



MAITRISE D'ŒUVRE DE LA CONCEPTION DE L'AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE

AVANT-PROJET

RAPPORT

JUILLET 2008

N°4700470R1

DEFINITIF

SOMMAIRE

1. OBJET DE L'ETUDE.....	1
2. DONNEES.....	3
2.1. ORGANISMES CONTACTES.....	3
2.2. ETUDES EXISTANTES.....	3
2.3. TOPOGRAPHIE.....	4
2.4. GEOTECHNIQUE ET HYDROGEOLOGIE.....	6
2.5. RESEAUX.....	6
2.6. PROJETS D'AMENAGEMENT SUR LE SECTEUR.....	8
3. CONTRAINTES REGLEMENTAIRES.....	9
3.1. DOCUMENTS DE PLANIFICATION ET D'URBANISME.....	9
3.1.1. SAR : Schéma d'Aménagement Régional.....	9
3.1.2. SCOT Ouest : Schéma de Cohérence Territoriale de la micro région Ouest.....	9
3.1.3. POS et projet de PLU.....	9
3.2. PROTECTION FONCIERE.....	13
3.2.1. L'étang de Saint Paul, espace relevant de la politique des ENS.....	13
3.2.2. L'étang de Saint Paul : réserve naturelle nationale.....	13
3.2.3. La forêt domaniale du littoral.....	16
3.3. SERVITUDES TECHNIQUES ET PORTES A CONNAISSANCE.....	17
3.3.1. Les ZNIEFF.....	17
3.3.2. Arrêté ministériel du 21 août 2006 relatif à l'identification et la gestion du DPF de l'Etat à La Réunion. 19	
3.3.3. Servitude forestière (ravine).....	19
3.3.4. Servitude hydraulique.....	19
3.3.5. Périmètres de Protection des captages d'Alimentation en Eau Potable (AEP).....	20
4. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE SUR LE SECTEUR.....	22
4.1. PREAMBULE SUR LES PRINCIPALES ETUDES HYDRAULIQUES ANTERIEURES.....	22
4.1.1. Analyse dans le cadre du projet Tram-Train.....	22
4.1.2. Analyse des études préliminaires de l'aménagement de la Ravine La Plaine (cf. réf. /5/) 23	
4.1.3. Conclusions sur l'analyse et démarche adoptée.....	26
4.2. GEOLOGIE ET RELIEF.....	27
4.3. RESEAU HYDROGRAPHIQUE.....	30
4.4. HYDROLOGIE – DEBITS DE CRUE.....	30
4.5. TRANSPORT SOLIDE.....	33
4.6. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ACTUEL.....	33
4.6.1. Crue décennale.....	33
4.6.2. Crue trentennale.....	34
4.6.3. Crue centennale.....	34
4.6.4. Synthèse du fonctionnement hydraulique.....	34
5. AMENAGEMENTS PROJETES.....	37

COMMUNE DE SAINT-PAUL
AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
RAPPORT D'AVANT-PROJET

5.1.	PRINCIPES DE CONCEPTION DE LA DERIVATION SUR LE PLAN HYDRAULIQUE EN AVAL DE LA RNI	37
5.1.1.	<i>Débouché en mer</i>	37
5.1.2.	<i>Profil en long et implantation du tracé</i>	46
5.1.3.	<i>Section d'écoulement</i>	50
5.1.4.	<i>Régime d'écoulement et vitesses</i>	52
5.1.5.	<i>Influence hydraulique du débouché en mer</i>	53
5.1.6.	<i>Influence hydrogéologique du débouché en mer</i>	53
5.1.7.	<i>Caractéristiques d'un ouvrage type de franchissement</i>	55
5.2.	AMENAGEMENTS SUR LA RAVINE LA PLAINE EN AMONT ET AU DROIT DE LA RNI	56
5.2.1.	<i>Principes généraux d'aménagement</i>	56
5.2.2.	<i>Modélisation HEC-RAS en amont de la RNI</i>	56
5.2.3.	<i>Recalibrage en amont de la RNI avec conservation de l'ouvrage actuel de la RNI</i>	58
5.2.4.	<i>Recalibrage en amont de la RNI avec reconstruction de l'ouvrage actuel de la RNI</i>	59
5.2.5.	<i>Inondabilité pour le scénario 4 avec pont actuel (scénario 4 bis)</i>	63
5.3.	DEVENIR DE LA RAVINE ACTUELLE EN AVAL DE LA RNI	66
6.	CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER	68
6.1.	DESCRIPTION ECOLOGIQUE DU SITE D'ETUDE	68
6.1.1.	<i>Méthodes</i>	68
6.1.2.	<i>Les formations végétales en place</i>	72
6.1.3.	<i>Présentation du peuplement faunistique</i>	83
6.1.4.	<i>Synthèse</i>	90
6.1.5.	<i>Sensibilité écologique des habitats</i>	93
6.2.	CONTEXTE PAYSAGER INITIAL	96
6.2.1.	<i>Le contexte paysager</i>	96
6.2.2.	<i>Les ambiances paysagères</i>	96
6.2.3.	<i>Les caractéristiques paysagères de la ravine</i>	100
6.2.4.	<i>la perception du site</i>	104
6.2.5.	<i>Perspectives d'évolution</i>	105
6.3.	IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER DU PROJET	106
6.3.1.	<i>Impacts du projet sur les milieux naturels</i>	106
6.3.2.	<i>Sensibilités paysagères du projet</i>	113
6.4.	PROPOSITIONS DE MESURES	115
6.4.1.	<i>Propositions de mesures d'atténuation des impacts</i>	115
6.4.2.	<i>Propositions de mesures de remise en état</i>	117
6.4.3.	<i>Réévaluation des impacts après application des mesures</i>	120
6.4.4.	<i>Proposition de mesures compensatoires des impacts résiduels significatifs</i>	122
6.4.5.	<i>Propositions paysagères</i>	123
7.	ESTIMATION DU COUTS DES AMENAGEMENTS	131

LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE 1 – PROFILS EN LONG DE LA DERIVATION DE LA RAVINE LA PLAINE POUR LES DIFFERENTS TRACES**
- ANNEXE 2 – VUE EN PLAN DE LA ZONE D'ETUDE ET DES AMENAGEMENTS PROJETES**
- ANNEXE 3 – SONDAGE CAROTTE SCA078**
- ANNEXE 4 – DECRET 2008-4 DE CREATION DE LA RESERVE NATURELLE NATIONALE DE L'ETANG SAINT-PAUL**
- ANNEXE 5 – FICHES ZNIEFF**
- ANNEXE 6 – LETTRE DE REPONSE DE LA DIREN**
- ANNEXE 7 – RELEVES FLORISTIQUES**
- ANNEXE 8 – CARTE DE LOCALISATION DE LA ZONE ECHANTILLONNEE (SOURCE : INSECTARIUM DE LA REUNION – 2006)**
- ANNEXE 9 – BIBLIOGRAPHIE CONSULTEE POUR LES VOLETS ENVIRONNEMENTAUX ET PAYSAGERS**
- ANNEXE 10 – COMPTE-RENDU DES REUNIONS AVEC L'ONF DU 02 OCTOBRE 2007 ET DU 28 MARS 2008**
- ANNEXE 11 – TRANSECTS 2 ET 3 REALISES PAR LE CBNM A PROXIMITE DU FUTUR EXUTOIRE (SITES POTENTIELS DE PONTE DE TORTUES MARINES)**
- ANNEXE 12 – EXPLICATION DE LA METHODE SPEED**

LISTE DES FIGURES

FIGURE N°01 – CARTE DE SITUATION	2
FIGURE N°02 – POS & PLU	12
FIGURE N°03 – TERRAINS RELEVANT DE LA POLITIQUE DES ENS DU DEPARTEMENT DE LA REUNION & FORET DOMANIALE	14
FIGURE N°04 – LIMITE DE LA FUTURE RESERVE NATURELLE NATIONALE DE L'ETANG DE SAINT-PAUL.....	15
FIGURE N°05 – ZNIEFF	18
FIGURE N°06 – SCHEMA TYPE DE POSITIONNEMENT DES SERVITUDES	20
FIGURE N°07 – PERIMETRES DE PROTECTION DE CAPTAGES AEP ET MASSE D'EAU SOUTERRAINE	21

COMMUNE DE SAINT-PAUL
AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
RAPPORT D'AVANT-PROJET

FIGURE N°08 – CONTEXTE GEOLOGIQUE	28
FIGURE N°09 – RELIEF GENERAL	29
FIGURE N°10 – BASSINS VERSANTS	32
FIGURE N°11 – INONDABILITE ACTUELLE	36
FIGURE N°12 – PROFILS EN LONG COMPARES DE LA RAVINE A MARQUET ET DE LA RAVINE LA PLAINE	45
FIGURE N°13 – DEBOUCHE DE LA RAVINE A MARQUET ET CONFIGURATION ESTIMEE DE L'EXUTOIRE DE LA DERIVATION DE LA RAVINE LA PLAINE	45
FIGURE N°14 – EXEMPLE DE FIXATION DU DEBOUCHE DE LA DERIVATION PAR UNE PASSERELLE PIETONNE	46
FIGURE N°15 – IMPLANTATION DES TRACES PROPOSES	49
FIGURE N°16 – SECTION TYPE DE LA DERIVATION POUR UN CHENAL TRAPEZOÏDAL A RISBERMES	51
FIGURE N°17 – SECTION TYPE DE LA DERIVATION POUR UN CANAL RECTANGULAIRE EN BETON ARME	51
FIGURE N°18 – SECTION TYPE DE LA DERIVATION AU DROIT D'UN OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT	55
FIGURE N°19 – LOCALISATION DES PROFILS EN TRAVERS	57
FIGURE N°20 – SECTION TYPE DE RECALIBRAGE EN AMONT DU PONT DE LA RN1	60
FIGURE N°21 – POSITIONNEMENT DU PROJET DE RECALIBRAGE ET EXTENSION DES ZONES INONDABLES	62
FIGURE N°22 – LIGNES D'EAU DE CRUE CENTENNALE EN AMONT DU PONT DE LA RN1	64
FIGURE N°23 – INONDABILITE DU SECTEUR D'ETUDE, RAVINE LA PLAINE DERIVEE	65
FIGURE N°24 – HABITATS DE LA ZONE D'ETUDE	74
FIGURE N°25 – CARTE DES SENSIBILITES ECOLOGIQUES	95
FIGURE N°26 – PROFILS TYPE DES PARTIS D'AMENAGEMENT PAYSAGER PROPOSES	127
FIGURE N°27 – VUES EN PLAN TYPE DES PARTIS D'AMENAGEMENT PAYSAGER PROPOSES	128
FIGURE N°28 – GRAPHIQUE DE GUMBEL TYPE	166

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU N°01 – ORGANISMES CONTACTES	3
TABLEAU N°02 – REFERENCES DES ETUDES HYDRAULIQUES ET DOCUMENTS DISPONIBLES	4
TABLEAU N°03 – DONNEES TOPOGRAPHIQUES DISPONIBLES	5
TABLEAU N°04 – REFERENCES DES ETUDES ANTERIEURES ANALYSEES DANS LE CADRE DU PROJET TRAM-TRAIN	22
TABLEAU N°05 – CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU BASSIN VERSANT DE LA RAVINE LA PLAINE	30
TABLEAU N°06 – RELATIONS RETENUES POUR L'ESTIMATION DE LA PLUIE JOURNALIERE EN FONCTION DE L'ALTIITUDE ...	31
TABLEAU N°07 – DEBITS DE CRUE DES BASSINS VERSANTS	31
TABLEAU N°08 – CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE L'ECOULEMENT DANS LA DERIVATION (PREMIERE APPROCHE)	53
TABLEAU N°09 – ORGANISMES CONSULTES ET SYNTHESE DES REPONSES	69
TABLEAU N°10 – PRINCIPAUX TEXTES ET LISTES ROUGES UTILES POUR L'EVALUATION PATRIMONIALE	72
TABLEAU N°11 – ESPECES IDENTIFIEES LORS DES PROSPECTIONS SUR SITE DU 30/08/2007	88
TABLEAU N°12 – SYNTHES DES DONNEES ECOLOGIQUES PERMETTANT DE JUSTIFIER DE LA SENSIBILITE DU MILIEU	91
TABLEAU N°13 – LISTE DES ESPECES VEGETALES INDIGENES OU ASSIMILEES INDIGENES POUVANT FAIRE L'OBJET DE PLANTATION	119
TABLEAU N°14 – REEVALUATION DES IMPACTS APRES MESURES	121
TABLEAU N°15 – ESTIMATION DES COUTS	132

LISTE DES PHOTOS

PHOTO N°1 – RAVINE EN AMONT DE LA RN1 : HABITAT N°1, BOISEMENT SECONDAIRE ARBORE DE DIVERSES ESPECES EXOTIQUES	76
PHOTO N°2 – RAVINE EN AVAL DU PONT DE LA RN1 : HABITAT N°2 : FRICHE RUDERALE	77
PHOTO N°3 – HABITAT N°3 : ROSELIERE ATTERRIE A HERBE BOURRIQUE	78
PHOTO N°4 – PHOTOS DE LA RAVINE EN AMONT DU RADIER : HABITAT N°4, MARECAGE	79
PHOTO N°5 – EXUTOIRE DE LA RAVINE LA PLAINE DANS L'ETANG DE SAINT-PAUL : HABITAT N°5	80
PHOTO N°6 – PHOTO DE L'ANTENNE OMEGA : HABITAT N°6, SAVANE SECHE HERBACEE A ARBUSTIVE	81
PHOTO N°7 – CORDON LITTORAL	83
PHOTO N°8 – FORET DOMANIALE AVEC PLANTATION D'ESPECES INDIGENES	83
PHOTO N°9 – HIBISCUS BORYANUS « CULTIVE »	83
PHOTO N°10 – MAHOT TANTAN « CULTIVE »	83
PHOTO N°11 – POULE D'EAU OBSERVEE EN AMONT DU RADIER	89
PHOTO N°12 – AMBIANCE PAYSAGERE DE L'ETANG DE SAINT-PAUL	97
PHOTO N°13 – AMBIANCE PAYSAGERE DE LA PLAGE ET DE LA FORET LITTORALE	97
PHOTO N°14 – AMBIANCE PAYSAGERE DE LA FORET LITTORALE (SECTEUR DE PLANTATION)	98
PHOTO N°15 – AMBIANCE PAYSAGERE DE LA RAVINE EN AVAL DE LA RN1	99
PHOTO N°16 – AMBIANCE PAYSAGERE DE LA PLAINE CHABRIER	99
PHOTO N°17 – AMBIANCE PAYSAGERE DE LA RAVINE LA PLAINE EN AMONT DE LA RN1 (RIVE DROITE)	100
PHOTO N°18 – RAVINE PLAINE EN AMONT DE LA RN1	101
PHOTO N°19 – RAVINE LA PLAINE EN AMONT PROCHE DE LA RN1	101
PHOTO N°20 – RAVINE LA PLAINE ENTRE LA RN1 ET LE CHEMIN JACQUOT	102
PHOTO N°21 – RAVINE LA PLAINE ENTRE LA RN1 ET LE CHEMIN JACQUOT	102
PHOTO N°22 – RAVINE LA PLAINE EN AMONT DE LA CONFLUENCE AVEC LA RAVINE ETANG SAINT-PAUL	103
PHOTO N°23 – RAVINE LA PLAINE EN AMONT DE LA CONFLUENCE AVEC LA RAVINE ETANG SAINT-PAUL	103
PHOTO N°24 – PERCEPTION DE FOSSE D'EVACUATION DE LA RAVINE EN AVAL DE LA RN1	104
PHOTO N°25 - PERCEPTIONS NON VALORISANTES DE LA RAVINE	104
PHOTO N°26 – AMENAGEMENT PAYSAGER TYPE PARC URBAIN	123
PHOTO N°27 – AMENAGEMENT PAYSAGER TYPE CHENAL BOISE	124
PHOTO N°28 – AMENAGEMENT PAYSAGER TYPE CHENAL BOISE AU NIVEAU D'UN OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT	125
PHOTO N°29 – AMENAGEMENT PAYSAGER TYPE CHENAL EN SAVANE	126

1. OBJET DE L'ETUDE

La Ravine la Plaine, qui draine un bassin versant d'environ 17 km², a pour exutoire l'Etang Saint-Paul. Cette ravine est sujette à des dysfonctionnements hydrauliques qui exposent les zones habitées du quartier Jacquot.

La commune de Saint-Paul a engagé, en 2005, une étude préliminaire concernant l'aménagement de la Ravine la Plaine avec pour objectif la lutte contre les inondations du quartier Jacquot.

Par délibération du 27 octobre 2005, le Conseil Municipal a validé la solution de la dérivation totale de la ravine entre la RN1 et son exutoire en mer.

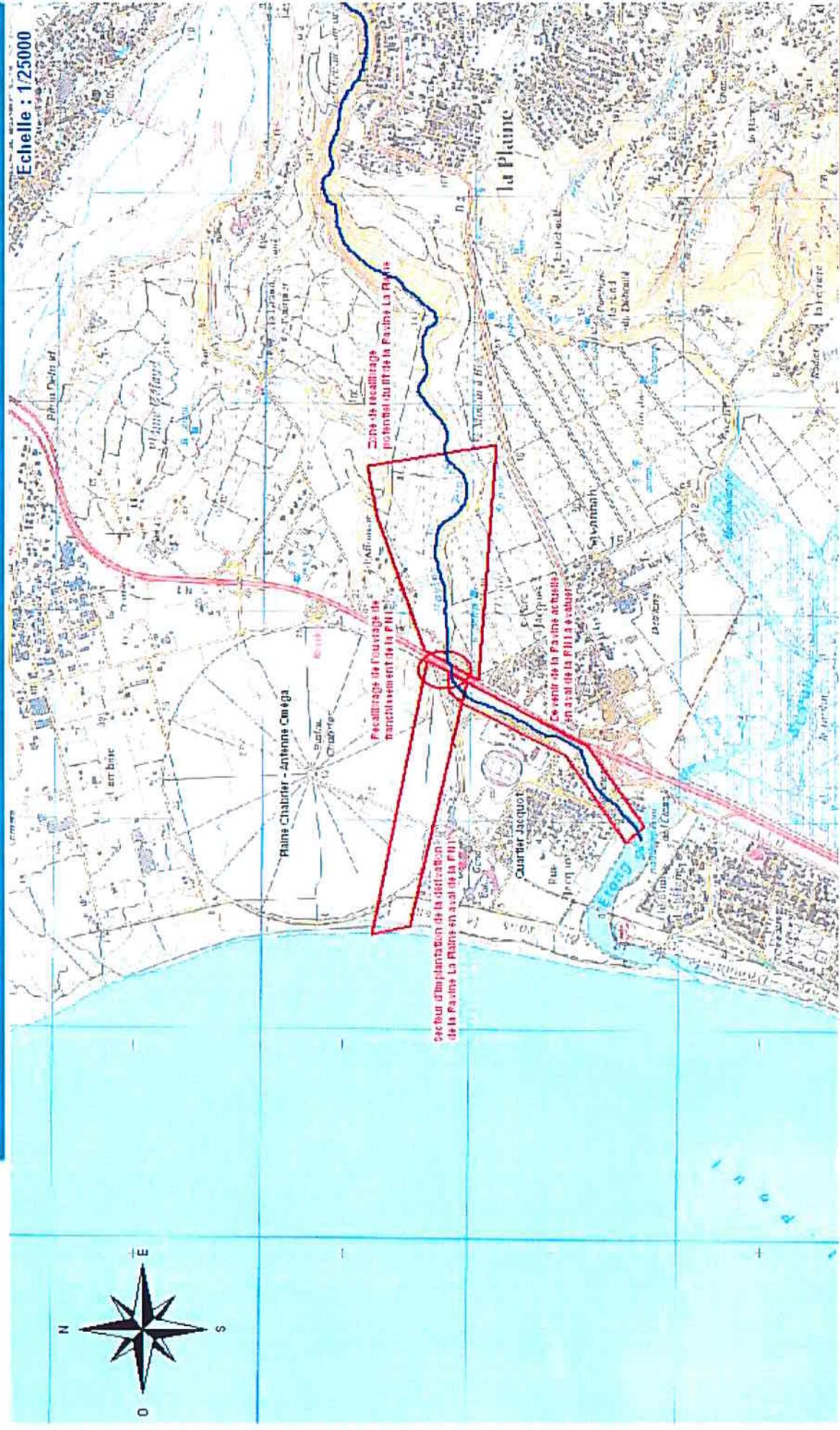
SOGREAH est titulaire du marché de maîtrise d'œuvre de la phase conception.

Deux notes intermédiaires ont été remises en septembre 2007 au Maître d'Ouvrage.

Celles-ci mettaient en évidence une lacune au niveau de la topographie en amont de la RN1 pour pouvoir finaliser l'avant-projet.

La topographie complémentaire a été transmise par la Mairie de Saint-Paul fin mars 2008. **Ce document, qui intègre ces données complémentaires, constitue ainsi le rapport d'Avant Projet finalisé.**

Figure 1 - Situation



2. DONNEES

2.1. ORGANISMES CONTACTES

Les organismes contactés pour les besoins de l'étude sont indiqués dans le tableau ci-après.

Tableau n°01 – ORGANISMES CONTACTES

Organisme contacté	Référent	Informations demandées
VEOLIA Eau	M. le Directeur de l'Agence de l'Ouest	Emprise et caractéristiques des canalisations AEP
La Creole	M. CADET	Emprise et caractéristiques des canalisations EU
CBO Territoria	M. PRUNIER	Emprise et caractéristiques des réseaux divers
BE CST	M. GARRIER	Emprise et caractéristiques des canalisations EU
EDF	Base Réseau de St Leu	DICT, Emprise et caractéristiques des réseaux EDF
ONF	(M. BRONDEAU) / M. TRIOLO	Emprise forestière, projets de gestion, d'acquisition de foncier, demande d'un interlocuteur privilégié.

Les organismes consultés spécifiquement pour la partie environnementale et paysagère sont listés dans le tableau n°10 page 72.

2.2. ETUDES EXISTANTES

Les études les plus récentes et les plus poussées en termes de connaissance physique de la zone et du fonctionnement hydraulique sont listées dans le tableau suivant.

Tableau n°02– REFERENCES DES ETUDES HYDRAULIQUES ET DOCUMENTS DISPONIBLES

Réf.	Intitulé	Auteurs	Maître d'ouvrage	Date
Etudes antérieures				
/1/	Etude préalable à l'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques Inondations sur la commune de Saint-Paul	SOGREAH	DDE / SHAU / CPRN	En cours
/2/	Tram-Train régional – Etude hydraulique lot n°1 – Secteur de Saint-Paul – Phase 2 – Bilan de l'état actuel	SOGREAH	REGION REUNION SR21	Juin 2006
/3/	Tram-Train régional – Etude hydraulique lot n°1 – Secteur de Saint-Paul – Phase 1 – Recueil de données et hydrologie	SOGREAH	REGION REUNION SR21	Décembre 2005
/4/	Aménagement de la ravine la Plaine pour lutter contre les inondations du quartier Jacquot – Etudes préliminaires – Rapport ind. B	SAFEGE	COMMUNE DE SAINT-PAUL	Avril 2005
/5/	Recensement des laisses de crue du cyclone DINA sur la commune de Saint-Paul.	SOGREAH	DIREN	Juillet 2002

La bibliographie spécifique aux volets paysage et environnement figure en annexe 9 du rapport.

2.3. TOPOGRAPHIE

Les études d'avant-projet s'appuient sur les données topographiques suivantes.

**COMMUNE DE SAINT-PAUL
AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
RAPPORT D'AVANT-PROJET**

Tableau n°03 – DONNEES TOPOGRAPHIQUES DISPONIBLES

Nom du plan	Auteur	Maitre d'ouvrage	Date	Secteur	Type	Echelle
cambaie_2002_OIT_PAU139401.dwg	OIT	Commune de Saint-Paul	Décembre 2002	Zone NAUJe : de la limite sud de l'antenne Oméga à la rive gauche de la Rivière des Galets	Semis de points	1 / 5 000
ETANGSPAUL2000.DWG	Edvin Hoarau	Commune de Saint-Paul	Octobre 2004	Oméga Camp Jacquot, Ravine La Plaine	Semis de points	1/2 000
plan 03 - RavineLaPlaine.dwg	Edvin Hoarau	Commune de Saint-Paul	?	Ravine La Plaine depuis l'amont de la RN1 jusqu'à sa confluence avec la Ravine Etang St-Paul	83 Profils en travers et vue en plan	1 / 200
04-5605-St-Paul-2D.dwg	SCP Hellis / Declerck	SR21	août 2004	Ravine La Plaine depuis l'aval de la RN1 jusqu'à sa confluence avec la Ravine Etang St-Paul et alentours, RN1 depuis rive droite de la Ravine La Plaine jusqu'à l'échangeur de la rue de la croix	Plan photogrammétrique	1/1 000
04-5605-St-Paul-3D.dwg	SCP Hellis / Declerck	SR21	août 2004	Ravine La Plaine depuis l'aval de la RN1 jusqu'à sa confluence avec la Ravine Etang St-Paul et alentours, RN1 depuis rive droite de la Ravine La Plaine jusqu'à l'échangeur de la rue de la croix	Semis de points	1/1 000
05-5605-OA-Saint-Paul.dwg	SCP Hellis / Declerck	SR21 / Commune de Saint Paul	février 2005	OA1 de franchissement de la Ravine La Plaine par la RN1 et radiers	Coupes transversales	1/100
05-5605-Vues en plan-Saint-Paul.dwg	SCP Hellis / Declerck	SR21 / Commune de Saint Paul	février 2005	OA1 de franchissement de la Ravine La Plaine par la RN1 et radiers	Vue en plan	1/500
08011-738.dwg	Pascal LAURENT	Commune de Saint-Paul	Mars 2008	Ravine la Plaine et lit majeur de rive droite en amont de la RN1 (jusque 1 300 m en amont de la RN1)	Plan topographique et semis de points	1/500
Scan 25 IGN 2002	IGN	IGN	2002	Ile de La Réunion	Fond de plan	1/25 000
Scan 5 IGN	IGN	IGN	1978 à 1992	Ile de La Réunion	Fond de plan	1/5 000
MNT 25 IGN 1997	IGN	IGN	1997	Ile de La Réunion	MNT	1 / 25 000

Les levés topographiques précis du lit de la Ravine La Plaine en amont de la RN1 ont été levés en mars 2008 pour permettre la finalisation de l'AVP.

2.4. GEOTECHNIQUE ET HYDROGEOLOGIE

A ce stade d'avancement des études, aucune reconnaissance géotechnique n'a été réalisée. Néanmoins, nous pouvons utiliser les résultats d'investigations réalisées pour d'autres projets (projet de Tram-Train régional, etc.).

Le sondage le plus proche du secteur du projet est le sondage carotté SCA078 réalisé le 22/09/2006 pour la SR21 par CEBTP dans le cadre des études du Tram-Train.

Il est présenté en annexe 3, ainsi que son implantation en rive gauche de la Ravine la Plaine, au pied de la RN1, 500 m environ en amont de sa confluence avec la Ravine Etang Saint-Paul :

- ↳ Les 4 premiers mètres du sondage indiquent la présence de sables limoneux marron à nombreux galets et de limons marron à blocs de basalte et de débris de coraux ;
- ↳ Les 6 mètres suivants sont constitués de sables basaltiques gris fins ;
- ↳ La nappe alluviale est rencontrée à 3 m 20 de profondeur soit à 0,85 m NGR à la date du sondage.

Des sondages géotechniques complémentaires seraient nécessaires pour confirmer qu'on ne devrait pas rencontrer de matrice dure sur le tracé de la future dérivation, ni en amont de la RN1 sur le secteur de recalibrage du lit. Ceux-ci seront réalisés en phase projet.

2.5. RESEAUX

(Cf. vue en plan en annexe 2).

EAU POTABLE

Un réseau en Fonte $\varnothing 200$ longe la rive gauche de la Ravine la Plaine sur les 950 premiers mètres situés en amont de la RN1. Le réseau se scinde alors en deux : un réseau part vers le Nord et l'autre en $\varnothing 200$ traverse la RN1 au niveau de la Ravine la Plaine (sous le pont) puis rejoint très rapidement la route d'accès au quartier Jacquot. Il sera donc sur le tracé de la future dérivation.

EAUX USEES

Un réseau EU en PVC $\varnothing 200$ longe la route d'accès au quartier Jacquot jusqu'à la RN1. Il longe ensuite la RN1 côté mer et ne traverse la RN1 qu'au droit de l'antenne Oméga. Le réseau ne franchit pas actuellement la ravine La Plaine mais il sera sur le tracé de la future dérivation.

EAUX PLUVIALES

L'unique réseau eaux pluviales existant sur le secteur du projet est un dalot 1,5 m x 1,5 m drainant l'axe mixte depuis le rond point de la Plaine Chabrier (extrémité sud de l'axe mixte). Ce dalot passe sous la piste cyclable parallèlement à la RN1 côté mer avant de se rejeter par un fossé en enrochements liés dans la Ravine La Plaine en aval immédiat du pont de la RN1 (cf. *vue en plan de l'annexe 2*).

Un fossé de drainage de la RN1 longe également la piste cyclable. Il est connecté au dalot précédent avant qu'il ne se rejette dans la Ravine La Plaine.

Le dalot 1,5 x 1,5 participe au drainage du bassin versant "Axe mixte" décrit dans le § 4.4 de ce rapport. La partie de ce bassin versant située en amont de la RN1 ne présente pas de réseau pluvial particulier : les eaux de ruissellement sur ce secteur rejoignent la Ravine La Plaine majoritairement en amont du pont de la RN1.

Des passages ponctuels à travers la RN1 sont possibles mais négligeables, la RN1 faisant office de digue.

LIGNES ELECTRIQUES

Les réseaux enterrés sont en général rencontrés à 0,8 m de profondeur.

Les lignes électriques existantes sur le secteur d'étude et pouvant interférer avec le projet sont les suivantes :

- ↳ Deux lignes haute tension enterrées traversent la Ravine la Plaine actuelle en longeant le pont de la RN1 : l'une passe par le radier aval du pont de la RN1 et l'autre par le radier amont ;
- ↳ Une ligne haute tension aérienne parallèle aux deux précédentes, traverse la Ravine la Plaine en aval du pont de la RN1 ;
- ↳ Une ligne basse tension aérienne parallèle à la RN1 à environ 100 m en amont de la RN1 dessert l'Affouches. Elle se termine à 60 m de la rive droite du lit de la ravine actuelle par un coffret.

Elle est donc susceptible d'interférer sur les travaux de recalibrage du lit en amont de la RN1.

- ↳ Deux lignes haute tension enterrées proviennent des lignes haute tension enterrées parallèles à la RN1 et alimentent le stade du quartier Jacquot. Ces lignes interfèrent avec le tracé de la future déviation ;
- ↳ Une ligne haute tension aérienne traverse la Ravine la Plaine 140 m environ en amont de la RN1, parallèlement à celle-ci. Elle est susceptible de se trouver sur le secteur de recalibrage amont du lit.

2.6. PROJETS D'AMENAGEMENT SUR LE SECTEUR

La Mairie de Saint-Paul et le TCO prévoient l'aménagement de la zone de Cambaie-Plaine Chabrier (rive droite de la future déviation) par la création d'un important quartier urbain. Ce projet est en cours de définition.

Le projet de Tram-Train qui reliera la ville de Saint-Denis à la ville de Saint-Paul franchira la Ravine la Plaine au niveau de la RN1, en aval du pont correspondant. Son tracé exact n'est pas encore arrêté.

3. CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

3.1. DOCUMENTS DE PLANIFICATION ET D'URBANISME

3.1.1. SAR : SCHEMA D'AMENAGEMENT REGIONAL

L'examen de la carte de synthèse du SAR approuvé par décret n°95-1169 du 6 novembre 1995 et de la carte graphique détaillée du SMVM indique que **la zone de l'exutoire du projet de déviation**, correspondant à la forêt domaniale du littoral, et la zone humide de St-Paul dont **l'exutoire actuel de la ravine la Plaine** sont identifiées comme espaces naturels remarquables du littoral à préserver en application des articles L. 146-6 et R 146-1 du Code de l'Urbanisme.

Selon l'article L.146-2 du Code de l'Urbanisme, seuls des aménagements légers sont autorisés sur ces espaces.

Remarque : Le SAR est actuellement en cours de révision.

3.1.2. SCOT OUEST : SCHEMA DE COHERENCE TERRITORIALE DE LA MICRO REGION OUEST

Les zones concernées par le projet sont intégrées au PADD (Projet d'Aménagement et de Développement Durable) du SCOT Ouest (version finale de novembre 2005 non encore approuvé) comme des espaces faisant partie de l'armature des espaces urbains avec « le cœur d'agglomération », « le projet urbain ou Pôle du Cœur d'agglomération » et une bande littorale devant servir au « développement touristique littoral ».

Les espaces naturels, « milieux littoraux et rétro-littoraux » étant situé principalement au niveau de l'Etang de Saint-Paul en amont de la RN.

Aucune zone du projet n'est donc concernée par les espaces naturels du SCOT Ouest.

3.1.3. POS ET PROJET DE PLU

3.1.3.1. PLAN D'OCCUPATION DES SOLS

Le POS de la Commune de Saint-Paul opposable aux tiers a été approuvé le 17 janvier 1983 et son règlement mis à jour en Mai 2007.

Les zones concernées par le projet sont en majorité des zones naturelles : ND (à protéger pour la qualité de leur site naturel, paysage et en raison de risques naturels) (Cf. Carte POS & PLU) :

Deux réglementations différentes s'appliquent pour les zones ND concernées par le projet. En effet pour les zones ND au *nord* de la carte : sur le littoral en face de l'antenne Oméga jusqu'à la limite *sud* des habitations (zone UC) et la ravine en amont de la RN, c'est le règlement du POS de Cambaie qui s'applique. Pour les zones ND au *sud* : bande littorale en face des habitations (zone UC) et tracé actuel de la ravine en aval du chemin Jacquot, c'est le règlement du POS de Saint-Paul Centre qui s'applique.

↳ **Zone ND sud (règlement POS de Saint-Paul Centre) :**

Il s'agit de zones naturelles à protéger en raison du site et des risques. Les travaux de déviation doivent être soumis à l'avis de la commission des sites.

Secteur concerné : bande de faible largeur au niveau de l'exutoire (tracé de déviation) en face des habitations (zone UC) et tracé actuel de la ravine en aval du chemin Jacquot

↳ **Zone ND nord (POS de Cambaie) :**

Zone naturelle à protéger pour la qualité de leur site naturel, paysage et en raison de risques naturels. Cette zone ND comporte 4 sous secteurs : NDa, NDb, NDc, NDd. **Sont autorisés dans la zone ND, les ouvrages permettant de réduire les risques naturels, ce qui est le cas pour ce projet : lutte contre les inondations du quartier Jacquot.**

Secteur concerné (zone ND) : bande de faible largeur au niveau de l'exutoire (tracé de déviation) au *nord* face à l'antenne Oméga et tracé actuel de la ravine en amont de la RN.

↳ **Secteur NDa :**

Dans ce secteur sont autorisés les équipements de loisirs et de tourisms sous certaines conditions.

Secteur concerné : forêt domaniale littorale.

↳ **Secteur NDb :**

Dans ce secteur sont autorisés les constructions et installations liées aux fonctionnements de la station Oméga.

Secteur concerné : périmètre de la station Oméga.

↳ **Les Espace Boisé Classé, EBC :**

Secteur concerné : La forêt domaniale traversée par le projet de déviation au niveau de son futur exutoire face à l'antenne Oméga (Règlement du POS de CAMBAIE) est classée en EBC, Espace Boisé Classé. Dans ces espaces, tout changement d'affectation du sol de nature à compromettre la conservation, la protection ou la création de boisements est interdit. Toute coupe ou tout abattage d'arbres est soumis à autorisation. Le défrichement (action de mettre fin à l'état boisé et à modifier la vocation

du sol) et tout autre mode d'utilisation ou d'occupation du sol sont interdits de droit. Le déclassement de ces terrains n'est possible que par une procédure de révision (soumise à approbation communale, des services instructeurs et enquête publique).

L'enquête publique devra donc intégrer une demande de modification de l'actuel POS sur ce point pour déclassement de ces terrains à moins que le futur PLU ne soit approuvé avant et qu'il intègre bien ces dispositions. Il se devra néanmoins d'être en phase avec le SAR et compatible au SCOT Ouest.

↳ **Zone NA :**

Il s'agit de zones naturelles à urbaniser ultérieurement.

Secteur concerné : tracé actuel de la ravine en amont du pont de la RN jusqu'au Chemin Jacquot.

↳ **Zone 1NC :**

Il s'agit d'espaces naturels consacrés aux activités agricoles. Ici la zone correspond aux îlots d'habitats liés et nécessaires aux grandes exploitations agricoles.

Secteur concerné : têtes de ravine et planèzes en amont de la RN.

↳ **Zone UC :**

Cette zone correspond à une zone urbaine de faible densité.

Secteur concerné : faible superficie en Limite Sud face à l'antenne Oméga.

↳ **Zone UEi :**

Principal site d'activités économiques regroupant des établissements industrielles, techniques, des activités artisanales, de bureaux de services, de commerces, d'hôtelleries, des équipements sportifs et de loisirs, dans lequel les risques liés aux inondations impliquent des prescriptions réglementaires pour toute nouvelle construction. **Y sont admis les constructions, ouvrages, travaux liés à la prévention des risques naturels.**

Secteur concerné : faible superficie au niveau de la déviation juste en aval du pont de la RN avant l'antenne Oméga.

3.1.3.2. PROJET DE PLAN LOCAL D'URBANISME, PLU

Le projet de PLU arrêté le 27 mars 2007 classe les secteurs d'étude, tracé actuel de la ravine et zone du projet, en zone naturelle « N » en grande majorité et accessoirement en zone Apf pour les têtes de ravine et planèzes en amont de la RN et UC pour les zones au Sud de l'Antenne Oméga.

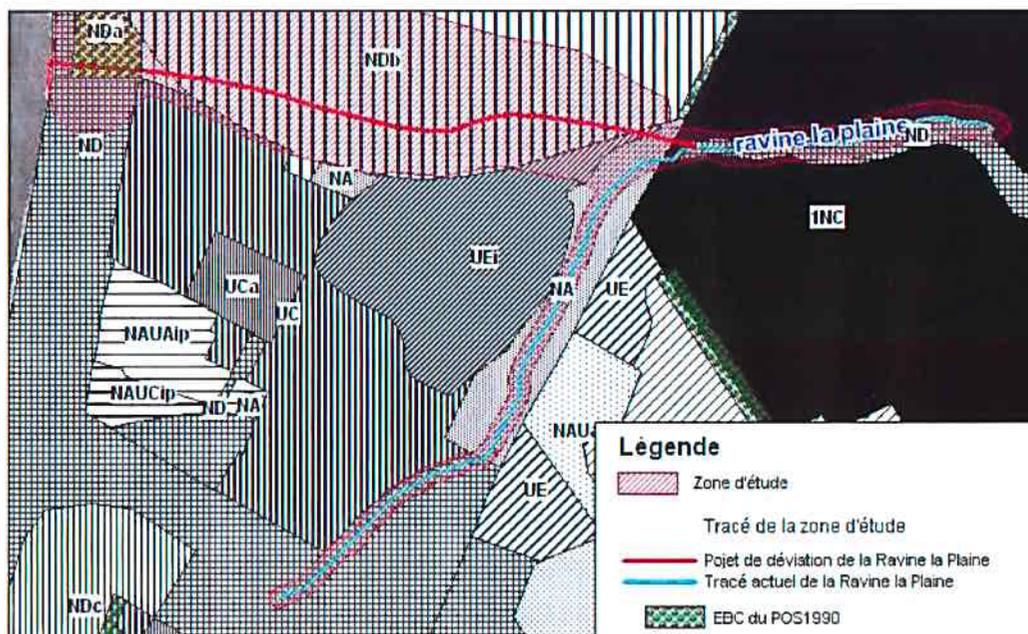
Les zones N correspondent globalement aux zones ND du POS. Toutefois, pour ces zones comme pour les deux autres zones (UC et Apf), il n'est pas possible de donner les prescriptions, le règlement du projet de PLU arrêté ne nous ayant pas été transmis.

En l'état actuel c'est le POS qui est le document opposable aux tiers et qui doit être pris en compte.

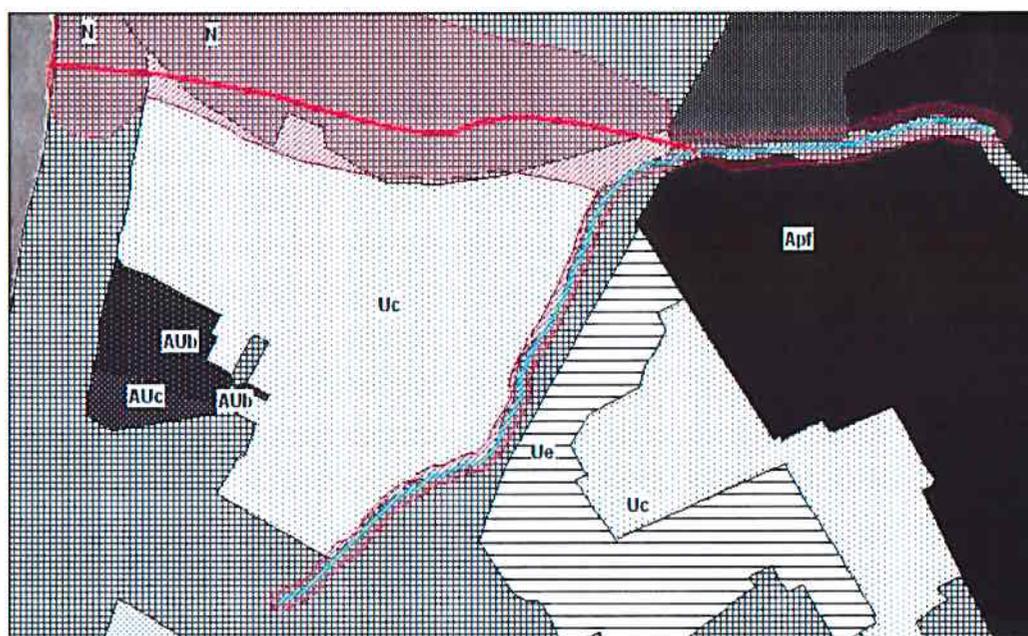
Figure n°02 – POS & PLU

Carte N°2

POS DE 1983



PROJET DE PLU ARRÊTÉ DE 2007



Données : Mairie de ST PAUL BIOTOPE
 Cartographie : Biotre, 2007

0 120 m 240 m



3.2. PROTECTION FONCIERE

Il s'agit d'analyser la nature des terrains traversés et les protections réglementaires qui s'y appliquent.

3.2.1. L'ETANG DE SAINT PAUL, ESPACE RELEVANT DE LA POLITIQUE DES ENS

(cf. figure n°03).

Les terrains de l'Etang de Saint-Paul ont été acquis au titre de la législation relative aux Espaces Naturels Sensibles (ENS)⁽¹⁾. Le Département s'est alors engagé à les protéger et à les ouvrir au public (création par le Département d'une zone de préemption au titre des ENS sur le secteur en 2001). Les terrains sont gérés par la Commune de Saint-Paul depuis février 2006, sous forme d'une convention de 5 ans avec le Département.

Aucune des parcelles du projet ne relève de la politique des ENS du Département de la Réunion.

3.2.2. L'ETANG DE SAINT PAUL : RESERVE NATURELLE NATIONALE

(cf. figure n°04)

Avec ses 415 ha, le site de l'Etang de Saint Paul est la plus vaste zone humide de la Réunion et la mieux préservée de l'île avec celle de Bois Rouge.

Cette zone est nécessaire au maintien d'équilibres biologiques originaux et présente de grands intérêts dans le contexte réunionnais, notamment sur le plan de l'écologie (habitats, espèces) mais aussi sur le plan du paysage et du patrimoine (DIREN, 2003).

C'est pourquoi, la DIREN (Direction Régionale de l'Environnement) a institué en 1998 la procédure de création de Réserve Naturelle. La réserve naturelle nationale de l'Etang de Saint-Paul a été créée le 2 janvier 2008 par décret n°2008-4 (cf. annexe 4).

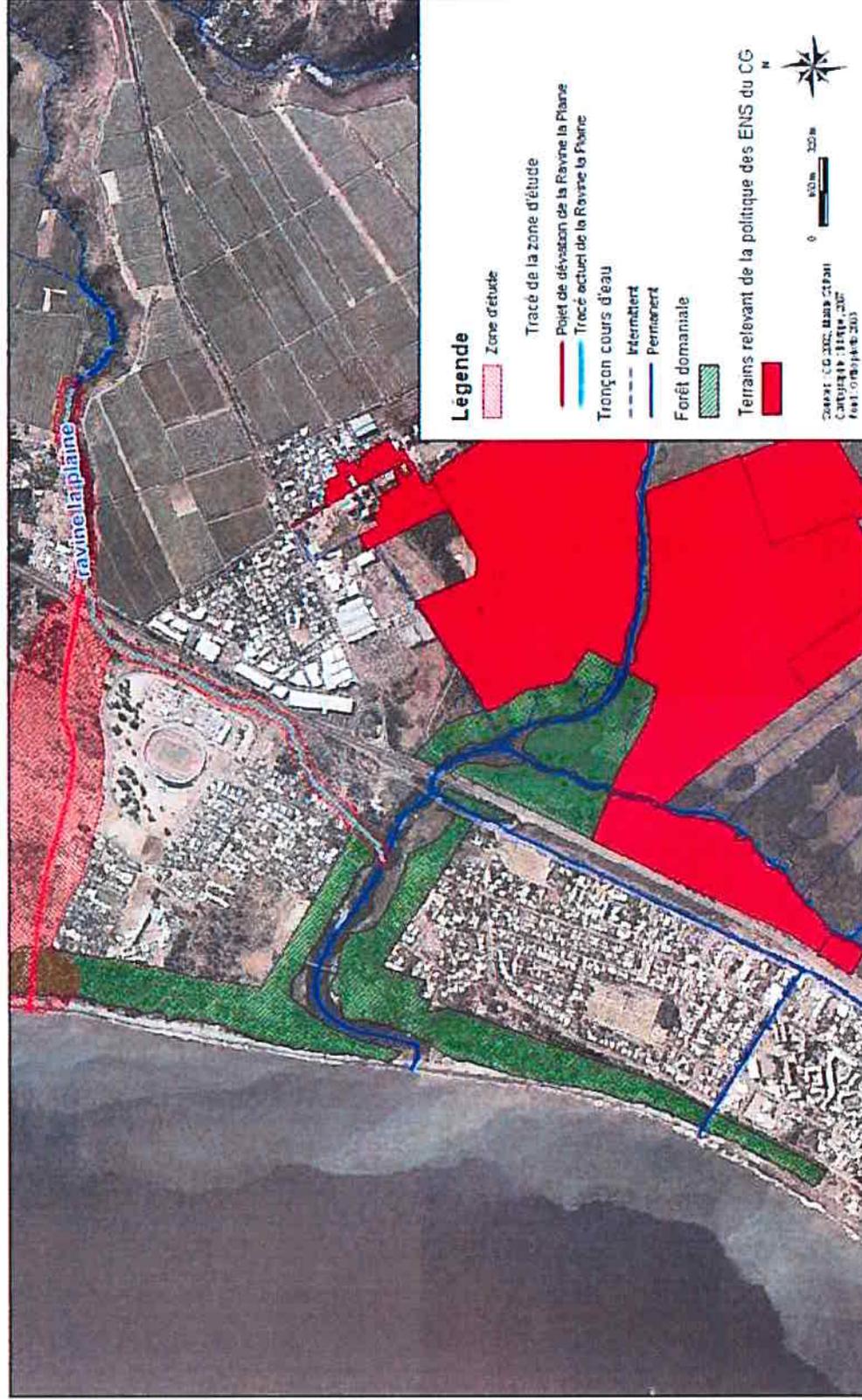
La superficie totale de la réserve est de 450,89 ha.

L'exutoire actuel de la ravine la Plaine dans l'Etang de Saint-Paul, tronçon en aval du radier fait partie intégrante de la réserve naturelle, en zone B de celle-ci.

⁽¹⁾ Loi n°85-729 du 18 juillet 1985, (art L. 142-1 et suivants du C.Urbanisme)

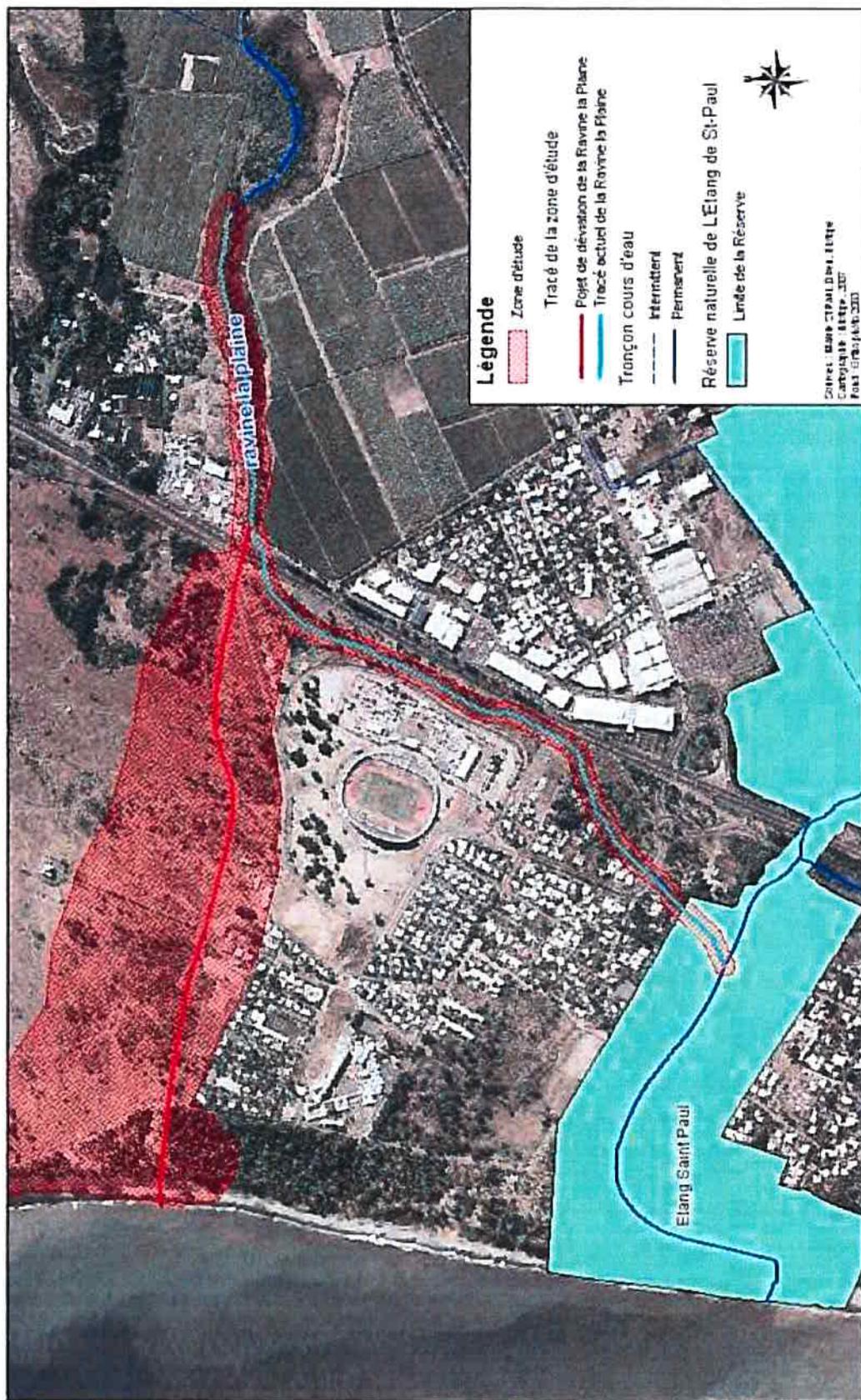
COMMUNE DE SAINT-PAUL
 AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
 RAPPORT D'AVANT-PROJET

Figure n°03— TERRAINS RELEVANT DE LA POLITIQUE DES ENS DU DEPARTEMENT DE LA REUNION & FORET DOMANIALE



COMMUNE DE SAINT-PAUL
 AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
 RAPPORT D'AVANT-PROJET

Figure n°04 – LIMITE DE LA FUTURE RESERVE NATURELLE NATIONALE DE L'ETANG DE SAINT-PAUL



L'article 9 du décret stipule : « Les travaux publics ou privés modifiant l'état ou l'aspect de la réserve sont interdits. »

Le projet de déviation ne devra donc avoir aucune influence (modification des apports en eau, etc.) sur l'état de l'exutoire de la Ravine la Plaine et la consultation des services concernés sera nécessaire préalablement aux travaux.

3.2.3. LA FORET DOMANIALE DU LITTORAL

(cf. figure n°03, page 14).

Le projet de dérivation devrait traverser au niveau de son futur exutoire (parcelle EX1) la forêt domaniale du littoral de Saint-Paul (87.65 ha).

Ces terrains relèvent du régime forestier (Code Forestier).

Les principales dispositions du régime forestier relatives au département de la Réunion sont les suivantes :

- ↳ **Art. L. 173-2.-** (D. no 79-430, 31 mai 1979) - Les forêts et terrains soumis au régime forestier et appartenant au département sont inaliénables et imprescriptibles.
- ↳ **Art. L. 363-2.-** (D. no 79-430, 31 mai 1979) - Le défrichement des bois et forêts est interdit.

Toutefois, des dérogations peuvent être accordées par l'autorité administrative (L. no 2001-602, 9 juill. 2001, art. 46) lorsque la conservation des bois n'est pas nécessaire :

- Au maintien des terres sur les montagnes ou sur les pentes ;
- A la défense du sol contre les érosions et envahissements des fleuves, rivières ou torrents ;
- A l'existence des sources et cours d'eau ;
- A la protection des dunes et des côtes contre les érosions de la mer et les envahissements de sables ;
- A la défense nationale ;
- A la salubrité publique ;
- A la nécessité d'assurer le ravitaillement national en bois et produits dérivés, en ce qui concerne les bois provenant de reboisements exécutés en application du livre IV, titre II et III, ou du livre V du présent Code ;
- A l'équilibre biologique d'une région ou au bien-être de la population ;
- (L. no 2005-157, 23 févr. 2005, art. 93, 1o), à l'aménagement des périmètres retenus pour les opérations d'aménagement foncier agricole et forestier en zone forestière mentionnées aux articles L. 123-18 à L. 123-23 du code rural.

Le droit de défricher ne peut être exercé que pendant dix ans à compter de la date d'autorisation.

↳ **Art. L. 363-12.-** (D. no 79-430, 31 mai 1979) - Il est interdit, de défricher et d'exploiter les terrains ci-après et d'y faire paître :

- Les pentes d'encaissement des cirques et le sommet de ces mêmes pentes, ainsi que les pitons et les mornes ;
- Les versants des rivières, bras ou ravines et de leurs affluents ;
- Les abords des sources ou des captages d'eau et des réservoirs d'eau naturels ;
- **Les dunes littorales.**

En EBC, les demandes de dérogation à l'interdiction générale de défricher sont irrecevables. Les demandes de dérogation à l'interdiction générale de défricher ne pourront donc être instruites qu'après mise en compatibilité des documents d'urbanisme.

Un problème se pose toutefois : les dispositions de l'article L.363-12 du Code Forestier, s'agissant de dunes littorales interdit le défrichement de ces espaces. Cependant le décret d'application devant préciser les conditions d'application de cet article n'a jamais été pris (communication ONF).

3.3. SERVITUDES TECHNIQUES ET PORTES A CONNAISSANCE

3.3.1. LES ZNIEFF

(cf. figure n°05, page 18).

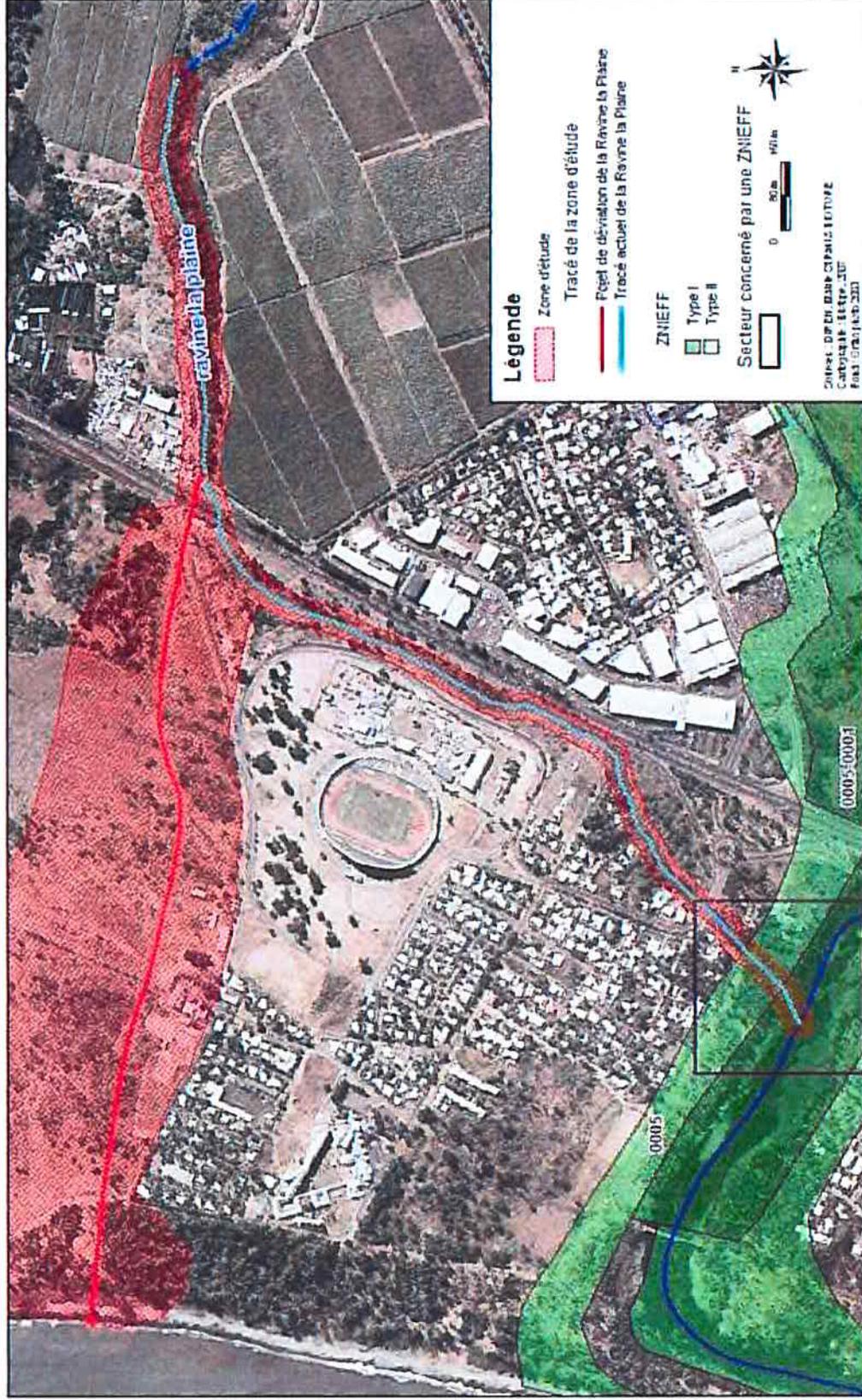
L'Etang de Saint-Paul est classé en Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique de type I : ZNIEFF de l'Etang de Saint-Paul n°0005-0001 (cf. figure n°05) et de type II : ZNIEFF de l'Etang de Saint-Paul n°0005.

« L'Etang de Saint Paul est un étang côtier formé par la confluence de 10 petites ravines présentant des marécages avec vasières, des prairies inondées et prairies humides et un plan d'eau libre.

*Cet étang est le plus vaste des trois étangs littoraux de la Réunion. Il présente l'ensemble le plus diversifié de groupements végétaux marécageux et en particulier l'unique prairie de *Cyperus papyrus* de l'île. Il est un site de nidification pour deux oiseaux aquatiques, la Poule d'Eau *Gallinula chloropus* et le Butor Vert *Ardeola striata*. De plus, c'est un lieu d'hivernage pour plusieurs espèces de limicoles paléarctiques. Présence d'une faune d'eau douce intéressante bien qu'appauvrie. Existence d'un micro-climat chaud et humide sur la côte Ouest, normalement sèche. »*

La zone d'étude, principalement l'exutoire actuel de la ravine la Plaine dans l'Etang de Saint-Paul, est concernée par une partie de ces deux ZNIEFF.

Figure n°05 – ZNIEFF



3.3.2. ARRETE MINISTERIEL DU 21 AOUT 2006 RELATIF A L'IDENTIFICATION ET LA GESTION DU DPF DE L'ETAT A LA REUNION.

La DDE (Direction Départementale de l'Équipement) est le service chargé de la gestion du DPF (Domaine Public Fluvial) et notamment, du maintien du libre écoulement des eaux et de la délivrance des Autorisations d'Occupation Temporaire. La gestion peut être confiée par convention à toute personne physique, association, collectivité en faisant la demande et présentant les garanties adéquates.

La gestion des baux de pêche reste de la compétence de la DAF. Au delà les servitudes forestières et hydraulique ainsi que le Code Civil pour les aspects hydrauliques s'appliquent pour les cours d'eau.

La Ravine la Plaine appartient au DPF de l'Etat (Code Hydro : 40501000).

3.3.3. SERVITUDE FORESTIERE (RAVINE)

La servitude forestière, instituée par le décret n° 79-430 du 31 mai 1979 (article L.363- 12 du Code forestier), consiste en l'interdiction de défricher, d'exploiter et de faire paître sur les versants des rivières, bras ou ravines et de leurs affluents.

Aux termes de l'article R. 363-7 du Code forestier, les dispositions de l'article L. 363-12 s'appliquent :

- ↳ Aux versants des rivières, bras ou ravines et de leurs affluents, aux pentes supérieures ou égales à 30 grades.
- ↳ Aux abords des rivières, bras ou ravines et de leurs affluents sur une largeur de 10 mètres de chaque côté, à partir du niveau atteint par les plus hautes eaux.

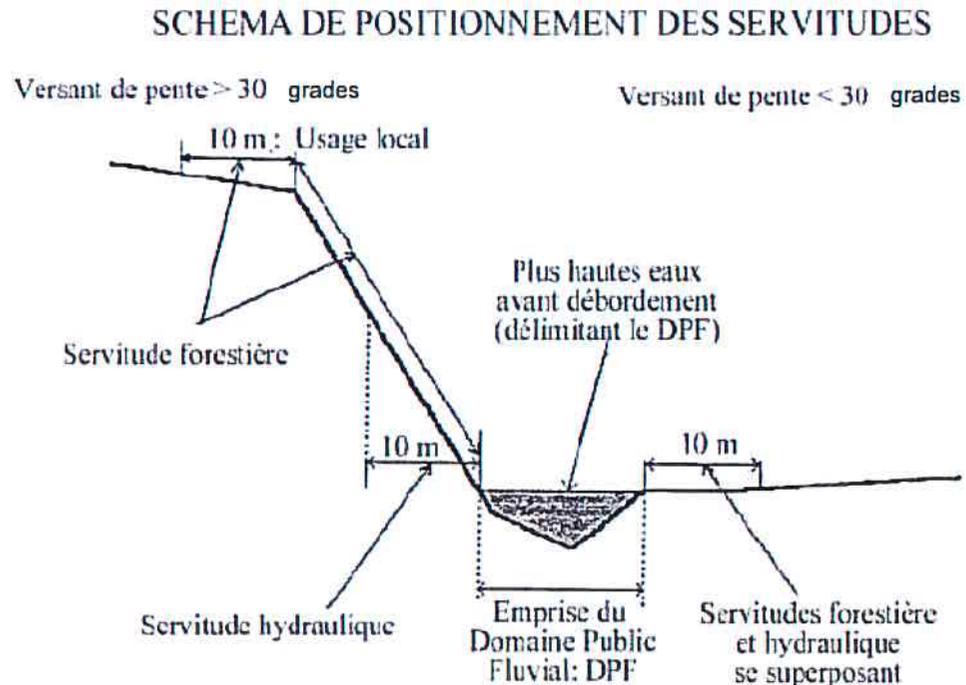
De plus, il est d'usage à La Réunion d'appliquer cette servitude forestière sur une bande de 10 mètres, comptée à partir de la crête d'une ravine ou d'un versant de rivière, dont la pente est supérieure ou égale à 30 grades. Cette servitude peut être réduite à 1 ou 3 mètres à la demande des riverains.

Le Code Forestier empêche le défrichement des abords des ravines, rivières, affluents, ou des bras, ainsi que l'exploitation de ces zones. Des dérogations peuvent être accordées (cf. § 3.2.3 page 16).

3.3.4. SERVITUDE HYDRAULIQUE

La servitude hydraulique, ou servitude de passage, a été instituée par l'article 4 du décret n° 48-633 du 31 mars 1948. Elle oblige les propriétaires riverains des dits fleuves et rivières à laisser libre une bande de 10 mètres de large, à compter de la limite domaniale, destinée au passage des services administratifs afin qu'ils puissent intervenir en vue du maintien du libre écoulement de l'eau. L'arrêté du 26 mars 1965 est venu compléter cette réglementation. En effet, la distance de 10 mètres à laisser libre peut être, lorsque l'intérêt du service le permet, réduite par arrêté de Préfet sans toutefois être inférieure à un mètre.

Figure n°06 – SCHEMA TYPE DE POSITIONNEMENT DES SERVITUDES



3.3.5. PERIMETRES DE PROTECTION DES CAPTAGES D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE (AEP)

(cf. figure n°07, page 21)

Différents forages sont présents dans la région du projet dont les plus proches sont :

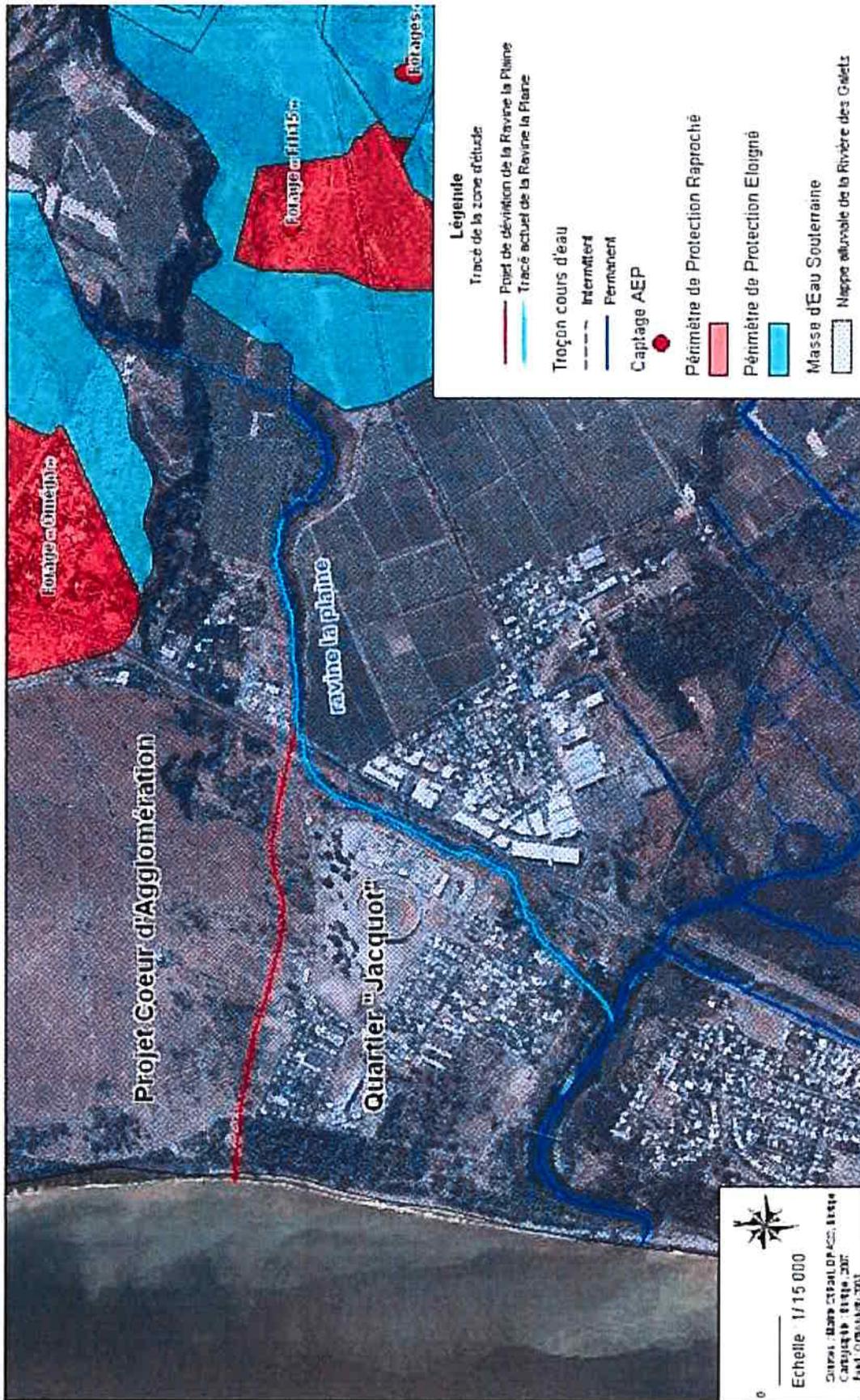
- ↳ Le forage Oméga
- ↳ Et le forage « Frh15 ».

Toutefois, la zone du projet n'est concernée par aucun des périmètres de protection de captage associés.

Il convient tout de même d'être vigilant concernant les pollutions potentielles de la masse d'eau souterraine : la nappe alluviale de la Rivière des Galets est relativement proche de la surface dans ce secteur.

COMMUNE DE SAINT-PAUL
 AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
 RAPPORT D'AVANT-PROJET

Figure n°07 – PERIMETRES DE PROTECTION DE CAPTAGES AEP ET MASSE D'EAU SOUTERRAINE



4. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE SUR LE SECTEUR

4.1. PREAMBULE SUR LES PRINCIPALES ETUDES HYDRAULIQUES ANTERIEURES

4.1.1. ANALYSE DANS LE CADRE DU PROJET TRAM-TRAIN

Dans le cadre de l'actualisation de l'hydrologie sur le secteur du Tram-Train (SOGREAH, 2005 – réf. /3/), une analyse des principales études antérieures hydrologiques et hydrauliques a été réalisée.

La liste de ces études est donnée ci-dessous :

*Tableau n°04 – REFERENCES DES ETUDES ANTERIEURES
ANALYSEES DANS LE CADRE DU PROEJT TRAM-TRAIN*

Réf.	Intitulé	Auteurs	Maître d'ouvrage	Date
Etudes antérieures				
	Etude préalable à l'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques Inondations sur la commune de Saint-Paul	SOGREAH	DDE / SHAU / CPRN	En cours
	Aménagement de la ravine la Plaine pour lutter contre les inondations du quartier Jacquot – Etudes préliminaires – Rapport ind. B	SAFEGE	COMMUNE DE SAINT-PAUL	Avril 2005
	Route des Tamarins – Diffuseur de Saint-Paul – Impact de la solution retenue sur le champ d'inondation de la Ravine Bernica et sur les écoulements des canaux Bernica et de l'Egoût.	SOGREAH	REGION REUNION	Mai 2003
	Recensement des laisses de crue du cyclone DINA sur la commune de Saint-Paul.	SOGREAH	DIREN	Juillet 2002

COMMUNE DE SAINT-PAUL
AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
RAPPORT D'AVANT-PROJET

Réf.	Intitulé	Auteurs	Maître d'ouvrage	Date
	Itinéraire des Hauts de l'Ouest (I.H.O.) / Route des Tamarins – Etude d'impact d'un échangeur sur le champ d'inondation de l'Etang de Saint-Paul et sur l'écoulement de la Ravine Bernica.			
✓	Etude des variantes "7 Trompette" et "8 Giratoire"	SOGREAH	DDE / SGT	Septembre 2001
✓	Phase 1 – Etude complémentaire – Variante 8.2	SOGREAH	DDE / SGT	Juin 2000
✓	Phase 1 – Etude de 3 variantes	SOGREAH	DDE / SGT	Mai 2000
	Saint-Paul – Etude hydrologique sur le centre-ville de la commune	SOGREAH	DDE / SGT	Juillet 1997
	Etude des risques hydrauliques dus aux écoulements des ravines sur les communes du Port, de la Possession et de Saint-Paul			
✓	Phase 1 - Hydrologie	SOGREAH	DDE / PROSPET	Novembre 1994
✓	Phase 2 – Diagnostic hydraulique	SOGREAH	DDE / PROSPET	Décembre 1994
✓	Phase 3 - Aménagements	SOGREAH	DDE / PROSPET	
	Aménagement du canal de l'Egoût – Etude hydraulique	SOGREAH	COMMUNE DE SAINT-PAUL	Mai 1992
	Schéma Technique de Protection contre les Crues (STPC). Secteur entre la Ravine Bernica et la Rivière des Galets			
✓	Phase 1 – Hydrologie	SOGREAH	COMMUNE DE SAINT-PAUL	1990
✓	Phase 2 – Diagnostic de l'état actuel			

Pour chacune de ces études, la méthodologie, les hypothèses de calcul et les résultats ont été analysés. L'analyse de l'étude de faisabilité du présent projet (réf. /4/ du tableau n°2, page 4) est reprise ci-après.

4.1.2. ANALYSE DES ETUDES PRELIMINAIRES DE L'AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE (CF. REF. /5/)

Cette étude, dont l'objectif est la lutte contre les inondations du quartier Jacquot, se déroule en deux phases : une phase de diagnostic qui permet d'analyser l'impact du cyclone Dina sur la zone, de caler le modèle numérique et de se projeter dans le cas d'une crue centennale ; et une phase où sont proposés 3 scénarios d'aménagement.

4.1.2.1. DIAGNOSTIC DE L'ETAT ACTUEL

L'étude met en œuvre un modèle hydrologique numérique pour l'évaluation des hydrogrammes de la Ravine la Plaine et des bassins versants de l'Etang Saint-Paul. Ce modèle est basé sur les principes et hypothèses suivants :

- ↳ Modèle SCS de calcul de la pluie efficace ;
- ↳ Temps de concentration calculé selon la formule du rectangle équivalent ;
- ↳ Evaluation de l'intensité pluviométrique à partir de la formule de Montana calculé en 1982 sur les postes de Bois de Nèfles (altitude 450 m), Savannah (altitude 10 m) et Carreau Alfred (altitude 1530 m) et d'une corrélation linéaire avec l'altitude ;
- ↳ Pluie de projet de la forme "double-triangle" (durée intense 4 h, durée totale 16 h).

Les paramètres et les résultats détaillés des calculs ne sont pas explicités, mais il est possible de retrouver, à la lecture du rapport, les évaluations suivantes pour la Ravine La Plaine :

- ↳ Débit de pointe du cyclone Dina à la RN1 : 185 m³/s ;
- ↳ Débit de pointe centennale à la RN1 : 251 m³/s (rappel : STPC 290 m³/s).

Deux modèles hydrauliques numériques sont mis en œuvre :

- ↳ Un modèle à casiers sur l'Etang Saint-Paul, basé sur celui de l'étude des risques hydrauliques (SOGREAH, DDE/PROSPET, 1994) ;
- ↳ Un modèle mixte détaillé (filaire et à casiers) de la Ravine La Plaine et du quartier Jacquot.

L'ouverture du cordon littoral de l'Etang Saint-Paul est simulée par un seuil latéral de largeur réelle égale à 60 m (cote non indiquée).

Trois simulations sont réalisées pour l'état actuel :

- ↳ Crue de l'événement Dina (calage des modèles hydrauliques) ;
- ↳ Crue centennale – durée de la pluie 16 h ;
- ↳ Crue centennale – durée de la pluie 24 h.

Les remarques préalables suivantes peuvent être faites :

- ↳ La simulation de l'événement Dina met en évidence un débit maximal à l'exutoire en mer d'environ 720 m³/s dont environ 120 m³/s en provenance de la Ravine la Plaine. Cette estimation paraît élevée par rapport à l'estimation de l'OLE au niveau de la Chaussée Royale (400 m³/s) et au calcul du STPC pour une même cote de 3 m NGR (430 m³/s) ;
- ↳ Le niveau de référence de 4,24 m NGR dans l'étude des risques hydrauliques (SOGREAH, DDE/PROSPET, 1994) correspond à l'amont du pont de la Chaussée Royale et non à l'amont des ponts de la RN1. Le modèle de la présente étude fournit un niveau à l'amont du pont de la Chaussée Royale de 3,55 m NGR, à comparer en réalité à la cote de 4,24 m NGR de l'étude de 1994.

Le diagnostic de l'état actuel est le suivant sur la Ravine La Plaine et le quartier Jacquot.

"Pour l'événement centennal de durée 16 heures simulé, nous constatons :

- ↳ *Des débordements en rive droite de la Ravine La Plaine en amont du pont de la RN1 submergeant une grande étendue. La cote maximale atteinte est déterminée par la cote du point bas de la RN1 (au nord du pont) qui est submergé également ;*
- ↳ *La RN1 est donc submergée en son point bas avec un fort déversement du côté montagne vers le côté mer ($95 \text{ m}^3/\text{s}$) ;*
- ↳ *Un débordement en rive gauche en amont du pont de la RN1 au niveau du radier. Le flux débordé emprunte la route secondaire vers la zone commerciale de Savannah ($18 \text{ m}^3/\text{s}$) ;*
- ↳ *Le flux qui a déversé par dessus la RN1 est récupéré par le fossé côté mer et rejoint le lit de la Ravine La Plaine en aval du pont de la RN1 ;*
- ↳ *La ravine déborde principalement en rive droite à partir du stade Olympique ;*
- ↳ *Localement, on note des débordements en rive gauche par dessus la RN1 vers la zone commerciale côté montagne ;*
- ↳ *Le quartier Jacquot est envahit par les eaux qui débordent de la ravine.*

Pour cet événement centennal, le mécanisme de l'inondation du quartier Jacquot est le même que pendant l'événement Dina, sauf que les flux débordés sont plus importants : on atteint autour du stade Olympique des hauteurs sur chaussée supérieures à 1 m combinées à des vitesses supérieures à 1,5 m/s.

En comparant les hauteurs maximales atteintes sur le quartier Jacquot dans les simulations, nous constatons des hauteurs d'eau environ 20 cm plus hautes dans le cas de l'événement centennal par rapport à Dina".

Notons cependant qu'il n'existe pas de point bas de la RN1 au nord de la Ravine la Plaine : la pente de la quatre voies est ascendante vers la Rivière des Galets. Le point bas se situe au sud du franchissement de la Ravine la Plaine, au niveau de la zone commerciale de Savannah. L'insuffisance de l'ouvrage de franchissement de la RN1 par la Ravine la Plaine entraîne la submersion d'une partie importante de la RN1 et d'importants écoulements vers la zone de Savannah.

4.1.2.2. SCENARIOS D'AMENAGEMENT

Trois solutions d'aménagements ont été étudiées au cours de cette étude préliminaire :

- ↳ Canal de dérivation totale (dimensionnement pour la crue centennale de la Ravine la Plaine) depuis l'aval de la RN1 jusqu'à la mer. Emprise globale de l'ordre de 50 m, profondeur de 6 à 7 m, linéaire 1,2 km ;
- ↳ Canal de dérivation partielle sur le même tracé. Solution inefficace (profondeur proche du canal de dérivation totale pour capter un débit suffisant) ;
- ↳ Recalibrage et endiguement de la ravine actuelle. Emprise de 42 m, hauteur d'eau en crue centennale de 2,90 m. Remplacement du radier du quartier Jacquot par un pont.

La solution proposée est le canal de dérivation totale :

- ↳ Cette solution se montre la plus efficace sur l'abaissement des niveaux d'inondation car le débit de la Ravine Etang Saint-Paul est diminué des apports de la Ravine la Plaine ;
- ↳ Le terrain sur lequel se trouve actuellement le bief de la ravine peut être réaménagé pour accueillir d'autres projets.

4.1.3. CONCLUSIONS SUR L'ANALYSE ET DEMARCHE ADOPTEE

L'étude hydrologique réalisée en conséquence dans le cadre du Projet Tram-Train s'appuie sur la méthode SPEED (Système Probabiliste d'Etude par Evénements Discrets) développée par SOGREAH afin d'identifier la relation entre pluie et débit de crue.

En effet, à l'instar de beaucoup d'autres bassins versants de l'île, ceux concernés par le secteur d'étude ne disposent pas de données hydrométriques exhaustives sur les crues.

L'explication de cette méthode est reportée en Annexe 12 de ce rapport.

Les calculs hydrauliques sont effectués par modélisation 2D avec le logiciel CARIMA à casiers développé par SOGREAH en tenant compte des analyses faites dans les études précédentes et des avancées en termes de connaissances (fonctionnement du cordon littoral, etc.) et de données disponibles (topographie, pluviométrie, etc.).

4.2. GEOLOGIE ET RELIEF

(cf. figure n°08, page 28, et figure n°09, page 29)

Deux kilomètres environ en amont de la RN1, la Ravine La Plaine sort de gorges étroites constituées de basaltes de la phase IV du Piton des Neiges pour entrer dans une zone entièrement alluvionnaire (cône de déjection de la Ravine la Plaine).

Cette dernière se trouve en limite du cône de déjection de la Rivière des Galets (alluvions anciennes) et de la baie de comblement de Saint-Paul (alluvions fluvio- marines et marines).

La pente du lit qui était de l'ordre de 10 à 15 % dans les gorges s'adoucit alors très fortement à 0,2 % sur les 2 km en amont de la RN1.

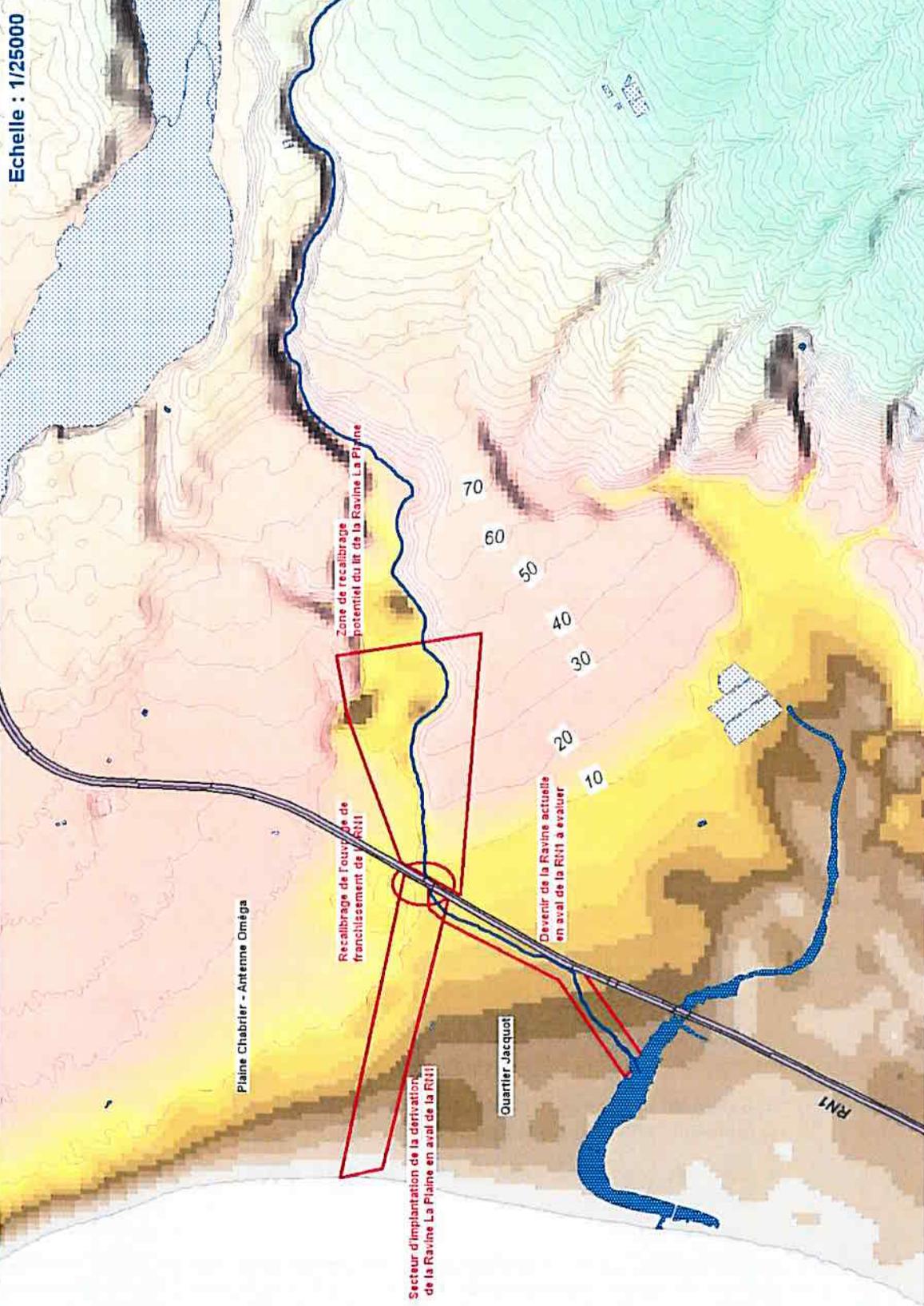
Sur ce secteur, la Ravine qui s'écoule entre des alluvions fluviales anciennes (rive gauche haute) et des alluvions fluviales récentes beaucoup plus basses en rive droite, présente un vaste lit majeur qui joue le rôle de zone d'expansion de crues sur cette rive.

En amont immédiat de la RN1, la rive gauche s'abaisse à son tour marquant l'entrée de la Ravine la Plaine dans la baie de comblement de Saint-Paul. Toutefois, la RN1 en remblai sur ce secteur crée une rupture dans la zone d'expansion de rive droite et de rive gauche.

Les écoulements de la Ravine la Plaine franchissent la RN1 par un pont à 2 travées de faible ouverture.

En aval de la RN1, la Ravine la Plaine longe la RN1. Le relief est très peu marqué mais la pente du lit s'accroît légèrement à 0,4 % environ jusqu'à sa confluence avec la Ravine Etang Saint-Paul.

Figure 9 - Relief général



4.3. RESEAU HYDROGRAPHIQUE

La Ravine la Plaine est un affluent rive gauche de la Ravine Etang Saint-Paul. La confluence se situe en aval de l'Etang lui-même. Cet étang reçoit les apports de nombreuses ravines de la planèze du Maïdo – Grand Bénare. La superficie de l'ensemble du bassin versant de l'Etang Saint-Paul à la mer est de 108 km², celle de la Ravine la Plaine en amont de la RN1 étant de 17 km².

4.4. HYDROLOGIE – DEBITS DE CRUE

La figure n°10 page suivante présente l'ensemble du bassin versant de la Ravine la Plaine en aval immédiat de la RN1, en distinguant deux sous-bassins versants :

- ↳ Ravine la Plaine amont : bassin versant de la Ravine la Plaine en amont de la RN1 ;
- ↳ Axe mixte : bassin versant drainé par le réseau EP de l'axe mixte[†].

Leurs caractéristiques sont reprises dans le tableau suivant.

Tableau n°05– CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU BASSIN VERSANT DE LA RAVINE LA PLAINE

Bassin versant	Superficie (km ²)	Altitude médiane (m NGR)
Ravine de la Plaine amont	16,1	862
Axe mixte	1,7	49
Ensemble	17,8	763

Le calcul des débits de crue se fait par la méthode SPEED, selon les paramètres mis en évidence dans l'étude hydrologique du projet Tram-Train (réf. /3/) :

- ↳ Calcul de la pluie journalière maximale à l'altitude médiane du bassin versant par les relations établies dans la référence citée ;
- ↳ Calcul du débit réduit en fonction de la relation $Q_{re} = 0,712 \times P_j - 55,11$ (avec Q_{re} et P_j en mm) ;

[†] La RN1 construite en remblai sur ce secteur marque une séparation topographique au sein de ce bassin versant impliquant que les écoulements situés en amont de la RN1 rejoignent la Ravine la Plaine en amont du pont de la RN1 et que ceux situés en aval de la RN1 rejoignent la Ravine la Plaine en aval du pont de la RN1. Toutefois, les calculs hydrologiques et hydrauliques ont été effectués en considérant que l'ensemble des écoulements de ce bassin versant rejoignait la Ravine la Plaine en amont du pont de la RN1. Ce choix est guidé par les points suivants :

- ↳ Les superficies respectives et les altitudes médianes des parties amont et aval de ce bassin versant impliquent que la partie amont participe à 72 % du débit total de ce bassin versant ;
- ↳ Les temps de concentration et les temps de base des bassins versants « axe mixte » et « Ravine la Plaine amont » sont tels que la partie aval du bassin versant « axe mixte » participe pour une partie très faible au débit de pointe de la Ravine la Plaine totale

↳ Calcul du débit caractéristique avec la formule suivante : $Q = Q_{re} \frac{S^{0,75}}{12}$.

Tableau n°06 – RELATIONS RETENUES POUR L'ESTIMATION DE LA PLUIE JOURNALIERE EN FONCTION DE L'ALTITUDE

Période de retour	Relation retenue pour l'estimation de la pluie journalière en fonction de l'altitude
PJ ₁₀₀	PJ (mm) = 0,405 z + 469 avec z en m NGR
PJ ₃₀	PJ (mm) = 0,292 z + 338 avec z en m NGR
PJ ₁₀	PJ (mm) = 0,186 z + 216 avec z en m NGR
PJ ₅	PJ (mm) = 0,116 z + 135 avec z en m NGR
PJ ₂	PJ (mm) = 0,046 z + 93 avec z en m NGR

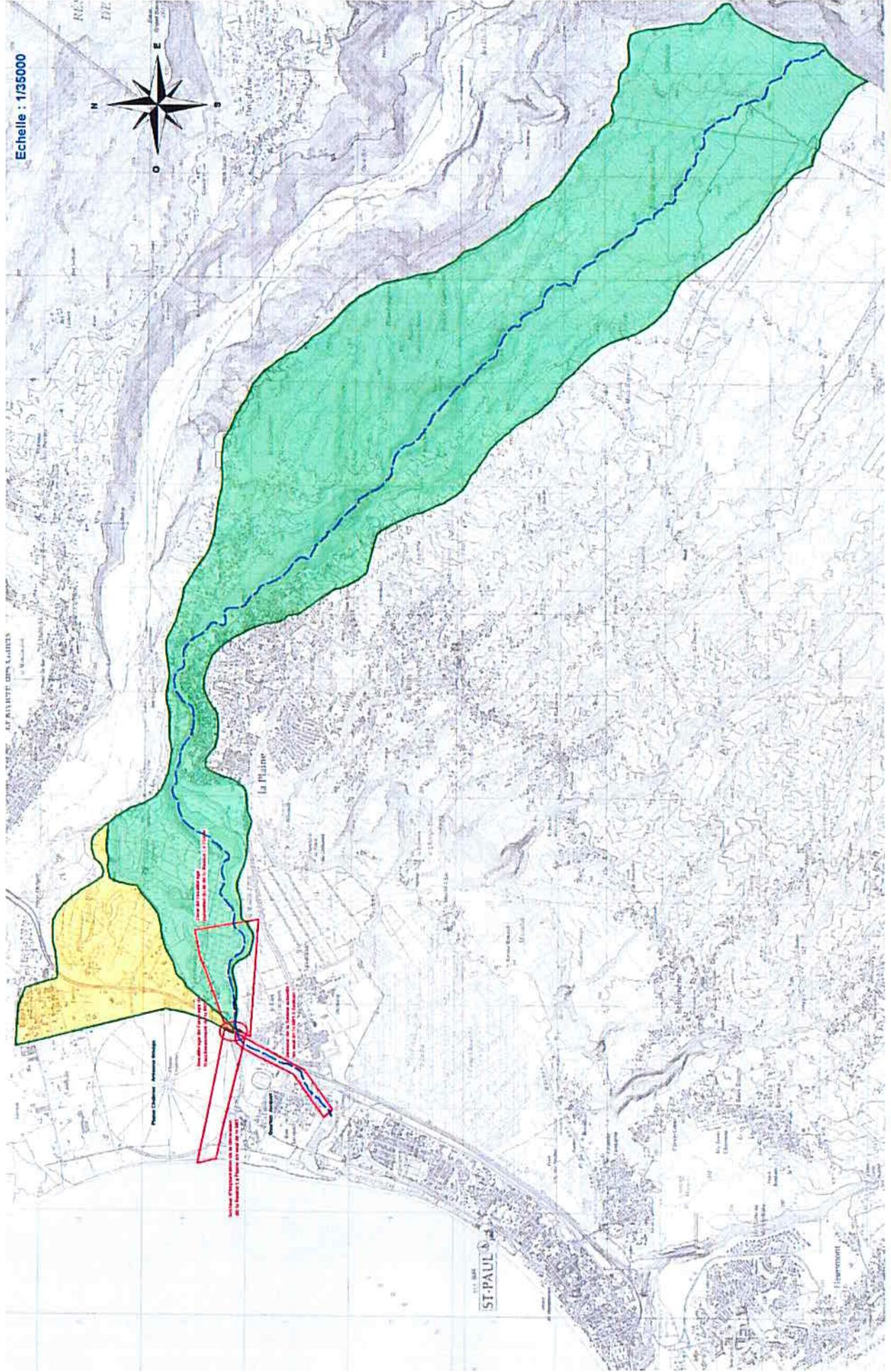
L'hydrogramme de la crue est construit selon le schéma précédent, avec un temps de base calculé avec la relation : $T_B = KS^{0,417}$, K étant égal à 10,71 (avec T_B en heure, S en km², suivant l'hypothèse d'un temps de base de 24 h pour la Ravine Bernica à Tan Rouge).

Les résultats sont portés dans le tableau suivant :

Tableau n°07 – DEBITS DE CRUE DES BASSINS VERSANTS

Bassin Versant	Ravine la Plaine amont			Axe mixte			Ravine la Plaine totalité		
superficie (km ²)	16,1			1,7			17,8		
altitude médiane (m NGR)	862			49			763		
temps de base	34			13			36		
période de retour	Pj	Qre	Qp	Pj	Qre	Qp	Pj	Qre	Qp
2	133	39	26	95	13	2	128	36	26
5	235	112	75	141	45	6	224	104	75
10	376	213	142	225	105	13	358	200	144
30	590	364	244	352	196	24	561	344	248
100	818	527	353	489	293	36	778	498	360

Figure 10 - Bassins versants



4.5. TRANSPORT SOLIDE

La Ravine la Plaine ne présente pas un transport solide important en période de crue. Son cours n'entaille que modérément la planèze basaltique et son bassin versant ne comporte pas de formations géologiques susceptibles de fournir de grandes quantités de matériaux (absence de formations de type éboulis, coulées de solifluxion,...).

Notons qu'une opération ponctuelle de curage du lit a été effectuée juste après la crue du cyclone DINA (2002). Toutefois, nous verrons que la dérivation constituera un profil non débordant par rapport à la situation actuelle (capacité inférieure à la crue centennale). Aussi la capacité du transport solide sera augmentée. La pente de la dérivation (0,5 %) proche à légèrement supérieure à la pente du chenal actuel sera également propice à une augmentation de la capacité de transport solide.

4.6. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ACTUEL

Le fonctionnement en crue de la Ravine la Plaine a récemment été appréhendé dans le cadre de la réalisation des études hydrauliques liées au projet de Tram-Train régional (réf. /2/). Ces études ont notamment comporté un bilan de l'état actuel se basant sur la réalisation d'un modèle hydraulique numérique couvrant l'ensemble de la zone inondable du système hydrographique de l'Etang Saint-Paul. Dans ce modèle, l'inondabilité de la Ravine La Plaine était étudiée jusque 250 m en amont du pont de la RN1.

Une fois le modèle calé (événement Dina – janvier 2002 et faible crue de période de retour 2 ans), le fonctionnement en crue du secteur a été simulé pour des événements de périodes de retour 10, 30 et 100 ans. Pour chacune des périodes de retour, quatre situations ont été simulées, combinant les deux hypothèses de conditions aux limites aval (fonctionnement du cordon littoral) et les deux hypothèses d'aménagement hydraulique (situation actuelle et situation avec dérivation de la Ravine la Plaine).

Les paragraphes suivants présentent les principaux résultats de ces simulations.

4.6.1. CRUE DECENNALE

En hypothèse basse du fonctionnement du cordon littoral, la RN1 serait seulement légèrement submergée au point bas de Savannah (10 cm).

L'ouvrage de franchissement de la Ravine la Plaine par la RN1 fonctionne en limite de mise en charge.

La Ravine la Plaine en amont de la RN1 est en limite de surverse vers le quartier de Savannah. La zone d'expansion de crue faite de terrains agricoles en rive droite est inondée ainsi que les installations situées à proximité de la RN1 et de la ravine.

Toujours en hypothèse basse du fonctionnement du cordon littoral, les hauteurs d'eau sont de l'ordre de 0,30 m au quartier Jacquot.

4.6.2. CRUE TRENTENNALE

En hypothèse basse du fonctionnement du cordon littoral, la RN1 serait seulement submergée au point bas de Savannah (40 cm).

L'ouvrage de franchissement de la Ravine la Plaine par la RN1 fonctionne en charge mais sans surverse.

En amont de la RN1, la majeure partie des installations de rive droite en amont du pont sont inondées en plus des zones inondées en crue décennale.

Le débit de surverse de la Ravine la Plaine en amont de la RN1 vers le quartier de Savannah dépasse 20 m³/s. Ce très fort écoulement, à travers un secteur complètement urbanisé, est susceptible de provoquer des dégâts très importants, avec un risque pour la sécurité des personnes.

En hypothèse basse du fonctionnement du cordon littoral, les hauteurs d'eau dépassent 0,60 m au quartier Jacquot.

4.6.3. CRUE CENTENNALE

En hypothèse basse du fonctionnement du cordon littoral, il y a deux principaux points de submersion de la RN1 :

- ↳ Au sud des ponts de la Ravine Etang Saint-Paul (80 cm) ;
- ↳ Au point bas de Savannah (60 cm).

L'ouvrage de franchissement de la Ravine la Plaine par la RN1 fonctionne en charge et en surverse.

En amont de la RN1, l'ensemble des terrasses basses de rive droite sont inondées.

Le débit de surverse de la Ravine la Plaine en amont de la RN1 vers le quartier de Savannah en rive gauche dépasse 50 m³/s. Ce très fort écoulement, à travers un secteur complètement urbanisé, est susceptible de provoquer des dégâts très importants, avec un risque pour la sécurité des personnes.

En hypothèse basse du fonctionnement du cordon littoral, les hauteurs d'eau atteignent environ 1,30 m au quartier Jacquot.

4.6.4. SYNTHESE DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

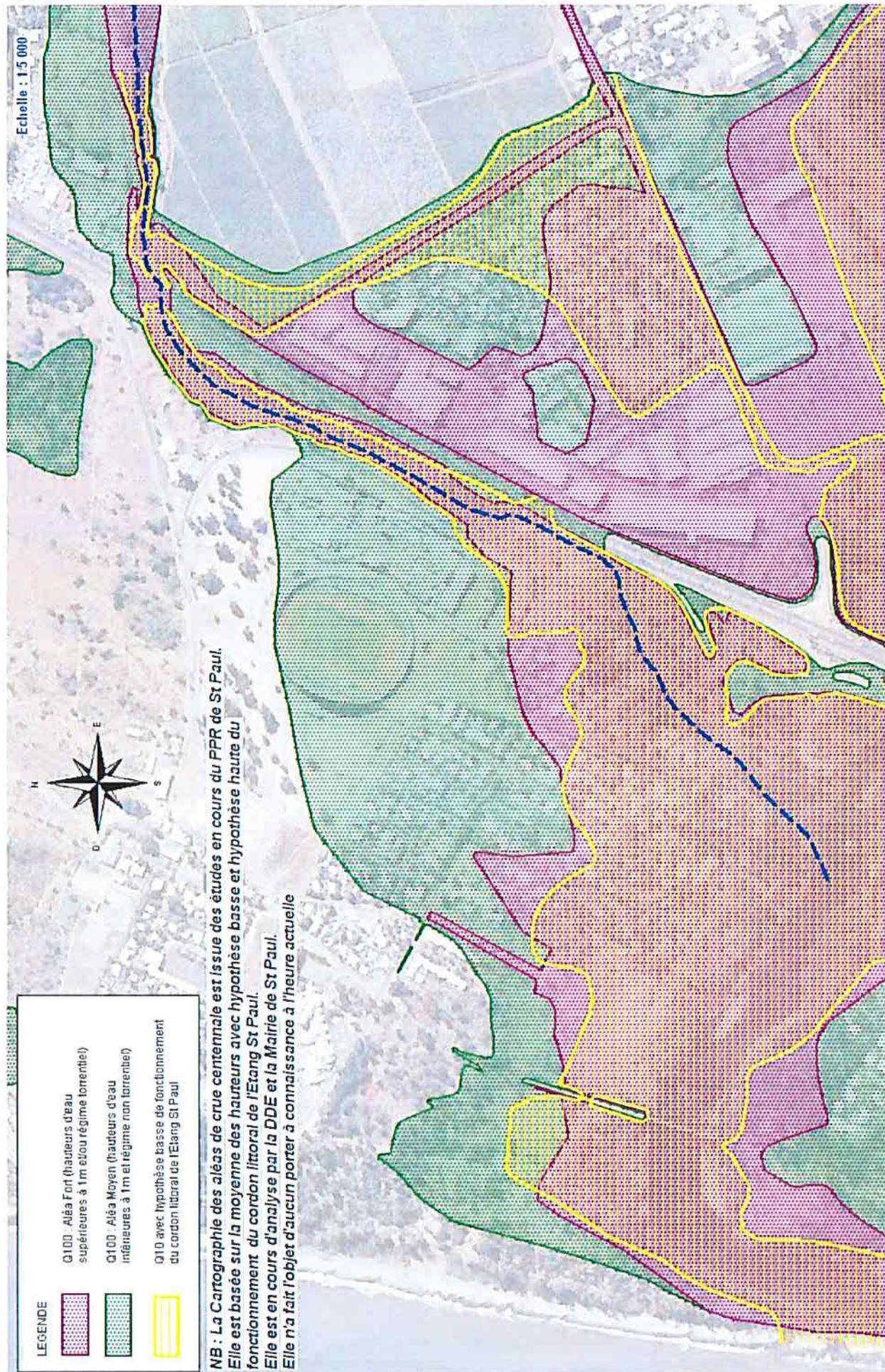
Une dérivation de la Ravine la Plaine ne pourrait pas concerner uniquement l'aval de la RN1 : il est indispensable d'inclure la partie en amont de la RN1 pour sécuriser le quartier de Savannah.

La figure n°11 de la page suivante présente l'inondabilité du secteur

- en crue centennale et avec les hypothèses retenues pour le PPRi de Saint Paul (en cours d'élaboration par SOGREAH) : moyenne des hauteurs d'eau en hypothèse basse et en hypothèse haute de fonctionnement du cordon littoral de l'Etang Saint Paul. **Cette carte d'aléas n'a, à l'heure actuelle, pas fait l'objet d'un porter à connaissance à la mairie de Saint Paul.**

- en crue décennale avec l'hypothèse basse de fonctionnement du cordon littoral de l'Etang Saint-Paul.

Figure 11 - Inondabilité actuelle



5. AMENAGEMENTS PROJETES

L'ensemble des aménagements projetés figurent sur la vue en plan de l'annexe 2.

5.1. PRINCIPES DE CONCEPTION DE LA DERIVATION SUR LE PLAN HYDRAULIQUE EN AVAL DE LA RN1

La réalisation d'une dérivation totale de la Ravine la Plaine correspond à la création artificielle d'une ravine dont le débit de crue centennale dépasse les 300 m³/s. Pour assurer le bon fonctionnement des ouvrages et leur pérennité, les caractéristiques de ces ouvrages doivent s'approcher de ceux d'une ravine naturelle.

5.1.1. DEBOUCHE EN MER

Le débouché en mer de la future dérivation se fait au niveau d'un cordon littoral. Le principe de fonctionnement de ce cordon est décrit ci-après.

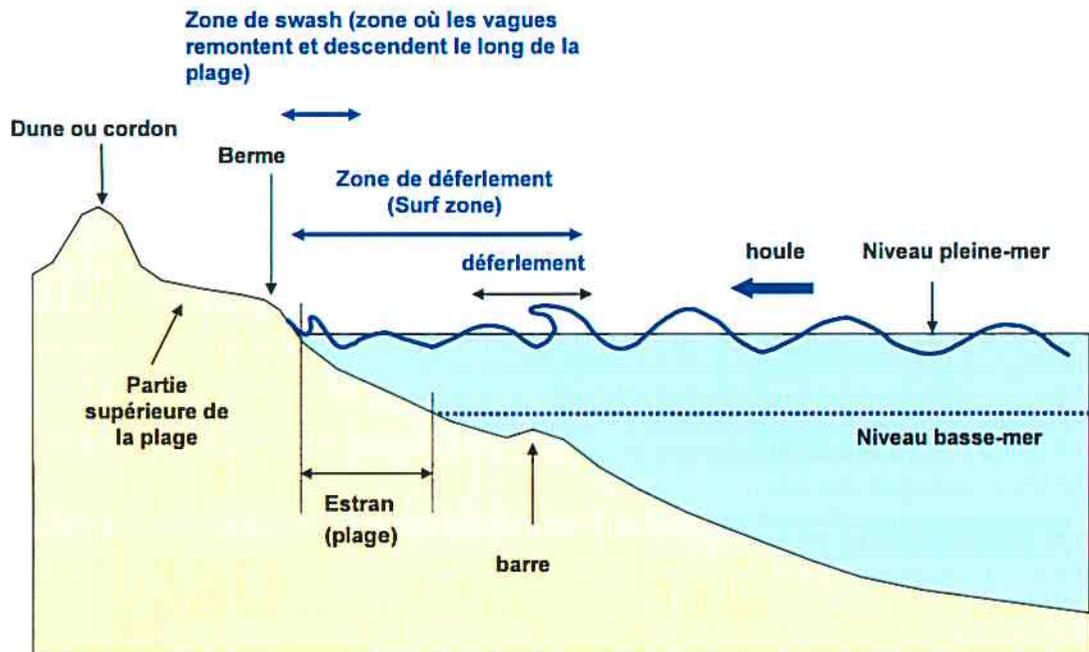
5.1.1.1. GENERALITES SUR LE FONCTIONNEMENT SEDIMENTAIRE DU LITTORAL

PRINCIPES GENERAUX

Selon la nature et les caractéristiques du matériau constituant un littoral, ce dernier réagira différemment sous les actions hydrodynamiques auxquelles il est soumis.

Dans la zone côtière, les mouvements sédimentaires sont dus aux effets des houles, marées, vents (agissant seul ou se superposant les uns aux autres) et aux courants qu'ils engendrent.

D'une façon générale, et comme c'est le cas sur l'ensemble du littoral réunionnais, le facteur prépondérant intervenant dans la dynamique sédimentaire est la **houle**. Cette dernière façonne le littoral et modèle le débouché des rivières.



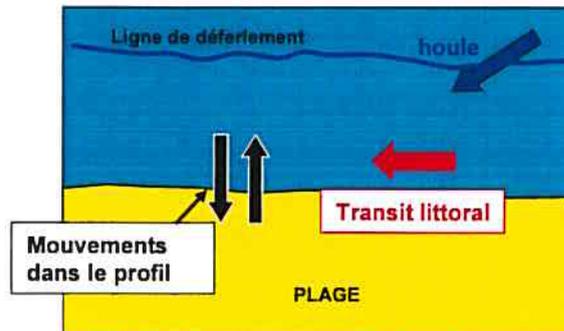
Les houles exercent des actions qui varient tout le long du profil, les sédiments «se trient » pour s'adapter à ces conditions. C'est notamment le cas de la plage avec l'estran (la partie la plus « vivante » du littoral) et de son prolongement à terre que constitue le cordon.

Les triages granulométriques dans le profil se font généralement de telle sorte que :

- ↳ Les matériaux les plus grossiers se trouvent au niveau de la ligne de déferlement (l'énergie des vagues y est dissipée et transformée principalement en turbulence qui remet en mouvement les sédiments),
- ↳ De cette ligne vers la terre il y a d'abord diminution de la granulométrie puis augmentation jusqu'au haut de plage,
- ↳ Au large du déferlement le sédiment s'affine avec l'augmentation de profondeur.

Les mouvements sédimentaires les plus importants se produisent à proximité immédiate du littoral (sur la plage et les petits fonds), c'est-à-dire dans la zone où les vagues déferlent.

MOUVEMENTS DANS LE PROFIL ET TRANSIT LITTORAL



La houle peut se présenter :

- ↳ Soit frontalement au littoral ;
- ↳ Soit de façon oblique.

La houle arrivant frontalement sur la plage occasionne des mouvements et déplacements de sédiments « dans le profil » ; la pente de celui-ci s'adapte aux caractéristiques de la houle :

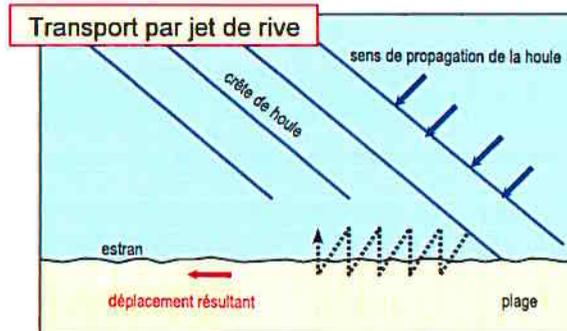
- ↳ Remontée des matériaux vers la haute plage en période de calme relatif (engraissement de l'estran),
- ↳ Départ des sédiments vers le large en période de forte agitation (dégarnissement de l'estran).

Les mouvements dans le profil peuvent entraîner des variations saisonnières importantes au niveau du trait de côte, de la plage et des petits fonds marins ; en général, ils n'engendrent pas d'évolutions à long terme.

Une houle se présentant avec une certaine obliquité par rapport aux isobathes et au rivage génère un transport de matériaux parallèlement au rivage, dans le sens de propagation de la houle (**dérive littorale ou transit littoral**).

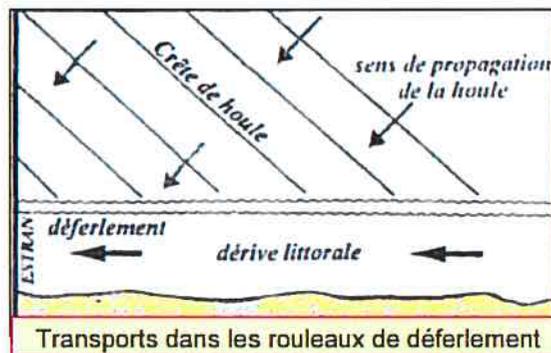
Les mouvements fondamentaux sont de deux types :

- ↳ le transport par jet de rive :
 - Le déferlement arrache le sédiment du fond et le projette lors du « jet de rive » (swash) vers la rive dans le sens et la direction des lames déferlantes,
 - La descente de l'eau sous l'action de la pesanteur ramène le sédiment vers le bas de plage, suivant la direction de la ligne de plus grande pente,
 - Il en résulte un déplacement (par roulement et saltation) en dents de scie qui a une composante parallèle à la côte dans le même sens que la propagation de la houle.



↳ Le transport dans les rouleaux de déferlement :

- Le déferlement des lames obliques à la côte donne naissance à un courant (longshore current, localisé dans la zone comprise entre le déferlement et la côte) parallèle au rivage et dont le sens est celui de la composante suivant le rivage de la célérité des vagues.
- C'est ce courant littoral qui entraîne les matériaux (majoritairement en suspension).



D'après SHEPARD et INMANN, 1950, modifié par HOWA, 1987

Les évolutions à long terme les plus importantes sont généralement engendrées par le gradient (naturel et/ou artificiel) du transit littoral.

Sur un littoral sableux, les transports dans les rouleaux de déferlement représentent la grande part du transit littoral, les remaniements s'effectuant dans le déferlement et jusque par des profondeurs inférieures à 2,5 à 3 fois la hauteur des vagues.

Le transport par jet de rive ne représente qu'une faible partie des transports longitudinaux sur un littoral sableux. **Dans le cas d'un littoral de graviers et galets, il est très important voire prédominant.**

5.1.1.2. LE CORDON LITTORAL DE GALETS

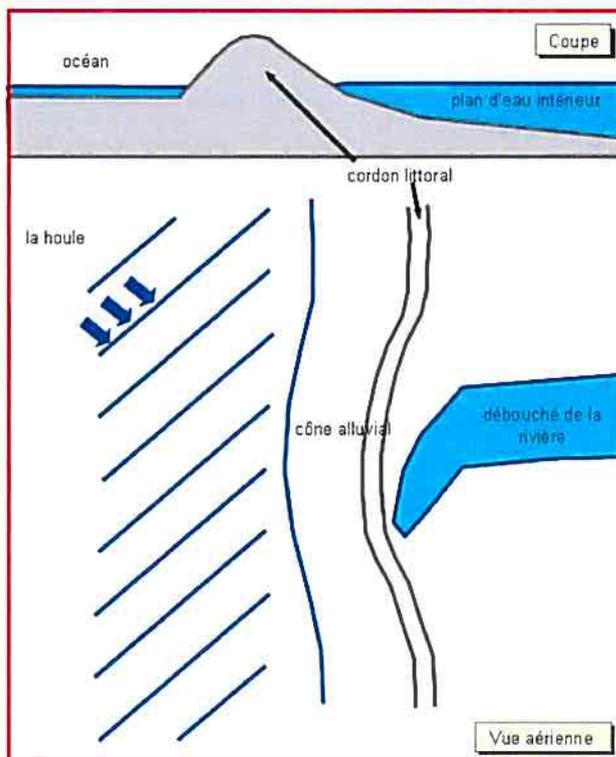
Les mouvements sédimentaires les plus importants se produisent à proximité immédiate du littoral, c'est-à-dire dans la zone où les vagues déferlent.

Comme sur tout littoral de galets, les mouvements de matériaux sont relativement faibles et limités à l'estran et aux petits fonds marins. Ces mouvements sont à l'origine de la construction du cordon.

Quelques remarques générales[‡] :

- ↳ Un littoral de galets subit des remaniements et déplacements sédimentaires surtout au voisinage de l'estran
- ↳ Les galets peuvent se déplacer sur une épaisseur mobile de 0,5 à 0,6 m et parcourir quelques dizaines de mètres par jour au cours de fortes agitations.
- ↳ La hauteur de la crête d'un cordon de galets au dessus du niveau des plus hautes mers est sensiblement égale à la hauteur de la houle au déferlement.

5.1.1.3. LE CORDON LITTORAL AU DEBOUCHE D'UNE RIVIERE

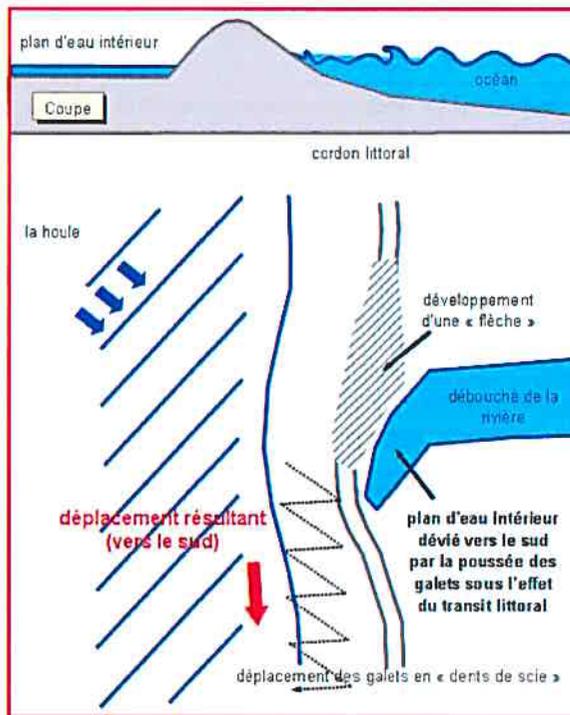


Le littoral est en général relativement rectiligne à l'exception de la zone du débouché de la rivière qui marque une avancée en mer (cône alluvial), avancée plus ou moins prononcée selon les conditions météoro-océanographiques qui ont précédé.

Le débouché de la rivière se termine par un plan d'eau barré par le cordon de galets littoraux, comme par exemple le débouché de la Ravine Etang Saint-Paul.

[‡] Résultats de mesures et observations in situ, en Manche principalement, et en laboratoire

EVOLUTION DU CORDON DE GALETS EN REGIME COURANT



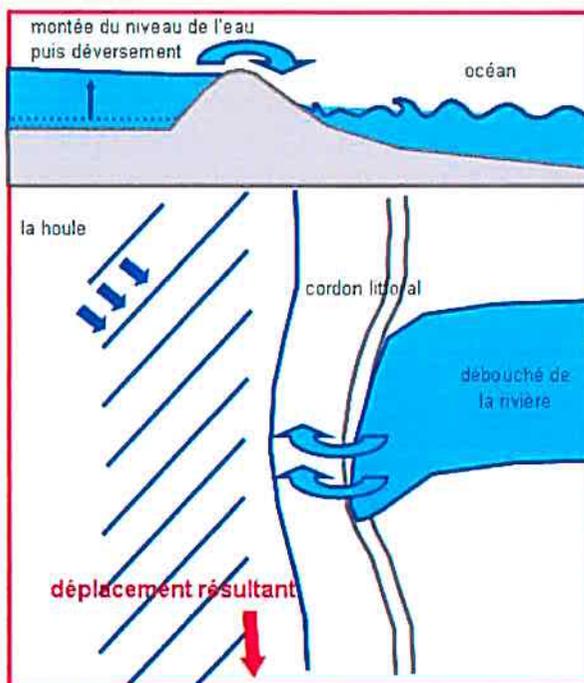
En régime courant (hors périodes pluvieuses significatives), l'activité de la houle et du courant littoral l'emporte sur celle des écoulements de la rivière.

La plage et le cordon de galets s'adaptent aux conditions océaniques et plus précisément aux caractéristiques de l'agitation.

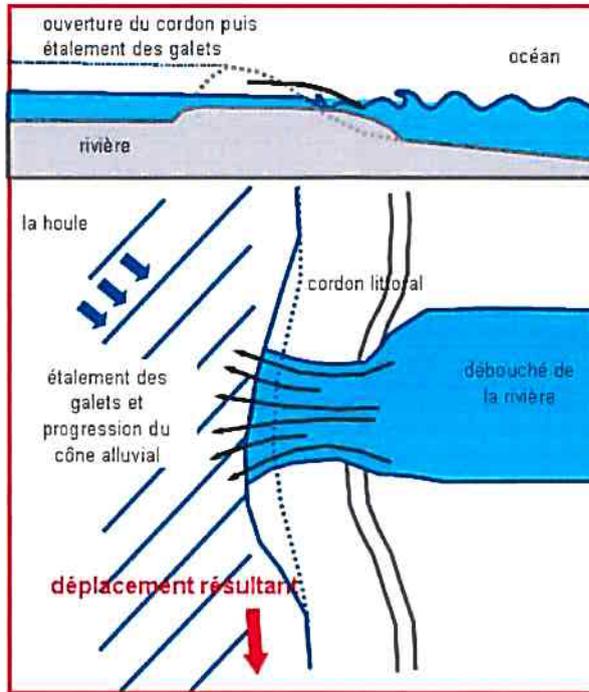
Les houles régnautes :

- Font cheminer les galets (déplacements en dents de scie) avec une résultante des transports plutôt vers le sud,
- Tendent à niveler le cône alluvial (formé à l'occasion d'un événement exceptionnel précédent) et à régulariser le rivage.
- Le cordon littoral s'engraisse et sa crête s'établit autour de 3,5 à 4,5 m NGR (hors point de sortie de l'écoulement d'étiage).

EVOLUTION DU CORDON DE GALETS EN PERIODE DE CRUES



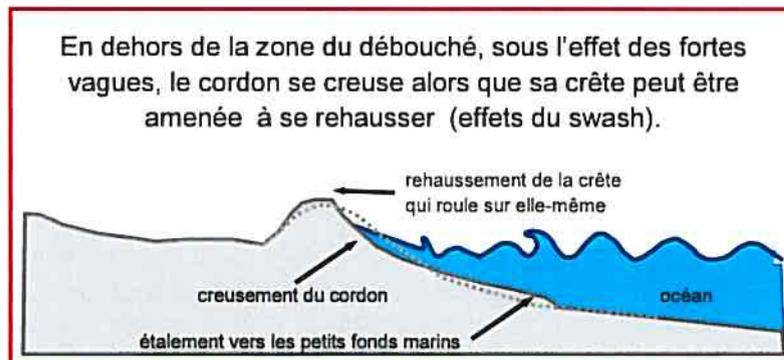
Lors des crues la rivière sort de son lit mineur et le niveau de l'eau monte progressivement jusqu'à atteindre et débord la crête du cordon de galets.



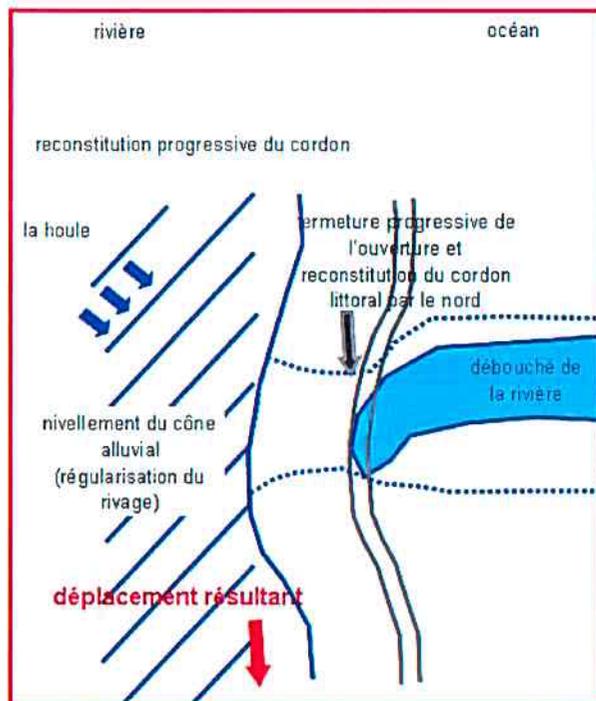
Le déversement de l'eau s'accompagne d'un étalement des galets en crête du cordon. Dès qu'une brèche s'ouvre en haut de cordon, le « barrage » que constitue ce cordon est enfoncé ; un chenal s'établit, permettant à la rivière de s'écouler.

L'importance de ce chenal et la rapidité de son ouverture dépend de la magnitude du débit du cours d'eau et des conditions océanographiques.

Lorsque les épisodes pluvieux s'accompagnent d'un renforcement significatif de la mer (dépression tropicale ou cyclone), la zone du débouché (plage et cordon) est soumise à des actions antagonistes des fortes vagues qui remontent les galets lors du swash et l'écoulement des eaux qui les repoussent.



En dehors de la zone du débouché, sous l'effet des fortes vagues, le cordon se creuse alors que sa crête peut être amenée à se rehausser (effets du swash).



A la fin de la crue, la houle et le courant littoral reforment ensuite le « barrage ».

5.1.1.4. CONSEQUENCES POUR LE DEBOUCHE EN MER DE LA DERIVATION DE LA RAVINE LA PLAINE

Si la Ravine la Plaine possédait un tracé naturel correspondant à celui de la dérivation projetée, donc avec son propre exutoire en mer, elle formerait un court plan d'eau en arrière du cordon littoral. En effet, à l'exutoire, le lit des ravines a tendance à se surcreuser à l'occasion des fortes crues. A la fermeture du cordon littoral après le passage des fortes crues, il subsiste alors un court plan d'eau. Le littoral au niveau du débouché présenterait une légère avancée par rapport à la limite générale de la cote. Enfin, il est probable que le débouché dévie vers le sud à la faveur du transit littoral général.

Nous avons recherché un cas similaire sur l'île de la Réunion, c'est-à-dire un cours d'eau à faible transport solide ayant son propre débouché, dans un secteur de formations alluvionnaires. Cette contrainte géologique limite la recherche aux secteurs des grands cônes de déjection de l'île (Rivière des Galets, Rivière Saint-Etienne, Rivière du Mât, Rivière des Pluies). Le cours d'eau présentant le plus de similitudes est celui de la Ravine à Marquet, en bordure nord du cône de déjection de la Rivière des Galets. Le bassin versant de cette ravine est d'environ 24 km². Les pentes du lit sont similaires comme le montre la figure n°12 suivante.

Sur la photo aérienne de la figure n°13 ci-après, on peut évaluer la longueur du plan d'eau formé par la Ravine à Marquet lors du passage des fortes crues (cordon végétal) à 280 m environ depuis la fin de l'estran côté forêt.

En amont de ce plan d'eau, la pente d'équilibre du lit s'établit.

Figure n°12– PROFILS EN LONG COMPARES DE LA RAVINE A MARQUET
ET DE LA RAVINE LA PLAINE

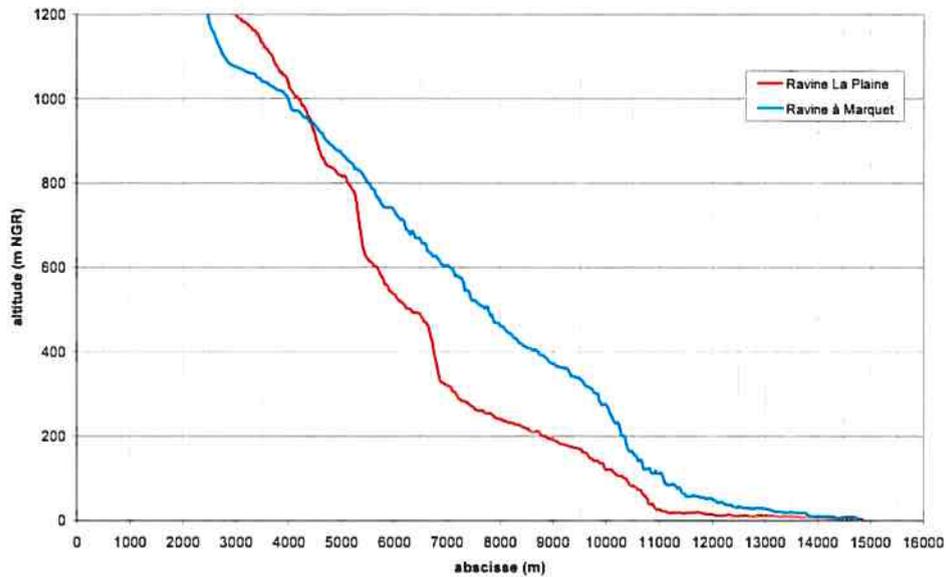
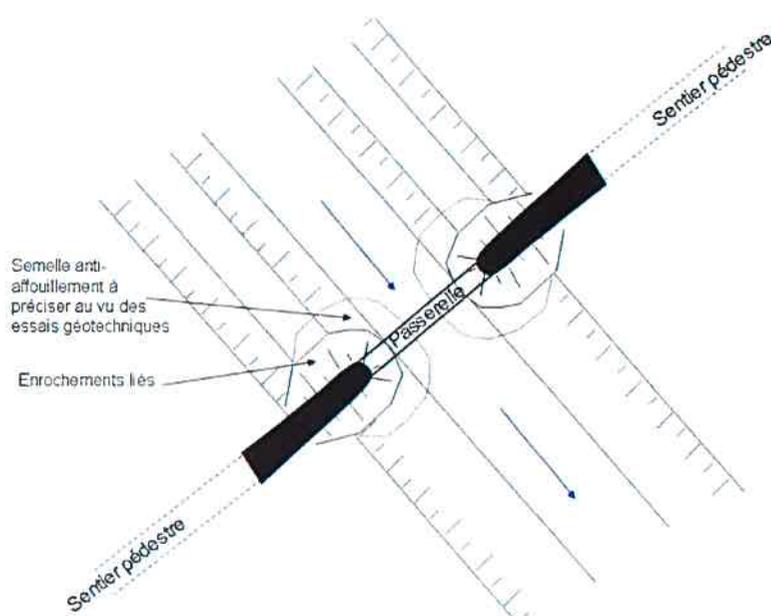


Figure n°13 – DEBOUCHE DE LA RAVINE A MARQUET ET CONFIGURATION ESTIMEE
DE L'EXUTOIRE DE LA DERIVATION DE LA RAVINE LA PLAINE



Afin de fixer la mobilité du lit dans des limites acceptables à proximité du débouché, il est proposé la réalisation d'un point dur environ une centaine de mètres en amont du littoral (épis en enrochements, culées d'un ouvrage de franchissement, passerelle piétonne par exemple). Ce positionnement permet d'être le plus proche possible du littoral en évitant toutefois un contournement de ce point dur en amont.

Figure n°14 – EXEMPLE DE FIXATION DU DEBOUCHE DE LA DERIVATION
PAR UNE PASSERELLE PIETONNE



De plus, il a pu être observé que la migration de l'exutoire de la Ravine Etang-Saint-Paul vers le *sud* était également liée à la végétalisation et à la consolidation de la zone située immédiatement au *nord* de l'exutoire.

Un entretien mécanique préventif immédiatement au *nord* du futur exutoire pourrait donc être bénéfique à une limitation de la migration de l'exutoire sur le secteur défini sur la vue en plan de l'annexe 2. Cet entretien consistera à s'assurer que la rive droite du nouvel exutoire ne se consolide pas.

Notons que les récents événements du cyclone Gamède et de la forte houle de mai 2007 ont montré que la réalisation d'une digue au *sud* de l'exutoire (comme celle qui avait été réalisée pour la Ravine Etang Saint-Paul suite au cyclone DINA de 2002) avait peu d'efficacité sur la stabilisation de l'exutoire (digue rapidement détruite).

5.1.2. PROFIL EN LONG ET IMPLANTATION DU TRACE

Même si la Ravine la Plaine connaît un faible transport solide pendant les crues, ce transport n'est pas inexistant. En l'absence de formations rocheuses non érodables dans

le lit, la pente adoptée par la ravine est celle lui permettant d'assurer vers l'aval le transport des matériaux en provenance de l'amont.

Si l'on donne à la dérivation une pente trop forte, le lit va s'abaisser pour retrouver sa pente naturelle (érosion). Si au contraire la pente du projet est trop faible, il y a risque de dépôt de matériaux et d'exhaussement du lit, donc diminution de la capacité hydraulique de l'ouvrage.

La géométrie (pente, section) de base de la dérivation de la Ravine la Plaine sera inspirée de celle de la ravine actuelle en aval de la RN1 :

- ↳ La pente de cette dernière varie entre 0,4 à 0,5 % sur les 600 premiers mètres, puis entre 0,25 et 0,3 % jusqu'au radier du quartier Jacquot.
- ↳ La section est telle que le lit mineur déborde pour une fréquence légèrement inférieure à 10 ans en partie amont, et de façon plus fréquente en partie aval.

Par ailleurs, la pente du fond du lit de la dérivation est imposée par :

- La cote du fond du lit actuel en aval de l'ouvrage de la RN1, à savoir 4,90 m NGR ;
- La cote 0 m NGR qui doit être atteinte en amont immédiat de la zone d'influence de la mer sur l'exutoire. La longueur de cette zone d'influence correspond au secteur de formation du court plan d'eau évoqué au § 5.1.1.4.

Nous avons évalué cette distance par analogie avec la Ravine à Marquet à 280 m environ en amont du cordon littoral actuel.

- La longueur du tracé de la future dérivation qui est le seul paramètre sur lequel on puisse jouer pour obtenir la pente souhaitée (hors la création de seuils) ; plus le tracé est sinueux, plus la longueur du tracé est longue et la pente faible.

Pour respecter la similitude avec la pente actuelle de la ravine en aval de la RN1, deux tracés sont proposés dans un premier temps :

- ✓ Un tracé allongé, plus sinueux, de pente 0,5 % et de longueur 1 420 m environ, en lien avec le plan masse de l'aménagement de la zone de Cambaie ;
- ✓ Un tracé plus direct, de pente 0,54 % et de longueur 1 340 m environ.

Les deux tracés sont présentés sur la figure n°15 de la page 49 et sur la vue en plan de l'annexe 2.

Les profils en long correspondants du fond du lit de la dérivation figurent sur le plan n°2 joint en annexe 1.

Le tracé allongé (plus sinueux) présente une pente plus proche de celle observée sur la ravine actuelle en aval de la RN1.

Par ailleurs, le tracé allongé devrait permettre une meilleure intégration des futurs projets d'urbanisation de la plaine Chabrier.

Les deux tracés permettent de faire transiter une crue centennale dans le futur lit pour peu que la section hydraulique soit dimensionnée en conséquence.

Par conséquent, nous préconisons de retenir le tracé allongé de caractéristiques :

↳ Pente à 0,5 % ;

↳ Longueur du lit en aval de la RN1 de 1 420 m environ.

5.1.3. SECTION D'ECOULEMENT

PRINCIPES DE CONCEPTION

Une fois la pente du lit imposée par le tracé retenu, la section du futur lit a été établie selon les critères suivants :

- ↳ Permettre de faire transiter une crue centennale ($Q_{100} = 360 \text{ m}^3/\text{s}$) avec une revanche de 1 m ;
- ↳ Conserver un débordement du lit mineur pour des crues supérieures à la crue décennale (cas actuel : $Q_{10} : 144 \text{ m}^3/\text{s}$) ;
- ↳ Permettre des aménagements paysagers (présence de risbermes) ;
- ↳ Présenter des pentes de talus acceptables pour des protections en enrochements ou douces (végétalisations). On retiendra un fruit de 2h/1v pour le lit mineur et un fruit de 3h/1v pour le lit majeur ;
- ↳ La profondeur totale du lit est imposée par le tracé du fond du lit (pente) et l'élévation du terrain naturel actuel. Elle est proche de 5 m sur la totalité du tracé (hors exutoire) ;
- ↳ On propose une largeur en fond de lit de 20 m, largeur tout à fait compatible avec la ravine actuelle en amont de la RN1 au-delà du secteur à recalibrer.

SECTION TRAPEZOIDALE AVEC RISBERMES

Avec la formule de Manning-strickler et en retenant des coefficients de rugosité de 25 pour le lit mineur et de 15 pour le lit majeur, la section suivante est proposée (cf. figure n°16 page 51).

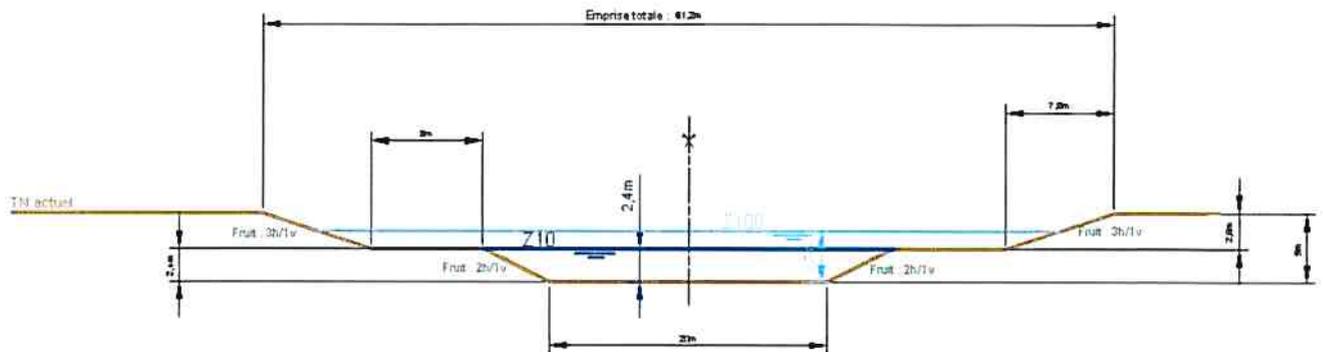
Elle présente les caractéristiques suivantes :

- ↳ Lit mineur de section trapézoïdale, de largeur 20 m au fond, avec des berges de fruit 2h/1v et, une profondeur de 2 m 40 ;
- ↳ Présence de risbermes de part et d'autre du lit mineur de 8 m de large ;
- ↳ Talus du lit majeur présentant des fruits de 3h/1v et hauteur de talus de l'ordre de 2 m 60 (à ajuster en fonction de la cote du terrain naturel, la profondeur du lit étant imposée).

L'emprise totale correspondante est de 61,20 m.

Cette section pourra être adaptée à l'exutoire. Elle convient également pour une pente plus faible (de l'ordre de 0,4 %), ce qui pourrait être le cas une fois la redéfinition de l'ouvrage de la RN1 réalisée.

Figure n°16 – SECTION TYPE DE LA DERIVATION POUR UN CHENAL TRAPEZOÏDAL A RISBERMES



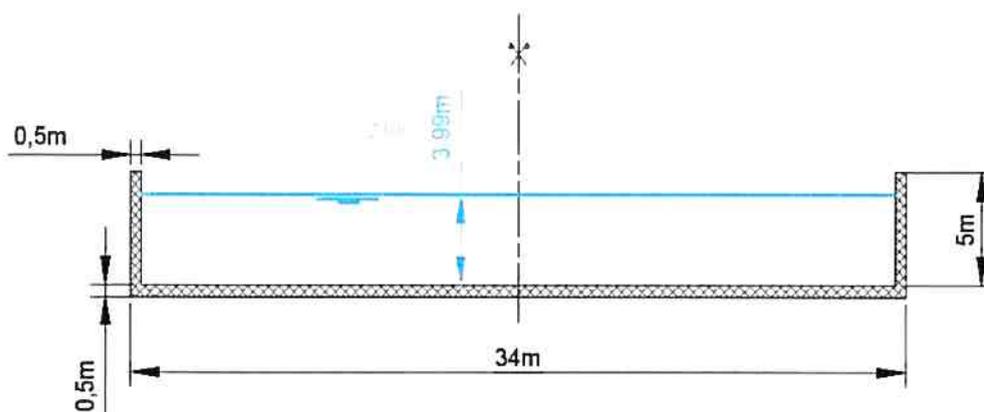
Les vitesses en crue centennale sont évaluées à 3,5 m/s.

SECTION D'UN CANAL RECTANGULAIRE EN BETON ARME

L'emprise de la section précédente étant relativement importante, on a recherché également quelle serait la section nécessaire pour un canal en béton armé rectangulaire.

Pour un coefficient de Strickler de 75 (couramment adopté pour ce type de canal), et avec la contrainte de la pente (0,5 à 0,54 %) et de la profondeur du canal (environ 5 m), la largeur nécessaire est de 33 m pour permettre une revanche de 1 m. Les vitesses calculées avec la formule de Manning Strickler seraient alors de l'ordre de 6,9 m/s. La figure ci-après présente les caractéristiques de la section d'un tel canal.

Figure n°17 – SECTION TYPE DE LA DERIVATION POUR UN CANAL RECTANGULAIRE EN BETON ARME



PARTI PRIS POUR LA SECTION

Les deux sections proposées permettront de faire transiter une crue centennale. L'emprise du canal en béton représente un peu plus que la moitié de l'emprise trapézoïdale.

Toutefois il est important de noter :

- ↳ Que la solution canal en béton armé double les vitesses de crue centennale (7 m/s) au lieu de 3,5 m/s. La solution canal béton nécessite une emprise importante pour réaliser la dissipation de l'énergie en extrémité aval de l'ouvrage ;
- ↳ Que la section trapézoïdale à risbermes permet des aménagements paysagers (voir § 6) alors que la section canal en béton armé ne permettra aucun aménagement paysager ;
- ↳ Que la section trapézoïdale permet une souplesse importante au niveau du positionnement du lit mineur : elle permet, avec un tracé relativement rectiligne, de préserver une sinuosité du lit mineur dans le lit majeur.
- ↳ Au contraire, le canal en béton impose un tracé totalement rectiligne ;
- ↳ En termes de coût, la solution canal en béton armé est 3 à 4 fois plus chère que le chenal avec aménagement paysager (cf. tableau d'estimation des coûts § 7 de la page 131).

C'est donc la section trapézoïdale à risbermes que nous préconisons.

5.1.4. REGIME D'ÉCOULEMENT ET VITESSES

Afin d'estimer les conditions d'écoulement dans le futur lit et afin de dimensionner les ouvrages éventuels (recalibrage de l'ouvrage de la RN1, rétablissement éventuel de la route d'accès au quartier Jacquot et de la route littorale, cordon littoral), une dérivation simplifiée a fait à ce stade l'objet d'une modélisation hydraulique numérique avec le logiciel HEC-RAS (version 4.0). Elle présente les caractéristiques principales suivantes :

- ↳ Section d'écoulement telle que définie en figure n°16 page 51 ;
- ↳ Pente de 0,43 % cette pente tient compte d'un abaissement du fil d'eau à l'extrémité amont consécutive à la réalisation d'un nouvel ouvrage hydraulique pour la RN1. Elle a aussi été choisie pour être proche de la pente actuelle et sécuritaire par rapport aux pentes potentielles de la dérivation (une pente supérieure impliquant des hauteurs d'eau inférieures pour une section semblable) ;
- ↳ Coefficients de rugosité de Strickler de 25 pour le lit mineur et 15 pour le lit majeur.

Avec ces hypothèses, les caractéristiques de l'écoulement sont les suivantes :

*Tableau n°08- CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE L'ÉCOULEMENT DANS LA DERIVATION
(PREMIERE APPROCHE)*

Période de retour de la crue	Hauteur d'eau (m)	Hauteur de charge (m)	Régime d'écoulement	Vitesse moyenne lit mineur (m/s)	Vitesse moyenne lit majeur (m/s)
10 ans	2,4	2,8	Fluvial	2,5	0,1
30 ans	3,1	3,6	Fluvial	3,1	0,7
100 ans	3,7	4,2	Fluvial	3,5	1,0

Les vitesses atteintes en lit mineur nécessiteront des protections de berges à préciser (par exemple enrochements libres d'un diamètre de 0,3 à 0,7 m selon les sollicitations).

Rappelons que pour un canal en béton armé, les vitesses moyennes seraient de l'ordre de 6,9 m/s pour une hauteur d'eau en crue centennale de 4,0 m.

5.1.5. INFLUENCE HYDRAULIQUE DU DEBOUCHE EN MER

Le débouché en mer est simulé sous la forme d'un déversoir à la cote 1 m NGR représentant le cordon littoral pendant la crue, avec influence de la houle.

La cote de 1 m NGR correspond à l'hypothèse haute de fonctionnement du cordon littoral de la Ravine Etang Saint-Paul retenue lors des études hydrauliques du projet de Tram-Train régional (cf. réf. /2/).

La simulation HEC-RAS réalisée montre des niveaux d'eau maximaux en extrémité aval de la future dérivation de l'ordre de 3,80 m NGR et des niveaux de charge de l'ordre de 4,1 m NGR. Selon la topographie disponible, ces niveaux n'engendrent pas de débordement hors de la section de la dérivation. Ce point sera à confirmer avec la topographie précise du site.

5.1.6. INFLUENCE HYDROGEOLOGIQUE DU DEBOUCHE EN MER

Au niveau du débouché, les sondages géotechniques à réaliser en phase projet permettront de mieux connaître la profondeur de la nappe des sables appartenant au complexe aquifère de la rive droite de la Rivière des Galets.

Toutefois les deux puits de l'ONF situés de part et d'autre de l'exutoire de la future dérivation donnent des indications sur les hauteurs de la nappe :

- ↳ En rive gauche de l'exutoire (puits n°4) on observe les hauteurs d'eau suivantes :
 - Situation basses eaux 0,85 m NGR ;
 - Situation des hautes eaux 0,95 m NGR ;
- ↳ En rive droite de l'exutoire (puits n°3) on observe les hauteurs d'eau suivantes :
 - Situation basses eaux 0,50 m NGR ;

➤ Situation hautes eaux 1,70 m NGR.

La nappe affleurerait donc très probablement au niveau de l'exutoire.

Toutefois étant donné qu'aucun pompage ne sera réalisé dans la future dérivation, la future ravine provoquera une pression hydraulique supplémentaire sur la nappe alluviale. Aucune remontée du biseau salé n'est donc à envisager.

Celle-ci pourrait en effet être préjudiciable à l'irrigation de la bande de forêt littorale de l'ONF.

Ce point sera toutefois vérifié plus précisément en phase projet sur la base des levés géotechniques réalisés.

5.1.7. CARACTERISTIQUES D'UN OUVRAGE TYPE DE FRANCHISSEMENT

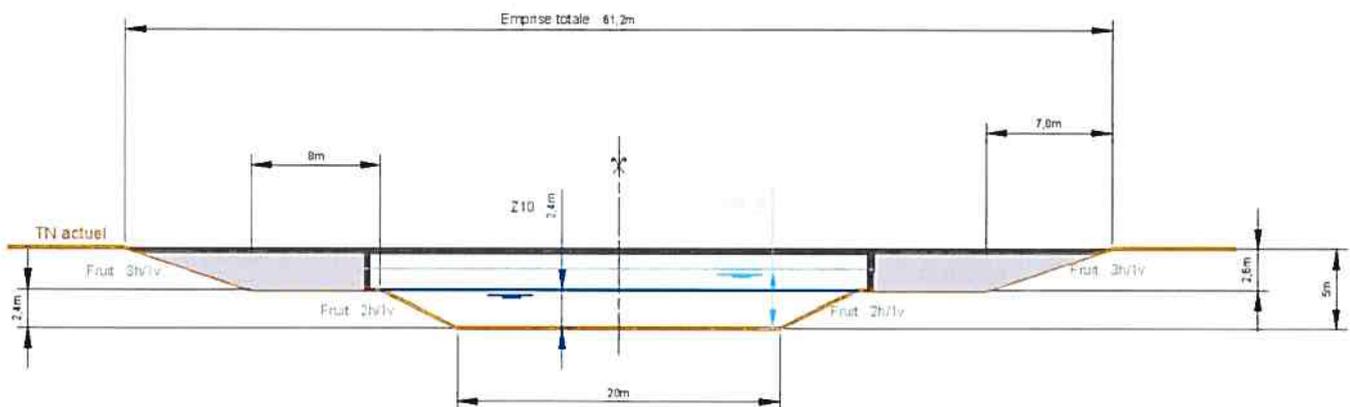
Le tracé de la future dérivation (tracé retenu) coupe deux routes :

- ↳ La route d'accès au quartier Jacquot issue de la RN1 et qui longe la Plaine Chabrier par le sud ;
- ↳ La route littorale en bordure de forêt domaniale.

Afin d'envisager le rétablissement de l'une ou des deux routes, le modèle hydraulique numérique simplifié de la dérivation a été utilisé pour inclure un ouvrage de franchissement d'une largeur de 12 m.

Pour un fonctionnement satisfaisant en crue centennale, la section de l'ouvrage doit avoir au moins les dimensions suivantes : $L = 30$ m, $H = 4,60$ m (soit une ouverture de 138 m²). La coupe type correspondante figure ci-dessous.

Figure n°18 – SECTION TYPE DE LA DERIVATION AU DROIT D'UN OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT



5.2. AMENAGEMENTS SUR LA RAVINE LA PLAINE EN AMONT ET AU DROIT DE LA RN1

5.2.1. PRINCIPES GENERAUX D'AMENAGEMENT

La capacité du lit en amont de la RN1, le point bas en rive gauche en amont immédiat de la RN1 et la capacité de l'ouvrage hydraulique actuel de la RN1 entraînent aujourd'hui, à partir d'une période de retour environ décennale, un débordement vers le secteur de Savannah et par-dessus la RN1. Ce débordement représente, pour une crue centennale, des aléas d'inondation très élevés et potentiellement destructeurs pour le secteur de Savannah.

Il est donc nécessaire que l'aménagement de la Ravine la Plaine comporte des travaux visant à supprimer ces aléas pour une crue centennale. Etant donné le coût important d'une réfection partielle ou totale de l'ouvrage de la RN1, le Maître d'Ouvrage a souhaité que soient proposées une solution avec l'ouvrage existant et une solution avec l'ouvrage reconstruit.

Etant donné la configuration topographique actuelle et le contexte environnementale (berge de rive gauche plus haute que la berge rive droite et berge rive gauche fortement boisée par rapport à la rive droite), le recalibrage recherché a porté essentiellement sur la rive droite, en prêtant attention à conserver l'inondabilité de la terrasse basse agricole en rive droite à la sortie des gorges. Celle-ci joue en effet un rôle écrêteur de crue non négligeable : Sa superficie est de 26 ha environ pour des hauteurs d'eau en crue centennale de 4m en moyenne dans la plaine d'inondation de rive droite, soit un volume stocké d'environ 1,1 Mm³ en crue centennale.

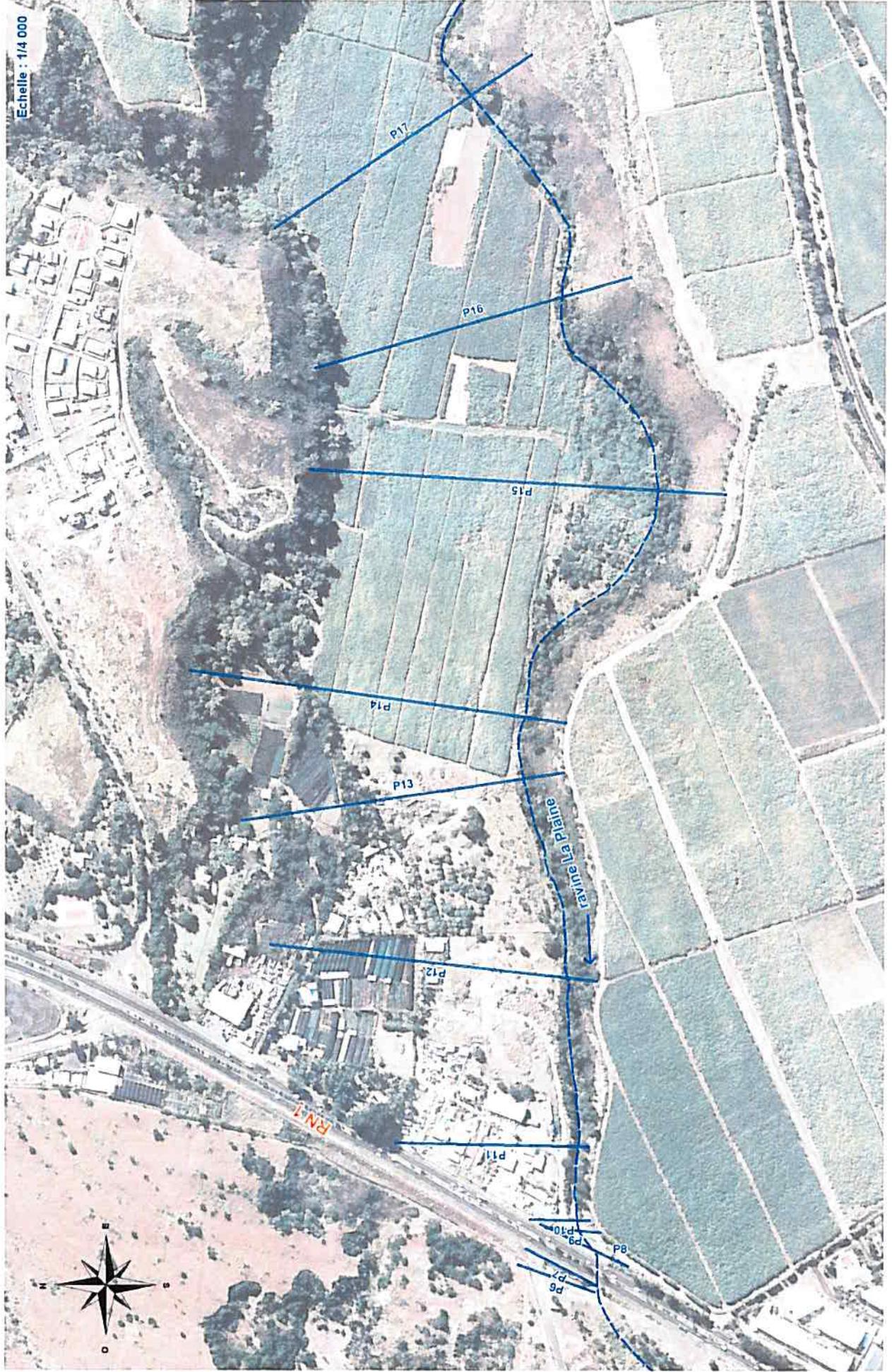
Enfin les simulations visent également à déterminer l'impact du radier en amont immédiat de la RN1 et à envisager sa suppression ou sa conservation.

5.2.2. MODELISATION HEC-RAS EN AMONT DE LA RN1

Afin d'affiner l'emprise des secteurs inondés en amont de la RN1 et de définir les aménagements nécessaires pour éviter les débordements des zones inondées en crue centennale sur ce secteur, la modélisation numérique sous HEC-RAS utilisée pour l'aval de la RN1 (cf. § 5.1.4) a été complétée avec la topographie levée en amont de la RN1 en mars 2008 et en considérant le chenal de dérivation proposé en aval de la RN1.

Les 17 profils en travers du modèle HEC-RAS sont présentés sur la figure suivante.

Figure 19 - Localisation des profils en travers du modèle hydraulique



La modélisation a été faite en régime permanent. Les différents scénarios testés ont porté sur l'inondabilité du secteur amont de la RN1 une fois la ravine déviée en aval :

- ↳ Avec le pont actuel de la RN1, sans modification de la ravine en amont puis avec recalibrage de la ravine et avec reprise du profil en long (suppression du radier) ;
- ↳ Avec le pont de la RN1 repris (ouverture identique à celle de l'ouvrage de franchissement type présenté sur la figure n°18, page 55, sans modification de la ravine en amont, puis avec recalibrage de la ravine et enfin avec reprise du profil en long.

Les conclusions de ces modélisations sont présentées dans les deux paragraphes suivants et sont illustrées par la figure n°22 page 64 et la figure n°23 page 65.

5.2.3. RECALIBRAGE EN AMONT DE LA RN1 AVEC CONSERVATION DE L'OUVRAGE ACTUEL DE LA RN1

L'ouvrage actuel de la RN1 présente une section de passage de l'ordre de 48 m² (L = 12 m x H= 4 m environ) soit bien inférieure à la section donnée à un ouvrage type sur la dérivation pour le passage de la crue centennale (138 m²).

- ↳ Les simulations en état actuel avec ravine dérivée en aval du pont de la RN1 donnent des résultats très semblables aux simulations sans dérivation de la ravine en aval du pont (cf. figure n°22 page 64). Le pont de la RN1 est le point limitant quel que soit le débit que l'on puisse faire transiter en aval.

Un élargissement du lit mineur avec une section adaptée aux habitations existantes (emprise limitée en amont du pont) et celle définie en aval du pont de la RN1 (60 m pour la largeur de plein bord) a été envisagé.

Cette section présente les caractéristiques suivantes :

- ↳ Section trapézoïdale ;
- ↳ Conservation de la berge de rive gauche sur l'ensemble des profils mais rehaussement en amont immédiat du pont (secteur du radier) ;
- ↳ Fruit de la berge de rive droite à 3 H/ 2 V ;
- ↳ Largeur au miroir (plein bord) comprise entre 33 m (au profil P9, proche du pont) s'élargissant progressivement à 60 m (au profil P13, fin du recalibrage) ;
- ↳ Largeur au fond comprise entre 18 m (profil P9) et 45 m (profil P13) ;
- ↳ Recalibrage du profil P7 au profil P13 soit sur 500 m environ.
- ↳ Le profil en long actuel de la ravine en amont du pont ainsi que le radier ont été conservés dans un premier temps (**scénario 1**).

Dans ce scénario, le lit recalibré ne contient pas la crue décennale en amont du pont (rive gauche et droite) ni en rive droite en amont (zone d'expansion de crues). Pour contenir la crue centennale, les merlons sont nécessaires en haut de berge rive droite (hauteur comprise entre 2 m et 3,5 m) et en rive gauche au niveau du radier (hauteur comprise entre 2,5 et 4 m soit une cote supérieure à celle de la RN1 ce qui n'est pas envisageable).

Une digue doit également empêcher la surverse sur la RN1 au niveau de l'ouvrage, qui fonctionnera en charge.

↳ Un scénario supplémentaire (**scénario 2**) a été réalisé sur la base du scénario 1 (pont actuel, recalibrage de P7 à P13 en rive droite et reprise de la berge rive gauche en amont du pont de la RN1) en reprenant le profil en long entre les profils P7 et P14. La pente est alors augmentée à une même valeur que celle de la dérivation en aval : 0,43 %. Cette reprise implique une suppression du radier.

Dans cette configuration, la crue décennale est contenue dans le lit recalibré. En revanche on observe des débordements en crue trentennale en rive gauche (amont du pont) et en rive droite (ensemble du secteur d'expansion de crues).

Des merlons seraient nécessaires pour contenir la crue centennale : en rive droite de 1,7 à 3 m et en rive gauche de 2,5 à 3,5 m. De tels merlons ne sont pas acceptables. Une digue doit également empêcher la surverse sur la RN1 au niveau de l'ouvrage, qui fonctionnera en charge.

L'influence d'une reprise du profil en long sur l'abaissement des lignes d'eau est faible.

En conclusion, il apparaît qu'avec le pont actuel, un recalibrage du lit (section et profil en long) compatible avec l'occupation actuelle des sols sera insuffisant pour contenir la crue centennale et protéger les habitations situées en amont du pont.

5.2.4. RECALIBRAGE EN AMONT DE LA RN1 AVEC RECONSTRUCTION DE L'OUVRAGE ACTUEL DE LA RN1

Une série de scénarios a alors été modélisée en considérant une reprise du pont de la RN1. Les caractéristiques de franchissement pour l'ouvrage de la RN1 sont les suivantes (voir *Annexe 2* pour la coupe correspondante):

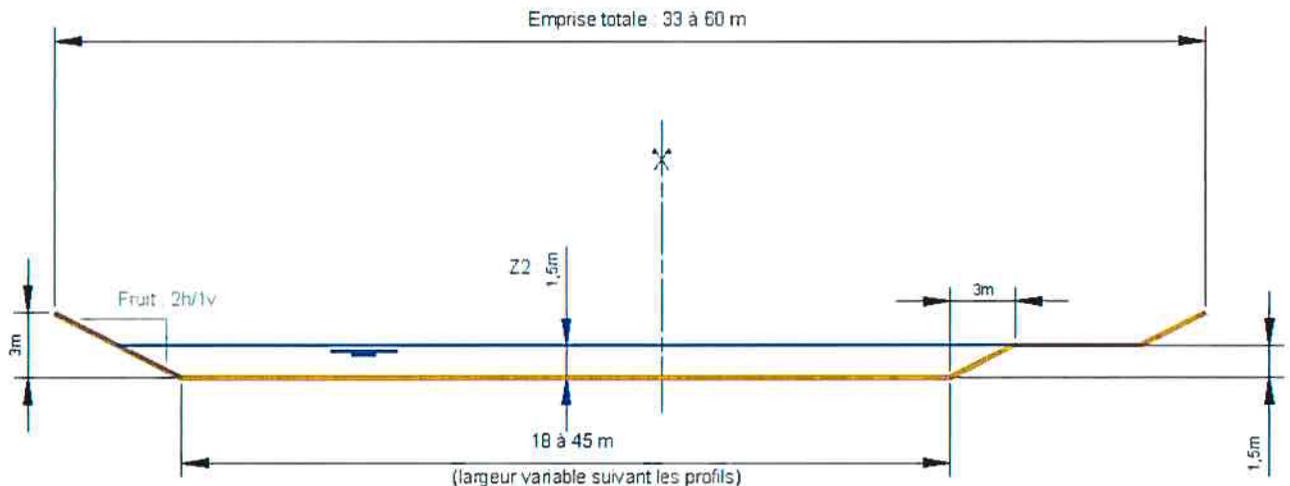
↳ Largeur entre culées : 30 m ;

↳ Hauteur entre fond du lit et sous poutre : 4,6 m.

Cet élargissement se ferait vers le *nord* (voir vue en plan de l'annexe 2).

↳ Dans le **scénario 3**, le recalibrage présenté dans le scénario 2 (section trapézoïdale, recalibrage de P7 à P13, reprise du profil en long du fond du lit) a été repris en mettant également en place une risberme de 6 m de large en rive droite calée sur la crue biennale.

Figure n°20– SECTION TYPE DE RECALIBRAGE EN AMONT DU PONT DE LA RN1



La crue centennale est contenue totalement dans le lit mineur recalibré. Le nouveau pont de la RN1 permet une revanche de près de 1 m sur la ligne de charge centennale.

↳ Un scénario supplémentaire a alors été réalisé afin de limiter les volumes de déblai (**scénario 4**).

La section de recalibrage est identique à celle présentée dans le scénario 3 mais celui-ci ne concerne que les profils P7 à P11 (soit 100 m environ).

La crue centennale est alors contenue dans le lit mineur sur le secteur recalibré en amont du pont (P7 à P11) et la revanche de 1 m sur la ligne de charge est conservée au niveau du nouveau pont.

En revanche les terrasses non habitées et les terrains agricoles amont rive droite sont inondés avec des cotes légèrement plus basses que l'état actuel, assurant leur rôle de zone d'expansion de crue et de ralentissement des écoulements.

Les cotes atteintes au profil P12 et P13 sont respectivement 11,00 et 12,25 m NGR. Elles impliqueraient éventuellement la mise en place de merlons de faible hauteur pour ceinturer les habitations de l'Affouche (merlons de hauteur inférieure à 1 m voire inférieures à 50 cm).

En conclusion, il serait envisageable de prévoir les aménagements du **scénario 3** (recalibrage sur 500 m et reprise du profil en long, soit un volume de déblais de 70 000 m³) ou du **scénario 4** (recalibrage sur 100 m et reprise du profil en long, soit un volume de déblais de 12 à 15 000 m³).

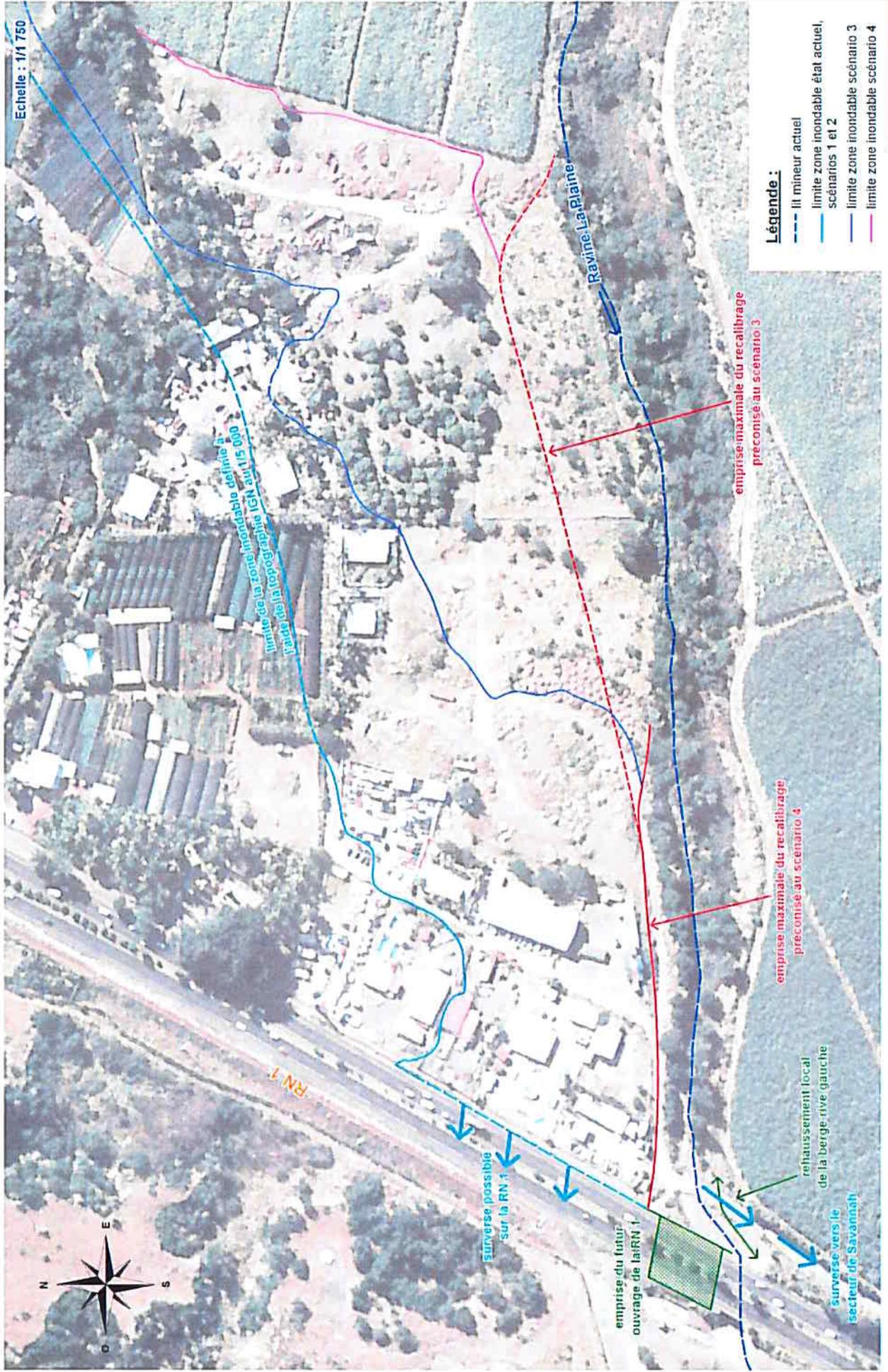
La *Figure n°22* ci-après présente les lignes d'eau des différents scénarios et le fond du lit actuel et repris.

La *Figure n°23* présente les zones inondables en crue centennale et décennale dans le cas du scénario 4 (donc avec pont de la RN1 reconstruit) selon les mêmes hypothèses que la figure n°11 : moyenne des hypothèses basses et hautes du cordon littoral de l'Etang Saint Paul pour la crue centennale et hypothèse basse pour la crue décennale.

Avec conservation du pont actuel, ceux-ci permettraient une **amélioration** du fonctionnement en crue centennale, et des débordements n'apparaissant qu'au-delà de la crue décennale. L'emprise des aménagements figure sur la vue en plan de l'annexe 2.

Lorsque le pont sera repris, ces aménagements permettront un fonctionnement optimal pour la crue centennale sans inondation des terrains habités (ni vers Savannah, ni en rive droite en amont du pont). Dans ces deux scénarios, la berge de rive gauche au droit du radier sera reprise et rehaussée nécessitant une suppression du radier. Celui-ci pourra être remplacé par un ouvrage de franchissement pour permettre l'accès à l'amont rive droite du pont. Notons que des aménagements de la voirie située au *nord* de ce secteur permettraient également de s'affranchir facilement d'un nouvel ouvrage de franchissement (raccord entre la voie d'accès à l'Affouche issue de la RD2 et la voie située en rive droite de la Ravine la Plaine).

Figure 21 - Positionnement du projet de recalibrage et extension des zones inondables



5.2.5. INONDABILITE POUR LE SCENARIO 4 AVEC PONT ACTUEL (SCENARIO 4 BIS)

Afin d'estimer l'inondabilité « résultante » en amont de la RN1 dans le cas d'un recalibrage type scénario 4 (recalibrage sur 100 m et reprise du profil en long) mais sans que le pont n'ait encore été refait, un scénario supplémentaire a été réalisé (scénario 4 bis).

Celui-ci indique que la zone inondable reste globalement similaire à celle de l'état actuel. Les hauteurs d'eau sont diminuées de 20 à 30 cm en rive droite. La rive gauche ne déborde plus du fait du recalibrage de cette rive au niveau du radier.

COMMUNE DE SAINT-PAUL
 AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
 RAPPORT D'AVANT-PROJET

Figure n°22 – LIGNES D'EAU DE CRUE CENTENNALE EN AMONT DU PONT DE LA RN1

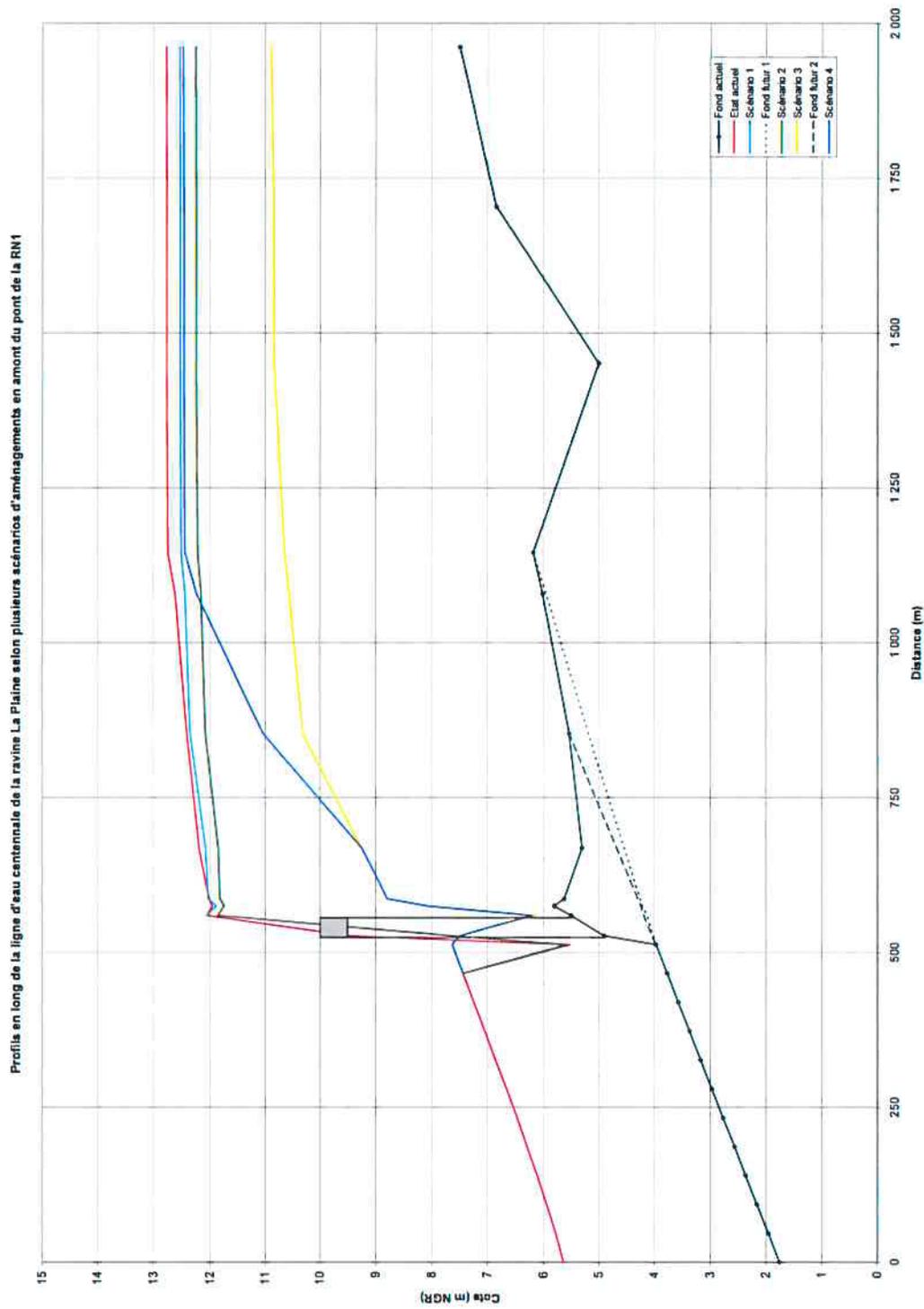
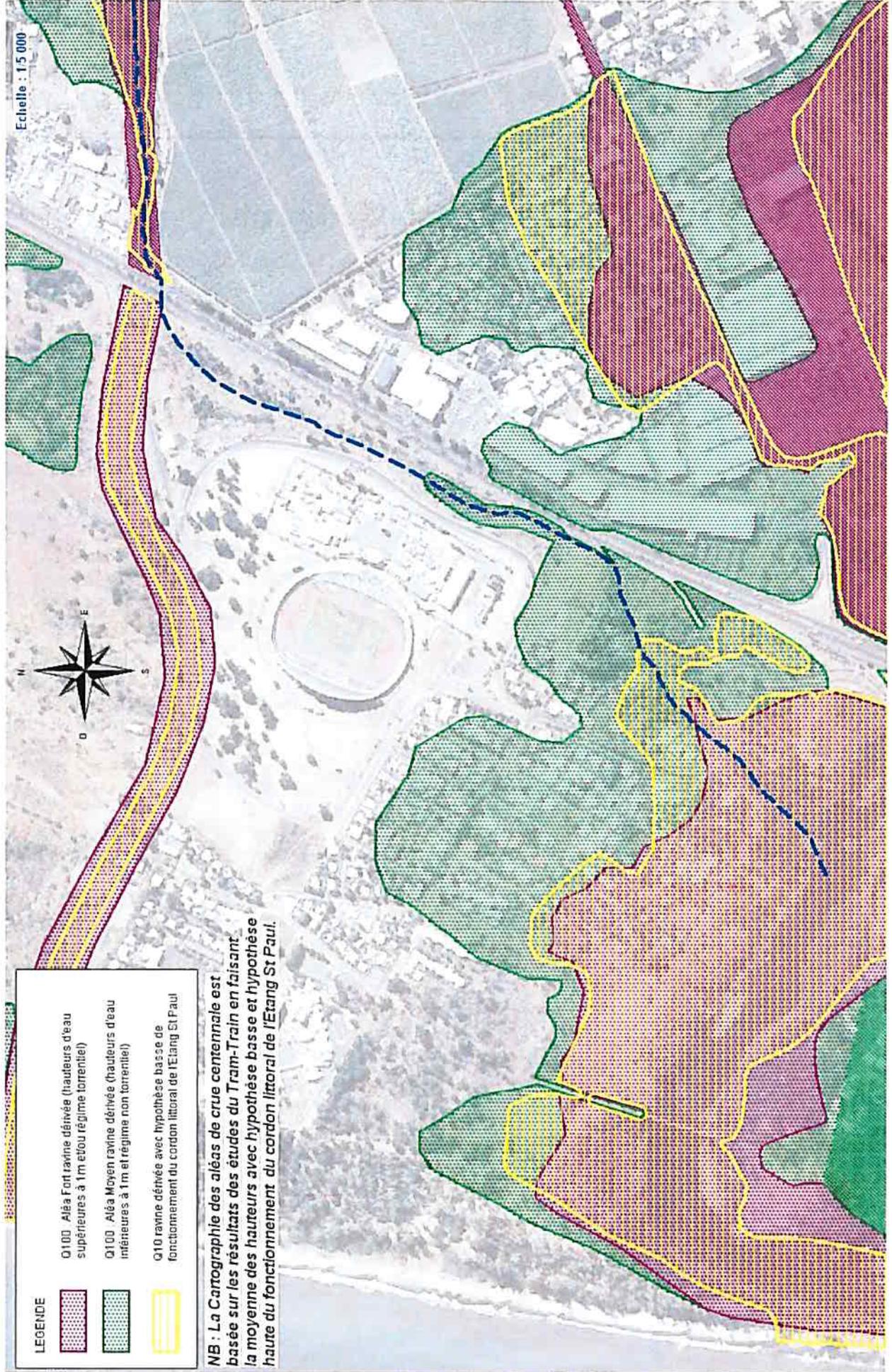


Figure 23 - Inondabilité avec dérivation de la Ravine La Plaine (aménagement scénario 4)



LEGENDE

-  Q100 - Aléa Fort ravine dérivée (hauteurs d'eau supérieures à 1m et/ou régime torrentiel)
-  Q100 - Aléa Moyen ravine dérivée (hauteurs d'eau inférieures à 1m et régime non torrentiel)
-  Q10 ravine dérivée avec hypothèse basse de fonctionnement du cordon littoral de l'Étang St Paul

NB : La Cartographie des aléas de crue centennale est basée sur les résultats des études du Tram-Train en faisant la moyenne des hauteurs avec hypothèse basse et hypothèse haute du fonctionnement du cordon littoral de l'Étang St Paul.

5.3. DEVENIR DE LA RAVINE ACTUELLE EN AVAL DE LA RN1

Le devenir de la ravine actuelle en aval de la RN1 doit être évalué :

- ✦ **Sur le plan hydraulique vis-à-vis des apports amont de la Ravine la Plaine** : la dérivation sera dimensionnée pour contenir la crue centennale. La ravine actuelle ne sera donc plus nécessaire pour drainer les écoulements de crue centennale de la Ravine la Plaine ;
- ✦ **Sur le plan hydraulique vis-à-vis de la suppression des apports de la Ravine la Plaine dans la Ravine Etang Saint-Paul** :
 - La zone inondable de crue centennale dans le cas d'une dérivation totale de la Ravine la Plaine a fait l'objet d'une modélisation et d'une cartographie dans le cadre du projet Tram Train. La suppression des apports de la Ravine La Plaine (la dérivation contenant entièrement la crue centennale sans débordements) modifie l'emprise de la zone inondable essentiellement sur les quartiers de Savannah et du Quartier Jacquot. Elle impacte fortement sur les niveaux d'eau de la zone inondée en les abaissant et donc sur la cartographie des aléas (fort ou moyen). La cartographie des aléas sur la *Figure n°23* page précédente a été réalisée selon les mêmes hypothèses que la *Figure n°11* pour le scénario d'aménagements n°4 du § 5.2.3.
 - La rupture du cordon littoral dépend essentiellement de la hauteur d'eau atteinte : la rupture se produit lorsque la hauteur d'eau atteint la crête du cordon. Pour de mêmes hauteurs d'inondabilité, la hauteur d'eau au niveau du cordon est la même avec ou sans apport de la Ravine la Plaine et les conditions de rupture sont donc très semblables.

Le cordon sera rompu pour un débit de la Ravine Etang Saint-Paul en amont de la confluence avec la Ravine la Plaine légèrement supérieur dans le cas de la dérivation de la Ravine la Plaine.

La modélisation sans apports de la Ravine la Plaine intègre l'impact sur le fonctionnement du cordon littoral, sa fusibilité dépendant de la hauteur d'eau en amont. Le gain sur les hauteurs d'eau en crue intègre donc un éventuel impact sur l'ouverture du cordon.

- ✦ **Sur le plan environnemental et paysager** :
 - En saison sèche, la Ravine la Plaine est à sec et ne participe donc pas aux niveaux d'eau de la Ravine Etang Saint-Paul en aval de la confluence ;
 - Les 500 derniers mètres de la Ravine la Plaine en amont de sa confluence avec la Ravine Etang Saint-Paul sont en eau du fait des remontées de l'Etang dans la ravine et du fait de la présence de la nappe alluviale. Ce tronçon constamment en eau est intégré entièrement à l'écosystème de l'Etang Saint-Paul et présente une sensibilité écologique forte (cf. § 6.1.5) habitats n°4 et n°5) ;

↳ **Sur le plan réglementaire :**

- Le tronçon de la Ravine la Plaine en aval du radier fait partie intégrante de la réserve naturelle nationale de l'Étang-Paul (zone B). Tous travaux modifiant la réserve est interdit (art. 9). Elle est également classée en grande partie en ZNIEFF de type I et II.

Il est par conséquent proposé de maintenir a minima les 500 derniers mètres de la Ravine la Plaine tels quels :

- ↳ Sur le plan hydraulique, cette conservation n'a pas d'incidence pour l'état aménagé ;
- ↳ Sur le plan environnemental, elle permet de ne pas modifier l'écosystème existant à l'exutoire de la Ravine la Plaine actuelle dans la Ravine Etang Saint Paul.

6. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER

Les principaux enjeux liés à la faune et à la flore sont :

- ↳ La zone du débouché, avec plantations récentes de l'ONF – le débouché pourrait être décalé vers le *nord* ;
- ↳ La partie aval de l'actuelle Ravine la Plaine, entre l'aval de la plateforme « Nassibou » et la Ravine Etang Saint-Paul, notamment pour l'avifaune : souhait d'une conservation de ces espaces ;
- ↳ D'un point de vue paysager, le boisement des berges de la ravine en amont de la RN1 : le recalibrage pourrait conserver un des deux boisements de berge.

Le chapitre suivant détaille :

- ↳ Les contextes paysagers et environnementaux actuels ;
- ↳ Les sensibilités respectives du secteur d'étude ;
- ↳ Les incidences du projet et les mesures à mettre en œuvre pour les réduire.

6.1. DESCRIPTION ECOLOGIQUE DU SITE D'ETUDE

6.1.1. METHODES

6.1.1.1. LES SOURCES D'INFORMATION

Afin d'évaluer au mieux les impacts d'un projet sur l'environnement, un état initial fiable de la zone d'étude (et des différentes zones d'influence spécifiques) doit être réalisé. Trois sources de données ont été exploitées : la bibliographie, les personnes ressources et naturellement une expertise de terrain. Les prospections floristiques et faunistiques ont été menées le 30 Septembre 2007.

6.1.1.1.1. LES SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

Toutes les données publiques disponibles - atlas nationaux de répartition des espèces (par groupe), listes rouges, articles et publications diverses, guides de terrain, etc. - ont été analysées et utilisées. Les références figurent dans l'annexe 9.

6.1.1.1.2. LES CONSULTATIONS

Cette phase permet d'accéder à des informations précieuses et inédites par rapport à la bibliographie (inventaires non publiés, études d'amateurs éclairés, observations ponctuelles, communications personnelles, etc.).

COMMUNE DE SAINT-PAUL
AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
RAPPORT D'AVANT-PROJET

Elle permet également de prendre connaissance des réactions des spécialistes ou d'organismes concernés, d'en tenir compte, et de bénéficier de l'expérience de ceux qui ont déjà été confrontés à des problématiques du même ordre.

Enfin, des propositions de mesure de suppression ou de réduction d'impact peuvent être émises par ces personnes et intégrées dans l'étude, selon leur pertinence et la possibilité de les mettre en œuvre.

Les consultations menées sont présentées dans le tableau n°09 ci-dessous. Celui-ci présente également la synthèse des réponses faites par les organismes.

Par ailleurs, deux réunions ont été organisées avec l'ONF (cf. CR des réunions en annexe 10).

Tableau n°09– ORGANISMES CONSULTES ET SYNTHESE DES REPONSES

ORGANISMES CONSULTES	SYNTHESE DES REPONSES
Region Réunion (service en charge du Tram train)	Données sur le tracé du Tram Train
DDE service de l'Habitat de l'Aménagement et de l'Urbanisme	-
DAF	Pas de données en particulier (au besoin faire une demande plus précise)
DIREN	Données sur la réserve naturelle de l'Etang de St-Paul (décret). Demande d'être vigilant sur le fonctionnement hydraulique en relation avec l'Etang. Précise l'intérêt écologique potentiel du cours actuel de la ravine la Plaine. Pose deux questions. (Cf. annexe 3)
SDAP	Projet en dehors des périmètres de protection des monuments historiques. Se rapprocher de la DRAC concernant l'inventaire patrimonial et archéologique.
Conseil Général, direction de l'Environnement et Energie service ENS	Nombreuses données concernant notamment l'Etang de Saint-Paul sont consultables dans leur locaux.
CERL	le Conservatoire du Littoral n'a rien à signaler sur cette zone.
ONF	Cf. CR de réunion en annexe 10. Rappel réglementaire ; remise en état de la forêt, demande une mesure compensatoire de restauration liée à la destruction de site potentiels de restauration permettant le retour des pontes de tortues marine.
CAUE	-
CIRAD	-

ORGANISMES CONSULTES	SYNTHESE DES REPONSES
CBNM	-
Syndicat mixte de Cambaie	-
SREPEN	-
SEOR	-
Insectarium de la Réunion	Etude récente consultable sur Internet qui a été réalisée à proximité de la zone. Lacunes de connaissances sur la zone d'étude cependant (Cf. Chapitre : IV.3.1.)
APN (Amies des Plantes et de la Nature)	-
APP (Association Protection des Plantes)	-
Kélonia	Etude sur l'évaluation qualitative des plages de la Réunion en tant que site de ponte des tortues marines. Données générales sur les tortues à la Réunion (Cf. Chapitre : IV.3.1.)

6.1.1.2. EXPERTISES DE TERRAIN

6.1.1.2.1. METHODOLOGIE RETENUE POUR LA FLORE

NOMENCLATURE

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, 2006).

En ce qui concerne les habitats, la nomenclature utilisée est *la Typologie des Milieux Naturels de la Réunion* (STRASBERG, 2001), une adaptation de la typologie CORINE Biotope (utilisée en France métropolitaine pour la description et la codification des habitats) réalisée par l'Université de la Réunion et le Conservatoire Botanique National de Mascarin (CNBM).

METHODOLOGIE DE TERRAIN ET CARTOGRAPHIE

La méthodologie employée lors de ces prospections est celle du relevé floristique systématique, en présence/absence. Les espèces protégées et patrimoniales ont été recherchées méthodiquement. Des relevés phytosociologiques simplifiés ont été conduits dans des structures de végétation homogènes, de manière à rattacher celles-ci à la typologie des milieux naturels terrestres de la Réunion. La localisation a été assurée par GPS, photo aérienne du site et carte IGN au 1/25000.

Ces prospections ont été complétées par l'analyse de photographies aériennes pour délimiter les continuums de végétation, par les inventaires existants sur le secteur d'étude, et par les consultations.

Les prospections, « non totalement exhaustives », se sont concentrées sur le lit actuel de la Ravine la Plaine et sur l'axe de l'emprise du projet de déviation sans pour autant délaisser les formations alentours.

La cartographie présente les groupements de formations végétales identifiés.

6.1.1.2. METHODOLOGIE RETENUE POUR LA FAUNE

Les prospections faunistiques ont été orientées à ce stade vers la recherche d'espèces à valeur patrimoniale et/ou indigènes.

6.1.1.3. METHODOLOGIE DE BIOEVALUATION

6.1.1.3.1. REFERENTIELS REGLEMENTAIRES

↳ Arrêté du 6 février 1987 fixant la liste des espèces végétales protégées dans le département de la Réunion ;

↳ Arrêté du 17 février 1989 fixant des mesures de protection des espèces animales [insectes, reptiles, oiseaux, mammifères] représentées dans le département de la Réunion.

6.1.1.3.2. AUTRES REFERENTIELS

Au sujet de la faune, nous utilisons généralement d'autres références que les listes d'espèces protégées réglementairement pour évaluer le degré de rareté ou de menace de chaque espèce. En effet, la situation juridique qui prévaut actuellement en France fait que les listes d'espèces protégées reflètent de manière imprécise leur situation réelle.

Les statuts de menace en vigueur prennent en compte habituellement des critères tels que le nombre de stations connues, la taille des populations, l'endémisme... Ils se déclinent en plusieurs catégories : « en danger d'extinction », « vulnérable », « rare »....

Tableau n°10 – PRINCIPAUX TEXTES ET LISTES ROUGES UTILES
POUR L'EVALUATION PATRIMONIALE

	Statuts de niveau international	Statuts régionaux
Espèces de la flore	/	Index commenté de la flore vasculaire de la Réunion (Trachéophytes) : Statuts, Menaces et protections (CBNM, 2004)
Espèces de la faune	Liste rouge des espèces menacées (IUCN, 2004)	Synthèse des premiers éléments de connaissance de la faune des vertébrés et des macrocrustacés indigènes des Hauts de La Réunion (SEOR, 2003)

6.1.2. LES FORMATIONS VEGETALES EN PLACE

6.1.2.1. BIBLIOGRAPHIE ET CONSULTATION

La bibliographie et les consultations nous indiquent que certaines espèces végétales d'intérêts sont présentes sur ou à proximité de la zone d'étude.

6.1.2.1.1. SECTEUR PROCHE DE L'ETANG DE SAINT-PAUL

Bien qu'aucune espèce végétale d'intérêt n'ait été recensée dans ce secteur au cours de ces prospections, la bibliographie signale sur l'Etang de Saint-Paul certaines espèces d'intérêts potentiellement présentes sur la zone d'étude à proximité de l'Etang.

En effet, la zone humide abrite 151 espèces végétales (Blanchard, 1993). Sur ce total, 39 espèces présentent un grand intérêt botanique.

13 espèces végétales sont particulièrement remarquables. Le maintien sur l'île de ces plantes indigènes dépend directement de la protection des habitats de la zone humide de Saint Paul. Il s'agit des espèces suivantes : *Phragmites mauritanus*, *Cyperus papyrus madagascariensis*, *Potamogeton thumbergi*, *Polygonum poiretii*, *Thespesia populnea*, *Dendrolobium umbellatum*, *Heritiera littoralis*, *Hibiscus tiliaceus*, *Fimbristylis complanata*, *Fimbristylis ferruginea*, *Eleocharis intricata*, *Eleocharis dulcis*, *Nesaea triflora* (Cadet 1980, Blanchard 1993, Dupont 2003).

6.1.2.1.2. FORET DOMANIALE DU LITTORAL DE SAINT-PAUL

La révision d'aménagement 2007-2016 de la forêt Domaniale de Saint-Paul (ONF, juin 2007) indique la présence d'espèces indigènes « cultivées » à proximité directe de la zone d'étude. Ces espèces ont été recensées lors de nos prospections.

De plus, une étude détaillée de la végétation a été réalisée par le CBNM (CBNM, novembre 2007) dans le cadre d'une expertise floristique de deux sites potentiels de pontes de tortues marines. Cet inventaire dénombre, dans la forêt de Saint-Paul, 69 espèces. Parmi celles-ci 21 sont indigènes et 48 exotiques, dont 23 considérées comme

invasives (degré d'invasibilité ≥ 3). Par ailleurs, différents relevés de la végétation ont été réalisés lors de cette étude, les transects 2 et 3 encadrant le site d'étude (cf. annexe 11).

6.1.2.2. RESULTATS DES PROSPECTIONS

6.1.2.2.1. TRACE ACTUEL DE LA RAVINE LA PLAINE

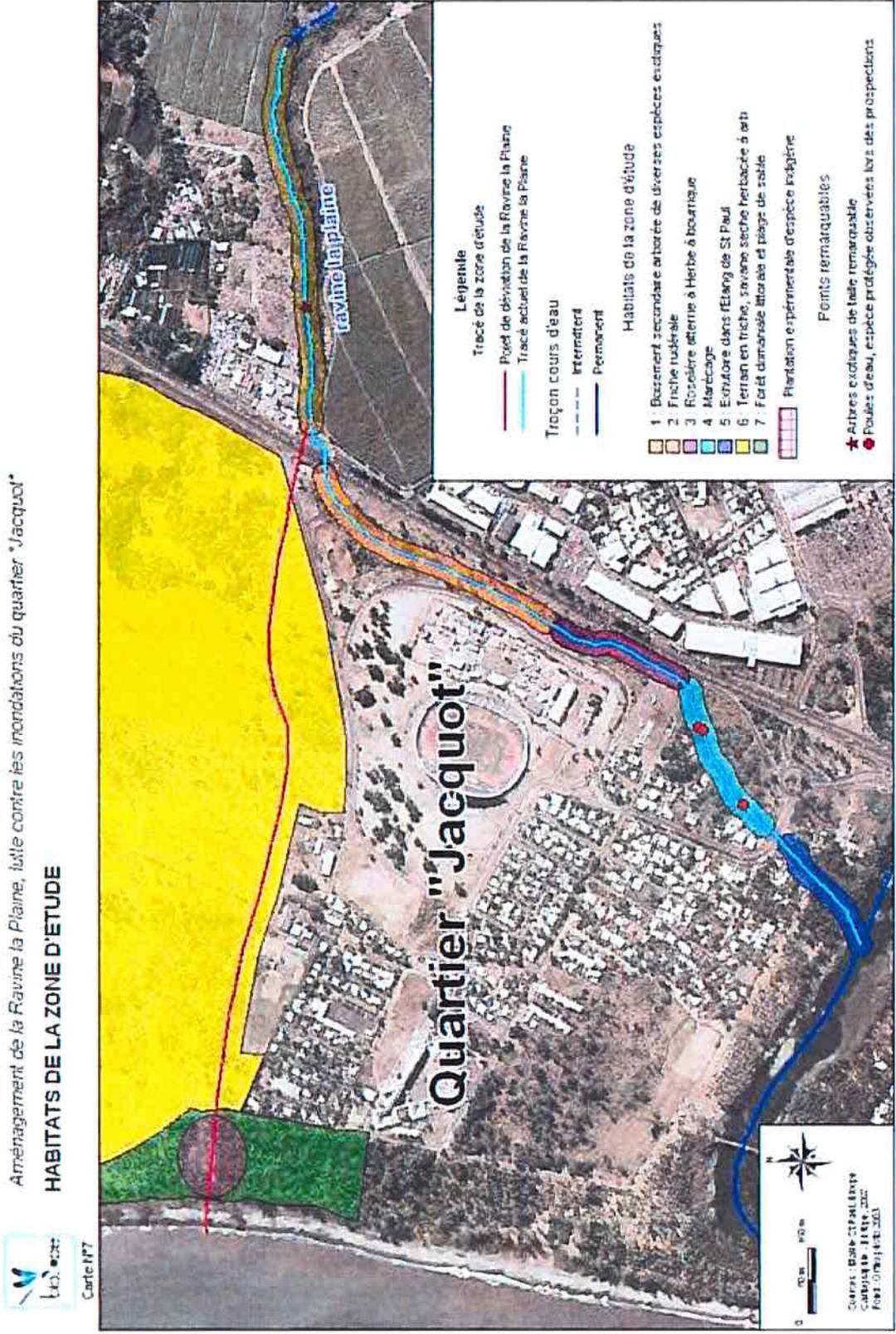
(cf. figure n°18 page 55).

Par temps sec, la Ravine la Plaine est asséchée en amont du pont de la RN1 et jusqu'à une centaine de mètres en amont du radier (débouché du Chemin Jacquot).

A ce niveau et jusqu'à son exutoire, des résurgences de nappe doivent alimenter la ravine. Des buses permettent le passage de l'eau sous le radier, mais la cote fil d'eau des buses étant plus haute que le fil d'eau de la ravine (1.10 m NGR) il se forme une retenue d'eau en amont du radier. Le plan d'eau de l'étang est de l'ordre de 0.75 m NGR, il remonte dans le ravine jusqu'au radier mais pas au-delà. Les résurgences peuvent être provoquées par les fondations du radier formant barrage à l'écoulement souterrain vers l'étang (SAFEGE 2005).

COMMUNE DE SAINT-PAUL
 AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
 RAPPORT D'AVANT-PROJET

Figure n°24— HABITATS DE LA ZONE D'ETUDE



HABITAT N°1 : BOISEMENT SECONDAIRE ARBORE DE DIVERSES ESPECES EXOTIQUES

↳ **Localisation** : ravine en amont du pont de la RN1 jusqu'à la zone d'expansion des crues à environ 400 m.

↳ **Type et description des milieux en présence** : Ce tronçon de ravine est relativement sombre car constitué sur ces berges d'espèces arborées du type tamarin de l'inde (*Pithecelobium dulce*), tamarin des bas (*Tamarindus indica*), manguiers (*Mangifera indica*) dont certains ont des tailles conséquentes. On constate d'ailleurs que la rive gauche plus haute et moins pentue que la rive droite est davantage recouverte d'espèces végétales. Toutefois, des arbres de tailles remarquables se retrouvent sur les deux rives. La strate arborée est quand à elle largement envahie par la liane papillon (*Hiptage benghalensis*), ainsi que par le faux poivrier (*Schinus terenthifolius*), le cassi (*Leucaena leucocephala*), le zépinard (*Prosopis juliflora* et *Acacia farnesiana*), le jatropha (*Jatropha gossypifolia*) et le choca vert (*Furcraea foetida*). La strate herbacée sur les talus et en moindre quantité dans le lit mineur est composée de chiendent (*Cynodon dactylon*), de margoze (*Momordica charantia*), de chardon mexicain (*Argemone mexicana*). Ce milieu est souvent fréquenté par des cabris qui ont certainement participés à la dissémination des nombreuses espèces exotiques qui y sont présentes.

↳ **Typologie des milieux recensés (Code Corine Biotope adapté à la Réunion, CBNM/UR, 2001) :**

- 87.1934 fourrés secondaires à *Leucaena leucocephala*, *litsea glutinosa* et *albizia lebbbeck* ;
- 87.1936 fourrés secondaires à *Schinus terenthifolius* et *Furcraea foetida* ;
- 87.1943 boisement à *Tamarindus indica* ;
- 87.1941 boisement à *Pithecelobium dulce*.

Cette ravine arborée ne présente aucun intérêt écologique réel d'un point vu végétal si ce n'est qu'elle sert de refuge, d'alimentation et de migration (corridor écologique) pour les oiseaux dont l'oiseau blanc observé sur le site lors des prospections. Au delà de l'aspect écologique, les tamarins et manguiers ont certainement un intérêt paysager de part leur taille.



Photo n°1 – RAVINE EN AMONT DE LA RN1 :
HABITAT N°1, BOISEMENT SECONDAIRE ARBORE DE DIVERSES ESPECES EXOTIQUES

HABITAT N°2 : FRICHE RUDERALE

- ↳ **Localisation** : En aval du pont de la RN1 jusqu'à 250 m avant la sortie du chemin Jacquot, zone qui s'éloigne de la RN1.
- ↳ **Type et description des milieux en présence** : La première partie de ce tronçon de ravine est très sec, les espèces associées sont dans le lit en majorité des poacées alors que les berges sont constituées d'arbrisseaux exotiques du type faux poivrier, galabert, tamarin de l'Inde et de lianes envahissantes comme la margose, espèce typique des talus et remblais de secteur sec.
- ↳ **Typologie des milieux recensés (Code Corinne Biotope adapté à la Réunion, CBNM/UR, 2001)** :
 - 87.1934 fourrés secondaires à *Leucaena leucocephala*, *litsea glutinosa* et *Albizia lebbek* ;
 - 87.1936 fourrés secondaires à *Schinus terenthifolius* et *Furcraea foetida*.

Ce tronçon de ravine ne présente aucun intérêt écologique particulier.



Photo n°2 – RAVINE EN AVAL DU PONT DE LA RN1 :
HABITAT N°2 : FRICHE RUDERALE

HABITAT N°3 : ROSELIERE ATTERRIE A HERBE A BOURRIQUE

- ↳ **Localisation** : Tronçon de 250 m avant la sortie du chemin Jacquot (face à la plate forme de Nassibou), zone qui se rapproche de la RN ;
- ↳ **Type et description des milieux en présence** : A ce niveau, le sol devient plus humide du fait de la résurgence de la nappe, on observe ainsi une roselière atterrie à herbe bourrique. Dans les roselières, la production végétale est très importante et participe donc au comblement rapide des zones humides. Les espèces amphibiennes tendent à disparaître et des espèces simplement hygrophiles telle *Ludwigia octovalvis* « l'herbe à bourrique » se développe de manière optimale. Elle côtoie parfois *Typha domingensis*, le jonc ou voune qui est ici plus ou moins asséchée ;
- ↳ **Typologie des milieux recensés (Code Corine Biotope adapté à la Réunion, CBNM/UR, 2001)** :

Pas de numéro : groupement à *Typha domingensis* et *Ludwigia octovalvis*

Cet habitat ne présente aucun intérêt écologique particulier si ce n'est son originalité.



Photo n°3 – HABITAT N°3 : ROSELIERE ATTERRIE A HERBE BOURRIQUE

HABITAT N°4 : MARECAGE 250 M EN AMONT DU RADIER

- ↳ **Localisation :** Sur une centaine de mètres en amont du radier (jusqu'au chemin Jacquot).
- ↳ **Type et description des milieux en présence :** Cette ravine humide, du fait de la résurgence de la nappe, forme un marécage, où s'est développé un écosystème typique des eaux douces calmes et stagnantes des littoraux de la Réunion. La végétation en place est, du lit mineur au lit majeur constitué, par une végétation aquatique, subaquatique et hygrophile qui se développe en fonction de la profondeur de l'eau.

On observe ainsi une végétation aquatique flottante entre la ceinture de végétation amphibie et de grands roseaux. On y distingue majoritairement des espèces flottantes non enracinées, qui se développent dans des eaux calmes, peu courantes comme c'est le cas ici. Ce type de végétation est représenté majoritairement par deux espèces exotiques qui recouvrent quasiment toute l'eau libre : la laitue d'eau (*Pistia stratiotes*) espèce envahissante et de ce fait exclusive à certains endroits et le nénuphar (*Nymphaea lotus*) moins abondant.

La diminution de la profondeur d'eau permet le développement des espèces subaquatiques, végétation amphibie. Cette végétation est ici principalement constituée par la typhaie et le groupement à songe (*Colocasia esculenta*) et persicaire (*Polygonum senegalense*), la papyraie étant très peu présente. La roselière à massette ou typhaie représenté par le jonc ou voune (*Typha domingensis*) est bien présente. Le songe est largement dominant par rapport à la persicaire et principalement présent en bordure d'habitations en rive droite, zone intermédiaire marécageuse. L'herbe bourrique (*Ludwigia octovalvis*), très représentée ici, est une espèce hygrophile accompagnatrice de ce groupement, ainsi que l'herbe fataque (*Panicum maximum*), l'herbe de l'eau (*Commelina diffusa*) sur les talus et ponctuellement, le phragmite de maurice (*Phragmites mauritianus*). Le ricin est également présent. Quelques lianes, volubis (*Ipomoea purpurea*) et liane de sept ans (*Ipomoea cairica*) sont relativement

abondantes à certains endroits. Des arbustes et arbres du genre Tamarin de l'inde, zépinard (*Prosopis juliflora*) ou faux poivrier (*Schinus terebinthifolius*) sont présents sur les têtes de berges.

Le début de ce tronçon plus ou moins atterri est caractérisé par la prolifération d'une liane, la volubis (*Ipomoea purpurea*).

↳ **Typologie des milieux recensés (Code Corine Biotope adapté à la Réunion, CBNM/UR, 2001) :**

- 59.2113 groupement à *Typha domingensis* et/ou *Phragmites mauritianus* (Réunion) ;
- 59.2111 groupement exotique à *Polygonum senegalense* et *Colocasia esculenta* ;
- 22.4912 groupement exotique à *Eichornia crassipes* ;
- 22.4911 groupement exotique à *Pistia stratioides*.

La végétation présente à ce niveau bien qu'exotique offre des sites de refuge idéaux pour les oiseaux nicheurs de zones humides dont la poule d'eau (*Gallinula chloropus subsp. Pyrrhorhoa*), espèce indigène qui a été observé lors de nos prospections et potentiellement, pour le héron vert (*Ardeola striata*). Ce tronçon marécageux peut donc être considéré comme une continuité écologique avec l'Étang de Saint-Paul.



Photo n°4 – PHOTOS DE LA RAVINE EN AMONT DU RADIER : HABITAT N°4, MARECAGE

HABITAT N°5 : EXUTOIRE DANS L'ETANG DE SAINT-PAUL

↳ **Localisation :** exutoire de la ravine dans l'Étang de Saint-Paul, après le radier. Zone faisant partie intégrante de l'Étang de Saint-Paul ;

↳ **Type et description des milieux en présence :** la hauteur d'eau présente à ce niveau, alimentée par l'Étang de Saint-Paul est certainement plus importante que précédemment et plus dynamique (eau courante) traduisant ainsi une couverture de végétation aquatique moins importante. On retrouve tout de même en bordure la laitue d'eau ainsi que la jacinthe d'eau (*Eichornia crassipes*). La typhaie et la papyraie

respectivement représentées par le jonc et le papyrus (*Cyperus papyrus*) sont ponctuellement présentes. Les berges sont arborées par des espèces du genre tamarin de l'inde et porcher ; (*Thespesia populnea*). Le bord des talus (remblais) à proximité de la route en rive gauche sont recouverts d'espèces rudérales, comme la liane poc poc (*Passiflora foetida*), l'abutillon (*Abutilon indicum*) et le chiendent. L'herbe de l'eau est là encore présente.

↳ **Typologie des milieux recensés (Code Corine Biotope adapté à la Réunion, CBNM/UR, 2001) :**

- 59.2112 groupement à *Cyperus papyrus* (Réunion) ;
- 59.2113 groupement à *Typha domingensis* et/ou *Phragmites mauritianus* (Réunion) ;
- 83.396 forêt cultivée de filaos littorale ;
- 83.393 forêt cultivée d'essences exotiques.

Ce bras « mort » intégré à l'écosystème de l'Etang de Saint-Paul constitue également une zone de refuge et d'alimentation pour les oiseaux et les poissons présents dans l'Etang de Saint-Paul.



Photo n°5 – EXUTOIRE DE LA RAVINE LA PLAINE
DANS L'ETANG DE SAINT-PAUL : HABITAT N°5

6.1.2.2.2. **ZONE DU PROJET DE DERIVATION**

HABITAT N°5 : SAVANE SECHE HERBACEE A ARBUSTIVE

↳ **Localisation :** Secteur de l'Antenne Oméga, du pont de la RN1 jusqu'à la forêt littorale.

↳ **Type et description des milieux en présence :** Cet ancien terrain militaire est une savane sèche herbacée à arborée selon les secteurs. La savane herbacée est constituée de poacées exotiques dont le chiendent, l'herbe polisson (*Heteropogon contortus*), la fataque (*Panicum maximum*), accompagnées par la crotallaire (*Crotalaria berteriana*) et Les chocas bleu et vert. La liane patate à Durand (*Ipomoea pes caprae*) est ponctuellement présente dans la zone proche du littoral. La strate arbustive est

quant à elle constituée par le cassi, le faux poivrier et le galabert, espèces exotiques envahissantes largement dominantes, le bois de prune malgache (*Flacourtia indica*), la goyave (*Psidium guajava*), l'avocat marron (*Litsea glutinosa*), le jatropha, le zépinard, le ricin sont également très présents. Les espèces arborées souvent regroupées en îlots ou en bandes sont représentées par les taxons exotiques suivants : le bois noir (*Albizia lebbek*), le tamarin de l'Inde et le filaos pays (*Casuarina equisetifolia*).

↳ **Typologie des milieux recensés (Code Corinne Biotope adapté à la Réunion, CBNM/UR, 2001) :**

- 87.1931 fourrés secondaires à *Prosopis juliflora*
- 87.1934 fourrés secondaires à *Leucaena leucocephala*, *litsea glutinosa* et *Albizia lebbek*
- 87.1922 savane à *Furcraea foetida*
- 87.1913 savane à *Heteropogon contortus*

Ce milieu laissé à l'abandon ne présente aucun intérêt écologique réel si ce n'est qu'il sert de refuge et d'alimentation pour les oiseaux dont l'oiseau blanc et le papangue, tous deux protégés et observés sur le site lors des prospections.



Photo n°6 – PHOTO DE L'ANTENNE OMEGA : HABITAT N°6,
SAVANE SECHE HERBACEE A ARBUSTIVE

HABITAT N°7 : FORET DOMANIALE LITTORALE ET PLAGES DE SABLE

↳ **Localisation** : Bande côtière en aval de la route digue faisant front à la plage de sable et galet.

↳ **Type et description des milieux en présence** : Ce secteur est constitué d'une zone dite « littorale », constituée par le cordon littoral directement soumis aux embruns et une zone dite « adlitorale » située en arrière de cette première zone moins soumise aux embruns.

La zone adlitorale est constituée de plantations plus ou moins halophiles qui se développent sur du sable en arrière du cordon littoral. L'espèce arborée dominante est

le filaos (*Casuarina equisetifolia*). Le tamarin de l'Inde, l'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*), le bois noir et le cassia de siam (*Senna siamea*) composent également cette strate arborée avec selon les secteurs une dominance différente. La strate arbustive a la même composition avec en plus le *Tabebuia heterophylla*, le margozier (*Azadirachta indica*), le bois de prune malgache (*Flacourtia indica*) et à certains endroits des plantations récentes entre 2004 et 2006 (ONF, 2007) d'espèces indigènes comme le bois rouge (*Cassine orientalis*), le benjoin (*Terminalia bentzoë*), le mahot tantan (*Dombeya acutangula*), le bois de judas (*Cossinia pinnata*) et le fousapate marron (*Hibiscus boryanus*), espèce protégée à l'état sauvage⁴. La strate herbacée est quant à elle très pauvre, composée de chiendent, de patate à durand (*Ipomoea pes caprae*) espèce indigène et de pompon soldat (*Leonitis nepetifolia*).

Le cordon littoral est essentiellement composé d'une bande dense de zépinard (*Prosopis juliflora*) et de liane patate à durand, espèce indigène en mélange avec le chiendent. Cet habitat est un site potentiel de ponte de tortues marines bien que la dernière ponte observée date de 1960. En effet, cet habitat fait partie des habitats identifiés par l'ONF comme pouvant potentiellement (avec des opérations de restauration) accueillir des pontes de tortues marines du fait de leur localisation (éloignée des habitations et peu fréquentée) et de leur composition floristique (cf. § 6.1.3, reptiles).

On remarque la présence de caille pays et d'oiseau blanc dans ces formations.

Ces formations végétales littorales ont un rôle de **protection physique vis-à-vis des risques naturels** et notamment vis-à-vis de l'**érosion côtière** et également un rôle **paysager**.

↳ **Typologie des milieux recensés (Code Corinne Biotope adapté à la Réunion, CBNM/UR, 2001) :**

- 83.396 forêt cultivée de filaos littorale
- 83.393 forêt cultivée d'essences exotiques en mélange
- 83.39 plantation d'arbres (essences indigènes).
- 87.1931 fourrés secondaires à *Prosopis juliflora*
- 16.1912 groupement à *Ipomeapes-caprae* et *Cynodon dactylon* sur plages de sables (Réunion)

De par ces formations, rôle anti-érosif et paysager, attractivité potentielle pour les pontes de tortue marines et la présence de plantations indigènes, cet habitat a une sensibilité modérée à forte.

⁴ Cette espèce est ici cultivée, elle n'est donc pas soumise à la législation sur les espèces protégée, art. 411-5 du Code de l'Environnement sur les espèces végétales non cultivées.



Photo n°7 – CORDON LITTORAL



Photo n°8 – FORET DOMANIALE AVEC PLANTATION
D'ESPECES INDIGENES



Photo n°9 – HIBISCUS BORYANUS « CULTIVE »



Photo n°10 – MAHOT TANTAN « CULTIVE »

6.1.3. PRESENTATION DU PEUPLEMENT FAUNISTIQUE

Concernant la faune présente sur ou aux abords du site d'étude, son intérêt relève plus de sa cohabitation ou interrelation avec la zone humide de l'Etang offrant des sites de nidification, de reproduction et d'alimentation idéales et quasi-unique à la Réunion.

Comme déjà évoqué précédemment une partie du site d'étude fait partie de cette zone humide d'intérêt que constitue l'Etang St Paul. C'est pourquoi une attention particulière a été donnée à la description des cortèges d'espèces d'intérêts caractéristiques des zones humides. Les prospections menées sur le site n'ont pas permis d'être aussi exhaustif et d'aborder tous les ordres, classes et familles d'espèce. Seuls l'avifaune et les reptiles ont été inventoriés de manière précise à ce stade.

6.1.3.1. BIBLIOGRAPHIE ET CONSULTATION

6.1.3.1.1. L'AVIFAUNE

La zone humide est nécessaire à la vie de 28 espèces d'oiseaux. 15 d'entre elles sont nicheuses sur le site, 13 s'en servent comme site de repos ou de nourrissage. Parmi ces espèces, 10 présentent une valeur patrimoniale, dont les suivantes (DIREN, 2003) :

La Papangue (*Circus maillardi*): espèce endémique protégée et menacée, **la Poule d'eau** (*Gallinula chloropus*): espèce indigène protégée, **le Héron strié** (*Butorides striatus*): espèce indigène protégée.

Par ailleurs, la zone humide est une zone d'alimentation majeure pour la Salangane (*Collacalia francica*) et l'Hirondelle de Bourbon (*Phedina borbonica*).

Remarque: le **Puffin de Baillon** (*Puffinus lhermineri*) et le **Paille en queue** (*Phaeton lepturus*) nichent dans les falaises au-dessus du Tour des Roches. Ces deux espèces présentent une forte valeur patrimoniale.

D'après la bibliographie (DIREN, 2006) la Rivière des Galets à proximité de la Ravine la Plaine est un des 3 grands corridors écologiques de l'Ouest de l'Île et un axe migratoire stratégique pour les oiseaux marins comme les puffins et le pétrel de Barau. Il peut donc y avoir des interactions entre cette ravine et la Ravine la Plaine et notamment au niveau de l'embouchure du futur projet de déviation avec des survols probables de ces espèces à ce niveau.

La localisation stratégique de la forêt domaniale de Saint-Paul à proximité de l'Etang de Saint-Paul et de la mer, favorise une diversité d'espèces de milieux naturels différents (oiseaux d'eau, oiseaux marins, oiseaux terrestres) (ONF, 2007).

6.1.3.1.2. LES MAMMIFERES

D'après la bibliographie, six espèces de mammifères sont présentes dans la zone d'étude (Blanchard, 1993 et Seor, 2001) dont quatre rongeurs et deux chauves-souris indigènes protégées : **le Taphien de Maurice** (*Taphozous mauritanus*) et **le petit molosse** (*Mormopterus acetabulosus*).

6.1.3.1.3. LES POISSONS ET LES CRUSTACES

(Source : DIREN 2003)

La diversité des populations de poissons et de crustacés de la zone humide est l'une des plus importantes à l'échelle de la Réunion.

16 espèces de poissons y vivent : 2 anguilles, 2 cabots migrateurs, plusieurs espèces indigènes à affinité marine (mulet, Cabot rayé, etc.) et plusieurs espèces introduites.

La partie de l'Etang en aval de la RN1 dans laquelle se trouve le site d'étude est moins diversifiée que la partie en amont malgré les possibilités de colonisation à partir du milieu marin. Cette zone possède des habitats moins attractifs qu'en amont mais sert cependant à la reproduction de nombreuses espèces.

6.1.3.1.4. LES ARTHROPODES

6 espèces de macrocrustacés sont présentes dans l'étang, les biefs, les canaux et les sources de la zone humide : la chevrette (*Macrobrachium australe*), la crevette bouledogue (*Atyoida serrata*), la Cchevaquine (*Caridina typus*), le camaron (*Macrobrachium lar*), l'écrevisse (*Macrobrachium lepidactylus*) et le crabe d'estuaire (*Varuna litterata*) (Diren, 2003).

ETUDE ENTOMOLOGIQUE

Une étude entomologique approfondie a été menée par l'Insectarium à la demande du Département sur l'ensemble de la zone humide.

345 arthropodes ont été inventoriés, dont 330 insectes, parmi lesquels 9% d'espèces endémiques de la Réunion.

L'intérêt de la présence de ces invertébrés réside moins dans leur statut que dans l'importance de leurs populations qui sont à la base des chaînes alimentaires indispensables pour bon nombre d'oiseaux, poissons ou crustacés de la zone humide.

Une autre étude plus récente a été effectuée par l'Insectarium de La Réunion pour la DIREN afin d'évaluer l'impact des traitements de démoustication sur l'environnement (J. ROCHAT & S. GASNIER, Juin 2006).

Parmi les cinq sites d'échantillonnage étudiés fait partie la zone : Z664 : St-Paul, l'Étang Saint-Paul, qui se trouve en bordure de la zone du projet de déviation à proximité de la forêt domaniale littoral (Cf. annexe 4 : Carte de localisation de l'échantillonnage) échantillonnée le 21/03/06 (relevé témoin) et le 03/04/06 (env. +53 h après le traitement à l'insecticide).

685 arthropodes ont été collectés avant traitement (357 après). On dénombre une quarantaine d'espèces différentes récoltées les deux échantillonnages confondus (avant et après traitement).

Le contexte général de l'étude cumule un certain nombre de contraintes qui limitent fortement la pertinence d'un protocole pourtant éprouvé en habitat naturel riche (faible taille des échantillons, absence totale de choix des sites étudiés,...).

De plus, concernant l'entomofaune, l'Insectarium de la Réunion nous a indiqué, suite à la consultation, que les secteurs concernés par le projet (antenne oméga et forêt littorale) peuvent abriter des espèces endémiques ou indigènes qui sont rares, voire protégées. Par ailleurs, afin d'avoir des données plus précises et surtout dans un souci d'enrichissement de la connaissance dans ce secteur, il serait judicieux de réaliser des piégeages nocturnes avant le démarrage des travaux, sachant qu'il y a des lacunes de connaissances sur ces secteurs de l'ouest de basse altitude.

6.1.3.1.5. LES REPTILES : LES TORTUES MARINES

Les plages de la Baie de Saint-Paul sont considérées dans les récits des premiers navigateurs colonisateurs de l'île du XVII^{ème} siècle comme une zone de ponte importante. Les dernières pontes de tortues marines, dans la baie de Saint-paul, **ont été observées**

en 1960⁵ (Extrait de l'Evaluation qualitative des plages de la Réunion en tant que site de ponte des tortues marines, de Valérie Marchand, Kélonia). Aujourd'hui, ces pontes sont devenues un acte exceptionnel, la plupart des plages de l'île ne rassemblant plus les caractéristiques favorables au bon déroulement de ces pontes (végétation dégradée, nuisance lumineuse et sonores, etc.).

Kélonia, l'observatoire des tortues marines à La Réunion, nous a indiqué (com. pers.) qu'il y a actuellement sur l'île une recrudescence des tortues marines et qu'une ponte avait eu lieu au Cap la Houssaye en début d'année 2007. Par ailleurs, le fait que des pontes n'aient pas été observées récemment dans la baie de Saint-Paul ne signifie pas qu'il n'y en a pas.

Par ailleurs, une étude menée par Kélonia a mis en avant l'intérêt de réhabiliter des sites potentiels de pontes à La Réunion pour contribuer à la conservation des deux espèces de tortues fréquentant les abords des côtes réunionnaises : la tortue verte (*Chelonia mydas*) et la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*). En parallèle, une réflexion a été engagée pour la création d'un Arrêté de Protection de Biotope (APB) afin de protéger les sites les plus favorables pour les pontes de tortues marines et les futurs sites réhabilités dans cet objectif.

Parmi les sites du littoral intéressants à restaurer en vue de favoriser les pontes de tortues, deux sites se trouvent sur des forêts domaniales gérées par l'ONF : la forêt domaniale de l'Etang Salé et le nord de la forêt domaniale de Saint-Paul (zone du projet).

D'après les fiches d'estimation qualitative des plages réunionnaises, réalisées par Valérie Marchand et l'interprétation qui en est faite dans le plan d'aménagement de la forêt domaniale de Saint-Paul, ONF 2007, les potentialités de la plage nord de la forêt domaniale de Saint-Paul, plage encore éloignée de toute urbanisation, en tant que site de ponte de tortue marines sont les suivantes :

- ↳ Dans son état actuel comme un site avec un état biologique acceptable, avec un degré d'impact anthropique très modéré,
- ↳ Dans plusieurs années, en imaginant une restauration du couvert végétal, comme un site avec un état biologique favorable et un impact anthropique très modéré.

C'est pour cette raison que l'ONF a mis en place un projet de restauration écologique de cette forêt (l'itinéraire technique de restauration devra être prochainement réalisé - cf. annexe 10, CR Réunion ONF du 28/03/2008).

Par ailleurs, Kélonia nous a indiqué que des études menées en Afrique du Sud (non encore publiées) ont démontré que les tortues marines étaient perturbées par les résurgences d'eau douce et qu'elles ne venaient plus pondre sur de telles zones. C'est le cas pour la zone du projet.

⁵ « Monsieur Loupy habitant près de la piscine municipale de Saint-Paul, assure que les tortues venaient parfois pondre sous les tamarins d'inde du bord de plage »

6.1.3.2. RESULTATS DES PROSPECTIONS

Les prospections faunistiques se sont concentrées sur la recherche d'oiseaux et de reptiles d'intérêts.

Les espèces indiquées en caractères gras sont protégées par l'arrêté du 17 février 1989 (J.O. du 24 mars 1989).

6.1.3.2.1.

L'AVIFAUNE

LES PRINCIPAUX CORTEGES D'ESPECES RENCONTRES

Tableau n°11 – ESPECES IDENTIFIEES LORS DES PROSPECTIONS SUR SITE DU 30/08/2007

Espèces	Nom vernaculaire	Famille	Origine	Fréquentation	Habitats							
					1	2	3	4	5	6	7	
<i>Acridotheres tristis</i>	Martin triste	Sturnides	Introduit	Nicheur	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Circus maillardi</i>	Busard de Maillard	Accipitrides	Endémique	Nicheur								+
<i>Collocalia francica</i>	Salangane	Apodides	Endémique	Nicheur proche	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tumix nigricollis</i>	Caille pays	Phasianides	Introduit	Nicheur								+
<i>Estrilda astrild</i>	Bec rose	Estrilides	Introduit	Nicheur	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Foudia madagascariensis</i>	Foudia Madagascar	Ploceides	Introduit	Nicheur	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gallinula chloropus</i>	Poule d'eau	Rallides	Indigène	Nicheur				+				
<i>Geopelia striata</i>	Tourterelle striée	Columbides	Introduit	Nicheur	+	+	+			+		+
<i>Lonchura punctulata</i>	Damier commun	Estrilides	Introduit	Nicheur	+	+	+			+		+
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique	Ploceides	Introduit	Nicheur	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ploceus cucullatus</i>	Tisserin	Ploceides	Introduit	Nicheur	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Serinus mozambicus</i>	Serin du Mozambique	Fringillides	Introduit	Nicheur								
<i>Streptopelia picturata</i>	Tourterelle malgache	Columbides	Indigène	Nicheur	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Zosterops borbonica</i>	Oiseau lunettes-gris	Zostéropides	Endémique	Nicheur	+	+	+	+	+	+	+	+

Ces espèces sont des espèces nicheuses sur la zone humide (ZH), des espèces nicheuses dans les ravines ou des espèces migratrices.

LES ESPECES D'INTERETS DE LA ZONE D'ETUDE

- ↳ **Deux espèces aquatiques indigènes et protégées** : la poule d'eau recensée dans l'habitat 4, marécage en amont du radier et potentiellement présente dans l'habitat 5, exutoire et le héron strié potentiellement présent dans ces 2 habitats.



Photo n°11 – POULE D'EAU OBSERVEE EN AMONT DU RADIER

↳ **Quatre espèces indigènes nicheuses** :

- Le papangue, espèce endémique protégée qui niche et s'alimente (en partie) dans la zone humide et la zone de savane, un mâle a été observé survolant le secteur d'étude ;
- la tourterelle malgache et l'oiseau blanc, espèces également protégées qui trouvent dans les zones humides et les franges boisées périphériques et ravines des secteurs favorables à leur reproduction et à leur alimentation. Ces deux espèces ont été observées dans tous les habitats recensés. Ces deux dernières espèces sont communes et trouvent d'autres habitats similaires en périphérie de la zone d'étude.
- La salangane et potentiellement l'hirondelle de Bourbon, espèces indigènes et endémiques protégées qui nichent dans les falaises des ravines alentours. La Ravine la Plaine pouvant offrir des sites de nidification aux alentours de 350 m d'altitude, lorsque l'encaissement de celle-ci devient important.
- La Ravine la Plaine constitue certainement un corridor écologique de migration, d'alimentation et de nidification de ces espèces d'intérêts.

6.1.3.2.2. LES AMPHIBIENS ET REPTILES

Seuls la grenouille commune (*Ptychadena mascareniensis*), le crapaud commun (*Bufo gutturalis*) et l'Agame (*Calotes versicolor*) très présents dans ce secteur, ont été observés lors des prospections. La grenouille est très présente dans les habitats 4 et 5 en relation

avec la zone d'eau libre et l'Agame dans toutes les séquences écologiques de la zone d'étude.

La couleuvre loup (*Lycodon aulicus*), le serpent aveugle (*Rhamphotyphlops braminus*) et l'endormi (*Chamaeleo pardalis*) font partie des espèces recensées dans la bibliographie (Blanchard 1993, Ricou 1996, SEOR 2001), présentes potentiellement.

6.1.3.2.3. LES HABITATS D'INTERETS POUR LA FAUNE

Parmi les habitats recensés, deux semblent réellement importants pour l'avifaune. Il s'agit des habitats 4 et 5 correspondant aux zones d'eau libre plus ou moins envahie par la végétation. En effet, ces zones d'interface entre terre et eau offrent des potentialités de nidification et d'alimentation non négligeable pour la poule d'eau, le héron strié, pour les limicoles migrateurs (le courlis corlieu, le chevalier guignette et le bécasseau cocorli) et pour l'alimentation des espèces nichant dans les ravines. Elles sont également des zones idéales pour les insectes et poissons. Ces types d'habitat étant tout de même très présents au niveau de l'Etang de Saint-Paul.

La présence de la poule d'eau confère un intérêt tout particulier au tronçon en eau de la ravine la Plaine comme d'ailleurs l'oiseaux lunettes gris et la salangane des Mascareignes présents à ce niveau et dans l'ensemble des formations végétales en présence (tous habitats confondus).

L'habitat 1 encore très boisé constitue un habitat important pour l'avifaune. En effet, il sert de corridor écologique potentiellement intéressant pour la migration, l'alimentation et la nidification de certaines espèces.

Par ailleurs, l'habitat 7, forêt littorale et plage de sable et galet peut être considéré comme un secteur favorable à l'accueil de site de ponte de tortue marine et zone de refuge et d'alimentation pour certaines espèces indigènes d'intérêts tels que l'oiseau blanc. Les grèves de galets et la plage pouvant également être des zones d'intérêt en terme de repos et d'alimentation des espèces limicoles migratrices.

6.1.4. SYNTHESE

Le tableau n°12 de la page 91 présente une synthèse des données écologiques détaillées auparavant. Il est destiné à justifier la sensibilité de chaque milieu identifié présentée dans le § 6.1.5 page 93.

COMMUNE DE SAINT-PAUL
AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
RAPPORT D'AVANT-PROJET

Tableau n°12 – SYNTHÈSES DES DONNÉES ÉCOLOGIQUES PERMETTANT DE JUSTIFIER DE LA SENSIBILITÉ DU MILIEU

Zone du projet	N°Habitat	Localisation	Nature du site / habitat	Types de milieu (corine biotope Réunion, 2001)	Habitat, espèce remarquable	Sensibilité ⁶
Tracé actuel de la ravine la Plaine	1	Amont RN1	Ravine sèche /Boisement secondaire arborée à diverses espèces exotiques	87.1934 fourrés secondaires à <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>litsea glutinosa</i> et <i>albizia lebbek</i> 87.1936 fourrés secondaires à <i>Schinus terebinthifolius</i> et <i>Furcraea foetida</i> 87.1943 boisement à <i>tamarindus indica</i> 87.1941 boisement à <i>Pithecelobium dulce</i>	Zone arborée faisant le lien entre les hauts et les bas : « Corridor écologique »	Modérée
	2	Aval RN 1 → 250 m avant le chemin Jacquot	Ravine sèche / Friche rudérale	87.1934 fourrés secondaires à <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>litsea glutinosa</i> et <i>albizia lebbek</i> 87.1936 fourrés secondaires à <i>Schinus terebinthifolius</i> et <i>Furcraea foetida</i>		Faible
	3	250 m avant le chemin Jacquot	Ravine à sol humide / Roselière atterrie à Herbe bourrique	Pas de numéro : groupement à <i>Typha domingensis</i> et <i>Ludwigia octovalvis</i>		Faible
	4	Aval Chemin Jacquot → Radier	Ravine en eau /marécage	59.2113 groupement à <i>Typha domingensis</i> et/ou <i>Phragmites mauritianus</i> (Réunion) 59.2111 groupement exotique à <i>Polygonum senegalense</i> et <i>Colocasia esculenta</i> 22.4912 groupement exotique à <i>Eichornia crassipes</i> 22.4911 groupement exotique à <i>Pistia stratioides</i>	Habitat intéressant pour la faune : Site de nidification avéré de la poule d'eau (<i>Gallinula chloropus subsp. Pyrrhoroa</i>), Potential site de nidification du Héron strié (<i>Butorides striatus</i>) → Continuité écologique avec l'Etang	Forte
	5	Radier → Etang St-Paul : Exutoire actuel	Ravine en eau : Exutoire	59.2112 groupement à <i>Cyperus papyrus</i> (Réunion) 59.2113 groupement à <i>Typha domingensis</i> et/ou <i>Phragmites mauritianus</i> (Réunion) 83.396 forêt cultivée de filaos littorale 83.393 forêt cultivée d'essences exotiques	Habitat intéressant pour la faune : site Potentiel de nidification de la poule d'eau et du Héron strié (<i>Butorides striatus</i>) → Continuité écologique avec l'Etang faisant parti intégrante de la future réserve naturelle	Forte

⁶ Cf. § 6.1.5 pour la définition des niveaux de sensibilité

COMMUNE DE SAINT-PAUL
AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
RAPPORT D'AVANT-PROJET

Zone du projet	N°Habitat	Localisation	Nature du site / habitat	Types de milieu (corine biotope Réunion, 2001)	Habitat, espèce remarquable	Sensibilité ⁶
Projet de déviation de la ravine la Plaine	6	Antenne Oméga	Terrain en friche	87.1931 fourrés secondaires à <i>Prosopis juliflora</i> 87.1934 fourrés secondaires à <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>litsea glutinosa</i> et <i>albizia lebbbeck</i> 87.1922 savane à <i>Furcraea foetida</i> 87.1913 savane à <i>Heteropogon contortus</i>		Faible
	7	Forêt domaniale plage de sable : Exutoire futur	Forêt littorale et plage de sable	83.396 forêt cultivée de filaos littorale 83.393 forêt cultivée d'essences exotiques 87.1931 fourrés secondaires à <i>Prosopis juliflora</i> 16.1912 groupement à <i>Ipomeapes-caprae</i> et <i>Cynodon dactylon</i> sur plages de sables (Réunion)	Plantation expérimentale d'espèces indigènes dont certaines protégées par arrêté ministérielle Zone boisée luttant contre l'érosion côtière et continuité écologique horizontale du littoral Site de ponte potentiel des tortues marines	Modérée potentiellement forte

6.1.5. SENSIBILITE ECOLOGIQUE DES HABITATS

6.1.5.1. DEFINITION

La définition de la sensibilité écologique des habitats (à laquelle il est fait référence dans le tableau n°12) est basée sur les éléments de la bibliographie et les résultats des prospections décrits aux chapitres précédents. La sensibilité écologique est fondée sur la richesse du milieu et notamment sur la présence d'espèces patrimoniales (espèce rare, protégée, indigène) ainsi que sur l'intérêt du milieu dans le fonctionnement écologique de la zone (corridor écologique). Plus la sensibilité sera forte, plus le milieu sera vulnérable. Les travaux ne devront donc pas le perturber.

Trois niveaux de sensibilité ont été définis :

- ↳ **Sensibilité faible** : le milieu ne présente pas de réels enjeux d'un point de vue écologique, il est donc peu vulnérable. Les travaux peuvent être réalisés en respectant quelques recommandations (exemple : débroussaillage hors période de nidification de certaines espèces).
- ↳ **Sensibilité modérée** : Le milieu présente un enjeu modéré, il est donc vulnérable. Les travaux peuvent être réalisés sous certaines conditions et avec des mesures d'atténuation et/ou de compensation adéquates.
- ↳ **Sensibilité forte** : Le milieu est très vulnérable, l'enjeu est donc élevé. Les travaux ne doivent pas perturber ou modifier la nature du milieu.

6.1.5.2. NIVEAU DE SENSIBILITE DES HABITATS IDENTIFIES

(cf. figure n°25 page 95)

D'après les éléments de la bibliographie et les résultats des prospections, il apparaît que la zone en eau de la Ravine la Plaine (habitat n°4) est un habitat intéressant pour la faune et principalement pour l'avifaune mais également pour les poissons et crustacés, bien que des habitats similaires soient présents en périphérie (zone de l'Etang de Saint-Paul). D'un point de vue floristique, bien que ces zones ne soient pas concernées par des espèces indigènes d'intérêt majeur, elles constituent un ensemble d'espèces caractéristiques des zones humides littoral qui abritent une faune très intéressante comme évoqué précédemment (des oiseaux protégés mais également des insectes potentiellement indigènes et rares). La dégradation de ces peuplements aura donc un effet globalement néfaste indirect pour l'écosystème de l'Etang qu'il faut éviter.

Cette zone abritant des espèces protégées et ayant des relations directes avec l'Etang de Saint-Paul doit rester en l'état actuel afin de maintenir sa fonctionnalité écologique avec celui-ci, bientôt classé en réserve naturelle. L'exutoire de la Ravine la Plaine dans l'Etang de Saint-Paul après le radier (habitat 5) fait partie intégrante de l'écosystème de l'Etang et de ce fait du périmètre de la future réserve naturelle nationale.

C'est pourquoi ces deux habitats n° 4 et n° 5 sont classés en forte sensibilité écologique.

Par ailleurs, la partie boisée de la Ravine la Plaine en amont de la RN1 (habitat 1) peut être considérée comme un potentiel corridor écologique d'intérêt du fait de sa couverture végétale relativement importante, bien qu'exotique, en offrant des possibilités d'alimentation, de nidification, de refuge et de migration pour la faune dans un secteur anthropisé (secteur agricole et industriel). Une attention toute particulière sera donc de mise dans le maintien du caractère boisé de cette zone à sensibilité modérée.

D'autre part, des plantations d'espèces indigènes voir d'espèces protégées ont été réalisées dans la forêt domaniale au niveau du projet de déviation.

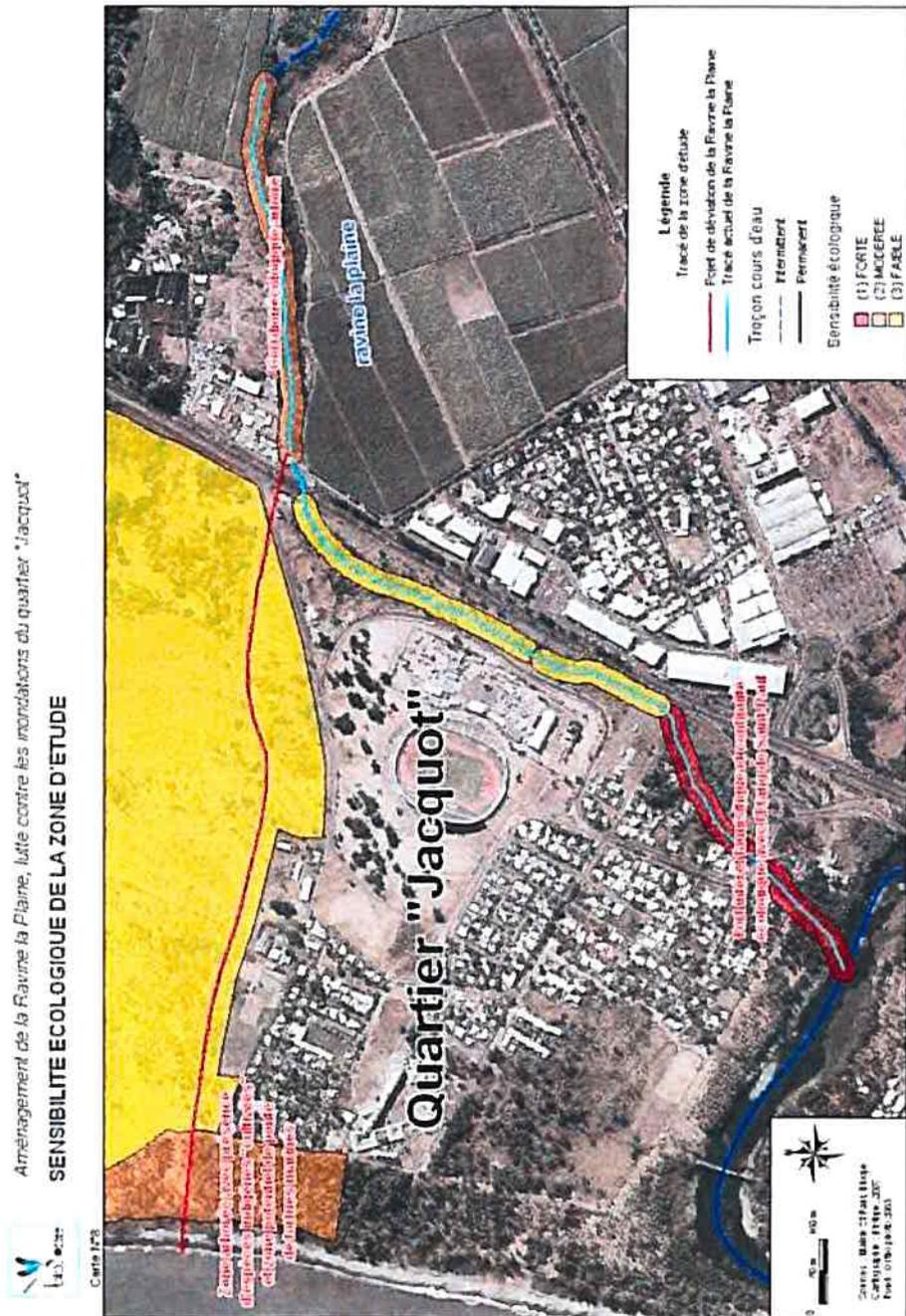
De plus, le rôle paysager et anti-érosif que constitue la forêt littorale (habitat n°7) devra être intégré au projet et notamment aux mesures compensatoires. Cet habitat est un site potentiel de ponte des tortues marines actuellement en recrudescence. L'ONF a d'ailleurs un projet de restauration écologique afin de favoriser le retour des pontes de tortues marines sur la zone du projet. Il faudra donc le prendre en compte lors de la réalisation des travaux.

Les habitats n° 1 et 7 ont donc également une sensibilité modérée et potentiellement forte.

Le site de l'Antenne Oméga est quant à lui sans intérêt écologique réel bien qu'il puisse abriter certains oiseaux protégés et insectes rares. Cependant la présence d'habitats similaire à proximité ne lui confère qu'une **faible sensibilité**.

La figure n°25 ci-après présente les différents niveaux de sensibilités écologiques identifiés au vu des informations et données issues de la bibliographie des consultations et des protections.

Figure n°25 – CARTE DES SENSIBILITES ECOLOGIQUES



6.2. CONTEXTE PAYSAGER INITIAL

6.2.1. LE CONTEXTE PAYSAGER

La Ravine la Plaine incise la plaine puis le cône de déjection de Savannah entre la Rivière des Galets et l'Étang de Saint-Paul.

La zone d'intervention, les deux derniers kilomètres du lit actuel de la ravine et la zone d'implantation de la dérivation, s'inscrit à l'interface de 3 grandes unités paysagères⁷ :

- ↳ La plaine Chabrier – sèche ;
- ↳ La plaine de Saint-Paul – humide ;
- ↳ La plaine de Savannah – agricole.

L'ensemble de ces trois grandes unités est caractérisé par une topographie assez peu marquée pour la Réunion, une expansion urbaine plus ou moins diffuse et de nombreux aménagements.

La voie rapide (Saint-Denis – Saint-Paul) forme une coupure nette entre la plaine Chabrier et la plaine de Savannah. La limite entre ces deux unités et la plaine de Saint-Paul est moins nette. Le gradient d'humidité, matérialisé par une végétation de plus en plus verte et luxuriante, crée une transition entre les zones arides et la zone humide. En effet, l'étang de Saint-Paul est un élément majeur de cette unité paysagère. Cet espace naturel se prolonge au niveau du littoral avec la forêt domaniale de la côte sous le vent.

6.2.2. LES AMBIANCES PAYSAGERES

La structure originelle de ce secteur, les aménagements et le développement plus ou moins naturel et important de la végétation créent différentes ambiances qui pourront être modifiées ou influenceront la perception de l'aménagement envisagé.

6.2.2.1. L'ÉTANG DE SAINT-PAUL

Cette zone humide littorale exceptionnelle à la Réunion est caractérisée par la présence d'un plan d'eau libre et par une végétation marécageuse luxuriante. C'est un espace très apprécié dont la reconnaissance de la qualité écologique et paysagère devrait être renforcée par le classement en réserve naturelle nationale.

⁷ Agence Folléa-Gautier, PW2C, Vue D'ici, 2006. Charte intercommunale paysagère, patrimoniale et architecturale. Une Charte pour la qualité du cadre de vie dans l'Ouest. Partie I. TCO. 2006



Photo n°12 – AMBIANCE PAYSAGERE DE L'ETANG DE SAINT-PAUL

6.2.2.2. LA PLAGE ET LA FORET LITTORALE

Dans le prolongement de l'étang de Saint-Paul et le long du littoral, la forêt domaniale de la côte sous le vent crée une coupure d'urbanisation et s'intercale entre la plage et la zone urbaine. Au niveau de l'ancienne emprise de l'antenne Omega, elle se réduit pour ne former plus qu'une haie le long du chemin.



Photo n°13 – AMBIANCE PAYSAGERE DE LA PLAGE ET DE LA FORET LITTORALE

Cette forêt parfois clairsemée, offre une ombre légère mais agréable. La relative sécheresse du secteur est renforcée par le tapis de feuilles sèches au sol. L'origine, en partie artificielle, de cette forêt (nombreuses plantations) ne transparaît pas trop. Elle est donc perçue pour la plupart comme un espace très naturel.



Photo n°14 – AMBIANCE PAYSAGERE DE LA FORET LITTORALE (SECTEUR DE PLANTATION)

6.2.2.3. DES ZONES RESIDENTIELLES

Le quartier Jacquot, est constitué de différents lots, principalement de maisons individuelles, dont certains sont en cours d'urbanisation. Ils ont des caractères différents en fonction de l'architecture, des voiries et surtout de l'ancienneté et du développement de la végétation.

Les habitations situées le long de la ravine et celles de la caserne de gendarmerie (les plus proches de la zone d'intervention) sont pour la plupart entourées de jardins arborés et de haies. Cette végétation permet de mieux intégrer les bâtiments et de faire une transition avec les espaces voisins plus naturels.

De l'autre côté de la voie rapide, le lotissement de Savannah n'est pas en relation avec la zone de projet.

6.2.2.4. DES ZONES D'ACTIVITES ET DES EQUIPEMENTS DE LOISIRS

Des zones d'activités s'égrènent le long de la voie rapide (zone de Savannah, zone de l'Affouche). L'architecture industrielle, parfois très dégradée, les enseignes et les aires de stationnement offrent une qualité paysagère médiocre.



Photo n°15 – AMBIANCE PAYSAGERE DE LA RAVINE EN AVAL DE LA RN1

De même, les abords du stade et du parc expo, la zone d'évolution des engins de chantier apparaissent comme de vastes terrains vagues avec de nombreux aménagements hétéroclites et peu qualitatifs. Seuls les espaces verts du Cinéma sont un peu plus qualitatifs.

6.2.2.5. LA PLAINE CHABRIER

Longtemps inconstructible du fait de la présence de l'antenne Oméga, la plaine Chabrier est une vaste zone de savane plus ou moins arborée. C'est un paysage assez ouvert et sec qui devient une vraie fournaise en été.

L'antenne Oméga fut de 1976 à 1999 un point de repère dans le paysage de la côte *ouest*. Aujourd'hui quelques équipements (route, grillage...) dont l'utilité n'est pas bien perceptible paraissent incongrus dans la savane.



Photo n°16 – AMBIANCE PAYSAGERE DE LA PLAINE CHABRIER

6.2.2.6. LES PLAINES AGRICOLES

La plaine agricole de Savannah est avec celle du Gol, l'une des rares zones planes et cultivées de la Réunion. Ses parcelles régulières, très graphiques et souvent photographiées depuis les airs, constituent l'un des paysages agricoles emblématiques de la Réunion.

Cet espace est caractérisé par la régularité des parcelles. L'uniformité des champs de canne est atténuée par la variabilité saisonnière du paysage (tantôt ouvert, tantôt totalement fermé), l'animation des travaux dans les champs et les jeux du vent ou de la lumière dans la canne. Bien qu'artificielles, les champs de canne sont souvent considérés comme un paysage naturel par rapport aux zones urbaines.

La plaine Defaud est, elle, un ensemble de champs hétérogènes (canne, vergers, pépinières, maraîchage, etc.) plus mité par l'urbanisation. La topographie est également plus complexe (petites ravines, escarpements, pitons...).

Entre ces deux plaines, la Ravine la Plaine, très encaissée en amont, s'élargie nettement et forme une petite plaine surbaissée et atypique par rapport aux deux autres. En effet, les prairies irriguées ont remplacé la canne et créent un paysage totalement atypique à cette altitude à la Réunion. De plus, la présence de nombreuses espèces rudérales et de bosquets épars ne permet pas d'avoir une vision claire de l'organisation et de la fonction de cet espace.



Photo n°17 – AMBIANCE PAYSAGERE DE LA RAVINE LA PLAINE EN AMONT DE LA RN1 (RIVE DROITE)

6.2.3. LES CARACTERISTIQUES PAYSAGERES DE LA RAVINE

Influencé par ce contexte, la Ravine la Plaine présente 3 grandes séquences paysagères :

6.2.3.1. UNE SEQUENCE BOISEE, EN AMONT DE LA ROUTE NATIONALE

En amont, la ravine a une forme assez typique : une vallée aux versants abrupts et boisés.

Ensuite, la ravine devient dissymétrique avec au sud un versant abrupt et au nord une plaine cultivée. De loin le lit mineur est pratiquement invisible, dissimulé dans la végétation qui se développe au pied du versant, en marge des champs.

A proximité, la ravine apparaît comme un canal asséché légèrement encaissé et noyé dans la végétation. La végétation est très développée et assez impraticable en raison du développement des rudérales, des arbustes et de la liane papillon. Cette végétation très luxuriante durant la saison cyclonique, paraît plus sèche et épineuse durant l'hiver austral. Cette bande boisée est un espace assez naturel, qui peut paraître sauvage et donc assez peu accueillant. De nombreux vieux arbres renforcent le caractère boisé et naturel de cette séquence. Le versant en rive gauche est colonisé par des arbustes qui sèchent l'hiver ce qui souligne la présence du cordon arboré qui lui reste vert.



Photo n°18 – RAVINE PLAINE EN AMONT DE LA RN1

L'hétérogénéité de la végétation, la présence d'espèces végétales rudérales ou envahissantes (ricin, margose, liane papillon, etc.) créent une ambiance de friche arborée assez naturelle. Particulièrement sensible aux dégradations (ouvrages, remblais, ZAC proche, etc.), elle devient rapidement un site dévalorisé, un terrain vague.



Photo n°19 – RAVINE LA PLAINE EN AMONT PROCHE DE LA RN1

6.2.3.2. UNE SEQUENCE « ENFRICHEE », ENTRE LA RN ET LE CHEMIN JACQUOT

En aval du passage sous la voie rapide, la ravine est coincée entre la voie rapide et la rue des Mascareignes. Elle apparaît sous la forme d'une dépression topographique envahie par des herbes hautes et quelques arbres et arbustes. Ses abords (des délaissés routiers, des espaces verts de qualité médiocre, une zone de remblais et de manœuvre d'engins de chantier, le passage sous la voie rapide anarchique et dégradé, etc.) dévalorisent fortement le caractère naturel de ce tronçon.



Photo n°20 – RAVINE LA PLAINE ENTRE LA RN1 ET LE CHEMIN JACQUOT

Seule la petite section bordée de part et d'autre par des arbres offre un profil plus caractéristique d'une ravine et donc légèrement plus attractif.



Photo n°21 – RAVINE LA PLAINE ENTRE LA RN1 ET LE CHEMIN JACQUOT

6.2.3.3. UNE SEQUENCE HUMIDE, DE LA RUE JACQUOT A LA CONFLUENCE AVEC LA RAVINE ETANG SAINT-PAUL

La ravine s'éloigne de la voie rapide, la végétation est plus fournie, très hygrophile. L'eau est même visible dans la partie la plus proche de l'étang. Ce marécage semble être une annexe de l'étang de Saint-Paul. La végétation arborée qui se développe sur les berges masque généralement les maisons du lotissement voisin et créent une transition avec les jardins créoles.



Photo n°22 – RAVINE LA PLAINE EN AMONT DE LA CONFLUENCE AVEC LA RAVINE ETANG SAINT-PAUL

Au niveau du radier, la végétation arborée est moins fournie et quelques murs de clôture de fond de jardin apparaissent et nuisent au caractère naturel de ce secteur.



Photo n°23 – RAVINE LA PLAINE EN AMONT DE LA CONFLUENCE AVEC LA RAVINE ETANG SAINT-PAUL

6.2.4. LA PERCEPTION DU SITE

Actuellement, la ravine, même si elle est visible depuis de nombreuses voies publiques, n'est pas réellement reconnue comme une ravine, zone d'écoulement naturel des eaux. En effet, sa présence n'est pas soulignée par l'eau ou une gorge caractéristique. En aval de la voie rapide, elle est parallèle et non perpendiculaire à la nationale comme la plupart des ravines à la Réunion, elle ressemble plus à un fossé d'évacuation des eaux.

Les accès directs à la ravine (radiers, ouvrages de franchissement, rue des Mascareignes...) ne la mettent pas en valeur non plus. Ils offrent des vues sur des secteurs ou des ouvrages dégradés (murs, enrochements, tags, remblais...).



Photo n°24 – PERCEPTION DE FOSSE D'ÉVACUATION DE LA RAVINE EN AVAL DE LA RN1



Photo n°25 - PERCEPTIONS NON VALORISANTES DE LA RAVINE

Seule la partie, en aval du radier, de la route d'accès au quartier Jacquot est plus conforme à l'idée que l'on peut se faire d'une ravine. Elle apparaît ici en continuité de l'étang de Saint-Paul.

Depuis la voie rapide, la plaine Chabrier n'apparaît pas clairement comme une vaste coupure d'urbanisation. L'attention est captée par les aménagements de la piste cyclable et par la zone d'activité de l'autre côté de la route. Seules les personnes qui accèdent aux petites routes et chemins qui la longent peuvent percevoir la savane. Notons toutefois qu'a

l'extrémité sud de la plaine Chabrier, les buissons forment des écrans visuels qui limitent la perception de l'étendu de ce secteur de savane, il faut emprunter le chemin qui longe le site à l'ouest pour en prendre toute la mesure.

La forêt littorale est très fréquentée au niveau de l'embouchure de l'étang de Saint-Paul, plus au nord, elle l'est moins. La forêt littorale est un espace boisé qui n'est perçue que depuis le chemin qui la longe et les cheminements piétons qui le traverse. Depuis le littoral, elle crée une coupure d'urbanisation et masque en partie l'urbanisation du littoral.

6.2.5. PERSPECTIVES D'EVOLUTION

Outre le projet de dérivation de la ravine, le paysage de ce secteur va être totalement remanié lors d'aménagements structurants.

Le **Tram-Train** qui reliera Saint-Paul à Gillot devrait longer la route nationale pour rejoindre Cambaie et le Port. Actuellement deux variantes sont envisagées, elles franchiront toutes les deux la dérivation à proximité du franchissement de la voie rapide.

Quelque soit le tracé retenu, les aménagements supplémentaires, les terrassements et les ouvrages nécessaires risquent d'artificialiser encore un peu plus les berges et le profil de la ravine la Plaine. L'accumulation d'aménagements au niveau du franchissement de la voie rapide risque en particulier de rendre très difficile l'amélioration de ce secteur du point de vue paysager.

Dans le cadre du projet de **coeur d'agglomération** du TCO, la plaine de Cambaie a vocation à être urbanisée. La déviation ne s'insérera donc pas à terme dans un contexte plus ou moins naturel mais entre deux quartiers, au coeur d'une zone urbaine.

L'urbanisation de ce quartier implique la création d'un nouveau réseau routier qui apportera de nombreux usagers vers ce secteur. La création d'un ou de plusieurs ouvrages de franchissement sur la dérivation entre le quartier Jacquot et le nouveau quartier de Cambaie impliquera des vues directes sur l'aménagement et ses abords. L'espace étant complètement remanié dans ce secteur, il convient d'analyser l'interconnexion entre les différentes voiries et d'assurer la transition entre les différents espaces : voiries, ouvrages hydrauliques, espaces verts d'agrément, jardins,...

En parallèle aux deux projets précédents, il est envisagé de restructurer les franges *est* et *nord-est* du quartier Jacquot. Parmi les projets, il est envisagé d'effacer totalement le cours actuel de la ravine la Plaine et d'y aménager une zone commerciale en vis à vis de celle de Savannah. Une liaison routière entre le quartier de Savannah et le nouveau quartier de Cambaie est également envisagée. C'est donc l'ensemble des caractéristiques paysagères du secteur qui risque d'être totalement bouleversé. L'une des difficultés sera d'intégrer paysagèrement le cours d'eau dans un foisonnement d'ouvrages entremêlés.

La création d'un **sentier littoral** en prolongement de l'ancien pont CFR jusqu'au Port devrait renforcer la fréquentation dans ou en marge de la forêt littorale. Le franchissement de la dérivation par ce cheminement sera également un point sensible à traiter avec attention.

Les projets de restauration de la forêt littorale, notamment pour favoriser la ponte des tortues, réaffirment la volonté de conforter la bande boisée littorale.

6.3. IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER DU PROJET

6.3.1. IMPACTS DU PROJET SUR LES MILIEUX NATURELS

6.3.1.1. ANALYSE DES VARIANTES PROPOSEES VIS-A-VIS DE LEUR IMPACT SUR LE MILIEU NATUREL

VARIANTE EN AMONT DE LA RN

Deux variantes sont proposées pour résorber les risques d'inondations dans la partie amont de la RN1. Ces deux variantes permettent d'absorber des crues trentennales mais pas des crues centennales. L'ouvrage de la RN actuel devra dans les deux cas être revu pour permettre d'absorber des crues centennales.

↳ Variante 1, variante longue : un recalibrage de la ravine sur un linéaire de 500 m environ, avec une section en entonnoir qui part d'une largeur de 60 m pour atteindre 33 m au niveau du pont. Une risberme de 6 m de large sera réalisée en rive droite.

↳ Variante 2, variante courte : un recalibrage de la ravine sur un linéaire de 100 m environ avec une section de 33 m de large. Cette variante permettrait d'avoir moins de déblais.

La rive gauche, la plus boisée est préservée pour les deux variantes. Elle est reprise (prolongée) au niveau de l'ouvrage de la RN pour éviter tout débordement dans la plaine en rive gauche.

Les effets du projet vis-à-vis des milieux naturels sont faibles dans les deux cas. En effet, c'est la rive droite peu sensible d'un point de vu écologique qui est la plus touchée ; la rive gauche, la plus boisée, étant préservée.

La variante n°2 porte atteinte à un linéaire moindre (100 m contre 500 m pour la variante 1), le caractère boisé (notion de continuité écologique) est donc largement préservé. L'impact sur le milieu « naturel » sera plus faible. Cette variante est à privilégier pour les milieux naturels.

Par ailleurs, dans les deux cas il est conseillé de revégétaliser la risberme en rive droite en continuité de ce qui sera réalisé en aval de l'ouvrage (palette végétal à définir pour ne pas risquer des embâcles au niveau de l'ouvrage).

VARIANTES EN AVAL DE LA RN (NOUVEAUX TRACES) :

Deux variantes de tracé et deux sections type sont proposées.

↳ Les deux variantes de tracé sont un tracé rectiligne et un tracé sinueux.

Les effets ou impacts vis-à-vis des milieux naturels resteront les mêmes pour les deux variantes en l'état actuel de l'avancement du projet. En effet, bien que le tracé sinueux demande davantage de défrichage, les milieux touchés (antenne Omega) sont sans enjeux véritables, la partie (surface) de la forêt littorale (milieu de plus forte sensibilité écologique) touchée restant la même dans les deux cas.

↳ Les deux variantes de section type proposées sont :

- Une section de large emprise (60 m) avec un lit mineur et un lit majeur (présence de berges) ;
- Une section de plus faible emprise rectangulaire (30 m de large) type canal béton en U.

L'impact sur les milieux naturels ne sera pas le même selon le type de section retenu. En effet, la section large permet de garder une végétalisation plus ou moins importante de la zone (selon le profil type paysager retenu) permettant ainsi à la faune de se déplacer, de s'alimenter, de se cacher et de trouver des sites potentiels de nidification alors que la section béton de faible emprise crée une rupture écologique net. Par ailleurs, la section large est également l'occasion de reconquérir l'indigénat, voire l'endémisme végétale de la zone (par plantation d'espèce indigène) aujourd'hui totalement secondarisée. **La section large est donc à privilégier.**

6.3.1.2. ANALYSE ET APPRECIATION PREALABLES DES IMPACTS DU PROJET SUR LE MILIEU NATUREL

Quelques chiffres approximatifs permettant de quantifier et d'évaluer les impacts :	
↳	Surface de l'Antenne Omega : environ 130 ha
↳	Surface du projet sur l'antenne Omega : environ 10,4 ha (1480 m x 70m) soit 8% de la superficie de l'antenne Oméga
↳	Surface de la forêt domaniale : 87,65 ha (source : plan d'aménagement de l'ONF)
↳	Surface du projet dans la forêt domaniale : 1,12 ha (160 m x 70 m) soit 1.3 % de la forêt domaniale de Saint Paul
↳	Linéaire de forêt domaniale de Saint-Paul potentiel pour la restauration de zones favorables pour le retour des tortues marines : environ 900 ml
↳	Linéaire de forêt domaniale touché par le projet : ≈70 m, soit 8 %

IMPACT DIRECT

↳ Au niveau de la forêt littorale

1/ Destruction d'une partie de la forêt littorale domaniale	
Postes évalués	Quantification ou nature de l'impact
Type d'impact	Direct
Durée de l'impact	Temporaire (phase travaux et croissance des plantations)
Nature de l'impact	Destruction directe favorisant l'érosion des dunes côtières, rupture du corridor écologique littoral, destruction d'espèces indigènes cultivées
Valeur patrimoniale de l'élément	Moyenne à forte

**COMMUNE DE SAINT-PAUL
AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
RAPPORT D'AVANT-PROJET**

1/ Destruction d'une partie de la forêt littorale domaniale	
Impact par rapport à l'habitat local (superficie de l'habitat détruit / superficie de l'habitat en question dans la zone)	Faible, un peu plus de 1% de la forêt domaniale de Saint-Paul
Impact par rapport à l'habitat régional	Faible
Capacité de régénération de l'élément	Très faible (sans l'intervention de l'homme)
Autre	L'ONF a identifié cette zone comme pouvant être restaurée pour créer des habitats plus propices à la ponte des tortues marines (cf. impact 2). Par ailleurs, des plantations d'espèces indigènes récentes ont été mises en place à ce niveau (reconquête de l'indigénat). Les coûts investis seront perdus !
Appréciation globale	Impact moyen

2/ Destruction d'habitats propices à la ponte de tortues marines au niveau du futur exutoire de la ravine la Plaine (phase exploitation)	
Postes évalués	Quantification ou nature de l'impact
Type d'impact	Direct
Durée de l'impact	Permanent
Nature de l'impact	Destruction directe
Valeur patrimoniale de l'élément	Moyenne dans son état actuel mais l'ONF a un projet de restauration de ces habitats pour favoriser les pontes de tortues ce qui est difficilement compatible avec le projet
Impact par rapport à l'habitat local (linéaire d'habitat favorable (pour la reconstitution) détruit / linéaire d'habitat favorable dans la zone)	Moyen à fort, concerne environ 10 % du linéaire « favorable » voire plus selon l'extension de l'exutoire vers le sud du fait de la courantologie. Par ailleurs, Kelonia nous a indiqué que des études menées en Afrique du Sud (non encore publiées) ont démontré que les tortues marines étaient perturbées par les résurgences d'eau douce et qu'elles ne venaient plus pondre sur de telles zones. C'est potentiellement le cas pour la zone du projet.
Impact par rapport à l'habitat régional (à l'échelle de la Réunion)	Fort, en effet il y a peu d'habitats propices (zone boisée éloignée des habitations, peu fréquentée et sous maîtrise foncière publique) à La Réunion pour ce genre d'opération de restauration.
Capacité de régénération de l'élément	Nulle
Appréciation globale	Impact fort

**COMMUNE DE SAINT-PAUL
AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
RAPPORT D'AVANT-PROJET**

3/ Destruction de pontes de tortues marines au niveau du futur exutoire de la ravine la Plaine (phase travaux)	
Postes évalués	Quantification ou nature de l'impact
Type d'impact	Direct
Durée de l'impact	Temporaire
Nature de l'impact	Destruction directe des pontes potentiellement présentes au moment des travaux au niveau du futur exutoire de la ravine la Plaine
Valeur patrimoniale de l'élément	Moyenne à faible
Impact par rapport aux pontes locales (à l'échelle de la réunion) (Nombre de pontes potentiellement détruite / Nombre de pontes à la Réunion)	Faible : 1 à 2 pontes potentielles (peu probable voire improbable) dans la zone du projet
Impact par rapport aux pontes de cette espèce dans à l'échelle régionale	Très faible
Appréciation globale	Impact faible voir négligeable

↳ En amont de la RN

4/ Destruction d'un boisement secondaire le long de la ravine en amont de la RN	
Postes évalués	Quantification ou nature de l'impact
Type d'impact	Direct
Durée de l'impact	Temporaire
Nature de l'impact	Destruction directe d'un boisement formant une continuité écologique avec les hauts, pouvant abriter une faune indigène (oiseaux, insectes), évitant l'érosion des berges et ayant un rôle d'épuration des eaux lors de crues. Destruction de gros arbres exotiques remarquables.
Valeur patrimoniale de l'élément	Moyenne
Impact par rapport à l'habitat local (superficie de l'habitat détruit / superficie de l'habitat en question dans la zone)	Moyen à fort (tout le boisement de la ravine à cet altitude est concerné par ces travaux, il n'y a pas d'autres ravine directement à proximité)
Impact par rapport à l'habitat régional	Faible : présence de nombreuses ravines arborées dans l'Ouest
Capacité de régénération de l'élément	Moyen
Autre	Zone composée d'espèces végétales exotiques dont certaines envahissantes
Appréciation globale	Impact moyen

☞ Sur l'ensemble de la zone du projet :

5/ Perturbation de la faune lors des travaux de débroussaillage et de terrassement	
Postes évalués	Quantification ou nature de l'impact
Type d'impact	Direct
Durée de l'impact	Temporaire
Nature de l'impact	Dérangement de l'avifaune, de caméléons et d'insectes
Valeur patrimoniale de l'élément	Moyenne à faible (présence d'oiseau blanc et de caméléons protégées par arrêté ministériel mais très présents sur l'île et pas menacés)
Impact par rapport à l'habitat local (superficie de l'habitat détruit / superficie de l'habitat en question dans la zone)	Faible
Impact par rapport à l'habitat régional	Très faible
Capacité de régénération de l'élément	Fort (délocalisation des individus)
Autre	Espèces protégées par arrêté ministériel
Appréciation globale	Impact faible

6/ Risque de pollution de la nappe souterraine notamment au niveau de l'antenne Omega et de la forêt littorale	
Postes évalués	Quantification ou nature de l'impact
Type d'impact	Direct
Durée de l'impact	Temporaire
Nature de l'impact	Pollution de la nappe d'eau souterraine proche de la surface voire affleurante par une mauvaise maintenance, stockage ... de produits polluants en phase travaux
Valeur patrimoniale de l'élément	Moyenne à forte
Impact local	Fort
Capacité de régénération de l'élément	Faible
Autre	Dépend de la quantité de polluant. Risque de fermeture temporaire voir définitive des forages présents à proximité.
Appréciation globale	Impact fort

IMPACT INDIRECT

7/ Dessèchement et mort des espèces végétales de la forêt littorale	
Postes évalués	Quantification ou nature de l'impact
Type d'impact	Indirect
Durée de l'impact	Permanent
Nature de l'impact	Possible dessèchement et mort des espèces végétales plantées ou en place dans la forêt littorale du fait de la salinisation de la nappe d'eau souterraine d'où ces espèces puisent leurs eau et éléments nutritifs et servant d'arrosage pour les nouvelles plantations via des puits (puits n°3 et 4 sont directement concernés par le projet).
Valeur patrimoniale de l'élément	Moyenne à fort (rôle important dans la lutte contre l'érosion côtière et zone potentiellement propice à la ponte des tortues marines ; continuité écologique transversale)
Impact par rapport à l'habitat local	Faible : salinisation du fait de l'aménagement peu probable.
Impact par rapport à l'habitat régional	Faible.
Capacité de régénération de l'élément	Faible à nulle si impact.
Appréciation globale	Impact faible

IMPACT

8/ Erosion du cordon littoral due à l'expansion du plan d'eau vers le sud	
Postes évalués	Quantification ou nature de l'impact
Type d'impact	Indirect
Durée de l'impact	Permanent
Nature de l'impact	Erosion du cordon littoral due à l'expansion du plan d'eau vers le sud du fait de la courantologie.
Valeur patrimoniale de l'élément	Fort : le cordon littoral protège les terres contre les fortes houles + site potentiel de ponte de tortues marines
Impact local	Fort : peut concerner un linéaire conséquent (difficile à déterminer)
Impact à l'échelle régionale	Fort : l'érosion côtière touche une grande partie des côtes de l'île, cet impact ne fait que l'intensifier.
Capacité de régénération de l'élément	Faible
Appréciation globale	Impact fort

IMPACT INDUIT

9/ Destruction d'un habitat original : le marécage (habitat 4 et 5) présentant une faune associée exceptionnelle	
Postes évalués	Quantification ou nature de l'impact
Type d'impact	Induit
Durée de l'impact	Permanent
Nature de l'impact	Destruction induit d'un habitat exceptionnel du fait du tarissement et du comblement volontaire du tracé actuel de la ravine soumise à de forte pression foncière
Valeur patrimoniale de l'élément	Fort
Impact par rapport à l'habitat local	Fort : bien que des habitats similaires soient présents à proximité (Etang de Saint Paul) cet habitat enrichi davantage la biodiversité présente à Saint Paul.
Impact par rapport à l'habitat régional	Moyen : peu de zone d'eau continentale aussi riche à la Réunion
Capacité de régénération de l'élément	Nulle
Autre	L'habitat 5 fait, pour le ¼ de son linéaire, partie intégrante de la réserve naturel de l'Etang de saint Paul
Appréciation globale	Impact fort

6.3.2. SENSIBILITES PAYSAGERES DU PROJET

6.3.2.1. EN AMONT DE LA VOIE RAPIDE

La dissymétrie de la ravine, le contexte agricole et la proximité de la zone d'activité sont les éléments à prendre en compte.

En amont, il apparaît difficile de gagner sur le versant abrupt (rive gauche) sans le déstabiliser et créer une écorchure très visible dans le paysage (terrassements importants). La création d'une digue entre la ravine et la plaine agricole renforcerait la séparation entre le lit de la ravine et son lit majeur naturel : l'ensemble de la plaine agricole.

Un élargissement du lit mineur en rive droite entraîne la destruction des arbres situés sur cette berge mais ceux de rive gauche peuvent être alors maintenus. Le caractère dissymétrique de la ravine est renforcé, mais la ravine devient plus visible depuis la zone agricole, son lien avec celle-ci est renforcé.

Le maintien de quelques vieux arbres isolés en rive droite permettrait de délimiter visuellement la zone agricole, de souligner la linéarité de la ravine et de ne pas totalement rajeunir et uniformiser le paysage agricole fragilisé.

Au droit de la zone d'activité, l'emprise en rive droite est limitée et l'accès doit être maintenu. L'escarpement en rive gauche est moins marqué et autorise éventuellement des terrassements. La végétation est également moins développée. Entre le radier et le passage sous la voie rapide les enrochements percolés sont particulièrement inesthétiques.

Le recalibrage de la ravine et éventuellement la modification du passage sous la RN1 et du radier est l'occasion de réorienter la ravine face à l'ouvrage et de reprendre et de soigner les transitions entre les différents ouvrages.

6.3.2.2. LA DERIVATION

6.3.2.2.1. LES VARIANTES DE TRACE

Le projet prévoit deux variantes de tracé avec un profil en travers type identique. L'une est pratiquement rectiligne, l'autre contourne l'un des îlots du futur nouveau quartier de Cambaie et présente une certaine sinuosité.

Dans les deux cas, l'axe général de cette nouvelle ravine sera plus ou moins perpendiculaire à la nationale et donc plus conforme à l'axe général du réseau hydrographique de la Réunion. L'aménagement aura, au sens de la lecture générale de la pente et du territoire, une certaine logique.

Cependant, la dérivation va constituer une coupure entre les deux quartiers. Plus elle sera rectiligne et plus la rupture sera marquée. En effet, la perspective créée par la dérivation renforcera la séparation entre les quartiers au lieu de les lier. Un travail urbanistique et paysager sera donc nécessaire pour relier les deux quartiers grâce à de nouvelles voiries ou soit par les aménagements paysagers structurants.

Ce caractère artificiel est d'autant plus fort avec un tracé rectiligne où l'ensemble de la dérivation, uniforme, est perceptible d'un seul point de vue. La variante sinueuse apparaît donc d'emblée moins rigide. La dérivation n'est pas visible au-delà de chaque virage, mais l'observateur extrapole intuitivement la continuité du chenal, cela crée un certain dynamisme, un léger point d'appel invitant à voir au-delà de la zone visible.

Du point de vue paysager la variante sinueuse est donc la plus adaptée.

A défaut et dans les deux cas, nous proposons de donner une sinuosité au lit mineur à l'intérieur du lit majeur.

6.3.2.2.2. *LE PROFIL EN TRAVERS*

Le profil en travers type de la dérivation prévoit, en réponse aux contraintes hydrauliques, un traitement uniforme sur l'ensemble du linéaire. Le profil projeté est un tracé initialement très technique trapézoïdal à risbermes dont le caractère artificiel est renforcé par la symétrie et les ruptures de pente nette.

L'artificialisation des berges, notamment par des ouvrages maçonnés, renforce le caractère artificiel d'un chenal. Son intégration paysagère est plus difficile, à moins de s'inscrire dans un contexte très urbain et très minéral.

Les débits et vitesses envisagées rendent possible l'utilisation de techniques de confortement souples qui permettront le développement de la végétation et donc de donner un caractère assez naturel à la dérivation. Cependant, la végétation herbacée ne sera pas suffisante pour protéger les berges de l'érosion, surtout après de longues périodes sèches où le recouvrement est moins important et le système racinaire fragilisé. Les techniques d'enrochement envisagées offrent la résistance nécessaire et permettent le développement de la végétation, herbacée au moins.

La création d'un canal rectangulaire en béton armé du même type que celui de la Ravine Patates à Durand à Saint-Denis est envisageable. Si ce profil à l'avantage de bien marquer le rôle hydraulique de l'ouvrage, il ne participe pas à l'agrément du secteur et apparaît en totale rupture avec son environnement. Par ailleurs, en termes de perception, il apparaît d'autant plus à sec, plus comme un caniveau géant que comme la continuité naturelle de la rivière.

6.3.2.2.3. *LA VEGETATION*

La rugosité de la zone d'écoulement est une contrainte majeure pour le projet. Afin de maintenir une débitance suffisante, le développement des ligneux devra être limité. Par ailleurs il convient également de ne pas créer de points durs qui peuvent accroître ponctuellement les phénomènes d'érosion.

Quel que soit le type de végétation envisagé en accompagnement de l'ouvrage, son aspect influencera fortement la perception positive ou non de ce nouvel espace.

Le contexte, très sec et très drainant, est une contrainte importante. En l'absence d'arrosage, la végétation suivra un cycle saisonnier marqué : verte et luxuriante en été, couleur paille et sèche en hiver. Si le parti d'aménagement prévoit de laisser se développer une végétation spontanée ou libre, il sera nécessaire, dans un contexte urbain de garantir une certaine structuration et un certain entretien pour que cet espace n'apparaisse pas délaissé. Toutefois, l'entretien ne devra pas être trop intense et être en

cohérence avec le parti d'aménagement, notamment le niveau de naturalité que l'on souhaite donner au secteur.

La nappe affleurer sur une partie du tronçon. La végétation aura alors un caractère beaucoup plus hygrophile. Des héliophytes pourront même se développer dans le plan d'eau qui se formera à l'arrière du cordon littoral. Le parti d'aménagement doit prendre en compte ce gradient d'humidité, mais également le gradient de salinité (embruns, etc.).

6.3.2.2.4. LES AMENAGEMENTS D'ACCOMPAGNEMENT

Le chenal, les berges, les abords immédiats et plus éloignés de la dérivation doivent faire l'objet d'un parti d'aménagement global. En effet, s'ils sont traités indépendamment, il sera très difficile de donner une cohérence à l'ensemble.

Ainsi, le projet de Cambaie prévoit une mer intérieure et un ensemble de quai et de chenaux en eau. Cette « ville sur l'eau » viendra au contact de la dérivation. Il convient de trouver un parti d'aménagement qui permet de mettre en cohérence ces deux espaces. Les espaces verts et les aménagements d'accompagnement devront notamment faire la transition entre les canaux en eau et un chenal de dérivation qui, sur la plupart de son linéaire, sera asséché.

La hiérarchisation et le positionnement des cheminements (routes, circulations douces, allées de parcs urbains) est notamment un point essentiel puisqu'ils font le lien entre les différents espaces et qu'ils orientent également fortement la perception de la ravine.

A ce stade de l'étude, les ouvrages de franchissement ne sont pas encore définis. La largeur du chenal de dérivation sera d'environ 60m ; les ouvrages de franchissement créeront donc des resserrments visuels. La forme et le positionnement de ces ouvrages sont primordiaux pour que l'ensemble crée une composition harmonieuse ; que ces ouvrages ne se superposent pas au chenal, mais qu'ils s'adaptent à la composition du parti d'aménagement global.

6.3.2.3. LA RAVINE EN AVAL DE LA VOIE RAPIDE

Comme évoqué précédemment, le tronçon situé entre le passage sous la voie rapide et le radier de la route d'accès au quartier Jacquot est assez dégradé.

Si la ravine est maintenue, il convient de soigner ses abords ou de souligner son tracé pour l'individualiser des friches voisines.

Si elle était totalement remblayée en amont du rond-point de l'étang, l'identité de la partie située en aval en sera affectée. Elle n'aura plus de logique fonctionnelle avec l'amont.

6.4. PROPOSITIONS DE MESURES

6.4.1. PROPOSITIONS DE MESURES D'ATTENUATION DES IMPACTS

A ce stade, il est d'ores et déjà possible de faire un certain nombre de propositions qui seront précisées au fur et à mesure de l'avancement de la définition du projet. Ces propositions ont pour objectifs de supprimer et de réduire certains impacts.

MESURE DE SUPPRESSION D'IMPACT (MS)

- ↪ **MS 1 : Maintenir en l'état la partie de la ravine la Plaine en eau à proximité de l'Etang de Saint-Paul soit les habitats 4 et 5.**

N° de l'impact visé par la mesure : 9

- ↪ **MS 2 : Réalisation des travaux de débroussaillage et de terrassement en dehors de la saison de nidification**

➤ Description de la mesure : (travaux de débroussaillage à réaliser entre février et août.

➤ Coût : faible (organisation du chantier).

- ↪ **MS 3 : Laisser le temps à la faune de fuir :**

➤ N° de l'impact visé par la mesure : 5

➤ Description de la mesure : décaper la couverture végétale tout en déposant les rémanents en périphérie de la zone de travail afin de permettre la migration des individus. Ne pas brûler les déchets végétaux.

➤ Coût : faible (organisation du chantier).

MESURE DE REDUCTION/ACCOMPAGNEMENT D'IMPACT

- ↪ **MR 1 : Limitation des emprises dans la forêt domaniale :**

➤ N° de l'impact visé par la mesure : 1

➤ Description de la mesure : limiter au strict minimum l'emprise des travaux dans la forêt littorale. L'emprise des travaux au niveau de la forêt littorale ne devra pas excéder 70 m de large (60 m d'emprise définitive pour la ravine + 5 m de chaque coté pour la réalisation des travaux), pas de site de stockage, de dépôt ... dans la forêt domaniale.

Cette mesure limitera le coût de replantation nécessaire (cf. mesure de remise en état)

➤ Coût : 0 € (organisation différente)

- ↪ **MR 2 : En amont de la RN, préserver autant que faire se peut le caractère boisé en rive gauche de la ravine et les plus gros arbres sur les deux rives :**

➤ N° de l'impact visé par la mesure : 4

➤ Description de la mesure : limiter le débroussaillage en rive gauche. Piqueter et matérialiser avec le géomètre la douzaine d'arbres remarquables par leur taille présents sur les deux rives.

- ↪ **MR 3 : Prise en compte et accompagnement environnemental du chantier :**

➤ N° de l'impact visé par la mesure : 6

➤ Description de la mesure : mettre en place des mesures drastiques permettant d'éviter et de limiter la pollution de la nappe. Exigence renforcée du DCE sur ce point à intégrer au PAE de l'entreprise titulaire du marché (stockage produits et lavage/entretien des engins sur des plates formes étanches munies de débourbeur déshuileur ...).

Mettre en place un contrôle extérieur et préconiser un contrôle externe environnemental du chantier.

Toutes les mesures de précaution qui prévalent d'ordinaire pour ce type de travaux pendant la phase travaux (limitation de l'emprise, planification, gestion des eaux de ruissellements, ...) avec une attention particulière au risque de pollution de la nappe proche de la surface voir affleurante en phase travaux sont à conduire.

↳ **MR 4 : Maîtriser l'expansion du plan d'eau vers le sud**

- N° de l'impact visé par la mesure : 8
- Description de la mesure : entretien régulier et adapté du cordon littoral afin d'éviter son expansion vers le *sud*. Point de fixation en amont du littoral.

Remarque : Une des mesures de réduction envisagée était de déplacer l'exutoire plus au *nord*. En effet, cela permettrait de défricher une moindre surface boisée et d'éviter une grande partie des espèces indigènes « cultivées ». Toutefois cette mesure n'est pas réalisable du fait principalement du futur projet cœur d'agglomération et des contraintes hydrauliques engendrées par un rallongement vers le *nord* du linéaire. Cela impacterait également des zones identifiées comme favorables pour la ponte de tortue marine (éloignée des habitations). Enfin, l'ONF a pour objectif futur d'élargir la forêt domaniale à ce niveau. L'impact à long terme du projet serait donc équivalent.

6.4.2. PROPOSITIONS DE MESURES DE REMISE EN ETAT

Les mesures de remise en état ne sont pas des mesures compensatoires, elles sont des mesures obligatoires correspondant à la phase de repliement du chantier. Dans le cadre de ce projet, elles concernent notamment les espaces soumis au régime forestier.

↳ **Remise en état de la forêt domaniale impactée par les travaux :**

- Description de la mesure : Remplacement des plants de la forêt domaniale détruits par le projet et des plantations complémentaires d'accompagnement de préférence indigènes (selon le vouloir de l'ONF) prescrites.
- Mise en place et suivi : Les plants détruits par le projet devront être remplacés. C'est l'ONF qui se chargera de cette mesure financée par le MO.

Remarque : Prévoir la plantation d'espèces associées aux zones humides dans la partie de ravine qui sera constamment en eau du fait de la résurgence de la nappe.

- Coût : Cf. devis ONF

↳ **Remise en état des rives de la ravine en amont de la RN impactée par les travaux :**

- Description de la mesure : Replantation sur les rives impactées du projet
- Mise en place et suivi : Plantation d'espèces végétales non envahissantes et si possible indigènes afin de reconquérir l'indigénat le long de la ravine.
- Coût : Cf. devis ONF ?

- ↳ **Remarque** : Des plantations indigènes d'accompagnement pourraient être envisagées sur l'ensemble du projet (y compris la zone de Cambaie) dans un souci de « reconquête de l'indigénat ». Ces plantations s'intégreraient dans l'une des variantes paysagères proposées. Les espèces indigènes pouvant faire l'objet de cette reconquête sont les suivantes (espèces indigènes correspondant au secteur écologique de la zone et présentes sur la liste verte régionale)

COMMUNE DE SAINT-PAUL
AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
RAPPORT D'AVANT-PROJET

Tableau n°13 – LISTE DES ESPECES VEGETALES INDIGENES OU ASSIMILEES INDIGENES POUVANT FAIRE L'OBJET DE PLANTATION

NOM BOTANIQUE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE PRINCIPAL (Réunion)	STATUT GÉNÉRAL RÉUNION
<i>Dracaena reflexa</i> Lam.	Ruscaceae	Bois de chandelle	I
<i>Eugenia buxifolia</i> Lam.	Myrtaceae	Bois de nèfles à petites feuilles	I
<i>Heritiera littoralis</i>	Malvaceae	Toto margot	Q ?
<i>Securinega durissima</i> J.F. Gmel.	Phyllanthaceae	Bois dur	I
<i>Scaevola taccada</i> (Gaertn.) Roxb.	Goodeniaceae	Manioc marron du bord de mer	I
<i>Pittosporum senecia</i> <i>Putt. subsp. senecia</i>	Pittosporaceae	Bois de joli cœur	I
<i>Olea lancea</i> Lam.	Oleaceae	Bois d'olive blanc	I
<i>Olea europaea</i> L. <i>subsp. africana</i> (Mill.) P.S. Green	Oleaceae	Bois d'olive noir	I
<i>Doratoxylon apetalum</i> (Poir.) Radlk.	Sapindaceae	Bois de gaulette	I
<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	Sapindaceae	Bois d'arnette	I
<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	Malvaceae	Mova	N?(I)
<i>Cassine orientalis</i> (Jacq.) Kuntze	Celastraceae	Bois rouge	I
<i>Cossinia pinnata</i> Comm. ex Lam.	Sapindaceae	Bois de judas	I
<i>Terminalia bentzoë</i> (L.) L. <i>f. subsp. bentzoë</i>	Combretaceae	Benjoin	IQ
<i>Thespesia populnea</i> (L.) Sol. ex Corréa	Malvaceae	Porché	Q(I?N?)

Champ « Statut général Réunion » :

I = indigène.

N = sténaturalisé [correspond à la notion de « localement naturalisé »].

Q = cultivé (voir contenu, champ suivant).

? = Indication complémentaire de statut douteux ou incertain se plaçant après le code de statut (I?, Z?, N?, S?)

6.4.3. REEVALUATION DES IMPACTS APRES APPLICATION DES MESURES

Pour chaque impact identifié, les mesures d'atténuation proposées sont reprises de façon synthétique dans le tableau suivant. Les impacts sont réévalués après mise en œuvre des mesures.

COMMUNE DE SAINT-PAUL
AMENAGEMENT DE LA RAVINE LA PLAINE
RAPPORT D'AVANT-PROJET

Tableau n°4 – REEVALUATION DES IMPACTS APRES MESURES

REEVALUATION DES IMPACTS APRES MESURES			
Nature de l'impact	Impacts avant mesures	Mesures de suppression et/ou de réduction-d'accompagnement d'impact	Impacts après les mesures
1/ Destruction d'une partie de la forêt littorale domaniale	Impact moyen	MR1	Impact moyen → Cf. Mesure de remise en état
2/ Destruction d'habitats propices à la ponte de tortues marines au niveau du futur exutoire de la ravine la Plaine	Impact fort	-	Impact fort → Cf. Mesure de compensation
3/ Destruction de ponte de tortues marines au niveau du futur exutoire de la ravine la Plaine en phase travaux	Impact faible voir négligeable	MR3	Impact négligeable
4/ Destruction d'un boisement secondaire le long de la ravine en amont de la Rn	Impact moyen	MR2	Impact faible
5/ Perturbation de la faune lors des travaux de débroussaillage et de terrassement	Impact faible	MS2, MS3	Impact négligeable
6/ Risque de pollution de la nappe souterraine notamment au niveau de l'antenne Oméga et de la forêt littorale	Impact fort	MR2	Impact faible
7/ Déssechement et mort des espèces végétales de la forêt littorale	Impact faible	A confirmer par étude géotechnique	?
8/ Erosion du cordon littoral due à l'expansion du plan d'eau vers le Sud	Impact fort	MR4	Impact moyen à faible
9/ Destruction d'un habitat original le marécage (habitat 4 et 5) présentant une faune associée exceptionnelle	Impact fort	MS1	Impact nul

6.4.4. PROPOSITION DE MESURES COMPENSATOIRES DES IMPACTS RESIDUELS SIGNIFICATIFS

Le projet aura un impact non réductible significatif sur une partie de la zone identifiée par l'ONF comme site favorable pour la restauration écologique permettant le retour de pontes de tortues marines. Le projet altère donc significativement une portion de cette zone favorable vouée à être restaurée. Des études ont déjà été menées par l'ONF en ce sens (étude réalisée par le CBNM sur la végétation) et un projet de reconstitution végétale de la forêt est en cours d'élaboration (l'itinéraire technique de restauration doit être lancé). Des demandes de subvention ont d'ailleurs été lancées.

Cet impact fort non réductible du projet doit donc être compensé. Demande également faite par l'ONF (cf. CR réunion ONF, annexe 5).

NATURE DE LA MESURE PROPOSEE PAR L'ONF

Participation financière à la reconstitution d'environ 3 ha de terrain (bande littorale) permettant le retour des pontes de tortues marines. Par ailleurs, cette reconstitution éviterait également les éventuels phénomènes d'érosion engendrés par le projet.

↳ Description succincte de la mesure :

La reconstitution doit être réalisée avec des espèces indigènes qui seront plantées en fonction du type d'habitat, déterminé par l'apport de salinité (perhalin, mesohalin, oligohalin et adlittoral). De la mer à l'arrière plage : plantation d'une végétation basse (Patate à Durand) favorable pour la ponte des tortues marines puis d'arbustes et enfin d'arbres devant faire office d'écran lumineux.

La mesure s'organise de la manière suivante pour la première année : élimination espèces invasives et préparation du terrain ; fourniture des plants (espèces adaptées au littoral) ; transport et mise en place des plants ; arrosage des plants et fourniture de l'eau ; deux dégagements annuels.

↳ Coût de la mesure :

➤ 55 000 € pour la première année.

Le coût de la mesure pour la première année est évalué en fonction des coûts déjà calculés pour le même type d'opération à l'Etang Salé.

6.4.5. PROPOSITIONS PAYSAGERES

Nous proposons ci-dessous différents partis d'aménagement (cf. figure n°26 page 127 et figure n°27 page 128).

Les propositions faites au delà du haut des berges sont données à titre indicatif pour illustrer la cohérence entre le parti d'aménagement de la dérivation et des abords.

Seul l'aménagement de la dérivation retenue sera détaillé en phase PRO.

Pour l'ensemble des scénarii proposés, nous proposons de donner un maximum de sinuosité, notamment du chenal principal (contenant la crue décennale) à l'intérieur du chenal général (contenant la crue centennale).

6.4.5.1. LA DERIVATION

LE PARC URBAIN

Dans cette variante, le chenal de dérivation est contraint par des ouvrages maçonnés qualitatifs et très structurants (murs texturé, murs moellons, gabion en treillis soudés, etc.). Des fonctions d'agrément lui sont attribuées (plaine de jeux, esplanade, etc.). La végétation d'accompagnement, très formelle, est basée sur une palette végétale horticole. L'ensemble est entretenu comme un parc urbain classique avec une pelouse extensive en fond de canal, des massifs de graminée en berge et des cheminements sur les bermes.



Photo n°26 – AMENAGEMENT PAYSAGER TYPE PARC URBAIN

Les ouvrages de franchissement peuvent être intégrés facilement en utilisant les mêmes techniques (murs moellon, gabions, etc.), les même textures et en inscrivant leurs ouvrages de soutènement dans la continuité des ouvrages utilisé en berge.

↳ **Avantages :**

- Cohérent avec un parti d'aménagement très urbain ;
- Gain d'espace, le chenal répond à d'autres fonctions, notamment récréatives ;
- Simplicité des techniques d'entretien très classiques.

⚡ Inconvénients

- Chenal très artificiel, asséché et donc peu attractif sauf à soigner scrupuleusement la gestion de la végétation et des ouvrages ;
- Entretien intensif, intervention très régulière et coût élevé ;
- Dangerosité en cas de montée rapide des eaux.

LE CHENAL BOISE

Dans ce parti d'aménagement, le chenal est noyé dans une végétation arbustive et arborée très développée et libre. Afin de maintenir la libre circulation de l'eau et ne pas augmenter la rugosité, seule une partie de la berme est végétalisée avec des arbustes à port prostré. L'ensemble apparaît en continuité de la forêt littorale ou du boisement d'accompagnement de la ravine en amont avec une gradation des espèces en fonction de leur tolérance au sel et de leur résistance à la sécheresse. La palette végétale est basée sur des espèces indigènes ce qui renforce son caractère naturel.



Photo n°27 – AMENAGEMENT PAYSAGER TYPE CHENAL BOISE

Les vues, les éventuels ouvrages de franchissement sont rapidement et facilement masqués, seule le chenal principal non boisé offre une perspective et souligne la linéarité et donc la présence de ravine.



Photo n°28 – AMENAGEMENT PAYSAGER TYPE CHENAL BOISE AU NIVEAU D'UN OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT

↳ **Avantages :**

- Cohérence et continuité des boisements ;
- Identité et naturalité de la ravine renforcée ;
- Simplicité de l'entretien qui est très réduit ;
- Boisement potentiellement colonisé par les espèces animales indigènes.

↳ **Inconvénients :**

- Crée un masque visuel entre les deux quartiers ;
- Une nature trop exubérante peut paraître inhospitalière vis à vis des visiteurs ;
- Surveillance nécessaire du risque de création d'embâcle et dégagement régulier du chenal (tous les 3 ans env.)

LE CHENAL EN SAVANE

Ici les plantations arbustives sont limitées pour souligner le caractère sec du secteur.

La végétation privilégiée est du type des graminées qui séchent en hiver. Les arbres et les arbustes permettent de structurer l'espace et d'agrémenter l'espace.

L'insertion des ouvrages de franchissement est ici plus complexe. Ils sont très visibles, les soutènements doivent être particulièrement soignés. Il est possible de renforcer les plantations à leur niveau et de créer des petits bosquets qui, judicieusement placés, limiteront l'effet de coupure des remblais.



Photo n°29 – AMENAGEMENT PAYSAGER TYPE CHENAL EN SAVANE

↳ **Avantages :**

- Préserve les vues, les espaces de respiration ;
- S'intègre et renforce l'identité d'un contexte aride ;
- Econome en eau pour l'arrosage (plantations réduites).

↳ **Inconvénients :**

- Dosage de l'entretien difficile, trop léger le site devient une friche, trop intense il devient très artificiel ;
- Les vues étant plus larges, plus profondes et plus nombreuses, l'environnement et les ouvrages doivent être plus soignés pour ne pas dégrader l'ambiance générale et la perception du site ;
- La transition entre cet espace sec, les jardins privatifs voisins et les espaces publics est éventuellement plus difficile.

Figure n°26 – PROFILS TYPE DES PARTIS D'AMENAGEMENT PAYSAGER PROPOSES

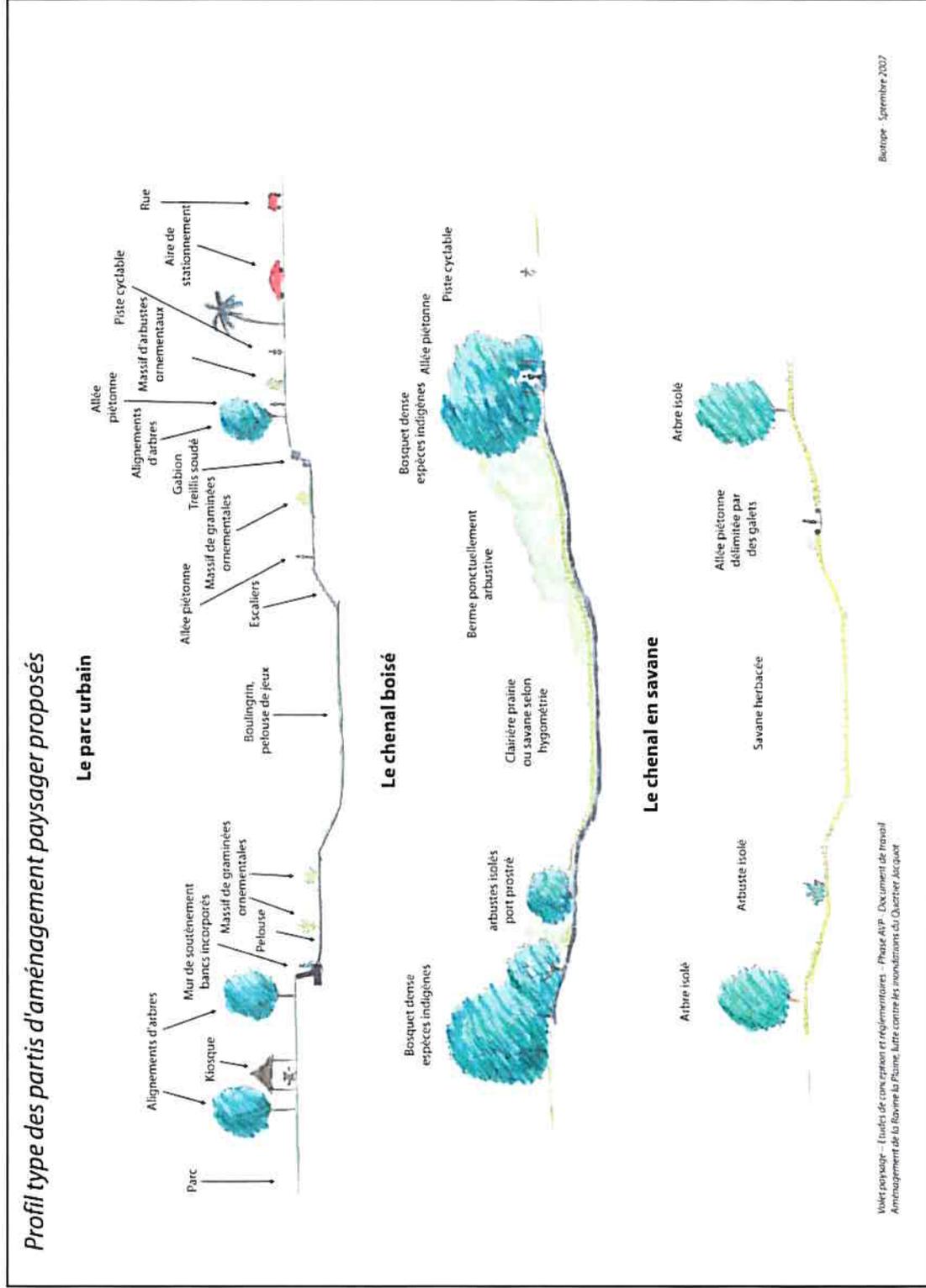
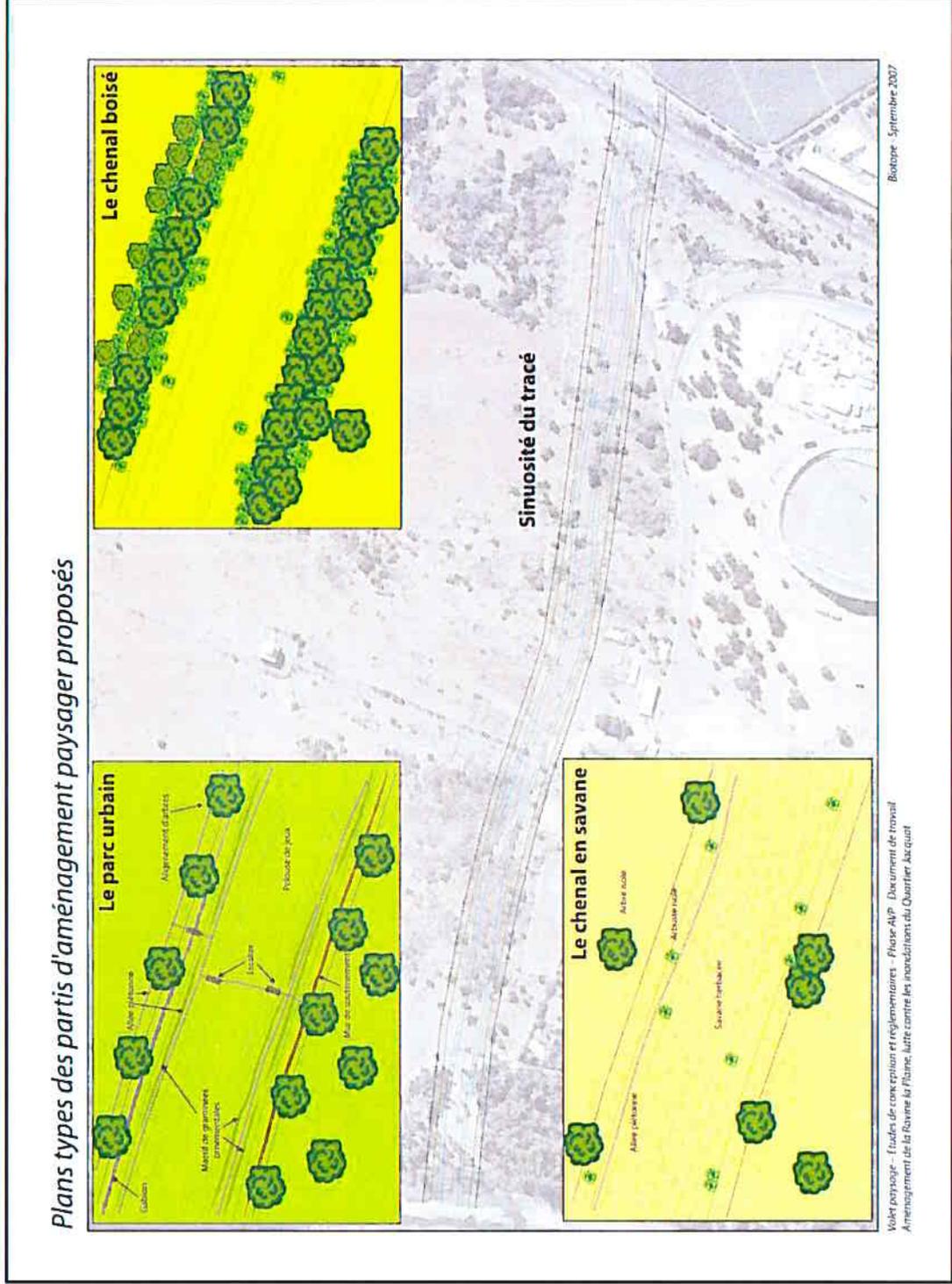


Figure n°27 – VUES EN PLAN TYPE DES PARTIS D'AMENAGEMENT PAYSAGER PROPOSES



6.4.5.2. TRACE ACTUEL DE LA RAVINE

6.4.5.2.1. LA RAVINE EN AVAL DE LA RN1

Du point de vue paysager, le maintien et la réhabilitation paysagère de la ravine en aval de la voie rapide permettrait de donner une cohérence physique, fonctionnelle et paysagère au tronçon situé en aval du radier.

Si le chenal est maintenu, les berges doivent être végétalisées avec des arbres et arbustes pour souligner la linéarité du chenal herbacé et l'individualiser des espaces environnant. La taille et la forme de la végétation varient en fonction de la nature de l'aménagement voisin, de simple buisson le long du Tram-Train (pour ne pas générer de risque vis à vis des caténaires), ils sont hauts et libres à proximité de l'eau.

De même que pour le chenal boisé, les plantations sont renforcées à l'arrière des lotissement, au niveau des ouvrages de franchissement pour mieux les intégrer.

6.4.5.2.2. EN AMONT DE LA RN1

La végétation en rive gauche est maintenue au maximum. Quelques arbres isolés sont maintenus ou replantés en haut de la rive droite.

Dans la continuité de la zone agricole, la berme aménagée en rive droite pourrait être fauchée comme un champ linéaire.

6.4.5.2.3. L'OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT DE LA RN1

La modification de l'ouvrage de franchissement est l'occasion de reprendre les abords et de privilégier les continuités de forme et de texture. Les plantations permettent également de masquer tout ou parti des soutènements et donc d'accompagner l'intégration de l'ouvrage dans la continuité des linéaires de végétation rivulaire.

La qualité du pavage est également un point important, notamment si l'ouvrage sert également passage routier et piétonnier. Ainsi il conviendrait de différencier les différents usages et surtout de rendre lisible la présence de la ravine en marquant un chenal.

Les abords du radier de la voie de desserte locale seront également réaménagés. Si des confortements bétonnés sont nécessaires il convient de privilégier une continuité de forme et de texture avec l'ouvrage de franchissement. En complément, de part et d'autre du radier des plantations arbustives d'accompagnement permettront de renforcer la continuité de la ravine.

6.4.5.3. CONCLUSION SUR LE PARTI D'AMENAGEMENT PAYSAGER

Le second parti d'aménagement pour le chenal de dérivation (le chenal boisé) a notre préférence. Il a l'avantage d'être assez simple de mise en œuvre et de gestion. Il donne une cohérence paysagère aux trois sections : la ravine est constituée d'un chenal herbacé entre des rives boisées. Sa naturalité et son intégrité sont ainsi renforcées.

Par ailleurs, avec ce parti d'aménagement, la continuité avec les espaces environnant est intéressante quelques soient les partis d'aménagement retenus pour ceux ci à l'avenir. Le boisement ripuaire apparaîtra comme une toile de fond végétale.

7. ESTIMATION DU COÛTS DES AMENAGEMENTS

Le tableau ci-après évalue les aménagements selon les variantes choisies.

La destination de matériaux de déblai de la dérivation sera à examiner. Une « exportation » (par rapport aux besoins du chantier) nécessiterait une procédure de type ICPE.

L'estimation pour un projet retenant la variante chenal boisé en aval de la RN1, le recalibrage court en amont et la reprise du pont s'élève à 11 300 000 € HT.

Ce coût :

- ↳ Inclut une première estimation à 3 M € HT pour la reconstruction du pont de la RN1 avec dérivation provisoire de la RN1 en phase chantier ;
- ↳ N'inclut pas les coûts d'entretien annuel (détaillés dans le tableau ci-après toutefois) ;
- ↳ N'inclut pas les mesures compensatoires demandées par l'ONF (estimées à 190 000 € HT environ dans le tableau) ;
- ↳ N'inclut pas les éventuelles acquisitions foncières :
 - Emprise du chenal en aval de la RN1 :
 - ✓ Tracé direct : 7,5 ha (non habité) ;
 - ✓ Tracé sinueux : 8 ha (incluant des bâtiments de la gendarmerie).
 - Emprise du recalibrage en amont de la RN1 :
 - ✓ Scénario 3 long : 126 ha sur berge rive droite
 - ✓ Scénario 4 : 0,22 ha sur berge rive droite.

