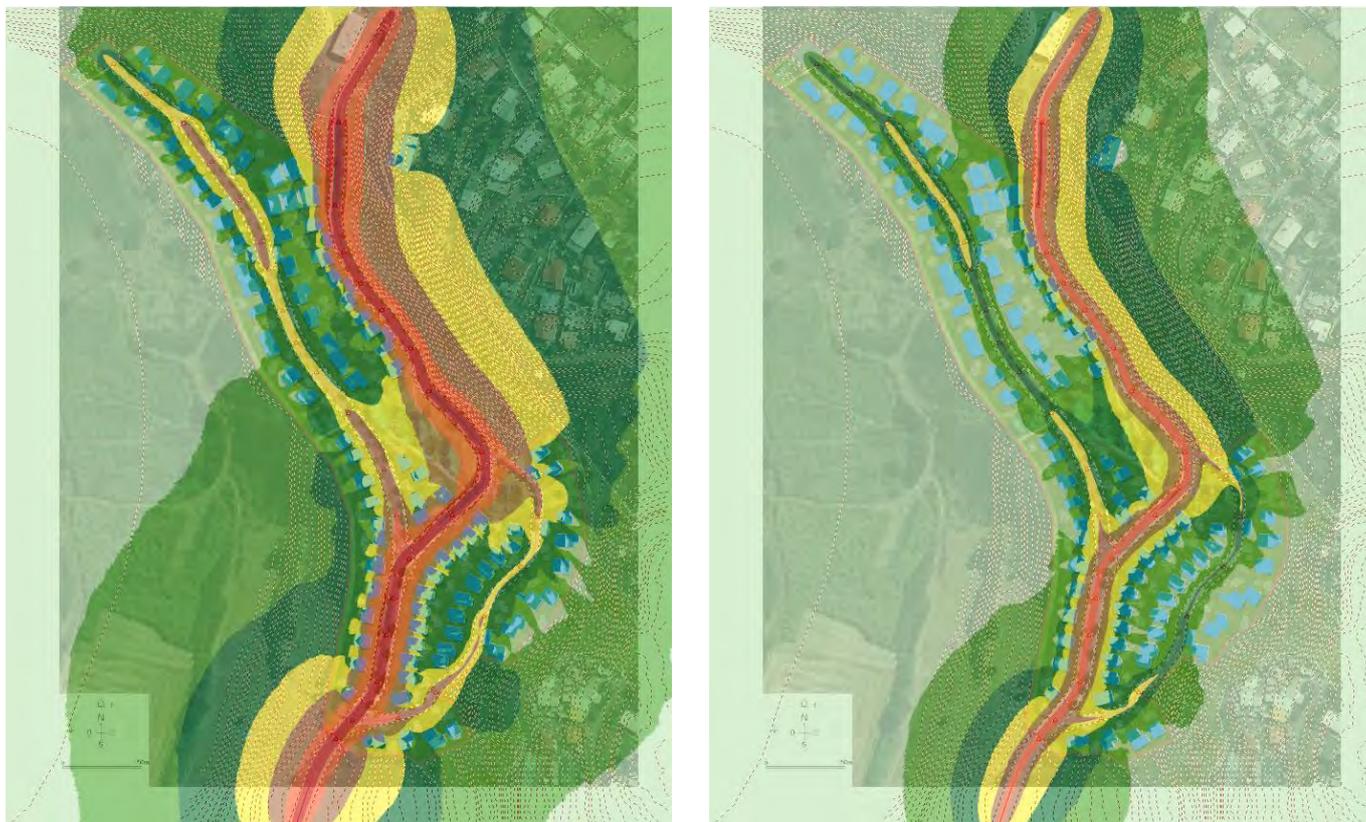
A noter que cette situation a été étudiée pour les niveaux altimétriques présentés et décrits ci-dessous, soit :

- Une hauteur de toiture au faîtage de 314,50m et à l'égout de 311,50m,
- Un niveau de voirie de 309,00m en milieu de parcelle et 309,50m à l'angle Est,
- Un niveau haut de menuiserie maximum de 311,00m.



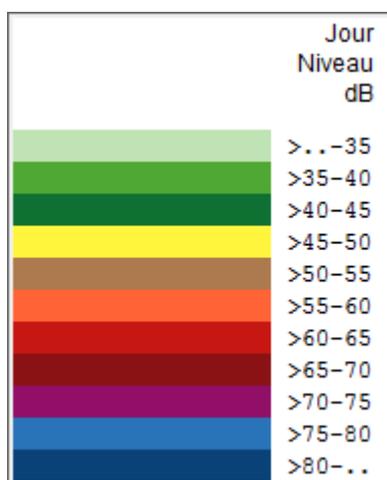
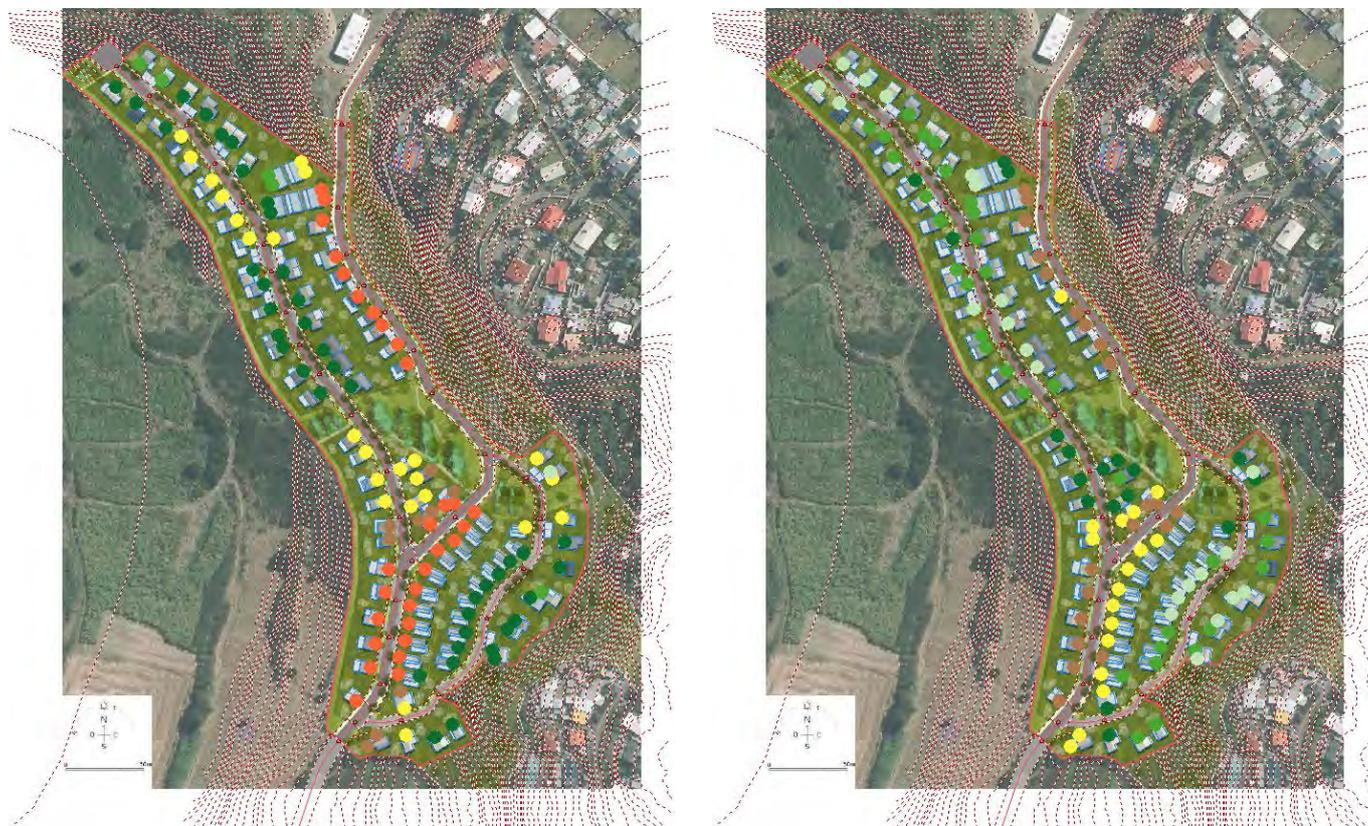
Vue 10 : Localisation du mur moellon de 1,30m de hauteur sur un extrait de plan d'aménagement

Les vues ci-dessous représentent les cartographies de la contribution sonore du trafic routier induit avec le mur moellon par les nouvelles voies de jour et de nuit sur l'ensemble du secteur d'étude (voir vues correspondantes en grand format en annexe G.2.1).



Vues 11 et 12 : Cartographies de la contribution sonore du trafic routier sur le secteur d'étude avec le mur moellon de 1,30m de hauteur de jour et de nuit

Les vues suivantes présentent plus spécifiquement les résultats de calcul de la contribution sonore du trafic routier induit avec le mur moellon de jour et de nuit en façade des habitations aux points récepteurs (voir vues correspondantes en grand format en annexe G.2.2).



Vues 13 et 14 : Projection de la contribution sonore du trafic routier calculée aux points récepteurs de jour et de nuit avec le mur moellon de 1,30m de hauteur

Les niveaux sonores calculés de jour et de nuit aux 139 points récepteurs pour cette situation sont détaillés sous forme de tableau en annexe G.2.3.

Pour rappel, la contribution sonore des nouvelles infrastructures en façade des bâtiments ne doit pas dépasser :

- 60dB(A) sur la période 6h-22h,
- 55dB(A) sur la période 22h-6h.

**Il apparaît alors que l'ensemble des résultats respectent les dispositions réglementaires, à savoir que :**

- **Tous les niveaux calculés pour la période jour sont inférieurs à 60dB(A),**
- **Tous les niveaux calculés pour la période nuit sont inférieurs à 55dB(A).**

## F - CONCLUSIONS

L'étude d'impact sonore du projet d'aménagement du Lotissement du Golf à Villèle avait pour but de vérifier par simulation informatique, au regard des dispositions réglementaires, si le niveau de bruit résultant des nouvelles infrastructures routières en façade des bâtiments nécessitait la mise en œuvre d'aménagements particuliers.

Au vu des résultats de l'étude, nos conclusions sont les suivantes.

Pour rappel, une zone d'ambiance sonore préexistante est dite modérée si :

LAeq (6h-22h) est inférieur à 65dB(A)

et

LAeq (22h-6h) est inférieur à 60dB(A)

Il a été démontré en partie D.3 que l'ambiance sonore préexistante induite par le trafic routier environnant de jour comme de nuit ne présentait pas de risque de dépassement de ces valeurs.

Le secteur d'étude du lotissement se trouve donc en zone d'ambiance sonore préexistante modérée.

La contribution sonore des nouvelles infrastructures en façade des bâtiments d'habitation ne doit donc pas dépasser :

- 60dB(A) sur la période 6h-22h,
- 55dB(A) sur la période 22h-6h.

Une simulation de propagation sonore de la situation du lotissement sans aménagement particulier a montré que l'ensemble des résultats était globalement satisfaisant au regard de ces seuils :

- Tous les niveaux calculés pour la période jour sont inférieurs à 60dB(A), à l'exception de la façade principale du lot 31 (récepteur Lot 31-2) pour laquelle le résultat atteint 60,6dB(A), soit un léger dépassement de 0,6dB(A) de l'objectif réglementaire.
- Tous les niveaux calculés pour la période nuit sont inférieurs à 55dB(A).

Un aménagement particulier a donc dû être prévu pour réduire la contribution sonore de jour en façade de l'habitation du lot 31.

Cet aménagement consiste en l'élévation d'un mur moellon de 1,30m de haut minimum en limite de parcelle côté voirie, permettant de masquer tout ou partie de la voirie et de bénéficier ainsi d'un effet d'écran.

Une seconde simulation a servi à valider ce principe. L'ensemble des résultats respectent alors les dispositions réglementaires, à savoir que :

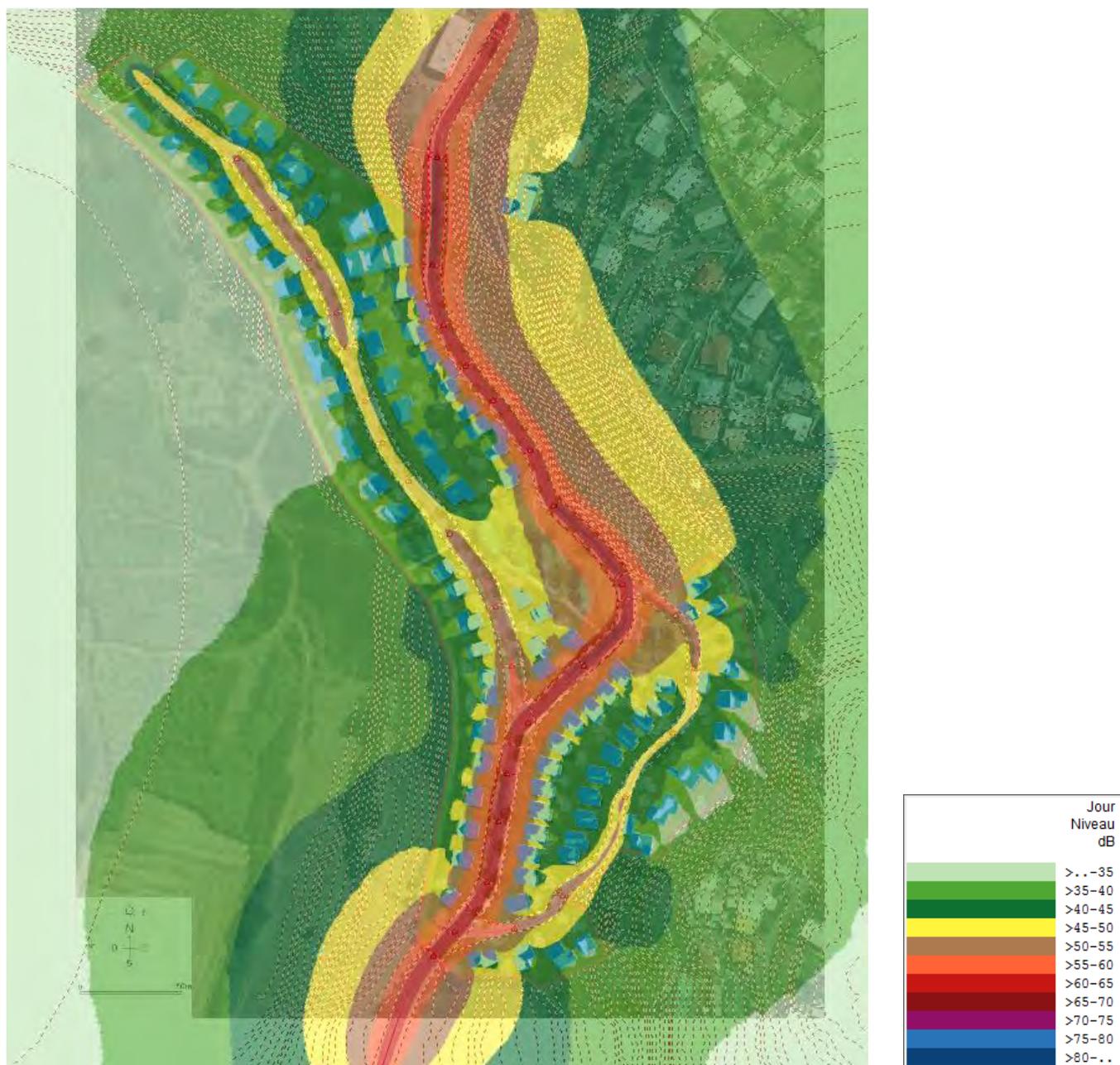
- Tous les niveaux calculés pour la période jour sont inférieurs à 60dB(A),
- Tous les niveaux calculés pour la période nuit sont inférieurs à 55dB(A).

# G - ANNEXES

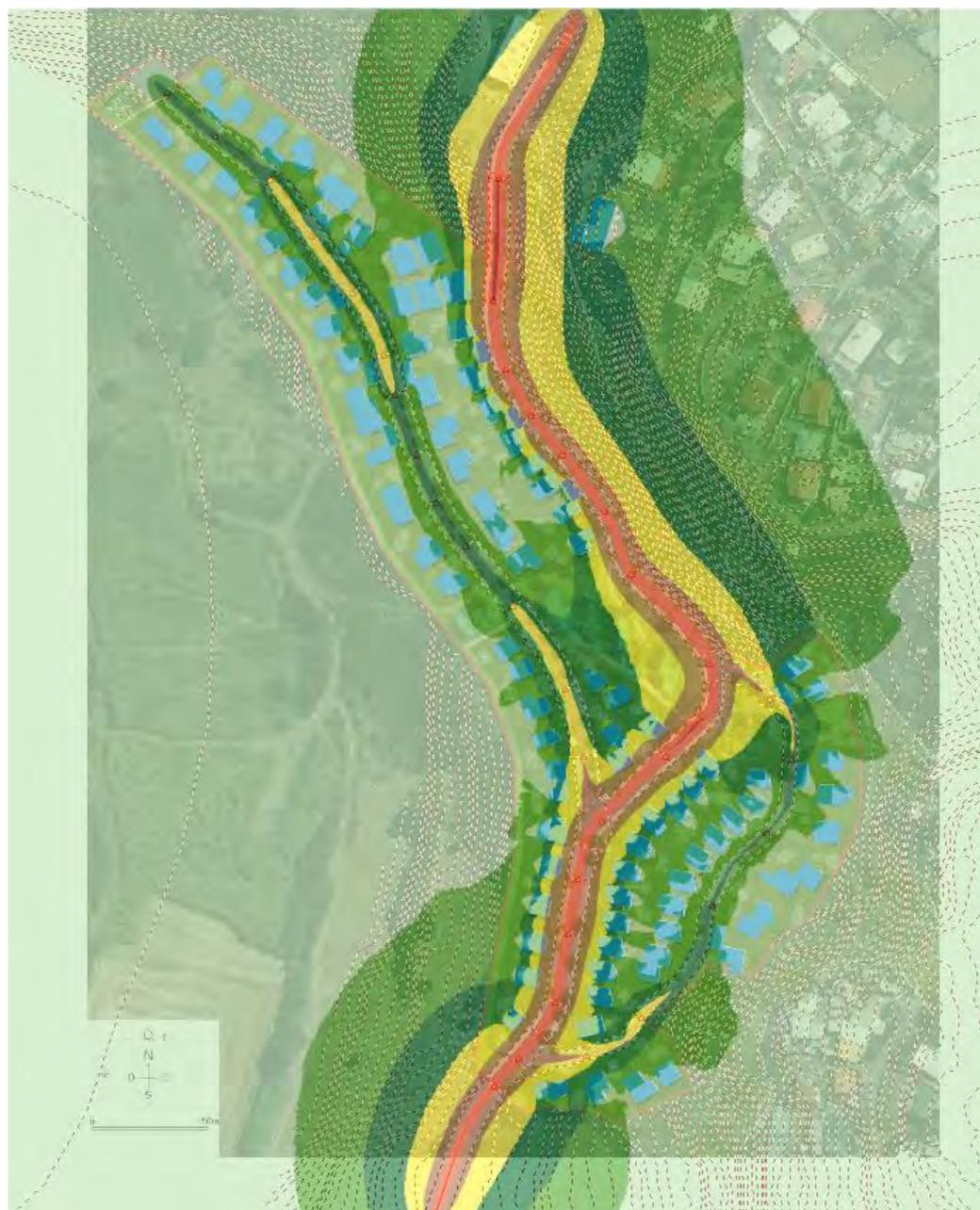
## G.1 SITUATION 1 – SANS AMENAGEMENT PARTICULIER

### G.1.1 Cartographies de la contribution sonore du trafic routier

#### PERIODE JOUR 6H-22H



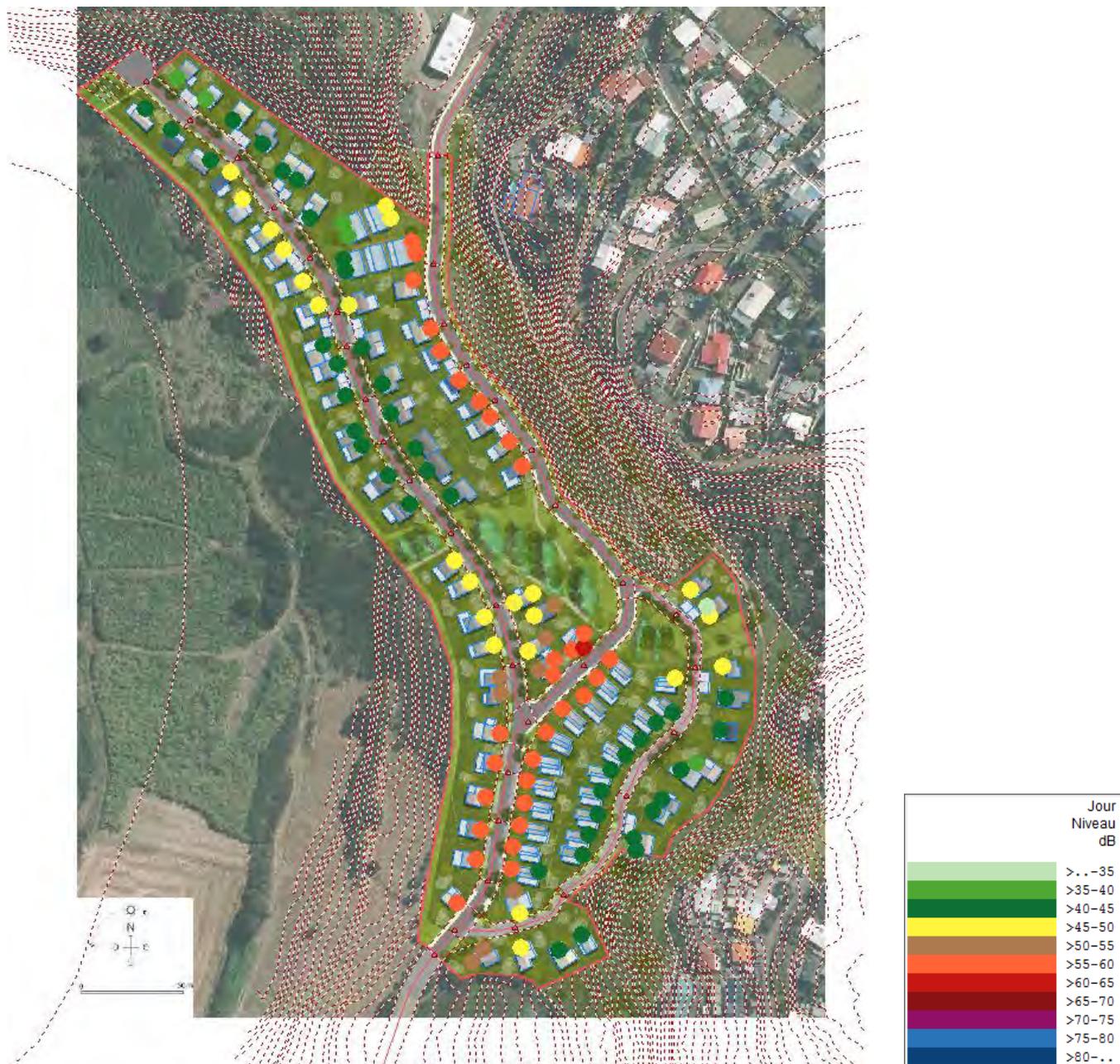
### PERIODE NUIT 22H-6H



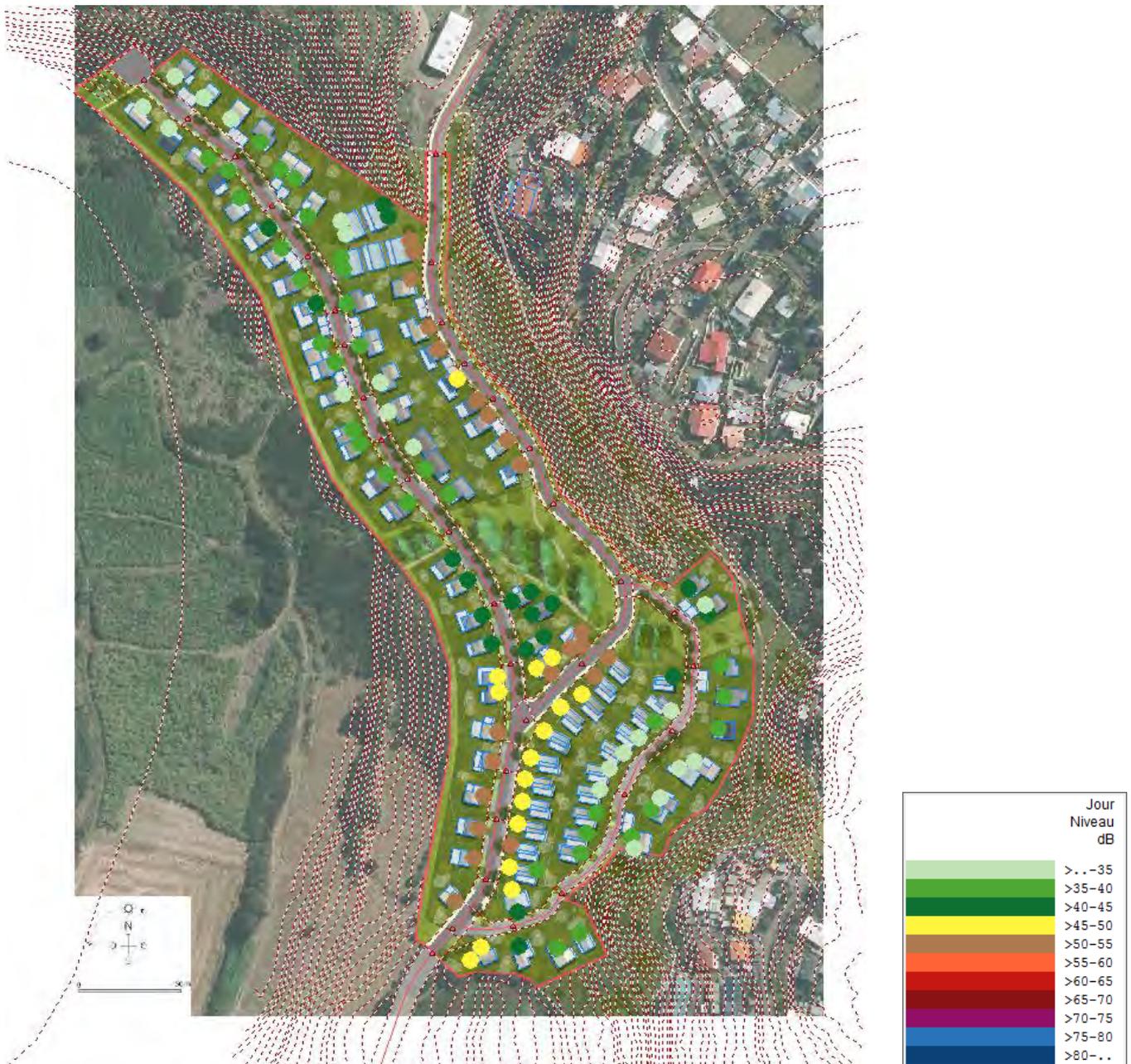
Jour	
Niveau	
dB	
> . -35	
>35-40	
>40-45	
>45-50	
>50-55	
>55-60	
>60-65	
>65-70	
>70-75	
>75-80	
>80-..	

### G.1.2 Projections des niveaux de contribution sonore calculés aux points récepteurs

#### PERIODE JOUR 6H-22H



### PERIODE NUIT 22H-6H



### G.1.3 Résultats des niveaux de contribution sonore calculés aux points récepteurs

#### PERIODE JOUR 6H-22H

Récepteurs	Niveau sonore calculé (dBA)
Réc Lot 1-1	53,0
Réc Lot 1-2	53,3
Réc Lot 1-3	52,9
Réc Lot 2-1	49,3
Réc Lot 3-1	44,8
Réc Lot 4-1	44,7
Réc Lot 5-1	43,1
Réc Lot 5-2	42,4
Réc Lot 5-3	41,0
Réc Lot 6-1	41,6
Réc Lot 7-1	41,0
Réc Lot 8-1	41,0
Réc Lot 9-1	38,3
Réc Lot 9-2	39,6
Réc Lot 10-1	41,5
Réc Lot 11-1	43,6
Réc Lot 12-1	45,3
Réc Lot 13-1	46,9
Réc Lot 13-2	47,3
Réc Lot 13-3	31,6
Réc Lot 14-1	49,4
Réc Lot 15-1	57,6
Réc Lot 16-1	57,9
Réc Lot 17-1	58,2
Réc Lot 18-1	58,3
Réc Lot 19-1	58,4
Réc Lot 20-1	57,3
Réc Lot 21-1	53,6
Réc Lot 22-1	52,2
Réc Lot 23-1	49,7
Réc Lot 24-1	48,6
Réc Lot 25-1	48,4
Réc Lot 26-1	47,7
Réc Lot 27-1	47,6
Réc Lot 27-2	47,8
Réc Lot 27-3	48,6
Réc Lot 28-1	46,7
Réc Lot 28-2	51,0
Réc Lot 29-1	49,3
Réc Lot 29-2	49,2
Réc Lot 29-3	50,5
Réc Lot 30-1	53,2
Réc Lot 30-2	58,7
Réc Lot 30-3	55,3
Réc Lot 31-1	58,1
Réc Lot 31-2	60,6
Réc Lot 31-3	56,7

Récepteurs	Niveau sonore calculé (dBA)
Réc Lot 32-1	44,0
Réc Lot 33-1	43,4
Réc Lot 34-1	42,0
Réc Lot 35-1	41,6
Réc Lot 36-1	40,9
Réc Lot 37-1	43,1
Réc Lot 38-1	42,2
Réc Lot 39-1	46,9
Réc Lot 40-1	45,2
Réc Lot 41-1	46,1
Réc Lot 42-1	47,1
Réc Lot 43-1	45,0
Réc Lot 44-1	46,4
Réc Lot 45-1	42,1
Réc Lot 46-1	40,3
Réc Lot 47-1	40,2
Réc Lot 48-1	38,8
Réc Lot 48-2	39,0
Réc Lot 49-1	39,9
Réc Lot 50-1	40,3
Réc Lot 51-1	41,7
Réc Lot 52-1	42,1
Réc Lot 53-1	42,5
Réc Lot 54-1	43,9
Réc Lot 55-1	45,0
Réc Lot 55-2	45,7
Réc Lot 56-1	43,1
Réc Lot 56-2	43,2
Réc Lot 57-1	41,3
Réc Lot 58-1	41,2
Réc Lot 58-2	41,0
Réc Lot 59-1	41,6
Réc Lot 59-2	40,4
Réc Lot 60-1	41,9
Réc Lot 60-2	41,5
Réc Lot 61-1	43,5
Réc Lot 62-1	57,3
Réc Lot 63-1	57,1
Réc Lot 64-1	56,7
Réc Lot 65-1	57,7
Réc Lot 66-1	56,0
Réc Lot 67-1	57,0
Réc Lot 68-1	57,8
Réc Lot A1-1	58,7
Réc Lot A1-2	58,3
Réc Lot A1-3	57,8
Réc Lot A1-4	57,6

Récepteurs	Niveau sonore calculé (dBA)
Réc Lot A1-5	53,1
Réc Lot A1-6	48,9
Réc Lot A1-7	52,5
Réc Lot A1-8	48,8
Réc Lot A1-9	39,7
Réc Lot A1-10	39,4
Réc Lot A1-11	42,1
Réc Lot A1-12	42,7
Réc Lot 69-1	56,8
Réc Lot A2-1	50,0
Réc Lot A2-2	53,4
Réc Lot A2-3	53,6
Réc Lot A2-4	43,2
Réc Lot A2-5	55,2
Réc Lot A2-6	55,7
Réc Lot A2-7	56,1
Réc Lot A2-8	56,6
Réc Lot A2-9	55,6
Réc Lot A2-10	56,0
Réc Lot A2-11	55,7
Réc Lot A2-12	56,1
Réc Lot A2-13	55,7
Réc Lot A2-14	56,2
Réc Lot A2-15	55,2
Réc Lot A2-16	55,6
Réc Lot A2-17	55,1
Réc Lot A2-18	55,5
Réc Lot A2-19	55,9
Réc Lot A2-20	56,3
Réc Lot A2-21	55,0
Réc Lot A2-22	55,4
Réc Lot A2-23	56,4
Réc Lot A2-24	56,9
Réc Lot A2-25	58,0
Réc Lot A2-26	58,7
Réc Lot A2-27	47,7
Réc Lot A2-28	40,9
Réc Lot A2-29	41,8
Réc Lot A2-30	41,3
Réc Lot A2-31	40,6
Réc Lot A2-32	41,0
Réc Lot A2-33	41,0
Réc Lot A2-34	41,9
Réc Lot A2-35	41,9
Réc Lot A2-36	44,0

**PERIODE NUIT 22H-6H**

Récepteurs	Niveau sonore calculé (dBA)
Réc Lot 1-1	46,5
Réc Lot 1-2	46,8
Réc Lot 1-3	46,4
Réc Lot 2-1	42,8
Réc Lot 3-1	38,4
Réc Lot 4-1	38,2
Réc Lot 5-1	36,7
Réc Lot 5-2	36,0
Réc Lot 5-3	34,6
Réc Lot 6-1	35,2
Réc Lot 7-1	34,5
Réc Lot 8-1	34,5
Réc Lot 9-1	31,9
Réc Lot 9-2	33,1
Réc Lot 10-1	35,0
Réc Lot 11-1	37,1
Réc Lot 12-1	38,8
Réc Lot 13-1	40,4
Réc Lot 13-2	40,8
Réc Lot 13-3	25,1
Réc Lot 14-1	43,0
Réc Lot 15-1	51,1
Réc Lot 16-1	51,4
Réc Lot 17-1	51,6
Réc Lot 18-1	51,8
Réc Lot 19-1	51,9
Réc Lot 20-1	50,8
Réc Lot 21-1	47,1
Réc Lot 22-1	45,7
Réc Lot 23-1	43,2
Réc Lot 24-1	42,2
Réc Lot 25-1	42,0
Réc Lot 26-1	41,3
Réc Lot 27-1	41,1
Réc Lot 27-2	41,3
Réc Lot 27-3	42,1
Réc Lot 28-1	40,2
Réc Lot 28-2	44,4
Réc Lot 29-1	42,8
Réc Lot 29-2	42,8
Réc Lot 29-3	44,0
Réc Lot 30-1	46,7
Réc Lot 30-2	52,1
Réc Lot 30-3	48,7
Réc Lot 31-1	51,6
Réc Lot 31-2	54,1
Réc Lot 31-3	50,2

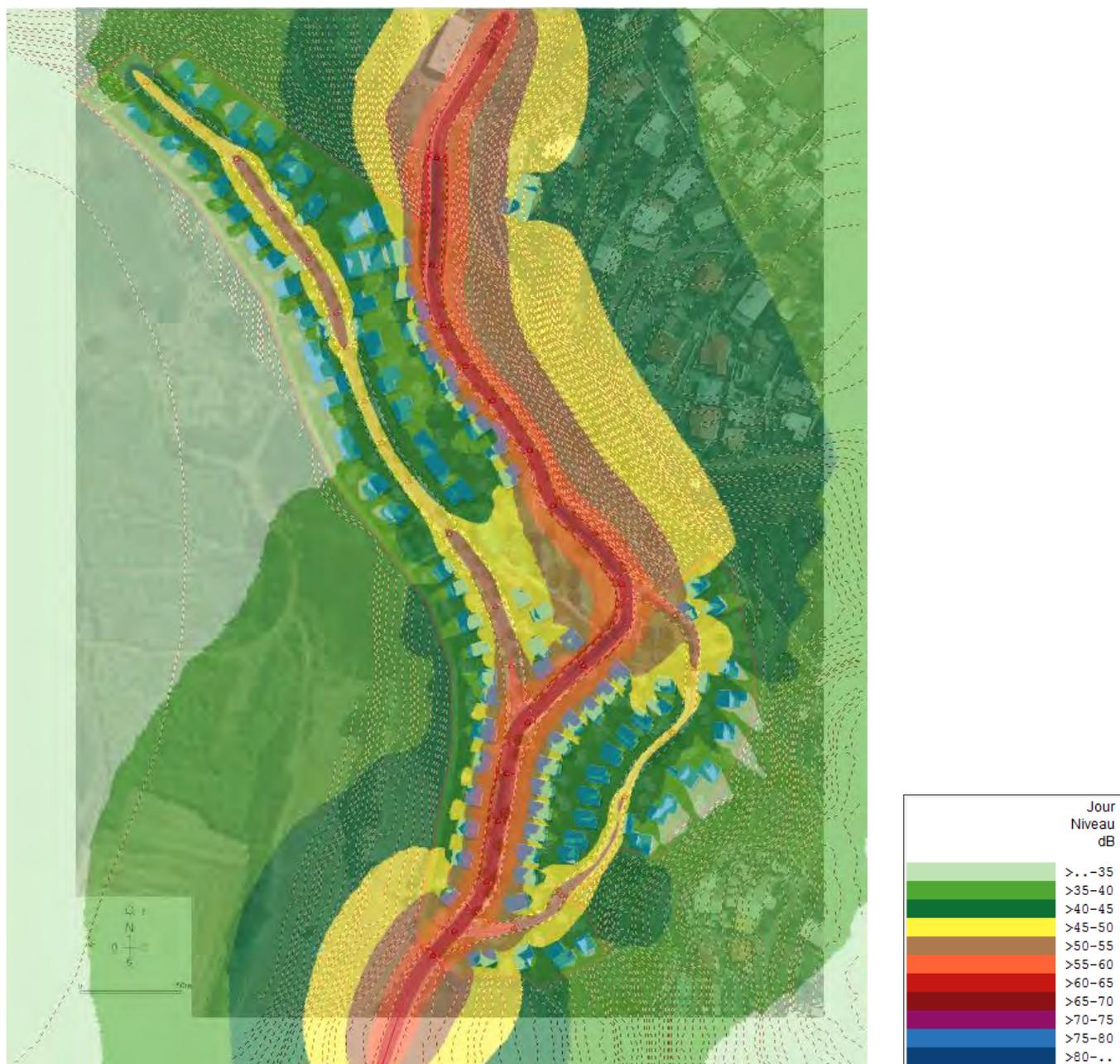
Récepteurs	Niveau sonore calculé (dBA)
Réc Lot 32-1	37,6
Réc Lot 33-1	36,9
Réc Lot 34-1	35,6
Réc Lot 35-1	35,2
Réc Lot 36-1	34,5
Réc Lot 37-1	36,8
Réc Lot 38-1	35,8
Réc Lot 39-1	40,6
Réc Lot 40-1	38,8
Réc Lot 41-1	39,7
Réc Lot 42-1	40,7
Réc Lot 43-1	38,7
Réc Lot 44-1	40,0
Réc Lot 45-1	35,7
Réc Lot 46-1	33,9
Réc Lot 47-1	33,8
Réc Lot 48-1	32,4
Réc Lot 48-2	32,6
Réc Lot 49-1	33,5
Réc Lot 50-1	33,9
Réc Lot 51-1	35,3
Réc Lot 52-1	35,8
Réc Lot 53-1	36,1
Réc Lot 54-1	37,5
Réc Lot 55-1	38,6
Réc Lot 55-2	39,3
Réc Lot 56-1	36,7
Réc Lot 56-2	36,8
Réc Lot 57-1	34,9
Réc Lot 58-1	34,8
Réc Lot 58-2	34,6
Réc Lot 59-1	35,2
Réc Lot 59-2	34,0
Réc Lot 60-1	35,5
Réc Lot 60-2	35,0
Réc Lot 61-1	37,0
Réc Lot 62-1	50,8
Réc Lot 63-1	50,6
Réc Lot 64-1	50,2
Réc Lot 65-1	51,2
Réc Lot 66-1	49,5
Réc Lot 67-1	50,5
Réc Lot 68-1	51,3
Réc Lot A1-1	52,2
Réc Lot A1-2	51,8
Réc Lot A1-3	51,3
Réc Lot A1-4	51,1

Récepteurs	Niveau sonore calculé (dBA)
Réc Lot A1-5	46,5
Réc Lot A1-6	42,3
Réc Lot A1-7	46,0
Réc Lot A1-8	42,2
Réc Lot A1-9	33,3
Réc Lot A1-10	33,0
Réc Lot A1-11	35,7
Réc Lot A1-12	36,3
Réc Lot 69-1	50,3
Réc Lot A2-1	43,6
Réc Lot A2-2	46,9
Réc Lot A2-3	47,1
Réc Lot A2-4	36,9
Réc Lot A2-5	48,7
Réc Lot A2-6	49,1
Réc Lot A2-7	49,6
Réc Lot A2-8	50,1
Réc Lot A2-9	49,1
Réc Lot A2-10	49,5
Réc Lot A2-11	49,2
Réc Lot A2-12	49,6
Réc Lot A2-13	49,2
Réc Lot A2-14	49,7
Réc Lot A2-15	48,7
Réc Lot A2-16	49,0
Réc Lot A2-17	48,6
Réc Lot A2-18	48,9
Réc Lot A2-19	49,4
Réc Lot A2-20	49,8
Réc Lot A2-21	48,5
Réc Lot A2-22	48,8
Réc Lot A2-23	49,9
Réc Lot A2-24	50,3
Réc Lot A2-25	51,5
Réc Lot A2-26	52,1
Réc Lot A2-27	41,2
Réc Lot A2-28	34,7
Réc Lot A2-29	35,5
Réc Lot A2-30	34,9
Réc Lot A2-31	34,2
Réc Lot A2-32	34,7
Réc Lot A2-33	34,7
Réc Lot A2-34	35,6
Réc Lot A2-35	35,6
Réc Lot A2-36	37,8

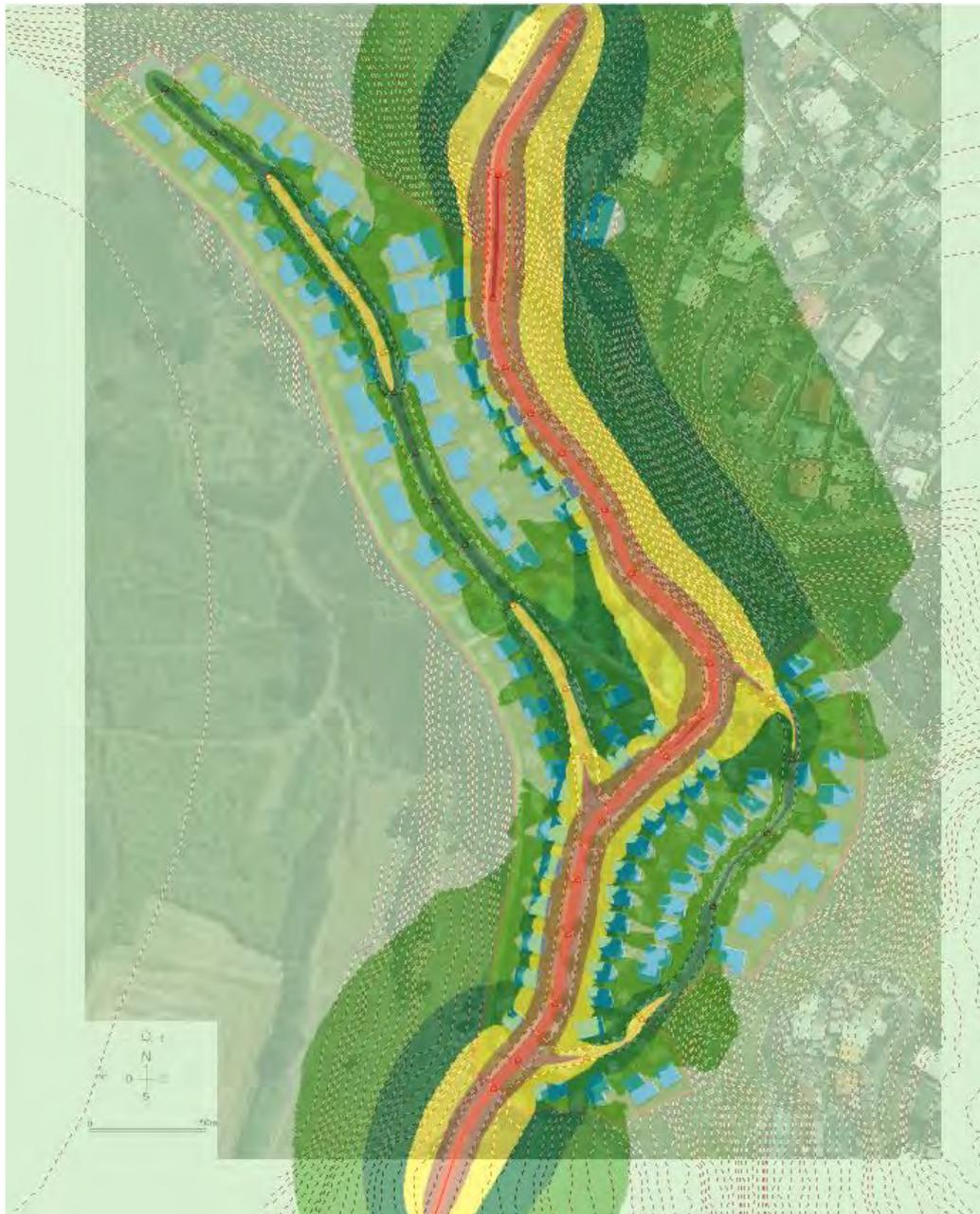
## **G.2 SITUATION 2 – AVEC MUR MOELLON DE 1,30M DE HAUT EN LIMITE DU LOT 31**

### **G.2.1 Cartographies de la contribution sonore du trafic routier**

#### **PERIODE JOUR 6H-22H**



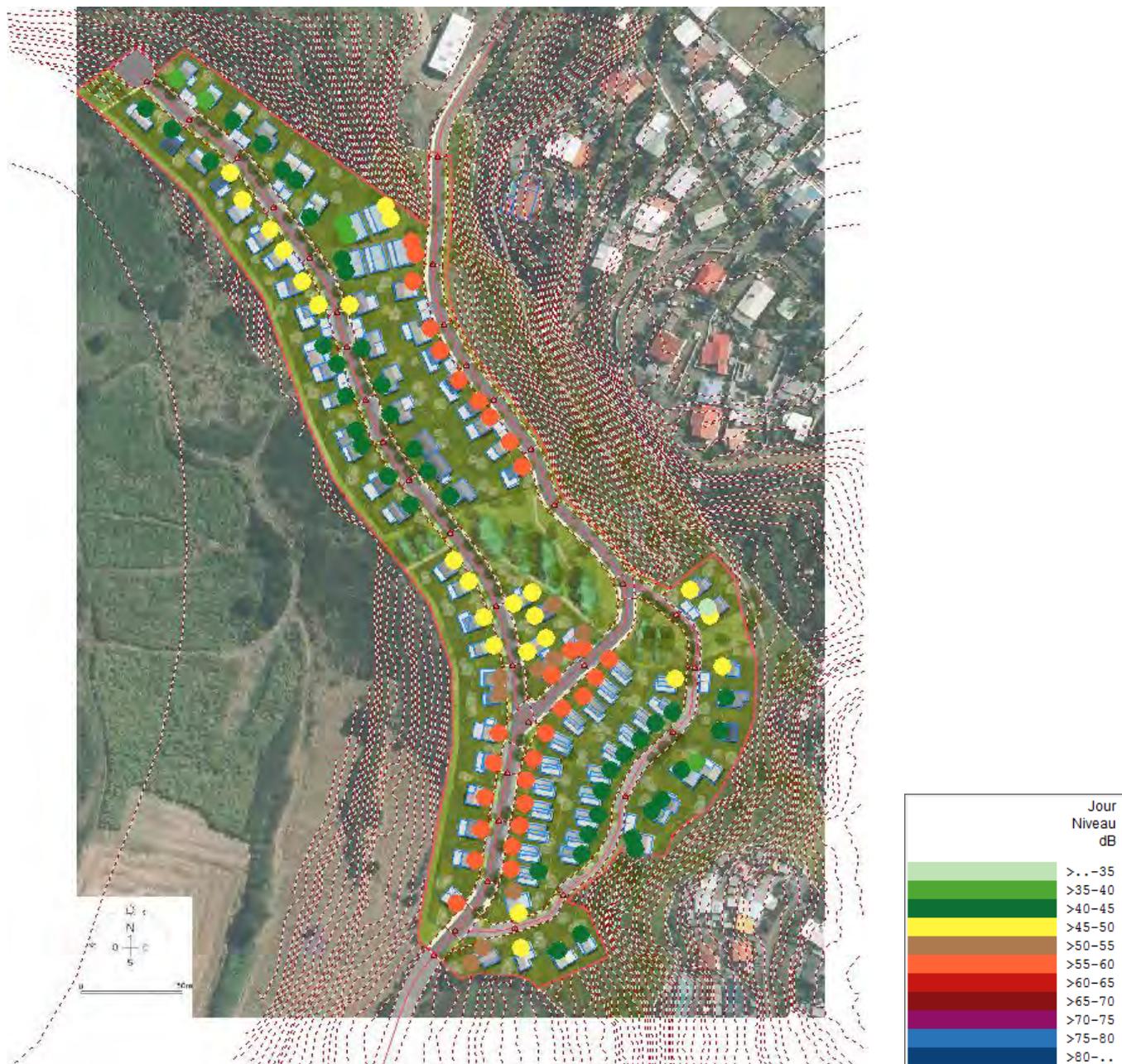
### PERIODE NUIT 22H-6H



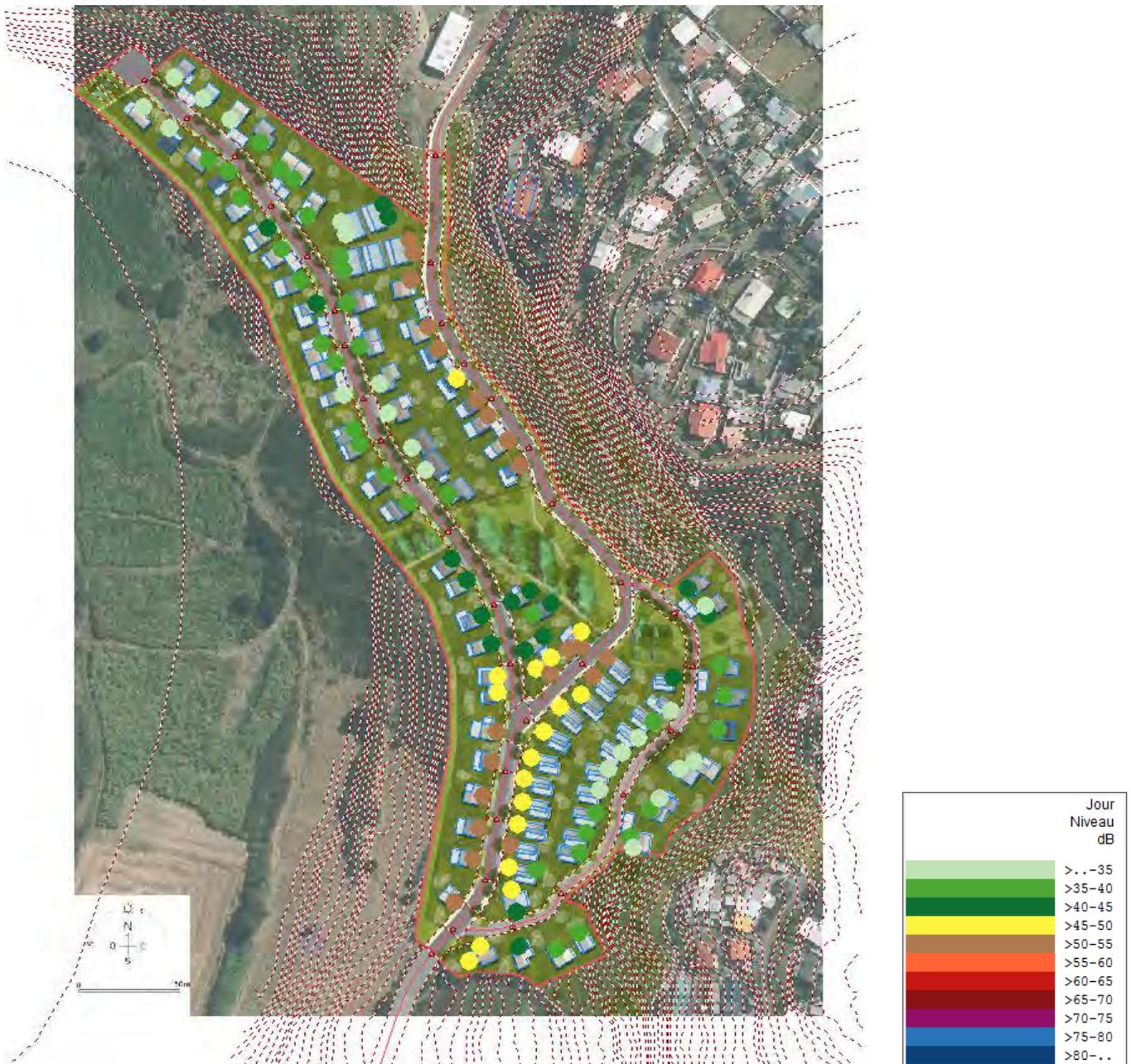
Jour Niveau dB	
>..-35	Lightest green
>35-40	Light green
>40-45	Medium green
>45-50	Yellow-green
>50-55	Yellow
>55-60	Orange
>60-65	Red-orange
>65-70	Red
>70-75	Dark red
>75-80	Dark red/purple
>80-..	Dark blue

## G.2.2 Projections des niveaux de contribution sonore calculés aux points récepteurs

### PERIODE JOUR 6H-22H



### PERIODE NUIT 22H-6H



## G.2.3 Résultats des niveaux de contribution sonore calculés aux points récepteurs

### PERIODE JOUR 6H-22H

Récepteurs	Niveau sonore calculé (dBA)
Réc Lot 1-1	53,0
Réc Lot 1-2	53,3
Réc Lot 1-3	52,9
Réc Lot 2-1	49,3
Réc Lot 3-1	44,8
Réc Lot 4-1	44,7
Réc Lot 5-1	43,1
Réc Lot 5-2	42,4
Réc Lot 5-3	41,0
Réc Lot 6-1	41,6
Réc Lot 7-1	41,0
Réc Lot 8-1	41,0
Réc Lot 9-1	38,3
Réc Lot 9-2	39,6
Réc Lot 10-1	41,5
Réc Lot 11-1	43,6
Réc Lot 12-1	45,3
Réc Lot 13-1	46,9
Réc Lot 13-2	47,3
Réc Lot 13-3	31,6
Réc Lot 14-1	49,4
Réc Lot 15-1	57,6
Réc Lot 16-1	57,9
Réc Lot 17-1	58,2
Réc Lot 18-1	58,3
Réc Lot 19-1	58,4
Réc Lot 20-1	57,3
Réc Lot 21-1	53,6
Réc Lot 22-1	52,2
Réc Lot 23-1	49,7
Réc Lot 24-1	48,6
Réc Lot 25-1	48,4
Réc Lot 26-1	47,6
Réc Lot 27-1	47,4
Réc Lot 27-2	47,6
Réc Lot 27-3	48,6
Réc Lot 28-1	46,2
Réc Lot 28-2	50,3
Réc Lot 29-1	49,2
Réc Lot 29-2	49,2
Réc Lot 29-3	49,5
Réc Lot 30-1	53,2
Réc Lot 30-2	58,7
Réc Lot 30-3	54,5
Réc Lot 31-1	58,1
Réc Lot 31-2	58,9
Réc Lot 31-3	54,2

Récepteurs	Niveau sonore calculé (dBA)
Réc Lot 32-1	43,9
Réc Lot 33-1	43,3
Réc Lot 34-1	41,9
Réc Lot 35-1	41,5
Réc Lot 36-1	40,8
Réc Lot 37-1	43,1
Réc Lot 38-1	42,2
Réc Lot 39-1	46,9
Réc Lot 40-1	45,2
Réc Lot 41-1	46,1
Réc Lot 42-1	47,1
Réc Lot 43-1	45,0
Réc Lot 44-1	46,4
Réc Lot 45-1	42,1
Réc Lot 46-1	40,3
Réc Lot 47-1	40,2
Réc Lot 48-1	38,8
Réc Lot 48-2	39,0
Réc Lot 49-1	39,9
Réc Lot 50-1	40,3
Réc Lot 51-1	41,6
Réc Lot 52-1	42,1
Réc Lot 53-1	42,5
Réc Lot 54-1	43,9
Réc Lot 55-1	45,0
Réc Lot 55-2	45,7
Réc Lot 56-1	43,1
Réc Lot 56-2	43,2
Réc Lot 57-1	41,2
Réc Lot 58-1	41,1
Réc Lot 58-2	40,9
Réc Lot 59-1	41,5
Réc Lot 59-2	40,3
Réc Lot 60-1	41,7
Réc Lot 60-2	41,2
Réc Lot 61-1	43,3
Réc Lot 62-1	57,3
Réc Lot 63-1	57,1
Réc Lot 64-1	56,7
Réc Lot 65-1	57,7
Réc Lot 66-1	56,0
Réc Lot 67-1	57,0
Réc Lot 68-1	57,8
Réc Lot A1-1	58,7
Réc Lot A1-2	58,3
Réc Lot A1-3	57,8
Réc Lot A1-4	57,6

Récepteurs	Niveau sonore calculé (dBA)
Réc Lot A1-5	53,1
Réc Lot A1-6	48,9
Réc Lot A1-7	52,5
Réc Lot A1-8	48,8
Réc Lot A1-9	39,7
Réc Lot A1-10	39,4
Réc Lot A1-11	42,1
Réc Lot A1-12	42,7
Réc Lot 69-1	56,8
Réc Lot A2-1	50,0
Réc Lot A2-2	53,4
Réc Lot A2-3	53,6
Réc Lot A2-4	43,2
Réc Lot A2-5	55,2
Réc Lot A2-6	55,7
Réc Lot A2-7	56,1
Réc Lot A2-8	56,6
Réc Lot A2-9	55,6
Réc Lot A2-10	56,0
Réc Lot A2-11	55,7
Réc Lot A2-12	56,1
Réc Lot A2-13	55,7
Réc Lot A2-14	56,2
Réc Lot A2-15	55,2
Réc Lot A2-16	55,6
Réc Lot A2-17	55,1
Réc Lot A2-18	55,5
Réc Lot A2-19	55,9
Réc Lot A2-20	56,3
Réc Lot A2-21	55,0
Réc Lot A2-22	55,4
Réc Lot A2-23	56,4
Réc Lot A2-24	56,9
Réc Lot A2-25	58,0
Réc Lot A2-26	58,7
Réc Lot A2-27	47,7
Réc Lot A2-28	40,9
Réc Lot A2-29	41,8
Réc Lot A2-30	41,3
Réc Lot A2-31	40,6
Réc Lot A2-32	41,0
Réc Lot A2-33	41,0
Réc Lot A2-34	41,9
Réc Lot A2-35	41,9
Réc Lot A2-36	44,0

**PERIODE NUIT 22H-6H**

Récepteurs	Niveau sonore calculé (dBA)
Réc Lot 1-1	46,5
Réc Lot 1-2	46,8
Réc Lot 1-3	46,4
Réc Lot 2-1	42,8
Réc Lot 3-1	38,4
Réc Lot 4-1	38,2
Réc Lot 5-1	36,7
Réc Lot 5-2	36,0
Réc Lot 5-3	34,6
Réc Lot 6-1	35,2
Réc Lot 7-1	34,5
Réc Lot 8-1	34,5
Réc Lot 9-1	31,9
Réc Lot 9-2	33,1
Réc Lot 10-1	35,0
Réc Lot 11-1	37,1
Réc Lot 12-1	38,8
Réc Lot 13-1	40,4
Réc Lot 13-2	40,8
Réc Lot 13-3	25,1
Réc Lot 14-1	43,0
Réc Lot 15-1	51,1
Réc Lot 16-1	51,4
Réc Lot 17-1	51,6
Réc Lot 18-1	51,8
Réc Lot 19-1	51,9
Réc Lot 20-1	50,8
Réc Lot 21-1	47,1
Réc Lot 22-1	45,7
Réc Lot 23-1	43,2
Réc Lot 24-1	42,2
Réc Lot 25-1	41,9
Réc Lot 26-1	41,2
Réc Lot 27-1	41,0
Réc Lot 27-2	41,1
Réc Lot 27-3	42,0
Réc Lot 28-1	39,7
Réc Lot 28-2	43,8
Réc Lot 29-1	42,8
Réc Lot 29-2	42,8
Réc Lot 29-3	42,9
Réc Lot 30-1	46,7
Réc Lot 30-2	52,1
Réc Lot 30-3	47,9
Réc Lot 31-1	51,6
Réc Lot 31-2	52,4
Réc Lot 31-3	47,7

Récepteurs	Niveau sonore calculé (dBA)
Réc Lot 32-1	37,5
Réc Lot 33-1	36,9
Réc Lot 34-1	35,5
Réc Lot 35-1	35,1
Réc Lot 36-1	34,4
Réc Lot 37-1	36,7
Réc Lot 38-1	35,8
Réc Lot 39-1	40,6
Réc Lot 40-1	38,8
Réc Lot 41-1	39,7
Réc Lot 42-1	40,7
Réc Lot 43-1	38,7
Réc Lot 44-1	40,0
Réc Lot 45-1	35,7
Réc Lot 46-1	33,9
Réc Lot 47-1	33,8
Réc Lot 48-1	32,4
Réc Lot 48-2	32,6
Réc Lot 49-1	33,5
Réc Lot 50-1	33,9
Réc Lot 51-1	35,3
Réc Lot 52-1	35,7
Réc Lot 53-1	36,1
Réc Lot 54-1	37,5
Réc Lot 55-1	38,6
Réc Lot 55-2	39,3
Réc Lot 56-1	36,7
Réc Lot 56-2	36,8
Réc Lot 57-1	34,8
Réc Lot 58-1	34,7
Réc Lot 58-2	34,5
Réc Lot 59-1	35,0
Réc Lot 59-2	33,9
Réc Lot 60-1	35,3
Réc Lot 60-2	34,8
Réc Lot 61-1	36,9
Réc Lot 62-1	50,8
Réc Lot 63-1	50,6
Réc Lot 64-1	50,2
Réc Lot 65-1	51,2
Réc Lot 66-1	49,5
Réc Lot 67-1	50,5
Réc Lot 68-1	51,3
Réc Lot A1-1	52,2
Réc Lot A1-2	51,8
Réc Lot A1-3	51,3
Réc Lot A1-4	51,1

Récepteurs	Niveau sonore calculé (dBA)
Réc Lot A1-5	46,5
Réc Lot A1-6	42,3
Réc Lot A1-7	46,0
Réc Lot A1-8	42,2
Réc Lot A1-9	33,3
Réc Lot A1-10	33,0
Réc Lot A1-11	35,7
Réc Lot A1-12	36,3
Réc Lot 69-1	50,3
Réc Lot A2-1	43,6
Réc Lot A2-2	46,9
Réc Lot A2-3	47,1
Réc Lot A2-4	36,9
Réc Lot A2-5	48,7
Réc Lot A2-6	49,1
Réc Lot A2-7	49,6
Réc Lot A2-8	50,1
Réc Lot A2-9	49,1
Réc Lot A2-10	49,5
Réc Lot A2-11	49,2
Réc Lot A2-12	49,6
Réc Lot A2-13	49,2
Réc Lot A2-14	49,7
Réc Lot A2-15	48,7
Réc Lot A2-16	49,0
Réc Lot A2-17	48,6
Réc Lot A2-18	48,9
Réc Lot A2-19	49,4
Réc Lot A2-20	49,8
Réc Lot A2-21	48,5
Réc Lot A2-22	48,8
Réc Lot A2-23	49,9
Réc Lot A2-24	50,3
Réc Lot A2-25	51,5
Réc Lot A2-26	52,1
Réc Lot A2-27	41,2
Réc Lot A2-28	34,7
Réc Lot A2-29	35,5
Réc Lot A2-30	34,9
Réc Lot A2-31	34,2
Réc Lot A2-32	34,7
Réc Lot A2-33	34,7
Réc Lot A2-34	35,6
Réc Lot A2-35	35,6
Réc Lot A2-36	37,8

## G.3 GLOSSAIRE

- **Le décibel :**

Le décibel est l'unité couramment utilisée en acoustique pour caractériser un niveau sonore. C'est un terme sans dimension noté dB. Le décibel évolue sur une échelle logarithmique, de telle sorte que :

$$80 \text{ dB} + 80 \text{ dB} = 83 \text{ dB} \text{ et } 80 \text{ dB} + 90 \text{ dB} = 90 \text{ dB.}$$

- **Bruit ambiant :**

Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il intègre l'ensemble des bruits émis par les sources proches ou éloignées. Dans les situations usuelles, le bruit ambiant est généralement composé du bruit résiduel et d'un ou plusieurs bruits particuliers.

- **Bruit particulier ou contribution sonore :**

Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête.

- **Bruit résiduel :**

Bruit ambiant, en l'absence du (des) bruit(s) particulier(s) considéré(s).

- **Emergence, notée E :**

Modification temporelle du niveau de bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier, perceptible sans exiger d'effort d'attention particulier. Cette modification porte sur le niveau global ou sur le niveau mesuré dans une bande de fréquence quelconque.

L'indicateur d'émergence, noté E, est calculé selon la formule suivante :

$$E = L_{\text{ambiant}} - L_{\text{résiduel}}$$

où :  $L_{\text{ambiant}}$  : est le niveau de bruit ambiant, déterminé pendant les périodes d'apparition du bruit particulier considéré.

$L_{\text{résiduel}}$  : est le niveau de bruit résiduel, déterminé pendant les périodes de disparition du bruit particulier considéré.

- **Niveau acoustique fractile, noté  $L_{N,\zeta}$  et  $L_{AN,\zeta}$  :**

Par analyse statistique de  $L_{eq}$  courts, on peut déterminer le niveau de pression acoustique dépassé pendant N% de l'intervalle de temps considéré, dénommé « Niveau acoustique fractile ». Par exemple,  $L_{90,1s}$  est le niveau de pression acoustique continu équivalent dépassé pendant 90% de l'intervalle de mesurage, avec une durée d'intégration égale à 1s. Lorsqu'il est pondéré avec la pondération A, on note  $L_{A90,1s}$ .

- **Niveau de pression acoustique, noté  $L_p$  :**

Le niveau de pression acoustique est donné, en décibels, par la formule :

$$L_p = 10 \lg \left[ \frac{P^2}{P_0^2} \right]$$

où : P : est la pression efficace (en pascals)

$P_0$  : est la pression acoustique de référence (20 $\mu$ Pa)

- **Niveau de pression acoustique continu équivalent, noté  $L_{eq,T}$  :**

Valeur du niveau de pression acoustique d'un son continu stable qui, au cours d'une période spécifiée T, a la même pression acoustique quadratique moyenne qu'un son considéré dont le niveau varie en fonction du temps. Il est défini par la formule :

$$L_{eq,T} = 10 \lg \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P(t)^2}{P_0^2} dt \right]$$

où :  $L_{eq,T}$  : est le niveau de pression acoustique continu équivalent, en décibels, déterminé par un intervalle de temps T qui commence à  $t_1$  et se termine à  $t_2$

$P_0$  : est la pression acoustique de référence (20 $\mu$ Pa)

$P(t)$  : est la pression acoustique en fonction du temps, du signal acoustique.

NOTE : Lorsque l'on désire préciser les bornes de l'intervalle de mesure,  $L_{eq,T}$  peut être écrit comme l'exemple suivant :  $L_{EQ(6h-22h)}$ .

- **Puissance acoustique  $L_w$  :**

Une source sonore rayonne de l'énergie acoustique, c'est sa puissance acoustique. Cette source génère un champ de pression acoustique fonction de sa puissance et des caractéristiques de réverbération de l'environnement dans lequel elle se trouve.

$L_w = 10 \text{ Log } (W/W_0)$  où :

$W_0 = 1$  pico Watt et  $W$  = puissance rayonnée

- **Indice énergétique SEL :**

En considérant un bruit variable perçu pendant une durée T, le SEL représente le niveau de bruit émis pendant une seconde qui aurait été produit avec la même énergie que le bruit réellement perçu pendant cette durée. Le SEL s'exprime en dB(A).



**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)