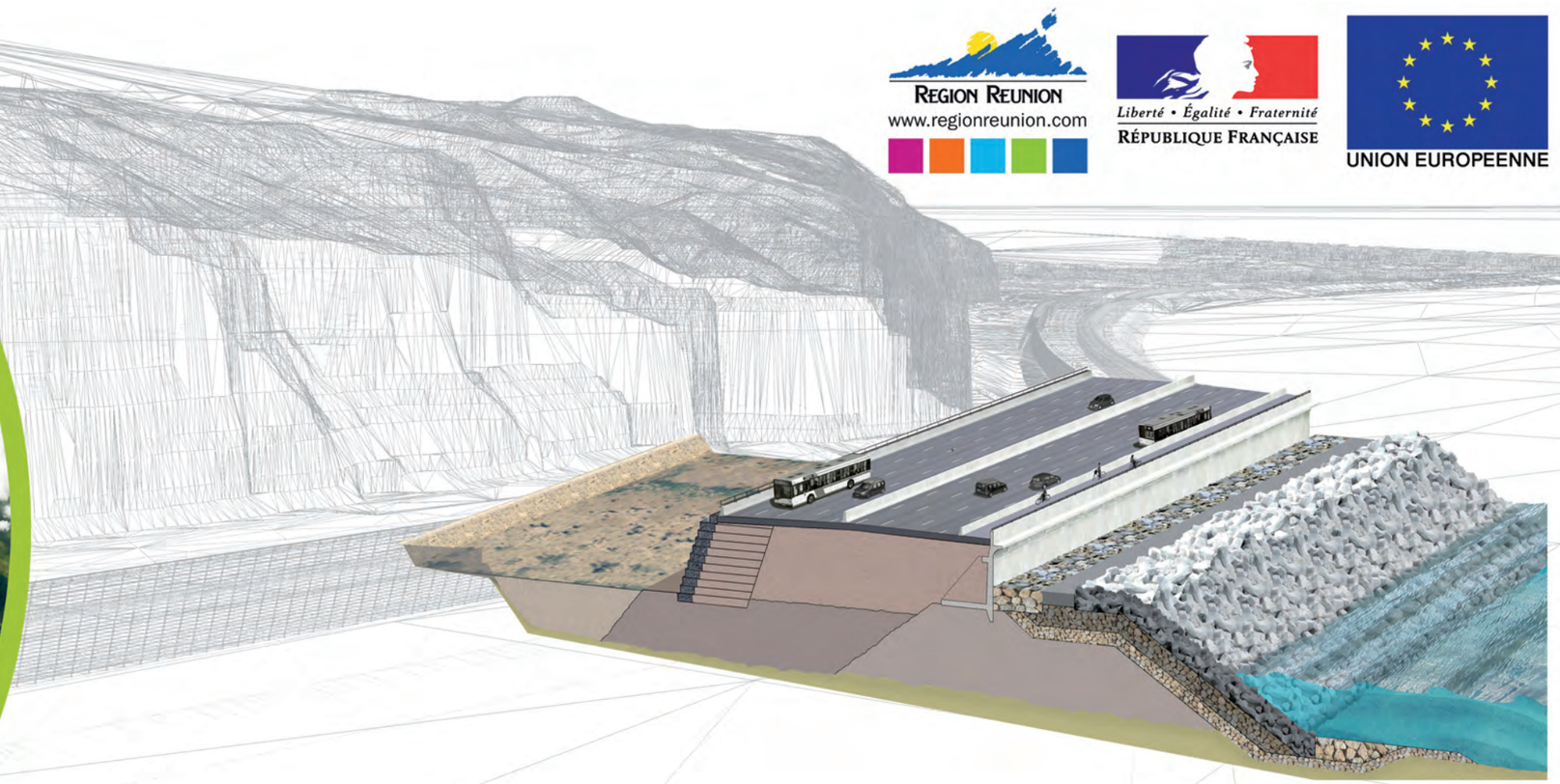
LA NOUVELLE ROUTE DU LITTORAL



REGION REUNION
www.regionreunion.com

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

UNION EUROPEENNE

Dossier de demande de dérogation exceptionnelle relative aux espèces protégées au titre des articles L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement

Volume 1 : Demandeur, présentation et justification du projet

egis

GRANDS CHANTIERS RÉGIONAUX
La Réunion que nous construisons ensemble

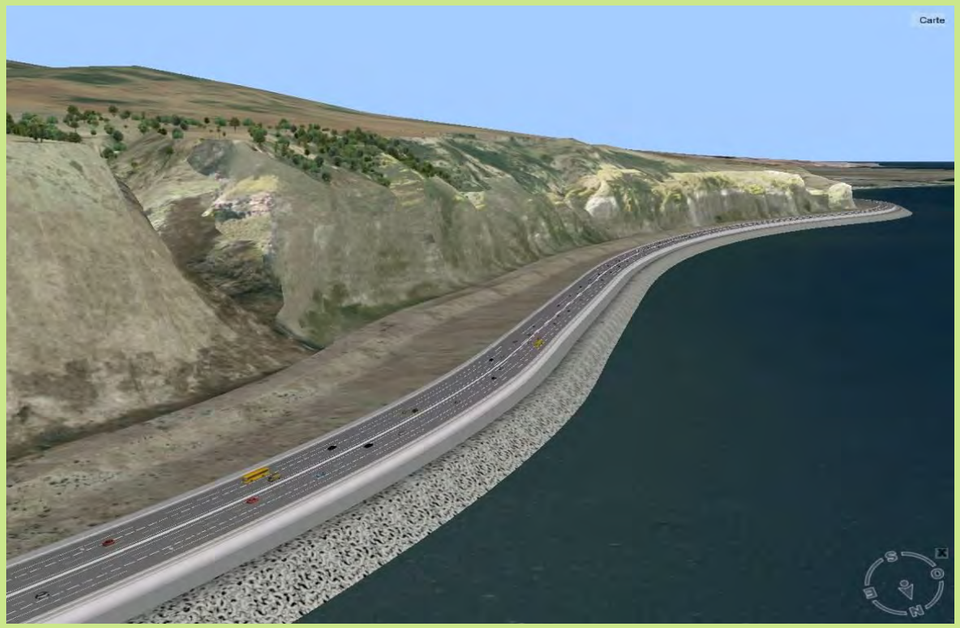
Mars 2013 - Version 2

REGION REUNION
www.regionreunion.com

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

UNION EUROPEENNE

NOUVELLE ROUTE DU LITTORAL DE LA RÉUNION



DOSSIER DE DEMANDES DE DÉROGATIONS RELATIVES AUX ESPÈCES PROTÉGÉES AU TITRE DES ARTICLES L.411-1 ET L.411-2 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Rév.	Date	Objet des modifications	Établi	Vérifié	Validé	
			Nom	Nom	Nom	Visa
1A	31/07/12	Établissement du document	NHU/LCA	FPI		
2A	27/09/12	Prise en compte des remarques du contrôle externe, du MOA et de l'AMOE	EDE/LCA	FPI		
3A	18/02/13	Prise en compte avis DEAL + intégration de la fourniture des matériaux + impacts cumulés	LCA	FPI		
4A	29/03/13	Prise en compte avis AMOE + MOA	LCA	FPI		

Volume 1 : Demandeur, présentation et justification du projet

Phase	Entité	Spécialité	Ouvrage	Type de Document	N° chrono	Indice	Date
MC1	ESE	ENV	ENSNRL	DA	22719	4A	29/03/13

GRANDS CHANTIERS RÉGIONAUX
La Réunion que nous construisons ensemble

LA NOUVELLE ROUTE DU LITTORAL

egis

SOMMAIRE

1. OBJET DU PRÉSENT DOSSIER 5

1.1. Contexte de la demande de dérogation..... 5

1.1.1. Forme du dossier 5

1.1.2. Le projet.....5

1.2. Contexte réglementaire..... 7

1.2.1. Les demandes de dérogations exceptionnelles relatives aux espèces protégées au titre des articles L.411-1 et l.411-2 du code de l'environnement.....7

1.2.2. Les espèces concernées.....9

1.2.3. Autres procédures réglementaires applicables au projet 10

1.2.4. Cohérence du projet avec les autres politiques de protection de l'environnement et de la nature 13

2. DEMANDEUR 16

2.1. Présentation du demandeur 16

2.2. Les intervenants du projet..... 16

2.2.1. Phase études-conception.....16

2.2.2. Phase réalisation.....19

2.3. Les moyens mis en œuvre pour intégrer les enjeux liés aux espèces protégées19

3. JUSTIFICATION DE L'INTÉRÊT PUBLIC MAJEUR DU PROJET 21

3.1. Sécurisation des Risques pour les usagers 21

3.2. Inconvénients et Conséquences du maintien de la route actuelle 24

3.3. Conséquences socio-économique de la route actuelle 25

3.4. Conclusion sur l'intérêt public majeur du projet 26

4. LA JUSTIFICATION DU PROJET DÉCLARÉ D'UTILITÉ PUBLIQUE ET L'ABSENCE D'AUTRE SOLUTION SATISFAISANTE.....27

4.1. Options étudiées 27

4.1.1. Famille d'aménagement étudiée lors des études préliminaires.....27

4.1.2. Les variantes étudiées à l'avant-projet sommaire (APS) 29

4.2. Les raisons pour lesquelles la solution technique conjuguant digue et viaduc a été préférée à une solution avec deux viaducs 32

4.3. Le caractère disproportionné du coût de la solution deux viaducs au regard des bénéfices environnementaux qu'elle pourrait apporter..... 38

5. PRÉSENTATION DU PROJET AMÉLIORÉ SUITE À LA DÉCLARATION D'UTILITÉ PUBLIQUE 40

5.1. Présentation des améliorations apportées au projet déclaré d'utilité publique...40

5.1.1. Étapes d'amélioration du projet déclaré d'utilité publique 40

5.1.2. La diminution des emprises du projet 40

5.1.3. La diminution de la quantité de matériaux nécessaires à la construction des ouvrages... 40

5.1.4. La conception de l'ouvrage de la Grande Chaloupe 41

5.2. Description et caractéristiques techniques du projet présenté.....50

5.2.1. L'adéquation du projet aux objectifs poursuivis par le Maître d'Ouvrage..... 50

5.2.2. Principales caractéristiques géométriques..... 52

5.2.3. Mise en œuvre des ouvrages 81

5.3. Conclusions de l'étude de comparaison écologique complémentaire du projet retenu et de la variante avec deux viaducs 101

5.4. Calendrier du projet et interfaces avec les espèces protégées 102

5.4.1. Calendrier du projet..... 102

5.4.2. Interface avec les espèces animales protégées 104

6. APPRÉCIATION DES IMPACTS CUMULÉS DU PROJET SUR LES ESPÈCES PROTÉGÉES AVEC LES AUTRES PROJETS CONNUS 109

6.1. Contexte.....109

6.2. Les projets connus pris en compte.....109

6.2.1. Travaux d'extension du Port Est..... 111

6.2.2. Projet SWAC 111

6.3. Principes méthodologiques et définitions 112

7. CONCLUSION 114

ANNEXE 115

composition détaillée du comité de suivi des engagements du MOA 116

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1 : localisation du projet sur l'île de La Réunion 5
Figure 2 : plan de situation 6
Figure 3 : localisation des monuments historiques 12
Figure 4 : organisation générale des études et des intervenants du projet 16
Figure 5 : familles d'aménagement étudiées 27
Figure 6 : schéma des positions et de la géométrie des digues étudiées en fonction de la trajectographie d'un éboulement type (chutes de blocs) 29
Figure 7 : différentiel d'emprises entre le projet APS/DUP et le projet amélioré présenté 43
Figure 8 : vue en plan du projet 53
Figure 9 : profil en travers - section en digue 60
Figure 10 : profil en travers - section en viaduc 61
Figure 11 : profil technique de la digue 61
Figure 12 : mono-caisson avec tablier à hauteur variable 62
Figure 13 : fondation semi-profonde d'une pile de caisson (tablier à hauteur variable) 62
Figure 14 : fondation profonde d'une pile de caisson (tablier à hauteur variable) 62
Figure 15 : assise d'une pile en fondation profonde avec son tapis anti-affouillement 63
Figure 16 : assise d'une pile en fondation superficielle avec son tapis anti-affouillement 63
Figure 17 : taux de renouvellement de la lagune 66
Figure 18 : Vue paysagère de l'aménagement d'une lagune tropicale dans le piège à cailloux 69
Figure 19 : principe de fonctionnement de la lagune en situation courante 70
Figure 20 : principe de fonctionnement de la lagune en très hautes eaux 71
Figure 21 : caniveau à fente projeté sur les zones circulées 72
Figure 22 : plan type d'un joint de chaussé étanche. 73
Figure 23 : descente d'eau en entrée du bassin 74
Figure 24 : exemple d'aménagement paysager 75
Figure 25 : vue en plan et en coupe d'un bassin sanitaire 76
Figure 26 : ouvrage d'art de la ravine Lafleur – vue en plan 78
Figure 27 : ouvrage de la Nouvelle Route du Littoral sur la ravine Lafleur – coupe longitudinale 78
Figure 28 : ouvrage d'art du giratoire sur la ravine Lafleur, côté mer (aval) 78
Figure 29 : aménagement des ravines dans le piège à cailloux 79
Figure 30 : réalisation de la souille et réutilisation des matériaux de dragage 81
Figure 31 : pose du géotextile et mise en œuvre du tapis anti-affouillement 81
Figure 32 : mise en œuvre des matériaux 1/500 kg du noyau (1), pose des deux sous-couches en enrochements (2) et de la carapace de protection à l'avancement (3) 82
Figure 33 : mise en œuvre du remblai de soubassement en 0-300 82
Figure 34 : réalisation du mur chasse-mer et de la baignoire en enrochements 82
Figure 35 : réalisation du remblai routier et du talus raidi côté falaise 82
Figure 36 : réalisation de la partie supérieure du mur chasse-mer 83
Figure 37 : réalisation de la chaussée (sous-couche, couche de forme et enrobée) 83
Figure 38 : cinématique de réalisation des sections en digue 83
Figure 39 : amenée du caisson par flottaison 84
Figure 40 : immersion du caisson 84
Figure 41 : mise en œuvre de la partie structurelle du fût vertical 84
Figure 42 : forage des pieux 85
Figure 43 : réalisation de la deuxième file de pieux 85
Figure 44 : immersion du caisson et réhausse métallique 85
Figure 45 : construction du fût de pile 85
Figure 46 : construction du tablier avec une poutre de lancement 86
Figure 47 : viaduc de la Grande Chaloupe 87
Figure 48 : élargissement du radier de l'ouvrage dans le lit mineur de la ravine de la Grande Chaloupe 88
Figure 49 : aménagement d'un radier pour la piste de traversée de la ravine Lafleur 89
Figure 50 : profil en long de la traversée de la ravine des Tamarins 89
Figure 51 : installations portuaires du chantier 90
Figure 52 : piste de chantier à La Possession 91
Figure 53 : aménagement de bretelles d'accès provisoires à La Possession 92
Figure 54 : piste du viaduc de la Grande Chaloupe – étape 1 93
Figure 55 : piste du viaduc de la Grande Chaloupe – étape 2 95
Figure 56 : piste du viaduc de la Grande Chaloupe – étape 3 95
Figure 57 : accès chantier à Saint-Denis 96
Figure 58 : coupe technique des ouvrages de type digue 97
Figure 59 : assise d'une pile en fondation profonde avec son tapis anti-affouillement 98
Figure 60 : assise d'une pile en fondation superficielle avec son tapis anti-affouillement 98
Figure 61 : localisation des sites potentiels de carrières 100
Figure 62 : secteur différant entre les deux variantes littorales 101
Figure 63 : synoptique du projet et section concernée par la variante 101

Figure 64 : planning prévisionnel des principaux travaux de génie civil 103
Figure 65 : localisation des trois projets pris en compte pour l'analyse des impacts cumulés 110
Figure 66 : localisation des travaux d'extension du Port Est 111
Figure 67 : zone de stockage des conduites en Baie de La Possession 112

TABLEAUX

Tableau 1 : espèces faunistiques concernées par des demandes de dérogation 9
Tableau 2 : espèces floristiques concernées par des demandes de dérogation 10
Tableau 3 : prestataires spécialisés en environnement 17
Tableau 4 : composition des groupes thématiques « mesures compensatoires » 19
Tableau 5 : étapes de prise en compte des espèces protégées 20
Tableau 6 : suivi des accidents corporels de 1976 à 2011 22
Tableau 7 : profil en travers - section en digue 60
Tableau 8 : profil en travers - section en viaduc 60
Tableau 9 : résumé des recommandations écologiques pour la lagune tropicale 67
Tableau 10 : caractéristiques des bassins sanitaires 75
Tableau 11 : ouvrages hydrauliques 80
Tableau 12 : nouveaux sites de carrières alluvionnaires proposés pour la fourniture de remblais 99
Tableau 13 : potentiel théorique par classe et par carrière en roches massives identifiée 100
Tableau 14 : rappel des dates des études et des décisions antérieures 102
Tableau 15 : planning prévisionnels des procédures administratives 102
Tableau 16 : calendrier prévisionnel des principaux travaux de génie civil 102
Tableau 17 : planning prévisionnel des principaux marchés de travaux ultérieurs 104
Tableau 18 : périodes de nidifications des oiseaux terrestres 107

PHOTOS

Photo 1 : vue depuis le belvédère de la gare du Ti train 41
Photo 2 : vue sur l'esplanade littorale 41
Photo 3 : vue sur le futur ouvrage de la Grande Chaloupe depuis le chemin des Anglais 42

1. OBJET DU PRÉSENT DOSSIER

Ce dossier porte sur les demandes de dérogations relatives aux espèces protégées à effectuer dans le cadre du projet de création d'une nouvelle liaison multimodale sécurisée entre Saint-Denis et La Possession, sur l'île de La Réunion. Il présente l'ensemble des études, des analyses d'impacts et propositions de mesures qui ont été réalisées pour la prise en compte des espèces animales et végétales protégées.

Figure 1 : localisation du projet sur l'île de La Réunion (Source : Egis Environnement, 2011)

1.1.CONTEXTE DE LA DEMANDE DE DÉROGATION

1.1.1. FORME DU DOSSIER

Le présent dossier de demandes de dérogations relatives aux espèces protégées au titre des articles L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement est constitué de **trois documents :**

- **le présent sous-dossier de présentation du demandeur, du projet et de sa justification ;**
- un sous-dossier spécifique traitant de la **faune** ;
- un sous-dossier spécifique traitant de la **flore.**

À noter qu'une étude spécifique traitant de l'**analyse comparative du projet retenu et de sa variante** a été réalisée sur recommandations de la DEAL et du CNPN. Cette étude fait l'objet d'un document à part entière, joint au présent dossier.

> *La composition du présent dossier de demandes de dérogations a été construite suivant les recommandations du Guide méthodologique " Espèces protégées, aménagements et infrastructures " édité par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie pour la prise en compte des enjeux liés aux espèces protégées et pour la conduite des procédures de dérogations au sens des articles L411-1 et 2 du code de l'environnement dans le cadre des projets d'aménagements et d'infrastructures.*
>
> *La forme du présent dossier prend ainsi en compte la trame et la chronologie proposée par ce guide. Néanmoins, compte tenu de la complexité du projet de la Nouvelle Route du Littoral (tant techniquement que vis-à-vis des espèces protégées), celle-ci a été légèrement adaptée afin d'améliorer la lisibilité du dossier et de donner plus de logique et de cohérence à l'analyse qu'il présente.*

1.1.2. LE PROJET

L'opération concerne la réalisation d'une nouvelle liaison sécurisée entre Saint-Denis et La Possession, en remplacement de l'actuelle Route du Littoral (RN1) soumise aux aléas climatiques (houles australes et cycloniques) et physiques de la falaise (éboulements et chutes de pierres).

Cette dernière, mise en service en 1976 dans sa configuration actuelle en 2x2 voies, constitue la seule liaison rapide entre les deux principaux pôles économiques de l'île de La Réunion : Saint-Denis et Le Port. Insérée entre mer et falaise sur tout son linéaire, soit environ 13 km entre Saint-Denis et La Possession, elle supporte un trafic de près de 60 000 véhicules par jour.

La Nouvelle Route du Littoral est conçue et localisée en s'éloignant en mer de la route actuelle afin d'être totalement soustraite aux risques naturels (éboulements et chutes de pierres et risques maritimes cycloniques), en alternant des ouvrages de type digue et viaduc tels que schématisés sur la figure suivante.

DOSSIER CNPN - PLAN DE SITUATION

Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession

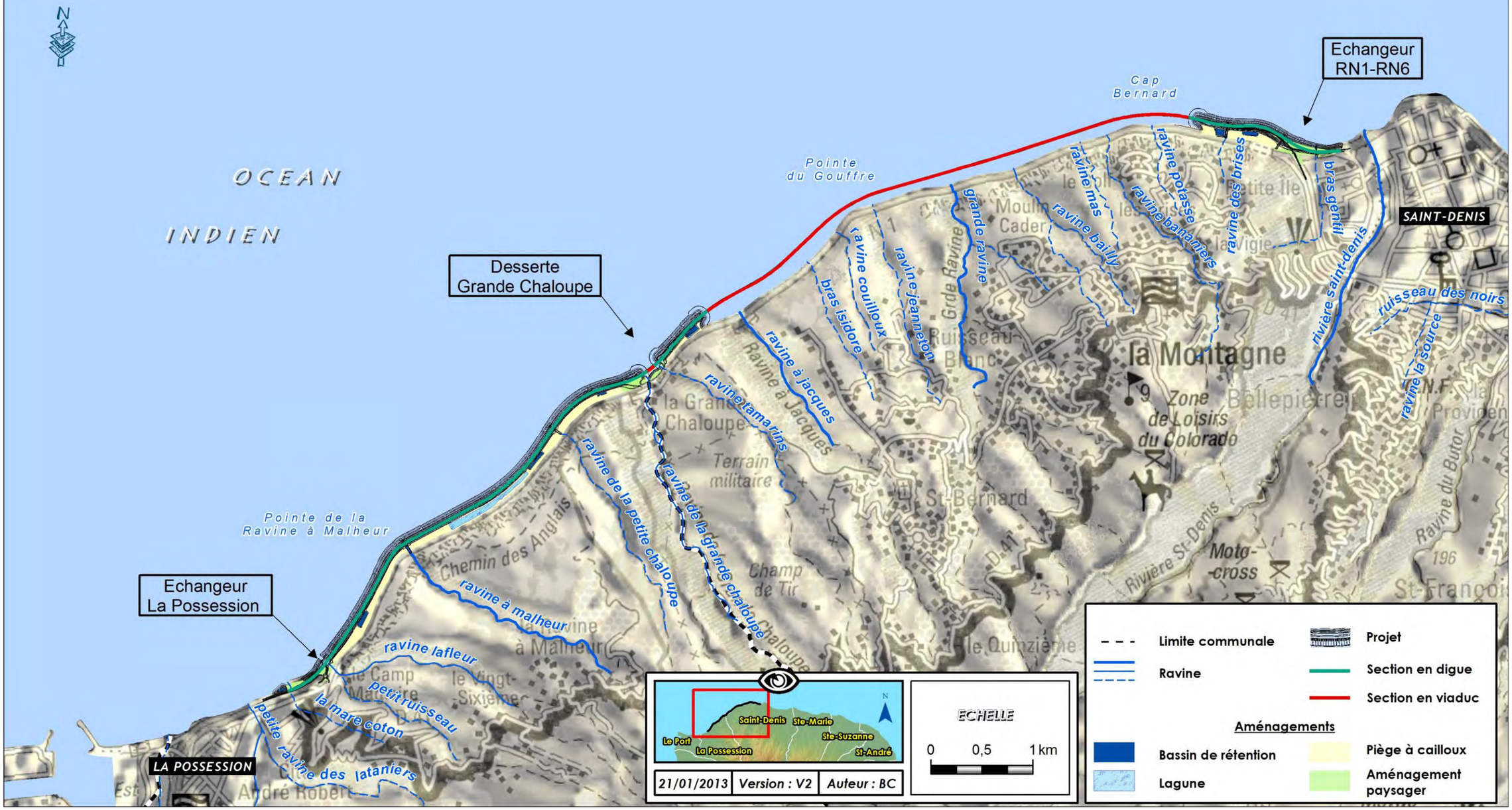


Figure 2 : plan de situation

Le profil en travers fonctionnel comprend :

- une 2x2 voies routières ;
- deux voies dédiées en section courante à un transport collectif de type routier (bus), sauf entre Saint-Denis et la Grande Chaloupe (sur une voie partagée avec la circulation routière sur le viaduc) dans le sens Saint-Denis > La Possession, non congestionné ;
- une piste bidirectionnelle dédiée aux modes doux intégrée au profil en travers type côté mer (piétons et cyclistes).

Il est conçu pour prendre en compte la création dans le futur d'un transport collectif en site propre (TCSP) y compris sur rail sans nécessité de reprises de travaux lourds sur les ouvrages les plus importants (viaducs, digue).

Le dossier donne aussi une appréciation des impacts de l'approvisionnement en matériaux nécessaires à la construction des ouvrages (prélèvements, transport et stockage). Ce dernier ne se substitue toutefois pas aux demandes de dérogations relatives aux espèces protégées qui seront éventuellement nécessaires à l'exploitation de sites de prélèvements et de stockage des matériaux pour la construction des ouvrages. Le but est ici d'évaluer l'impact du projet, en tenant compte de la fourniture des matériaux et d'en analyser l'incidence sur l'état de conservation des espèces protégées concernées. Les modalités selon lesquelles le chantier sera approvisionné en matériaux sont expliquées dans la suite du présent dossier.

Le projet de la Nouvelle Route du Littoral a été déclaré d'utilité publique par arrêté préfectoral (n° 12-311 SG/DRCTCV/4) en date du 7 mars 2012. Le dossier d'enquête préalable à cette Déclaration d'Utilité Publique (DUP) a démontré les raisons techniques impératives qui, parmi les variantes envisagées, ont nécessité de retenir la solution maritime présentée.

Depuis la déclaration d'utilité publique, le projet a fait l'objet d'études visant à :

- préciser les enjeux présents au droit ou à proximité du projet sur les sites, le paysage et les ressources biologiques ;
- définir l'ouvrage avec précision : conception détaillée, amélioration technique et environnementale de l'ouvrage, prise en compte des observations issues de la procédure de Déclaration d'Utilité Publique ;
- préciser les impacts du projet sur son environnement au-delà de la DUP ;
- préciser les mesures permettant d'éviter, réduire, supprimer ou en dernier ressort compenser ces impacts.

Ces études ont également été menées sur la seconde solution maritime étudiée dans le cadre des études de détail (solution variante avec un viaduc supplémentaire entre La Grande Chaloupe et La Possession). Elles ont ainsi permis de réexaminer dans une étude spécifique l'analyse comparative des impacts des deux solutions maritimes présentées dans l'étude d'impact du dossier DUP, conformément aux recommandations émises par le Conseil National de Protection de la Nature, à l'issue de la présentation du projet et de ses études le 12 avril 2012.

Les dérogations demandées dans le cadre du présent dossier portent sur le projet « amélioré » post déclaration d'utilité publique (DUP). Elles prennent en compte les principaux avis suivants :

- l'avis de la Commission Départementale de la Nature, des Paysages et des Sites (CDNPS) du 16/08/2011 sur le dossier d'enquête préalable à DUP du projet ;
- l'avis de l'Autorité Environnementale du 17/10/2011 sur l'étude d'impact du dossier d'enquête préalable à la DUP du projet ;
- l'avis du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN) du 16/12/2011 sur le dossier d'enquête préalable à DUP du projet ;
- les recommandations du Conseil National de Protection de la Nature (CNPN) émises le 12/04/2012 pour l'élaboration du présent dossier de demandes de dérogations relatives aux espèces protégées ;
- l'avis provisoire du 13/12/2012 de la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) sur le présent dossier de demandes de dérogations relatives aux espèces protégées ;
- l'avis de la DEAL du 14/01/2013 sur les mesures compensatoires prévues dans le cadre des présentes demandes de dérogations relatives aux espèces protégées.

1.2.CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

1.2.1. LES DEMANDES DE DÉROGATIONS EXCEPTIONNELLES RELATIVES AUX ESPÈCES PROTÉGÉES AU TITRE DES ARTICLES L.411-1 ET L.411-2 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

L'article L. 411-1 du code de l'environnement dispose que « Lorsqu'un intérêt scientifique particulier ou que les nécessités de la préservation du patrimoine biologique justifient la conservation d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées, sont interdits [ ]

- la destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle [ ] ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention [;]
- la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux de ces espèces, de leurs fructifications ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique, leur transport, leur colportage, leur utilisation [ ] la détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel [;]
- la destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces animales ou végétales ;

- la destruction des sites contenant des fossiles permettant d'étudier l'histoire du monde vivant ainsi que les premières activités humaines et la destruction ou l'enlèvement des fossiles présents sur ces sites.

- [ ] »

L'article L. 411-2 du code de l'environnement précise qu' « un décret en Conseil d'État détermine les conditions dans lesquelles sont fixées :

1. La liste limitative des habitats naturels, des espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées ainsi que des sites d'intérêt géologique, y compris des types de cavités souterraines, ainsi protégés ;

2. La durée et les modalités de mise en œuvre des interdictions prises en application du I de l'article L. 411-1 ;

3. La partie du territoire national sur laquelle elles s'appliquent, qui peut comprendre le domaine public maritime, les eaux intérieures et la mer territoriale ;

4. La délivrance de dérogation aux interdictions mentionnées aux 1°, 2° et 3° de l'article L. 411-1, à condition qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante et que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle :

   a) Dans l'intérêt de la protection de la faune et de la flore sauvages et de la conservation des habitats naturels ;

   b) Pour prévenir des dommages importants notamment aux cultures, à l'élevage, aux forêts, aux pêcheries, aux eaux et à d'autres formes de propriété ;

   c) Dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ou pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ;

   […] »

L'arrêté du 19 février 2007 (modifié par l'arrêté du 28 mai 2009) enfin fixe les conditions de demande et d'instruction des dérogations définies au 4° de l'article L. 411-2 du code de l'Environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées.

Article 1

Les dérogations définies au 4° de l'article L. 411-2 du code de l'Environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées sont, sauf exceptions mentionnées aux articles 5 et 6, délivrées par le préfet du département du lieu de l'opération pour laquelle la dérogation est demandée.

[ ]

Article 2

La demande de dérogation est, sauf exception mentionnée à l'article 6, adressée, en trois exemplaires, au préfet du département du lieu de réalisation de l'opération. Elle comprend :

- les noms et prénoms, l'adresse, la qualification et la nature des activités du demandeur ou, pour une personne morale, sa dénomination, les noms, prénoms et qualification de son représentant, son adresse et la nature de ses activités ;

- la description, en fonction de la nature de l'opération projetée :
  - du programme d'activité dans lequel s'inscrit la demande, de sa finalité et de son objectif ;
  - des espèces (nom scientifique et nom commun) concernées ;
  - du nombre et du sexe des spécimens de chacune des espèces faisant l'objet de la demande ;
  - de la période ou des dates d'intervention ;
  - des lieux d'intervention ;
  - s'il y a lieu, des mesures d'atténuation ou de compensation mises en œuvre, ayant des conséquences bénéfiques pour les espèces concernées ;
  - de la qualification des personnes amenées à intervenir ;
  - du protocole des interventions : modalités techniques, modalités d'enregistrement des données obtenues ;
  - des modalités de compte rendu des interventions.
  - [ ]

Article 5

Par exception aux dispositions de l'article 1er ci-dessus, les dérogations aux interdictions de prélèvement, de capture, de destruction ou de transport en vue de réintroduction dans la nature de spécimens d'animaux appartenant aux espèces dont la liste est fixée par l'arrêté du 9 juillet 1999 susvisé, ainsi que les dérogations aux interdictions de destruction, d'altération ou de dégradation du milieu particulier de ces espèces, sont délivrées par le ministre chargé de la protection de la nature.

Lorsqu'elles concernent des espèces marines, ces dérogations sont délivrées conjointement avec le ministre chargé des pêches maritimes.

[ ]

Aux fins de décision, le préfet transmet au ministre deux exemplaires de la demande comprenant les informations prévues à l'article 2 ci-dessus, accompagnés de son avis.

> *Le Grand Dauphin Commun (Tursiops truncatus) fait partie des espèces fixées à l'arrêté du 9 juillet 1999 modifié. La délivrance de la dérogation relève de la compétence du Ministre chargé de la protection de la nature. Elle est délivrée conjointement avec le Ministre chargé des pêches maritimes.*

1.2.2. LES ESPÈCES CONCERNÉES

Les arrêtés fixant le statut de protection des espèces concernées sont :

- **Pour la faune :**
  - l'**arrêté du 17 février 1989** fixant les mesures de protection des espèces animales représentées dans le département de La Réunion,
  - **l'arrêté du 9 juillet 1999** modifié fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département,
  - l'**arrêté du 14 octobre 2005** fixant la liste des tortues marines protégées sur le territoire national et les modalités de leur protection,
  - **Pour la flore** : l'**arrêté du 19 novembre 2007** (version consolidée au 6 mars 2008) fixant la liste des insectes de La Réunion protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.
  - l'**arrêté du 1er juillet 2011** fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection ;

- **Pour la flore : l'arrêté du 6 février 1987** fixant la liste des espèces végétales protégées dans le département de La Réunion, ainsi que les modalités de leur protection.

  Cette liste floristique va très prochainement être mise à jour, avec l'ajout de nouvelles espèces. Ainsi, **les espèces « en cours de protection » recensée dans la zone d'étude du projet et figurant sur cette liste sont prises en compte dans le présent dossier de demandes de dérogations.**

Les tableaux suivants listent les espèces faisant l'objet d'une évaluation d'impact et *in fine* d'une demande de dérogation. La justification de ces demandes de dérogation est explicitée dans les Volumes 2 (traitant de la faune) et 3 (traitant de la flore) du présent dossier.

Le premier tableau, relatif à la faune, présente les espèces protégées de l'île de La Réunion concernées. Le second, relatif à la flore, liste les espèces protégées ou en cours de protection de l'île de La Réunion concernées.

Nom vernaculaire	Nom latin
Mammifères marins	
Grand Dauphin de l'Indo-Pacifique	*Tursiops aduncus*
Grand Dauphin commun	*Tursiops truncatus*
Dauphin tacheté pantropical	*Stenella attenuata*
Dauphin à long bec	*Stenella longirostris*
Baleine à bosse	*Megaptera novaeangliae*
Baleine à bec de Longman	*Indopacetus pacificus*
Baleine à bec de Cuvier	*Ziphius cavirostris*
Cachalot nain	*Kogia simus*
Globicéphale tropical	*Globicephala macrorhynchus*
Dauphin d'Électre	*Peponocephala electra*
Petit rorqual antartique	*Balaenoptera bonaerensis*
Orque pygmée	*Feresa attenuata*
Dauphin de Fraser	*Lagenodelphis hosei*
Rorqual commun	*Balaenoptera physalus*
Baleine à bec de Blainville	*Mesoplodon densirostris*
Cachalot	*Physeter macrocephalus*
Fausse orque	*Pseudorca crassidens*
Dauphin bleu et blanc	*Stenella coeruleoalba*
Baleine franche	*Eubalaena australis*
Cachalot pygmée	*Kogia breviceps*
Tortues marines	
Tortue verte	*Chelonia mydas*
Tortue imbriquée	*Eretmochelys imbricata*
Reptiles	
Caméléon panthère	*Furcifer pardalis*
Oiseaux	
Puffin de Baillon	*Puffinus lherminieri bailloni*
Puffin du Pacifique	*Puffinus pacificus*
Pétrel de Barau	*Pterodroma baraui*
Salangane des Mascareignes	*Collocalia francica*
Hirondelle de Bourbon	*Phedina borbonica*
Oiseau lunettes gris	*Zosterops borbonica*
Tourterelle malgache	*Streptopelia picturata*
Paille-en-queue	*Phaethon lepturus*
Insectes	
Papillon la Pâture	*Papilio phorbanta*
Vanesse de Bourbon	*Antanartia borbonica*

Tableau 1 : espèces faunistiques concernées par des demandes de dérogation

Nom vernaculaire	Nom latin	Statut de protection
Bois de chenille	*Clerodendrum heterophyllum*	Espèce protégée
Bois d'huile	*Erythroxylon hypercifolium*	Espèce protégée
Bois puant	*Foetidia mauritiana*	Espèce protégée
Mahot rempart	*Hibiscus columnaris*	Espèce protégée
Mucune géante	*Mucuna gigantea*	Espèce protégée
Bois d'ortie	*Obetia ficifolia*	Espèce protégée
Bois de pourpart	*Poupartia borbonica*	Espèce protégée
Bois de senteur blanc	*Ruizia cordata*	Espèce protégée
Bois de tisane rouge	*Scolopia heterophylla*	Espèce protégée
Tanguin pays	*Stillingia lineata*	Espèce protégée
Bois de lait	*Tabernaemontana persicariifolia*	Espèce protégée
Bois de poivre	*Zanthoxylum heterophyllum*	Espèce protégée
Bois d'éponge	*Gastonia cutispongia*	Espèce protégée
Bois de sable	*Indigofera ammoxylon*	Espèce protégée
Saliette	*Psiadia retusa*	Espèce protégée
Mauve	*Abutilon exstipulare*	Espèce en cours de protection
Bois noir des hauts	*Diospyros borbonica*	Espèce en cours de protection
Mahot tantan	*Dombeya acutangula*	Espèce en cours de protection
Bois de balai	*Fernelia buxifolia*	Espèce en cours de protection
Bois de Paille-en-queue	*Monarrhenus salicifolius*	Espèce en cours de protection
Benjoin	*Terminalia bentzoe*	Espèce en cours de protection
Bois de pintade	*Coptosperma borbonica*	Espèce en cours de protection
Latanier rouge	*Latania lontaroides*	Espèce en cours de protection
Phragmite	*Phragmites mauritianus*	Espèce en cours de protection
Souchet étendu	*Cyperus expansus*	Espèce en cours de protection
Aloès rouge	*Aloe purpurea*	Espèce en cours de protection
Palmiste blanc	*Dictyosperma album*	Espèce en cours de protection
Porché	*Thespesia populneoides*	Espèce en cours de protection
Mova	*Hibiscus tiliaceus*	Espèce en cours de protection

Tableau 2 : espèces floristiques concernées par des demandes de dérogation

1.2.3. AUTRES PROCÉDURES RÉGLEMENTAIRES APPLICABLES AU PROJET

1.2.3.1. LA DÉCLARATION D'UTILITÉ PUBLIQUE ET LA MISE EN COMPATIBILITÉ DES DOCUMENTS D'URBANISME DE SAINT-DENIS ET DE LA POSSESSION

Comme évoqué précédemment, **le projet de la Nouvelle Route du Littoral a été déclaré d'utilité publique par arrêté préfectoral (n° 12-311 SG/DRCTCV/4) en date du 7 mars 2012.**

Le dossier d'enquête préalable à cette Déclaration d'Utilité Publique (DUP) a démontré les raisons techniques impératives qui, parmi les variantes envisagées, ont nécessité de retenir la solution maritime présentée.

Cette DUP a également emporté mise en compatibilité de Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) des communes de Saint-Denis et de La Possession. Elle est aussi une condition indispensable pour édifier les ouvrages sur le DPM.

1.2.3.2. EXPROPRIATIONS

Conformément à l'arrêté du mars 2012, les acquisitions et travaux nécessaires à la construction de la Nouvelle Route du Littoral sur le territoire de Saint-Denis et de La Possession sont déclarés d'utilité publique.

Le cas échéant, la Région Réunion est ainsi autorisée, à acquérir soit à l'amiable, soit par voie d'expropriation, les immeubles nécessaires à la réalisation du projet et ce dans un délai de 5 ans à compter de la date de publication de l'arrêté de DUP.

1.2.3.3. DIAGNOSTIC ARCHÉOLOGIQUE

L'État a procédé à la réalisation d'un diagnostic archéologique sur les emprises du projet en 2011 et en 2012.

1.2.3.4. DEMANDES DE CHANGEMENT D'UTILISATION DU DOMAINE PUBLIC MARITIME

Le projet s'inscrit en grande majorité au sein du Domaine Public Maritime naturel (DPMn) de l'État au sens de l'article L.2111-6 du CGPPP.

Un dossier d'enquête publique a donc été constitué afin de demander :

- un changement substantiel d'utilisation de zones du Domaine public maritime (DPM) pour la **réalisation de l'ensemble des ouvrages de la Nouvelle Route du Littoral**, la majorité des ouvrages s'inscrivant sur le DPMn.

  Les sections en digue seront réalisées sous le régime du transfert de gestion lié à un changement d'affectation (article R.2123-9 du CGPPP).

- une concession d'utilisation de zones du Domaine public maritime (DPM) situées hors des **limites administratives des ports pour la réalisation des viaducs de la Nouvelle Route du Littoral** (emprises des ouvrages et zone nécessaire à la réalisation des travaux) ;

- **une concession d'utilisation du DPM situé hors des limites administratives des ports** pour les éco-récifs (emprises des ouvrages et zone nécessaire à la réalisation des travaux) à mettre en place dans le cadre des mesures compensatoires aux impacts de la Nouvelle Route du Littoral.

1.2.3.5. DEMANDES D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L. 214-1 À 6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Le projet de la Nouvelle Route du Littoral est soumise à autorisation au titre des articles L. 214-1 et suivants du code de l'environnement (codifiant la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992, dite loi sur l'eau) et par les articles R. 214-1 et suivants du même code (codifiant ses décrets d'application).

Il est en effet concerné par plusieurs rubriques de la nomenclature loi sur l'eau, codifiée par l'article R. 214-1 du code de l'environnement, définissant les installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA) soumis à autorisation ou à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement.

Cette demande concerne en particulier :

- les **prélèvements** qui seront réalisés dans les cours d'eau pour les besoins du chantier ;

- le **rejet en mer** des eaux pluviales de la chaussée en phase exploitation, même si ces dernières feront l'objet d'un assainissement spécifique avec ouvrages de traitement ;

- les **impacts sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique**, concernant essentiellement le réaménagement du cours d'eau de la ravine à Malheur (réalisation d'un ouvrage d'art et déplacement de l'exutoire maritime par allongement de son lit). A noter que d'autres ravines avec des écoulements temporaires sont aussi concernées par le projet, en particulier au droit des sections en digue (ravine des Tamarins, ravines de la Grande et de la Petite Chaloupe et ravine Lafleur pour les principales) – voir Figure 2 : plan de situation pour la localisation de ces ravines ;

- les **impacts sur le milieu marin,** du fait des incidences directes engendrées par l'aménagement de l'infrastructure en milieu marin et des dragages qui seront nécessaires à la construction des ouvrages.

Le dossier réalisé dans ce cadre vaut également saisine du préfet coordonnateur de bassin, au titre de l'article R. 2124-57 du code général de la propriété des personnes publiques (demande d'autorisation d'occupation du Domaine Publique Fluvial). Cette demande concerne exclusivement la ravine à Malheur.

1.2.3.6. DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION AU TITRE DE L'ARTICLE L.621-32 DU CODE DU PATRIMOINE

Le projet de la Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession s'inscrit à proximité de **Monuments Historiques** protégés au titre du Code du Patrimoine (*cf. figure suivante*) :

- l'hôtel de la Préfecture (commune de Saint-Denis) ;

- l'église paroissiale Notre-Dame-de-la-Délivrance (commune de Saint-Denis) ;

- la Redoute (commune de Saint-Denis) ;

- la Caserne Lambert (commune de Saint-Denis) ;

- la Gare de la Grande Chaloupe (commune de Saint-Denis) ;

- les Lazarets n°1 et n°2 de la Grande Chaloupe (respectivement sur les communes de La Possession et de Saint-Denis).

Une demande d'autorisation de modification des aspects des abords de ces monuments historiques a donc été demandée par le Maître d'Ouvrage au titre de l'article L. 621-32 du code du patrimoine. **Cette autorisation a été obtenue par un arrêté préfectoral (n° 12-1947/SG/DRCTCV) datant du 14 décembre 2012.**

Les mesures d'insertion paysagère ont été progressivement mises au point, notamment suite à des échanges avec l'Architecte des Bâtiments de France, depuis la fin de l'année 2011 et jusqu'à août 2012. Cette concertation a permis l'amélioration de la conception paysagère et urbaine du projet.

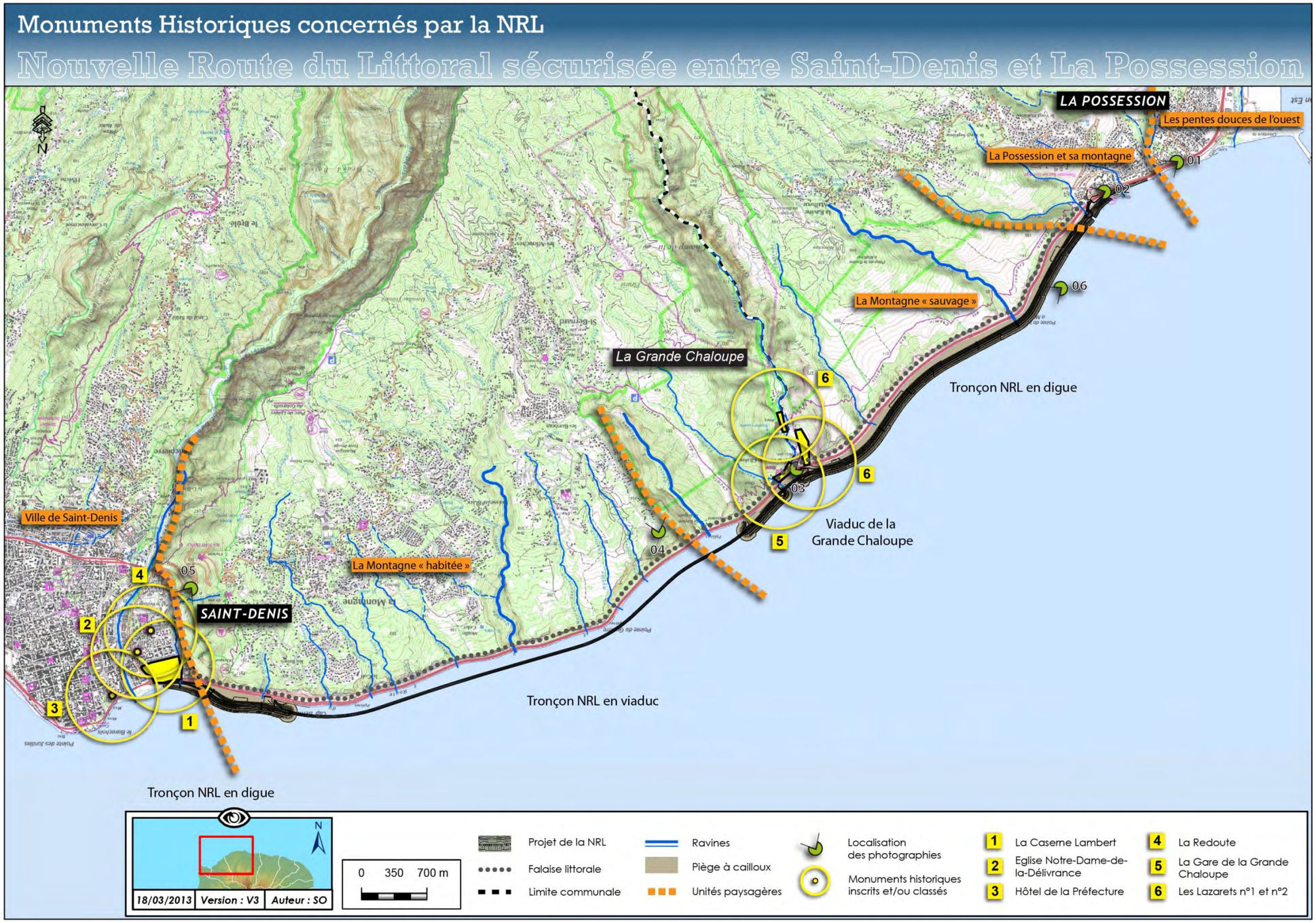


Figure 3 : localisation des monuments historiques

1.2.4. COHÉRENCE DU PROJET AVEC LES AUTRES POLITIQUES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA NATURE

1.2.4.1. COMPATIBILITÉ AVEC LE SDAGE DE LA RÉUNION

La directive 2000/60/CE, dite Directive Cadre sur l'Eau (DCE), vise à établir un cadre pour la gestion et la protection des eaux en fixant des objectifs ambitieux pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles (continentales et côtières) et souterraines d'ici 2015. La transposition en droit français de cette directive (loi n°2004-338 du 21 avril 2004) a validé le fait que les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE), créés par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, seront les « plans de gestion des districts hydrographiques » définis dans la DCE.

Le SDAGE, réalisé sous l'égide du Comité de Bassin, fixe les orientations fondamentales d'une gestion globale et équilibrée de la ressource en eau ainsi que les objectifs de qualité et de quantité des eaux à atteindre, en 2015, conformément à la DCE. Il décline, par orientation fondamentale, les dispositions nécessaires à l'atteinte de ses objectifs et à la préservation de l'état des eaux. Le programme pluriannuel de mesures, établi par l'État en application de l'article L. 212-2-1 du code de l'environnement et figurant en annexe du SDAGE, identifie les actions concrètes à mener par masse d'eau, assorties d'un échéancier et d'une évaluation financière pour atteindre les objectifs du SDAGE.

L'obligation de résultats imposée par l'Europe nécessite la mise en place d'indicateurs permettant une évaluation en continu de l'efficacité du programme de mesures. En parallèle à cette démarche, la mise en œuvre du programme de surveillance relatif à la DCE contribue à la qualité de cette évaluation.

Le SDAGE 2010-2015 de l'île de La Réunion, définie comme district hydrographique unique, a été adopté par le Comité de Bassin le 2 décembre 2009 et approuvé par le Préfet coordonnateur de bassin le 7 décembre 2009.

Conformément à sa vocation, il définit :

- les **orientations fondamentales** pour une gestion globale et équilibrée de la ressource en eau et les **dispositions** associées ;
- les objectifs des masses d'eau du district.

1.2.4.1.1. LES ORIENTATIONS ET DISPOSITIONS DU SDAGE

Les orientations fondamentales du SDAGE ont été dégagées à partir :

- de l'ensemble des enjeux prioritaires et des objectifs des masses d'eau de La Réunion ;
- des trois grands objectifs environnementaux de la DCE, à savoir :
  - la non détérioration de la qualité des eaux,
  - le « bon état » de tous les milieux aquatiques en 2015,
  - la réduction, voire la suppression, des rejets de substances prioritaires dangereuses ;
- de leur déclinaison en objectifs nationaux.

Ainsi, sept orientations fondamentales ont été définies dans le SDAGE de La Réunion :

- Orientation Fondamentale 1 : gérer durablement la ressource en eau dans le respect des milieux aquatiques et des usages ;
- Orientation Fondamentale 2 : assurer à la population, de façon continue, la distribution d'une eau potable de qualité ;
- Orientation Fondamentale 3 : lutter contre les pollutions ;
- Orientation Fondamentale 4 : réduire les risques liés aux inondations ;
- Orientation Fondamentale 5 : favoriser un financement juste et équilibré de la politique de l'eau, notamment au travers d'une meilleure application du principe pollueur-payeur et du principe de récupération des coûts liés à son utilisation ;
- Orientation Fondamentale 6 : préserver, restaurer et gérer les milieux aquatiques continentaux et côtiers ;
- Orientation Fondamentale 7 : renforcer la gouvernance et faciliter l'accès à l'information dans le domaine de l'eau.

Chaque orientation est déclinée en diverses dispositions.

Le dossier d'autorisation au titre des articles L. 214-1 à 6 du code de l'environnement réalisé en parallèle au présent dossier présente en détail l'ensemble des éléments de compatibilité du projet avec ces orientations et les dispositions associées.

1.2.4.1.2. LES OBJECTIFS DU SDAGE

Au regard des pressions sur les masses d'eau, des tendances prévisibles à la hausse ou à la baisse et du risque de non atteinte du bon état en 2015 en découlant, ainsi que sur des dires d'experts, le SDAGE définit pour chaque masse d'eau les objectifs pour l'atteinte du bon état, conformément à la DCE.

Objectifs pour les masses d'eau de surface (cours d'eau superficiels et masses d'eau côtières)

Pour les masses d'eau superficielle et côtière, le bon état est la combinaison de deux états : l'état chimique et l'état écologique. L'état général est déterminé par la plus mauvaise valeur de son état écologique et de son état chimique.

- ***Objectif d'état chimique***

L'état chimique défini dans la DCE pour les eaux de surface se réfère à une liste de 41 substances définies au niveau européen et jugées particulièrement préoccupantes.

- ***Objectif d'état écologique***

L'évaluation de l'état écologique repose principalement sur des paramètres biologiques. Ce sont les poissons, les macroinvertébrés benthiques et les algues diatomées, qui évaluent les peuplements à travers la composition taxonomique, la diversité, l'abondance et la présence de certains taxons polluo-indicateurs.

D'autres paramètres interviennent dans l'état écologique, essentiellement comme facteurs explicatifs des conditions biologiques : la physico-chimie, les polluants spécifiques à l'état écologique et l'hydromorphologie.

- ***Objectif d'état global***

Le bon état d'une masse d'eau est atteint lorsque son état chimique et son état écologique sont au moins bons.

Les deux masses d'eau concernées par le projet, à savoir celles de Sainte-Suzanne – Grande Chaloupe (FRLC1) et de Grande Chaloupe – Pointe des Galets (FRLC2) sont actuellement dans un mauvais état global, du fait de leur mauvais état chimique (lié à des concentrations élevées en pesticides et, dans une moindre mesure, en HAP).

Objectifs pour les masses d'eau souterraines

Pour les eaux souterraines, l'expression générale de l'état est déterminée par la plus mauvaise valeur de son état quantitatif et de son état chimique (définis de la même façon que pour les eaux de surface).

Le bon état global d'une masse d'eau souterraine est atteint lorsque son état chimique et son état quantitatif sont au moins bons.

Le projet est concerné à chacune de ses extrémités par deux masses d'eau souterraines : l'aquifère Saint-Denis (FRLO016) et l'aquifère Le Port – La Possession (FRLO001). Leurs états globaux sont respectivement mauvais et bon.

La compatibilité du projet avec l'atteinte des objectifs d'état définis pour chaque masse d'eau qu'il concerne (à savoir les deux masses d'eau souterraines à chaque extrémités du projet au niveau des raccordements terrestres et les deux masses d'eau côtières citées ci-avant) a été examinée en détail dans le dossier d'autorisation au titre des articles L. 214-1 à 6 du code de l'environnement réalisé en parallèle au présent dossier.

Il apparaît :

- **que le projet est compatible avec l'atteinte de l'objectif de bon état des deux masses d'eaux souterraines concernées ;**
- **que le projet n'est pas compatible avec l'atteinte de l'objectif de bon état des deux masses d'eaux côtières concernées, du fait, comme exposé précédemment, du risque de non atteinte de leur bon état écologique compte tenu des modifications hydromorphologiques du trait de côte qu'il entraînera.**

Le SDAGE a bien pris en compte ce risque en identifiant le projet de la Nouvelle Route du Littoral comme étant de nature à déroger aux objectifs de qualité des masses d'eau concernées (voir paragraphe suivant).

1.2.4.1.3. Motivations d'adaptation des objectifs : les projets mentionnés au deuxième alinéa de l'article R. 212-7 du code de l'environnement

Il relève de la compétence du Préfet Coordonnateur de Bassin de porter à la connaissance du Comité de Bassin les projets répondant à des motifs d'intérêt général visés par l'article R. 212-7 du code de l'environnement et qui sont de nature, par les modifications qu'ils apportent à une masse d'eau, à compromettre la réalisation des objectifs tendant à rétablir le bon état de cette masse d'eau ou à prévenir sa détérioration. Il s'agit donc d'une compétence régalienne, le Comité de Bassin est uniquement informé sans avoir par lui-même, pris connaissance des dossiers concernés.

Le projet de la Nouvelle Route du Littoral est l'un des projets inscrits au SDAGE comme dérogeant aux objectifs de qualité de la DCE sur les deux masses d'eau concernées par le projet. Les conditions nécessaires pour obtenir l'autorisation de déroger aux objectifs de qualité de la DCE sont précisées dans le paragraphe suivant.

1.2.4.1.4. Justification du respect des critères d'exemption aux objectifs de qualité au titre de la Directive Cadre sur l'Eau

Le projet s'inscrit au sein de deux masses d'eau côtières (Sainte-Suzanne - Grande chaloupe et Grande chaloupe - Pointe des Galets) et va, sur les sections en digue créées dans le cadre du projet (*voir description du projet ci-après*), en modifier l'hydromorphologie en définissant un nouveau trait de côte. Cette modification remet en cause l'atteinte de leur bon état écologique imposé par la Directive européenne Cadre sur l'Eau (DCE) suivant un échéancier précis (2015 dans ce cas). Le bon état écologique se définit en effet, d'après cette réglementation, par des paramètres de qualité physico-chimique, hydrobiologique, mais aussi hydromorphologiques.

L'article 4, paragraphe 7, de la DCE prévoit et encadre précisément les possibilités d'exemption à l'objectif de bon état des eaux ou du non-respect des objectifs du fait de nouvelles modifications apportées par l'homme dans le cadre de projets répondant à des motifs d'intérêt général.

Une justification du respect des critères d'exemption aux objectifs de qualité au titre de la DCE est ainsi intégrée au dossier demande d'autorisation au titre des articles L.214 à 6 du code de l'environnement réalisé pour le projet de la NRL.

1.2.4.2. COMPATIBILITÉ AVEC LE SAGE OUEST DE L'ÎLE DE LA RÉUNION

Le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) est un document de planification élaboré à une échelle plus locale que le SDAGE, pour un périmètre hydrographique cohérent. Il fixe des objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur, de protection quantitative et qualitative de la ressource en eau. Il doit être compatible avec le SDAGE.

Le SAGE est établi par une Commission Locale de l'Eau représentant les divers acteurs du territoire, soumis à enquête publique et approuvé par le préfet.

Il est doté d'une portée juridique : le règlement et ses documents cartographiques sont opposables aux tiers et les décisions dans le domaine de l'eau doivent être compatibles ou rendues compatibles avec le plan d'aménagement et de gestion durable de la ressource en eau.

Au sein de la zone d'étude**, le SAGE Ouest est approuvé depuis le 19 juillet 2006**. Au droit de la Nouvelle Route du Littoral, il s'inscrit sur la commune de La Possession.

La compatibilité du projet avec les objectifs du SAGE Ouest est examinée en détail dans le dossier de demande d'autorisation au titre des articles L. 214-1 à 6 du code de l'environnement.

Il apparaît que le projet est compatible à l'unique objectif susceptible de le concerner, à savoir l'objectif n° 3 « *maîtriser les rejets aux milieux aquatiques pour réduire les apports de pollutions domestiques, agricoles et pluviales et stopper l'augmentation des teneurs en nitrates dans les eaux* ».

Le projet intègre en effet, en phase chantier comme en phase exploitation, la mise en place de dispositifs permettant de protéger la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques grâce à la maîtrise des flux de pollutions susceptibles d'être rejetés dans les milieux aquatiques :

- en phase chantier, des mesures seront prises pour réduire l'incidence du projet sur le milieu marin (assainissement provisoire, maîtrise des rejets d'eau et de matières en suspension issus du chantier…) et un suivi écologique sera mené pour s'assurer de l'absence d'impact significatif sur les biotopes alentours ;

- en phase exploitation, des dispositifs de collecte et d'assainissement des eaux de chaussées permettront de traiter les eaux pluviales provenant de l'impluvium routier (pollutions chroniques et accidentelles), soit une amélioration par rapport à la route actuelle qui n'en dispose pas.

1.2.4.3. PLANS NATIONAUX D'ACTIONS (PNA) ET PLANS DE CONSERVATION (PDC)

Deux plans nationaux d'actions (PNA) et un plan de conservation (PDC) ont été définis pour des espèces visées par le présent dossier :

- le PNA du Pétrel noir de Bourbon (*Pseudobulweria aterrima*) (2012-2016), rédigé par la Société d'études ornithologiques de La Réunion (SEOR) ;

- le PDC du Pétrel de Barau (*Pterodroma baraui*), rédigé par la Société d'Étude Ornithologiques de la Réunion (SEOR) et le Laboratoire d'ECOlogie MARine de l'Université de La Réunion (ECOMAR) en 2008 ;

- le PNA de la Tortue verte (*Chelonia mydas*), en cours d'élaboration.

> *La compatibilité de ces plans avec le projet est précisée dans le dossier spécifique relatif à la faune.*

2. DEMANDEUR

2.1.PRÉSENTATION DU DEMANDEUR

Le demandeur est la **Région Réunion**, Maître d'Ouvrage du projet :

LA REGION REUNION
Hôtel de Région Pierre Lagourgue
Avenue René Cassin Moufia
BP 7190
97 719 Saint-Denis Messag Cedex 9

Tél : 02 62 48 70 00

Représentée par son Président, **M. Didier ROBERT.**

2.2.LES INTERVENANTS DU PROJET

2.2.1. PHASE ÉTUDES-CONCEPTION

L'organisation générale des études et des intervenants du projet est schématisé sur la figure suivante et décrite dans les chapitres suivants.

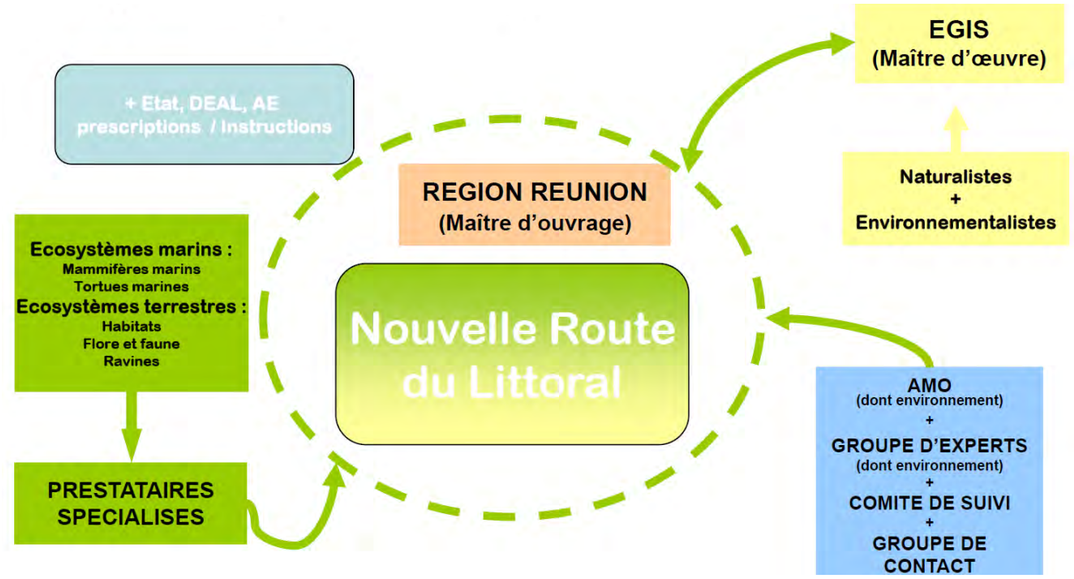


Figure 4 : organisation générale des études et des intervenants du projet

2.2.1.1. LE MAÎTRE D'OUVRAGE (MOA)

Depuis le 1er janvier 2008, le Maître d'Ouvrage du projet de la Nouvelle Route du Littoral est la Région Réunion (suite au transfert de la responsabilité des routes nationales de l'État à la Région), qui a poursuivi le projet engagé par le précédent Maître d'Ouvrage.

2.2.1.2. LE MAÎTRE D'ŒUVRE (MOE)

La Maîtrise d'Œuvre est assurée par le groupe Egis qui assure la conception globale intégrée du projet, d'abord au travers de quatre sociétés : Egis France (mandataire), Egis International et Egis Eau (co-traitants) et Egis Structure et Environnement (sous-traitant). Ensuite, le groupement de Maîtrise d'Œuvre comprend le cabinet Signes pour la conception paysagère du projet, le cabinet Cheron-Lavignes pour la conception architecturale du projet et la société DHI pour les études hydrauliques du projet en maquette physique.

EGIS

11, avenue du centre

CS 30530

Saint-Quentin-en-Yvelines

78 286 Guyancourt Cedex

Tél. : 01 30 48 44 00

Egis est chargé de la conception et de la réalisation du projet et de l'élaboration des dossiers réglementaires de demandes d'autorisations préalables aux travaux.

Dans ce cadre, la réalisation du présent dossier a été confiée à **Egis Environnement**, une marque d'Egis Structure et Environnement, société du groupe Egis, et plus particulièrement à son pôle Biodiversité et Ingénierie Ecologique.

Egis Environnement couvre les domaines liés à l'intégration de l'environnement et du développement durable dans la gestion des territoires et la conception, la réalisation et l'exploitation d'infrastructures (transport, énergie, déchets), d'équipements industriels : management environnemental, études généralistes ou règlementaires, diagnostics écologiques, acoustique, paysage, intégration architecturale, hydrogéologie et hydrologie, pollution de l'air, Systèmes d'Information Géographique.

2.2.1.3. L'ASSISTANT AU MAÎTRE D'OUVRAGE

Le Maître d'Ouvrage fait appel à plusieurs assistants au Maître d'Ouvrage (AMO), dont un dédié à l'Environnement, constitué d'un groupement de bureaux d'études et d'experts mené par Biotope et Artélia. Les experts associés sont Kélonia, Hémisphère sub, Globice, la Société d'études ornithologiques de La Réunion (SEOR), l'Office national des forêts (ONF) et l'Insectarium de la Réunion.

Il assure une mission de contrôle et de conseil du Maître d'Ouvrage en phase conception et en phase réalisation.

2.2.1.4. LES PRESTATAIRES SPÉCIALISÉS

Pour réaliser les études environnementales et écologiques nécessaires à la constitution de ce dossier de demandes de dérogations, le Maître d'Ouvrage a fait appel à plusieurs prestataires spécialisés, listés dans le tableau suivant.

Thème	Prestataires
Milieu marin littoral	EQUILIBRE & LAGONIA
Tortues marines	Kelonia
Mammifères marins	Globice, Biotope & Quiet Oceans
Impact acoustique sur les mammifères marins	Quiet Oceans
Écologie des ravines	Biotope
Flore et habitats	Biotope
Faune vertébrée et invertébrée terrestre	Biotope, Insectarium de la Réunion & SEOR
Dispersion des embruns sur la falaise	NortekMed & Université de Toulon (ISITV-MOI)
Dépose localisée des filets de protection	CETE Méditerranée / Biotope

Tableau 3 : prestataires spécialisés en environnement

2.2.1.5. LES EXPERTS

Le Président de la Région Réunion a décidé de mettre en place un comité d'experts pour accompagner la collectivité dans l'évaluation du projet aux différentes étapes importantes de celui-ci. Il a pour but d'apporter des préconisations et de formuler des recommandations sur le projet à l'attention du Maître d'Ouvrage.

Ce comité a été mis en place le 12 octobre 2011.

Il comprend un représentant pour l'environnement : Monsieur Lucien CHABASON, consultant.

2.2.1.6. LE COMITÉ DE SUIVI DES ENGAGEMENTS DU MOA

La création d'un comité de suivi des engagements du MOA fait suite aux recommandations formulées par l'Autorité Environnementale lors de la procédure d'enquête préalable à la Déclaration d'Utilité Publique du projet, confirmées et précisées ensuite par la Commission d'Enquête.

Pour répondre à ces demandes, la Région Réunion a en effet décidé de mettre en place un comité de suivi des engagements du Maître d'ouvrage, qui suivra également le projet dans ses composantes économiques et sociales, notamment sur le volet aménagement, sécurité et emploi.

Ce comité de suivi, présidé par le Président de la Région Réunion (ou son représentant désigné), et dont la composition est présentée ci-après, a été mis en place dès les phases d'études de détails. Il s'est ainsi réuni régulièrement pendant toute la durée de la conception et de la réalisation du projet, à chaque étape. La première séance de ce comité de suivi a ainsi porté sur la présentation du projet à l'issue de la phase de conception avec prise en compte des observations formulées dans le cadre de la procédure de déclaration d'utilité publique et le rappel synthétique des engagements du Maître d'ouvrage.

Il intégrera :

- **la Maîtrise d'ouvrage ;**
- **l'Assistance à Maîtrise d'ouvrage en matière d'Environnement ;**
- **les services de l'État ;**
- **les collectivités :** Conseil Général, Communes, Intercommunalités, sociétés de transports ;
- **des experts et des associations reconnus et œuvrant dans le domaine de l'environnement,** avec notamment : la SEOR, l'Insectarium de La Réunion, Kélonia, Globice, Abyss, le Muséum d'histoire naturelle, l'ARVAM, le CBNM**,** etc. ;
- **des organismes de conservation et/ou de gestion des espaces naturels**, tels que le Parc National de La Réunion, le Conservatoire du Littoral, l'ONF et la Réserve Naturelle Marine de La Réunion ;
- **des acteurs du monde économique** : sphère du BTP, autres partenaires économiques intéressés par la sécurisation de la route du littoral et autres structures œuvrant dans le domaine du développement économique et l'aménagement du territoire ;
- **les usagers et riverains** : représentants des usagers de la mer et de la route, associations de riverains… ;
- **les représentants des entreprises en charge des travaux.**

La liste détaillée des membres est présentée en composition détaillée du comité de suivi des engagements du MOA.

Le comité de suivi devrait se réunir une fois par an, voire deux au maximum, en fonction des évolutions du dossier et de son actualité. En fonction de l'importance des enjeux, la constitution de groupes thématiques particuliers n'est pas à exclure.

2.2.1.7. LES COMITÉS THÉMATIQUES « MESURES COMPENSATOIRES »

Pour définir et calibrer au mieux les mesures compensatoires qui seront mises en place dans le cadre du projet, le Maître d'ouvrage a fait le choix de mener une importante concertation avec les acteurs locaux concernés par la protection de la nature.

Les objectifs ont notamment été les suivants :

- recueillir leurs avis sur les mesures envisagées, sur la base des propositions au stade de la DUP (en vue d'amender les mesures) ;
- identifier les opportunités de mesures sur les territoires concernés par chacun des acteurs. L'objectif a été de bénéficier de la connaissance par les acteurs de leur territoire pour bien identifier les possibilités de mise en œuvre des mesures de compensation ;
- identifier les partenaires les plus appropriés pour les mesures le nécessitant.

Par ailleurs, dans un objectif d'efficacité de cette concertation, deux groupes thématiques ont été distingués : un pour les mesures « marines » et un second pour les mesures « terrestres ».

Ces deux groupes ont été à géométrie variable au fur-et-à-mesure de l'avancement de la démarche de compensation :

- dans un premier temps, les groupes ont été constitués d'institutionnels, de collectivités, d'universitaires et d'associations ayant une vision globale, de niveau régional. Cette première approche a notamment permis de cibler géographiquement les secteurs les plus pertinents pour la mise en œuvre des mesures compensatoires ;
- dans un second temps, l'objectif a été de recentrer ces groupes thématiques sur les secteurs identifiés comme les plus favorables (mesures territoriales) pour envisager une compensation. À ce titre, la composition des groupes a été adaptée en y incluant notamment des collectivités locales (communes, …).

Le tableau suivant présente la composition des groupes thématiques « mesures compensatoires ».

	Groupe « mer »	Groupe « terre »
Équipe projet	MO AMOE (Biotope, Globice et Kélonia)	MO AMOE (Biotope, ONF, SEOR et Insectarium)
Institutionnels	DEAL DMSOI Réserve Naturelle Marine IFREMER Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins MHN La Réunion	DEAL PN la Réunion (dont équipe LIFE) CELRL ONF (représenté également au titre de l'AMOE) ONCFS MHN Réunion
Collectivités locales	Communes (Saine-Rose, Petite-Ile, Saint-Pierre)	Conseil général 974 (service ENS) Communes
Universités	IRD ECOMAR	ECOMAR UMR Peuplements Végétaux et Bioagresseurs en Milieu Tropical (PVBMT)

	Groupe « mer »	Groupe « terre »
Associations	ARVAM ABYSS VIE OCEANE GLOBICE & KELONIA (représentés également au titre de l'AMOE) CRESSM - FFESSM	CBNM SREPEN GCEIP Nature Océan Indien (Reptiles) FDAAPPMA ARDA SEOR et Insectarium de la Réunion (représentés également au titre de l'AMOE) APN Association Réunionnaise d'Écologie

Tableau 4 : composition des groupes thématiques « mesures compensatoires »

Au total, huit comités thématiques ont eu lieu vis-à-vis des mesures marines et cinq pour les mesures terrestres.

2.2.1.8. LES SERVICES DE L'ÉTAT

Il a été convenu entre la Préfecture et la Région d'associer les services de l'État à l'élaboration du projet. De nombreuses réunions et échanges ont eu lieu tout au long de la conception détaillée du projet et pour mener à bien les procédures administratives préalables aux travaux. L'association des services de l'État est continue, à toutes les phases du projet, y compris en phase réalisation.

Toutes les thématiques relatives au milieu naturel ont été abordées lors de ces réunions. Les modalités de montage du dossier et les attentes de la DEAL ont aussi été évoquées lors de ces réunions de travail (par exemple sur la comparaison des différentes solutions, concernant l'étude des impacts cumulés, la prise en compte de la fourniture des matériaux dans les impacts du projet...).

2.2.2. PHASE RÉALISATION

Outre les intervenants en phase conception qui sont partie prenante en phase de réalisation, il faut ajouter les entreprises qui seront en charge de réaliser l'infrastructure.

Les prescriptions environnementales issues de la réglementation et des autorisations de travaux obtenues pour le projet sont intégrées dans les contrats de travaux.

Les entreprises assument une responsabilité importante dans le respect des prescriptions environnementales sous le contrôle du Maître d'Ouvrage, de son Maître d'œuvre et de ses assistants.

2.3. LES MOYENS MIS EN ŒUVRE POUR INTÉGRER LES ENJEUX LIÉS AUX ESPÈCES PROTÉGÉES

De nombreuses études ont été menées depuis les premières études préliminaires du projet pour établir l'état initial écologique du territoire, ainsi que pour évaluer les impacts du projet sur les habitats naturels, la flore, la faune et les continuités écologiques.

Le tableau suivant en fait la synthèse.

Étapes de conception du projet	Étude	Date	Auteur(s)	Prise en compte de la biodiversité et particulièrement des espèces protégées
Études préliminaires	Volet Milieux Naturels Terrestres des études préliminaires de la NLSDO	Août 2007	BIOTOPE	Évaluation des écosystèmes et hiérarchisation des habitats
	Nouvelle Liaison Saint-Denis Ouest – Étude préliminaires d'environnement – Écosystèmes maritimes	Septembre 2007	ARVAM/ PARETO	Synthèse des données existantes entre 1977 et 2007
APS / DUP	Étude de la faune d'arthropodes terrestres de la planèze de Saint-Bernard	Février 2008	Association Insectarium de La Réunion	Inventaires de la faune d'arthropodes terrestres réalisée sur la planèze entre La Grande Ravine et le Bras Isidore
	Étude des écosystèmes marins de la NLSDO	Septembre 2008	EQUILIBRE & LAGONIA	Définition de l'état initial du milieu marin littoral et identification des zones sensibles et vulnérables
	Étude d'aménagement à long terme : nouvelle liaison St Denis Ouest – NLSDO (La Réunion) Expertise des formations coralliennes remarquables sur le tracé actuel suite au passage du cyclone « GAEL »	Avril 2009	EQUILIBRE & LAGONIA	Bilan actualisé de l'état de santé des communautés marines remarquables Compléments aux expertises précédentes sur les zones caractérisées par une sensibilité écologique élevée
	Étude de la falaise littorale entre Saint-Denis et La Possession	2009	Blanchard & Florens	Prospections de terrain et bibliographiques des habitats et espèces présents sur la falaise.
	Volet environnemental de l'APS	2009	Egis	Définition des enjeux et des impacts environnementaux dans la bande d'étude soumise à l'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique du projet

Étapes de conception du projet	Étude	Date	Auteur(s)	Prise en compte de la biodiversité et particulièrement des espèces protégées
	Étude préliminaire d'impact de la future Route du Littoral sur les tortues marines	Mai 2011	Kelonia	Synthèse bibliographique des connaissances sur les tortues marines à La Réunion et au niveau de l'aire d'étude État initial de la présence de tortues marines ou d'habitats d'alimentation et de développement potentiels par prospections en ULM et en plongée.
	Projet de construction de la Nouvelle Route du Littoral - Étude sur les mammifères marins - Premier état initial	Mai 2011	Globice	Diagnostic des populations de cétacés fréquentant la zone d'étude et identification des enjeux de conservation des espèces utilisant la zone
	Actualisation de l'étude préliminaire d'incidence environnementale de la Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession	Mai 2011	PARETO	Mise à jour de l'étude réalisée en 2007 afin d'intégrer les nouvelles données bibliographiques acquises sur le secteur d'étude, de réévaluer les impacts sur les écosystèmes marins, sur la base du nouveau projet retenu et de proposer des mesures réductrices et compensatoires adaptées
AVP / PRO	Étude du milieu marin littoral et de sa sensibilité / vulnérabilité écologique	2008-2012	EQUILIBRE & LAGONIA	Identification des communautés benthiques et ichtyologique sur la zone d'étude
	Étude sur les tortues marines sur un cycle biologique	2011-2012	Kelonia	Identification des tortues marines fréquentant la zone d'étude ainsi que des habitats favorables
	Étude sur les mammifères marins remarquables et protégés sur un cycle biologique	2011-2012	Globice, Biotope & Quiet Oceans	Identification des mammifères marins fréquentant la zone d'étude
	Étude d'impact acoustique sur les mammifères marins	2012	Quiet Oceans	Évaluation des impacts sonores du chantier sur les mammifères marins et définition des mesures adaptées
	Étude écologique des ravines : caractérisation piscicole, astacicole et qualité des eaux	2012	Biotope	Pêches électriques, analyse des eaux et définition de l'hydromorphologie des principales ravines de la zone d'étude
	Étude de la flore et des habitats sur un cycle biologique	2011-2012	Biotope	Inventaire des espèces végétales sur la zone d'étude, en particulier au droit de la falaise, ainsi que des habitats associés
	Étude de la faune vertébrée et invertébrée terrestre sur un cycle biologique	2011-2012	Biotope, Insectarium de la Réunion & SEOR	Identification de la faune vertébrée et invertébrée terrestre fréquentant la zone d'étude
	Recherche expérimentale sur la dispersion des embruns sur la falaise	2012	NortekMed & Université de Toulon	Évaluation de l'impact du projet sur la dispersion des embruns sur la falaise littorale
	Pré-diagnostics écologiques sur les sites potentiels d'emprunts de matériaux	2012	Cyathéa	Inventaires et évaluation des habitats terrestres, de la flore et de la faune (avifaune, mammifères terrestres, reptiles & amphibiens, insectes)
	Étude faune flore du projet de création d'un accès au chantier supplémentaire au droit de La Possession	2012	Biotope, Insectarium de la Réunion & SEOR	Expertises de terrain sur la flore, la faune vertébrée (oiseaux, chiroptères, reptiles, poissons) et les macrocrustacés

Tableau 5 : étapes de prise en compte des espèces protégées

3. JUSTIFICATION DE L'INTÉRÊT PUBLIC MAJEUR DU PROJET

Au titre du c) du 4ème alinéa de l'article L.411-2 du code de l'environnement, la délivrance de dérogation aux interdictions mentionnées aux 1°, 2° et 3° de l'article L.411-1 doit être effectuée « *dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ou pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique* ».

Le présent chapitre vise donc à démontrer l'intérêt public majeur du projet qui, comme présenté dans les pages suivantes, repose principalement sur la sécurisation totale de l'itinéraire devenue nécessaire pour les usagers et pour le fonctionnement socio-économique de l'île, compte-tenu des risques naturels et des contraintes d'exploitation auquel il est soumis.

Deux indices tangibles de l'intérêt public majeur du projet peuvent être rappelés préalablement à cette démonstration :

- le fait que **le projet de la Nouvelle Route du Littoral soit inscrit en Projet d'intérêt Général (PIG) dans le SDAGE de La Réunion**, comme évoqué au chapitre 1.2.4.1.3. Le décret de transposition de la directive européenne en droit français stipule, dans son article 7 codifié à l'article R. 212-7 du code de l'environnement, que le Préfet coordonnateur de bassin porte à la connaissance du comité de bassin ***les projets répondant à des motifs d'intérêt général*** qui sont de nature, par les modifications qu'ils apportent à une masse d'eau, à compromettre la réalisation des objectifs tendant à rétablir le bon état de cette masse d'eau ou à prévenir sa détérioration, malgré les mesures prises pour atténuer ces effets négatifs et en l'absence d'autres moyens permettant d'obtenir de meilleurs résultats environnementaux. Ainsi, le droit français fait référence aux Projets d'Intérêt Général (PIG), ces derniers étant arrêtés par le Préfet. À noter que, comme précisé ci-avant, la Nouvelle Route du Littoral fait partie des PIG portés à la connaissance du comité de bassin par le Préfet, ce projet étant inscrit au SDAGE de La Réunion. **On peut donc en conclure que l'inscription du projet en PIG dans le SDAGE de La Réunion par le Préfet constitue déjà en soit un indice tangible de l'intérêt public majeur ;**

- **la déclaration d'utilité publique du projet en date du 7 mars 2012.** La doctrine relative à la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie précise également que *« la déclaration d'utilité publique (DUP) prise en application du code de l'expropriation ne suffit pas pour établir que le projet relève d'un intérêt public majeur mais en est **un indice tangible ».***

Au-delà des indices tangibles d'intérêt public majeur du projet (inscription au SDAGE et projet DUP), cet intérêt du projet est appréhendé ci-après à travers la nécessité de sécurisation des usagers et de sécurisation socio-économique de l'itinéraire, sachant que la route actuelle présente des inconvénients impossibles à réduire de manière satisfaisante.

3.1. SÉCURISATION DES RISQUES POUR LES USAGERS

La question de la sécurisation de la route du littoral est ancienne et récurrente. Elle est intrinsèquement liée à la conception et à l'aménagement initial de la route.

La route du littoral actuelle à 2x2 voies est située dans un contexte d'aléas naturels. Elle a été construite sur la base d'un tracé en pied de falaise, gagné en partie sur la mer, par endiguement. Elle date d'une quarantaine d'années.

Quels aléas ?

La fragilité et l'instabilité de la falaise, intrinsèquement liées à sa géologie, et la situation de la route en remblais en bordure immédiate de l'océan ont conféré à l'ouvrage, dès son origine, un caractère de dangerosité avéré (chutes de blocs, éboulements, effondrements, coulées boueuses, submersion par les ravines en crues...).

Photographie 1 : première route du littoral - Ravine à Malheur (source inconnue)

Photographie 2 : première route du littoral (photo archives départementales)

La houle peut venir saper le pied du mur terre-armée qui soutient la route et absorber les matériaux qui composent le remblai routier. Il peut alors se produire un affaissement brutal de la surface, comme en 2009, suite au passage du cyclone Gaël (*voir illustration suivante*).

Photographie 3 : affaissement de la route du littoral suite au passage du cyclone Gaël en 2009

Outre ces phénomènes d'érosion, de dégradation et de corrosion accélérée des ouvrages, l'impact des houles peut se manifester à la côte par des mouvements d'eaux importants et puissants : paquets de mer avec mobilisation voire projection des matériaux constituant le rivage (galets), submersion par franchissement des ouvrages…

Photographie 4 : franchissement par la houle de la RN 1

Les aléas géologiques et océaniques pesant sur la route actuelle sont majeurs, du fait de la fréquence et de l'intensité prévisibles de ces phénomènes.

Quels risques ?

Le croisement des aléas et des enjeux déterminent un niveau de risque restant très élevé, comme le montrent le bilan et les perspectives évalués ci-après.

Bilan : des accidents liés à l'insécurité et aux aléas naturels

Le tableau suivant dresse un bilan des accidents mortels sur cette route depuis sa mise en service en 1976, en fonction de leurs causes : événements géologiques ou accidents de la circulation.

	Victimes hors chute de pierres			Victimes chutes de pierres		
	Tués	BH*	BNH*	Tués	BH*	BNH*
1976 - 1991	49	148	197	12	14	26
Année 1992	3	18	17	0	0	0
Année 1993	5	6	7	0	2	0
Année 1994	2	12	15	0	0	0
Année 1995	1	10	10	1	0	1
Année 1996	9	7	21	1	1	5
Année 1997	11	8	16	2	0	0
Année 1998	3	5	4	0	0	0
Année 1999	5	8	8	0	0	0
Année 2000	1	7	7	0	0	0
Année 2001	7	6	6	0	0	1
Année 2002	0	10	10	0	0	1
Année 2003	0	5	5	0	0	0
Année 2004	1	5	15	1	0	0
Année 2005	0	2	13	0	0	0
Année 2006	0	nr*	nr*	4	5	6
Année 2007	2	1	13	0	0	0
Année 2008	0	1	8	1	0	0
Année 2009	0	1	5	0	0	0
Année 2010	1	2	17	0	0	0
Année 2011	0	3	17	0	0	0
TOTAL	**100**	**265**	**411**	**22**	**22**	**40**

** BH : blessé hospitalisé / BNH : blessé non hospitalisé / nr : non renseigné*

Tableau 6 : suivi des accidents corporels de 1976 à 2011

En synthèse, entre 1976 et 2011 :

- 122 usagers ont été tués sur la route du littoral, dont 22 dus aux chutes de pierres ;
- 287 usagers hospitalisés, dont 22 dus aux chutes de pierres ;
- 451 usagers légèrement blessés (c'est-à-dire non hospitalisés), dont 40 pour les chutes de pierres.

Le nombre de victimes liées à des accidents de la circulation est donc beaucoup plus important que celui lié aux chutes de pierres ou éboulements.

La route du littoral soulève donc également un véritable problème en termes de sécurité routière même si beaucoup d'améliorations ont été apportées dans ce domaine depuis la mise en service de la route (réduction de la vitesse, suppression du carrefour à niveau de la Grande Chaloupe, mise en place d'une glissière séparant les flux en mode basculé, installation d'un radar automatique avant la pointe du Gouffre...).

Quant aux victimes du fait de l'aléa géologique, même si elle représente environ 20 % du nombre de tués, c'est principalement le caractère brutal et imprévisible des événements et leurs conséquences qui les rendent inadmissibles, sans compter la crainte d'un nouvel événement majeur sur une route congestionnée qui pourrait, en fonction du nombre de victimes, prendre la dimension d'une catastrophe nationale (comme le tunnel du Mont Blanc, où une quarantaine de victimes avait été à déplorer).

Photographie 5 : effondrement du 22 juin 1980

Photographie 6 : chutes de blocs du 30 mars 2012 (source : linfo.re)

- ***Perspectives : Le risque d'un accident majeur***

En cas de survenue d'un effondrement en grande masse, dans un scénario dramatique, une vingtaine de victimes pourrait être déplorée. Cette estimation s'appuie sur un effondrement du type de celui de 2006, où la route serait recouverte sur une longueur d'environ 100 m en mode basculé (les véhicules circuleraient donc sur trois voies) et n'affectant que des voitures particulières espacées de 15 m (en considérant un taux d'occupation moyen de 1,3 personnes par véhicule), soit 15 voitures ensevelies.

Dans un dernier scénario dramatique, illustré par la photographie prise de l'éboulement de 2006 ci-dessous, en supposant un bouchon en direction de Saint-Denis en mode basculé (soit environ neuf voitures par voie sur deux voies ensevelies) et une circulation dense en direction de La Possession (soit environ quatre voitures ensevelies), le nombre total de morts pourrait être porté à une trentaine de personnes.

Avec un scénario catastrophique où, pour le même type d'effondrement, il serait constaté un engorgement de la circulation sur les deux voies en direction de Saint-Denis, avec la présence d'un bus à moitié plein (27 personnes), soit 20 voitures dans une voie, 17 dans la seconde (le bus occupant la place de trois voitures) et 5 voitures sur la chaussée en direction de La Possession. Ainsi, sur ces hypothèses très pessimistes, environ quatre-vingt personnes pourraient trouver la mort.

Photographie 7 : effondrement de 2006 et scénario dramatique

Il s'ensuit que nonobstant le niveau de sécurité de la route qui s'est aujourd'hui considérablement amélioré depuis la fin du chantier de sécurisation conduit par l'État entre 2006 et 2009, les ouvrages réalisés n'offrent pas une sécurisation totale de l'itinéraire et en particulier, ils sont inefficaces contre un effondrement de grande ampleur.

Comme l'ont déjà montré les évènements passés, le risque notamment d'une catastrophe majeure liée à un effondrement de masse de la falaise est avéré, d'autant plus du fait de l'augmentation des trafics routiers avec les phénomènes d'encombrements réguliers de l'itinéraire. Il apparait donc nécessaire de complètement s'affranchir de ces risques.

3.2. INCONVÉNIENTS ET CONSÉQUENCES DU MAINTIEN DE LA ROUTE ACTUELLE

Des travaux d'exploitation/réparations couteux …

La route actuelle a été édifié il y a près de 40 ans. L'infrastructure est donc vieillissante. Elle est exposée à l'action de l'océan particulièrement violent et fragilisant pour l'infrastructure. Il s'ensuit qu'à court, moyen et long terme :

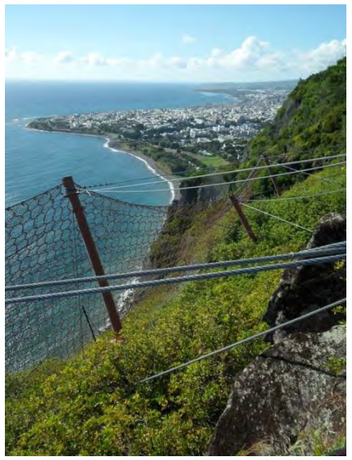
- il sera nécessaire de procéder à de nouveaux travaux sur la route elle-même afin de la renforcer ;
- l'entretien des ouvrages de protection va exposer la collectivité régionale à des coûts de plus en plus important (réparation) voire de nécessiter la reconstruction de certaines parties d'ouvrages (mur de soutènement côté océan, ouvrages d'art hydrauliques…).

Le niveau du coût d'entretien et d'exploitation de la route du littoral est comparable à celui d'une voie rapide urbaine alors que son niveau de service et de sécurité n'est nullement comparable.

Des travaux de sécurisation couteux …

Principaux travaux de sécurisation réalisés

La surface de filets de protection posés sur la falaise à partir de 1986 et jusqu'en 2008 avoisine les 750 000 m². Elle est complétée par la pose de filets et de déflecteurs dans certains secteurs non protégés de la falaise, par l'installation de gabions (un linéaire quasiment complet de mur en gabion, rehaussé à 4 m a été mis en œuvre) et par la création ou la reconstitution de fosses sur certaines parties de l'itinéraire, permettant de retenir des blocs pesant jusqu'à 50 t, mais pas des éboulements en masse de plusieurs centaines/milliers de tonnes.



Photographie 8 : filets de sécurisation de la falaise

Principaux travaux de sécurisation à réaliser

Par ailleurs, les investissements de sécurisation restent à réaliser, certains secteurs de la falaise n'étant pas encore protégés, notamment dans le secteur entre Grande Chaloupe et Possession. Ils représentent environ 17 secteurs à protéger et environ 380 000 m^2 de filets à poser. Le montant de l'opération serait ainsi supérieur à 50 millions d'euros.

Cette opération ne vise qu'à compléter la sécurité des usagers que du seul risque de chutes de blocs et petits éboulements.

… qui ne traitent pas tous les inconvénients actuels

Persistance des risques et du problème sécuritaire

Nonobstant les mesures prises et les investissements financiers réalisés, efficaces pour réduire le risque, ces risques liés à la falaise et à l'action de la mer ne sont pas totalement supprimés. Ils sont tout au plus contenus ou maîtrisés.

En effet, le bilan des accidents et des victimes témoigne du caractère encore insuffisant des mesures prises.

De plus, les mesures prises ne peuvent supprimer le risque d'un effondrement de masse de la falaise avec la catastrophe humaine associée, l'événement de mars 2006 en atteste.

Par rapport aux risques océaniques avec les phénomènes érosifs associés, les inconvénients de la route actuelle persistent voire seront amplifiés :

- route restant submersible fréquemment y compris en circonstances non exceptionnelles ;
- carapace de protection en tétrapodes perdant de plus en plus de son efficacité.

Tous ces inconvénients océaniques seront aggravés du fait de l'élévation prévisible du niveau moyen de l'océan (de l'ordre de + 1 mètre à la fin du 21ème siècle).

Niveau de service dégradé

Les mesures prises ne permettent pas d'assurer à l'axe les fonctionnalités et le niveau de service qui devrait être le sien compte tenu de la place stratégique majeure qu'il occupe dans le réseau routier de La Réunion.

Il importe donc de mettre un terme à cette situation qui devient de moins en moins acceptable compte tenu :

- de l'accroissement du trafic attendu sur l'axe, en voie de saturation du fait de la forte croissance de l'ile et corrélativement de la vulnérabilité ;
- des conséquences du mode d'exploitation dégradé de la route : environ 30 jours de coupures et de basculements de circulation par an ; avec l'allongement des temps de parcours et des distances supplémentaires induits.

  À l'heure de pointe du matin des embouteillages records de 18 km (de l'entrée de la route du littoral à La Possession jusqu'à Saint-Paul) ont par exemple été enregistrés le 14 juin 2011. Le temps de parcours pour relier Saint-Gilles à Saint-Denis a ainsi ce jour-là été estimé par un usager à 3h (parti à 6h15 et arrivé à 9h20). Un chauffeur de bus partant de la gare routière de Saint-Paul vers 7h du matin estimait pouvoir arriver à celle de Saint-Denis au mieux vers 11h.

Photographie 9 : mardi 14 juin 2011 – remontée de bouchon (photo Le Quotidien de La Réunion)

- de l'absence d'itinéraire ou de mode de transport alternatif en cas de coupure prolongée suite à un tel événement.

Dégâts environnementaux

La route actuelle, son exploitation et sa sécurisation sont générateurs de dégâts environnementaux importants :

- rejets des eaux de chaussées polluées directement dans l'océan sans traitement (pollution chronique) et risque d'atteinte aux milieux en cas de pollution accidentelle ;
- piège à cailloux envahi par les pestes végétales ;
- impacts directs extrêmement négatif des filets, purges et de leur entretien sur la falaise et ses remarquables enjeux de biodiversité ; cet impact est amené à augmenter avec la poursuite de la sécurisation de la falaise au niveau des secteurs qui ne sont pas encore équipés ;
- nuisances sonores pour les riverains surtout côté Possession et à la Grande Chaloupe.

Le maintien de la route actuelle génère des coûts d'entretien, d'exploitation et d'investissements très importants, en améliorant la sécurité, mais sans traiter tous ses inconvénients actuels :

- **persistance de risques importants liés aux aléas naturels ;**
- **fonctionnalité dégradée de l'infrastructure restant chronique ;**
- **impacts environnementaux significatifs, notamment directs sur la falaise.**

3.3. CONSÉQUENCES SOCIO-ÉCONOMIQUE DE LA ROUTE ACTUELLE

Le coût économique du temps perdu dans les bouchons, du fait des basculements ou des fermetures, est donc très important.

En période de coupure, la situation devient très critique, avec une saturation permanente de la RD 41 et des temps de parcours très allongés (jusqu'à 3 heures en pointe) et aléatoires, et une modification profonde de la demande de trafic (beaucoup de déplacements n'étant alors plus réalisés).

Concernant l'intérêt économique du projet, la route du littoral constitue un axe stratégique et vital pour le développement économique de l'île dans la mesure où :

- elle relie les deux principaux bassins d'activités et d'emplois de l'île et supporte aujourd'hui un trafic moyen annuel de l'ordre de 60 000 véhicules/jour ;
- elle permet d'alimenter en carburant l'aéroport Roland Garros et en combustible la centrale thermique de Bois Rouge ;
- elle permet l'accès, depuis le bassin nord, à la zone touristique balnéaire (ouest et sud), un des principaux moteurs de l'économie locale ;
- elle est le seul itinéraire à haut niveau de service entre le nord et l'est d'une part et le sud et l'ouest d'autre part, et aucune alternative n'est possible pour offrir aux usagers un itinéraire de substitution apte à écouler le trafic supporté quotidiennement en cas de basculement ou de fermeture.

De fait, les conditions d'exploitation liées aux problèmes de sécurité de la route du littoral sont extrêmement pénalisantes pour l'économie et la vie locale. La gestion du risque conduit à mettre en œuvre des mesures très contraignantes (fermetures, basculements…) qui, outre leurs coûts pour l'exploitant, provoquent une importante congestion, génératrice de pollutions, de stress ou d'insécurité. Cette absence de continuité de l'exploitation de la route allonge les temps de parcours et constitue un impact très important en termes de coût économique.

De plus, le projet proposé permettra de mettre en œuvre une relance économique grâce au chantier, bénéfique pour La Réunion, en générant un volume d'activités et d'emplois important dans la filière du BTP et celle liée à la production locale de matériaux (extraction, transformation, transport…). En ce sens, le projet permettra, au regard de la situation sociale critique à La Réunion (taux de chômage très élevé, importante population bénéficiant de transferts sociaux, crise du BTP...), de relancer l'activité.

Et enfin, le projet permettra également de favoriser le développement des transports collectifs et des modes doux, puisqu'il intègre des voies dédiées et qu'il préserve la possibilité d'aménager ultérieurement un transport collectif en site propre moderne et performant, conformément aux orientations du Schéma d'Aménagement Régional qui prévoit la réalisation d'un système de transport guidé régional à terme.

3.4. CONCLUSION SUR L'INTÉRÊT PUBLIC MAJEUR DU PROJET

Le projet de Nouvelle Route du Littoral déclaré d'utilité publique le 07 mars 2012 (et inscrit au SDAGE en tant que projet d'intérêt général) est d'intérêt public majeur dans la mesure où Il permettra de traiter tous les inconvénients actuels pour le public et cela pour le long terme (infrastructure conçue pour une durée de vie de 100 ans) :

- **itinéraire s'affranchissant totalement des risques naturels de la falaise et de l'océan, donc sécurisé pour les usagers ;**
- **niveau de service constant et permanent ;**
- **réhabilitation du site avec mise en valeur des milieux naturels et du patrimoine, et notamment une falaise enfin libérée de la pression sécuritaire ;**
- **sécurisation de l'axe socio-économique majeur et vital pour l'île ;**
- **intégrant le développement d'une nécessaire alternative modale (transports en commun), sur le court (dès la mise en service) comme sur le long terme (transport guidé).**

4. LA JUSTIFICATION DU PROJET DÉCLARÉ D'UTILITÉ PUBLIQUE ET L'ABSENCE D'AUTRE SOLUTION SATISFAISANTE

Le 4ème alinéa de l'article L.411-2 du code de l'environnement conditionne la délivrance de dérogation aux interdictions mentionnées aux 1°, 2° et 3° de l'article L. 411-1 au fait qu' « *il n'existe pas d'autre solution satisfaisante* ».

Le présent chapitre vise à démontrer que les objectifs bénéfiques poursuivis par le projet ne peuvent, pour des raisons de faisabilité technique et de coûts disproportionnés, être atteints par d'autres moyens constituant une autre solution satisfaisante.

4.1.OPTIONS ÉTUDIÉES

Ce chapitre vise à démontrer qu'aucune autre solution que celle retenue n'est plus satisfaisante pour l'environnement, en particulier vis-à-vis du maintien dans état de conservation favorable des populations des espèces protégées concernées dans les conditions techniques et économiques du moment, tout en répondant aux objectifs du projet (sécurisation de l'itinéraire…).

Le présent chapitre vise à recenser l'ensemble des solutions possibles et étudiées qui auraient pu constituer une solution environnementale plus satisfaisante, en particulier vis-à-vis du maintien dans état de conservation favorable, des populations des espèces protégées concernées.

4.1.1. FAMILLE D'AMÉNAGEMENT ÉTUDIÉE LORS DES ÉTUDES PRÉLIMINAIRES

Les variantes présentées ici sont celles qui ont fait suite au débat public de 2004, organisé sous l'autorité de la Commission Nationale du Débat Public (CNDP), l'opportunité de réaliser une nouvelle route ayant été confirmée à l'issue de cette procédure par le Ministre de l'Équipement. Les partis envisagés dans le cadre des études préliminaires portaient sur les familles d'aménagement présentées dans les chapitres suivants.

Le schéma suivant illustre en préalable les familles d'aménagement étudiées.

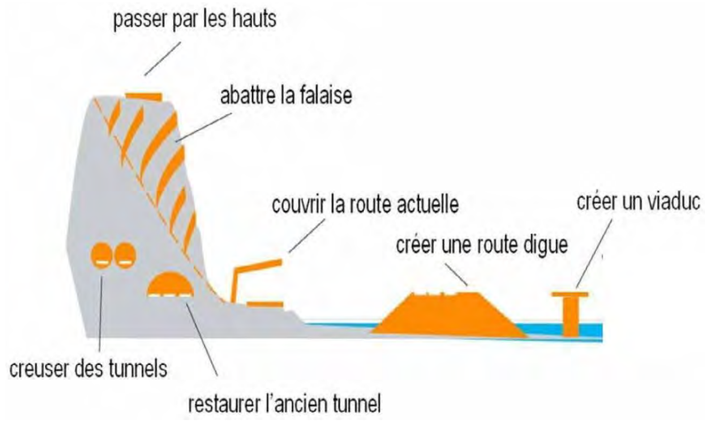


Figure 5 : familles d'aménagement étudiées

4.1.1.1. RÉUTILISATION ET SÉCURISATION DE LA ROUTE ACTUELLE

Les partis consistant à réutiliser la route actuelle, en totalité, en partie (par exemple, la seule voie côté mer) ou en dédoublant l'itinéraire (une voie littorale/une voie par les hauts) ont été écartés. En effet, comme l'ont rappelé à plusieurs reprises des experts consultés par le Ministre de l'Équipement et des Transports, la route actuelle ne peut être sécurisée au regard de l'importance du risque lié à la falaise et elle doit être abandonnée. Par ailleurs, il convient d'ajouter que les solutions visant à réutiliser l'ancienne route ne prenaient pas en compte le caractère vétuste de celle-ci, dont les protections à la mer ont perdu au fil du temps beaucoup de leur efficacité. Elles n'offrent donc pas non plus le niveau de sécurité recherché par le maître d'ouvrage pour une protection sur le long terme, tant vis-à-vis des hypothèses faites sur les houles que sur l'élévation du niveau de l'océan lié aux effets du réchauffement climatique.

Par ailleurs, toutes interventions sur la route actuelle (ouvrage de protection, purges, abattages…) provoqueraient d'importantes perturbations sur l'exploitation de la route, pénalisant ainsi très fortement les usagers et la vie économique (à titre d'illustration, à l'occasion des seuls travaux de poses de filets, de 2006 à 2008, la route a dû être coupée 15 jours et basculée 115 jours).

Bien que de moindre impact sur l'environnement, les partis d'aménagement consistant à réutiliser la route actuelle ont été écartés. En effet, l'objectif premier du projet étant la sécurisation de l'itinéraire, cette famille d'aménagement n'apporte pas les bénéfices escomptés par la nouvelle route du littoral (risque d'effondrement massif sur les usagers toujours présent…). De plus cette famille d'aménagement ne permet pas la création de voies dédiées pour les transports en commun et pour les modes doux. Elle ne permet pas non plus le traitement des eaux de chaussées et entraîne des impacts directs forts sur la falaise. Cette famille d'aménagement ne peut donc pas être retenue.

4.1.1.2. AMÉNAGEMENT PAR LES HAUTS

Les tracés par les hauts permettent d'éviter les impacts sur le milieu marin. Deux tracés contrastés ont été étudiés par l'État. Ils présentaient tous deux des impacts très forts sur le milieu humain (zones urbanisées) et naturel. Sur ce point, pour mesurer les enjeux liés à l'environnement sur ce secteur, il est bon de rappeler l'avis de l'autorité environnementale sur le projet de tram train qui comportait également une variante par les hauts : « *le tracé haut choisi pose entre la ravine à Jacques (La Montagne) et la Grande Ravine des Lataniers (La Possession), ravines incluses, un problème important en matière de protection de la biodiversité et des paysages, les problèmes les plus importants se posant sur les ravines à Jacques, Grande Chaloupe et Petite Chaloupe. Nous sommes donc amenés à demander au Maître d'ouvrage d'envisager l'abandon de cette variante sur le secteur cité ci-dessus [...]* ». Le milieu naturel, sur le plateau de la Montagne entre La Possession et les zones urbanisées à Saint-Denis, est en effet présenté comme une zone à enjeu de niveau mondial : « *Le secteur de la Grande Chaloupe présente l'unique séquence d'habitats caractéristiques de la forêt semi-sèche comportant un gradient complet depuis le littoral jusqu'au sommet des remparts de ce secteur et ce sur les formations géologiques les plus anciennes de l'île.* » On peut donc considérer que les solutions passant par le plateau sont totalement à exclure au regard de ces enjeux environnementaux majeurs.

Pour exemple, la combinaison des espaces remarquables du littoral et du cœur du Parc National traduisent la présence d'enjeux environnementaux majeurs à préserver. Ces pourquoi ce statut est assorti de prescriptions qui s'imposent en matière de construction.

Leur impact sur les eaux souterraines et superficielles n'a pas été étudié en détail, mais il pouvait être potentiellement fort (franchissements de ravines, nappes souterraines et tunnels…). Cumulant de nombreux ouvrages (viaducs et tunnels) et présentant des caractéristiques moins attractives (longueur, fortes pentes…), elles offraient un niveau de service et de sécurité moins élevé que les familles littorales pour un coût plus important (en moyenne compris entre 1 500 et 3 100 M€ TTC, valeur avril 2006 et sans transport en commun en site propre).

La famille d'aménagement par les hauts, outre un coût plus important, ne présente pas une solution plus satisfaisante pour l'environnement, elle n'a donc pas été retenue.

Le comité de pilotage se prononce le 10 juillet 2006 en faveur de la solution littorale, mixant digue et tunnels. Par délibération du 23 août 2006, le Conseil Régional se prononce également en faveur de ce tracé.

L'État décide alors, le 24 août 2006, de retenir cette solution. Suite à cette décision, le Ministre des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer, par décision en date du 27 décembre 2006, commande un avant-projet sommaire portant sur la solution mixte « par les Bas » comportant des sections en digue et en tunnel.

4.1.1.3. AMÉNAGEMENT PAR LE LITTORAL

Rappelons qu'il est impossible de comparer les coûts donnés ci-après, élaborés par ratios lors des phases des études préliminaires par rapport aux coûts ressortant des études détaillées.

Les familles littorales comportent des sections terrestres (tunnels) ou maritimes (viaduc ou digue). Plusieurs solutions ont été envisagées (les coûts sont indiqués en valeur avril 2006) :

- une solution entièrement en tunnel d'un coût moyen estimé à 1 420 M€ TTC ;
- des solutions entièrement en mer dont l'estimation est comprise suivant les natures d'ouvrages (digue/viaduc) entre 900 et 1 470 M€ TTC ;
- des solutions mixant sections en digue et en tunnel d'un coût compris, suivant le linéaire de tunnel prévu, entre 940 et 1 130 M€ TTC.

Les tunnels routiers sont des ouvrages complexes, qui nécessitent d'importantes précautions en matière de sécurité. Les normes en la matière ont été très fortement renforcées notamment depuis le drame du tunnel du Mont-Blanc. Elles conduisent à en faire des ouvrages très onéreux en investissement comme en exploitation (ainsi par ratio le coût d'exploitation annuel d'un tunnel est évalué à près de 10 % du montant de l'investissement).

En outre pour ces ouvrages, il convient en particulier de prendre en considération :

- la sécurité aux têtes (sous la falaise) ;
- le risque de congestion (en particulier à l'entrée de ville de Saint-Denis) ;
- les convois exceptionnels (gabarit) ;
- les transports des matières dangereuses (ex : carburants des avions pour l'aéroport).

Les tunnels ne permettent pas, en outre, d'offrir des solutions satisfaisantes pour les cyclistes (interdiction formelle en tunnel). Elles offrent cependant l'avantage de minimiser les impacts paysagers, sauf aux têtes, et les emprises sur le milieu terrestre ou maritime. Elles peuvent par contre impacter des masses d'eau souterraines.

Les solutions étudiées comprenaient :

- soit un tunnel long composé de trois sections souterraines avec deux passages à l'air libre (Ravine à Jacques et la Grande Chaloupe) ;
- soit des solutions mixtes comportant des tronçons de tunnel :
  - entre la Grande Ravine et Saint-Denis,
  - entre la Ravine à Jacques et Saint-Denis,
  - entre la Ravine à Malheur et La Possession.

La limitation des variantes s'explique également par la difficulté rencontrée pour trouver des endroits favorables en falaise à la localisation d'une tête de tunnel dans des conditions de sécurité et d'insertion satisfaisantes (attaque franche et non biaise, falaise basse et saine…).

A ce stade des études, l'État a écarté les solutions tunnel long et les sections en tunnel entre la Ravine à Jacques et Saint-Denis et la Ravine à Malheur et La Possession. La solution tunnel long, outre son coût rédhibitoire, présentait des impacts forts dans les traversées à l'air libre dans des milieux sensibles (notamment la Grande Chaloupe), des risques importants subsistaient aux têtes de tunnel et de nouveaux risques intervenaient durant l'exploitation de ces ouvrages (risque incendie…). Ces solutions de tunnels intermédiaires ont également été écartées pour des raisons de coût, dans la mesure où, sur les tronçons considérés, l'éloignement de la falaise imposé par les études de risque rendait les solutions maritimes plus concurrentielles (ratios évalués pour les digues à 44 000 €/m HT et pour les tunnels entre 90 000 et 135 000 €/m HT, en valeur avril 2006).

Il convient d'ajouter que ces solutions ont été étudiées en 2005 – 2006 pour une solution routière à 2x2 voies. Si les études avaient porté à l'époque sur un ouvrage destiné à une route à 2x2 voies et incluant des voies dédiées pour les transports en commun et les modes doux, les écarts de coût estimés à ce stade d'études préliminaires auraient encore été amplifiés.

Ainsi, les solutions restant à l'étude après 2006 sont :

- les solutions intégralement maritimes ;
- une solution mixte maritime (en digue) et terrestre (tunnel de 3 700 m côté Saint-Denis).

4.1.2. LES VARIANTES ÉTUDIÉES À L'AVANT-PROJET SOMMAIRE (APS)

4.1.2.1. PREMIÈRE PHASE : COMPARAISON DIGUE/VIADUC/TUNNEL

Suites aux premières conclusions des familles d'aménagement analysées lors des études préliminaires, présentées dans les chapitres précédents, les études d'Avant-Projet Sommaires ont été menées à partir de 2007 sur une solution littorale.

Dans cette famille d'aménagement, deux principales variantes sont étudiées :

- soit l'aménagement d'une nouvelle route intégralement en mer, avec deux alternatives possibles : l'aménagement d'une digue ou d'un viaduc ;
- soit l'aménagement d'une route en mer de La Possession à la Grande Ravine et en tunnel de la Grande Ravine à Saint-Denis.

Le cadre des contraintes à respecter pour sécuriser définitivement cet itinéraire a été défini sur la base des recommandations formulées par les experts dans leur rapport de mars 2007. Cela impose notamment de réaliser la nouvelle route en dehors de la zone de risque d'éboulement de la falaise, dont la limite a été définie à l'issue des études de risques (dite « Polygonale de projet ») et de prendre comme houle de projet les houles cycloniques centennales.

> *Le schéma suivant illustre la Polygonale de projet, zone de risque géologique au-delà de laquelle le projet doit se positionner, définie par des études de trajectographie.*

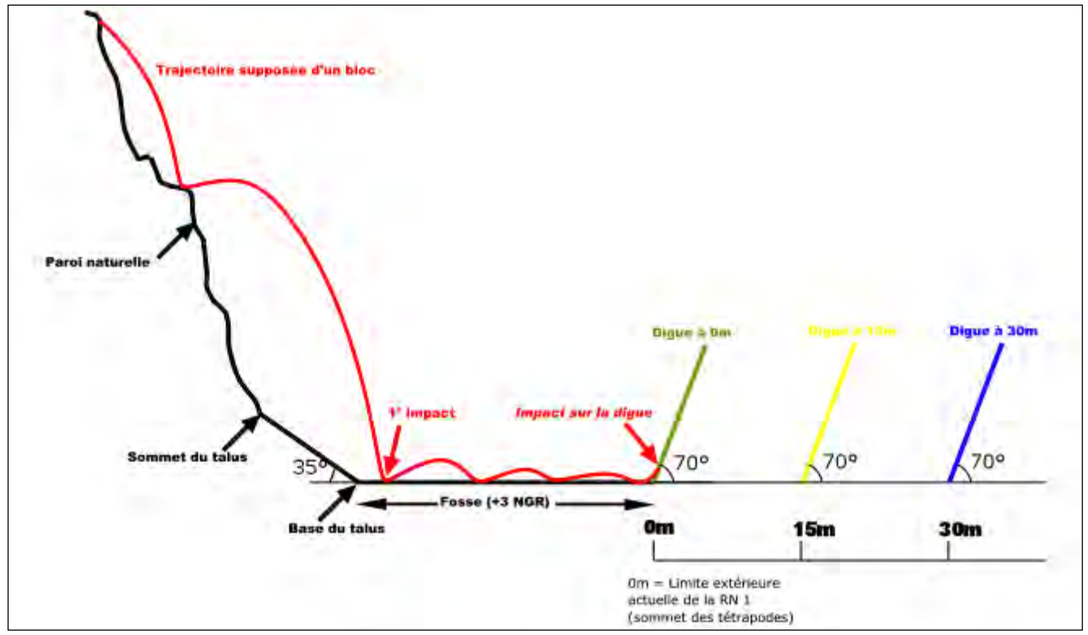


Figure 6 : schéma des positions et de la géométrie des digues étudiées en fonction de la trajectographie d'un éboulement type (chutes de blocs) (*source : R.N.1 – route du littoral – P.R. 4+750 À 12+900 – solution digue en mer – Étude de la limite de sécurité d'implantation de la digue vis à vis des risques d'éboulements, Dossier n°17590 ; Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées d'Aix en Provence ; Mai 2004*)

Il s'est avéré à l'issue de cette première phase d'études que les tunnels étaient d'un coût plus élevé pour des caractéristiques géométriques moindre (profil en travers réduit). Les ratios kilométriques ressortant des études préliminaires d'ouvrages d'art sont les suivants (valeur janvier 2008) :

- tunnel : 190 500 €/m ;
- viaduc : 105 700 €/m ;
- digue : entre 93 100 et 111 000 €/m (79 000 €/m, pour les zones de raccordement, en eaux peu profondes).

Pour la digue, il s'agit de moyennes, son coût dépendant de l'importance des fonds marins et donc de la quantité de matériaux nécessaires. En effet, le coût des autres types d'ouvrage (viaduc et tunnel) n'est que peu ou pas impacté par la bathymétrie. A ce stade des études, le coût de la digue a donc dû être assez fortement réévalué par rapport aux études préliminaires du fait notamment des recommandations techniques strictes formulées par les experts. Le coût du tunnel s'apprécie également en section courante, hors aménagements d'extrémités (travaux aux têtes, échangeurs…).

Avec un coût jusqu'à deux fois plus élevé à la construction, une exploitation également plus onéreuse, un niveau de sécurité moindre (risque d'incendie, d'effondrement sur les têtes) et des caractéristiques géométriques réduites (difficulté d'y insérer pour les transports en commun et les modes doux…), les premières études menées au stade APS confortent l'idée admise lors des études préliminaires, à savoir qu'une infrastructure tout en tunnel présente beaucoup de contraintes d'exploitation, sans doute un coût rédhibitoire pour la Région Réunion et avec une partie de l'infrastructure restant soumise au risque d'effondrement.

Les combinaisons d'ouvrages suivantes ont ensuite été comparées et estimées financièrement (valeurs TTC y compris études et SAV en valeur janvier 2008) :

- une solution en tunnel de Saint-Denis à la Grande Ravine puis en digue jusqu'à La Possession (1 725 M€) ;
- une solution en digue de Saint-Denis à La Possession (1 376 M€) ;
- une solution comportant deux grands viaducs en mer, avec des sections en digue aux points de raccordement et à la Grande Chaloupe pour sa desserte (1 399 M€) ;
- une dernière solution comportant un tronçon de digue au raccordement à Saint-Denis suivi d'un grand viaduc en mer et enfin une digue jusqu'à La Possession (1 302 M€).

Il convient une fois de plus d'ajouter que ces solutions ont été étudiées en 2007 – 2008 pour une solution routière à 2x2 voies sans aménagement de voie supplémentaire dédiée à un transport collectif en site propre. Si les études avaient porté sur un ouvrage destiné à une route à 2x2 voies avec en complément des voies dédiées à un transport collectif en site propre, les écarts de coût estimés à ce stade d'études APS auraient encore été amplifiés.

À l'issue de ce processus d'études, la solution avec tunnel a été écartée. Outre son coût plus élevé, il convient de noter que le positionnement de la tête de tunnel au niveau de la Grande Ravine n'était pas véritablement satisfaisant en termes de sécurité (risques résiduels liés à la falaise et à l'écoulement de la Grande Ravine). Mais cette décision est aussi très fortement liée aux caractéristiques de l'échangeur qu'il convenait de réaliser pour diffuser le trafic entre la RN 1 et la RN 6 à Saint-Denis sans risque de congestion en tunnel.

En conclusion, la Région Réunion a orienté les études vers la recherche d'une solution en mer optimisée, considérant qu'il y avait lieu de trouver le bon équilibre entre digues et viaducs. C'est en effet ce qui ressort des ratios en section courante qui montrent que l'optimum financier est atteint avec la digue dans des zones de fonds faibles ou moyens et en viaduc dans les fonds les plus importants.

4.1.2.2. SECONDE PHASE : RECHERCHE D'UNE SOLUTION EN MER OPTIMISÉE

En 2009, les études ont porté sur la comparaison de plusieurs solutions en faisant varier le linéaire digue/viaduc et les caractéristiques géométriques (vitesse de référence…). À l'issue de ce processus, deux solutions se dégageaient, à savoir une variante avec un viaduc entre Saint-Denis et la Grande Chaloupe et une variante avec un viaduc complémentaire entre la Grande Chaloupe et La Possession. Dans les deux scénarios, les raccordements à Saint-Denis, La Grande Chaloupe et La Possession se font en digue, seule la section courante entre la Grande Chaloupe et La Possession diffère (soit en digue, soit en viaduc).

En juin 2010, le Maître d'ouvrage a décidé de faire évoluer le programme de la nouvelle route pour y inclure les emprises nécessaires au développement d'un futur transport collectif en site propre (TCSP). Cet élargissement de la plateforme a joué en défaveur de la solution viaduc, plus pénalisée financièrement (impact structurel fort). Les études ont néanmoins été relancées sur la base des deux solutions pour prendre note de l'évolution fonctionnelle de l'ouvrage (route à 2x2 voies et réservation d'emprises pour un futur TCSP).

À l'issue du processus d'études, la comparaison détaillée des variantes fait ressortir que la variante avec deux viaducs est un peu plus favorable sur le plan de l'environnement avec moins d'impacts sur les milieux terrestres et marins, mais qu'elle présente, avec une largeur réduite en viaduc, des fonctionnalités et des caractéristiques moindres pour la sécurité (absence de Bandes d'Arrêt d'Urgence) ainsi qu'un moins bon bilan socio-économique (effet sur l'emploi local pendant les travaux, les sections en digue étant susceptibles d'être réalisées par des entreprises réunionnaises (ouverture de carrières…), taux de rentabilité avec des sections en viaduc plus chères que celles en digue…). Elle impose en outre d'entretenir sur un linéaire plus important de la digue de l'actuelle route du littoral (maintenue sur les sections en viaduc pour protéger la falaise de l'érosion).

Les écarts financiers entre ces deux solutions d'aménagements sont les suivants (coûts avant-projet sommaire de décembre 2010) :

- variante avec deux viaducs : 1,80 milliards d'euros TTC, avec une fonctionnalité inférieure ;
- variante viaduc et digue : 1,66 milliards d'euros TTC.

Soit un écart de 140 millions d'euros TTC, cette différence devant s'apprécier au regard du faible linéaire concerné par la variante, environ 2,7 km (environ 20 % du linéaire du projet), ce qui représente un surcoût de 52 millions d'euros du kilomètre de viaduc. À l'issue des études de niveau projet, cet écart reste globalement du même ordre de grandeur (130 à 140 millions d'euros).

Le choix final étant à opérer entre ces deux solutions, et la variante deux viaducs présentant les caractéristiques d'une solution environnementale plus satisfaisante, il appartient de savoir si l'écart financier entre ces deux solutions doit être considéré comme disproportionné, les deux solutions étant jugées techniquement faisables.

En conclusion, deux solutions littorales répondent aux objectifs du projet justifiant de son intérêt public majeur et des bénéfices escomptés en matière de maintien de la sécurité pour les personnes (absence de risque d'effondrement depuis la falaise ou de submersion par une houle cyclonique centennale), tout en présentant des solutions plus favorables pour l'environnement.

En effet, les solutions terrestres sont moins favorables pour l'environnement (passage par les Hauts impactant fortement des biotopes uniques…) et les solutions en tunnel ne garantissent pas pleinement la sécurité des usagers (risque incendie, effondrement sur les têtes de tunnel…), les objectifs du projet (implantation de voies dédiées aux transports en commun ou d'une piste cyclable compliquée…) et présentent un coût de construction et d'exploitation beaucoup plus élevé.

En synthèse du présent chapitre, le logigramme page suivante synthétise les principales solutions étudiées des études préliminaires à ce jour ainsi que les principaux avantages et inconvénients associés.

*À noter que **l'étude menée post-DUP dans le cadre de la justification du respect des critères d'exemption aux objectifs de la DCE**, réalisée conformément aux guides édités par le Ministère, **montre que la variante deux viaducs présente un coût disproportionné au regard des bénéfices environnementaux qu'elle pourrait apporter.** Une synthèse présentant les conclusions de cette étude est présentée au chapitre 4.3 de ce document.*

Variante tout tunnel

- **Coût rédhibitoire du linéaire de tunnel**. Le coût a été estimé en janvier 2008, sans TCSP, à 190 500 €/m contre 105 700 €/m pour un viaduc sans TCSP. Pour exemple, sur un linéaire de 10 km, la différence de coût estimé à la construction entre un tunnel et un viaduc est d'environ 850 millions d'euros. S'y ajoutent les coûts d'exploitation, beaucoup plus onéreux sur un tunnel que sur un viaduc, et un coût de mise en oeuvre accru par le TCSP non évalué.
- **Risque résiduel pour les usagers pouvant remettre en cause l'intérêt général du projet** (sécurisation de l'itinéraire). En effet, des risques d'effondrement massif persistent au droit des têtes des tunnels et un nouveau risque apparaît : le risque incendie dans l'ouvrage, particulièrement critique sur ce projet du fait des périodes de congestion.
- **Moindre fonctionnalité de l'ouvrage**. Outre le fait que les ouvrages tunnels n'ont pas été étudiés avec un TCSP (ce qui augmenterait très significativement leur coût), un ouvrage en tunnel réduit les gabarits possibles (quel itinéraire pour les transports exceptionnels ?), mais rend également plus compliqué et plus onéreux l'insertion du mode doux (piste cyclable...).

Phases d'études : évaluation des familles d'aménagements
Coût* : 1 420 M€ sans TCSP

Variante par les Hauts

- **Impact rédhibitoire sur l'environnement**. L'étude d'une variante par les Hauts a été rapidement abandonnée pour des raisons environnementales. En effet, la simple présence de protection de zones naturelles d'intérêt majeur, tels que les espaces remarquables du littoral, les sites acquis par le conservatoire du littoral et le coeur du Parc National de La Réunion, impose des contraintes réglementaires rendant impossible l'établissement du projet par les Hauts. De fait, cette variante a été abandonnée dès les premières études de faisabilité, d'autant plus que l'autorité environnementale avait expressément demandée de ne pas considérer cette variante dans le cadre du projet de tram-train (dont les emprises sont, de surcroît, moins importantes qu'une route à 2x2 voies).
- **Coût rédhibitoire**. En fonction des solutions étudiées par les Hauts (version courte ou longue), les coûts de construction ont été estimés en 2006 entre 1 500 et 3 100 millions d'euros, sans le TCSP (nombreux viaducs et tunnels).

Phases d'études : évaluation des familles d'aménagements
Coût* : entre 1 500 et 3 100 M€ sans TCSP

Variante deux viaducs

- **Coût supérieur de la variante deux viaducs**. Cette variante présenterait un moindre impact sur l'environnement, et en particulier sur l'état des masses d'eau côtières. Les études détaillées permettent de réévaluer cet impact avec plus de précision. Cependant, elle altère tout de même, dans une moindre mesure toutefois, l'hydromorphologie de ces masses d'eau car elle comporte des sections en digue significatives (plus de quatre kilomètres). Dans la mesure où il s'agit de la variante qui présente un coût estimé supérieur à la variante mixte viaduc et digue, mais inférieur aux autres variantes présentées dans le présent schéma, cette dernière fait l'objet d'une analyse coût-bénéfice, d'autant plus qu'il s'agit de la seule variante pouvant présenter une fonctionnalité semblable à la variante mixte, avec une sécurisation totale de l'itinéraire, sa principale contrainte par rapport à la variante mixte étant d'ordre financière.

Phases d'études : évaluation des familles d'aménagements, avant projet sommaire et DUP
Coût* APS/DUP : 1 399 M€ sans TCSP et 1 800 M€ avec TCSP

Variante tunnel & digue

- **Moindre fonctionnalité, risque résiduel et coût rédhibitoire du linéaire de tunnel**. De même que la variante tout tunnel, celle-ci a été écartée pour son coût, environ 325 millions d'euros supérieur à la variante deux viaducs (sans TCSP). Cette variante en partie en tunnel ne considère de plus par ailleurs pas les problèmes de moindre fonctionnalité (mode doux...) et de risques résiduels (effondrement en tête de tunnel...) que la variante tout tunnel.
- **Impact plus important que la variante deux viaducs**. Cette variante présente un linéaire en tunnel restreint, puisque la sortie de l'ouvrage s'effectue au droit de la Grande Ravine, la route se prolongeant ensuite en digue jusqu'à la Grande Chaloupe. En effet, la section en digue entre la Grande Ravine et la Grande Chaloupe, supérieure à celle du raccordement à la Grande Chaloupe dans le cadre d'une variante deux viaducs, présente un impact sur les masses d'eau côtières, et en particulier sur les coraux présents entre la pointe du Gouffre et la Ravine à Jacques, préservés avec les variantes deux viaducs et mixte viaduc et digue. De fait, cette variante n'est pas intéressante par rapport à la variante deux viaducs, objet de l'analyse coût-avantage.

Phases d'études : évaluation des familles d'aménagements et avant projet sommaire
Coût* APS : 1 725 M€ sans TCSP

Variante viaduc & digue

- **Impact plus important que la variante deux viaducs.** La variante viaduc et digue présente un impact plus important sur les masses d'eau côtières que la variante avec deux viaducs (ou que les variantes par les Hauts ou tout tunnel), du fait d'une section en digue supérieure entre la Grande Chaloupe et La Possession, sur un linéaire d'environ 2,8 km. Les études détaillées permettent de réévaluer cet impact avec plus de précision.
- **Moindre coût que la variante deux viaducs**. Le projet avec viaduc et digue a été retenue du fait de son coût inférieur à la variante deux viaducs (environ 150 millions d'euros en considérant le TCSP, c'est à dire à fonctionnalité égale), coût d'autant moins important vis-à-vis des autres familles de variantes utilisant des sections en tunnel. Le choix de cette solution ayant été essentiellement motivé pour des raisons socio-économiques par rapport à une variante avec un viaduc supplémentaire. Il convient de justifier de son coût disproportionné pour le maintien du bon état des masses d'eau côtières.

Phases d'études : évaluation des familles d'aménagements, avant projet sommaire et DUP
Coût* APS/DUP : 1 302 M€ sans TCSP et 1 660 M€ avec TCSP

** Coûts basés sur l'étude d'évaluation des familles d'aménagements (rapports phase 2 de faisabilité technico-financière des solutions et analyse multicritère, Arcadis, 2006), sur les études d'avant projet sommaire de 2008 sans TCSP (estimation sommaire du coût d'objectif, Egis, 2008) et de l'étude d'impact du dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique (sous-dossier E4 – chapitre de dérogation à l'objectif de bon état des masses d'eau côtières en 2015, Egis, 2010). Selon les études dont ils sont issus, ils prennent en compte, ou non, la réalisation du TCSP.*

4.2. LES RAISONS POUR LESQUELLES LA SOLUTION TECHNIQUE CONJUGUANT DIGUE ET VIADUC A ÉTÉ PRÉFÉRÉE À UNE SOLUTION AVEC DEUX VIADUCS

> *Les éléments développés dans le présent chapitre sont issus du dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique du projet.*

À l'issue des études d'Avant-Projet Sommaire des variantes, le Maître d'Ouvrage a retenu en septembre 2008 le principe d'un tracé maritime mixte viaduc et digue (solution « deux viaducs » ou « viaduc et digue ») et écarté le principe d'une arrivée en tunnel au niveau de Saint-Denis comme celui d'une solution intégralement en digue.

Des études complémentaires de variantes ont donc été engagées durant le dernier semestre 2008 afin d'étudier différentes combinaisons de linéaire de digue et de viaduc.

Les principaux objectifs poursuivis par le Maître d'Ouvrage demeurent la sécurisation totale de l'itinéraire (ce qui se traduit par le calage du tracé en plan au-delà de la Polygonale de projet définie comme la zone de risque géologique au-delà de laquelle le projet doit se positionner), tout en préservant au mieux l'environnement dans lequel s'insère le projet, à un coût maîtrisé. Il s'agissait alors de procéder au choix de la répartition entre les différents ouvrages (notamment les ouvrages de type digue et viaduc pour les tracés maritimes), et ce, au regard des enjeux environnementaux en présence, en particulier de colonies coralliennes identifiées (suite à la mise à jour des inventaires antérieurement disponibles).

Parallèlement, le poids des critères liés aux contraintes techniques et financières qu'impose la construction des ouvrages s'est accru pour devenir déterminant quant au choix à retenir.

Ainsi, il peut être souligné que :

- **quelle que soit la variante étudiée, les échangeurs** (Saint-Denis, Grande Chaloupe et La Possession) **ont été envisagés sur des ouvrages de type digue**. En effet, compte tenu des contraintes qu'impose un échangeur (chaussées de largeur variable, bretelles d'échangeurs s'écartant en tracé et passant sous l'ouvrage principal, avec la contrainte de hauteur minimale par rapport à la houle), une solution digue s'est avérée nettement plus économique qu'une solution en ouvrage d'art ;

- il a été recherché, lorsque cela était techniquement possible, à éviter les colonies coralliennes en éloignant le tracé en mer, bien au-delà de la polygonale de projet et en choisissant un ouvrage de type viaduc ;

- lorsqu'aucun enjeu écologique rédhibitoire n'était présent ou que les contraintes techniques l'imposaient, les sections en digue ont été privilégiées dans les zones où les fonds marins sont moins importants (les volumes de matériaux nécessaires pour construire la digue sont alors moins conséquents et cette solution apparaît économiquement plus favorable qu'un viaduc à de faibles profondeurs).

4.2.1.1. LES PRINCIPES D'AMÉNAGEMENT RETENUS ET ÉTUDIÉS

Ainsi qu'il a été mis en évidence ci-avant, les deux variantes nommées solution « deux viaducs » et « viaduc et digue » sont apparues comme les plus favorables au regard des objectifs poursuivis et des contraintes subies par le Maître d'Ouvrage, après un cycle de recherche de solutions optimisées, faisant varier linéaire de digue et de viaduc, vitesse de référence...

Les études qui ont suivi en 2009 ont cependant conduit le Maître d'Ouvrage à approfondir la solution « viaduc et digue » qui semblait la plus intéressante en termes d'avantages pour l'emploi local dans un contexte de forte crise dans le secteur du bâtiment et des travaux publics, les deux solutions ne présentant apparemment pas de coût contrasté, mais sans considérer le transport en commun en site propre. Elle a donc été étudiée de manière plus détaillée que la solution « deux viaduc ».

La vitesse de référence pour les deux solutions était de 110 km/h en section courante avec des réductions aux extrémités (entrée de ville de Saint-Denis et barrière de péage de La Possession dans le sens Saint-Denis – La Possession).

À la demande des services de l'État, dans le cadre des réunions de concertation intermédiaires, la solution « deux viaducs » devait être approfondie pour pouvoir être comparée au même niveau que la solution « viaduc et digue », les écarts de prix paraissant peu significatifs entre ces deux solutions, pour des impacts moins importants sur l'environnement.

Toutefois, ces études n'ont pas été engagées dans la mesure où le Maître d'Ouvrage a été conduit à modifier les objectifs poursuivis au travers de la réalisation de son projet du fait de l'impossibilité de réaliser le projet de Tram-Train, compte tenu de l'impasse financière dans laquelle se trouvait cette opération (capacités de financement insuffisantes pour la Région, pour donner une suite au contrat de partenariat public-privé). Le Maître d'Ouvrage a ainsi décidé que l'infrastructure projetée devait prévoir en supplément une réservation d'emprise destinée à permettre à terme l'accueil d'un système de transports collectifs sur voies dédiées. Il a également décidé de ne pas mettre en place le péage d'ouvrage initialement prévu. Ces décisions ont été entérinées par le Conseil Régional, réuni en assemblée plénière en juin 2010. Sur ces bases, la Région Réunion a renégocié un accord financier avec l'État (le précédent devenant caduc du fait de l'arrêt du Tram Train et de l'évolution du programme de la Nouvelle Route du Littoral). Cette négociation a abouti en fin d'année. Le nouveau coût d'objectif pour le projet a ainsi été fixé dans le protocole de Matignon du 14 octobre 2010.

À l'issue de cette évolution, ce sont les deux solutions qui ont été remises à l'étude (Avant-Projet Sommaire Modificatif) et comparées. L'évolution du programme ne concernant que l'élargissement de la plateforme, sans en modifier substantiellement les caractéristiques fondamentales, il était avéré que les conclusions antérieures restaient valables.

4.2.1.2. PRÉSENTATION DES VARIANTES EN SECTION COURANTE ROUTE AVEC SURLARGEUR POUR LES TRANSPORTS EN COMMUN

Pour chacune des solutions étudiées, les principes de répartition digue / viaduc sont les suivants :

- **solution « viaduc et digue » :**
  - du PK 1,2 au PK 2,5, réalisation d'une digue de 1 300 m de longueur environ,
  - du PK 2,5 au PK 7,9, réalisation d'un viaduc d'une longueur de 5 400 m environ,
  - du PK 7,9 au PK 13,4, réalisation d'une digue de longueur 5 500 m environ ;

- **solution « deux viaducs »,** en grande majorité en viaduc maritime, à l'exception ponctuellement de portions en digue au droit des deux raccordements des extrémités, côtés Saint-Denis et La Possession, et au niveau de la desserte de la Grande Chaloupe, ce qui conduit à la répartition suivante entre ouvrage en digue et viaduc :
  - du PK 1,2 au PK 2,5, réalisation d'une digue de 1 300 m de longueur environ,
  - du PK 2,5 au PK 7,9, réalisation d'un viaduc d'une longueur de 5 400 m environ,
  - du PK 7,9 au PK 9,6, réalisation d'une digue de longueur de 1 700 m environ au droit de la desserte de la Grande Chaloupe,
  - du PK 9,6 au PK 12,3, réalisation d'un viaduc d'une longueur de 2 700 m,
  - du PK 12,3 au PK 13,4, réalisation d'une digue de 1 100 m de longueur au droit de l'échangeur avec la RD41 et du raccordement à La Possession.

Ces tracés présentent donc une partie commune entre Saint-Denis et La Grande Chaloupe et diffèrent entre la Grande Chaloupe et La Possession, entre les PK 9,6 et 12,3.

Les échangeurs ont également dus être adaptés pour permettre l'accueil sur le projet d'aménagements spécifiques en faveur des transports collectifs.

4.2.1.3. LA COMPARAISON DES VARIANTES EN SECTION COURANTE

A ce stade, la comparaison des deux variantes restantes s'est appuyée sur trois critères essentiels :

- l'environnement ;
- les aspects socio-économiques ;
- le coût du projet.

En effet, les autres critères définis précédemment n'étant pas discriminants sur le choix des deux variantes étudiées (sécurisation semblable de l'itinéraire, infrastructure fonctionnelle pour les modes doux et un transport en commun en site propre…), ils n'ont pas été pris en compte ici. Par ailleurs, un critère supplémentaire a été intégré plus finement, celui résultant des besoins en matériaux nécessaires pour la réalisation des ouvrages en fonction de leur nature (digue ou viaduc).

4.2.1.3.1. LA COMPARAISON DES VARIANTES AU REGARD DU CRITÈRE « BESOINS EN MATÉRIAUX »

Une quantité importante de matériaux sera nécessaire pour la réalisation du projet. Ainsi, sa réalisation va générer un impact indirect résultant de l'approvisionnement du chantier en matériaux et des conséquences de cet approvisionnement sur les différentes composantes de l'environnement (impact sur la ressource géologique, impact lié aux transports de matériaux, impacts liés à l'exploitation des carrières ou à l'ouverture de nouvelles carrières...).

À cet égard, le besoin en matériaux pour la variante « viaduc et digue » s'établissait à environ 10 millions de mètres cubes tandis que pour la variante « deux viaducs », il atteignait environ 7,4 millions de mètres cubes.

Quelle que soit la variante envisagée, le besoin en matériaux à prélever apparaît conséquent. Cela résulte du parti d'aménagement retenu qui vise à réaliser une nouvelle infrastructure en mer, sans procéder comme par le passé à des abattages de la falaise

Ainsi, quelle que soit la variante envisagée, le projet nécessitera des matériaux pour la construction de l'ouvrage, et ce, dans des proportions qui ne pourront pas être couvertes par les carrières actuellement autorisées.

La différence de volume de matériaux nécessaires selon les deux variantes doit néanmoins être nuancée et relativisée. En effet, il est apparu difficile au Maître d'Ouvrage, à ce stade des études, d'évaluer et de quantifier précisément les différents impacts de cet approvisionnement. Cet aspect est opéré dans le détail au stade des études d'exécution, voire une fois les premiers appels d'offre travaux lancés. La production et la fourniture de matériaux constitue une activité commerciale privée et le Maître d'Ouvrage est tenu de respecter les règles de la commande publique (appels d'offre, mise en concurrence).

Ainsi, au stade de l'avant-projet sommaire, la Région Réunion n'a été en mesure, sur la base du Schéma Départemental des Carrières (SDC) dont la révision a été approuvée fin 2010, que :

- de s'assurer que la réalisation du projet ne pouvait pas être compromise par une insuffisance des matériaux nécessaires à la construction des ouvrages ;
- d'apprécier les impacts susceptibles de résulter de l'approvisionnement en matériaux.

Bilan de la comparaison des deux variantes en ce qui concerne les besoins en matériaux

Même si les besoins en matériaux sont plus élevés pour la variante « viaduc et digue » que pour la variante « deux viaducs », la problématique sur ce point est commune aux deux solutions.

En effet, une solution technique maximisant le linéaire de digue ou le linéaire de viaduc nécessitent d'approvisionner de manière conséquente le chantier en matériaux.

Il est notamment nécessaire de procéder à l'extraction de gros blocs de matériaux, lesquels ne sont pas habituellement utilisés pour les chantiers de constructions. Le volume qui était estimé nécessaire dans ce domaine s'élevait à ce stade des études à 3 Mm^3 pour la solution « digue et viaduc » et à 1,7 Mm^3 pour la « deux viaducs » sur la base. C'est notamment pour cette catégorie de matériaux qu'il y a lieu de rechercher des sites de roches massives.

De même, les matériaux de remblais seront recherchés plutôt dans des catégories de matériaux non nobles et donc également non exploités pour le secteur de la construction. Le besoin pour la solution « digue et viaduc » s'élevaient à environ 5 Mm^3 contre 3,7 Mm^3 pour l'autre solution. Les « stériles » de carrières en roche massive peuvent être utilisés, à savoir dans le volume de matériaux global qui aura dû être exploité pour retirer le volume requis en enrochements.

Pour les besoins spécifiques en matériaux nobles (sables et granulats), qui constituent actuellement l'essentiel de la production locale (entre 3 et 4 Mm^3 par an), les deux variantes nécessitaient globalement les mêmes volumes, soit près de 2 Mm^3 pour les parties d'ouvrages en béton.

Par ailleurs, le schéma des carrières a fait l'objet d'une évaluation environnementale qui a été défini les orientations devant être mises en œuvre en vue de limiter les impacts résultant de l'exploitation et du transport des matériaux.

Les effets du projet de ce point de vue devraient donc être appréciés comme ceux visés et analysés dans l'évaluation environnementale, étant précisé que les autorisations qui devront être délivrées au titre de l'exploitation des carrières seront instruites et autorisées dans le respect des principes et des orientations ainsi définies par le schéma.

Par ailleurs, il y a également lieu de prendre en considération que l'exploitation de la ressource sur le territoire de l'île est de nature, d'un point de vue socio-économique, à avoir un effet de levier sur l'économie locale.

Il s'agit là d'un aspect que le Maître d'Ouvrage tient à ne pas ignorer dans un contexte économique de crise, ayant particulièrement touché le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP).

Enfin, le projet pourra aussi être de nature à initier et à encourager, d'une part l'exploitation de carrières en roche massive, objectif recherché par le Schéma des Carrières en tant qu'alternative à une consommation excessive des ressources en matériaux alluvionnaires, et d'autre part à la constitution d'une filière de recyclage et de valorisation des déchets du BTP, objectif visé par le Schéma adopté par l'État dans ce domaine.

4.2.1.3.2. COMPARAISON DES VARIANTES EN SECTION COURANTE DU POINT DE VUE ENVIRONNEMENTAL

L'analyse détaillée de la comparaison des variantes « deux viaducs » et « viaduc et digue » du point de vue de l'environnement a été faite dans le cadre de l'étude d'impact du dossier d'enquête préalable à la Déclaration d'Utilité Publique du projet.

Il y est notamment exposé la méthodologie retenue, laquelle repose sur l'établissement d'une analyse de l'état initial permettant de dégager les principaux enjeux sur la zone d'étude et les zones d'influence du projet, la hiérarchisation de ces enjeux environnementaux et enfin l'analyse de l'impact thème par thème des variantes de tracé.

Les différentes composantes de l'environnement prises en compte ont été regroupées autour de quatre thèmes :

- le milieu physique : ressource en eau, risques naturels… ;
- le milieu naturel : zonages des espaces naturels, écosystèmes marins et terrestres ;
- le milieu humain : population, habitats, cadre de vie, urbanisation, activités, infrastructures… ;
- le patrimoine culturel et le paysage.

Ne sont reprises et développées ici que les thématiques relatives aux milieux naturels (écosystèmes marins et terrestres), liées aux espèces protégées. Une synthèse générale reprenant toutes les thématiques est néanmoins ensuite présentée.

*L'analyse réalisée ci-après concerne les variantes étudiées au stade des études d'avant-projet Sommaire et du dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique du projet. Figure ensuite dans ce document les conclusions de **l'analyse comparative complémentaire du projet retenu avec la variante « deux viaducs », menée sur le plan écologique.** Ce complément a été mené à partir des études de détail techniques et environnementales réalisées dans le cadre de la conception détaillée du projet.*

Comparaison des variantes au regard du milieu naturel (écosystèmes marins et terrestres)

Eaux superficielles et côtières

- Les ravines

Le projet interceptera plusieurs ravines se jetant dans les eaux côtières en pied de falaise, l'infrastructure existante ayant déjà artificialisé les débouchés de ces écoulements.

Le(s) viaduc(s) assure(nt) une bonne transparence hydraulique et écologique de l'ouvrage. Il en est de même pour les sections en digue qui comporteront des ouvrages hydrauliques suffisamment dimensionnés positionnés aux débouchés des ravines. En cas d'enjeux identifiés, ils seront adaptés à la faune piscicole et aux macro-crustacés et assureront le maintien d'une bonne transparence hydraulique et écologique de l'infrastructure.

- L'assainissement

Le viaduc comme la digue intègrent dans leur conception des principes de gestion des eaux pluviales souillées issues de la plate-forme (collecte des eaux pluviales de la plateforme par un réseau d'assainissement longitudinal jusqu'à des bassins de traitements situés dans les pièges à cailloux assurant le traitement de la pollution chronique et le stockage d'une éventuelle pollution accidentelle). Il est important de souligner que cela constitue une amélioration au regard de la situation actuelle puisqu'aujourd'hui la RN1 ne dispose pas de dispositif de traitement des eaux de chaussée.

- Impacts qualitatifs en phase travaux

Les principaux impacts liés à la phase travaux sont des impacts qualitatifs dus à la dispersion de matières en suspension :

- pour les sections en digue : remblaiement dans le milieu marin ;
- pour la (les) section(s) en viaduc(s) : réalisation des fondations et construction des piles.

Les impacts seront plus importants dans le cas de la variante « viaduc et digue » du fait de l'importance des sections en digue et des volumes considérés.

- Courantologie et hydrosédimentologie

Au stade des études d'avant-projet sommaire, l'étude des incidences des variantes sur la courantologie et hydrosédimentologie a montré que la variante « deux viaducs » devrait avoir moins d'impact sur le fonctionnement hydrosédimentaire de la zone littorale concernée.

Cette étude a en effet montré qu'au droit des tronçons en digue, l'intensité du courant dans la future zone de déferlement de la houle serait réduite alors que l'impact serait négligeable au niveau du (des) tronçon(s) en viaduc. Du fait de cette réduction d'intensité du courant, la capacité de reprise par les courants littoraux des matériaux charriés par les ravines aux débouchés des ouvrages d'art et ouvrages hydrauliques sera réduite sur les tronçons en digue. Cela pourra favoriser un engraissement du littoral de La Possession du fait d'un déplacement de la zone active de transit sédimentaire vers des fonds davantage mobilisables. Les linéaires concernés par ce déplacement de la zone active sont moins importants dans le cas de la variante « deux viaducs » et les zones de transition digue-viaduc pourront jouer le rôle d'épi, ce qui devrait limiter temporairement le transit sédimentaire supplémentaire vers le littoral de la Possession par rapport à la variante « viaduc et digue ».

Enfin, l'étude hydrosédimentaire a montré que le projet modifierait ponctuellement la dispersion des fines apportées par les ravines en crue (avec tendance à la baisse sur certains secteurs, bénéfiques pour les structures coralliennes, ou à la hausse sur d'autres). L'impact de la variante « deux viaducs » sur la dispersion des fines devrait être réduit par rapport à la variante « viaduc et digue ».

⊙ *Milieu naturel*

- Zonages de protection et d'inventaires

De par leur localisation (Massif de la Montagne, ses ravines et la falaise), le projet (section courante en mer) n'aura aucun impact direct sur ces zonages (pas d'emprise directe du projet, ni des travaux sur ces sites) et ce, quelle que soit la variante envisagée. C'est au niveau des zones de raccordement (identiques pour les deux variantes), que ces sites sont au plus près du projet.

- Écosystèmes terrestres

La falaise et ses habitats naturels sont situés en dehors des emprises du projet et des travaux. Le projet n'entraînera ainsi aucun impact direct sur cet écosystème.

Cependant, la question de la modification de l'influence des embruns (susceptible d'impacter les facteurs physiques et écosystémiques de la falaise littorale) sur les sections en digue des deux variantes s'est posée au cours de l'élaboration de l'étude d'impact du dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique, sans toutefois pouvoir y apporter de réponse (c'est la raison pour laquelle le Maître d'Ouvrage a ensuite lancé une recherche expérimentale sur la question en phase de conception détaillée du projet).

En cas d'incidence du projet sur les embruns, cela pourrait avoir comme conséquence de favoriser le développement des espèces exotiques envahissantes, envahissant déjà 98 % du pied de la falaise, au détriment des espèces indigènes sur les systèmes et habitats.

Les ouvrages de type viaduc ne constituent pas une nouvelle barrière écologique vis-à-vis des milieux terrestres et permettent de conserver les conditions actuelles du milieu de la falaise littorale, déjà majoritairement envahie par des espèces exotiques envahissantes.

Du point de vue des risques d'impacts du projet sur les écosystèmes terrestres, la variante « deux viaducs » apparaît donc comme une meilleure précaution que la solution « viaduc et digue ». Cette dernière, du fait de son linéaire de digue plus important, demande un plus grand volume de matériaux ce qui induit un impact potentiel indirect plus fort sur les écosystèmes occupant les futures zones de carrières.

- Écosystèmes marins

Le projet génère :

- une destruction mécanique des communautés benthiques par recouvrement direct, notamment de formations coralliennes d'enjeux faibles à forts ;
- une réduction de la zone productive, concernant surtout les communautés bactériennes et planctoniques (phyto et zooplanctoniques) ainsi que les communautés pélagiques (poissons essentiellement) ;
- une perte d'habitats pour les mammifères marins, essentiellement le Grand dauphin de l'Indo-Pacifique et la Baleine à bosse, mais aussi pour les tortues marines ;
- un risque de déstructuration plus ou moins profonde des biocénoses littorales par une modification de la dynamique sédimentaire et de l'hydrodynamisme littoral (mais avec globalement des modifications peu importantes) ;
- une altération des fonctionnalités de l'écosystème ;
- en phase chantier, des nuisances sonores avec des incidences sur les mammifères marins et, dans une moindre mesure, sur les tortues marines. À noter que la comparaison environnementale menée à l'époque n'a pas intégrée les mammifères marins, du fait de l'évolution récente de la fréquentation du site par les baleines.

Concernant l'impact direct lié au recouvrement des formations coralliennes, la variante « viaduc et digue » présente un impact significatif sur les fonds marins. Les emprises sur les fonds marins pour cette variante étaient au stade des études d'avant-projet sommaire de **114,5 ha.** Environ **50 % de ces emprises correspondant à des zones de sensibilité écologique**, **faibles pour la grande majorité** (à 80 % environ).

Ce recouvrement concerne les zones de raccordement (Saint-Denis, Grande Chaloupe et La Possession) et la section courante en digue entre la Grande Chaloupe et La Possession puisque les piles du viaduc situé entre Saint-Denis et la Grande Chaloupe n'impactent aucune zone de sensibilité écologique.

La variante « deux viaducs » recouvre moins de milieux littoraux. Son emprise totale sur les fonds marins étaient au stade des études d'avant-projet sommaire de **71,6 ha** et seulement **20,13 ha concernent des zones de sensibilité écologique** (soit environ 28 % de l'emprise totale).

Toutefois, rappelons que les communautés benthiques concernées restent, à l'échelle de La Réunion, à enjeu modéré. En outre, à plus ou moins long terme, les structures immergées dans le cadre du projet devraient être progressivement colonisées par une faune et une flore caractéristiques pouvant constituer des habitats favorables pour certaines espèces protégées (voir le chapitre descriptif de la Trame bleue marine mise en œuvre dans le cadre du projet dans le Volume 2 du présent dossier).

Bilan de la comparaison des variantes au regard des écosystèmes terrestres et marins

Qu'il s'agisse d'ouvrage de type digue ou de type viaduc, le projet permettra de maintenir une transparence hydraulique et écologique des ravines qu'il intercepte. De même, quelle que soit la variante envisagée, le projet intègre la gestion et le traitement des eaux pluviales, ce qui constitue une amélioration par rapport à la situation actuelle. Les deux variantes envisagées sont donc égales de ces points de vue.

En revanche, il apparaissait, au stade des études menées en phase APS, que la variante « viaduc et digue » était moins favorable pour l'écosystème marin, en particulier du fait :

- **de son incidence plus marquée sur la courantologie et l'hydrosédimentologie ;**
- **de ses impacts directs liés au recouvrement, plus importants que pour la variante « deux viaducs » ;**
- **de ses impacts en phase travaux liés à la dispersion de matières en suspension pendant les opérations de remblaiement.**

Cette variante posait également la question de la modification de la dispersion des embruns par rapport aux écosystèmes terrestres de la falaise.

Il a également été mis en évidence à ce stade que les nuisances sonores en phase travaux pourraient avoir des incidences importantes sur les mammifères marins, que ce soit lors de la construction d'un ouvrage de type viaduc ou de type digue. Il est cependant à noter que les études menées suite à la DUP dans le cadre des études de détail ont montré que les travaux de construction des piles de viaduc sont ceux qui généreront les plus importantes nuisances sonores (battage de pieux et forage en particulier).

Bilan de la comparaison environnementale des variantes

Rappelons en préalable que ce bilan a été réalisé sur les deux variantes issues des études d'avant-projet sommaire, donc avec un niveau de précision moindre. Il est donc maintenant à relativiser avec l'analyse comparative des solutions améliorées au stade suivant des études de détail figurant dans l'étude spécifique « comparaison écologique complémentaire du projet retenu et de la variante avec deux viaducs » ciblée sur les milieux naturels, dont les conclusions figurent ci-après dans ce document.

La comparaison des deux variantes mettait en évidence à ce stade le fait que les variantes considérées ne présentaient pas de différence significative d'impact sur les eaux souterraines, la population et l'habitat, le tourisme et le patrimoine culturel.

C'était également le cas du point de vue paysager, car si la solution « deux viaducs » présente une plus grande transparence, avec des ouvrages pouvant faire l'objet d'un traitement architectural, cet effet est amoindri par la nécessité de maintenir au droit des viaducs la route actuelle avec un cumul de l'impact des deux ouvrages alors qu'au droit de la digue, l'ancienne route est effacée.

Pour un certain nombre d'autres sous-thèmes, la variante « deux viaducs » ressortait comme étant plus favorable que la variante « viaduc et digue », en particulier s'agissant du milieu naturel (écosystèmes terrestre et marin). Comme évoqué précédemment, les études menées par la suite dans le cadre des études de détail ont permis de repréciser les impacts sur le milieu naturel et de mettre à jour l'analyse comparative des deux variantes, telle que présentée dans le présent dossier.

Il en est de même pour les incidences sur l'hydro-sédimentologie : au stade de la DUP, il apparaissait que la solution « viaduc et digue » présentait une incidence plus importante sur la morphologie des fonds marins du fait d'un linéaire de digue plus important que dans la variante « deux viaducs ». Cependant, les études réalisées dans le cadre de la conception détaillée ont permis de repréciser les impacts des deux variantes sur l'hydro-sédimentologie et de mettre à jour l'analyse comparative effectuée dans le cadre du présent dossier.

L'analyse réalisée au stade de la DUP en ce qui concerne les prélèvements de matériaux a conclu que les impacts n'étaient guère contrastés au regard de l'ampleur des volumes à prélever dans les deux cas et si l'on considère que les impacts sont principalement liés à l'ouverture d'un milieu, qui est donc perturbé quasiment de la même manière même si les volumes prélevés restent moindre. Les impacts entre ces deux solutions n'étaient donc à ce stade pas significativement différents.

Aussi, les variantes « deux viaducs » et « viaduc et digue » constituent celles de moindre impact du point de vue de l'environnement par rapport aux solutions plus terrestres, tout en répondant aux objectifs du Maître d'Ouvrage, en particulier l'intérêt majeur de sécurisation de l'itinéraire.

Par ailleurs, si la solution « deux viaducs » apparaissait plus favorable que celle « viaduc et digue » sur ces aspects, les impacts résiduels de cette dernière pourront encore être réduits puis enfin compensés par des mesures adaptées.

4.2.1.3.3. COMPARAISON DES VARIANTES D'UN POINT DE VUE SOCIO-ÉCONOMIQUE ET AU REGARD DE LEUR COÛT

Impacts sur le tissu économique local

Les impacts socio-économiques de chacune des deux dernières variantes en présence résultent principalement :

- des impacts sur les conditions de déplacements ;
- des impacts sur le tissu économique local.

Au regard de leurs effets sur les conditions de déplacements, la variante « viaduc et digue » présente un profil plus favorable (37 m avec bande d'arrêt d'urgence (BAU) entre La Grande Chaloupe et Saint-Denis) tandis que la variante « deux viaducs » présente un profil réduit (28,9 m sans BAU ou 34 m avec BAU, mais ce qui tend à creuser de manière beaucoup significative l'écart financier déjà existant entre ces deux solutions).

C'est aussi leur impact sur le tissu économique local qui est susceptible de différencier les deux solutions techniques.

La phase de construction peut en effet présenter des différences du point de vue de l'impact sur le tissu socio-économique réunionnais, et ce, compte tenu de l'importance de la mobilisation des entreprises locales que leur réalisation peut induire, comme l'effet de levier que les travaux peuvent présenter sur l'emploi local.

Pour les besoins de leur chantier, les titulaires des lots principaux feront nécessairement appel à la filière locale du secteur des matériaux de construction. Or, les quantités de matériaux nécessaires sont très différentes selon l'option technique retenue.

Il s'ensuit que les effets de diffusion dans ces secteurs, du point de vue de l'emploi mobilisé, sont de nature à varier selon la solution technique envisageable pour le projet.

À cet égard, les branches d'activités qui peuvent être sollicitée dans le cadre des travaux de construction sont principalement:

- les activités de carrières et de concassage ;
- les fournisseurs de l'activité de carrière, qui fait appel à un grand nombre de sous-traitants : études, fourniture et entretien des engins lourds (chargeuses, pelles, etc.), du matériel de traitement (concasseurs, etc.), des équipements informatique et robotique, approvisionnement en carburant et électricité ;
- le transport de matériaux de construction : ce transport est assuré à 100% par la route (d'après le BRGM, il constitue le premier flux de transport de marchandises sur l'île, avant même le transport de la canne) ;
- les filières de transformation « bétons » et « enrobés » : elles comprennent les unités de préfabrication de blocs, les centrales de béton prêt à l'emploi et les centrales de bétons bitumineux routiers.

Les activités de carrière, concassage et transformation, sont assurées par une quinzaine de sociétés sur place. Or, si une majorité du chiffre d'affaires relève de filiales des deux grands cimentiers (Lafarge et Holcim) et des grands groupes de BTP (GTOI/Colas…) implantés à La Réunion, des entreprises locales indépendantes restent présentes sur ces marchés.

La solution « viaduc et digue » solliciterait la filière locale des matériaux de construction (et des activités qui y sont directement liées pour son fonctionnement) plus que la solution « deux viaducs ».

Du point de vue de la filière locale des matériaux de construction, pendant les cinq à sept années de la durée du chantier, la solution « viaduc et digue » génèrerait moins d'activité que la solution « deux viaducs ».

Coûts d'investissement

S'agissant du coût de chacune des variantes, il y a lieu de relever que les estimations financières des deux variantes envisagées sont les suivantes (en valeur Décembre 2010), hors postes de dépenses environnementales :

- variante «deux viaducs » : 1 800 M€ TTC ;
- variante « viaduc et digue » : 1 660 M€ TTC.

La variante «deux viaducs » présente donc un coût plus élevé de 140 M€ par rapport à la variante « viaduc et digue ». À noter que cet écart est obtenu pour un niveau de service moindre à l'usager (les fonctionnalités des deux infrastructures ne sont en effet pas équivalentes puisque la variante « deux viaducs » présente, avec une largeur réduite en viaduc, des fonctionnalités inférieures).

> *À noter qu'une **étude menée post-DUP dans le cadre de la justification du respect des critères d'exemption aux objectifs de la DCE**, réalisée conformément aux guides édités par le Ministère et aux recommandations de la DEAL, **montre que la variante deux viaducs présente un coût disproportionné au regard des bénéfices environnementaux qu'elle pourrait apporter**. Une synthèse présentant les conclusions de cette étude est présentée au chapitre 4.3 du présent dossier.*

Bilan socio-économique normalisé pour la collectivité

Les indicateurs du bilan socio-économique (coût d'investissement, taux de rentabilité et bénéfices) globaux montrent que l'opération présente un bilan socio-économique intrinsèque positif quelle que soit la variante envisagée. Cela traduit le fait que les avantages socio-économiques qu'apporte le projet sont supérieurs à ses coûts socio-économiques.

Par ailleurs, la variante « viaduc et digue » présente la plus grande utilité pour la collectivité (son bénéfice étant le plus élevé). L'option consistant à financer l'ouvrage sur fonds publics (tant pour sa phase de construction que sa phase d'exploitation) ne remet pas en cause son utilité collective.

> **Synthèse**
>
> **La comparaison des variantes met en évidence que la solution « viaduc et digue » apparaît, du point de vue socio-économique et de son coût financier, plus favorable que la solution « deux viaducs ». Elle génèrera par ailleurs, à coût moindre, un volume d'emplois plus important dans la filière liée à la production locale de matériaux (extraction, transformation, transport…).**
>
> **En ce sens, le projet permettra, au regard de la situation sociale critique à La Réunion (taux de chômage élevé, augmentation du nombre de RMIstes et de jeunes sans emploi, crise du BTP...), de relancer l'activité.**

4.2.1.3.4. CONCLUSION GÉNÉRALE ISSUE DE LA COMPARAISON MULTICRITÈRES

L'analyse précédente a permis de mettre en évidence de manière résumée les impacts de chacune des variantes au regard des enjeux environnementaux et socio-économiques identifiés. Il en résulte que d'un point de vue environnemental, la variante « deux viaducs » est une solution légèrement plus favorable pour l'environnement car présentant moins d'incidence. Il en résulte également que, la solution « viaduc et digue » présente des avantages socio-économiques plus significatifs et un intérêt financier non négligeable :

- du point de vue de la filière locale des matériaux de construction, pendant les cinq à sept années de la durée du chantier, en générant moitié plus d'activité ;
- moins chère que la variante « deux viaducs » et restant compatible avec les termes financiers du protocole de Matignon signé avec l'État le 14 octobre 2010.

Dans la mesure où à ce stade ce sont les critères d'impacts socio-économiques et de maîtrise du coût du projet qui sont considérés comme déterminants pour le Maître d'ouvrage pour procéder au choix de la solution, c'est la variante « viaduc et digue » qui a été retenue.

Ce choix est apparu d'autant plus justifié qu'il présente l'avantage de permettre, à un coût maîtrisé, de réserver également une emprise pour un futur site propre de transport collectif sans avoir à réduire sur un linéaire trop important la qualité de service offerte aux usagers de la route, contrairement à l'autre solution.

C'est ainsi que le projet soumis à enquête préalable à Déclaration d'Utilité Publique en fin d'année 2011, a été le suivant (en section courante) :

- **tracé du type « viaduc et digue », comprenant une section en viaduc entre Saint-Denis et la Grande Chaloupe et une section en digue entre la Grande Chaloupe et La Possession ;**

- **intégration de deux voies spécifiques réservées pour des bus, situées de chaque côté des voies routières, entre la voie lente et la BAU ou la bande dérasée de droite (BDD) avec une plate-forme permettant une évolution possible des affectations de voies, pour un TCSP, y compris potentiellement sur rails, prévu au SAR.**

4.2.1.4. LA SOLUTION « VIADUC ET DIGUE » DÉCLARÉE D'UTILITÉ PUBLIQUE

Tracé

Le projet côté front de mer à Saint-Denis a son origine immédiatement après le carrefour avec la RD41 au PK 1,02 et côté « montagne » (RN6) au PK 1,15. La fin du projet se situe sur la RN1 au PK 13,65. La longueur du tracé est d'environ 13,8 km, y compris les raccordements sur l'existant au-delà des ouvrages en digue ou en viaduc.

Comme évoqué précédemment, la solution retenue au stade du présent dossier est un compromis optimisé entre l'ensemble des contraintes environnementale, socio-économique, technique et financière. Il consiste en un projet maritime mixte alternant digue et viaduc de la manière suivante :

- **du PK 1,2 au PK 2,5, réalisation d'une digue de 1 300 m de longueur environ.**

  Le choix d'une solution digue sur cette section est justifié par les contraintes qu'impose l'échangeur de Saint-Denis sur la conception d'un viaduc (tablier de largeur variable et bretelles d'échangeurs). Une solution digue dans un tel contexte géométrique s'avère plus économique.

- **du PK 2,5 au PK 7,9, réalisation d'un viaduc d'une longueur de 5 400 m environ.**

  Le choix d'un parti viaduc est justifié par la bathymétrie. En effet, pour éviter les colonies coralliennes identifiées aux environs du PK 7, et pour être hors des limites de la polygonale de projet, le tracé en plan s'est éloigné en mer et se retrouve dans des profondeurs supérieures à 8 m où la digue est plus pénalisée en terme de besoin en matériaux (corps de digue et piège à cailloux).

- **du PK 7,9 au PK 13,4, réalisation d'une digue de longueur 5 500 m environ.**

  Malgré la présence de formations coralliennes, ce choix trouve sa justification du fait de la présence des échangeurs de la Grande Chaloupe et de La Possession (RD41) et de la bathymétrie moins profonde (< 8 m) où la solution digue s'avère plus économique.

L'aménagement à 2x2 voies est de type route à haut niveau de service avec une vitesse de référence pour l'usager de 110 km/h.

Échangeurs

Le projet comprend trois diffuseurs complets :

- un à chaque extrémité :
  - **à Saint-Denis**, avec une zone de raccordement à la RN6 (vers le Boulevard Sud) et une zone de raccordement à la RN1 (Boulevard du Front de Mer) et à la RD41,
  - **à La Possession** : raccordement à la RN1 existante et à la RD41 ;
- un autre enfin assurant le rétablissement de la desserte de **la Grande Chaloupe** et de **la ravine à Jacques** aux environs du PK 8,5.

Devenir de la route actuelle

Sur les **sections en digue**, la route actuelle est déconstruite. L'espace situé entre le pied de la falaise et la digue sera constitué d'un **Piège à Cailloux réaménagé de manière à constituer un nouvel écosystème.**

Pour les **sections en viaduc** la Route du Littoral actuelle en pied de falaise est maintenue afin de **protéger le pied de falaise de l'érosion marine** et permettre de rétablir en cas de nécessité une liaison de secours plus facilement.

4.3. LE CARACTÈRE DISPROPORTIONNÉ DU COÛT DE LA SOLUTION DEUX VIADUCS AU REGARD DES BÉNÉFICES ENVIRONNEMENTAUX QU'ELLE POURRAIT APPORTER

Une analyse spécifique permettant de statuer sur le caractère disproportionné ou non du coût de la variante « deux viaducs » par rapport au projet déclaré d'utilité publique a été menée post-DUP dans le cadre du dossier de demande d'autorisation au titre des articles L214-1 à 6 du code de l'environnement (Police de l'Eau). Ce dernier doit en effet justifier du respect des critères d'exemption aux objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau (se traduisant notamment par l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau côtières concernées par le projet), l'un de ces critères étant que « *les objectifs bénéfiques poursuivis par le projet ne peuvent, pour des raisons de faisabilité technique ou de coûts disproportionnés, être atteints par d'autres moyens constituant une option environnementale sensiblement meilleure* ». Cette démonstration repose sur une analyse économique comparée des deux solutions d'aménagement, appelée analyse « coût - avantage » (ACA) ou encore « coûts - bénéfices » (ACB).

La démarche adoptée s'appuie notamment sur **la circulaire du 28 février 2006** (DCE n° 2006/13 du 28/02/06) **relative à la désignation des masses d'eau fortement modifiées** ainsi que sur le « ***Guide méthodologique de justification des exemptions prévues par la directive cadre sur l'eau*** » publié en octobre 2009 par le Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer (MEEDDM).

Lorsque l'ACB démontre que les bénéfices escomptés totaux apportés par l'atteinte du bon état sont inférieurs à 80 % des coûts prévus pour la mise en œuvre des mesures complémentaires, le guide de justification des exemptions estime alors les coûts comme étant disproportionnés et pouvant faire l'objet d'une exemption au regard de la Directive cadre sur l'eau.

L'évaluation consiste donc à établir et mettre en relation, pendant les 7 ans maximum de la durée du chantier et pendant les 50 ans suivant la date envisagée de mise en service de l'infrastructure (pour le projet déclaré d'utilité publique d'une part et pour la variante « deux viaducs » d'autre part) :

- le coût du projet, en termes de charges d'investissement et de fonctionnement ;
- le coût de ces impacts environnementaux et les bénéfices générés pour la collectivité par sa réalisation, en prenant en compte :
  - la phase exploitation, sur une période de 50 ans,
  - la phase de construction, pour une période de référence de 7 ans, notamment pour les impacts de la mobilisation des matériaux de construction sur les milieux terrestres, ainsi que pour les impacts environnementaux suivant la progression du chantier.

L'impact du projet (projet déclaré d'utilité publique et variante « deux viaducs ») est d'abord apprécié en fonction des emprises directes de l'infrastructure sur les différents milieux et des impacts indirects sur les milieux adjacents. Cet impact total est exprimé en nombre d'hectares. Des valeurs (appelées « valeurs-guides », définies spécifiquement pour cette étude et l'île de La Réunion et la zone d'aménagement du projet) sont ensuite attribuées à chaque hectare impacté, différenciés selon les milieux en fonction du niveau d'impact et du niveau d'enjeu propre à ce milieu. De manière synthétique, il est considéré la valeur intrinsèque de la biodiversité et la valeur des services rendus par les écosystèmes (en distinguant les valeurs d'usage et de non-usage).

Cette analyse a été réalisée avec des hypothèses majorantes, telles que l'utilisation des valeurs-guides maximum pour les milieux impactés ou la prise en compte de la totalité des emprises du projet, quel que soit le niveau d'impact analysé, permettant de tenir compte des incertitudes inhérentes à cette démarche (par exemple les valeurs de non usages d'écosystèmes très particuliers sont très difficiles à appréhender).

Une des valeurs calculées les plus importantes de l'analyse est l'avantage à la mise en service de l'infrastructure. Ce calcul a permis de mettre en évidence que la variante avec deux viaducs permet un gain environnemental par rapport au projet déclaré d'utilité publique dès sa mise en service envisagée. En effet, le projet déclaré d'utilité publique, du fait de ses emprises plus importantes, conduit à une perte environnementale plus importante que celle de la variante « deux viaducs » qui présente pour les milieux marins et terrestres un bilan légèrement meilleur. Pour 50 ans d'exploitation et 7 années de chantier, comme le demande la circulaire, la somme des gains représente près de 29,8 millions d'euros (en valeur actualisé à l'année 2004[1]).

Le gain associé à un impact environnemental moindre n'est toutefois pas suffisant pour compenser le coût d'investissement supplémentaire permettant cette réduction des effets négatifs (notamment sur les masses d'eau). En effet, l'investissement supplémentaire s'établit à près de 71,2 millions d'euros actualisés contre 29,8 millions de gains produits par la variante « deux viaducs ». Cette conclusion reste valable en prenant des valeurs résiduels au-delà de 50 ans, pour tenir compte de la durée de vie prévue pour le projet (100 ans).

Dans la mesure où les gains environnementaux ne représentent que 42 % des coûts d'investissement supplémentaires (chantier compris), la variante « deux viaducs » présente un niveau de coût disproportionné.

En effet, pour que la variante étudiée ne soit pas d'un coût disproportionné et conformément aux instructions cadres, il aurait fallu que ses gains représentent au moins 80 % de la valeur des mesures alternatives selon les modalités de justification des exemptions à la DCE.

[1] *Conformément à l'instruction cadre de 2004 (mise à jour en 2005) relative à l'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport*

5. PRÉSENTATION DU PROJET AMÉLIORÉ SUITE À LA DÉCLARATION D'UTILITÉ PUBLIQUE

5.1. PRÉSENTATION DES AMÉLIORATIONS APPORTÉES AU PROJET DÉCLARÉ D'UTILITÉ PUBLIQUE

5.1.1. ÉTAPES D'AMÉLIORATION DU PROJET DÉCLARÉ D'UTILITÉ PUBLIQUE

Le projet déclaré d'utilité publique a fait l'objet d'amélioration, au stade des études d'avant-projet (AVP) et de projet (PRO), que ce soit pour les problématiques technico-économiques ou environnementales. Elles visent ainsi à réduire les impacts du projet sur les milieux naturels tout en maîtrisant ses coûts.

Ces améliorations environnementales prennent en compte les principaux avis suivants :

- l'avis de la Commission Départementale de la Nature, des Paysages et des Sites (CDNPS) du 16/08/2011 sur le dossier d'enquête préalable à DUP du projet ;
- l'avis de l'Autorité Environnementale du 17/10/2011 sur l'étude d'impact du dossier d'enquête préalable à la DUP du projet ;
- l'avis du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN) du 16/12/2011 sur le dossier d'enquête préalable à DUP du projet ;
- les recommandations du Conseil National de Protection de la Nature (CNPN) émises le 12/04/2012 pour l'élaboration du présent dossier de demandes de dérogations relatives aux espèces protégées ;
- l'avis provisoire du 13/12/2012 de la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) sur le présent dossier de demandes de dérogations relatives aux espèces protégées ;
- l'avis de la DEAL du 14/01/2013 sur les mesures compensatoires prévues dans le cadre des présentes demandes de dérogations relatives aux espèces protégées.

Cette amélioration environnementale a été réalisée sur la base d'études détaillées dans tous les domaines environnementaux et sur de longues durées (cycle de vie des espèces étudiées…), notamment sur les impacts du projet (étude hydro-sédimentaire, étude de l'impact du chantier sur l'acoustique sous-marine, étude sur la dispersion des embruns sur la falaise…). Ces analyses ont permis de dimensionner la conception environnementale du projet en cohérence avec le niveau d'impact.

Par ailleurs, des suivis seront menés au-delà des études réalisées notamment pour constituer ce dossier, jusqu'au démarrage des travaux, durant le chantier et après, dans le cadre du bilan environnemental prévu.

5.1.2. LA DIMINUTION DES EMPRISES DU PROJET

Les améliorations apportées au projet au cours des études de détail (AVP/PRO) permettent d'en réduire les emprises au niveau :

- des parties en digue, du fait :
  - des améliorations apportées sur le profil en long : diminution de la longueur de digues au niveau de la desserte de la Grande Chaloupe grâce à :
    - l'allongement du viaduc d'une travée (environ 120 m),
    - la conception de l'ouvrage de la Grande Chaloupe, viaduc d'une longueur d'environ 240 m, en remplacement d'une section initialement prévue en digue (*voir chapitre ci-après*) ;
  - la diminution de la vitesse de référence de 110 km/h à 90 km/h, (la réduction de la vitesse permettant de réduire les rayons de courbures), et l'optimisation de la largeur du dispositif d'assainissement longitudinal ont d'une part réduit les profils en travers (moindre emprise des digues et des pièges à cailloux associés), d'autre part réduit les volumes de matériaux nécessaires à la construction du projet (de l'ordre de 20%) ;
- du viaduc, du fait de la suppression des protections en gabions vis-à-vis des risques de chocs de navires, initialement prévues à l'avant-projet sommaire devant les piles du viaduc. Une étude probabiliste détaillée spécifique a en effet permis de montrer la faiblesse de ce risque.

Le projet ainsi amélioré permet une diminution d'emprise totale de 9 ha sur les fonds marins par rapport au projet déclaré d'utilité publique, et donc également sur les zones de substrats durs (concentrant les plus forts enjeux marins, en particulier des habitats d'espèces protégées (mammifères marins, tortues marines)) présentes au droit du projet. Cette diminution concerne essentiellement des zones de sensibilité écologique très faible, représentant la grande majorité des zones de substrats durs recouvertes par le projet (pour environ 80 %).

Les cartes page 43 permettent de visualiser ce différentiel d'emprises.

5.1.3. LA DIMINUTION DE LA QUANTITÉ DE MATÉRIAUX NÉCESSAIRES À LA CONSTRUCTION DES OUVRAGES

La diminution des emprises du projet permet également de réduire les quantités de matériaux nécessaires à la construction des ouvrages.

Les besoins en matériaux pour la construction des ouvrages de la Nouvelle Route du Littoral s'établissent ainsi à environ 8 millions de mètres cubes de matériaux, **soit une optimisation de -20 % par rapport au projet déclaré d'utilité publique**. Ils sont en majeure partie composés d'enrochements et de remblais et, dans une moindre mesure, de granulats pour les bétons.

Les solutions d'approvisionnement en matériaux sont précisées au chapitre 5.2.3.4, page 97.

Quoi qu'il en soit, **la diminution des quantités de matériaux nécessaires permet de réduire les impacts du projet sur la ressource et les incidences potentielles dues à leur extraction, à leur stockage et à leur transport.**

> *Les sous-dossiers faune et flore (Volumes 2 et 3 du présent dossier) donnent une appréciation des impacts de l'approvisionnement en matériaux dans l'analyse, s'ajoutant aux impacts du projet.*

5.1.4. LA CONCEPTION DE L'OUVRAGE DE LA GRANDE CHALOUPE

Le projet vise à rétablir une ouverture entre le site et l'océan en remplaçant la digue par un viaduc d'une longueur suffisante (240 m) pour englober le débouché de la ravine de la Grande Chaloupe et de la ravine des Tamarins.

Ce viaduc est le moyen d'ouvrir globalement le site à l'océan et il permet de plus la création d'une large esplanade littorale aménagée en promenade. Cet aménagement a par ailleurs été optimisé dans le cadre d'une concertation avec l'Architecte des Bâtiments de France.

Les portées principales d'environ 60 mètres ont été choisies pour offrir le meilleur rapport entre la hauteur de la structure et l'espacement des piles. Ainsi, depuis la nouvelle esplanade littorale, les riverains verront l'océan et la ligne d'horizon (*voir les visualisations ci-après*).

Photo 1 : vue depuis le belvédère de la gare du Ti train (source : Signes Paysages)

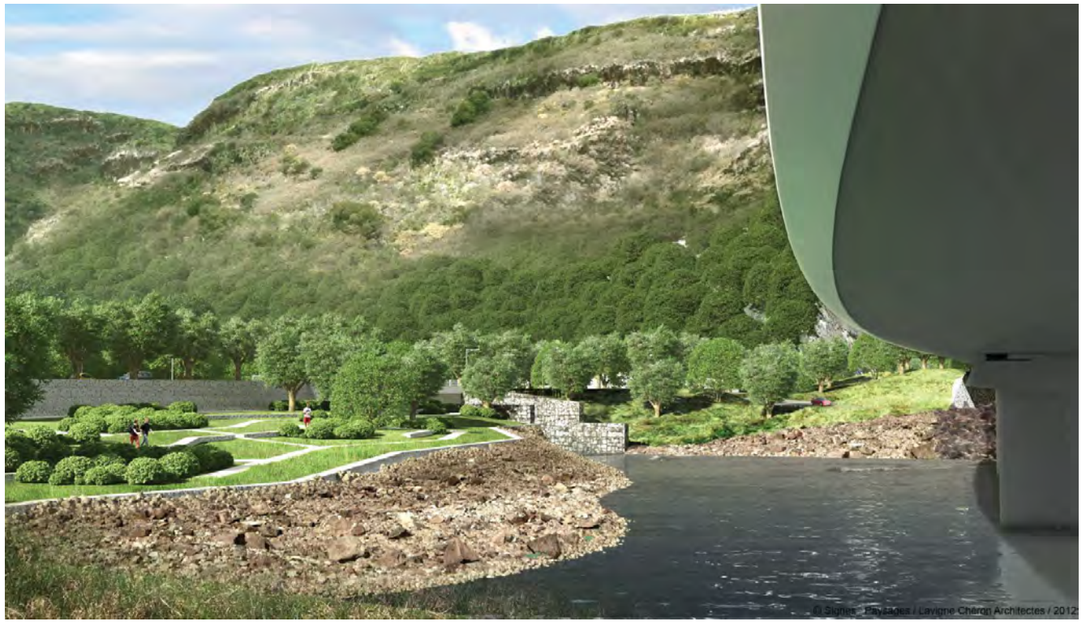


Photo 2 : vue sur l'esplanade littorale (source : Signes Paysages)

Photo 3 : vue sur le futur ouvrage de la Grande Chaloupe depuis le chemin des Anglais (source : Signes Paysages)

Dossier CNPN – Différentiel d'emprise entre le projet déclaré d'utilité publique et le projet présenté

Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession

SAINT-DENIS

bras gentil

ravine des brisées

ravine potasse

rivière Saint-Denis

PK: 1.5

PK: 2.0

PK: 2.5

913,63 m²

11477,72 m²

1965,46 m²

1460,69 m²

7476,87 m²

22/01/2013 | Version : V2 | Auteur : BC

ECHELLE 1:5 000

0 50 100 m

Limite communale

Ravine

Polygonale

Projet APS/DUP

Projet PRO

Augmentation d'emprise par rapport au projet APS/DUP

Diminution d'emprise par rapport au projet APS/DUP

Sensibilité écologique

Sensibilité des substrats durs

Très faible

Faible

Moyenne

Forte

Etat écologique (DCE)

Etat des substrats meubles

Très bon

Bon

Dossier CNPN – Différentiel d'emprise entre le projet déclaré d'utilité publique et le projet présenté

Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession

2

N

SAINT-DENIS

ravine potasse

ravine bananiers

ravine mas

ravine bailly

PK: 2.5

PK: 3.0

PK: 3.5

PK: 4.0

PK: 4.5

Cap Bernard

5

10

15

100

ECHELLE 1:5 000

0 50 100 m

22/01/2013 | Version : V2 | Auteur : BC

Limite communale

Ravine

Polygonale

Projet APS/DUP

Projet PRO

Augmentation d'emprise par rapport au projet APS/DUP

Diminution d'emprise par rapport au projet APS/DUP

Sensibilité écologique

Sensibilité des substrats durs

Très faible

Faible

Moyenne

Forte

Etat écologique (DCE)

Etat des substrats meubles

Très bon

Bon

Dossier CNPN – Différentiel d'emprise entre le projet déclaré d'utilité publique et le projet présenté

Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession

3

SAINT-DENIS

grande ravine

ravine jeanneton

ravine coulibaux

Pointe du Gouffre

PK: 4.5

PK: 5.0

PK: 5.5

PK: 6.0

PK: 6.5

22/01/2013 | Version : V2 | Auteur : BC

ECHELLE 1:5 000

0 50 100 m

Limite communale

Ravine

Polygonale

Projet APS/DUP

Projet PRO

Augmentation d'emprise par rapport au projet APS/DUP

Diminution d'emprise par rapport au projet APS/DUP

Sensibilité écologique

Sensibilité des substrats durs

Très faible

Faible

Moyenne

Forte

Etat écologique (DCE)

Etat des substrats meubles

Très bon

Bon

Dossier CNPN – Différentiel d'emprise entre le projet déclaré d'utilité publique et le projet présenté

Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession

SAINT-DENIS

ravine cailloux

bras isidore

ravine à jacques

PK: 6.5

PK: 7.0

PK: 7.5

PK: 8.0

45016,52 m²

1631,07 m²

5

10

15

50

ECHELLE 1:5 000

0 50 100 m

22/01/2013 | Version : V2 | Auteur : BC

Limite communale

Ravine

Polygonale

Projet APS/DUP

Projet PRO

Augmentation d'emprise par rapport au projet APS/DUP

Diminution d'emprise par rapport au projet APS/DUP

Sensibilité écologique

Sensibilité des substrats durs

Très faible

Faible

Moyenne

Forte

Etat écologique (DCE)

Etat des substrats meubles

Très bon

Bon

Dossier CNPN – Différentiel d'emprise entre le projet déclaré d'utilité publique et le projet présenté

Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession

5

SAINT-DENIS

LA POSSESSION

ravine tamarins

ravine de la grande chaloupe

ravine de la petite chaloupe

PK: 8.0

PK: 8.5

PK: 9.0

PK: 9.5

PK: 1

10406,76 m²

1211,04 m²

3400,4 m²

1512,56 m²

47395,08 m²

10

15

N

ECHELLE 1:5 000

0 50 100 m

22/01/2013 | Version : V2 | Auteur : BC

Limite communale

Ravine

Polygonale

Projet APS/DUP

Projet PRO

Augmentation d'emprise par rapport au projet APS/DUP

Diminution d'emprise par rapport au projet APS/DUP

Sensibilité écologique

Sensibilité des substrats durs

Très faible

Faible

Moyenne

Forte

Etat écologique (DCE)

Etat des substrats meubles

Très bon

Bon

Dossier CNPN – Différentiel d'emprise entre le projet déclaré d'utilité publique et le projet présenté

Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession

6

LA POSSESSION

PK: 10.0

PK: 10.5

PK: 11.0

PK: 11.5

ravine à malheur

47395,08 m²

2313,3 m²

22457,9 m²

22/01/2013 | Version : V2 | Auteur : BC

ECHELLE 1:5 000

0 50 100 m

Limite communale

Ravine

Polygonale

Projet APS/DUP

Projet PRO

Augmentation d'emprise par rapport au projet APS/DUP

Diminution d'emprise par rapport au projet APS/DUP

Sensibilité écologique

Sensibilité des substrats durs

Très faible

Faible

Moyenne

Forte

Etat écologique (DCE)

Etat des substrats meubles

Très bon

Bon

Dossier CNPN – Différentiel d'emprise entre le projet déclaré d'utilité publique et le projet présenté

Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession

LA POSSESSION

PK: 12.0

PK: 12.5

PK: 13.0

PK: 13.5

ravine à malheur

ravine petit ruisseau

la mare coton

11762,04 m²

1078,63 m²

1459,13 m²

1457,86 m²

2090,2 m²

22457,9 m²

3341,57 m²

Pointe de la Ravine à Malheur

Banc des Lataniers

22/01/2013 | Version : V2 | Auteur : BC

ECHELLE 1:5 000

0 50 100 m

Limite communale

Ravine

Polygonale

Projet APS/DUP

Projet PRO

Augmentation d'emprise par rapport au projet APS/DUP

Diminution d'emprise par rapport au projet APS/DUP

Sensibilité écologique

Sensibilité des substrats durs

Très faible

Faible

Moyenne

Forte

Etat écologique (DCE)

Etat des substrats meubles

Très bon

Bon

5.2. DESCRIPTION ET CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU PROJET PRÉSENTÉ

5.2.1. L'ADÉQUATION DU PROJET AUX OBJECTIFS POURSUIVIS PAR LE MAÎTRE D'OUVRAGE

5.2.1.1. UN PROJET QUI ASSURE LA SÉCURISATION TOTALE DE L'ITINÉRAIRE SAINT-DENIS / LA POSSESSION PAR LE LITTORAL ET QUI PERMETTRA LA MISE EN SERVICE D'UN NOUVEL AXE PERFORMANT POUR LES CENT PROCHAINES ANNÉES

Le projet retenu constitue l'aboutissement et le résultat de nombreuses réflexions et études qui se sont succédées durant plusieurs dizaines d'années.

Le coût du projet, d'environ 1,6 milliard d'euros est certes conséquent. Toutefois, il est à la hauteur des enjeux considérés.

A ce titre, l'on pourrait être tenté de pointer du doigt le fait que l'investissement que s'apprête à réaliser la collectivité régionale vise à réaliser une nouvelle infrastructure routière à l'heure où le trafic automobile est en constante progression.

L'on pourrait également être tenté de pointer du doigt l'importance de l'investissement pour un projet de sécurisation d'un axe dans lequel d'importants investissements visant à en améliorer la sécurité ont déjà été réalisés de manière permanente et continue depuis la mise en service de la route.

Toutefois, une telle vision du projet procéderait d'une appréciation erronée des réels enjeux de la Nouvelle Route du Littoral.

En effet, l'axe de la Route du Littoral constitue un héritage du passé.

C'est autour de cet axe que s'est organisée, aménagée et structurée toute la partie Ouest du territoire insulaire, que ce soit en termes de développement de l'urbanisme, de développement des zones et des pôles d'activités économiques, industrielles et touristiques.

Or, c'est précisément dans cette partie de l'île que se concentrent les activités économiques de toutes natures qui constituent le moteur de son essor économique.

Le caractère vital et essentiel de l'axe littoral et la place stratégique qu'il occupe dans le réseau routier réunionnais constitue donc un état de fait que la collectivité est aujourd'hui contrainte de gérer.

A l'heure où le projet de Tram Train, visant à doter l'Île de La Réunion d'un mode de déplacement alternatif à l'automobile a dû être abandonné faute de financements suffisants, le réseau routier et plus particulièrement l'axe du littoral conservent une place essentielle pour la poursuite du développement régional et pour le maintien de l'économie et de l'activité locales.

À ce titre, si l'utilisation exclusive de la route, pour le transport de marchandise et de personne (individuel ou collectif) est de nature à induire des déplacements de plus en plus difficiles, l'absence d'alternative pour les années à venir nécessite d'autant plus l'obligation pour la collectivité de poursuivre la mise à niveau du réseau routier et plus précisément de résoudre, de manière définitive, les contraintes dommageables résultant de la problématique des risques naturels liés à la falaise et à la mer auxquels est exposé l'axe vital et structurant de l'île que constitue la Route du Littoral.

Le projet vise par ailleurs à la fois à solutionner une problématique purement routière, mais aussi à poser les bases du futur réseau régional de transport guidé qui est inscrit au schéma d'aménagement régional (SAR). Sans attendre ce projet qui devra être mis en chantier, la Nouvelle Route du Littoral offrira également des fonctionnalités destinées à favoriser la circulation des transports collectifs routiers.

Les évolutions de trafics attendus sur l'axe littoral sont édifiantes. Elles mettent en évidence :

- des variations du trafic contrastées à l'horizon 2040 du fait de la réalisation du projet estimées à + 45 % sur la section courante de la Route du Littoral, et un trafic se répartissant quasi à part égale entre le Front de Mer et le Boulevard Sud ;
- que le réseau routier sera à cette échéance arrivé à saturation, et les emprises réservées pour le développement des modes de transports alternatifs sont donc également d'une nécessité vitale ;
- qu'une telle situation, sans Route du Littorale sécurisée, aboutirait probablement au scénario catastrophe que tout le monde redoute, à savoir l'occurrence d'un événement majeur sur une route encombrée ;
- que cette route vieillissante devrait aussi faire l'objet de nombreux travaux de remise en état, de plus en plus fréquents et coûteux, qui perturberaient aussi la circulation (cf. par exemple l'épisode de juin 2011).

Au regard de ces prévisions, il importe donc que le réseau de l'île soit à un niveau de service et de performance lui permettant de faire face à l'évolution de la situation et ce, dans des conditions de confort et de sécurité des usagers optimales.

Le projet retenu répond parfaitement à ces enjeux.

Il assure la sécurisation totale de l'itinéraire Saint Denis – La Possession qu'il met à l'abri des risques liés à la falaise et aux phénomènes cycloniques en dimensionnant le futur ouvrage pour des occurrences centennales.

Il favorise le développement des transports collectifs en permettant dès la mise en service du nouvel axe la circulation des bus sur des voies dédiées, et à un horizon futur, à plus long terme, en permettant une évolution vers un autre mode de transport en commun plus performant.

Enfin, par son coût maîtrisé, il assure et garantit la capacité de la collectivité à pourvoir à son financement sans pour autant obérer sa capacité à procéder d'autres investissements dans ses autres domaines de compétence.

5.2.1.2. UN PROJET QUI CONCILIE LA PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT ET CELLES DES CONTRAINTES DE TOUTES NATURES SUBIES PAR LE MAÎTRE D'OUVRAGE DANS LE RESPECT D'UN COÛT FINANCIER MAÎTRISÉ ET SUPPORTABLE PAR LA COLLECTIVITÉ

D'aucun pourrait considérer que la solution retenue n'est pas la meilleure d'un point de vue environnemental.

Cela étant, le choix du projet a été opéré au regard de ses impacts sur toutes les composantes de l'environnement. Par ailleurs, les notions d'évitement, de réduction, et enfin de compensation des impacts résiduels ont également guidé le Maître d'Ouvrage.

A ce titre, la démarche s'est voulue progressive et successive : il a été recherché avant tout de tendre vers la suppression des impacts négatifs, puis il a été visé l'objectif de réduire ceux des impacts qui ne pouvaient être évités, enfin, ont été définies des mesures compensatoires aux impacts qui n'ont pu être ni évités ni réduits totalement.

Notamment, les mesures d'évitement ont guidé et motivé le choix du tracé et son positionnement. Globalement, l'ensemble de la planèze du massif de la montagne (incluant les ravines qui la traversent) et les falaises de la Route du Littoral sont considérées comme des espaces à plus ou moins forte valeur patrimoniale disposant de nombreux enjeux environnementaux : richesse écologique des ravines, cadre de vie préservé, paysages, patrimoine… De ce fait, il est apparu logiquement que plus une solution de tracé s'insérait directement dans les espaces terrestres plus elle devenait impactante et donc défavorable vis-à-vis des différentes thématiques environnementales.

Les solutions littorales ont par conséquent bénéficié d'une appréciation globalement positive vis-à-vis des thématiques environnementales avec un impact direct moindre et mieux maîtrisable sur le milieu terrestre.

Il s'ensuit que la solution retenue fait partie d'une famille de solutions littorales moins impactantes que les familles de tracés envisagées dans les études antérieures par les Hauts.

Pour autant, les contraintes liées à la Loi Littoral, notamment l'article L. 146-6, n'ont pas été ignorées.

A ce titre, le milieu marin du secteur, même s'il ne constitue pas un élément fort du patrimoine naturel à l'échelle de l'île, a cependant été une composante supplémentaire forte à prendre en compte afin de préserver et valoriser les milieux originaux du territoire.

Les solutions mixte digue - viaduc sur la frange littorale, et en particulier les solutions « deux viaducs » et « viaduc et digue » sont donc apparues comme un bon compromis d'un point de vue environnemental, économique et social.

Le choix de la digue en solution de base pour les sections à largeur variable a été réalisé sur la base des considérations techniques et financières et du fait de l'absence d'enjeux forts (hors massifs coralliens sur secteurs spécifiques).

D'un point de vue technique, il faut souligner que le niveau de service est moindre pour un viaduc, en particulier concernant la sécurité, du fait de la différence des profils en travers : 34 m utiles pour la digue et 28,9 m utiles pour le viaduc.

Ce choix de variante constitue ainsi un choix réaliste et pragmatique compatible avec la capacité financière de la collectivité régionale.

En outre, il présente également l'intérêt d'un point de vue socio-économique de pouvoir constituer un levier pour relancer nombre de secteurs d'activités locaux qui ont subi un ralentissement de leur activité avec la crise économique qui touche durement la sphère du BTP.

5.2.1.3. CONCLUSION

Le projet retenu répond à une nécessité et est également une priorité pour la collectivité régionale.

Par ailleurs, ne pas procéder à la sécurisation complète et totale de l'actuelle Route du Littoral conduirait inéluctablement la Région Réunion à être condamnée, chaque année, à procéder à de nouveaux investissements en vue de parfaire encore et toujours la sécurité d'une infrastructure qui s'avérera par elle-même et de plus en plus source de risques compte tenu de son ancienneté et des agressions naturelles auxquelles elle est soumise. La poursuite de ces opérations de sécurisation est par ailleurs très impactante pour les écosystèmes de la falaise littorale alors que les incidences indirectes que pourraient avoir la Nouvelle Route du Littoral sur ces derniers ne sont pas avérées.

Ne rien faire conduirait également la Région Réunion à admettre que le fonctionnement de son territoire est soumis à des aléas naturels qu'elle ne peut maîtriser avec toutes les conséquences économiques, sociales et humaines susceptibles de résulter de la survenance de l'aléa, notamment si un phénomène de grande ampleur venait à se produire à une période de pointe.

Ainsi, ne rien faire ne permettrait pas de limiter les coûts des investissements, pas plus que cela ne permettrait de s'affranchir des risques et de leur conséquences.

Le coût du nouvel investissement qui est de nature à permettre à la collectivité de s'affranchir du risque ne saurait donc, de ce point de vue, apparaître comme trop élevé sur le très long terme.

Enfin, si le projet retenu présente des inconvénients, au regard notamment de ses impacts sur l'environnement, ces inconvénients ont été limités et maîtrisés autant que faire se pouvait.

À ce titre, la question du coût du projet et de la nécessité de sa maîtrise ont conduit la collectivité à opérer un choix qui apparaît en définitive réaliste et pragmatique. Cependant, le Maître d'Ouvrage a la volonté de réduire l'impact environnemental du projet par des dispositifs spécifiques et de mettre en œuvre des mesures compensatoires adaptées aux impacts résiduels de la variante choisie.

La Région a donc privilégié une solution compatible avec ses capacités de financement et lui permettant de répondre aux objectifs poursuivis, parmi lesquels figure la nécessité d'adapter le nouvel axe au développement d'un mode de transports collectifs en site propre, intégrant ainsi dans son projet une possibilité future de réponse à la problématique des déplacements sur le territoire, et ce, selon un développement progressif et phasé.

La mutualisation recherchée entre le nouvel axe routier et le développement progressif des transports en commun constitue le choix de la raison.

Certes la réalisation du projet ne résoudra pas toutes les difficultés liées aux conditions de circulation sur l'île et à la congestion de certains axes ou de certaines entrées d'agglomérations.

Toutefois, outre que cela ne constitue pas son objectif précis, s'agissant d'un projet de sécurisation, il présentera l'avantage majeur de permettre aux réunionnais ou aux touristes d'emprunter l'axe du littoral sans avoir la crainte d'y trouver la mort de manière totalement inopinée et soudaine.

Il présentera également l'avantage de mettre un terme aux modes d'exploitation dégradé de l'actuel axe dont les conséquences socio-économiques sont loin d'être négligeables.

Il sera également de nature à permettre aux générations futures de l'île de relever d'autres défis, la sécurisation de l'axe structurant majeur de La Réunion étant assuré au moins pour les cent prochaines années.

5.2.2. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES

5.2.2.1. TRACÉ EN PLAN

Les caractéristiques géométriques principales du tracé en plan de la section courante sont les suivantes :

- la longueur du tracé est d'environ 13,8 km, y compris les raccordements sur l'existant au-delà des ouvrages en digue ou en viaduc ;
- le premier tronçon sur digue, pour le raccordement côté Saint-Denis, s'étend du PK 1,2 au PK 2,5 (vitesse limite : 90 km/h excepté la section du raccordement RN 6 à Saint-Denis limitée à 70 km/h) ;
- le tronçon sur viaduc du PK 2,5 au PK 7,9 (vitesse limite : 90 km/h) ;
- le deuxième tronçon sur digue, du PK 7,9 au PK 13,4, y compris l'ouvrage viaduc de Grande Chaloupe entre PK 8,5 et 8,7 (vitesse limite : 90km/h).

Le projet comprend :

- deux échangeurs à chaque extrémité :
  - à Saint-Denis, avec une zone de raccordement à la RN 6 (boulevard sud) et une zone de raccordement à la RN 1 (boulevard du Barachois) et un maintien des 2 voies sur ces deux bretelles de raccordement,
  - à La Possession, raccordement à la RN 1 existante et à la RD 41 (et rue Mondon) ;
- la desserte de la Grande Chaloupe aux environs du PK 8,5.

La configuration générale retenue pour la conception de **l'échangeur de La Possession** tient en grande partie à la volonté de marquer l'entrée de la ville de La Possession par un ouvrage résolument urbain. La compacité obtenue pendant les études de détail permet par ailleurs de répondre au souci du Maître d'Ouvrage de minimiser l'emprise maritime de l'ouvrage.

Le concept développé est un échangeur de type giratoire dénivelé en passage inférieur sur l'ouvrage de la ravine Lafleur, desservi par quatre bretelles diagonales faiblement écartées de la section courante et un barreau double de liaison menant à la RD41 et au centre-ville. L'élément de liaison entre le barreau et la RD41 et les voiries rayonnantes consiste en un giratoire plan.

La configuration générale retenue pour la **desserte de La Grande Chaloupe** tient en grande partie à la volonté :

- de concevoir une desserte autorisant tous les échanges dans un espace réduit, délimité par la polygonale de chute de blocs : rétablissement à l'identique tous les échanges existants (desserte complète) avec maintien de la continuité des transports en commun et des modes doux et la sécurisation de l'infrastructure contre les risques de chutes de pierres de la falaise et les risques liés à la houle,
- de profiter de cet aménagement pour mettre en valeur le site et créer un espace public en redéfinissant un lien entre les lieux de vie, le Lazaret et l'océan, grâce à la réalisation d'un viaduc de 240 m de longueur (cf. description de l'ouvrage au chapitre 5.1.4 précédent).

Les cartes suivantes présentent une vue en plan du projet retenu.

VUE EN PLAN DU PROJET

Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession

SAINT-DENIS

ravine des brises

ravine potasse

bras gentil

rivière saint-denis

PK: 1.5

PK: 2.0

PK: 2.5

BR 1

BR 2

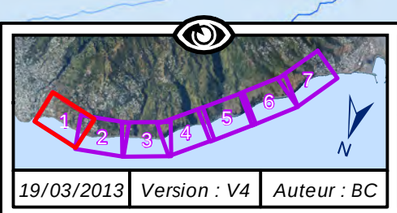
OH 031A

OH 016

OH 022

5

10



19/03/2013 | Version : V4 | Auteur : BC

ECHELLE 1:5 000

0 50 100 m

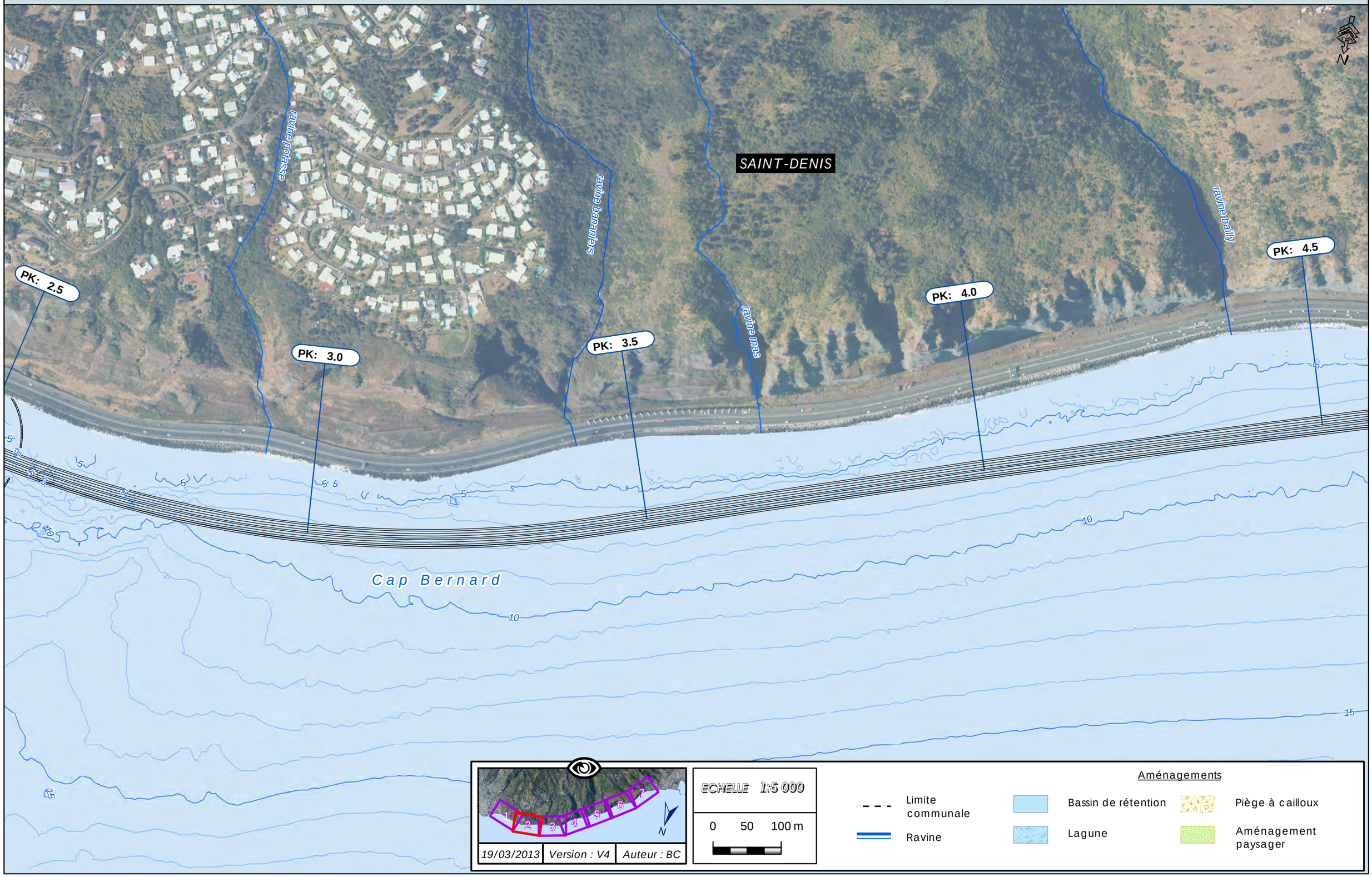
Aménagements

- Limite communale
- Ravine
- Bassin de rétention
- Lagune
- Piège à cailloux
- Aménagement paysager

VUE EN PLAN DU PROJET

Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession

2



VUE EN PLAN DU PROJET

Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession

3

grande ravine

SAINT-DENIS

ravine jeanneton

ravine cailloux

PK: 4.5

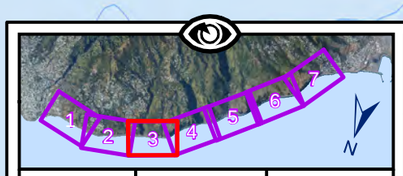
PK: 5.0

PK: 5.5

PK: 6.0

PK: 6.5

Pointe du Gouffre



19/03/2013 | Version : V4 | Auteur : BC

ECHELLE 1:5 000

0 50 100 m

Aménagements

- Limite communale
- Ravine
- Bassin de rétention
- Lagune
- Piège à cailloux
- Aménagement paysager

VUE EN PLAN DU PROJET

Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession

SAINT-DENIS

ravine cailloux

bras fidèle

ravine à jacques

PK: 6.5

PK: 7.0

PK: 7.5

PK: 8.0

BR 3

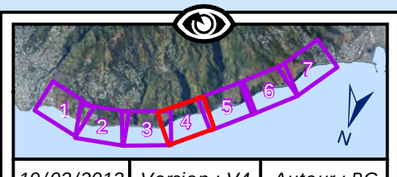
5

10

15

20

25



19/03/2013 | Version : V4 | Auteur : BC

ECHELLE 1:5 000

0 50 100 m

Aménagements

- Limite communale
- Ravine
- Bassin de rétention
- Lagune
- Piège à cailloux
- Aménagement paysager

VUE EN PLAN DU PROJET

Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession

5

SAINT-DENIS

LA POSSESSION

ravine tamarins

ravine de la grande chaloupe

ravine de la petite chaloupe

PK: 8.0

PK: 8.5

PK: 9.0

PK: 9.5

PK: 1

BR 3

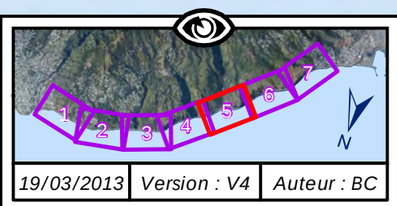
BR 4

OH 097

5

10

15



19/03/2013 | Version : V4 | Auteur : BC

ECHELLE 1:5 000

0 50 100 m

Aménagements

- Limite communale
- Ravine
- Bassin de rétention
- Lagune
- Piège à cailloux
- Aménagement paysager

VUE EN PLAN DU PROJET

Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession

LA POSSESSION

PK: 10.0

PK: 10.5

PK: 11.0

PK: 11.5

BR 5

OH 102

OH 106

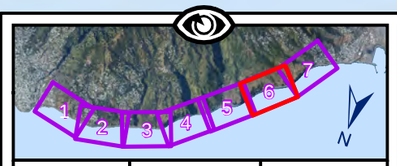
OH 111

OH 116

ravine à malheur

5

10



19/03/2013 | Version : V4 | Auteur : BC

ECHELLE 1:5 000

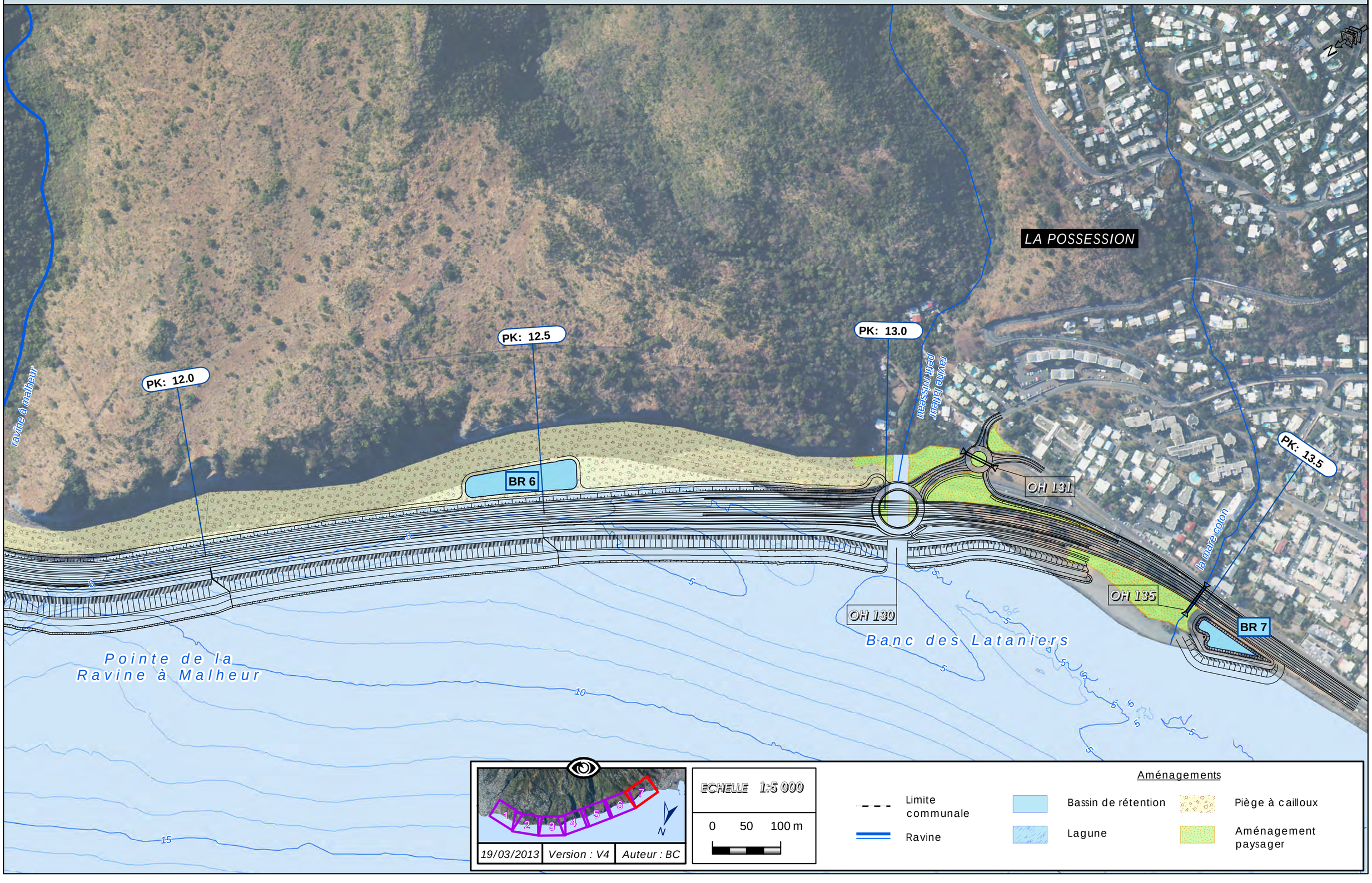
0 50 100 m

Aménagements

- Limite communale
- Ravine
- Bassin de rétention
- Lagune
- Piège à cailloux
- Aménagement paysager

VUE EN PLAN DU PROJET

Nouvelle Route du Littoral sécurisée entre Saint-Denis et La Possession



5.2.2.2. PROFILS EN TRAVERS FONCTIONNELS

Le profil en travers fonctionnel comprend :

- une 2x2 voies routières ;
- un transport collectif de type routier (bus) sur voies dédiées en section courante, sauf entre Saint-Denis et la Grande Chaloupe (sur une voie partagée avec la circulation routière sur le viaduc) ;
- une piste bidirectionnelle dédiée aux modes doux intégrée au profil en travers type côté mer (piétons et cyclistes).

Les profils en travers fonctionnels sur les sections en digue et sur les sections en viaduc sont présentés ci-après. Ils sont conçus pour prendre en compte la création dans le futur d'un transport collectif en site propre (TCSP) sans nécessiter de reprises de travaux lourds sur les ouvrages les plus importants (viaducs, digue).

Profil en travers des sections en digue

Les bus circulent sur des voies réservées situées sur chaque demi-chaussée entre la voie lente (VL) et la bande d'arrêt d'urgence (BAU).

Le profil en travers est en toit sur la totalité du projet (dévers de la chaussée vers l'extérieur) et l'assainissement longitudinal est assuré par un caniveau à fente (CAF) de diamètre 500 mm implanté dans la BAU de part et d'autre de la plate-forme routière. Le traitement de la pollution chronique et le stockage de la pollution accidentelle sont réalisés au moyen de bassins multifonctions implantés dans l'espace du piège à cailloux.

Des dispositifs de retenue (DR) type double glissière en béton adhérent (DBA) en terre-plein central (TPC), et glissière en béton adhérent (GBA) en bordure de chaussée, sont prévus.

Le profil en travers proposé sur digue présente une largeur de 34 m avec les caractéristiques du tableau et de la figure suivants.

Berme (GBA + CAF)	BAU	Voie bus	Voie lente	Voie rapide	TPC (DBA)	Voie rapide	Voie lente	Voie bus	BAU	GBA + CAF	Mode doux
1,90	3,00	3,50	3,50	3,25	2,10	3,25	3,50	3,50	3,00	0,50	3,00

Tableau 7 : profil en travers - section en digue (en mètres)

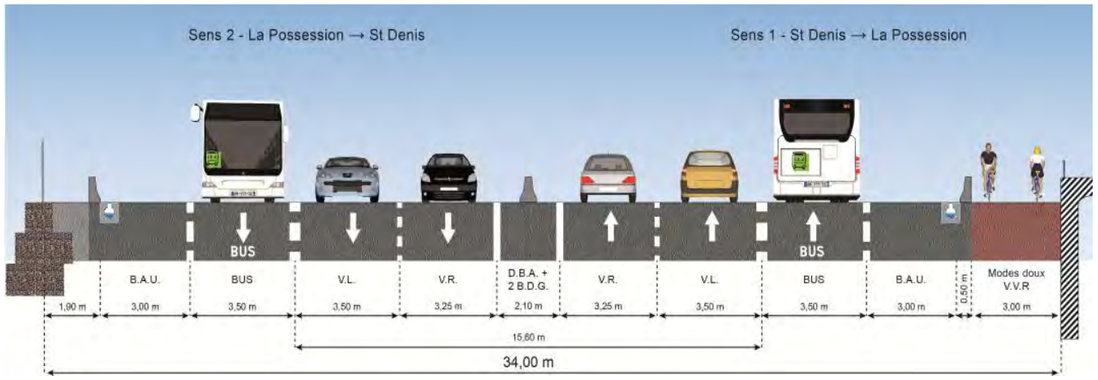


Figure 9 : profil en travers - section en digue

Profil en travers des sections en viaduc

Dans le sens Saint-Denis > La Possession, pour permettre l'intégration d'une piste mode doux et sécurisée vis-à-vis de la circulation routière sur les sections en viaduc, la voie lente est partagée entre les bus et les autres véhicules compte-tenu de la moindre charge de trafic dans ce sens.

Dans le sens La Possession > Saint-Denis, des bouchons se créent régulièrement et remontent très en amont sur la route littorale. Il est donc proposé que les bus circulent sur une voie dédiée.

Compte-tenu de la géométrie du tracé en plan, le profil en travers est en toit sur la totalité de la section courante. L'assainissement longitudinal est assuré par des corniches caniveaux situées de part et d'autre du tablier du viaduc. Le traitement de la pollution chronique et le piégeage de la pollution accidentelle peuvent ainsi être réalisés dans les bassins multifonctions implantés à chaque extrémité du viaduc dans l'espace du piège à cailloux des sections en digues.

Le profil en travers type proposé sur viaduc présente une largeur de 28,9 m avec les caractéristiques du tableau et de la figure suivants.

DR	BAU	Voie Bus	Voie lente	Voie rapide	TPC (DBA)	Voie rapide	VL + BUS	BAU	GBA	Mode doux	DR
0,65	2,50	3,50	3,50	3,25	2,10	3,25	3,50	2,50	0,50	3,00	0,65

Tableau 8 : profil en travers - section en viaduc (en mètres)

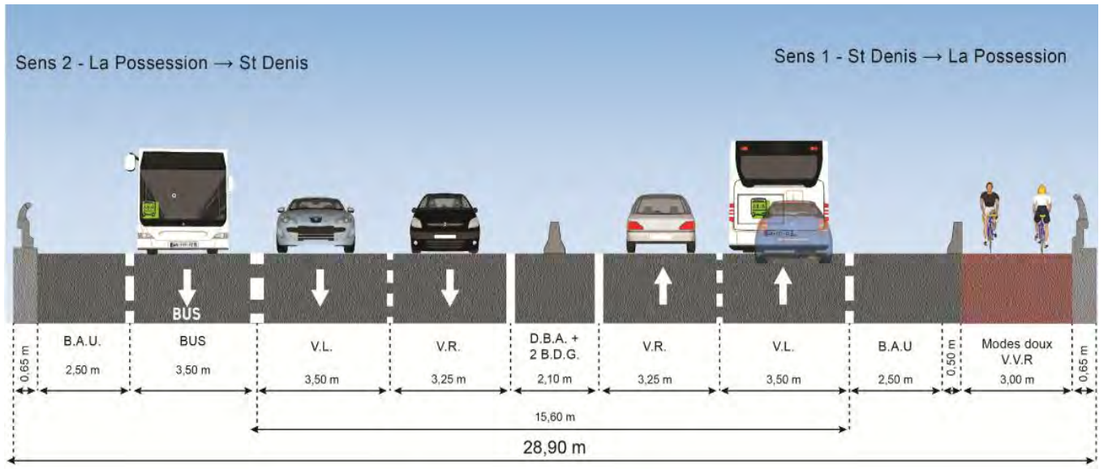


Figure 10 : profil en travers - section en viaduc

Suite à l'arrêté préfectoral du 7 mars 2012 déclarant le projet d'utilité publique, la région a continué les études de détail afin que la Nouvelle Route du Littoral favorise la circulation des transports collectifs routiers mais permette aussi la circulation des cyclistes dans des conditions de sécurité améliorées par rapport à la situation actuelle. C'est pourquoi le profil en travers du viaduc a évolué depuis le dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique afin d'intégrer les modes doux sur une voie dédiée, mais aussi pour améliorer la sécurité des voies circulées (passage d'une bande dérasée de 1,95 m de large à une bande d'arrêt d'urgence de 2,5 m). Cette évolution a nécessité la circulation des bus sur la voie lente avec les autres usagers dans le sens Saint-Denis > La Possession sur la section en viaduc, sans remettre en cause l'exposé des motifs énoncés dans l'arrêté préfectoral. En effet, une voie facilite toujours les transports en commun routiers dans le sens La Possession > Saint-Denis, plus souvent saturé, et deux voies dédiées restent disponibles sur la section en digue.

5.2.2.3. PROFIL EN TRAVERS TECHNIQUES DES OUVRAGES

Section en digue

Côté falaise, le profil fonctionnel défini ci-avant est complété par un piège à cailloux aménagé en un nouvel écosystème (*cf. chapitre 5.2.2.4 page 64*). Il comportera une voie de service, l'assainissement longitudinal en pied de digue (fossés) et les ouvrages de traitement aux exutoires.

Entre le piège à cailloux et la plate-forme routière, le talus en remblais est incliné à 70° et le niveau de la chaussée se situera *a minima* à +9 m par rapport au niveau du piège à cailloux pour être protégé des phénomènes de rebond de blocs. Ce dispositif est complété par un écran pare-éclats (pouvant être de type grillage) situé en tête de mur et permettant de conserver une berme entre ce grillage et la GBA.

Côté mer, la plate-forme est bordée par un mur déflecteur de houle, appelé également mur chasse mer (surmonté le cas échéant d'un soutènement lorsque la cote de chaussée se situe à un niveau plus haut), de 0,8 m de hauteur (hauteur identique à celle de la GBA en rive de chaussée).

La stabilité de la digue côté mer est assurée par une carapace de protection (blocs béton), ancrée dans le fond marin par une butée de pied et un tapis anti-affouillement.

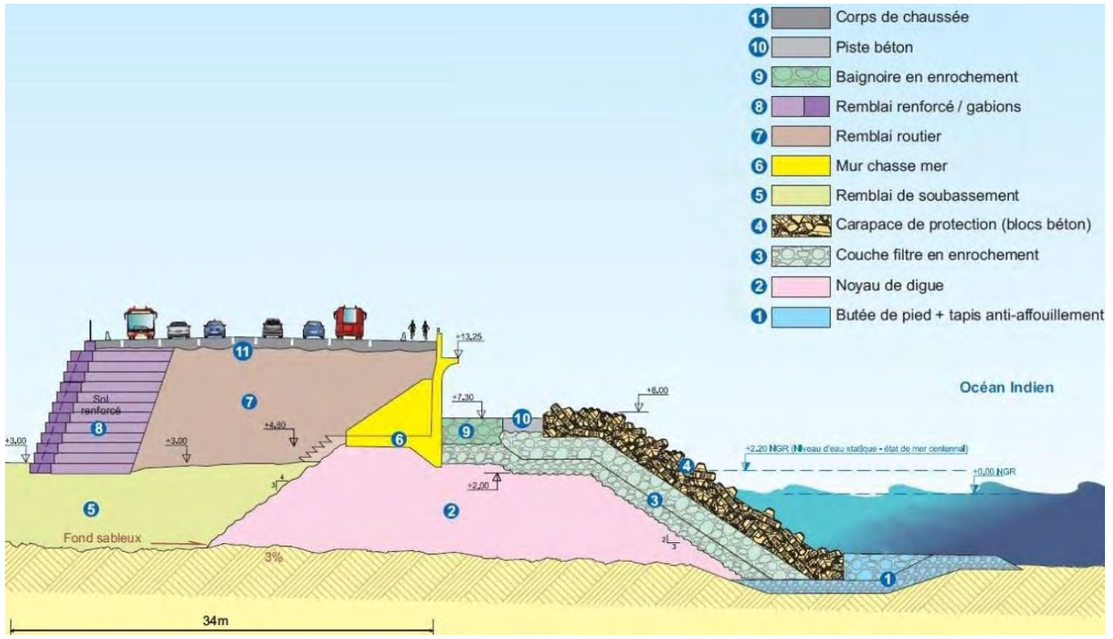


Figure 11 : profil technique de la digue

Section en viaduc

La structure du tablier retenue pour permettre de supporter le profil fonctionnel, tout en préservant la possibilité d'évolution vers un TCSP en mode routier ou ferroviaire léger, est à tablier unique (c'est-à-dire que les deux sens de circulation reposent sur la même structure).

Les deux structures du tablier retenues à ce stade des études sont de type mono-caisson avec tablier à hauteur constante et de type mono-caisson avec tablier à hauteur variable.

Figure 12 : mono-caisson avec tablier à hauteur variable (*source : Signes Paysages*)

Deux types de fondation seront employés en fonction des caractéristiques géotechniques au droit de chaque pile considérée :

- les fondations semi-profondes, constituées de semelles cylindriques de 20 m de diamètre ;
- les fondations profondes, constituées de quatre pieux de 4 m de diamètre surmontés d'une semelle de 16 m de côté.

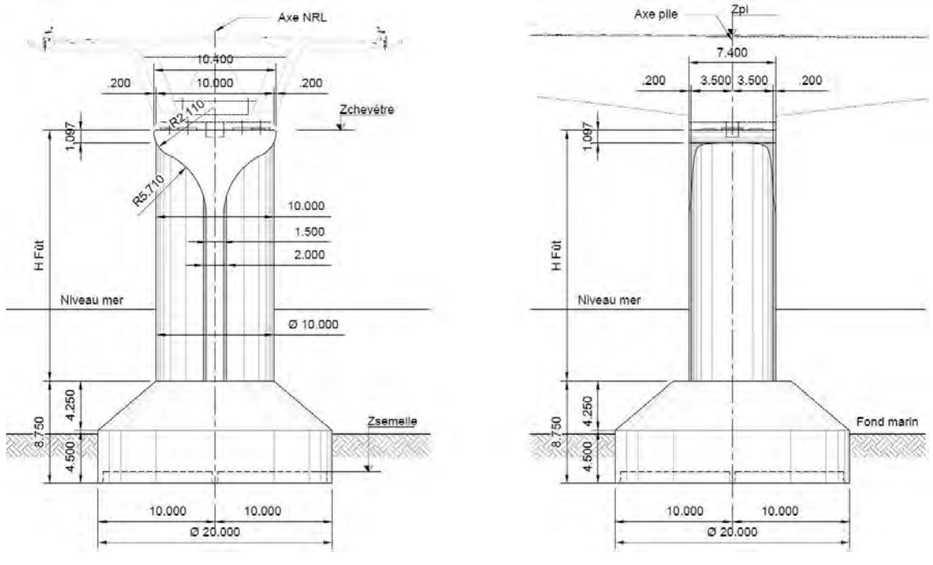


Figure 13 : fondation semi-profonde d'une pile de caisson (tablier à hauteur variable)

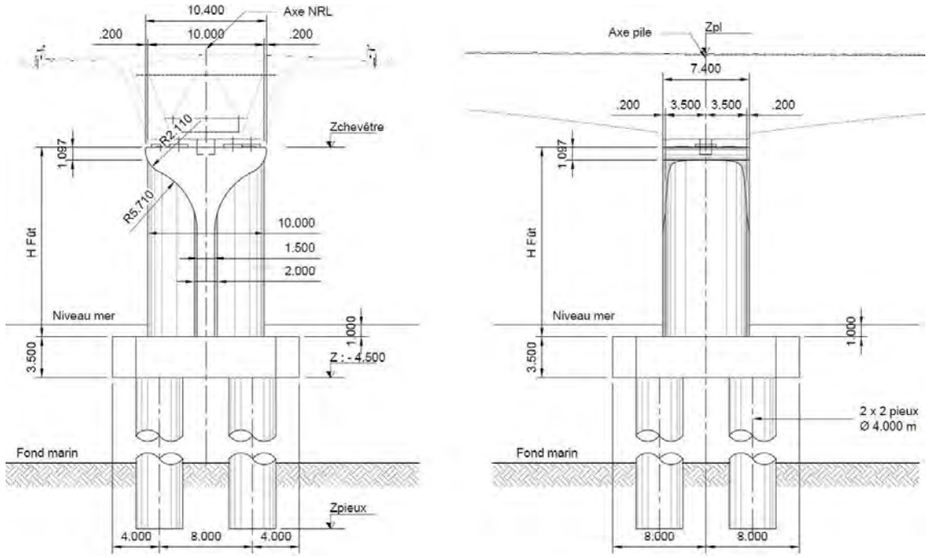


Figure 14 : fondation profonde d'une pile de caisson (tablier à hauteur variable)

Selon la nature du caisson du tablier, la longueur de travée diffère. Ainsi, le nombre total de piles est le suivant, en fonction de la solution retenue :

- 56 piles pour la solution avec tablier à hauteur constante, dont :
  - 31 piles à fondation semi-profondes,
  - 25 piles à fondation profonde ;
- 48 piles pour la solution avec tablier à hauteur variable, dont :
  - 25 piles à fondation semi-profondes,
  - 23 piles à fondation profonde.

La position des piles n'est donc pas figée à ce jour. Cependant, avec le tracé retenu, elles ne seront localisées dans aucune zone sensible à substrats durs favorables aux coraux. Préalablement au démarrage du chantier, lorsque le choix d'implantation des piles aura été définitivement effectué avec l'entreprise chargée des travaux, leur position exacte sera portée à connaissance des services de Police de l'eau.

Par ailleurs, l'ouvrage se situe en mer dans des zones dont les fonds sableux sont soumis à la houle et aux courants. Dans ce contexte, les piles sont exposées à des phénomènes d'affouillement. Au vu de la gravité du phénomène s'il arrivait, il est nécessaire de prévenir le risque par la mise en œuvre d'un tapis anti-affouillement pour protéger les fondations.

Ce tapis, mis en œuvre systématiquement, sera constitué d'enrochements de 2-4 t sur 2,45 m d'épaisseur reposant sur un filtre rocheux de 100-300 kg de 1 m d'épaisseur.

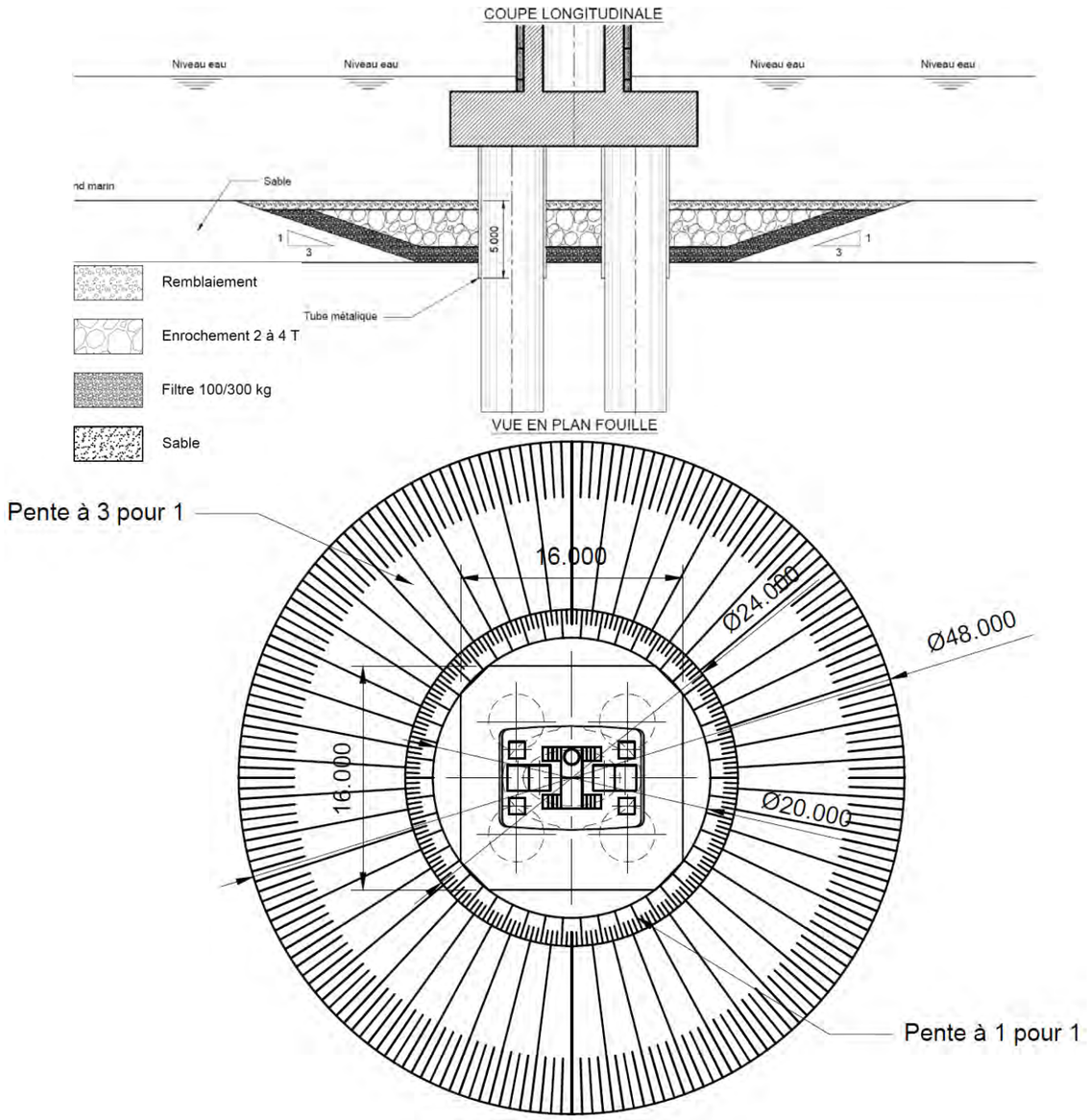


Figure 15 : assise d'une pile en fondation profonde avec son tapis anti-affouillement (coupe de principe, non contractuelle)

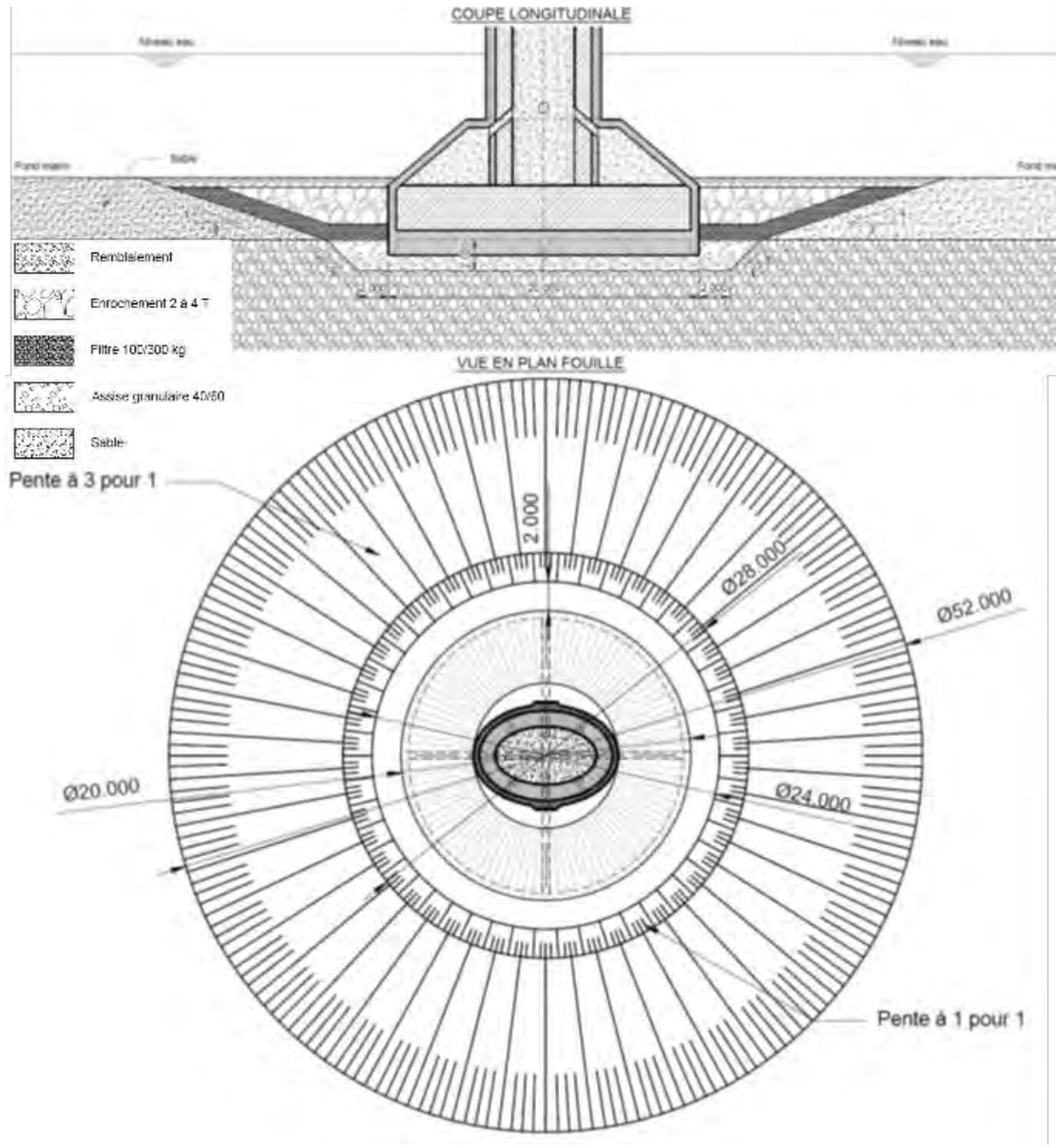


Figure 16 : assise d'une pile en fondation superficielle avec son tapis anti-affouillement (coupe de principe, non contractuelle)

Sur la section en viaduc, la route actuelle sera maintenue en parallèle de la Nouvelle Route du Littoral, après sa construction, pour :

- continuer à jouer son rôle de protection naturelle du pied de falaise contre l'érosion côtière,
- assurer une fonction de secours, en cas d'impossibilité de circuler sur le viaduc. Cette situation a une très faible probabilité de se produire et sera exceptionnelle. La conception sécurisée du viaduc et le profil en travers beaucoup plus adapté que la route actuelle limitent considérablement le risque de coupure de la Nouvelle Route du Littoral. Si cette situation se produit néanmoins, le basculement de la circulation sur la route actuelle nécessitera de réaliser un raccordement à la Nouvelle Route du Littoral (rampe d'accès). Ces aménagements nécessiteront la destruction de deux bassins d'assainissement dont le rôle est essentiellement le traitement des eaux du viaduc (BR2 et BR3 – cf. chapitre 5.2.2.5.4), ces ouvrages seront reconstruits une fois cette situation exceptionnelle terminée.

5.2.2.4. AMÉNAGEMENT DU PIÈGE À CAILLOUX

5.2.2.4.1. VÉGÉTALISATION DU PIÈGE À CAILLOUX

Des opérations de génie écologique sont envisagées pour la végétalisation du piège à cailloux, dans un objectif d'abord d'aménagement paysager permettant de lutter contre les espèces exotiques envahissantes. Cet aménagement pourrait aussi être favorable aux écosystèmes et d'habitats naturels, avec des espèces de la forêt semi-sèche. La végétalisation des échangeurs et de la desserte prévoit également l'utilisation de ces espèces caractéristiques de ces habitats naturels.

Les végétaux prévus pour cette opération sont des espèces indigènes et endémiques de l'île de La Réunion (en cohérence avec les espèces conseillées dans le cadre de la DAUPI pour les zones littorales 1, 3 et 4), avec les espèces végétales protégées ou en cours de protection suivantes :

- **espèces protégées** au titre de l'arrêté du 6 février 1987 fixant la liste des espèces végétales protégées dans le département de La Réunion :
  - Bois puant (*Foetidia mauritiana*),
  - Bois d'ortie (*Obetia ficifolia*),
  - Bois de chenille (*Clerodendrum heterophyllum*),
  - Bois blanc rouge (*Poupartia borbonica*),
  - Bois de senteur blanc (*Ruizia cordata*),
  - Bois d'éponge (*Gastonia cutispongia*),
  - Bois de sable (*Indigofera ammoxylon*),
  - Saliette *(Psiadia retusa)* ;
- **espèces en cours de protection** :
  - Bois de Paille-en-queue (*Monarrhenus salicifolius*),
  - Benjoin (*Terminalia bentzoe*),
  - Mahot tantan (*Dombeya acutangula*),
  - Bois de balais (*Fernelia buxifolia*),
  - Phragmite (*Phragmites mauritianus*),
  - Souchet étendu (*Cyperus expansus*),
  - Aloès rouge (*Aloe purpurea*),
  - Latanier rouge (*Latania lantaroides*),
  - Palmiste blanc (*Dictyosperma album*),
  - Porché (*Thespesia populneoides*),
  - Mova (*Hibiscus tiliaceus*).

Les informations détaillées relatives à l'implantation de ces espèces dans le piège à cailloux (localisation, superficies des zones plantées et nombre de plans prévus) sont données dans le Volume 3 du présent dossier (sous-dossier « Flore »).

D'autres espèces indigènes et endémiques, ni protégées, ni en cours de protection, sont également prévues dans la palette végétale (les espèces conseillées dans le cadre de la DAUPI pour les zones littorales 1, 3 et 4 sont listées en gras) : **Veloutier *(Heliotropium foertherianum),* Vacoi (*Pandanus utilis),* Patate cochon (*Canavalia rosea*), Patate à Durand (*Ipomoea pes-caprae*), Manioc marron du bord de mer (*Scaevola taccada*),**Ti l'affouche (*Ficus reflexa*), Affouche rouge (*Ficus rubra),* Bois rouge *(Cassine orientalis),* Bois de Juda *(Cossinia pinnata),* Grand natte (*Mimusops maxima),* Saliette (*Psiadia retusa),* Liane d'olive (*Secamone volubilis),* Bois de chandelle (*Dracaena reflexa),* Bois de nèfle *(Eugenia buxifolia),* Bois de gaulette *(Doratoxylon apetalum),* Bois d'olive blanc *(Olea lancea),* Massette (*Typha domingensis),* Bois dur *(Securinega durissima),* Bois de reinette (*Dodonaea viscosa*), Bois de demoiselle (*Phyllantus casticum),* Liane patte-poule *(Toddalia asiatica),* Herbe polisson *(Heteropogon contortus),* Jonc épars *(Juncus effusus*), Chiendent pied-de-poule (*Cynodon dactylon*), Chiendent patte-poule (*Dactyloctenium aegyptium*), Citronnelle marron (*Cymbopogon caesius*), Gazon bord de mer (*Zoysia matrella),* Vavangue (*Vangueria madagascariensis*) et *Fimbristylis cymosa*. **Compte-tenu de leur statut (ni protégée, ni en cours de protection), ces espèces sont listées ici à titre informatif mais ne sont pas traitées dans le présent dossier.**

À noter que l'ensemble de l'aménagement du piège à cailloux est conçu pour évoluer suivant une dynamique spontanée et pour limiter l'entretien d'un espace qui présentera des risques (chute de blocs de la falaise). Ainsi, aucun entretien spécifique n'est prévu au niveau du piège à cailloux, en dehors d'un plan d'action contre le développement des Espèces Exotiques Envahissantes (détaillé dans le Volume 3 du présent dossier).

5.2.2.4.2. MISE EN ŒUVRE D'UNE LAGUNE TROPICALE

Une lagune tropicale sera aménagée dans le piège à cailloux, exondement localisé entre la falaise et les ouvrages de type digue de la Nouvelle Route du Littorale. Ce dernier doit permettre une protection suffisante de la nouvelle route contre la chute de blocs de la falaise.

Rappelons que l'aménagement d'une lagune tropicale est motivé :

- en premier lieu, pour lutter contre les espèces exotiques envahissantes ;
- pour créer un habitat de type lagunaire alimenté en eau de mer et enrichir la diversité paysagère, la lagune contrastant avec l'aspect minéral du piège à cailloux hors lagune.

Cet aménagement pourra par ailleurs créer des conditions favorables au développement d'une biodiversité nouvelle, sans qu'il soit toutefois possible de se prononcer sur les espèces qui seront susceptibles de coloniser la lagune. Un suivi écologique en phase exploitation sera réalisé pour inventorier les espèces qui seront susceptibles de coloniser la lagune (voir descriptif des mesures de suivi dans le Volume 2 du présent dossier de demande de dérogation relative aux espèces protégées).

Contraintes

Le piège à cailloux est soumis à des contraintes diverses, telles que la transparence hydraulique, la stabilité des ouvrages, la protection de la Nouvelle Route du Littoral contre les chutes de blocs, l'entretien et la maintenance des bassins de traitement des eaux, l'intégration paysagère, les enjeux écologiques…

L'aménagement d'une lagune tropicale résulte d'un compromis entre ces différentes contraintes et garantit les conditions de sécurité sur l'infrastructure projetée. Les problématiques propres à l'hydraulique et à l'écologie, qui intéressent particulièrement les enjeux associés aux milieux humides ou aquatiques, sont développées dans le présent chapitre.

Hydraulique

La topographie de la lagune doit permettre d'atteindre l'objectif de transparence hydraulique de la digue.

Les apports en eau douce s'effectuent via les bassins versants naturels, soit un débit de crue centennale sur l'ensemble de la lagune de 51,6 m^3/s. À noter que les six bassins versants considérés ne présentent aucune ravine remarquable, c'est-à-dire aucun à écoulement pérenne. Les ouvrages hydrauliques (OH) seront dimensionnés pour évacuer la crue centennale des bassins versants.

Les ouvrages hydrauliques (OH 102, OH 106 et OH 111) seront conçus pour fonctionner dans les deux sens et permettront un apport en eau salée dans la lagune (suivant leur largeur et leur calage au fond, grâce au marnage (de 0,1 à 0,9 m par marée de 6h) et à l'influence des vagues et du courant). À noter qu'en période de cyclones, le niveau moyen de la mer augmente (houles…) jusqu'à un niveau maximal de 3 m NGR dans la lagune.

Ainsi, des variations très rapides de salinité seront observées en période de pluies (apport d'eau douce des bassins versants). Cependant, la lagune est réalisée dans une portion du piège à cailloux dans laquelle ne se déverse pas de ravine à écoulement pérenne pour éviter des risques de dessalure néfastes aux milieux lagunaires.

Écologie

La falaise littorale présente une biodiversité avec certaines caractéristiques exceptionnelles, comme la présence du Bois de Paille-en-queue.

Bien que ce milieu soit fortement perturbé par les impacts anthropiques (dont l'aménagement de la Route du Littoral actuelle avec ses filets de protection ou la prolifération importante dans certains secteurs d'espèces exotiques envahissantes), son intérêt reste réel, plus spécifiquement pour la flore et l'avifaune. De plus, elle offre des potentialités vis-à-vis d'une biodiversité encore mal connue aujourd'hui et assure des fonctionnalités essentielles (rôle important de réservoir et corridors biologiques, zone de refuges…).

Moustiques

La lutte contre la prolifération des moustiques fait l'objet d'un plan stratégique de prévention et d'actions de la part des services de l'état, surtout depuis l'épisode du Chikungunya qui a touché près d'un tiers de la population réunionnaise de 2005 à 2007.

L'*Aedes albopictus* peut transmettre de nombreux arbovirus dont celui de la dengue et est plus particulièrement responsable de l'épidémie de Chikungunya à l'île de la Réunion. Les caractéristiques suivantes de la conception de la lagune ont été prévues dans le but d'une meilleure maîtrise du risque de prolifération de moustiques *Aedes Ibopictus.* Ce risque parait ainsi très peu probable en considérant :

- la salinité forte de l'environnement lagunaire ;
- le renouvellement fréquent des eaux lagunaires et la présence de courant dans la lagune ;
- l'absence de volume mort,
- la présence espérée de poissons dans la lagune.

Un suivi spécifique est prévu pour vérifier les principes de fonctionnement précédents.

Hydrodynamisme de la lagune

Le confinement d'une lagune est le paramètre fondamental organisant les écosystèmes paraliques[2] de ce type de milieu, il a donc été étudié spécifiquement.

Première approche

Les lagunes sont des étendues d'eau souvent mal renouvelées et dont l'équilibre peut être rapidement modifié par des facteurs naturels ou anthropiques.

Peu de comparaisons du renouvellement des eaux de lagunes ont été effectuées. Seuls des ordres de grandeur concernant les temps de renouvellement théorique moyens sont disponibles dans la littérature.

$T_H = V/(dV/dt)$

Avec T_H le temps de renouvellement théorique moyen (en jours), V le volume moyen de la lagune (en m^3) et dV/dt le volume oscillant théorique par jour sous l'effet de la marée (en m^3/j).

Ce calcul prend uniquement en compte l'effet de la marée. Si la lagune était parfaitement mélangée, ce temps serait représentatif du temps moyen de rétention des eaux dans la lagune.

[2] *Écosystème de transition entre milieu marin et continental.*

Pour les lagunes existantes, les ordres de grandeur varient de quelques jours à quelques dizaines de jours. C'est le cas par exemple de la lagune de la Manche à eau en Guadeloupe (6 jours) qui présente des similitudes intéressantes avec la lagune envisagée dans le cadre du projet de la Nouvelle Route du Littoral, de par sa forme, sa situation géographique sous les tropiques et son environnement extérieur.

Pour la lagune étudiée, le temps de renouvellement théorique moyen est de 2 jours, ce qui est court. En effet, le marnage moyen est faible (30 cm) mais la profondeur moyenne de la lagune l'est aussi (50 cm environ). Cependant, le mélange des eaux de la lagune n'étant pas idéal, le renouvellement réel est bien inférieur au renouvellement théorique, et ceci d'autant plus en s'éloignant des ouvrages hydrauliques.

Modélisation de l'hydrodynamisme de la lagune

Une modélisation a été menée pour étudier l'hydrodynamisme des eaux de la lagune pour quantifier plus précisément les mélanges dans la lagune.

Cette modélisation a permis de prendre en compte plusieurs phénomènes de courantologie (courants de marée, mais aussi de dérive dus au vent ou à la houle ou encore à l'apport d'eau douce des bassins versants) selon divers scénarii (direction et puissance des vents et de la houle).

Globalement, le modèle avec trois ouvrages hydrauliques montre une bonne homogénéisation des eaux de la lagune, même si celui-ci reste faible loin des ouvrages (de l'ordre de 10 % sur une durée de 6 jours, *cf. figure suivante*), avec un taux de renouvellement moyen de l'ordre de 20 % et un taux maximum à proximité des ouvrages hydrauliques, pouvant dépasser les 90 %, en six jours.

La salinité de l'eau de la lagune sera forte, proche de celle de la mer, sauf en cas de fortes pluies où il y aura dessalure partielle (pour une pluie biennale) ou totale (pour une pluie centennale). Ces fortes variations de salinité ne sont pas favorables au développement de coraux, mais n'impactent pas le rôle principal prévu pour la lagune (servir de nourricerie pour les larves et juvéniles de poissons, surtout les espèces amphialines). Le peuplement de la lagune par ces espèces sera cyclique et sous l'influence des épisodes de dessalure.

Les taux réels de renouvellement dans la lagune sont aux endroits les plus défavorables de l'ordre de 10 % sur une durée de 6 jours. Cela est faible en comparaison avec les cas classiques de volumes confinés, tels que les marinas en Europe.

Cependant, les lagunes tropicales sont par nature des espaces mal renouvelés et dont l'hydrodynamisme est influencé par de nombreux paramètres. Les données associées sont ainsi plus rares et difficiles à comparer.

Par ailleurs, le modèle utilisé est limité par le nombre de paramètres considérés. Par exemple, l'influence de l'évaporation n'a pas été modélisée. L'évaporation dépend de multiples facteurs (vent, rayonnement, salinité, humidité…) et augmente le renouvellement de l'eau.

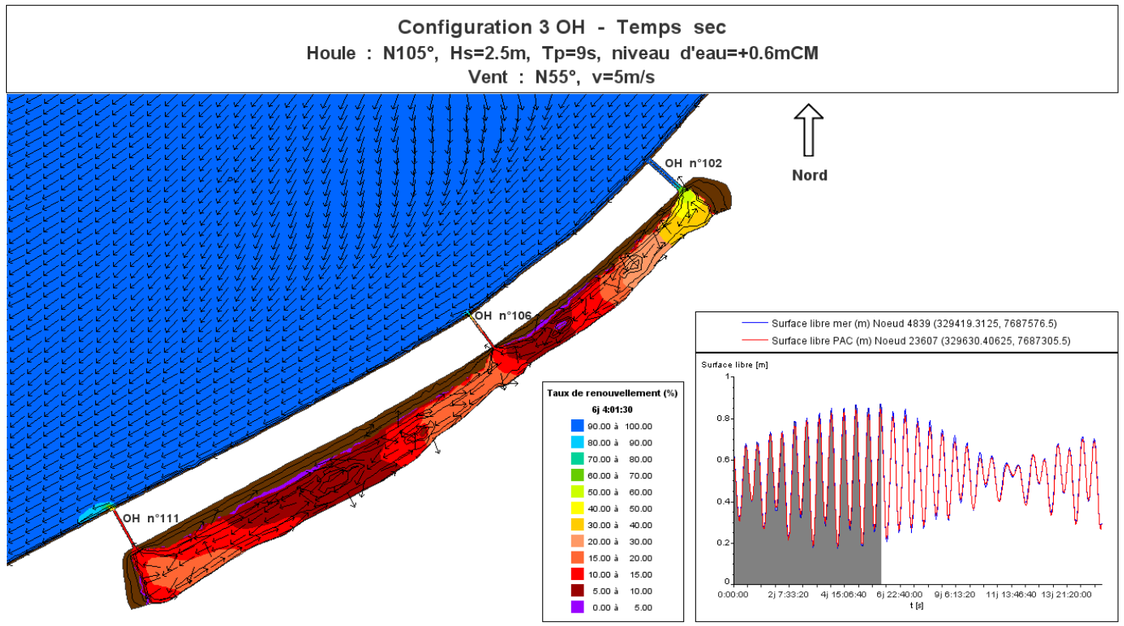


Figure 17 : taux de renouvellement de la lagune (scénario fréquent par temps sec)

Conclusion

Étant donnés la spécificité de cet espace, son caractère novateur, la difficulté de modéliser tous les paramètres influençant l'hydrodynamisme de la lagune et le peu de données disponibles, son fonctionnement doit être vérifié.

Si le fonctionnement prévu fait défaut, le programme de suivi prendra les dispositions nécessaires et notamment, en dernier recours, pourra combler l'espace lagunaire pour l'assécher et adapter les ouvrages hydrauliques en conséquence.

En cas de comblement de la lagune tropicale, d'un volume de 28 000 m^3, un aménagement écologique, de type aride végétalisé avec des espèces indigènes et endémiques, sera mis en œuvre, ainsi que la rehausse des radiers des ouvrages hydrauliques, par bétonnage, de manière à permettre une évacuation des eaux du piège à cailloux après comblement.

Aménagement de la lagune tropicale

Localisation

La lagune tropicale est située dans le piège à cailloux, encadrée à ses extrémités par les OH 102 et 111 (*cf. figures pages 69 et suivantes*).

La lagune est réalisée dans une portion du piège à cailloux dans laquelle ne se déverse pas de ravine à écoulement pérenne pour éviter des risques de dessalure néfastes aux milieux lagunaires.

Pour que le fonctionnement de la lagune soit optimal, il faut en effet que celle-ci :

- ait une surface suffisante ;
- ne soit pas connectée à des ravines dont les écoulements pourraient entraîner des phénomènes de dessalures trop fréquents et des problèmes de tolérances pour certaines espèces.

Le seul emplacement répondant à ces critères pour cet aménagement se trouve ainsi entre la ravine de la Petite Chaloupe et la ravine de la pointe à Malheur. La mise en place de ce type d'aménagement sur d'autres secteurs du piège à cailloux ne s'avère en effet pas pertinent pour permettre un fonctionnement optimal d'un tel aménagement.

Recommandations écologiques pour le développement d'une lagune tropicale

Les lagunes sont des espaces côtiers entre terre et mer. Ces espaces sont caractérisés par une grande productivité des premiers niveaux trophiques (production primaire : algues, phytoplancton) qui sont la base d'une forte production biologique. Ces milieux sont parmi les plus productifs de la planète. Ils sont des habitats privilégiés pour de nombreuses espèces de crustacés, mollusques, poissons et oiseaux. Ces espaces remplissent le rôle de nourricerie pour les espèces juvéniles.

En liaison directe avec l'océan par une relation continue ou intermittente, la profondeur et la salinité sont deux paramètres fondamentaux influençant la zonation des espèces de ces zones. Le confinement, qui peut être vu comme la distance « hydraulique » à la mer (ou temps de renouvellement complet des eaux), est cependant le paramètre fondamental organisant les écosystèmes paraliques (*cf. étude du chapitre précédent*).

Facteurs à considérer	Objectif	Mesures/actions prévues
Profondeur	Favoriser la production primaire	Profondeur maximale de la lagune de 1 m
Renouvellement des eaux dépendant de la marée, du nombre d'ouvertures, du vent, des courants…	Éviter l'eutrophisation	Trois ouvrages hydrauliques connectés à la lagune Peu de rejets anthropiques en provenance des bassins versants naturels
Apport de polluants par des activités externes	Éviter une pollution accidentelle ou chronique (ruissellements de polluants depuis la route)	Bassins de rétention des eaux pluviales ruisselant sur la chaussée
Variations de salinité	Éviter les variations brutales de salinité	Pas de mesure particulière : les variations de salinité sont maximales en période de crue, avec une fréquence compatible avec le développement d'un écosystème
Topo-bathymétrie des berges (5 % environ)	Permettre à la faune (alevins de poissons) de trouver un habitat favorable à son développement	Berges en pente douce (5 %) favorisant les petits fonds
	Favoriser le développement des alevins et juvéniles	Favoriser les étendues de très faibles profondeurs (20-30 cm)
Nature des matériaux des berges et des fonds	Favoriser le développement de la flore (berges) et de fonds favorisant la colonisation par le benthos	Ajout d'une couche superficielle (50 cm minimum) de matériau fin sur la lagune permettant le développement d'une végétation littorale rustique Plantation d'espèces végétales indigènes et endémiques (*Thespesia populnoides, Cyperus expansus, Phragmites mauritianus*)

Tableau 9 : résumé des recommandations écologiques pour la lagune tropicale

Formes

Les dimensions caractéristiques de la lagune tropicale sont synthétisées dans le tableau suivant.

Caractéristique	Dimension
Étendue (longueur)	900 m*
Largeur moyenne (maximale)	40 m (50 m)
Niveau minimum	-1 m NGR
Profondeur d'eau maximum	1 m
Surface	Environ 4,3 ha
Volume	Environ 28 000 m^3
Îlots	Quatre îlots en forme de bancs de sable à +1 m NGR
Pentes du fond de lagune	Douces (20 pour 1 quand espace disponible)
Volumes morts	Évités
Renouvellement	OH 102, 106 et 111 connectés qui assurent un renouvellement important des eaux de lagune grâce à une cote inférieure amont à -1 m NGR
Salinité hors fortes pluies	Forte par renouvellement de l'eau de mer et apports faibles en eau douce
Salinité fortes pluies	Faible par remplissage des eaux de pluie

* À noter que la lagune représente environ 11 % du linéaire du projet aménagé en digue avec piège à cailloux et s'étale sur environ 12,3 % de la superficie du piège à cailloux.

Ouvrages hydrauliques de la lagune

Le calage de fond pour les ouvrages hydrauliques de la lagune (OH 102, OH 106 et OH 111) sera de -1 m NGR en amont et -2 m NGR en aval. Les ouvrages ainsi construits seront surdimensionnés de 2 m en hauteur afin de prendre en compte la section hydraulique sous le niveau de la mer (*cf. tableau page 80*).

Des canaux d'écoulement des ravines seront aménagés en amont des ouvrages, dans la lagune, pour favoriser les écoulements d'eau douce provenant du bassin versant de manière à préserver une certaine salinité de la lagune par temps de pluie, mais aussi pour favoriser la décantation des matières solides et permettre éventuellement un curage de la lagune.

Entretien et suivi de la lagune

L'ensemble de l'aménagement du piège à cailloux (y compris la lagune) est conçu pour évoluer suivant une dynamique spontanée et pour limiter l'entretien d'un espace qui présentera des risques (chute de blocs de la falaise).

Ainsi, en dehors des mesures de suivi prévues et détaillées dans le Volume 2 du présent dossier (consistant, entre autres, à surveiller toute modification majeure de la topographie de la lagune par une chute massive de blocs ou suite à des fortes pluies susceptibles d'impacter le renouvellement des eaux ou de créer des volumes morts), aucun entretien spécifique n'est prévu au niveau du piège à cailloux (y compris la lagune).

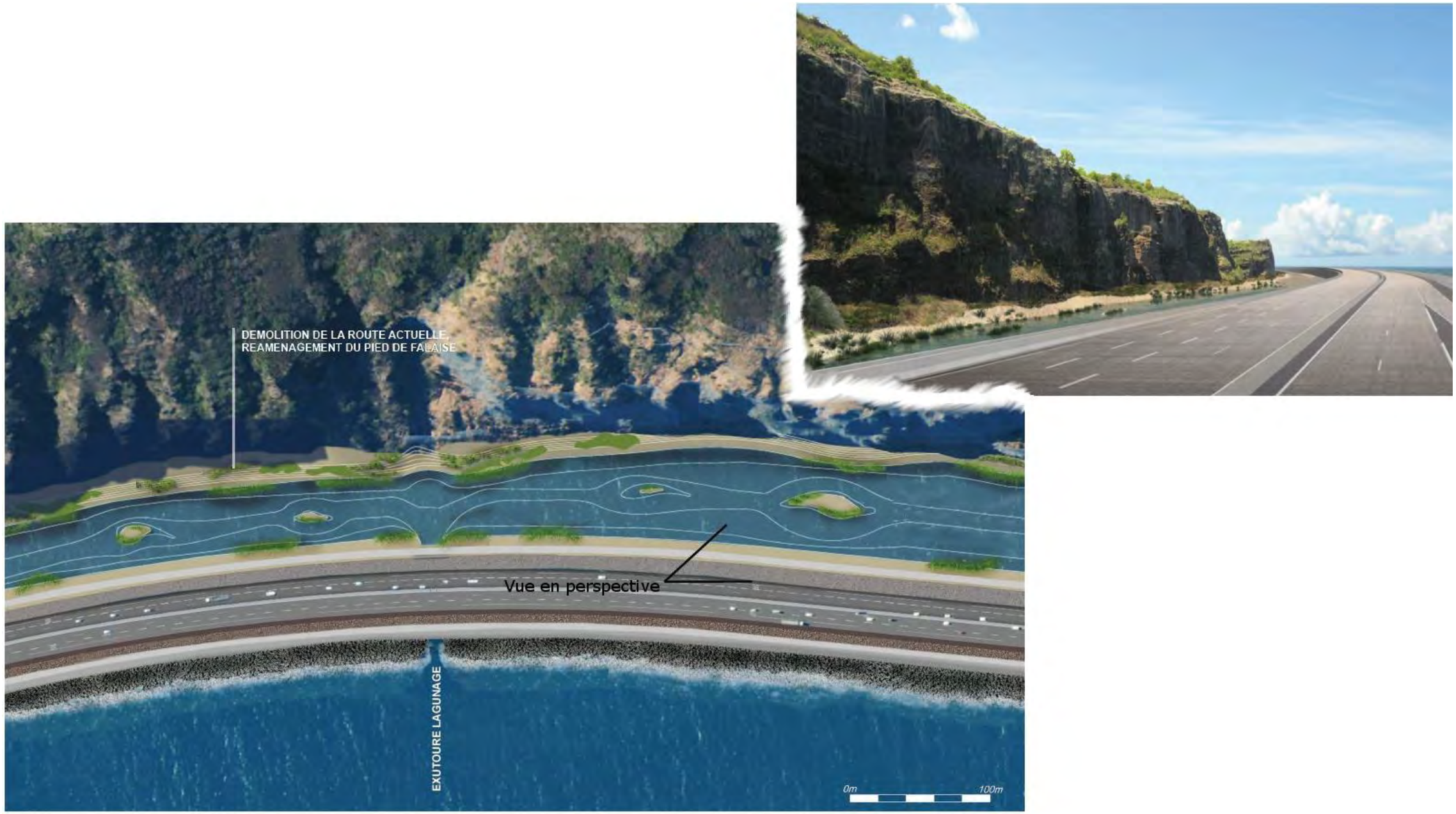


Figure 18 : Vue paysagère de l'aménagement d'une lagune tropicale dans le piège à cailloux (*source : Signes Paysages*)

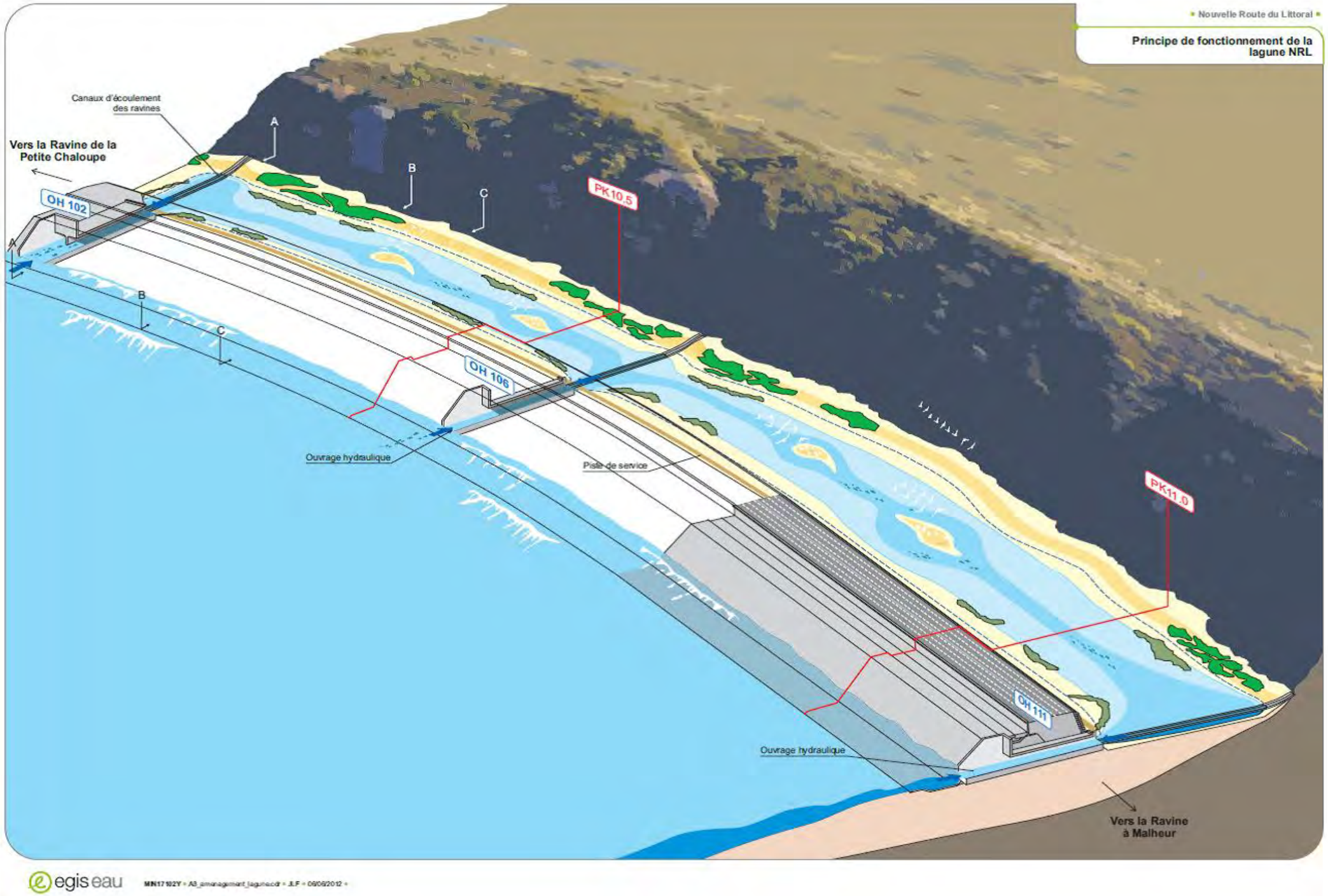


Figure 19 : principe de fonctionnement de la lagune en situation courante

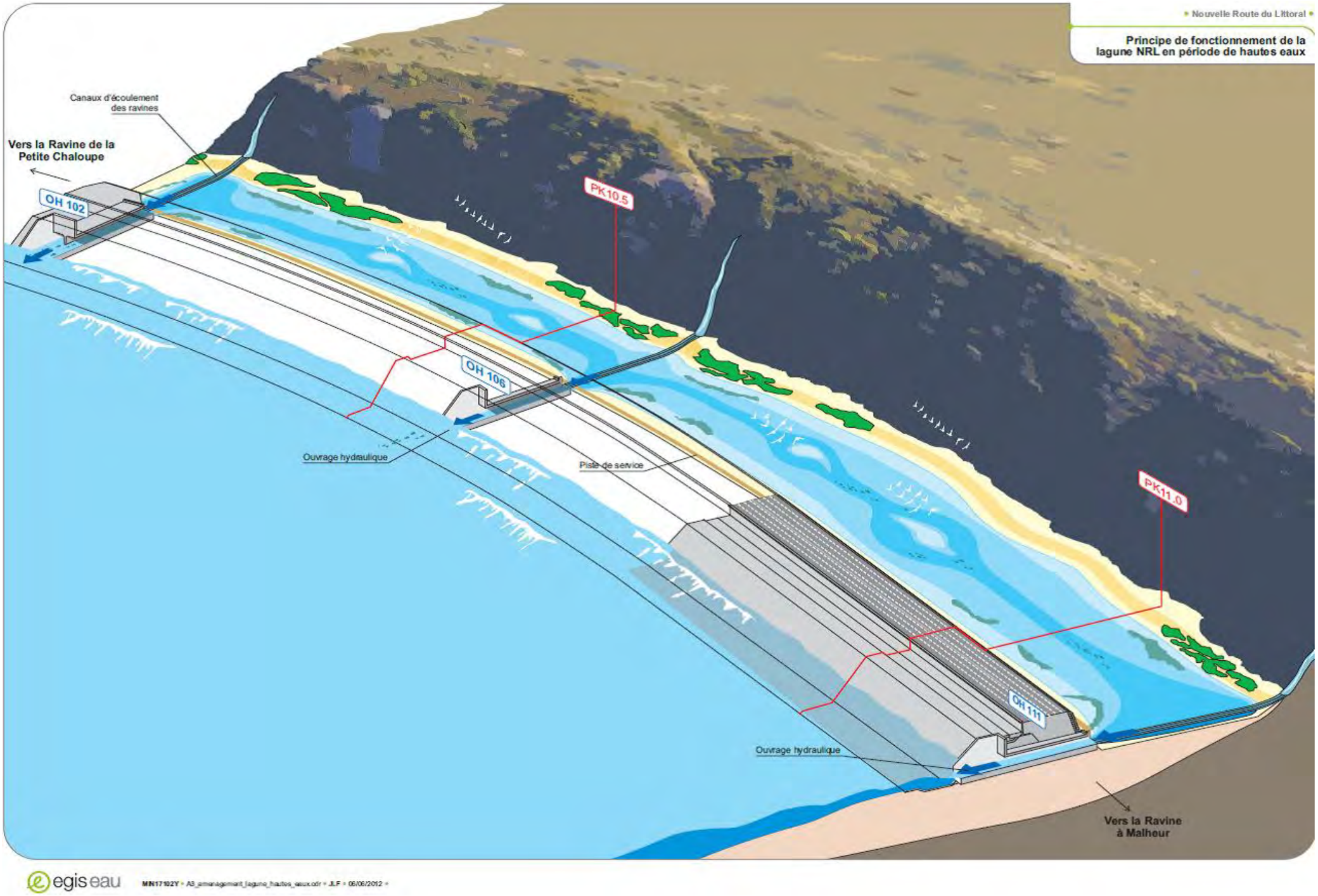


Figure 20 : principe de fonctionnement de la lagune en très hautes eaux

5.2.2.5. AMÉNAGEMENT D'UN RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT

Les dispositions d'assainissement routier ont deux rôles distincts :

- assurer l'évacuation des eaux pluviales pour éviter l'inondation de la chaussée,
- collecter les eaux de ruissellement de la chaussée pour les traiter avant rejet dans le milieu naturel, pour une occurrence de pluie donnée, et confiner une éventuelle pollution accidentelle.

5.2.2.5.1. CONTEXTE GÉNÉRAL

Milieu récepteur

Le milieu récepteur des eaux de ruissellement de la chaussée est l'Océan Indien. Au vu des enjeux présents dans le milieu naturel (coraux…), des bassins sanitaires seront aménagés pour traiter toutes les eaux pluviales de la nouvelle section courante.

Principes généraux de conception

Le réseau d'assainissement est de type séparatif. Un réseau de fossé assure la dissociation des eaux provenant des bassins versants naturels afin qu'elles ne soient pas mélangées avec les eaux de la plate-forme routière.

Le réseau d'assainissement repose sur les principes suivants :

- un réseau en rive de chaussée, dimensionné pour une pluie de période de retour 2 ans (pluie biennale), collecte les eaux ruisselant sur la plateforme routière ;
- un réseau longitudinal en pied de talus permet de collecter et d'acheminer les eaux du réseau de plate-forme vers les ouvrages de traitement (bassins sanitaires multifonctions) ;
- les bassins multifonctions sanitaires, appelés également bassins « secs », dimensionnés pour une pluie biennale, assurent un rôle de protection contre la pollution accidentelle et le traitement de la pollution chronique, tout en assurant une vidange complète en 24 heures ;
- des dispositions sont prises pour évacuer les eaux de ruissellement de la chaussée pour des pluies d'occurrence supérieure à 2 ans.

Au-delà de l'occurrence biennale, le projet est préférentiellement conçu, pour des raisons de sécurité des usagers, pour faire en sorte que les eaux de ruissellement puissent s'évacuer vers l'extérieur. Pour les ouvrages d'art, en particulier le viaduc, les eaux peuvent déborder des caniveaux accrochés en corniche au tablier et se déverser directement dans l'océan. Pour la digue, chaque fois que cela est possible des passages d'eau sont aménagés à la base des murets de sécurité en rive de chaussée, dans le cas contraire le réseau de collecte est dimensionné conformément aux recommandations du SETRA en la matière (débit décennal). Les lumières ainsi créées dans les glissières en béton auront pour dimensions une longueur de 30 cm pour une hauteur de 10 cm, et seront aménagées tous les 3 m, permettant de laisser s'écouler *a minima* une pluie d'occurrence 25 ans.

Sections non traitées

Les eaux pluviales d'une des quatre bretelles de la Grande Chaloupe, pour les véhicules sortant de l'infrastructure en provenance de Saint-Denis, ne feront pas l'objet d'un traitement particulier. En effet, le bassin BR3 présente de fortes contraintes altimétriques, le piège à cailloux de cette zone étant de faible surface, pour permettre le raccordement des dispositifs de collecte de cette bretelle à ce dernier. Cependant, la desserte de la Grande Chaloupe accueille un faible trafic (les comptages menés en 2010 évaluant le trafic à moins de 300 véhicules par jour et par bretelle). L'absence de traitement de cette unique bretelle n'aura pas d'incidence significative sur la qualité des eaux littorales.

5.2.2.5.2. DESCRIPTION DU RÉSEAU

Réseau en digue

Le réseau de collecte longitudinal est constitué de caniveaux à fente positionnés de part et d'autre de la chaussée et dimensionnés pour une pluie d'occurrence biennale (Q2).

Les caniveaux à fente se rejettent ensuite régulièrement, tous les 700 m environ, via un réseau de collecteurs et de descentes d'eaux, dans le réseau de collecte en pied de talus qui achemine les eaux vers les bassins multifonctions.

Pour les pluies d'occurrence supérieure à 2 ans, les dispositifs suivants sont prévus pour éviter l'inondation de la chaussée. Des lumières sous le dispositif de retenue en béton, tous les 3 mètres, permettent de rejeter les eaux par surverse :

- directement dans le piège à caillou ou les fossés de pied, côté terre ;
- côté océan, vers la voie « modes doux ». Des évacuations sont prévues dans le mur de soutènement. Ponctuellement, lorsque le niveau d'arase du déflecteur de houle se situe au-dessus du niveau de la chaussée, l'eau sera guidée jusqu'à la première évacuation.

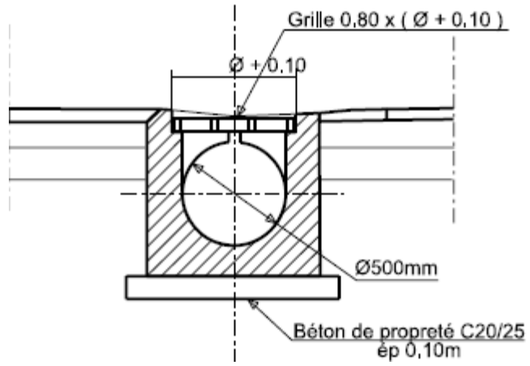


Figure 21 : caniveau à fente projeté sur les zones circulées (grille de protection)

Réseau en viaduc

Des corniche-caniveaux, dimensionnées pour une période de retour de 2 ans, sont prévues sur les viaducs. Elles présentent une section hydraulique de 0,46 m² (soit un débit possible de 660 l/s), sauf sur 300 m en amont du point bas à Saint-Denis côté terre (où elles font 0,6 m², soit un débit capable de 846 l/s). Les eaux s'écouleront dans ces corniches par des lumières pratiquées dans la barrière de sécurité de rive de tablier. Côté océan, des lumières sous le dispositif de retenue en béton sont prévues, avec un espacement de 3 mètres, permettant d'évacuer les eaux de la chaussée vers la voie « modes doux », puis vers la corniche.

Pour les pluies d'occurrence supérieure à 2 ans, les eaux surverseront naturellement au-dessus des corniche-caniveaux.

Des joints de chaussées seront munis de membranes étanches permettant d'éviter les fuites ou infiltration d'eau à travers la chaussée du viaduc et ainsi d'éviter le déversement direct dans le milieu.

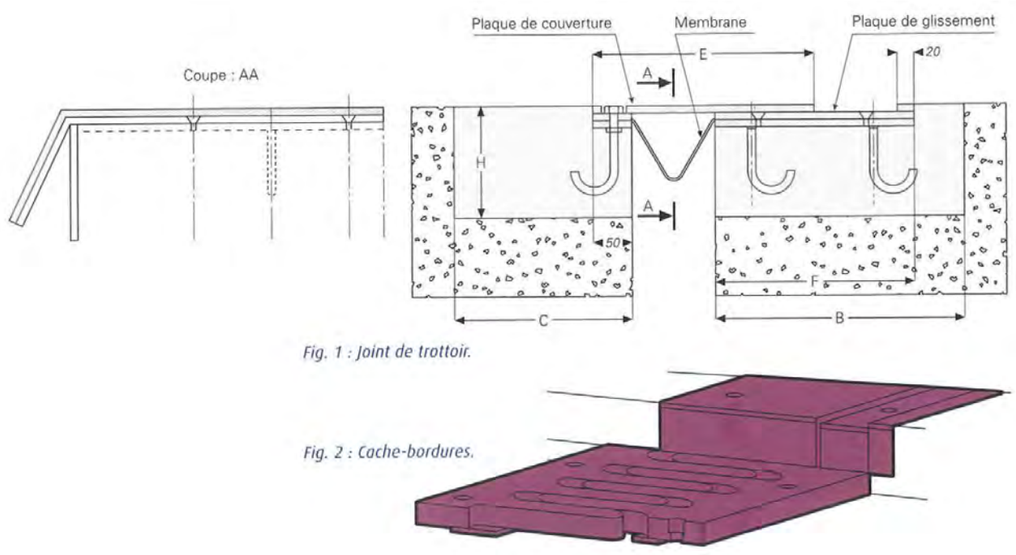


Figure 22 : plan type d'un joint de chaussé étanche.

5.2.2.5.3. OUVRAGES DE TRAITEMENT

L'intégralité des eaux de plate-forme recueillies sur le tracé sera traitée par des bassins multifonctions.

Tel que défini au stade de la Déclaration d'Utilité Publique, les objectifs à atteindre pour les ouvrages permettent d'assurer *à minima* les fonctions suivantes :

- confinement de la pollution accidentelle par temps sec et par temps de pluie de durée 2 heures et de période de retour biennale ;
- abattement d'au moins 80 % de la pollution chronique par décantation pour des pluies biennales de durée 2 heures ;
- vidange complète du bassin en moins de trois jours permettant d'avoir un bassin sec pour limiter la présence de moustiques et éviter les maladies associés (dans ce cas, la vidange se fera même en moins de 24 heures, comme indiqué ci-avant ;
- limitation du temps de propagation des pollutions accidentelles dans le bassin permettant d'assurer un temps d'intervention des agents d'exploitation égal à une heure ;
- fonction de décantation et déshuilage.

Au vu des diverses hypothèses de dimensionnement, c'est la fonction de confinement d'une pollution accidentelle qui apparaît dimensionnant pour chaque bassin.

> *Ce dimensionnement sur une pluie biennale de durée 2 heures permet d'obtenir un très bon niveau de traitement des bassins projetés, la quasi-totalité des polluants routiers étant éliminée de la route par une pluie de 10 mm en 15 minutes après 15 jours de temps sec (source : guide « L'eau et la route » du SETRA).*

Description générale des bassins

Une vue en plan et en coupe d'un bassin sanitaire multifonction tel que projeté pour le traitement des eaux pluviales de la chaussée de la Nouvelle Route du Littoral sont présentées sur la Figure 25 page 76.

Problématique sanitaire locale et de sécurité

Compte tenu du règlement sanitaire départemental, les bassins doivent être secs. C'est pourquoi la solution des bassins sanitaires multifonctions a été retenue, dont le principe est la mise en place en fond de bassin d'une couche de sable filtrant permettant de vidanger rapidement le bassin et ainsi de limiter la présence de moustiques.

À noter que l'ensemble des bassins sera clôturé afin d'empêcher toute intrusion.

Confinement d'une pollution accidentelle

L'objectif est de pouvoir confiner une pollution accidentelle de 50 m^3 (soit un peu plus de deux citernes de poids-lourds) pendant une pluie de durée 2 h et de période de retour biennale.

Cette hypothèse de confinement est très sécuritaire dans la mesure où une pluie de cette importance n'apparaît statistiquement que tous les deux ans, et qu'un accident déversant 50 m^3 de produit polluant peut-être jugé exceptionnel (c'est déjà le cas sur la route actuelle, pourtant avec des caractéristiques réduites et alors que la nouvelle route sera plus sure). De plus, en cas de fortes pluies associées à des alertes cycloniques, des restrictions de circulation sont appliquées à l'échelle de l'île.

Le trafic poids-lourds sur l'actuelle Route du Littoral est relativement faible pour une infrastructure de cette catégorie, et représente environ 5 % du trafic global. De fait, les accidents impliquant un (ou plusieurs) poids-lourd sont relativement peu courants. Pour exemple, entre 2008 et 2011, huit accidents impliquant un camion ont été recensés, soit en moyenne deux accidents par an. Pour l'année 2011, sur environ 90 accidents dans l'année, seuls quatre impliquaient au moins un poids-lourd.

Compte tenu de la proximité du centre d'entretien de Grande Chaloupe, le délai d'intervention retenu est d'une heure pour les services d'exploitation. Ce délai implique que le temps de propagation d'une pollution accidentelle dans le bassin, (correspondant au temps que met un polluant entrant dans le bassin pour rejoindre l'ouvrage de sortie) doit être d'au moins une heure.

Traitement de la pollution chronique

L'objectif est d'obtenir un taux d'abattement des matières en suspension supérieur à 80 %, soit une vitesse de sédimentation inférieure à 1 m/h. Les caractéristiques de chaque bassin seront adaptées à cette contrainte (débit de fuite et distance entre l'ouvrage d'entrée et de sortie des eaux). En effet, de nombreux polluants sont présents en phase particulaire dans les eaux pluviales des chaussées routières, c'est-à-dire qu'ils sont « liés » aux matières en suspension : un bon abattement de ces dernières permet ainsi de s'assurer de l'efficacité du dispositif.

L'étanchéité des bassins, pour éviter l'infiltration des eaux, sera assurée par la mise en place d'un complexe géosynthétique protégé sur ses deux faces par un géotextile, recouvert par des matériaux permettant d'assurer les fonctions de protection et de lest.

La conciliation des aspects dépollution, risques sanitaires et aspects paysagers sera résolue par la mise en place, au-dessus du géotextile supérieur, d'une couche de sable filtrant de 80 cm d'épaisseur, dont la perméabilité est de 10^{-4} m/s. Les matières en suspension de 50 µm seront piégées par un géotextile complémentaire, dont la perméabilité sera voisine de $2{,}5.10^{-7}$ m/s, placé entre le sable filtrant et un système de drainage qui collectera les eaux jusqu'à l'ouvrage de sortie.

Au vu des caractéristiques des bassins projetés, l'abattement d'un bassin sanitaire donné par le service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (SETRA) peut être retenu. Ainsi, les performances de traitement par catégorie de polluant des bassins de la Nouvelle Route du Littoral seront :

- 85 % des matières en suspension (MES) ;
- 70 % de la demande chimique en oxygène (DCO) ;
- 85 % des éléments traces métalliques (cuivre, cadmium et zinc) ;
- 90 % des hydrocarbures totaux (Hc) et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Équipements particulier

- **Ouvrage d'entrée**

Les bassins seront équipés de bipasse (by-pass) en entrée permettant :

- d'écrêter le débit entrant aux pluies d'occurrence inférieure ou égale à la période de dimensionnement du bassin (Q2) ;
- de court-circuiter le bassin pendant le confinement d'une pollution accidentelle ou pendant les opérations d'entretien.

Pour l'entrée d'eau des bassins, les buses seront placées dans l'axe de la longueur des bassins.

La descente d'eau en entrée du bassin sera aménagée de manière à limiter l'érosion des berges (massif enrochements libres) et pour réduire l'énergie des eaux.

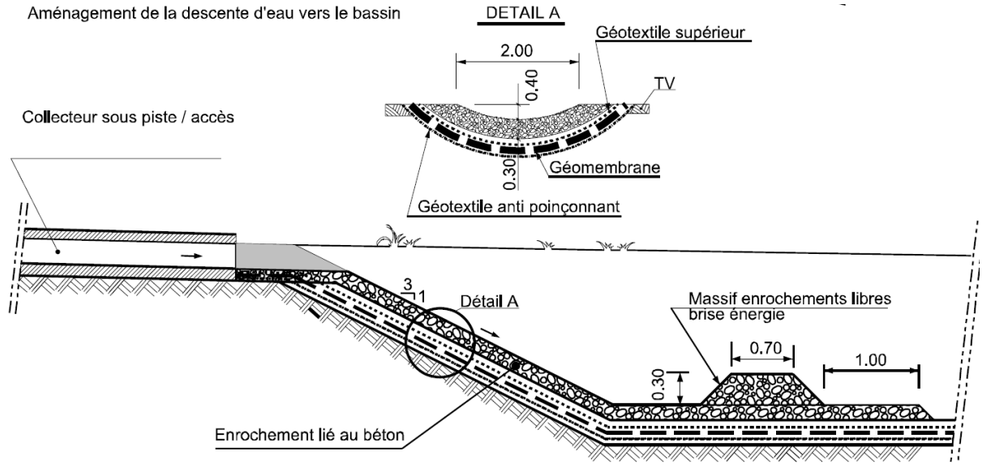


Figure 23 : descente d'eau en entrée du bassin

- **Surverse de sécurité**

Le bipasse en entrée du bassin permet d'écrêter les eaux pour des débits compris entre une pluie biennale et décennale (Q10). En cas de survenue d'une pluie d'occurrence supérieure, ou d'un dysfonctionnement exceptionnel de l'ouvrage (éboulement de la falaise dans le bassin, par exemple), une surverse permettra de garantir l'intégrité de l'ouvrage.

En effet, un débordement non contrôlé du bassin pourrait être responsable d'une rupture de berge. Ce dispositif renforcé permet de s'assurer qu'un tel phénomène ne se produise.

- **Ouvrage de sortie**

L'ouvrage de traitement sera constitué en sortie :

- d'un orifice calibré permettant de réguler le débit de fuite ;
- d'un dispositif d'obturation (vanne manuelle) permettant le piégeage des pollutions accidentelles.

Exutoire

Le principe retenu est de profiter de la présence du piège à cailloux pour favoriser l'infiltration des eaux traitées par les bassins. Ainsi, le projet est conçu de telle sorte que les eaux des bassins BR1, BR3, BR4, BR5 et BR6 s'infiltrent dans le piège à cailloux et rejoignent indirectement l'océan. Dans le cas des bassins BR2 et BR7, les eaux sont rejetées respectivement dans la ravine Brises, en amont de l'ouvrage hydraulique, et dans la ravine Mare Coton.

Les matériaux constitutifs du piège à cailloux sont soit les produits de démolition de la route littorale actuelle, soit les matériaux issus des fouilles de fondation des ouvrages de la Nouvelle Route du Littoral (digues et viaducs). La perméabilité minimale de ces matériaux est estimée à 10^{-4} m/s selon la formule de Hazen d'après les essais granulométriques.

Par ailleurs, les matériaux 0/300 mm qui constituent la fondation des digues du côté du piège à cailloux ont une perméabilité minimale de 10^{-2} m/s.

Le noyau de la digue en enrochements 1/500 kg, situé côté océan, a une perméabilité très forte, entre 0,1 et 1 m/s.

À partir de ces données, les calculs simplifiés et défavorables (en deux dimensions, et en négligeant l'effet de diffusion latérale ainsi que l'infiltration dans les matériaux plus perméables que l'assise), utilisant la loi de Darcy, ont montré que l'infiltration pouvait se faire sans affecter le bon fonctionnement des bassins, moyennant l'aménagement de fosses d'infiltration constituées de matériaux de perméabilité minimale 10^{-2} m/s en contact avec le remblai de soubassement des digues.

Ces matériaux pourront être obtenus en valorisant les produits de démolition des éléments en béton de la route actuelle (écailles de mur « terre armée » et tétrapodes). En pratique, compte-tenu du volume important de béton existant, la perméabilité pourrait être encore supérieure.

Les dimensions et la forme des fosses seront définies précisément lors des études d'exécution, notamment en fonction des propositions optimisées des entreprises pour la réutilisation des matériaux de démolition.

Le principe d'aménagement des fosses d'infiltration enterrées est illustré par les schémas suivants.

Insertion paysagère

Les bassins feront l'objet d'aménagements afin d'intégrer visuellement ces ouvrages dans le piège à cailloux. Ces aménagements consisteront à leur donner un aspect plus naturel par un enherbement des talus (pas d'arbustif ou d'arborescent) avec des espèces indigènes en endémiques, tel que prévu dans la palette végétale (cf. chapitre 5.2.2.4.1) et un modelage de leur contour.

Figure 24 : exemple d'aménagement paysager (bassin BR3)

5.2.2.5.4. CARACTÉRISTIQUES DE CHAQUE BASSIN SANITAIRE

Le tableau suivant présente les caractéristiques de dimensionnement des bassins projetés, numérotés de 1 à 7 en fonction de leur localisation dans le sens Saint-Denis > La Possession.

		BR1	BR2	BR3	BR4	BR5	BR6	BR7
Point kilométrique (PK)		1,8	2,3	8,9	9,1	10,0	12,5	13,5
Surface active		4,7 ha	10,0 ha	9,9 ha	3,7 ha	6,7 ha	5,8 ha	1,9 ha
Dimension	Hauteur utile	1,5 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m	1 m	1 m	1 m
	Longueur fond	98 m	128 m	126 m	64 m	180 m	120 m	51 m
	Largeur fond	14 m	27 m	27 m	11 m	14 m	20 m	12 m
	Volume utile	3 760 m^3	7 486 m^3	7 377 m^3	2 242 m^3	4 097 m^3	3 556 m^3	1 167 m^3
Régulation du débit en sortie	Débit de fuite	100 l/s	150 l/s	150 l/s	50 l/s	150 l/s	150 l/s	40 l/s
	Diamètre orifice	180 mm	220 mm	220 mm	130 mm	240 mm	240 mm	120 mm
	Temps vidange Q2	10,5 h	14,8 h	14,7 h	12,5 h	7,6 h	6,6 h	8,1 h

Tableau 10 : caractéristiques des bassins sanitaires

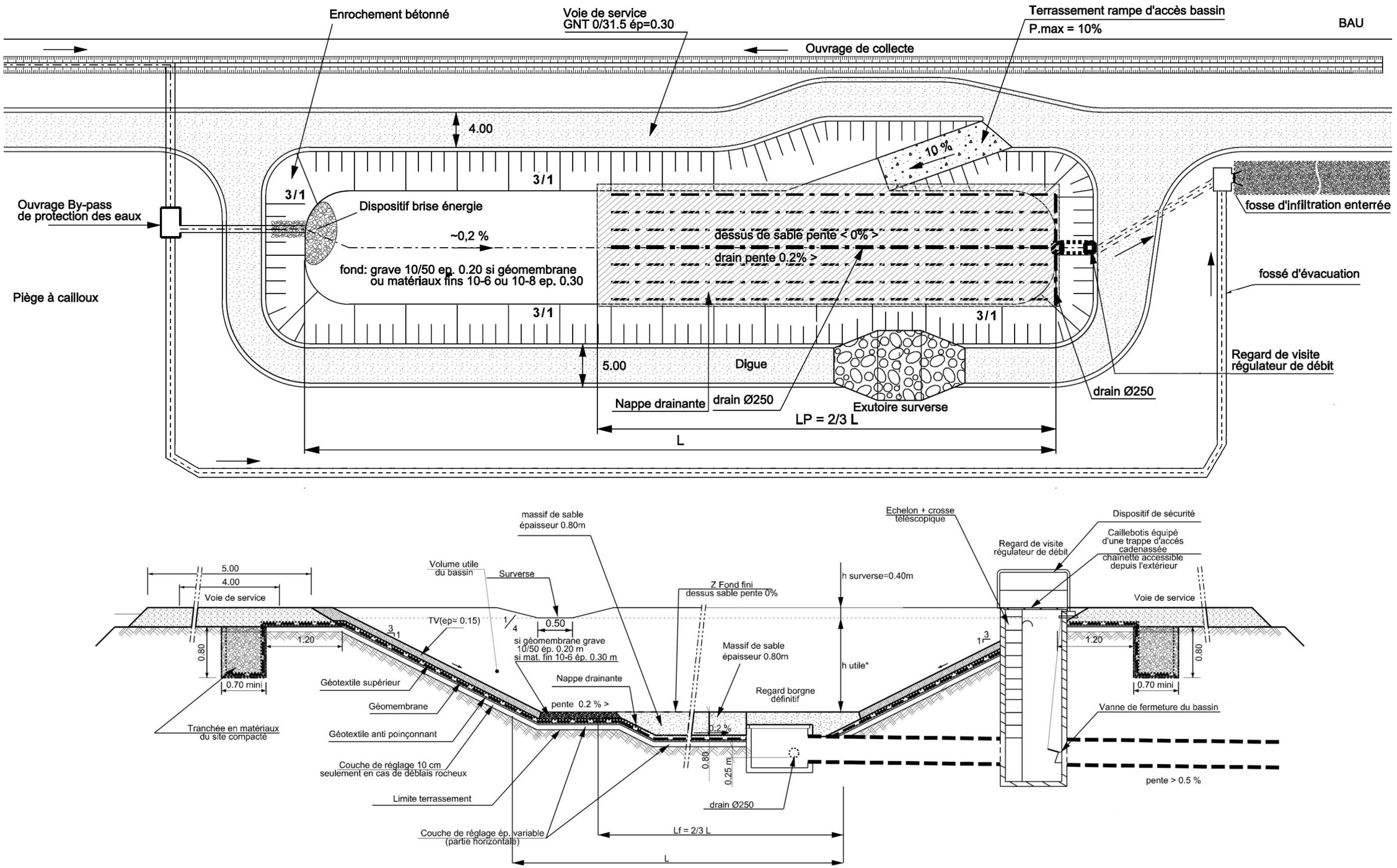


Figure 25 : vue en plan et en coupe d'un bassin sanitaire (hors aménagements paysagers et hors BR2 et BR7 avec rejet en ravine)

5.2.2.6. OUVRAGES HYDRAULIQUES ET AMÉNAGEMENT DES RAVINES

5.2.2.6.1. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

Hypothèses de conception hydraulique

La conception du réseau hydrographique de la Nouvelle Route du Littoral a été réfléchie sur la base des principes hydrauliques suivants :

- objectif global d'assurer une transparence hydraulique du projet par rapport aux écoulements diffus des ravines et bassins versants amont ;
- fonctionnement hydraulique visé (crues de référence) :
  - fonctionnement hydraulique satisfaisant pour la crue centennale de dimensionnement (pas de dysfonctionnement hydraulique, pas d'aggravation du risque inondation…) ;
  - fonctionnement hydraulique garantissant une non érosion ou non altération de la stabilité des ouvrages pour la crue de sûreté fixée à deux fois le débit de la crue centennale ;
- stabilité des aménagements hydrauliques pour une durée de service de 100 ans ;
- choix des solutions favorisant une capacité de transport solide la plus importante possible jusqu'aux rejets en mer ;
- maintien de la continuité écologique pour les écoulements superficiels présentant des enjeux biologiques.

À noter que l'espace situé entre la route littorale actuelle et la Nouvelle Route du Littoral (piège à cailloux) n'a pas été pris en compte dans le découpage des bassins versants. En effet, outre que ces zones sont aujourd'hui essentiellement situées en mer, elles seront constituées de matériaux très perméables en communication avec la mer (l'eau s'infiltrera en grande majorité pour rejoindre la mer en passant dans les matériaux perméables sous la digue). De plus, les ruissellements possibles seront en quantités négligeables par rapport aux apports générés par les bassins versants amont et ne modifieraient en rien le dimensionnement des ouvrages.

Principes de conception

Les aménagements ont été optimisés pour aboutir à un système hydraulique robuste et adapté au contexte particulier (effet des vagues, arrivée des crues, transport solide…), garantir la sécurité de la Nouvelle Route du Littoral et permettre le développement d'un milieu à un aspect le plus « naturel » possible.

Sur la section en viaduc où la route actuelle est maintenue, les ouvrages hydrauliques sont conservés en l'état.

Sur les sections en digue, le rétablissement des écoulements entre la falaise et les ouvrages en digue sera assuré par une évolution « naturelle » du piège à cailloux. Ainsi, en dehors des canaux enrochés creusés en amont des ouvrages hydrauliques jusqu'au pied de falaise, les écoulements diffus ne seront pas guidés ou contraints. Ils chemineront en suivant le modelage du piège à cailloux, prévu pour éviter toute stagnation d'eau en surface. Entre les ravines à Malheur et de la Petite Chaloupe, un espace lagunaire sera créé.

Par ailleurs, pour les ravines de la Grande Chaloupe et des tamarins, un viaduc d'environ 240 m de longueur sera aménagé et les ouvrages hydrauliques actuels détruits, ce qui améliorera la transparence hydraulique de l'infrastructure sur ces écoulements superficiels.

Afin de ne pas créer de seuil entre les ouvrages et l'océan, les parties aval des radiers seront calées à 0 m NGR. L'eau de mer pourra remonter dans les ouvrages et garantir une connexion entre l'amont et l'aval de l'infrastructure. Cependant, pour permettre un brassage et une remontée suffisante des eaux dans la lagune tropicale créée, les trois ouvrages présents au droit de cette dernière verront la cote de leur radier abaissée pour atteindre environ -1 m NGR au droit de la lagune.

Une partie des apports solides amont se déposera dans le nouveau piège à cailloux. Cependant, grâce aux canaux enrochés aménagés au droit des ravines de plus fort apport solide, une partie importante du transport solide des ravines cheminent jusqu'à la mer. Pour pallier aux érosions ou des dépôts gênant le bon fonctionnement hydraulique et la sécurité de la Nouvelle Route du Littoral, un dispositif régulier de suivi et d'entretien est prévu.

Un entretien des ouvrages de rétablissement hydraulique sera réalisé, avec :

- une visite détaillée des ouvrages tous les 3 ans ;
- une visite après un évènement cyclonique ayant fait l'objet d'une alerte.

5.2.2.6.2. AMÉNAGEMENT DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

Ouvrages hydrauliques

Des ouvrages hydrauliques seront placés au travers de la digue (ouvrages cadres simples ou doubles). Ces ouvrages hydrauliques seront préfabriqués, transportés sur site et placés à l'avancement.

Les entreprises prêteront une grande attention à ces tâches de pose des ouvrages hydrauliques et de la carapace autour des ouvrages, afin de ne pas créer de points faibles.

Ouvrage d'art de la ravine Lafleur

L'ouvrage d'art de la ravine Lafleur est constitué de trois niveaux (*cf. figures suivantes*) :

- le lit mineur de la ravine, dont la cote est d'environ -1,5 m NGR dans l'axe de la Nouvelle Route du Littoral (ouvrage en embouchure constamment en eau) ;
- le giratoire de l'échangeur (pour les bretelles d'accès), à une cote moyenne de 9 m NGR (dénivelé par rapport à l'infrastructure). Ce giratoire est constitué de deux ouvrages d'art indépendants en amont et en aval de la Nouvelle Route du Littoral pour franchir la ravine Lafleur, celui situé à l'aval supportant aussi la voie de service et la piste cyclable ;

- la Nouvelle Route du Littoral, dont l'ouvrage d'art est constitué de trois travées, deux aux extrémités pour enjamber le giratoire de l'échangeur et une centrale pour la ravine Lafleur. La cote de l'infrastructure est d'environ 15,5 m NGR au-dessus de la ravine.

Figure 26 : ouvrage d'art de la ravine Lafleur – vue en plan (*source : Signes Paysages*)

Pour la section courante (*cf.* figure 27), les piles aménagées de part et d'autre du lit mineur de la ravine Lafleur seront prolongées par des murs de soutènement afin de canaliser les écoulements. Ces murs seront fondés sur des semelles superficielles de largeur 7 m. Des enrochements bétonnés seront aménagés pour protéger les appuis vis-à-vis des transports de solides.

Pour le giratoire d'accès aux bretelles, en amont et en aval immédiat de la traversée de la section courante, les appuis d'extrémité seront également réalisés dans le prolongement des murs de soutènement. Les fondations seront constituées de semelles superficielles pouvant aller jusqu'à 9,6 m de largeur, renforcées côté mer par trois files de sept pieux de 1,2 m diamètre ancrés dans le substratum.

Toutes les fondations, appuis et enrochements bétonnés mis en œuvre garantiront un maintien du lit mineur sur une largeur d'environ 20 m en pied de l'ouvrage.

Les fondations, appuis et murs seront réalisés à l'abri de batardeaux, mis en œuvre par battage de palplanches.

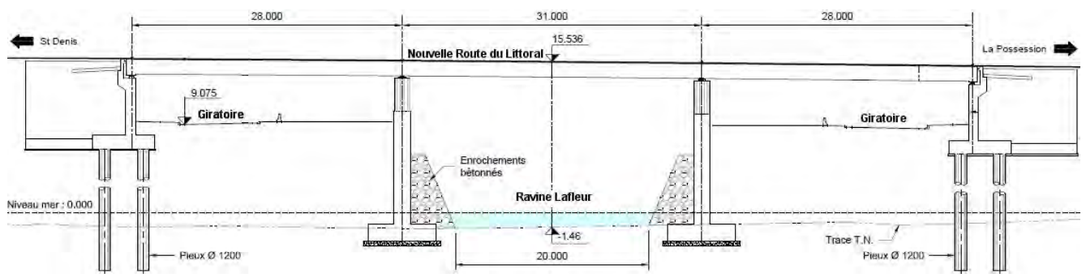


Figure 27 : ouvrage de la Nouvelle Route du Littoral sur la ravine Lafleur – coupe longitudinale

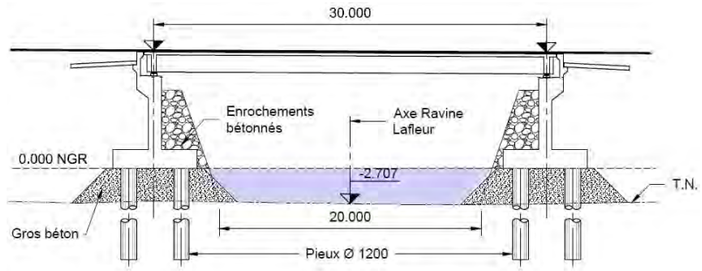


Figure 28 : ouvrage d'art du giratoire sur la ravine Lafleur, côté mer (aval)

Dérivations provisoires

Pour la mise en œuvre des ouvrages, en particulier des canaux enrochés entre la falaise et les futurs ouvrages hydrauliques, mais aussi pour la destruction des ouvrages de l'actuelle route, des dérivations seront mises en œuvre s'il n'apparaît pas possible de réaliser ces opérations à sec, de nombreuses ravines présentant un écoulement intermittent.

Les objectifs et contraintes de ces dérivations sont :

- garantir la transparence hydraulique des ravines durant le chantier ;
- limiter les apports de matières en suspension ou de laitance de béton pendant les travaux en lit mineur en dérivant provisoirement le cours des ravines impactées ;
- garantir la transparence écologique des travaux en lit mineur.

Les modalités de mises en œuvre seront laissées au choix des entreprises en charge des travaux, dans la limite du respect des précédents critères, et après validation par la Maîtrise d'œuvre. Il pourra ainsi s'agir de dérivation totale (par exemple, création d'un lit provisoire dans le piège à cailloux pour l'aménagement du lit définitif) ou partielle (mise en œuvre de batardeaux sur une moitié du lit mineur pour mise à sec et aménagement d'une demi-largeur).

5.2.2.6.3. SYNTHÈSE DES AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES

Au final, les aménagements et ouvrages hydrauliques envisagés dans le cadre du projet de la Nouvelle Route du Littoral sont présentés sur le tableau de synthèse page 80. Les dimensions issues de l'étude hydraulique correspondent à la section hydraulique minimale à respecter, avec les hypothèses de dimensionnement retenues (écoulement à surface libre dans les ouvrages pour Q_{100}). Les dimensions retenues présentées dans le tableau, qui tiennent compte des contraintes constructives, sont *à minima* équivalentes à cette section hydraulique. Elles peuvent être augmentées pour des raisons techniques par exemple au niveau de la lagune tropicale (de 2 m en hauteur), pour tenir compte de l'abaissement du radier.

Les valeurs de section et de pente des ouvrages précisées dans le tableau page 80 sont susceptibles d'adaptations en phase travaux, suivant les contraintes observées durant le chantier, toujours en respectant *à minima* la section de dimensionnement de l'étude hydraulique.

Figure 29 : aménagement des ravines dans le piège à cailloux (*source : Signes Paysages*)

	OH	PK	Q_{100}	Partie amont			Ouvrage hydraulique			Partie aval	
				Longueur	Pente	Description	Longueur	Pente	Description	Longueur	Pente
BV petite île	OH 012	1,2	7,8 m^3/s	/	/	/	/	/	Ouvrage cadre existant conservé	/	/
Ravine bras gentil	OH 013A	1,3	21,7 m^3/s	15 m	2 %	Convergent vers l'ouvrage hydraulique (canal en « U » de liaison avec le canal existant)	82 m	2 %	Enchaînement souterrain de quatre séries de cadres avec chute de 2 m entre. Section hydraulique : 2 x 2,75 x 3 m	6 m	2 %
BV PR 1+500 **BV Tunnel**	OH 016	1,6	16,3 m^3/s	76 m	1,5 %	Canal enroché avec talus 2H/1V Largeur minimale en pied : 4,8 m	103 m	1,5 %	Deux cadres de section unitaire (lxh) : 3,0 x 4,0 m (section hydraulique minimale à respecter : 2 x 2,4 m x 4 m)	6 m	1,5 %
BV 1 **Ravine des Brises** **BV 2**	OH 022	2,2	23,1 m^3/s	120 m	1,5 %	Canal enroché avec talus 2H/1V Largeur minimale en pied : 5,2 m	80 m	1,5 %	Deux cadres de section unitaire (lxh) : 3,0 x 4,0 m (section hydraulique minimale à respecter : 2 x 2,6 m x 4 m)	6 m	1,5 %
Ravine Potasse ***à*** **Ravine à Jacques**	/	/	/	/	/	Conservation des ouvrages de l'actuelle route du littoral	/	/	Viaduc de Saint-Denis à la Grande Chaloupe	/	/
BV 16	/	7,2	5,7 m^3/s	/	/	Rejet existant vers OA 02 (ravine à Jacques)	/	/	Rejet existant vers OA 02 (ravine à Jacques)	/	/
BV PR 8	/	8,4	3,2 m^3/s	75 m	1,3 %	Fossé trapézoïdal enherbé avec talus 3H/2V Largeur minimale en pied : 0,25 m	480 m	0,8 %	Noue trapézoïdale enherbée d'évacuation à travers le piège à cailloux (6 m de largeur sur environ 300 m)	/	/
Ravine des Tamarins **Ravine de la Grande Chaloupe**	/	/	/	/	/	Destruction des ouvrages de l'actuelle route du littoral	/	/	Viaduc pour le franchissement des ravines des Tamarins et de la Grande Chaloupe	/	/
BV PR 9 **BV PR 9+500** **Ravine de la Petite Chaloupe** **BV 17**	OH 097	9,7	50,8 m^3/s	120 m	1,5 %	Canal enroché avec talus 2H/1V Largeur minimale en pied : 7,2 m	64 m	1,5 %	Deux cadres de section unitaire (lxh) : 4,0 x 5,0 m (section hydraulique minimale à respecter : 2 x 3,6 m x 5 m)	8 m	1,5 %
BV PR 10 **BV 18**	OH 102	10,2	21,2 m^3/s	/	/	Lagune tropicale	64 m	1,5 %	Deux cadres de section unitaire (lxh) : 3,0 x 6,0 m Radier abaissé (-1 m NGR au droit de la lagune) (section hydraulique minimale à respecter : 2 x 2,4 m x 4 m)	6 m	1,5 %
BV PR 10+500 **BV 19**	OH 106	10,6	13,1 m^3/s	/	/	Lagune tropicale	64 m	1,5 %	Cadre simple (lxh) : 3,0 x 6,0 m Radier abaissé (-1 m NGR au droit de la lagune) (section hydraulique minimale à respecter : 1 x 2,6 m x 4 m)	6 m	1,5 %
BV PR 11 **BV PR 20**	OH 111	11,1	17,3 m^3/s	/	/	Lagune tropicale	64 m	1,5 %	Cadre simple (lxh) : 3,1 x 6,0 m Radier abaissé (-1 m NGR au droit de la lagune) (section hydraulique minimale à respecter : 1 x 3,1 m x 4 m)	6 m	1,5 %
BV PR 11+500 **Ravine à Malheur** **BV PR 12** **BV PR 12+500**	OH 116	11,6	83,9 m^3/s	90 m	1,5 %	Canal enroché avec talus 2H/1V Largeur minimale en pied : 12,8 m	64 m	1,5 %	Deux cadres de section unitaire (lxh) : 6,5 x 5,0 m (section hydraulique minimale à respecter : 2 x 6,4 m x 5 m)	8 m	1,5 %
Ravine Lafleur	OA 130	13,0	99,3 m^3/s	1 m	3,7 %	Forme divergente en « U »	93 m	3,7 %	Ouvrage d'art Canal trapézoïdal en enrochements bétonnés, de largeur en pied de 20 m, y compris partie aval	21 m	3,7 %
BV RD 41	OH 131A	13,1	7,7 m^3/s	225 m	0,9 %	Fossé trapézoïdal enherbé avec talus 3H/2V Largeur minimale en pied : 3,0 m	50 m	1,0 %	Cadre simple (lxh) : 2,4 x 2,5 m À l'aval : canal trapézoïdal enherbé	77 m	0,7 %
Ravine Mare Coton	OH 135	13,5	20,4 m^3/s	/	/	/	/	/	Ouvrage cadre existant conservé (sauf sur 15 m aval où il sera remplacé et prolongé par une buse béton pour la piste chantier)	/	/

Tableau 11 : ouvrages hydrauliques

5.2.3. MISE EN ŒUVRE DES OUVRAGES

La phase chantier de la Nouvelle Route du Littoral, au vu de la nature des ouvrages à réaliser, peut avoir des conséquences importantes sur le milieu marin. Les principales modalités de mise en œuvre des ouvrages sont précisées dans le présent chapitre, les mesures prises, propres à la phase chantier, étant décrites dans les dossiers spécifiques.

5.2.3.1. AMÉNAGEMENT DES SECTIONS EN DIGUE

De nombreuses méthodologies d'exécution peuvent être envisagées pour la construction des digues, combinant à la fois moyens terrestres et nautiques et différents types d'équipements (grues à câbles, pelles hydrauliques de différentes tailles…).

La réalisation de la souille

Les travaux de réalisation de la souille consistent en l'excavation des sédiments marins le long du linéaire des digues pour ancrer la butée de pied des ouvrages de protection. Ces travaux prennent en compte la réutilisation des matériaux de dragage[3] pour la mise en œuvre des ouvrages.

Des techniques de minage[4] ou de brise-roche[5] pourront ponctuellement être employées, en cas de fonds marins constitués de matériaux durs, notamment au droit de la pointe de la ravine à Malheur.

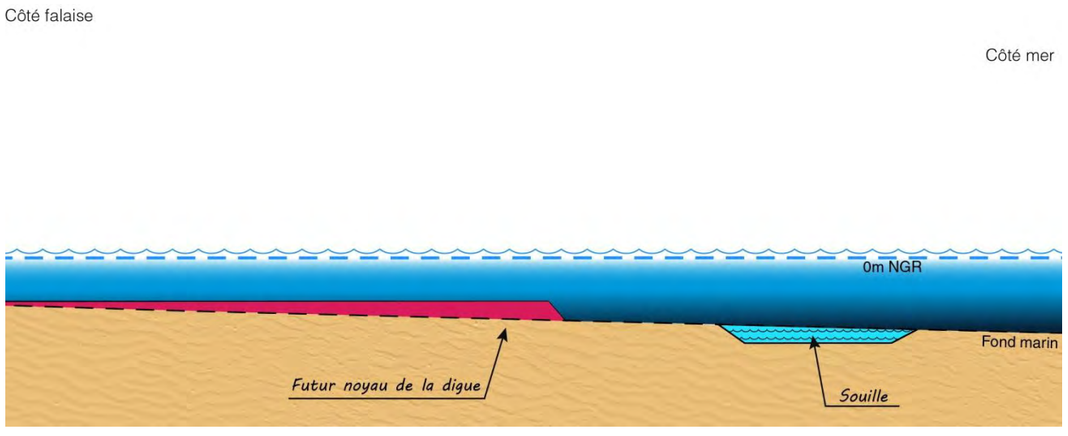


Figure 30 : réalisation de la souille et réutilisation des matériaux de dragage

Un géotextile sera ensuite posé dans le fond de la souille puis recouvert par la couche anti-érosion de la souille (par clapage[6] des matériaux en enrochements naturels de 0,2 à 1 t depuis un bateau, par exemple), constituant la butée de pied de la digue (*cf. figure précédente*).

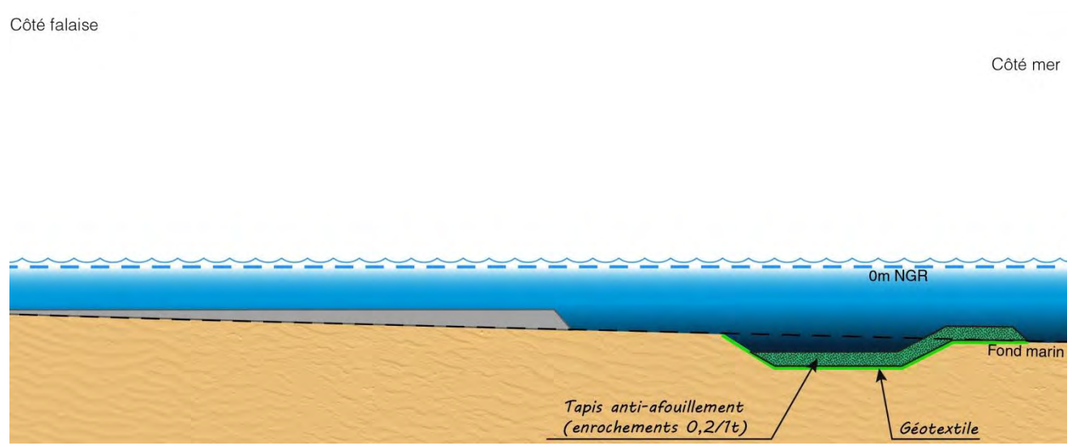


Figure 31 : pose du géotextile et mise en œuvre du tapis anti-affouillement

La structure de la digue à talus

Les méthodes de construction d'une digue doivent prendre en compte le fait que les dommages causés par les vagues pendant la construction peuvent être importants. Les sous-couches exposées doivent donc être recouvertes dès que possible par des couches protectrices.

Mise en œuvre du noyau et de la carapace de protection

Le noyau sous la future carapace de la digue est remblayé en tout-venant carrière (TVC) de 1-500 kg par voie terrestre. Pour les profondeurs plus importantes, le TVC du noyau pourra être approvisionné par voie maritime (clapage). L'avancement du front de cet épi d'une vingtaine de mètres de largeur devra être cadencé de telle sorte que ce linéaire non protégé par la carapace sur talus ne dépasse pas 100 m.

La mise en œuvre des premiers enrochements de protection, les plus légers de 0,2 à 1 t, pourra être faite pour tout ou partie depuis le noyau, soit par déversement direct par les camions en crête de noyau, soit par pose à la grue. Éventuellement, la partie basse pourra être clappée à l'aide de bateaux. La pose des enrochements suivants, plus massifs de 1,8 à 3,8 t, sera réalisée un par un à l'aide d'une grue à câble et d'un grappin hydraulique. Enfin, la pose des blocs béton, type Accropodes™, sera réalisée à la grue. L'atelier de pose sur talus devra suivre le front d'avancement du noyau à une distance maximum de 100 m. La mise en œuvre des enrochements et des blocs béton sur la berme, localisés sous la future voie de service et la baignoire en enrochement, sera également réalisée par pelle hydraulique et grue à câble.

---

[3] Le dragage consiste à prélever des matériaux meubles, dans le cas présent du sable principalement, depuis un bateau spécialisé appelé drague (peut aussi être réalisé depuis la terre).

[4] Le minage consiste à faire exploser une charge pour casser une roche dure.

[5] Le brise-roche est un marteau pneumatique de grande dimension permettant de briser les roches.

[6] Le clapage est l'opération de déversement des sédiments dragués en mer, depuis un bateau spécifique dont le fond peut s'ouvrir.

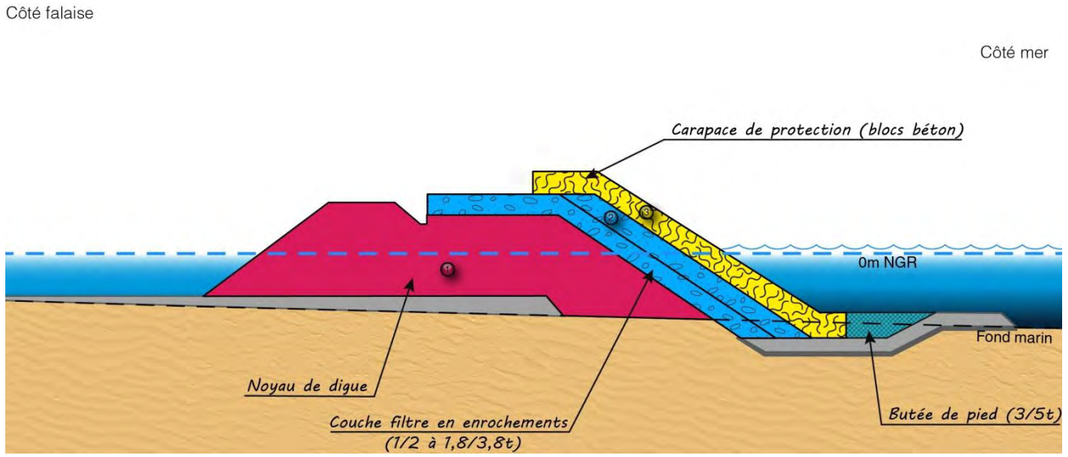


Figure 32 : mise en œuvre des matériaux 1/500 kg du noyau (1), pose des deux sous-couches en enrochements (2) et de la carapace de protection à l'avancement (3)

Mise en œuvre du remblai de soubassement

Le remblai de soubassement, sous le mur chasse mer et le remblai routier, est mis en œuvre par voie terrestre à environ 300 m en retrait du front d'avancement de l'épi. La largeur du remblai réalisé bénéficiera de la protection de la structure de la carapace dont le front d'avancement se situera à une distance maximale de 100 m en arrière de celui de l'épi. Un dispositif de confinement des fines, type merlon de protection ou équivalent, sera mis en œuvre pendant cette phase pour confiner le panache turbide dans la zone du chantier.

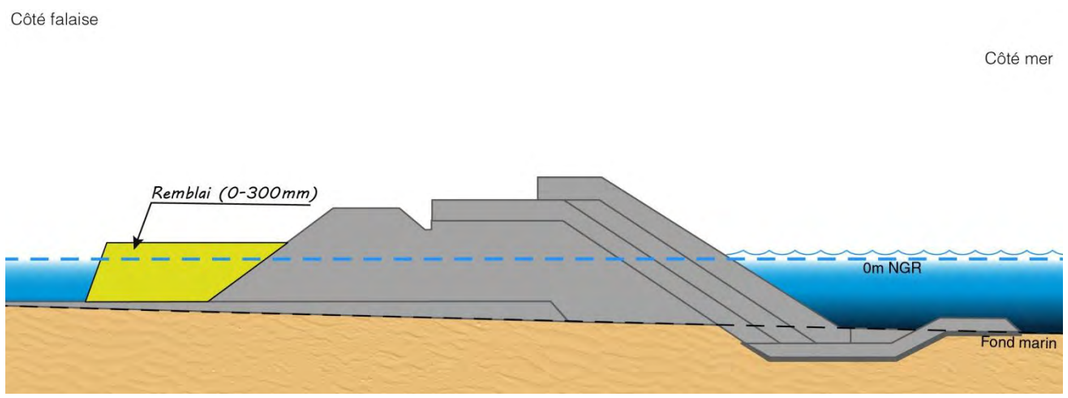


Figure 33 : mise en œuvre du remblai de soubassement en 0-300

Le mur chasse mer

La réalisation de la partie supérieure de la digue, intégrant le mur chasse-mer, peut être différée dans le temps de la partie inférieure. Après réalisation de la semelle coulée en place, les éléments béton (voile, contrefort…) pourront, suivant le choix de l'entreprise, être préfabriqués ou coulés en place.

Les enrochements de blocage, appelés aussi baignoire en enrochement, sont positionnés contre le mur chasse mer au grappin à partir d'une grue à câble et la voie de service en béton est coulée en place.

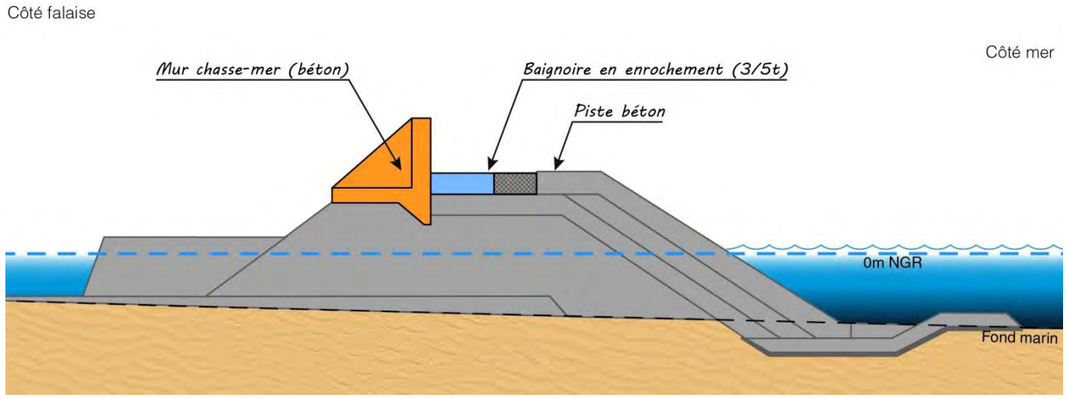


Figure 34 : réalisation du mur chasse-mer et de la baignoire en enrochements

Le remblai routier

Après réalisation du mur chasse mer, les opérations consistent à monter le remblai routier et exécuter le talus raidi côté falaise.

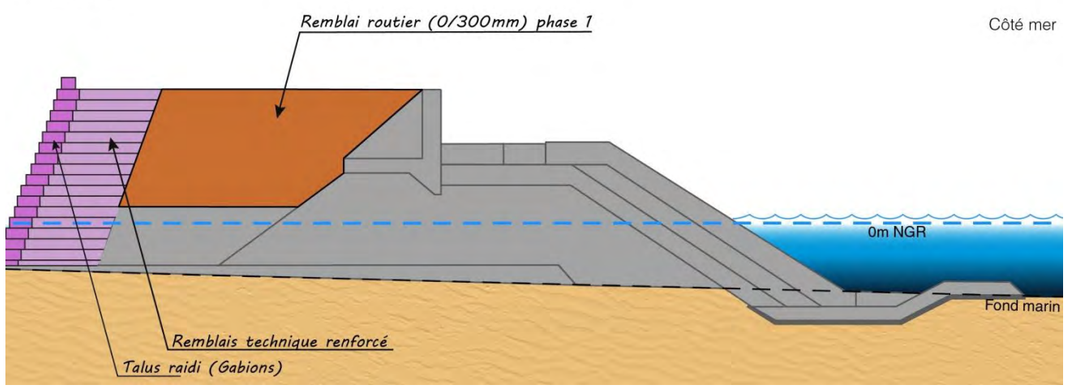


Figure 35 : réalisation du remblai routier et du talus raidi côté falaise

Enfin, la partie supérieure du mur chasse mer est mise en œuvre, ainsi que la fin du remblai routier, pour terminer par la chaussée.

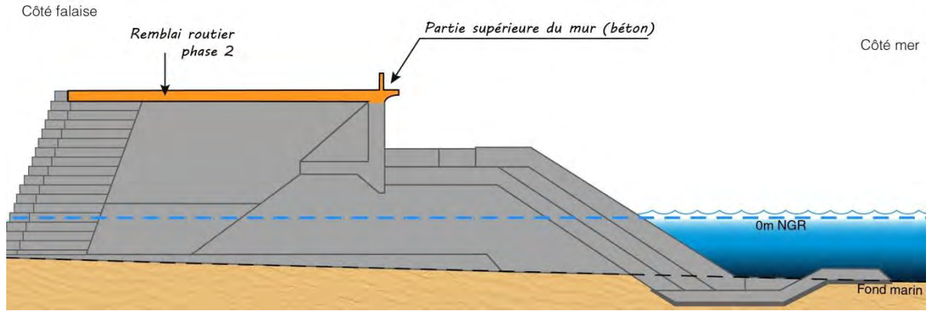


Figure 36 : réalisation de la partie supérieure du mur chasse-mer

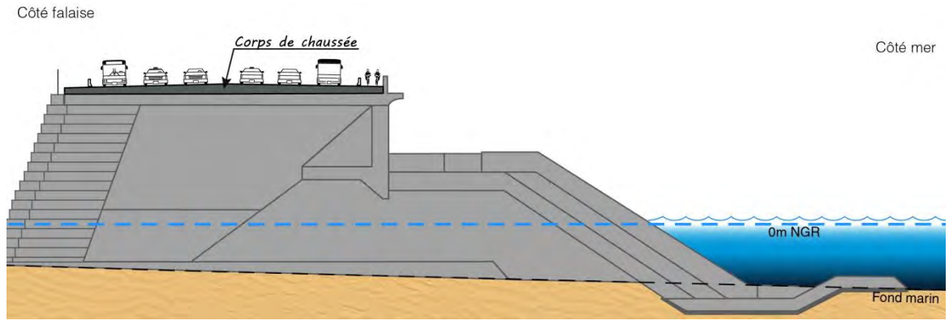


Figure 37 : réalisation de la chaussée (sous-couche, couche de forme et enrobée)

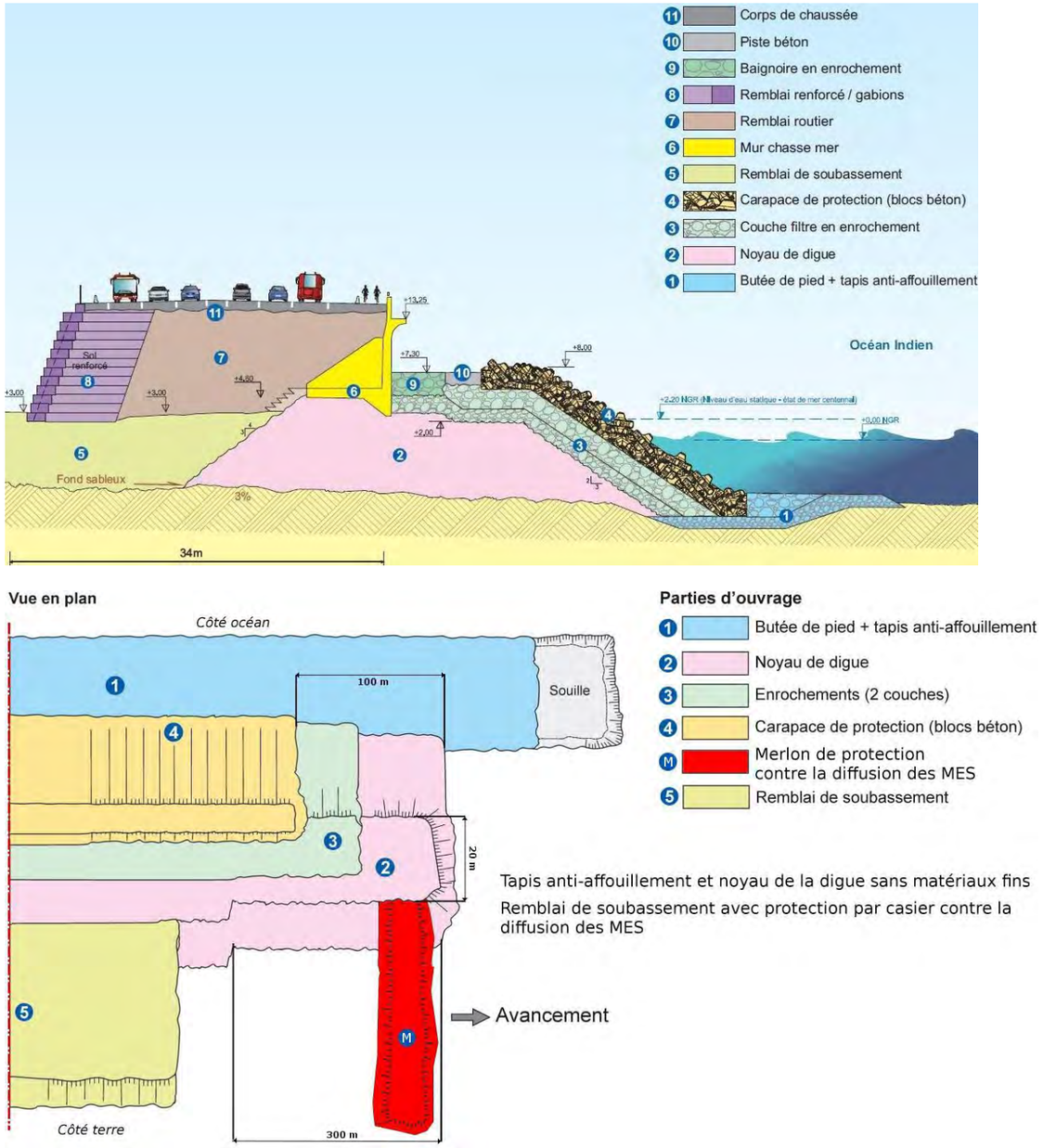


Figure 38 : cinématique de réalisation des sections en digue

5.2.3.2. AMÉNAGEMENT DES SECTIONS EN VIADUC

Les méthodes de construction décrites ci-après sont fondées sur des solutions éprouvées bien qu'elles soient exceptionnelles. Elles ont pour objectif de bâtir un scénario de base qui pourra être optimisé par l'entreprise de travaux, dans le respect des contraintes fixées, notamment vis-à-vis de la protection de l'environnement.

Méthodologie de construction des fondations semi-profondes

La semelle est un caisson préfabriqué à terre amené par flottaison et immergé au droit de l'appui.

La méthodologie de mise en œuvre sur site pour les piles à fondation semi-profondes est alors la suivante :

- dragage sous l'eau des couches de sol présentant des caractéristiques faibles à moyennes ;
- mise en place de deux tubes métalliques battus servant de guide d'implantation du caisson de pile. Cette opération nécessite une barge de travail avec une grue permettant de battre les tubes ;
- mise en place d'une couche d'assise de 1 m de gravier afin d'avoir une assise du caisson régulière et horizontale et amenée du caisson par flottaison à l'aide de deux remorqueurs ;

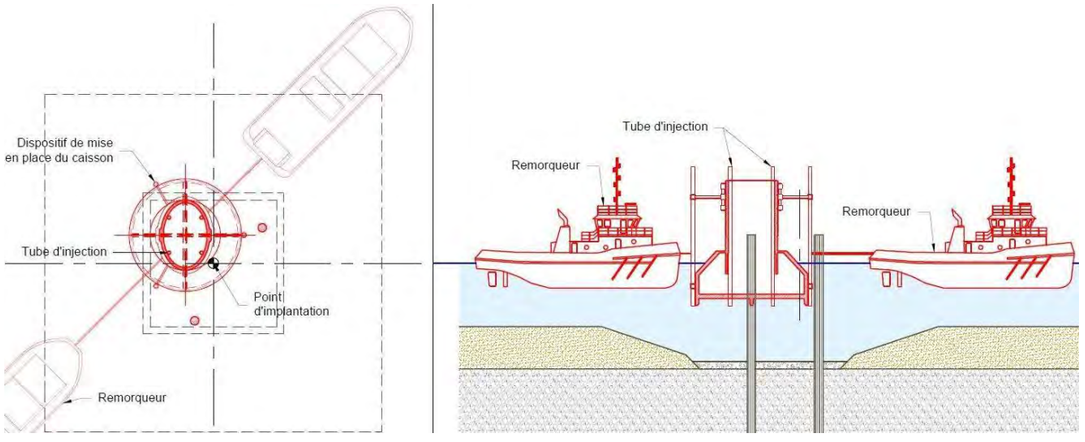


Figure 39 : amenée du caisson par flottaison

- implantation du caisson (calage sur les tubes métalliques guide) puis immersion du caisson ;

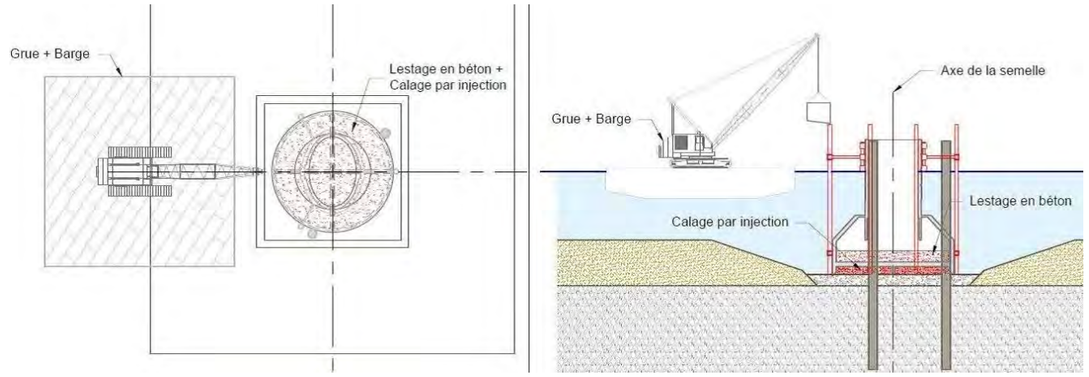


Figure 40 : immersion du caisson

- une fois la prise du béton faite, bétonnage de la deuxième phase de la semelle et enlèvement des tubes ;
- remplissage de la fouille du sol support avec des matériaux d'enrochement (tapis anti-affouillement) et mise en place de matériaux pour reconstitution de la couche superficielle ;
- mise en place du coffrage, bétonnage de la partie structurelle du fût vertical et remplissage de l'intérieur du reste de la semelle avec le sable dragué ;
- amenée et mise en place de coques préfabriquées pour continuer le fût de pile (coffrage, ferraillage et bétonnage de la partie structurelle du fût vertical).

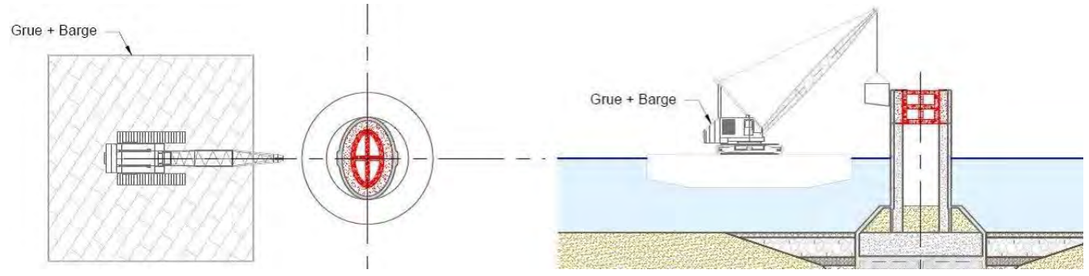


Figure 41 : mise en œuvre de la partie structurelle du fût vertical

Méthodologie de construction des fondations profondes

Pour assurer la liaison entre la semelle et les pieux, un bétonnage sur site est inévitable dans le cas des fondations profondes.

Les opérations d'exécution des pieux nécessitent une plateforme autoélévatrice, avec grue et stockage de matériel, et des embarcations permettant l'amenée du béton et autres matériaux.

L'opération se décompose selon les phases suivantes :

- la première opération consiste est le fonçage du tubage puis le forage pour extraire les matériaux de surface à l'intérieur du tubage. La tête de forage a un diamètre supérieur au tube pour descendre le tubage jusqu'au fond du forage. Afin de permettre un ancrage dans le substratum rocheux, l'outil de forage pénètre dans le substratum rocheux. Les matériaux excavés serviront d'une part à remplir les piles creuses (environ 10 %) et d'autre part à la construction du piège à cailloux et des sections en digue ;

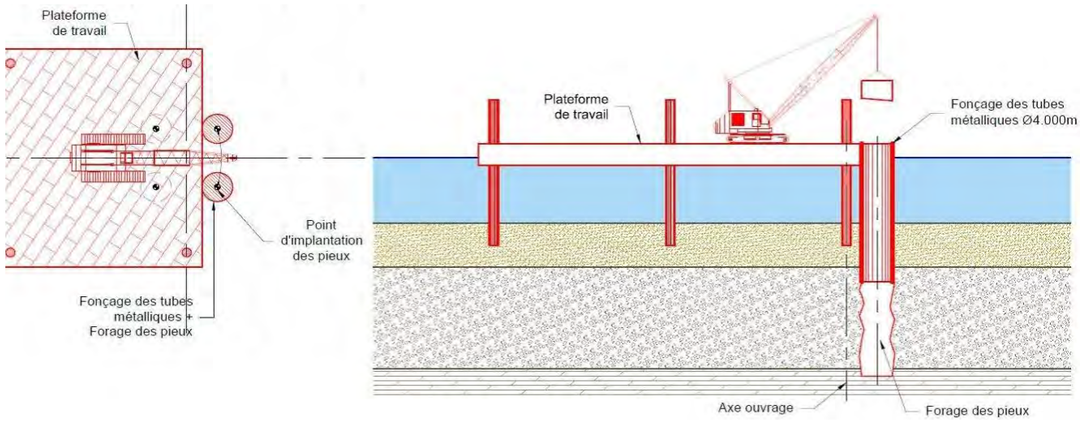


Figure 42 : forage des pieux

- une fois le tube foré, le pieu est ferraillé et bétonné ;
- la plate-forme autoélévatrice est ensuite déplacée pour réaliser la deuxième file de pieux ;

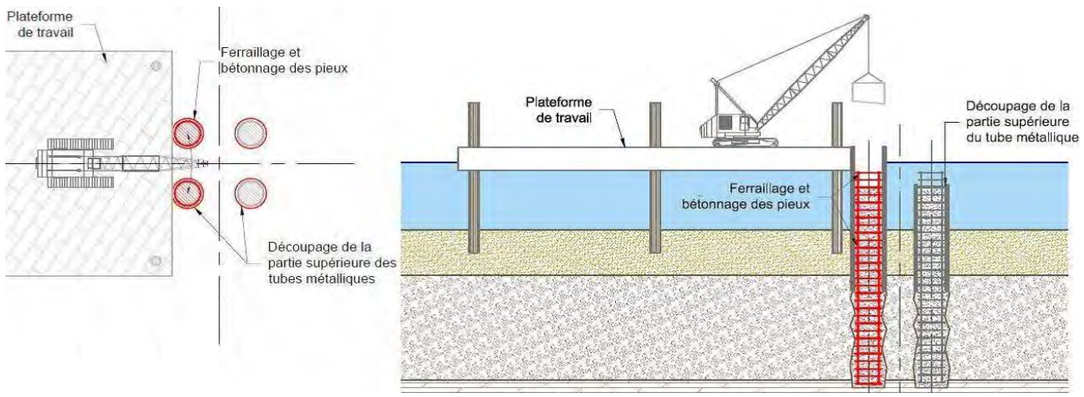


Figure 43 : réalisation de la deuxième file de pieux

- le tapis anti-affouillement est mis en œuvre. La semelle de pile est amenée par flottaison à l'aide de deux remorqueurs et implantée au-dessus des quatre pieux. Les opérations suivantes nécessitent une barge de travail avec grue ;
- l'immersion du caisson est réalisée par remplissage à l'eau de mer, puis une réhausse métallique faisant office de batardeau est mise en œuvre ;

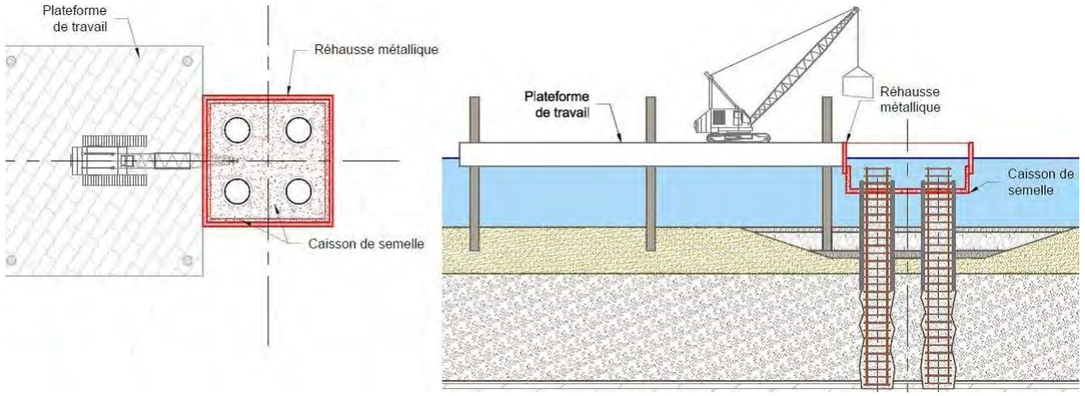


Figure 44 : immersion du caisson et réhausse métallique

- réalisation d'un béton d'étanchéité dans le caisson de semelle, pompage de l'eau du caisson puis ferraillage et bétonnage de la semelle ;
- amenée et mise en place de coques préfabriquées pour l'exécution du fût de pile, puis coffrage, ferraillage et bétonnage de la partie structurelle du fût vertical ;
- enlèvement de la réhausse métallique et poursuite de la construction du fût de pile.

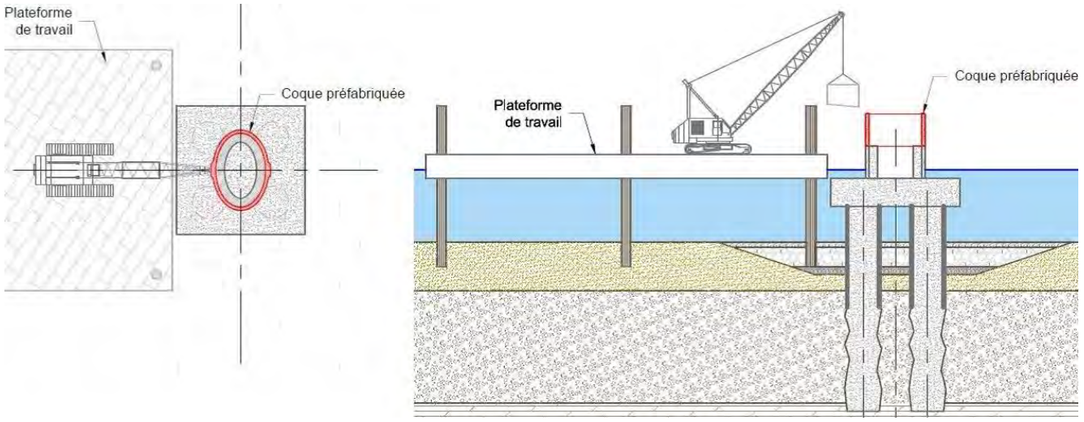


Figure 45 : construction du fût de pile

Méthodologie de construction du tablier

L'importante surface du tablier du viaduc implique la réalisation de voussoirs préfabriqués à terre.

Le tablier du viaduc est réalisé par assemblage des voussoirs préfabriqués selon la technique des encorbellements successifs, soit à l'aide d'une poutre de lancement de grande longueur soit à l'aide d'une embarcation avec grue de grande capacité.

La pose à l'aide d'une poutre de lancement se déroule selon les étapes suivantes (*cf. figure suivante*) :

5. le lanceur se pose sur la partie d'ouvrage déjà construite. Il est alors lancé vers la pile suivante, où l'on installe le voussoir sur pile ;

6. le lanceur prend ensuite appui sur le voussoir sur pile ;

7. il vient se repositionner à l'aplomb de l'appui en vue de l'assemblage des éléments du fléau, en symétrie et en alternance ;

8. les voussoirs sont solidarisés entre eux par des câbles tendus à l'aide de vérins (précontrainte de fléau). Le joint de clavage est bétonné lorsque le fléau est complet.

Photographie 10 : poutre de lancement (*source : Revue travaux, n°722, juillet-août 1996*)

La pose par bateau-grue est tout aussi possible sur un chantier de cette importance en recourant bien évidemment à des moyens exceptionnels en regard des poids à soulever, et en planifiant son intervention en fonction du climat de houle.

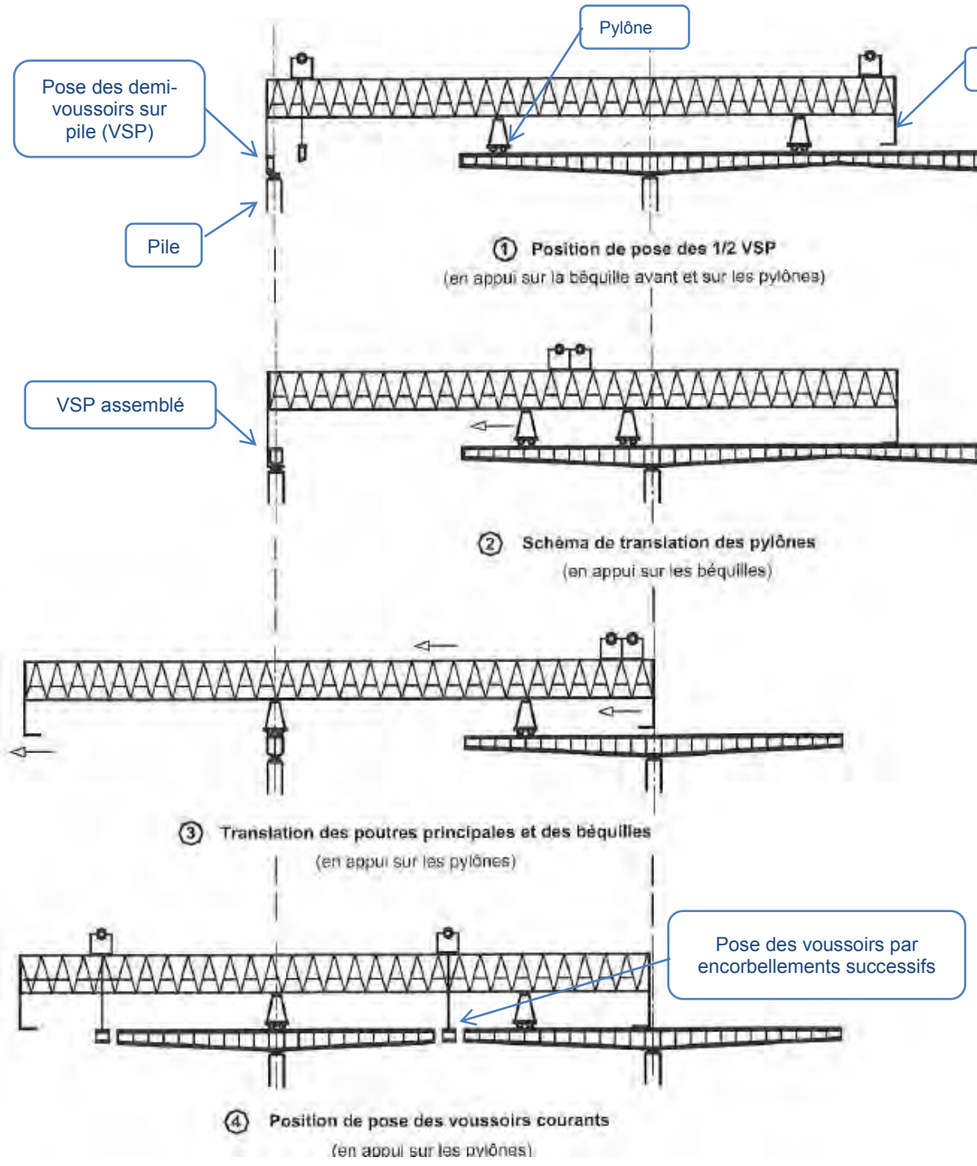


Figure 46 : construction du tablier avec une poutre de lancement

Viaduc de la Grande Chaloupe

L'ouvrage comporte un tablier d'environ 240 m de longueur à quatre travées. Le tablier est constitué d'une poutre caisson de hauteur constante.

Les piles sont constituées d'un fût unique elliptique sur semelle avec un diamètre de 14 m.

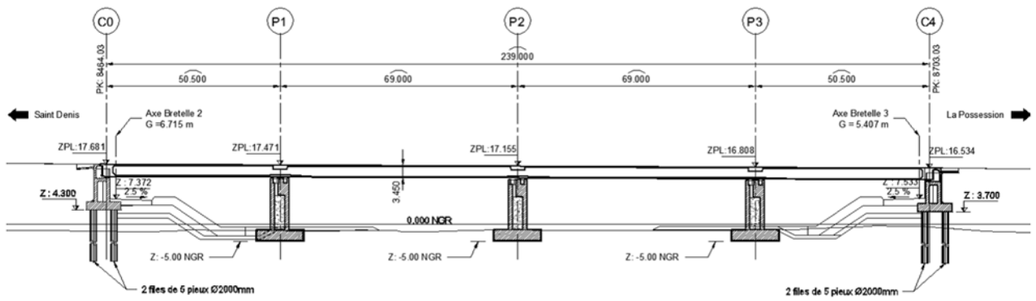


Figure 47 : viaduc de la Grande Chaloupe

Le tablier sera construit par encorbellements successifs à l'aide d'une paire d'équipage mobile. Les piles seront construites sur place par des méthodes classiques pour ce genre de structure et non préfabriquées.

Des pistes d'accès seront spécialement aménagées pour la mise en œuvre de ces ouvrages (*cf. page 88*).

5.2.3.3. INSTALLATIONS PROVISOIRES DE CHANTIER

Les installations provisoires seront aménagées pour les besoins du chantier. Les principales sont identifiées à ce jour et sont présentées dans ce dossier. Les entreprises en charge des travaux mèneront les démarches administratives nécessaires, si elles prévoient d'autres installations pour leurs besoins de réalisation du chantier.

5.2.3.3.1. INSTALLATIONS PORTUAIRES

Des installations provisoires de chantier pourront être aménagées pour les besoins des travaux, en utilisant les installations portuaires existantes. Ces besoins sont anticipés en présentant dans le présent dossier de demande de dérogations deux options de préfabrication des embases de piles et pour une installation de mise à l'eau des voussoirs du tablier du viaduc.

Des installations portuaires provisoires seront aménagées, pendant une durée d'environ quatre ans, afin de préfabriquer les embases des piles du viaduc et pour la mise à l'eau des voussoirs (*cf. figure suivante*). L'ensemble de ces installations est localisé au Port Est de La Possession et ont fait l'objet d'une concertation avec le gestionnaire des infrastructures portuaires.

Les installations pour la préfabrication des embases de piles seront constituées :

- de deux plates-formes autoélévatrices pour la préfabrication des embases ;
- d'un ponton d'accès à chaque plate-forme ;
- de zones de stockages des embases préfabriquées.

Deux options sont proposées dans le présent dossier (*cf. figure suivante*), le choix final revenant aux autorités portuaires et aux entreprises (choix de l'une ou des deux options, ou procédure indépendante menée par les entreprises) :

- l'option 1 proposée est localisée de part et d'autre de la digue est du port. Les plates-formes sont localisées à l'intérieur du port, à l'abri de la houle, et le stockage des embases sur la partie extérieure. Une zone sera aménagée à cet effet (nivellement léger du fond sableux afin d'assurer la stabilité des embases préfabriqués). Au total, environ quinze embases seront stockées. Elles seront posées en les remplissant d'eau de mer mais seront en partie immergée. Elles seront ensuite déplacées sur leur position définitive (transport par flottaison, après les avoir vidées de leur eau), au droit du viaduc. Le béton étant inerte, la vidange des embases ne présente pas de risque de pollution particulier ;
- l'option 2 proposée est uniquement localisée à l'intérieur du Port Est, le stockage des embases se faisant à terre.

Le stock d'embases pourra être provisoirement supérieur à quinze en fonction des besoins du chantier et des contraintes de planning.

Une installation de mise à l'eau des voussoirs du tablier du viaduc est également prévue. Cette dernière est constituée d'une rampe à 12 % sur laquelle est placé un chariot. Celui-ci permet de maîtriser la descente (ou la remonté) de la barge sur laquelle est disposé le voussoir.

5.2.3.3.2. PISTES DE CHANTIER

Aménagements à La Possession

Piste chantier

Une piste chantier sera spécifiquement aménagée côté La Possession. En effet, les contraintes d'accès liées à la route actuelle oblige à créer une piste le long de l'infrastructure existante, côté océan, et ce jusqu'au rond-point de la rue Sarda Garriga (*cf. figure page 91*).

Il est envisagé la réalisation d'un ouvrage hydraulique temporaire et submersible de traversée de la ravine des Lataniers pour la piste de chantier (*cf. vue en plan de la piste page 91*). Afin d'assurer la stabilité et la pérennité de l'ouvrage face aux crues et à la houle marine durant la phase chantier, il est prévu des protections contre l'érosion hydrique et marine en amont et en aval de l'ouvrage (parement amont/aval, chaussée supérieure, piste d'accès…). Il peut être prévu des fosses de pierres de gros diamètres pour limiter les effets de renard hydraulique en amont et aval de l'ouvrage. De même, de part et d'autre de l'ouvrage, des enrochements sont à prévoir en vue de stabiliser le chemin d'accès. Ce dernier sera revêtu d'une dalle béton ou d'un revêtement bitumineux.

L'ouvrage hydraulique se situera en amont du cordon littoral de gravier et en aval de deux ponts dont le plus proche est le franchissement de la ravine Latanier par la RN1. Les habitations à proximité se situent en aval du deuxième ouvrage de franchissement.

Afin d'optimiser l'écoulement de l'ouvrage hydraulique, il est envisagé de créer une pente légèrement négative à partir de la piste jusqu'à la mer, et donc de terrasser localement le cordon littoral de gravier. En effet, le lit de la ravine ne bénéficie pas d'une pente négative à son exutoire actuellement, du fait du cordon littoral de gravier (environ +1 à +2 m) formé par le flux/reflux des vagues. Cependant, même si l'évacuation des eaux de crue va être améliorée, un entretien régulier de l'ouvrage hydraulique sera prévu pour curer les matériaux déposés.

Photographie 11 : vue de l'exutoire de la ravine et des matériaux accumulés à évacuer

Il est préconisé la réalisation de dalots coulés sur site de 0,7 m de hauteur par 3 m de largeur. La largeur de la piste est de 8 mètres. L'ouvrage sera constitué de cinq dalots.

Des protections spécifiques seront par ailleurs mises en œuvre sur la piste pour la protéger vis-à-vis des risques de houle. Celles-ci seront localisées sur environ 300 m à l'est de la ravine des Lataniers. Cette protection sera assurée par une carapace en blocs artificiels. Cette dernière est similaire à la carapace de protection des sections en digue qui est aussi assurée par des blocs béton, bien que ces caractéristiques seront plus modestes (taille des blocs…). La stabilité de cet ouvrage est aussi garantie par une butée de pied.

À noter également que l'ouvrage buse métallique de la ravine de la Mare Coton sera remplacé en lieu et place par une buse béton plus grande (2,2 mètres de diamètre contre 2,0 m actuellement) sur ses quinze derniers mètres de longueur.

Accès provisoires à la RN 1

Afin de permettre l'accès à la RN 1 durant les travaux, à l'emplacement du futur échangeur de La Possession, des accès provisoires seront aménagés.

Les travaux comprennent la création de trois bretelles permettant de s'insérer sur la RN 1. La bretelle existante permettant de sortir de la route pour les usagers provenant de Saint-Paul est conservée.

Les aménagements comprennent :

- la construction d'un pont provisoire au-dessus de la RN1 permettant de s'y insérer en direction de Saint-Paul depuis le carrefour RD 41. Cet aménagement comprend également l'élargissement du terre-plein central pour la réalisation de l'appui intermédiaire de l'ouvrage. La largeur circulable du pont provisoire est de 3 m et le profil en long est conçu de manière à franchir la RN 1 en laissant un gabarit large (6,1 m) ;
- la construction de deux bretelles d'accès depuis le carrefour RD 41 s'insérant sur la RN 1 en direction de Saint-Denis. La bretelle pour la circulation publique vers Saint-Denis utilise l'ancienne bretelle aujourd'hui désaffectée et comportera une voie de 4 m. Une bretelle dédiée au bus sera aménagée et utilisée uniquement en mode de circulation basculé (une voie de 5 m).

L'emprise de ces aménagements est illustrée sur la figure 49 page 92.

Aménagements des ravines Lafleur et de la Grande Chaloupe

Dans l'actuel ouvrage de la ravine de la Grande Chaloupe, la piste existante sera renforcée afin de permettre le passage des engins de chantier sous la route actuelle.

Les aménagements consisteront essentiellement à élargir le radier en béton existant dans les tronçons où il est le moins large afin que ses dimensions soient identiques sur toute la longueur de la piste.

Pour permettre une largeur constante du radier en béton de la piste existante dans l'ouvrage de la Grande Chaloupe, environ 300 m² du lit mineur de la ravine seront bétonnés, tel que précisé sur la figure suivante. Ce renforcement du radier existant permettra d'obtenir une largeur constante, telle qu'illustrée sur la photographie suivante.

Figure 48 : élargissement du radier de l'ouvrage dans le lit mineur de la ravine de la Grande Chaloupe (en rouge)

Un accès chantier est également prévu pour traverser la ravine Lafleur. Cet accès fera l'objet d'un aménagement spécifique, de type radier en béton d'environ 30 cm d'épaisseur, de même nature que pour la ravine de la Grande Chaloupe.

Le principe retenu est celui de l'aménagement d'un radier de 4 m de large permettant de conserver une section hydraulique au moins équivalent à la situation actuelle et de conserver une partie du lit naturel permettant la continuité écologique durant le chantier (largeur minimum de 5 m du lit naturel).

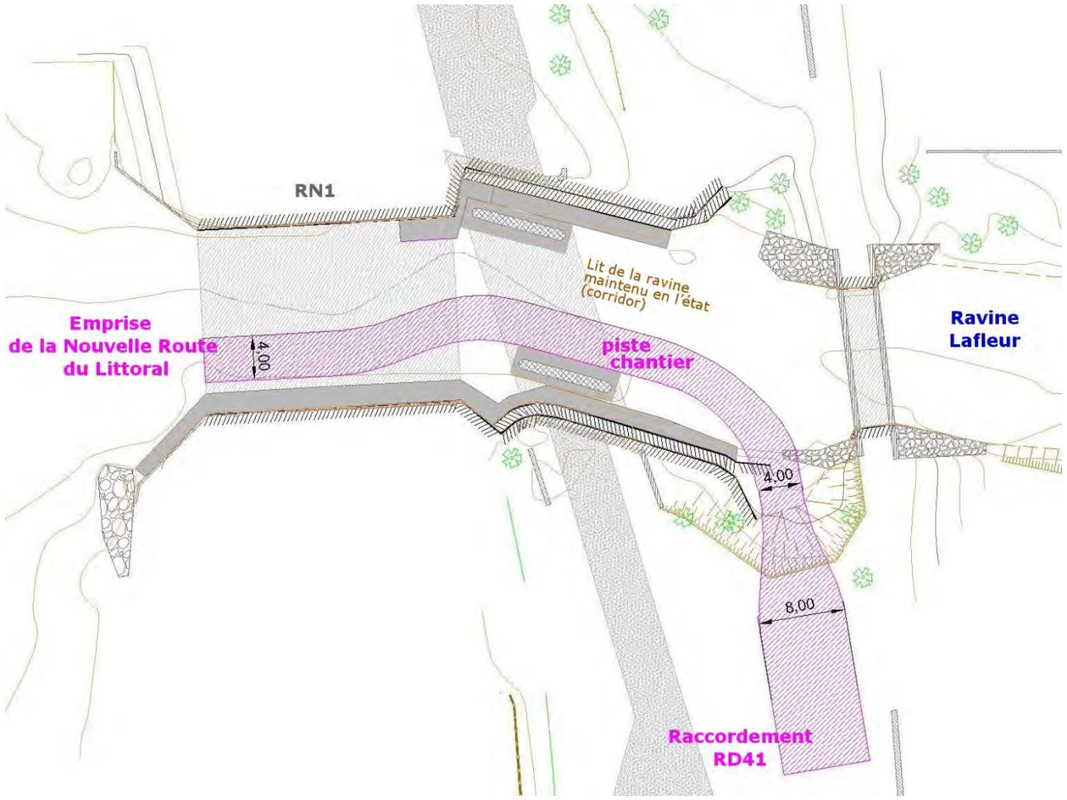


Figure 49 : aménagement d'un radier pour la piste de traversée de la ravine Lafleur

Aménagements du front de mer à la Grande Chaloupe

Pour permettre la construction du viaduc de la Grande, des pistes chantier seront aménagées sur le front de mer afin de permettre :

- la réalisation de sondages géotechniques au droit des futures piles, préalablement à la mise en œuvre des ouvrages (***étape 1,*** *cf. illustration page 93*) ;
- la réalisation de sondages géotechniques pour les culées et construction des appuis du viaduc de la Grande Chaloupe (***étape 2,*** *cf. illustration page 95*) ;
- la réutilisation des pistes comme accès pour construire la digue, d'une part vers Saint-Denis, d'autre part vers La Possession. Par ailleurs, un remblai est encore maintenu pour acheminer le matériel et le personnel pour la construction du tablier du viaduc de la Grande Chaloupe (***étape 3,*** *cf. illustration page 95*).

La piste aménagée en embouchure de la ravine des Tamarins, à partir de l'étape 2, consistera non seulement à réaliser un radier en béton d'environ 30 cm d'épaisseur, mais également à déblayer le cordon à galets formé en embouchure entre les cotes de +2 à +4 m NGR environ (*cf. figure suivante*).

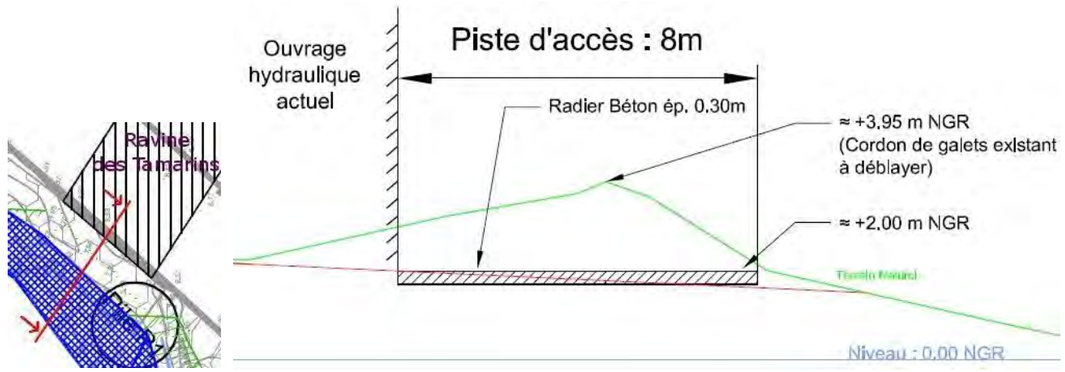


Figure 50 : profil en long de la traversée de la ravine des Tamarins

Ces remblais provisoires seront décomposés en deux parties. D'une part, une protection maritime sera nécessaire tout autour du remblai, pour assurer la stabilité des pistes durant les travaux (enrochements naturels ou blocs béton). D'autre part, le corps du remblai sera constitué de matériaux suffisamment stables par rapport à la fonctionnalité de cet ouvrage provisoire.

La méthode de construction de ce remblai provisoire et le type de matériaux précis qui seront utilisés relèvent de la responsabilité de l'entreprise. Les modalités de construction de cet ouvrage provisoire feront l'objet d'une proposition de l'entreprise en charge des travaux, lorsqu'elle sera désignée. Cette proposition sera validée par le Maître d'œuvre. Cette construction ne pourra démarrer qu'à l'issue de ce processus.

À la fin des travaux, l'intégralité des remblais mis en œuvre pour ces pistes sera évacué jusqu'à la cote du fond marin actuel.

Accès chantier à Saint-Denis

Afin de permettre l'accès au chantier côté Saint-Denis, un carrefour giratoire sera aménagé à l'entrée ouest de la ville de Saint-Denis avant le carrefour RN 1 - RD 41.

Le plan d'aménagement du carrefour est illustré sur la figure 53 page 96.

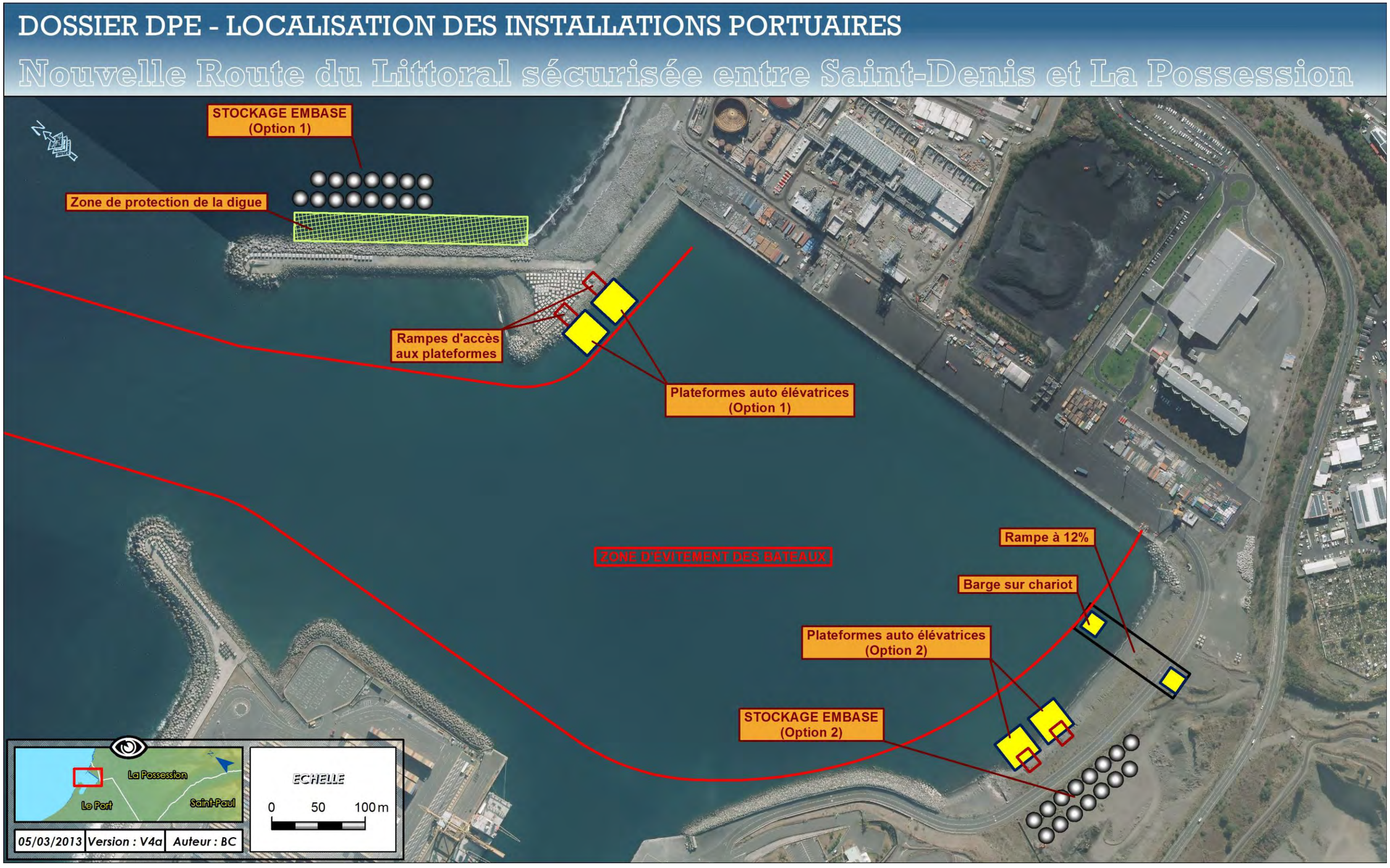


Figure 51 : installations portuaires du chantier

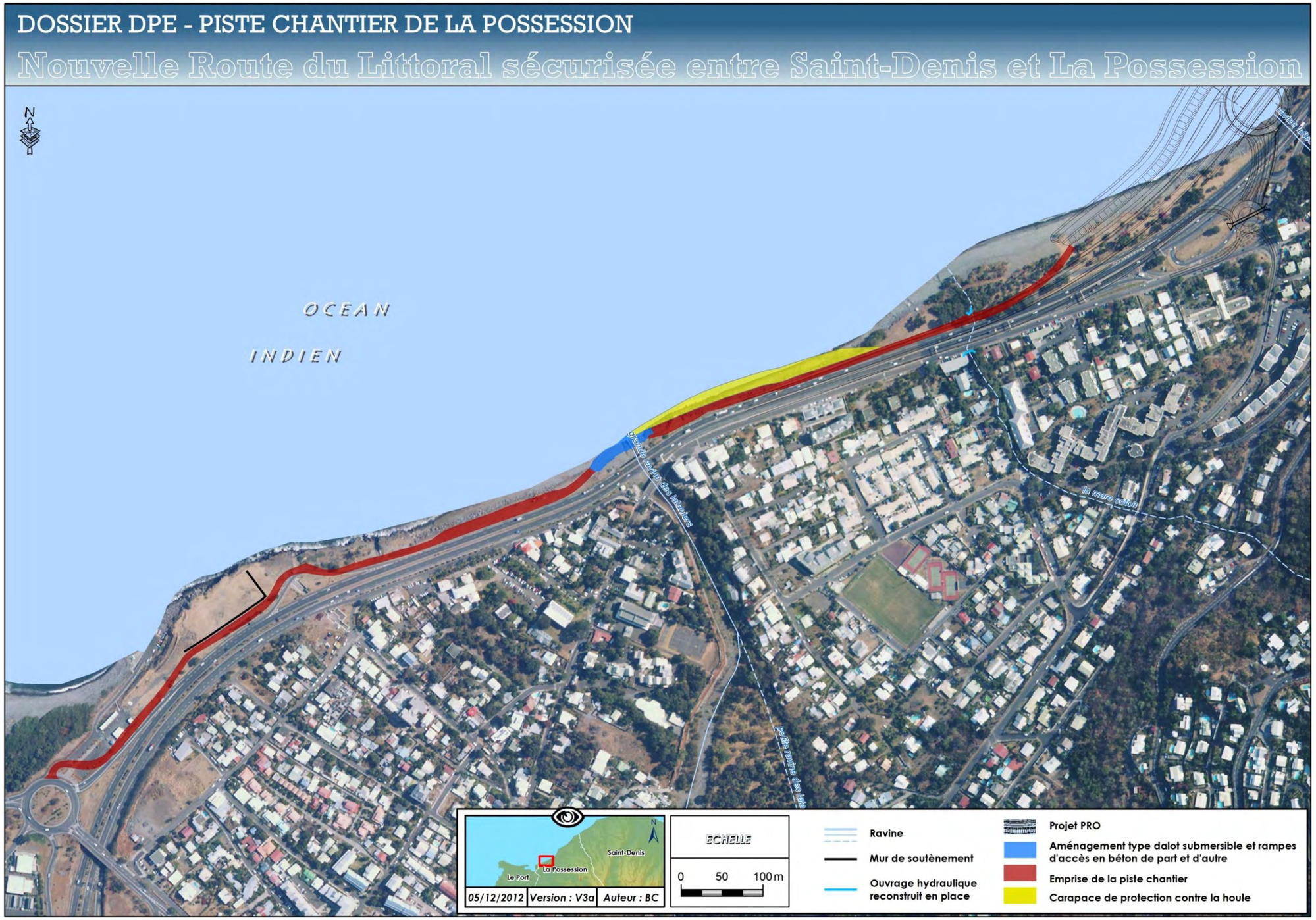


Figure 52 : piste de chantier à La Possession

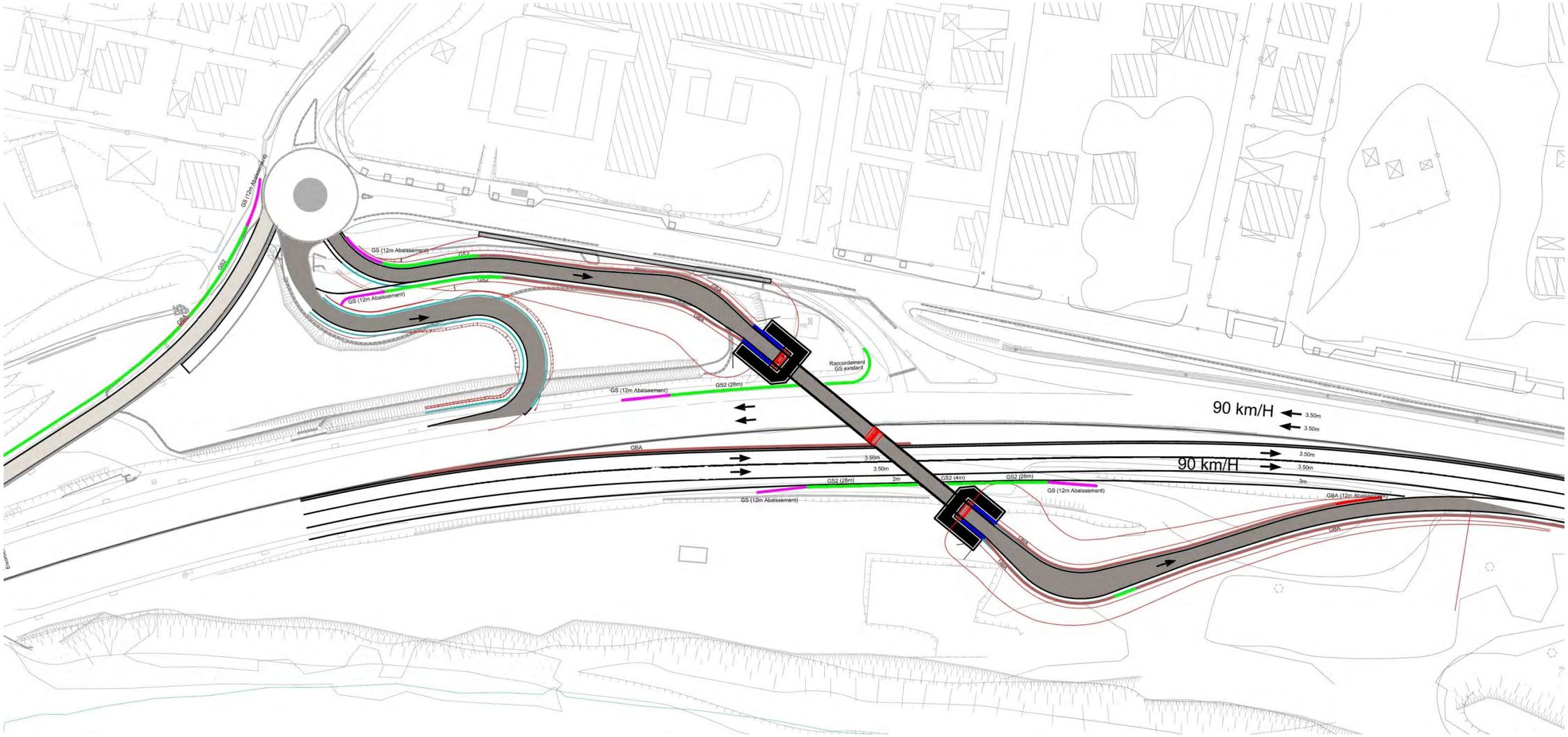


Figure 53 : aménagement de bretelles d'accès provisoires à La Possession

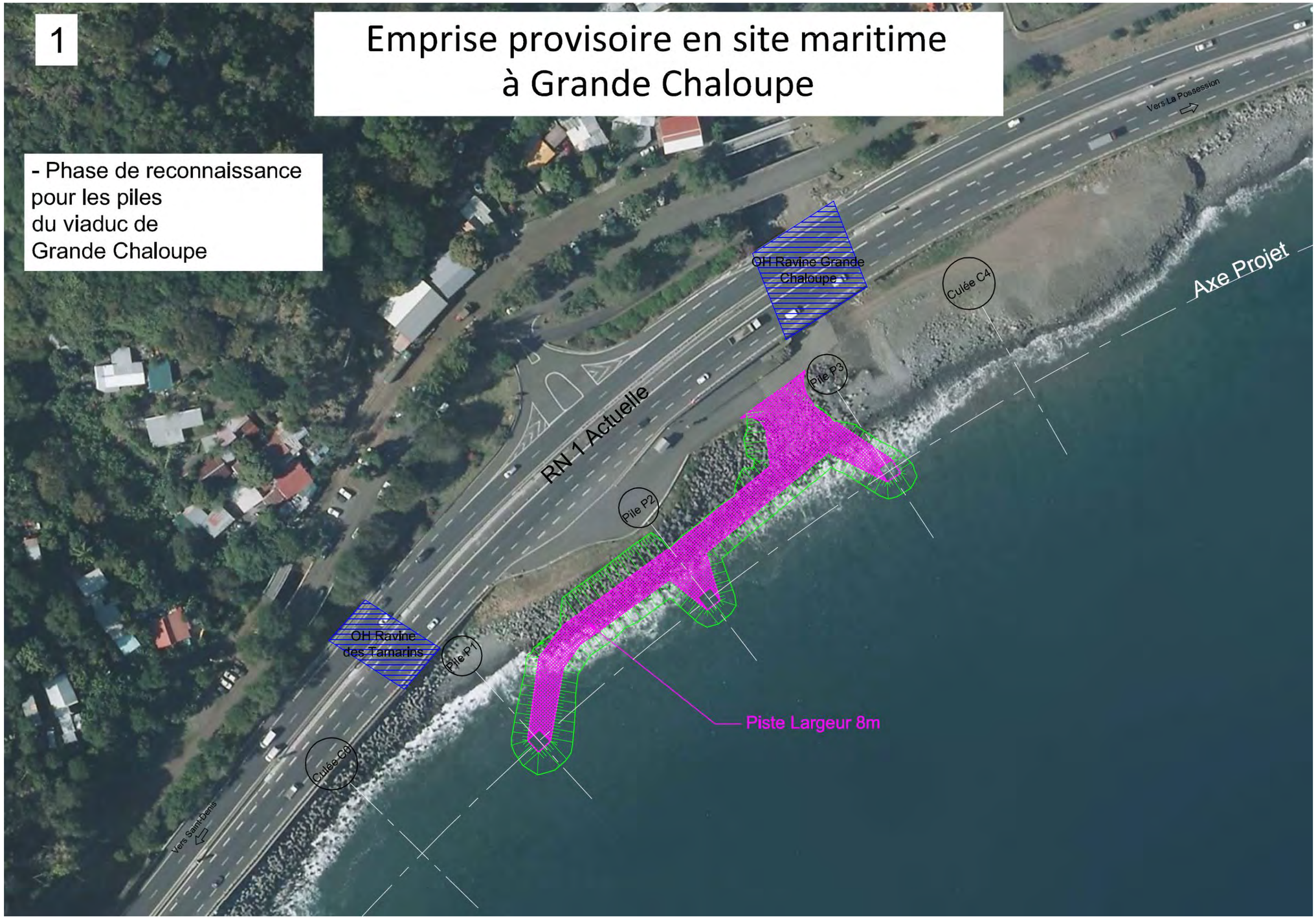


Figure 54 : piste du viaduc de la Grande Chaloupe – étape 1

2

Emprise provisoire en site maritime à Grande Chaloupe

- Phase de reconnaissance pour les culées du viaduc de Grande Chaloupe.

- Phase 0: Construction des fondations des culées
-Phase 1: Construction des piles

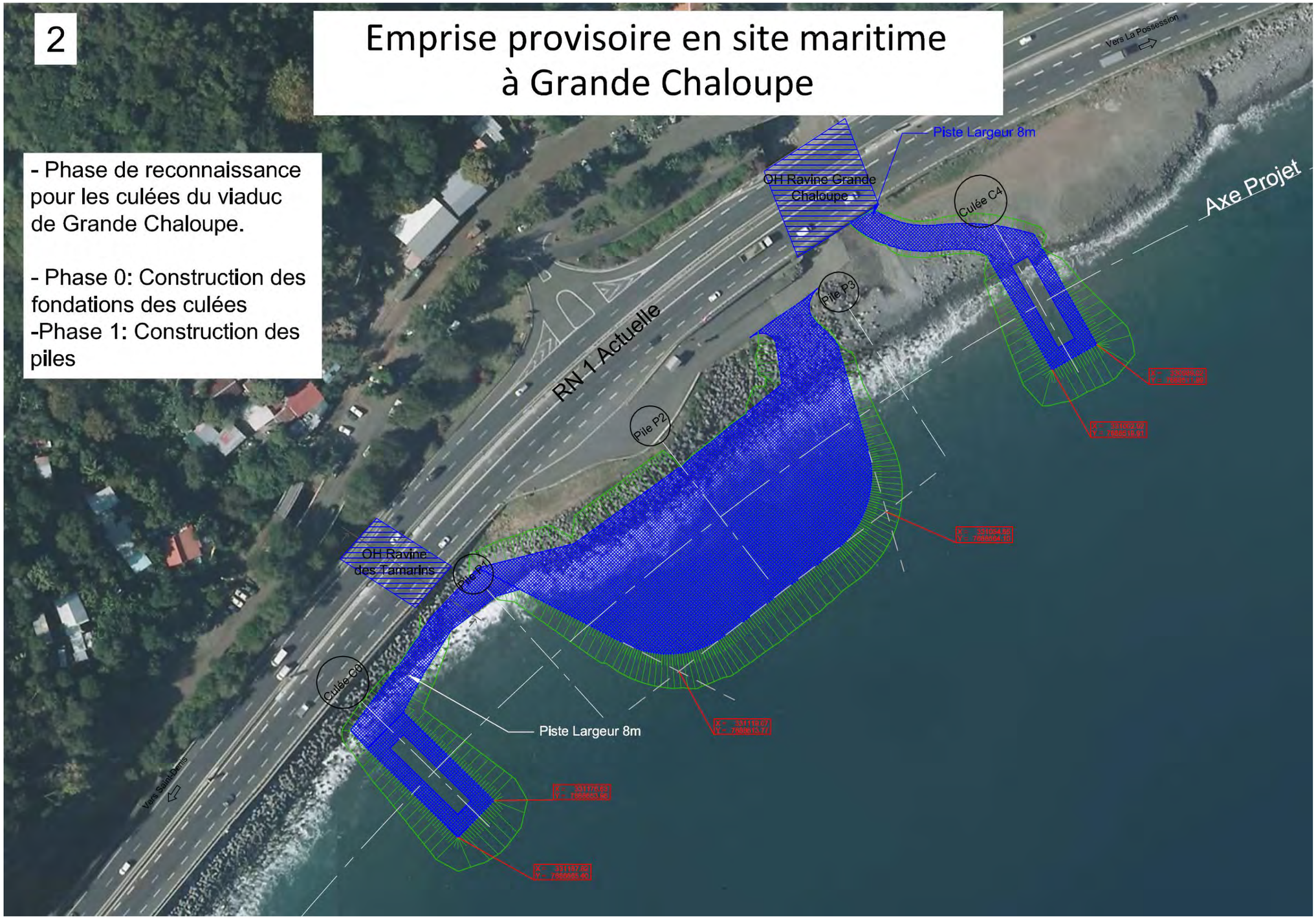


Figure 55 : piste du viaduc de la Grande Chaloupe – étape 2

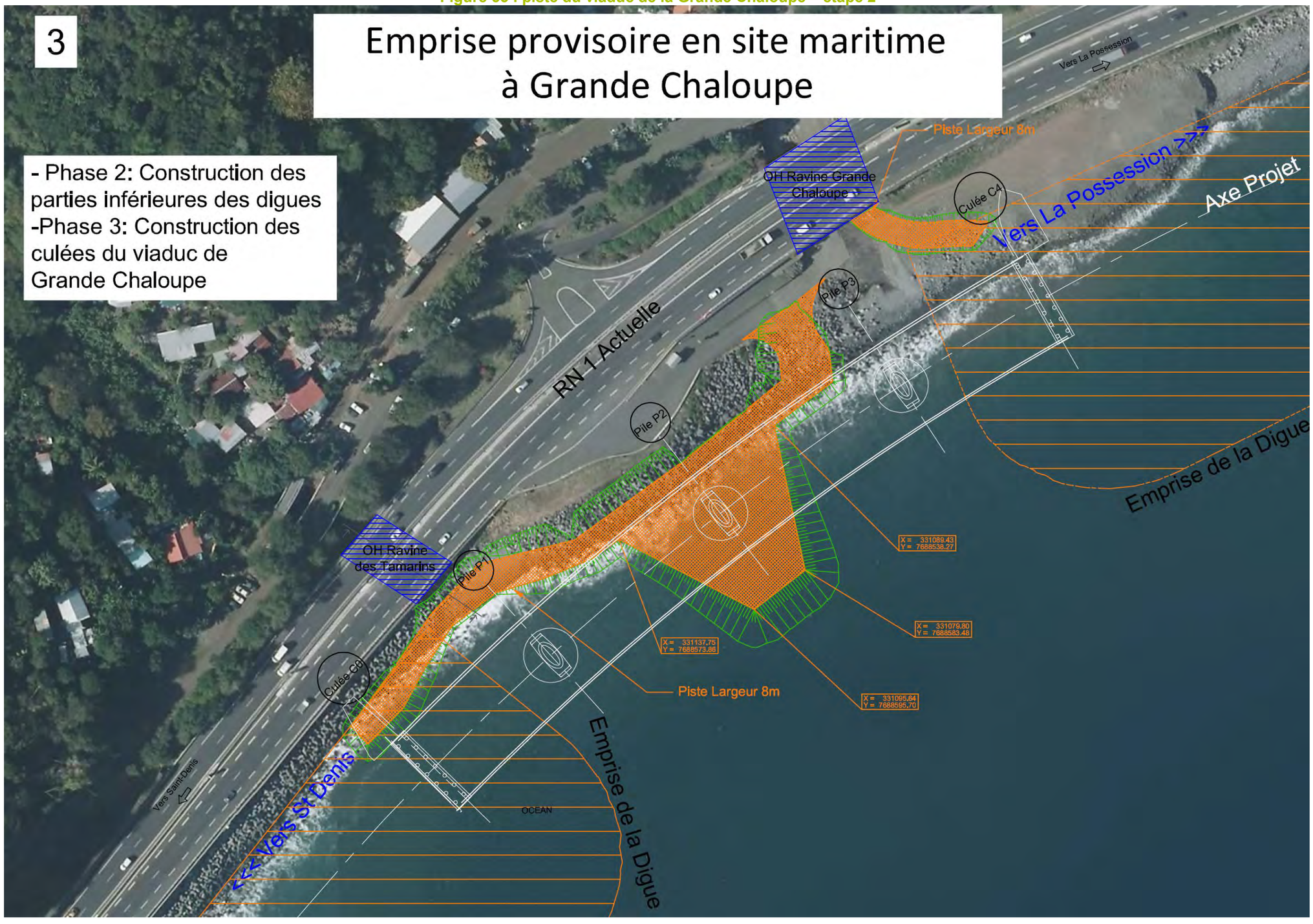


Figure 56 : piste du viaduc de la Grande Chaloupe – étape 3

Figure 57 : accès chantier à Saint-Denis

5.2.3.4. APPROVISIONNEMENT EN MATÉRIAUX

Il convient de rappeler en préambule que ce dossier ne se substitue pas aux demandes d'autorisations qui seront spécifiquement à obtenir pour l'approvisionnement en matériaux du projet avec les prescriptions environnementales associées, relevant par exemple de la réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), lesquelles installations pourront aussi nécessiter des demandes préalables spécifiques de dérogations relatives aux espèces protégées.

Le but est ici d'apprécier l'impact du projet, en tenant compte de la fourniture des matériaux et d'en apprécier l'incidence sur l'état de conservation des espèces protégées concernées.

Les impacts liés à l'approvisionnement en matériaux sont appréciés en tenant compte des sites d'extraction, des emprises des installations associées (installations d'élaboration des matériaux finis (concassage, criblage, …), stockages, locaux et équipements divers, …) et des raccordements au réseau viaire. Les impacts potentiels liés à l'approvisionnement en matériaux extérieurs à l'île sont également pris en compte.

5.2.3.4.1. LES BESOINS NÉCESSAIRES À LA CONSTRUCTION DES PRINCIPAUX[7] OUVRAGES

Conception des ouvrages et besoins en matériaux

Les besoins en matériaux nécessaires à la construction des ouvrages de la Nouvelle Route du Littoral, avaient préalablement fait l'objet d'une première quantification dans le cadre du dossier d'enquête préalable à la Déclaration d'Utilité Publique du projet élaboré en 2011, la DUP ayant été prise le 07 mars 2012.

Les études de conception détaillée ont permis de repréciser les besoins pour les digues et pour le viaduc (granulats pour les bétons et protections anti-enrochements). Ces derniers ont donc été définitivement arrêtés avec le PRO remis au Maître d'ouvrage par le Maître d'œuvre le 28 juin 2012 en version provisoire et le 30 novembre 2012 en version finale, tenant compte des remarques du Maître d'ouvrage.

L'un des objectifs de conception détaillée est d'optimiser le projet du point de vue technique, environnemental et économique. Le premier objectif a été de chercher à réduire le besoin de matériaux d'apport, en optimisant le tracé routier et la géométrie de l'infrastructure. C'est pourquoi, les quantités de matériaux ont diminué par rapport aux valeurs inscrites dans le dossier d'enquête préalable à DUP. Le second objectif a été de préciser les classes granulaires, pour améliorer les performances de l'ouvrage et faciliter sa mise en œuvre. Ce second objectif a eu pour conséquence de prévoir des matériaux de soubassements avec pas ou très peu d'éléments fins, ce qui n'était pas prévu dans la conception au stade de la DUP. Cette optimisation présente un intérêt environnemental, en termes de rejets de matières en suspension dans le milieu naturel lors de la pose de ces matériaux.

Les matériaux nécessaires à la construction du projet, à la fois pour les sections en digue, mais aussi pour celles en viaduc, n'ont ainsi été définitivement connus dans le détail qu'à l'issue de ce processus, courant 2012.

Quantités et classes granulaires de matériaux nécessaires au projet

Les besoins en matériaux s'établissent ainsi maintenant comme suit **:**

- **pour la construction de la digue** (cf. Figure 58 ci-après, pour la répartition des matériaux) : environ 8,5 millions de m^3 de matériaux de remblais et d'enrochements, à part presqu'égale et environ 550 000 m^3 de granulats pour les bétons des ouvrages d'art associés (ouvrages hydrauliques, mur chasse-mer, …) ;

- **pour la construction du viaduc** : environ 230 000 m^3 d'enrochements pour les protections anti-affouillement au pied de chaque appui de l'ouvrage (cf. Figure 59 et Figure 60 ci-après) et environ 350 000 m^3 de granulats pour béton.

Les quantités de remblais et d'enrochements nécessaires à la construction des ouvrages en digue se répartissent de la manière suivante :

- **environ 4,3 millions de m^3 de remblais**, composés :
  - de matériaux de classe 0/300 mm pour la mise en œuvre des soubassements,
  - de matériaux de classe 0/80 mm pour la mise en œuvre des remblais routiers et techniques ;

- **environ 4,2 millions de m^3 d'enrochements**, composés :
  - à 63 % de matériaux de classe 1/500 kg pour la mise en œuvre des noyaux des digues,
  - d'environ 18 % de matériaux de classe 0,2/1 t pour la réalisation des tapis anti-affouillement,
  - d'environ 13 % de matériaux de classes 1/2 à 1,8/3,8 t pour la mise en œuvre des sous-couches filtre,
  - d'environ 6 % de matériaux de classe 3/5 t pour la réalisation des butées de pied et des baignoires.

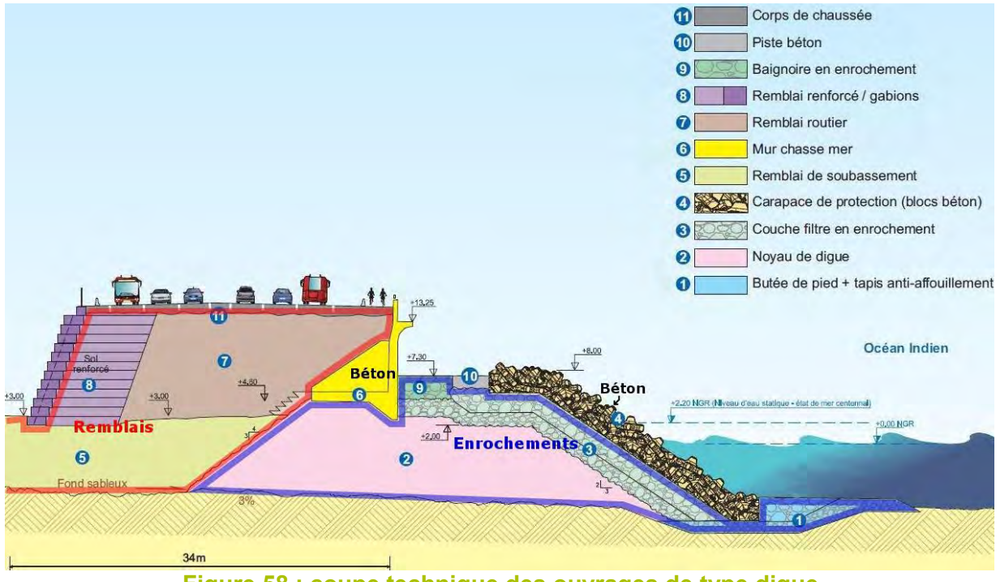


Figure 58 : coupe technique des ouvrages de type digue

[7] *Ne sont pas inclus ici les volumes pour la construction du piège à cailloux (ce dernier étant réalisé avec les matériaux de démolition de la route actuelle) ou des volumes (minimes) pour des installations provisoires.*

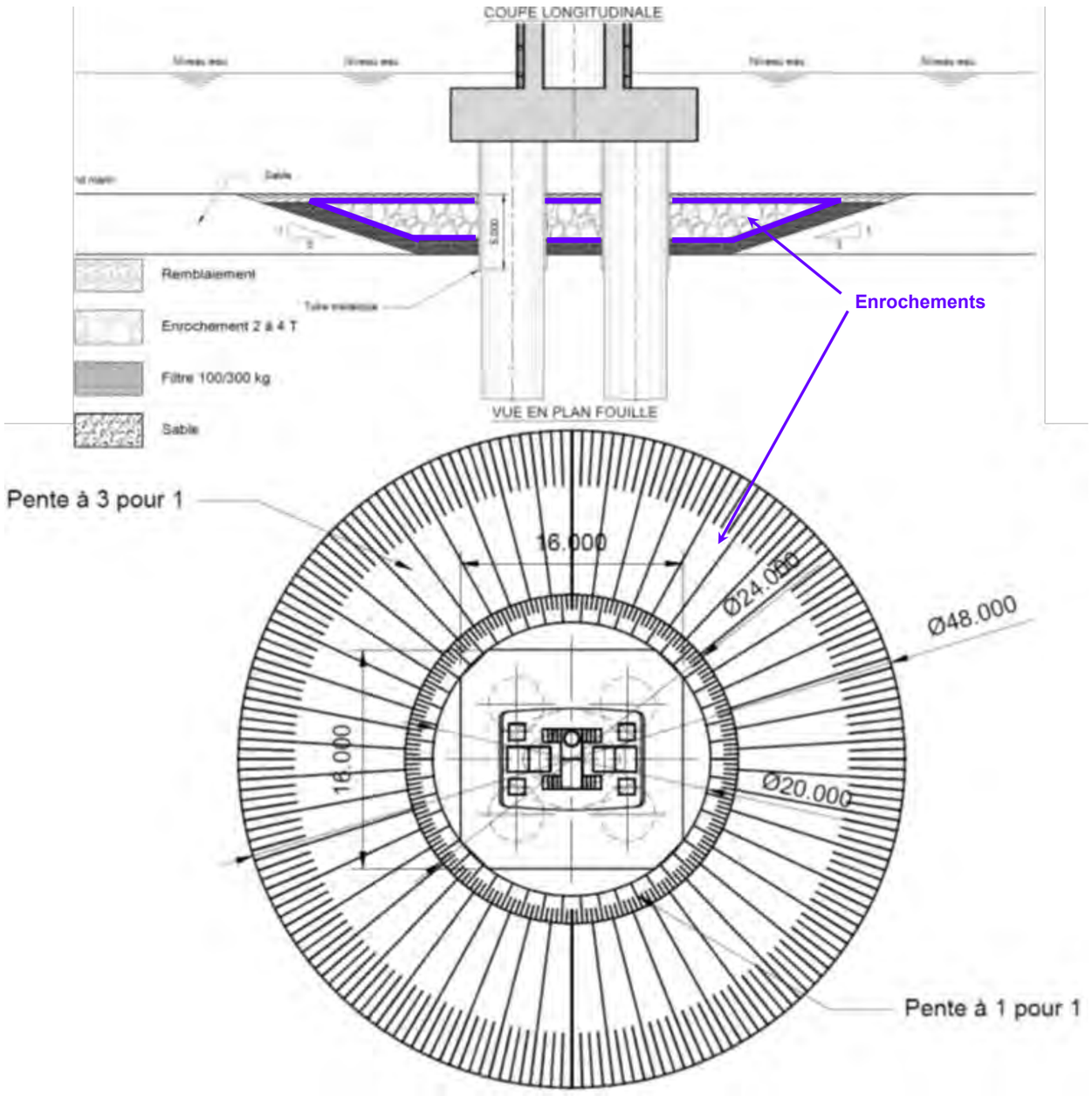


Figure 59 : assise d'une pile en fondation profonde avec son tapis anti-affouillement (coupe de principe non contractuelle)

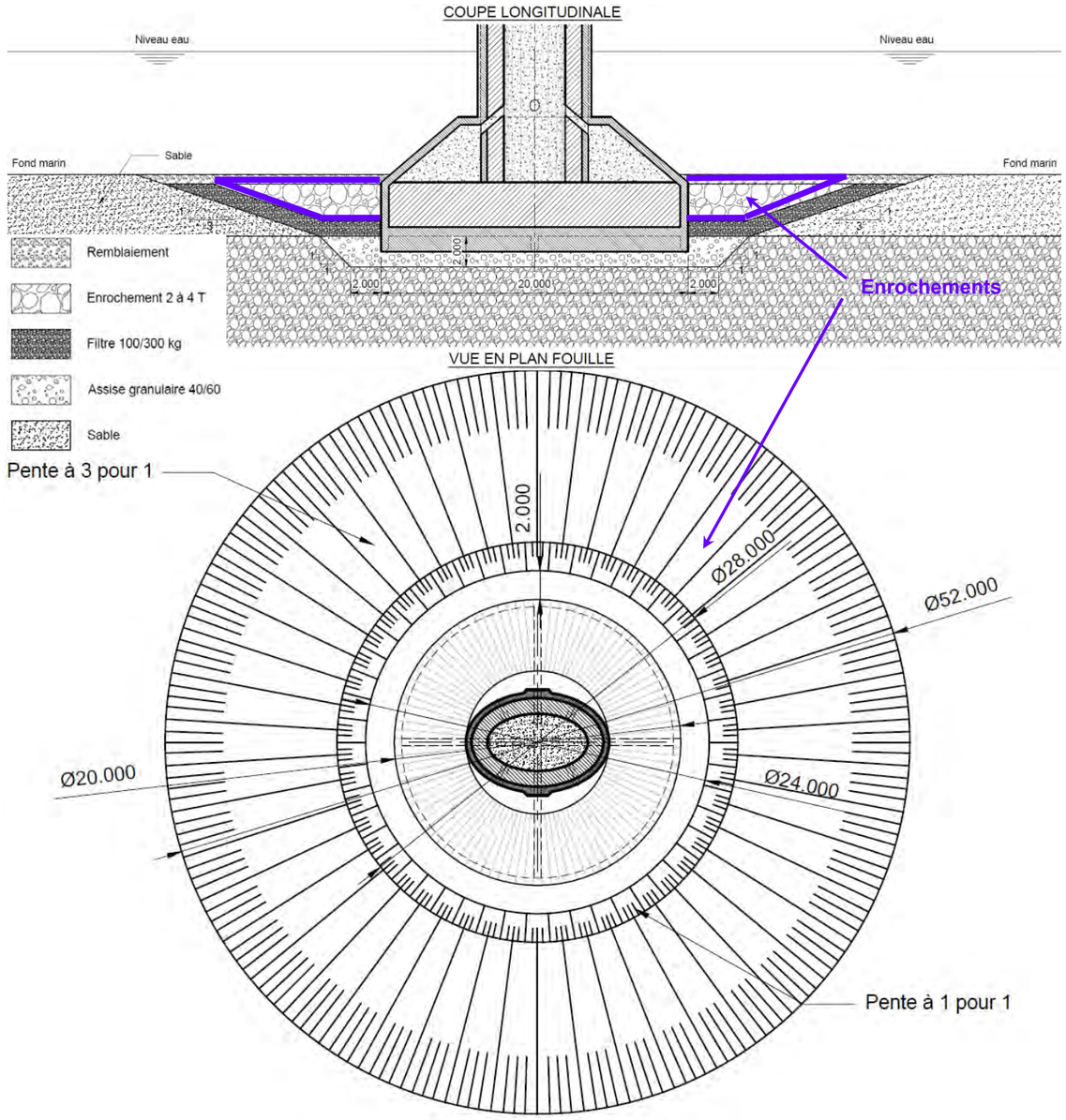


Figure 60 : assise d'une pile en fondation superficielle avec son tapis anti-affouillement (coupe de principe non contractuelle)

5.2.3.4.2. LES RESSOURCES INSULAIRES IDENTIFIÉES

A l'heure actuelle, les carrières alluvionnaires en activités sur l'île permettent de produire 3 millions de m^3 / an (moyenne annuelle) pour la production de granulats pour les bétons, les chaussées… Il n'existe pas de carrière de roches massives à La Réunion.

L'offre actuelle ne permet donc pas de répondre aux besoins du projet.

Le potentiel insulaire a donc été analysé afin de déterminer des ressources complémentaires qui pourront permettre d'approvisionner les quantités de matériaux nécessaires à la construction des ouvrages.

Cette étude de faisabilité a été menée sur l'ensemble de l'île, en dehors de la zone centrale des Hauts, cette dernière présentant des enjeux environnementaux rédhibitoires pour l'ouverture de carrières (cœur du Parc National notamment et divers espaces naturels remarquables et sensibles). Elle a permis de dresser un inventaire le plus exhaustif possible des ressources insulaires potentielles en enrochements et d'identifier les sites susceptibles d'accueillir une carrière répondant aux besoins du projet (en termes de quantité et de qualité des matériaux disponibles) et qui soit économiquement exploitable compte tenu des coupures de matériaux à produire. Une analyse multicritères de l'ensemble des sites identifiés (géologie-géotechnique, environnement, exploitation, en tenant compte aussi du schéma départemental des carrières) a permis de sélectionner les sites les plus prometteurs qui ont fait l'objet d'une étude plus détaillée (voir la liste des sites sélectionnés ci-après).

Il ressort de cette analyse que l'île dispose d'une grande partie des ressources suffisantes en quantité et en qualité pour permettre d'approvisionner le chantier. Les matériaux nécessaires à la réalisation du projet peuvent en effet être approvisionnés des manières suivantes :

- **pour les remblais,** par l'ouverture et/ou l'extension de carrières alluvionnaires existantes ;
- **pour les enrochements,** par l'ouverture de carrières de roches massives.

À noter cependant que pour les gros enrochements (> 1 tonne, soit environ 20 % des besoins), ils seront plus difficiles à obtenir sur l'île, compte-tenu de la nature des gisements identifiés. Le recours à des sites extérieurs à l'île est donc possible, notamment en utilisant des carrières existantes, par exemple à Madagascar, en Afrique du Sud, à Oman, aux Emirats Arabe Unis, … Le présent dossier prend en compte le cas de cette potentielle fourniture extérieure de matériaux. Toutefois, il ne se substitue pas non plus aux procédures qui devront éventuellement être menées si cette solution était retenue.

L'analyse détaillée des impacts liés à la construction et à l'exploitation de la Nouvelle Route Littoral sécurisée intégrant l'approvisionnement en matériaux sera réalisée par le Maître d'ouvrage lorsque toutes les informations nécessaires à cette évaluation seront disponibles. Ainsi, lorsqu'elles seront réalisées, les études des impacts du projet intégrant l'approvisionnement en matériaux seront jointes à chaque dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter au titre des articles L.511-1 et suivants du Code de l'Environnement relative aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), nécessaires pour l'exploitation des sites retenus pour l'approvisionnement en matériaux.

Dans tous les cas, les engagements pris par le Maître d'ouvrage au travers de la Déclaration d'Utilité Publique du projet concernant l'approvisionnement en matériaux dédiés au projet de Nouvelle Route du Littoral seront respectés, notamment à travers :

- la mise en place du Comité de Suivi des engagements du Maître d'ouvrage (cf. chapitre 2.2.1.6) ;
- l'intégration de spécifications environnementales dans la consultation des entreprises ;
- la remise en état des sites concernés.

Remblais

Plusieurs sites ont été identifiés comme pouvant fournir les remblais nécessaires à la construction des ouvrages de la NRL. Il s'agit des sites présentés dans le tableau suivant (cf. localisation page suivante).

Sites	Ouverture	Extension	Potentiel en m^3
Plaine Chabrier- Antenne Oméga (All 1)	X		2 318 000
Plaine Défaud (All 2)	X		5 045 000
Pierrefonds (All 3)		X	2 727 000
Le Colosse (All 4)		X	273 000
Cambaie (All 5)		X	1 045 000
Bras Panon – Ma pensée (All 6)		X	1 045 000
Bras Panon – Cannabady (All 7)		X	2 545 000
Bras Panon – Rivière du Mat (All 8)		X	364 000
Saint-Anne – Les orangers/Lafarge (All 9)	X		8 182 000
Saint-Anne – Les orangers/SBTPC (All 10)	X		4 545 000
POTENTIEL CUMULE			28 091 000

Tableau 12 : nouveaux sites de carrières alluvionnaires proposés pour la fourniture de remblais

A ces 28 millions de m^3 issus de carrières alluvionnaires peuvent également s'ajouter 5,64 millions de m^3 de remblais potentiels issus de l'exploitation des carrières en roches massives à ouvrir présentées ci-après, ce qui porte le potentiel total à **33,64 millions de m^3.**

> *Le présent dossier traite les sites identifiés pour l'ouverture de carrières de roches massives et le possible recours à des sites extérieurs à l'île. Les carrières, dont l'extension éventuelle est demandée par les entrepreneurs, dépasse le cadre du projet de Nouvelle Route du Littoral.*

Enrochements

Suite à l'analyse préalable des ressources (cf. ci-avant), neuf sites ont été identifiés comme pouvant fournir les enrochements nécessaires à la construction des ouvrages (cf. localisation page 100) :

• RM 1 : Ravine du Trou	• RM_E3 : Beaufond
• RM 2 : Rivière des Galets	• RM_E4 : Mahavel
• RM 3 : Saint-André	• RM_E5 : Souris Chaude
• RM_E1 : Lataniers	• RM_E6 : Cayenne
• RM_E2 : Bellevue	

Sur l'ensemble de ces sites, un pré-diagnostic écologique a donc été mené, afin de disposer des éléments nécessaires au montage du présent dossier de demande de dérogation relative aux espèces protégées. Ces pré-diagnostics (dont les résultats sont présentés dans les Volumes 2 et 3 du présent dossier) ne visent pas l'obtention d'une éventuelle dérogation relative aux espèces protégées pour l'ouverture de ces sites de carrières. Ils visent juste à compléter le niveau d'impact du projet de Nouvelle Route du Littoral, en tenant compte d'une appréciation de l'impact de la fourniture des matériaux et à vérifier l'état de conservation qui en découle pour chaque espèce (ces analyses sont faites dans les Volumes 2 et 3 du présent dossier). Des investigations spécifiques et d'un niveau approprié à une demande de dérogation relative aux espèces protégées seront menées sur ces sites.

L'estimation du potentiel de ces sites par classe de matériaux est présentée dans le tableau suivant. Il s'agit d'une première approche avec les données disponibles. Les investigations nécessaires pour préciser ces estimations restent à compléter sur certains sites. Ces valeurs pourront ainsi être ultérieurement adaptées, lors des études détaillées des sites finalement retenus pour approvisionner la construction de la Nouvelle Route du Littoral.

	Enrochements (en m³)				Total enrochements	*0/300 et autres remblais*	*Stérile*	Volume exploitable (en Mm³)
	1/500	0,2/1t	1/3,8t	3/5t				
Ravine du Trou (RM1)	0,75	0,26			**1,01**	***0,41***	*0,10*	**1,51**
Rivière des Galets (RM2)	1,2	0,41			**1,61**	***0,68***	*0,14*	**2,43**
Saint André (RM3)	0,85	0,31	0,26 (?)	0,1 (?)	**1,52**	***0,45***	*0,12*	**2,09**
Lataniers (RM_E1)	1,2	0,41	0,36	0,15	**2,12**	***0,64***	*0,2*	**3**
Bellevue (RM_E2)	0,75	0,26	0,21 (?)		**1,22**	***0,41***	*0,10*	**1,72**
Beaufonds (RM-E3)	1,3	0,46	0,41 (?)		**2,17**	***0,73***	*0,17*	**3,06**
Mahavel (RM-E4)	1,55	0,51	0,46 (?)		**2,52**	***0,86***	*0,29*	**3,67**
Souris Chaude (RM_E5)	2,55	0,87	0,82 (?)		**4,24**	***1,45***	*0,43*	**6,12**
Cayenne (RM_E6)	1,22	0,41	0,38 (?)		**2,01**	***0,77***	*0,22*	**3,00**
POTENTIEL	11,37	3,9	0,36 (2,9?)	0,15 (0,25?)	**18,42**	***6,41***	*1,65*	**26,6**
Rappel des besoins	*2,65*	*0,8*	*0,55*	*0,25*	***4,2***			

(?) : incertitude sur la quantité

Tableau 13 : potentiel théorique par classe et par carrière en roches massives identifiée

Le potentiel total en roches massives issus de ces neuf carrières est d'environ **18,4 millions de m³. Il est donc globalement très supérieur aux besoins, à l'exception d'une incertitude pour l'obtention de gros enrochements (> 2 t). Le choix est cependant fait de mener, dans la suite du dossier, l'analyse des impacts sur les espèces protégées du cumul de l'ensemble de ces sites, même s'ils ne seront pas tous ouverts. En l'état actuel d'avancement des dossiers, les sites qui seront définitivement utilisés, dont le choix sera fait en fonction des enjeux environnementaux (démarche d'évitement), ne sont de plus pas encore connus. Cette approche est sécuritaire dans le cadre de la présente démarche d'analyse car elle maximalise forcément les impacts de la fourniture de matériaux.**

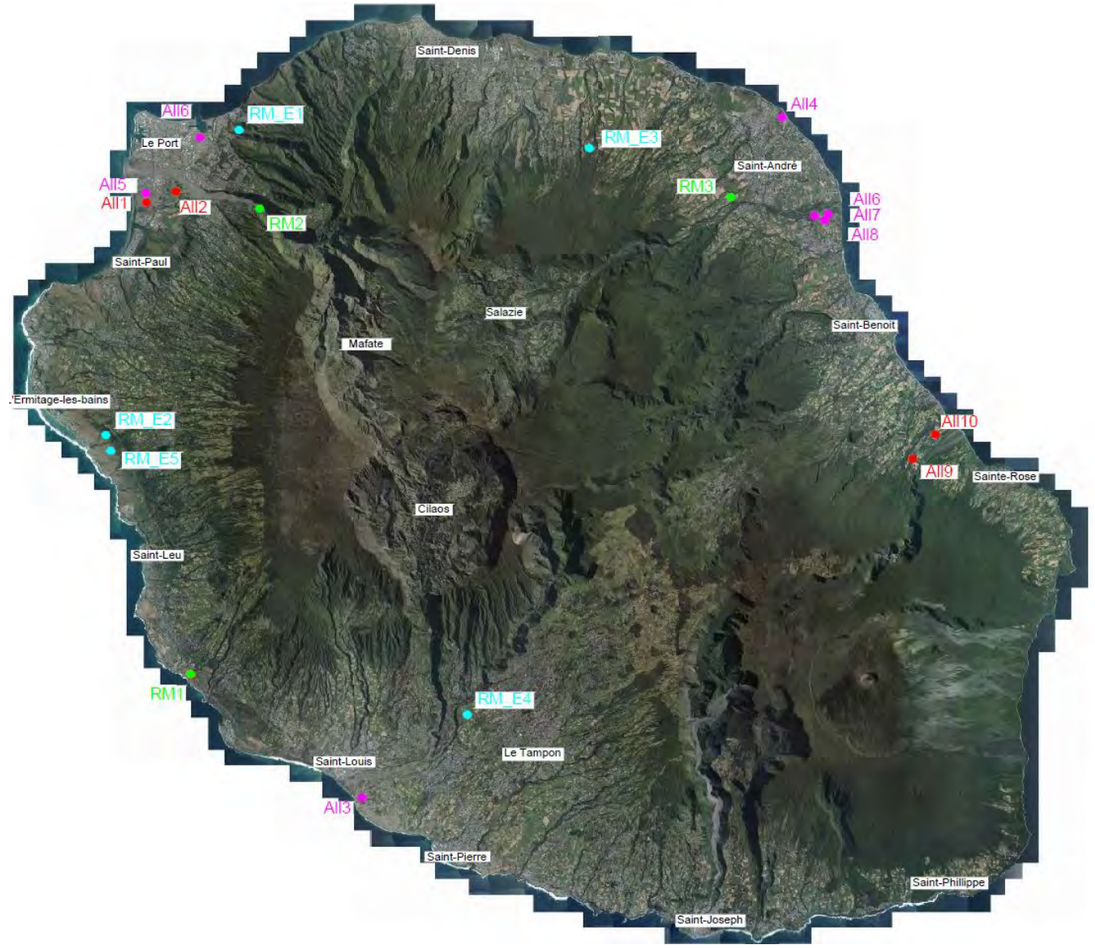


Figure 61 : localisation des sites potentiels de carrières

5.2.3.4.3. LES FOURNITURES DANS LES MARCHÉS DE TRAVAUX

L'anticipation des démarches pour la fourniture des matériaux nécessaires à la construction du projet a été recherchée. Dès le stade de la DUP, des sites pour l'approvisionnement en matériaux avaient ainsi été identifiés, dans les bassins sud, ouest et nord-est et de l'île. À l'issue de la DUP, des consultations ont été lancées pour la fourniture de matériaux : dialogue compétitif dès 2011 et accord-cadre en 2012. Ces consultations ont permis d'identifier les sites potentiels.

La solution privilégiée est celle d'une fourniture en matériaux intégrée dans les marchés de travaux. Dans ce cas, les engagements pris par le Maître d'Ouvrage au travers de la Déclaration d'Utilité Publique du projet concernant l'ouverture de carrières dédiées au projet de Nouvelle Route du Littoral et la fourniture de matériaux devront être respectés. Ces engagements sont ainsi traduits dans les marchés de travaux.

5.3. CONCLUSIONS DE L'ÉTUDE DE COMPARAISON ÉCOLOGIQUE COMPLÉMENTAIRE DU PROJET RETENU ET DE LA VARIANTE AVEC DEUX VIADUCS

Suite à la déclaration d'utilité publique du projet retenu, les instances ayant émis un avis ou des conseils sur le projet (Autorité Environnementale, DEAL, CSRPN et CNPN) ont demandé de poursuivre les études technique sur ce dernier et sur la variante avec deux viaducs et de repréciser leur comparaison environnementale. Cette comparaison concerne plus précisément le volet écologique. Elle est menée sur la base des études détaillées à la fois de conception technique du projet retenu et de la variante avec deux viaducs et d'environnement (état initial approfondi et études poussées sur les impacts de l'infrastructure et les mesures à mettre en place en réponse).

Le Maître d'ouvrage s'est donc engagé à répondre à cette demande, en poursuivant les études techniques détaillées sur le projet retenu et la variante avec deux viaducs et en complétant leur comparaison environnementale sur les aspects écologiques, sur la base des études détaillées.

Cette étude, sortant du cadre strictement réglementaire relatif aux demandes d'autorisations à effectuer dans le cadre du projet (demandes de dérogations relatives aux espèces protégées, demande d'autorisation au titre des articles L. 214-1 à 6 du code de l'environnement) est ainsi présentée dans un document spécifique joint au présent dossier.

Le présent chapitre reprend les conclusions de cette étude de comparaison écologique complémentaire du projet retenu et de la variante avec deux viaducs.

Les conclusions de la comparaison du projet retenu et de la variante avec deux viaducs réalisées au stade DUP faisaient ressortir la variante avec deux viaducs comme celle étant plus favorable, en particulier vis-à-vis de l'écologie.

La mise à jour de cette analyse, réalisée ici en tenant compte des études détaillées à la fois de conception technique et d'environnement, a permis de compléter cette différenciation d'impacts sur les aspects écologiques.

Rappelons en premier lieu que **les impacts entre le projet retenu et la variante avec deux viaducs sont le plus souvent sensiblement les mêmes, ces deux solutions d'aménagement conservant les mêmes caractéristiques sur 80 % de leur linéaire.**

Les conclusions de la présente étude ne s'opposent pas à celles issues de l'étude réalisée au stade du dossier d'enquête préalable à DUP. Toutefois, elles permettent de plus les nuancer, dans le sens d'un **écart moins prononcé entre les impacts écologiques du projet retenu et de la variante avec deux viaducs**, en particulier :

- pour **les écosystèmes marins directement concernés par les emprises du projet**, l'analyse des impacts a pu être affinée, **les différences d'impacts s'avérant dès lors peu significatives** entre le projet retenu et la variante avec deux viaducs ;
- **pour l'écosystème terrestre de la falaise littorale,** les résultats de la recherche expérimentale sur les modalités de dispersion des embruns sur la falaise, à savoir les conclusions issues des modélisations effectuées en situation courante et cyclonique, permettent de conclure sur un impact négligeable du projet retenu sur ces aspects ainsi que sur la réponse biologique des espèces végétales et des habitats qui les abritent. **La dynamique végétale actuelle de la falaise ne sera donc pas modifiée de manière significative par le projet retenu, ni par la variante avec 2 viaducs.**

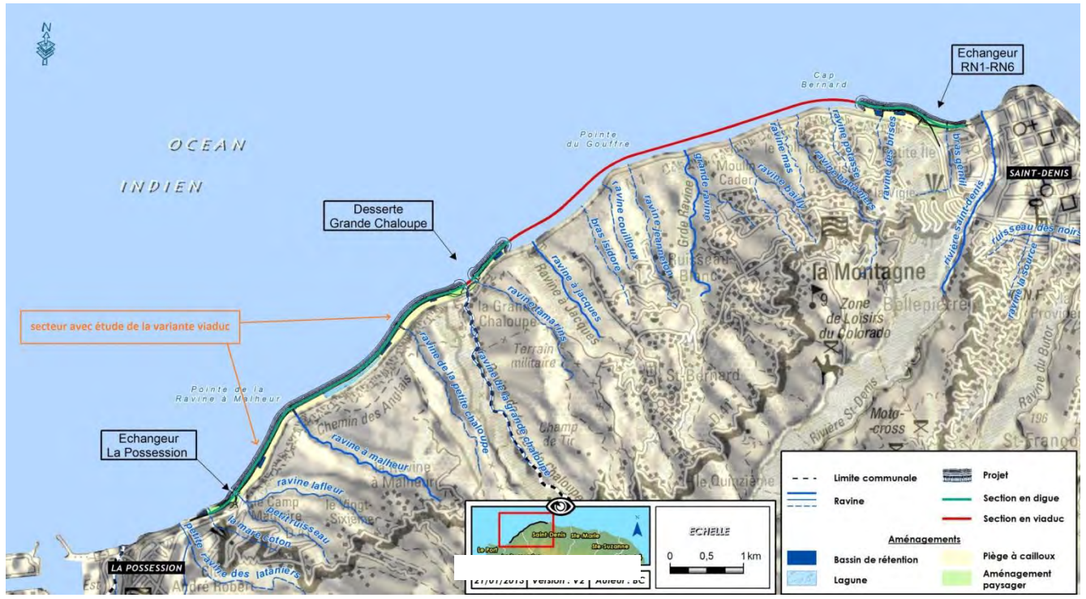


Figure 62 : secteur différant entre les deux variantes littorales

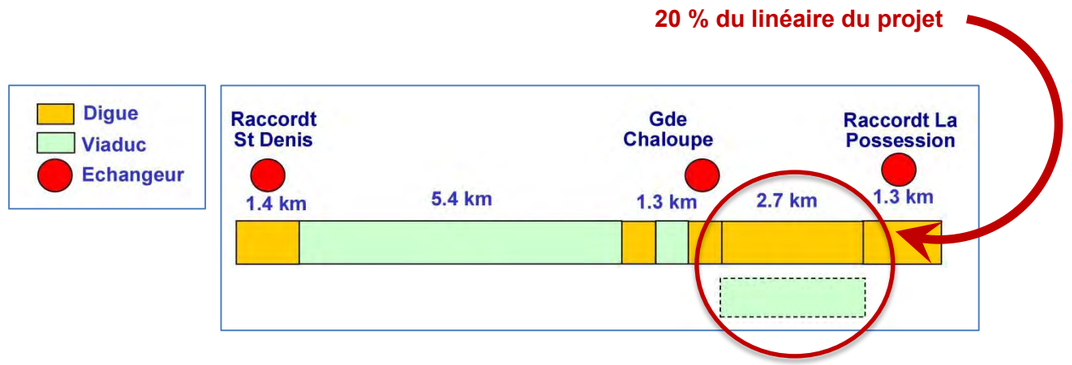


Figure 63 : synoptique du projet et section concernée par la variante

5.4. CALENDRIER DU PROJET ET INTERFACES AVEC LES ESPÈCES PROTÉGÉES

5.4.1. CALENDRIER DU PROJET

> ***Avertissement préalable :***
>
> ***Les plannings présentés sont des plannings prévisionnels dépendants d'une part des dates d'obtention des autorisations préalables et d'autre part du déroulement des procédures de consultation des entreprises de travaux.***
>
> ***Ces plannings détaillent notamment les grandes étapes des principaux marchés de génie civil. En effet, d'une part ces travaux comportent les interfaces les plus importantes avec les enjeux écologiques et d'autre part, il est possible d'avoir une assez bonne visibilité au niveau du planning pour ces travaux (le calage des marchés de travaux qui seront lancés dans quelques années - cf. liste ci-après - n'étant pas encore finalisé).***

5.4.1.1. RAPPEL DES ÉTUDES ET DÉCISIONS ANTÉRIEURES

Le tableau suivant rappelle les dates des études et des décisions antérieures.

Études et décisions antérieures	Dates
DÉCLARATION D'UTILITÉ PUBLIQUE DU PROJET	7 mars 2012
CONCEPTION DÉTAILLÉE Avant-Projet (conception générale) PROJET (conception détaillée)	 Novembre 2011 novembre 2012
ARRÊTÉ PORTANT AUTORISATION DES TRAVAUX À PROXIMITÉ DE MONUMENTS HISTORIQUES	14 décembre 2012

Tableau 14 : rappel des dates des études et des décisions antérieures

5.4.1.2. PROCÉDURES ADMINISTRATIVES

Le tableau suivant présente le calendrier prévisionnel d'obtention des autorisations préalables au démarrage des travaux.

	Planning prévisionnel
DEMANDE DE CHANGEMENT D'UTILISATION DU DPM	1er trimestre 2013 – 3ème trimestre 2013
POLICE DE L'EAU	4ème trimestre 2013
DÉROGATIONS RELATIVES AUX ESPÈCES PROTÉGÉES (Flore/Faune)	4ème trimestre 2013

Tableau 15 : planning prévisionnels des procédures administratives

5.4.1.3. PRINCIPAUX TRAVAUX DE GÉNIE CIVIL

Les travaux débuteront avant fin 2013 pour une durée totale de 5 à 7 ans (durée donnée à titre indicatif). La mise en service de la Nouvelle Route du Littoral est ainsi prévue entre 2019 et 2020.

Le planning figurant page suivante détaille le phasage des principaux travaux de génie civil dont la synthèse est présentée dans le calendrier prévisionnel suivant.

	Calendrier prévisionnel de réalisation
PASSATION DES CONTRATS DE TRAVAUX	4ème trimestre 2012 – 4ème trimestre 2013
TRAVAUX Travaux préparatoires (accès chantiers) – Marché 1 Échangeur de La Possession (1ère phase) – Marché 2 Viaduc de la Grande Chaloupe – Marché 4 Viaduc – Digue – Marchés 3 et 5	**4ème trimestre 2013 à 2019-2020** 4ème trimestre 2013 – 2ème trimestre 2014 3ème trimestre 2013 – 3ème trimestre 2015 4ème trimestre 2013 – 3ème trimestre 2015 1er trimestre 2014 – 1er trimestre 2019

Tableau 16 : calendrier prévisionnel des principaux travaux de génie civil

Légende :

- C4, C0, C49 : numéro de chaque culée du viaduc principal et du viaduc de la Grande Chaloupe
- D1 : digue de Saint-Denis *(hors échangeur prévu dans un marché ultérieur – voir chapitre suivant)*
- D2 : digue de la Grande Chaloupe vers Saint-Denis
- D3 : digue de la Grande Chaloupe vers La Possession
- D4 : digue de La Possession vers la Grande Chaloupe
- DP ou DP V1 : délai partiel dans le cadre d'un marché de travaux digue ou viaduc
- FC : fondation de culée de viaduc

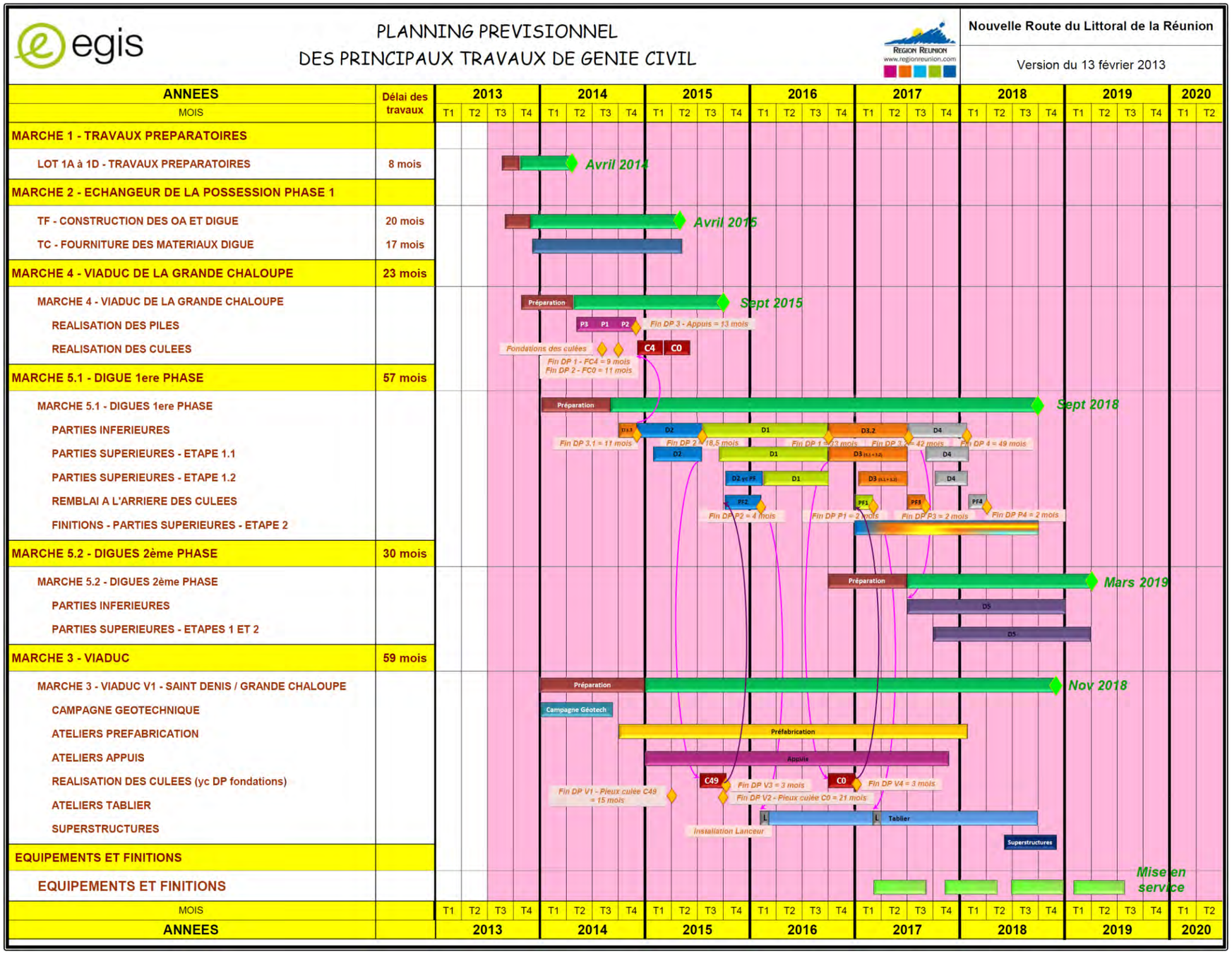


Figure 64 : planning prévisionnel des principaux travaux de génie civil

5.4.1.4. PRINCIPAUX MARCHÉS DE TRAVAUX ULTÉRIEURS

Le tableau suivant présente la liste et le planning prévisionnel des principaux marchés de travaux qui se dérouleront ultérieurement aux travaux de génie civil présentés précédemment.

	Planning prévisionnel
MARCHÉS DE TRAVAUX ULTÉRIEURS	
Chaussées et assainissement de surface	4ème trimestre 2018 – 2ème trimestre 2019
Échangeur de Saint-Denis (RN6)	4ème trimestre 2017 – 4ème trimestre 2018
Échangeur de La Possession (2ème et 3ème phases)	2ème trimestre 2018 – 3ème trimestre 2019
Desserte de la Grande Chaloupe	3ème trimestre 2019
Pièges à cailloux	3ème trimestre 2019 – 1er trimestre 2020
Pépinière (mise en culture anticipée)	1er trimestre 2017 – 1er trimestre 2020
Aménagements paysagers / végétal (plantations)	2ème trimestre 2019 – 1er trimestre 2020
Ecrans acoustiques	1er trimestre 2019 – 3ème trimestre 2019
Eco-récifs (1ère phase – hors emprises projet)	1er trimestre 2014 – 3ème trimestre 2014
Eco-récifs (2ème phase – dans les emprises projet)	1er trimestre 2019 – 3ème trimestre 2019

Tableau 17 : planning prévisionnel des principaux marchés de travaux ultérieurs

5.4.2. INTERFACE AVEC LES ESPÈCES ANIMALES PROTÉGÉES

Certaines espèces animales protégées concernées par la présente demande de dérogation utilisent l'habitat local de manière différenciée selon la saison et leur cycle de vie. Les espèces concernées sont donc susceptibles d'être plus sensibles à certains types de travaux de construction de la Nouvelle Route du Littoral selon la période de l'année à laquelle ces derniers se dérouleront.

Le présent chapitre identifie dans un premier temps la manière dont ces espèces (présentes ou potentiellement présentes au niveau de la zone d'influence du projet) utilisent leur habitat local. Dans un second temps, dans le cas où une utilisation saisonnière marquée peut être mise en évidence, celle-ci est mise en regard du planning prévisionnel des travaux. Cet exercice a pour objectif *in fine* de permettre la prise en compte dans l'évaluation des impacts de la sensibilité particulière de certaines espèces par rapport à certains types de travaux et de présenter, le cas échéant, les mesures de réduction adaptées.

5.4.2.1. MAMMIFÈRES MARINS

5.4.2.1.1. LES BALEINES

La Baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*)

La Baleine à bosse fréquente les côtes réunionnaises en période de reproduction et d'élevage des baleineaux, généralement à la fin mai ou début juin, pour les quitter entre la fin octobre et le début novembre (dans de très rares cas fin novembre ou décembre).

Autres espèces

Les conditions d'utilisation de l'habitat local par les autres espèces de baleines concernées par les présentes demandes de dérogations (Baleine à bec de Longman (*Indopacetus pacificus*) et Baleine à bec de Cuvier (*Ziphius cavirostris*)) sont mal connues.

Aucune information n'est en effet disponible concernant l'utilisation de l'habitat de la Baleine à bec de Longman (*Indopacetus pacificus*) pour son cycle de vie et peu d'éléments sont disponibles concernant sa reproduction. Il ne semble pas y avoir de saisonnalité marquée pour la reproduction de la Baleine à bec de Cuvier (*Ziphius cavirostris*) et son taux de migration est très faible.

Des études du niveau de fidélité au site et des mouvements des Baleines à bec de Blainville (*Mesoplodon densirostris*) en utilisant un jeu de données riche de 21 ans de photographiques prises sur la côte ouest d'Hawaï suggèreraient une utilisation du site tout au long de l'année, donc sans effet de saisonnalité ni migratoire.

La Baleine franche (*Eubalaena australis*) est une espèce migratrice, entre les zones de nourrissage au sein des hautes latitudes Sud en été austral (ces zones subantarctiques d'alimentation peuvent se situer au nord du 40ème parallèle Sud et au sud du 50ème parallèle Sud), et les zones de reproduction situées plus au nord en hiver (zone Sud Océan Indien). Les femelles mettent bas généralement tous les 3 ans, voire tous les cinq ans en cas de conditions d'alimentations défavorables (Leaper et al. 2006). Les baleineaux naissent entre juin et octobre avec un pic en août.

5.4.2.1.2. LES DAUPHINS

Les espèces de dauphins concernées par les présentes demandes de dérogations sont sédentaires. Elles sont rencontrées et observées tout au long de l'année, sans variation saisonnière significative. Cela concerne le Grand dauphin de l'Indo-Pacifique (*Tursiops aduncus*), le Grand dauphin commun (*Tursiops truncatus*), le Dauphin tacheté pantropical (*Stenella attenuata*) et le Dauphin à long bec (*Stenella longirostris*).

Peu de données sont disponibles au niveau de l'utilisation de l'habitat local pour le Dauphin d'Électre (*Peponocephala electra*), ni sur sa reproduction.

Aucun mouvement migratoire n'est rapporté pour le Dauphin de Fraser (*Lagenodelphis hosei*).

Le Dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*) est une espèce pélagique présente à l'année dans certains secteurs. Mais il semble également pouvoir effectuer par ailleurs des mouvements saisonniers marqués. Aucune donnée n'est disponible pour La Réunion où l'espèce a été observée uniquement échouée.

5.4.2.1.3. AUTRES ESPÈCES

Aucune donnée sur l'utilisation de l'habitat local n'est disponible pour le Cachalot nain (*Kogia sima*). *Duguy* (1994) suggère que l'espèce ne migre pas de manière significative car elle peut être observée toute l'année au large des côtes africaines.

L'habitat préférentiel du Cachalot *(Physeter macrocephalus*) se situe en mer ouverte, il peut être rencontré dans presque toutes les eaux d'au moins 1 000 m de profondeur.

Aucune migration marquée n'est connue pour le Cachalot pygmée (*Kogia breviceps*), espèce du large pour laquelle aucune donnée n'est disponible par ailleurs concernant sa reproduction.

Concernant le Globicéphale tropical (*Globicephala macrorhynchus*), selon les secteurs géographiques, certaines populations sont présentes tout au long de l'année, d'autres présentent une saisonnalité marquée. Aucune donnée spécifique n'est disponible pour La Réunion.

L'Orque pygmée (*Feresa attenuata*) semble pouvoir être rencontrée toute l'année dans les secteurs géographiques où elle a pu être observée. Aucun phénomène de migration n'est connu pour cette espèce, pour laquelle, de manière générale, très peu d'éléments sont disponibles.

Aucune saisonnalité n'est caractérisée au niveau de la reproduction de la Fausse Orque (*Pseudorca crassidens*) et concernant la migration, celle-ci n'est pas bien documentée.

Le Petit rorqual antarctique (*Balaenoptera bonaerensis*) se nourrit en été dans les hautes latitudes Sud.

Le Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*) est une espèce du large pour laquelle aucune donnée n'est disponible à La Réunion.

Compte tenu des informations disponibles sur l'utilisation de l'habitat local par les espèces concernées, il apparaît que la seule espèce pour laquelle il existe une saisonnalité marquée parmi les espèces à enjeu fort est la Baleine à bosse.

Au regard des modalités d'utilisation de l'habitat local par cette espèce et du calendrier prévisionnel de réalisation des principaux travaux de génie civil décrit précédemment, il apparaîtrait que ce planning offre l'opportunité d'un démarrage des travaux en milieu marin avant l'arrivée de la Baleine à bosse sur les côtes réunionnaises.

La Baleine à bosse fréquente en effet les côtes réunionnaises généralement à la fin mai ou début juin pour les quitter entre la fin octobre et le début novembre (dans de très rares cas fin novembre ou décembre).

Ainsi, sur la base de ce planning prévisionnel, les individus ne rejoindraient les côtes réunionnaises qu'après le démarrage des travaux, prévu fin 2013 et début 2014. Ceux-ci générant déjà un impact acoustique, il est fort probable que les individus de Baleines à bosse ne s'aventuraient alors pas dans la zone d'impact sonore du chantier (réponse éthologique d'évitement d'une perturbation ou d'un danger), d'autant plus qu'elles fréquentent les côtes réunionnaises en période de reproduction et d'élevage des baleineaux.

Cette opportunité de planning bénéficiera *a priori* également aux autres espèces de mysticètes migrateurs, bien qu'extrêmement peu de données soient disponibles à ce niveau à La Réunion.

Le planning prévisionnel de ces travaux très particuliers, présenté ci-avant, est cependant soumis à des aléas et à des contraintes très fortes. Ainsi, à titre de précaution, l'évaluation des impacts et le dimensionnement des mesures ont été menés sans tenir compte de cet effet de saisonnalité. La dérogation est donc globalement demandée dans le cadre du présent dossier et pour toutes les espèces sans pouvoir tenir compte du planning détaillé.

5.4.2.2. TORTUES MARINES

Les tortues vertes (*Chelonia mydas*) et imbriquées (*Eretmochelys imbricata*) sont présentes toute l'année sur les côtes de l'île de La Réunion, même si elles effectuent leur reproduction ailleurs. Ces animaux peu mobiles une fois stabilisés à la côte utilise la zone d'étude comme un continuum entre habitat d'alimentation et de développement (la zone d'étude n'est favorable à la reproduction).

Les deux espèces de tortues marines concernées sont donc potentiellement présentes toute l'année au niveau des habitats de la zone du projet.

5.4.2.3. AVIFAUNE MARINE

Le Paille-en-queue (*Phaethon lepturus*)

L'espèce passe une grande partie de l'année en mer et, lors de la période de reproduction, les individus se retrouvent sur l'ensemble du linéaire de la falaise littorale, représentant très certainement le principal site de reproduction de l'espèce à La Réunion (Biotope, 2012).

La période de reproduction s'étalerait sur les différents mois de l'été austral (de décembre à avril), même si une reproduction durant les autres mois de l'année n'est pas à exclure (Barré et al., 1996). L'espèce peut rester au nid durant la journée.

Le Paille-en-queue sera plus sensible aux perturbations engendrées par les travaux en période de reproduction. Toutefois, même s'il existe une période plus marquée pour sa reproduction en été austral, le Paille-en-Queue semble pouvoir se reproduire toute l'année. Un ensemble de mesures de réduction sera ainsi appliqué sur toute la période du chantier, comme détaillé dans le Volume 2 du présent dossier.

Les Pétrels

Le Pétrel de Barau (*Pterodroma baraui*) est un oiseau marin migrateur considéré comme océanique et pélagique. Il utilise les zones terrestres pour établir son nid et pêche en mer. Les adultes quittent l'île de La Réunion dans la seconde quinzaine de mars pour rejoindre les eaux tropicales et subtropicales de l'Océan Indien et sont de retour à partir du mois de septembre pour une longue période d'incubation et d'élevage des jeunes. Ceux-ci s'envoleront aux mois d'avril et mai, alors que les adultes sont déjà repartis. Durant la période de reproduction s'étalant de septembre à mai, il revient nicher dans les plus hauts sommets de l'île (Gros Morne, Grand Bénare, Piton des Neiges) (Salamolard, 2008). C'est pendant cette période que de nombreux individus se déplacent entre leurs colonies de reproduction et l'océan. Il effectue alors des déplacements journaliers pour aller se nourrir en mer, les couloirs de passages principaux se situant principalement sur la côte ouest, entre La Possession et Cap Méchant (Jouventin, 1998). La zone du projet (entre Saint-Denis et La Possession), bien que l'espèce n'y niche pas, est une des voies de passage principale entre les zones de pêche et de reproduction.

L'espèce est crépusculaire et nocturne sur les sites de reproduction donc très sensible aux éclairages et en particulier les jeunes à l'envol (en avril principalement), engendrant des cas de mortalité avérés par échouage (plusieurs centaines par an). De même, corrélé à ce fait, les risques de collisions (véhicules …) sont possibles (Le Corre et al., 2002, Salamolard et al., 2007).

Le Pétrel noir (*Pseudobulweria aterrima*) ne fréquente que très occasionnellement la zone du projet, qui ne constitue pas une zone de passage de l'espèce (aucun échouage n'y a été recensé depuis 1996). **Les risques d'impacts sur cette espèce durant les travaux de construction de la Nouvelle Route du Littoeal sont donc très limités.**

Les Puffins

Le Puffin de Baillon (*Puffinus lherminieri bailloni*) et le Puffin du Pacifique (*Puffinus pacificus*) sont des oiseaux marins non migrateurs considérés comme océaniques et pélagiques.

Le Puffin de Baillon nichent dans des falaises inaccessibles et les remparts des ravines du littoral, comme au niveau de la zone du projet, où la majorité des colonies se situe sur la partie basse de la falaise littorale (< 50 m) bien que certaines se répartissent en effectifs plus restreints jusqu'en haut et sur les falaises des ravines adjacentes (Grande Chaloupe, ravine à Jacques et Grande Ravine). Il chasse en mer où il peut passer plusieurs mois. L'activité de reproduction maximale se concentre entre les mois de juillet et mars pour un pic d'envol des jeunes entre les mois de novembre et février. Les adultes quittent les colonies avant l'envol des jeunes. Ces derniers s'envoleront pour rejoindre l'océan et y passer plusieurs années avant d'atteindre la maturité sexuelle. En dehors des périodes de reproduction, l'espèce n'effectue pas de migration mais reste en mer. **L'espèce étant crépusculaire et nocturnes sur les sites de reproduction, elle est donc très sensible aux éclairages et en particulier les jeunes à l'envol, dont la période s'étale *a fortiori* également sur toute l'année, avec un pic entre novembre et février.**

Les nids du Puffin du Pacifique se situent principalement sur des pentes faibles dans des cavités, sous la roche ou la végétation. La population de l'espèce sur le secteur du projet peut être considérée comme relativement faible. La nidification se déroule de novembre à mai, un œuf est pondu en janvier et l'envol a lieu durant le mois d'avril**,** période à laquelle, au crépuscule comme de nuit, ils sont **sensibles aux éclairages qui les attirent et les désorientent, provoquant ainsi des échouages.**

Les jeunes de Pétrel de Barau et de Puffins, en particulier de Puffin de Baillon, peuvent ainsi présenter une sensibilité par rapport au projet en période d'envol (c'est-à-dire respectivement en avril-mai puis entre novembre et février) du fait des éclairages du chantier. En revanche, à terme, les modalités d'éclairage de l'infrastructure resteront les mêmes qu'actuellement, c'est-à-dire que la route n'est pas éclairée, hormis aux arrivées à Saint-Denis et à La Possession. De plus, le trafic ne sera pas augmenté du fait du projet, n'augmentant ainsi pas les risques de collisions de nuit avec les véhicules).

Les contraintes de planning très fortes imposées sur ce projet spécifique de la Nouvelle Route du Littoral limitent la mise en œuvre de mesures classiquement proposées sur d'autres travaux d'aménagement. Les arrêts de chantier la nuit en périodes sensibles pour la faune ne pourront ainsi pas être appliqués à tous les travaux pour des raisons techniques. L'enjeu relatif aux oiseaux marins est néanmoins pris en compte dans le cadre du projet au travers de la mise en place de mesures de restriction d'éclairage pendant le chantier de construction de la Nouvelle Route du Littoral, sur la base des études menées par la SEOR : interdiction d'éclairage pendant les périodes d'échouages massifs constatées au niveau de l'île[8], limitation et adaptation des éclairages en période sensible, ainsi qu'en dehors de ces périodes. Ces mesures sont détaillées dans le Volume 2 du présent dossier de demandes de dérogations.

5.4.2.4. AVIFAUNE TERRESTRE

Quatre espèces d'oiseaux terrestres sont présentes ou potentiellement présentes au niveau des emprises du projet :

- l'Oiseau lunettes gris (*Zosterops borbonicus*), omniprésent et utilisant tout type d'habitat (falaise et probablement ses contrebas, planèze, ravines..) ;
- la Salangane des Mascareignes (*Aerodramus francicus*), avec des colonies présentes dans l'ancien tunnel CFR ;
- l'Hirondelle des Mascareignes (*Phedina borbonica*), qui utilise le site de manière importante comme milieu de chasse (observations de vols dans la partie sommitale de la falaise et recensement de deux zones de reproduction entre la rivière Saint-Denis et la ravine à Jacques) ;
- la Tourterelle malgache (*Streptopelia picturata*), dont la présence est non avérée mais probable dans les emprises du projet.

Ces espèces ont également été observées sur les sites potentiels de carrières, auxquelles s'ajoutent : l'Oiseau la vierge (*Terpsiphone bourbonnensis*), l'Oiseau lunettes vert (*Zosterops olivaceus*), le Traquet de La Réunion (*Saxicola tectes*), le Bulbul de La Réunion (*Hypsipetes borbonicus*) et le Busard de Maillard (*Circus maillardi*).

Le tableau suivant présente les périodes de nidification (cases colorées) de ces espèces (*source : Biotope, 2012*).

[8] *Des exceptions à ces interdictions seront possibles dans le cas des travaux spécifiques qui doivent être effectués en continu pour des raisons techniques et dont la durée dépassera la période de jour.*

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Oiseau lunettes gris												
Salangane des Mascareignes												
Tourterelle malgache												
Hirondelle des Mascareignes												
Oiseau la vierge												
Oiseau lunette vert												
Traquet de La Réunion												
Bulbul de La Réunion												
Busard de Maillard*												

** La reproduction du Busard de Maillard peut s'étaler sur toute l'année avec un maximum de mars à juillet.*

Tableau 18 : périodes de nidifications des oiseaux terrestres

Pour les espèces présentes ou potentiellement présentes au niveau des emprises du projet, les incidences des travaux seront surtout liées à la déconstruction de la route actuelle et à la réalisation du nouveau piège à cailloux (voir détails dans le Volume 2 du présent dossier). Comme présenté précédemment dans les calendriers du projet, ces travaux correspondent aux dernières phases de sa réalisation. Il est ainsi difficile voire impossible de déterminer à ce stade la période à laquelle ses travaux débuteront (cela dépendant des marchés de travaux qui seront lancées ultérieurement). Il est de plus proposé de démarrer la construction du nouveau piège à cailloux dès la mise en service de la Nouvelle Route du Littoral afin de permettre une mise en fonctionnement rapide des bassins d'assainissement. Le démarrage de ces travaux ne pourrait donc pas être reporté, dans l'hypothèse où il interviendrait dans une période moins favorable pour l'avifaune terrestre.

Il est ainsi important de souligner que l'évaluation des impacts des travaux sur l'avifaune terrestre ainsi que le dimensionnement des mesures de réduction de ces impacts ont été réalisées sans tenir compte des aspects de planning qui reste à ce jour aléatoire. Les dérogations sont donc demandées dans le cadre du présent dossier quelle que soit la saison à laquelle les travaux démarreront.

Soulignons enfin que les enjeux ainsi que les impacts liés au chantier de construction de l'infrastructure sur les oiseaux terrestres sont toutefois à relativiser (voir détails dans le Volume 2 du présent dossier).

En revanche, sur les sites potentiels de carrières, <u>l'enjeu relatif aux oiseaux terrestres sera pris en compte au travers de l'application du principe général suivant :</u> l'ouverture des milieux devra être réalisée au moment où les activités de reproduction sont les plus faibles et ce en prenant en compte l'ensemble des espèces observées sur chacun des sites concernés (et en particulier le Busard de Maillard, espèce considérée comme prioritaire). La faisabilité de la mise en œuvre de ce principe général devra être confirmée dans le cadre des études à venir en fonction des espèces qui seront identifiées et de leur potentialité de nidification et pour lesquelles des demandes de dérogations seront effectivement demandées. En cas d'impossibilité de trouver des périodes d'intervention compatibles à l'ensemble des espèces concernées, des mesures complémentaires appropriées devront être mises en place au cas par cas.

5.4.2.5. CHIROPTÈRES

La période préférentielle de reproduction du **Petit Molosse de La Réunion (*Mormopterus francoismoutoui*)** semble être l'été austral, avec des gîtes de reproduction assimilables à des grottes et fissures de rochers. Sur la zone du projet, l'espèce est présente dès la tombée de la nuit pour chasser en fond de ravine et le long de la falaise. De nombreux sites sont potentiellement favorables à l'installation de l'espèce (tunnel de l'ancien CFR, bouches d'aération, falaises avec fissures et cavités, notamment au niveau du PK 9,5). Les expertises spécifiques menées en 2012 n'ont pas confirmé l'occupation de ces gîtes potentiels, qui reste néanmoins probable. En revanche, la présence du Petit Molosse a été mise en évidence sur l'ensemble des neufs sites potentiels de carrières, qui présentent par ailleurs, selon les sites, des sites potentiels de reproduction et/ou de dortoirs ponctuels.

A l'instar du Petit Molosse de La Réunion, sur la zone du projet**, le Taphien de Maurice (*Taphozous mauritianus)*** chasse le long du linéaire de la falaise ainsi que dans les ravines (activités de chasse et de transit fortes, quasi continues en début de nuit ont été enregistrées), mais présente des effectifs bien plus faibles que le Petit Molosse. Il semble utiliser la zone d'étude comme territoire de chasse uniquement mais il n'est pas à exclure que certains individus s'y reproduisent (gîte dans cavité naturelle et/ou habitation). Néanmoins, aucun gîte n'est avéré. Sur les neuf sites potentiels de carrières identifiés, un seul présente une potentialité de présence de gîte de reproduction du Taphien de Maurice.

Au regard de ces éléments, les enjeux concernant les chiroptères se concentrent essentiellement sur le Petit Molosse de La Réunion au niveau des sites potentiels de carrières. Ainsi, en particulier sur les sites ou des gîtes de reproduction potentiels ont été identifiés, la sensibilité de l'espèce pourrait être plus importante en été austral (soit de décembre à avril). Cette potentialité de gîtes de reproduction devra être confirmée dans le cadre des études écologiques détaillées à venir sur les sites concernés. L'opportunité et la faisabilité de la mise en place de mesures de restriction de planning en faveur du Petit Molosse sera ainsi étudiée en détail dans le cadre de ces études.

5.4.2.6. REPTILES

Le Lézard vert des Hauts (*Phelsuma borbonica*) n'est pas présent dans les emprises du projet et sa présence n'est que probable sur un site potentiel de carrière. La reproduction du Lézard vert des Hauts (*Phelsuma borbonica*) s'étale sur toute l'année. Aucune période particulièrement sensible ne peut donc être considérée pour cette espèce.

La présence du **Caméléon panthère (*Furcifer pardalis)*** est avérée dans les emprises du projet (observation d'un individu dans le piège à cailloux de la route actuelle) ainsi que sur trois sites potentiels de carrières. Sa présence est potentielle sur trois autres sites. La période de reproduction du Caméléon panthère (*Furcifer pardalis)* s'observe d'avantage entre les mois de décembre et de février.

De la même manière que pour l'avifaune terrestre, les incidences des travaux sur les reptiles, et en particulier le Caméléon panthère, seront surtout liées à la déconstruction de la route actuelle et à la réalisation du nouveau piège à cailloux (voir détails dans le Volume 2 du présent dossier). Comme précisé précédemment, ces travaux correspondent aux dernières phases de réalisation du projet. Il est ainsi difficile voire impossible de déterminer à ce stade la période à laquelle ses travaux débuteront (cela dépendant des marchés de travaux qui seront lancés ultérieurement). Il sera de plus impératif de démarrer la construction du nouveau piège à cailloux dès la mise en service de la Nouvelle Route du Littoral afin de permettre une mise en fonctionnement rapide des bassins d'assainissement. Le démarrage de ces travaux ne pourra donc être reporté, dans l'hypothèse où il interviendrait dans une période moins favorable pour le Caméléon panthère.

L'évaluation des impacts des travaux sur cette espèce et le dimensionnement des mesures d'évitement et de réduction de ces impacts (détaillées dans le Volume 2 du présent dossier), ont ainsi été réalisées sans tenir compte des aspects de planning qui reste à ce jour aléatoires. Les dérogations sont donc demandées dans le cadre du présent dossier quelle que soit la saison à laquelle les travaux démarreront.

Sur les sites potentiels de carrières, l'enjeu relatif à ces deux espèces de reptiles pourra être pris en compte au travers de l'application de mesures telles que le déplacement d'individus ou encore le défrichement par étapes (pour le Lézard vert des Hauts). L'opportunité de la mise en œuvre de telles mesures devra être confirmée dans le cadre des études écologiques à venir en fonction des enjeux qui seront au final identifiés et pour les espèces pour lesquelles des demandes de dérogations seront effectivement demandées.

5.4.2.7. INSECTES

La présence du **Papillon la Pâture (*Papilio phorbanta)*** (et notamment ses zones de reproduction) est peu probable dans les emprises du projet. Sa période d'observation la plus favorable est de septembre à mai. Il a en revanche été observé sur un site potentiel de carrière (un individu mâle en vol) où deux de ces plantes hôtes sont présentes.

La colonisation du secteur du projet par la Salamide d'Augustine (*Salamis augustina augustina)* est hautement improbable, de même que la présence de la Vanesse de l'Obetie (*Antanartia borbonica)*. Aucune potentialité de présence de ces espèces n'a par ailleurs été mise en évidence sur les sites potentiels de carrières.

Les enjeux relatifs aux insectes se portent donc uniquement sur le Papillon la Pâture au niveau d'un site potentiel de carrières. L'impact sur cette espèce est toutefois qualifié de faible à ce stade. Cet aspect devra donc être confirmé dans le cadre des études écologiques à venir afin de vérifier l'opportunité de la mise en place de mesures en faveur de l'espèce si une demande de dérogations devait effectivement être déposée pour celle-ci.

6. APPRÉCIATION DES IMPACTS CUMULÉS DU PROJET SUR LES ESPÈCES PROTÉGÉES AVEC LES AUTRES PROJETS CONNUS

6.1. CONTEXTE

L'article L411-2 du code de l'environnement, dans son 4ème alinéa relatif aux dérogations aux interdictions mentionnées aux 1°, 2° et 3° de l'article L411-1, précise que ces dérogations ne doivent pas nuire « *au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle* ». À ce titre, le présent dossier doit donc vérifier que l'état de conservation des espèces protégées concernées dans leur aire de répartition naturelle n'est pas remis en cause.

Le CNPN (ses recommandations suite à la réunion du 12 avril 2012) et l'Autorité Environnementale (son courrier n° 12-411bis du 15 octobre 2012), recommandent une analyse des impacts cumulés avec les autres projets connus, même si cette prescription n'est pas requise au titre de l'article L411-2 du code de l'environnement. Cette recommandation est suivie dans ce dossier, avec deux autres projets pris en compte. Ces projets affectent les mêmes espèces marines que celles perturbées par le projet de la NRL (mammifères marins, tortues marines et oiseaux marins) et la même aire de répartition géographique de ces espèces (Océan Indien et/ou Mascareignes et/ou Réunion). Elles font également l'objet de demandes de dérogation.

Il convient de vérifier si ces projets, présentés ci-après, pourraient entraîner des impacts cumulés menaçant l'état de conservation des espèces concernées, notamment en lien avec la période de réalisation des travaux et avec leur localisation précise. Le présent dossier est donc complété d'une approche globale prenant en compte les impacts cumulés du projet de la Nouvelle Route du Littoral et des autres projets connus, dans la limite de l'état actuel des connaissances. Cette analyse est réalisée dans les sous-dossiers Faune (Volume 2 du présent dossier). Le présent chapitre a pour objectif de présenter les deux projets connus pris en compte pour cette analyse ainsi que la méthodologie retenue pour la réaliser.

6.2. LES PROJETS CONNUS PRIS EN COMPTE

Deux projets ont été pris en compte pour l'analyse des impacts cumulés, conformément aux recommandations de l'Autorité Environnementale dans son courrier n° 12-411bis du 15 octobre 2012. Il s'agit :

- **des travaux d'extension du Port Est**, portés par l'État, futur Grand Port Maritime de La Réunion (Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, des Transports et du Logement) ;
- **du projet « SWAC »**, porté par CLIMABYSS, représentée par GDF-SUEZ Energies Services.

Les principales caractéristiques de ces projets ainsi que leurs calendriers de réalisation sont présentés ci-après.

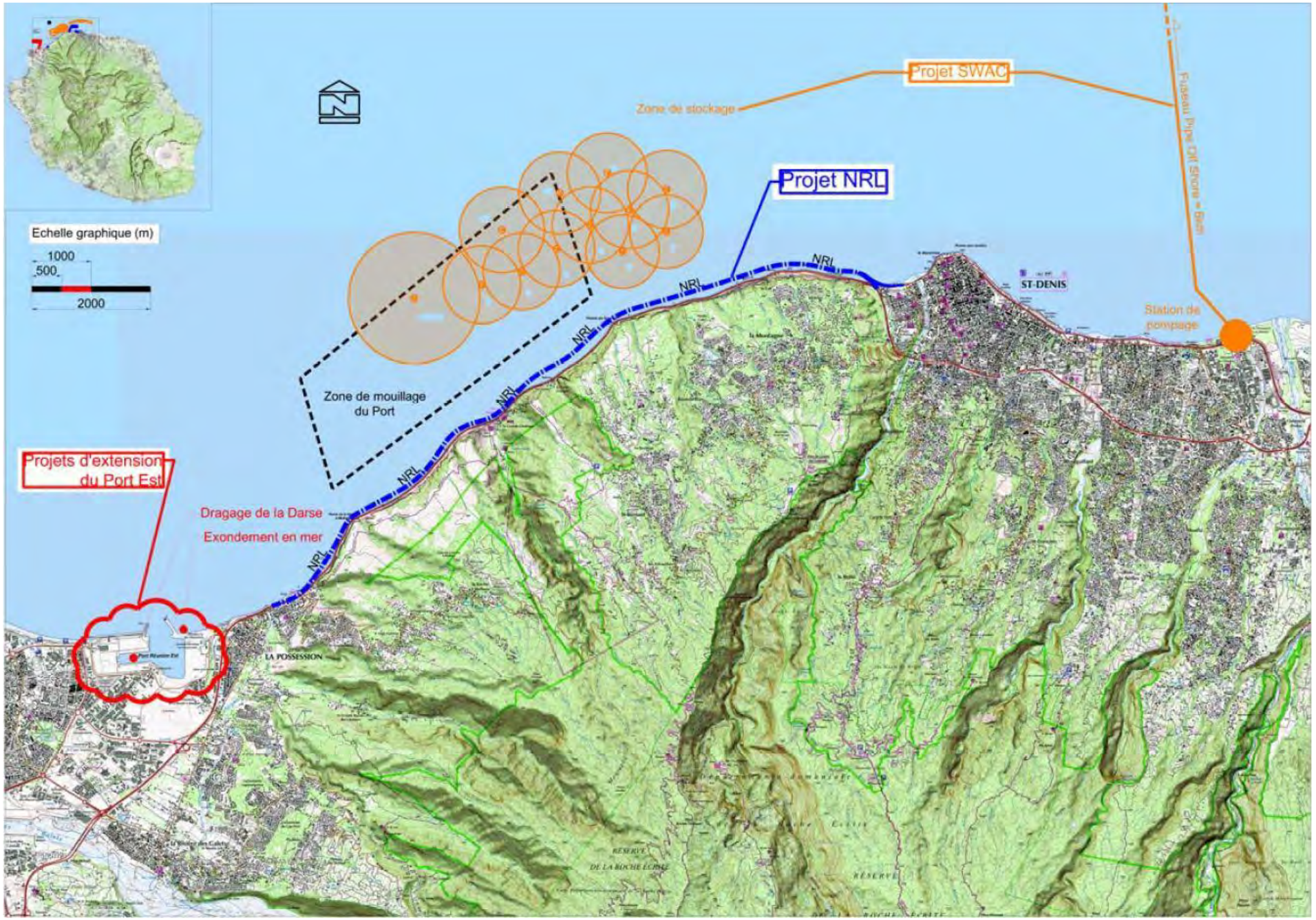


Figure 65 : localisation des trois projets pris en compte pour l'analyse des impacts cumulés

6.2.1. TRAVAUX D'EXTENSION DU PORT EST

Il s'agit de la seconde phase des travaux d'extension du Port Est, localisés à l'extrémité est de la commune du Port, à proximité immédiate de la commune de La Possession et à environ 1,5 km du futur raccordement de la Nouvelle Route du Littoral à la RN1 existante et à la RD41.

Le programme des travaux d'extension du Port Est comprend les postes principaux suivants :

- l'allongement des quais affectés au trafic conteneurs et le prolongement correspondant de la darse ;
- l'approfondissement de la darse conteneurs ;
- la réalisation d'un exondement en mer à l'est de l'entrée du Port.

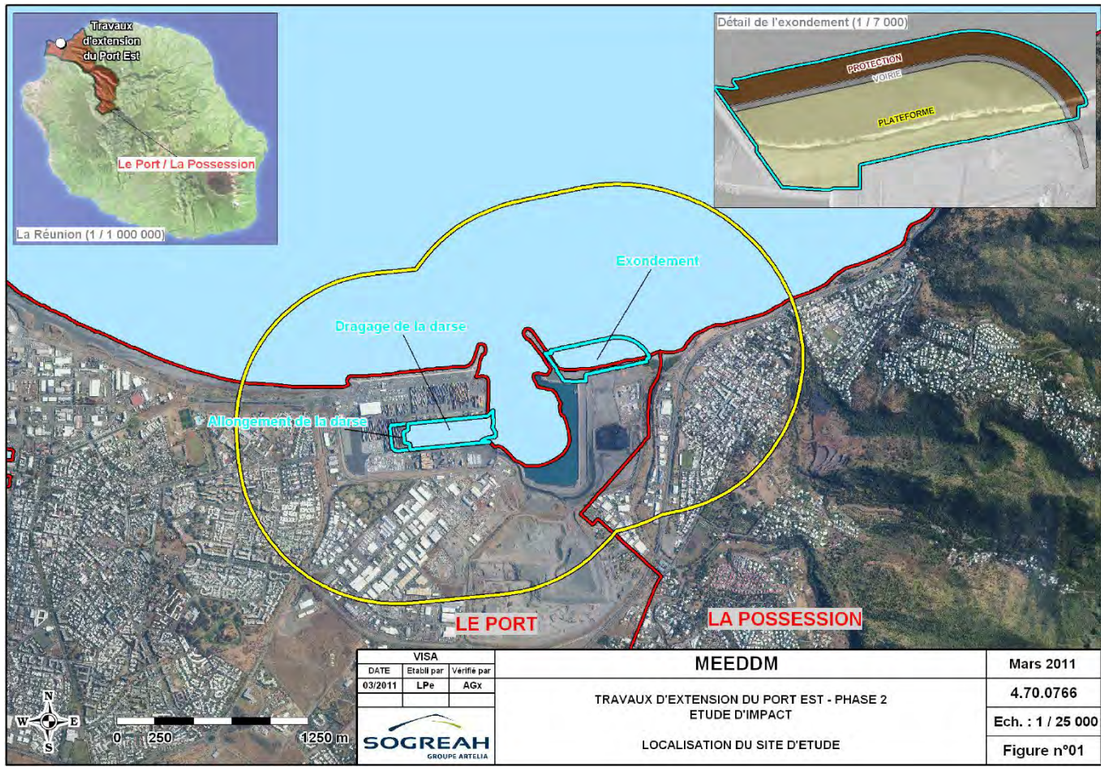


Figure 66 : localisation des travaux d'extension du Port Est
(*source : Etude d'impact du projet d'extension du Port Est - Artélia, mars 2012*)

De par ces caractéristiques, le projet d'extension du Port Est est soumis à :

- étude d'impact au titre des articles L122-1 et suivants et R122-1 et suivants du code l'environnement ;
- enquête publique au titre des articles L123-1 et suivants et R123-1 et suivants du code de l'environnement ;
- autorisation au titre des articles L214-1 et suivants et R214-1 et suivants du code de l'environnement.

Le dossier administratif à constituer pour cela a été réalisé en septembre 2012. L'objectif du Maître d'Ouvrage est d'obtenir les autorisations préalables pour mi-2013 afin d'engager les travaux au 2ème semestre 2013. La durée prévue des travaux est d'environ deux ans et ses principales échéances seraient les suivantes :

- de juillet 2013 à janvier 2014 : travaux préparatoires incluant les études pour la construction et le rempiètement des quais ;
- à partir de janvier 2014 : lancement simultané des travaux relatifs à la construction et au rempiètement des quais et à l'exondement Est consistant en la mise en place du cavalier de l'exondement, protégé à l'avancement par sa carapace (cette dernière étape, d'une durée de 16 mois, est jugée comme la plus impactante pour le milieu marin selon l'étude d'impact du projet) ;
- à partir de septembre 2014 : lancement simultané des travaux relatifs au remblaiement du terre-plein de l'exondement Est et dragage de la darse sur une durée de 7 mois ;
- de mai 2015 à août 2015 : repli.

Un dossier de demandes de dérogations au titre des articles L.411-1 et 2 du code de l'environnement est également en cours de constitution. Compte tenu de l'état d'avancement de ce dossier, dont la rédaction vient de débuter, à la date de constitution du dossier du projet de Nouvelle Route du Littoral, l'analyse des impacts cumulés est basée sur les éléments disponibles dans l'étude d'impact réalisée en décembre 2012 par Sogreah - Groupe Artélia.

6.2.2. PROJET SWAC

Le procédé SWAC (Sea Water Air Conditioning) est un système de climatisation à l'eau de mer qui consiste à pomper de l'eau de mer à environ 1 100 m de profondeur à une température de 5°C pour alimenter un réseau de froid par l'intermédiaire d'un échangeur thermique. L'eau est ensuite rejetée en mer avec une différence de température.

À Saint-Denis et Sainte-Marie, le SWAC desservira au moins au début la zone aéroportuaire, la ZAC du Chaudron et l'Espace Océan.

La prise d'eau se fera au large du site de la « Jamaïque » sur la commune de Saint-Denis à environ 6 km, sur des fonds de 1 100 m. Le rejet se fera par une conduite spécifique dans la même direction mais sur des fonds compris entre 50 m et 55 m de profondeur, à environ 800 m de la côte.

Le projet SWAC, de par ces caractéristiques, fait l'objet de demandes de dérogations au titre des articles L411-1 et 2 du code de l'environnement. **L'analyse des impacts cumulés s'appuie sur les dossiers de demande de dérogations « espèces protégées » et d'Étude d'impact, réalisés respectivement en mars et en octobre 2012 par le bureau d'études SAFEGE.**

Le calendrier prévisionnel de réalisation des travaux doit prendre en compte, outre les dates d'obtention des différentes autorisations, les contraintes d'agitation de la mer aux différentes étapes de réalisation du projet, en particulier pour l'immersion des conduites et leur acheminement jusqu'à La Réunion qui tient compte de deux contraintes majeures :

- le franchissement du Cap de Bonne Espérance (les conduites sont fabriquées en Norvège et leur transport jusqu'à La Réunion est effectué par remorquage en mer en passant par ce dernier), considéré comme trop risqué par le transporteur à partir de janvier ;

- la période cyclonique à La Réunion, considérée généralement achevée à fin mars.

Ainsi, le calendrier prévisionnel envisagé et prévalant à la date de la rédaction du présent dossier serait le suivant (pour la partie opérationnelle des travaux maritimes du projet SWAC, **d'une durée globale d'environ 8 mois**) :

- **arrivée des conduites à La Réunion vers fin mars 2014 ;**

- **stockage temporaire de fin mars à fin octobre 2014 (soit 7 mois)** avant et après lestage en Baie de La Possession (en surface, au droit de la zone de mouillage du Port Est – cf. Figure 67 suivante), le lestage des conduites au Port Est étant prévu en septembre et octobre 2014 ;

- assemblage final au Port Est ;

- **dragage de la tranchée d'ensouillement au droit du site de La Jamaïque en novembre 2014** (pendant **2 semaines**) ;

- **transport** vers le site d'immersion, **immersion de la canalisation** (pendant **une semaine**) **et remblaiement de la tranchée** (pendant **une semaine**) **en novembre 2014.**

Ce calendrier comprend un stockage long, de 7 mois, pendant l'hiver austral. L'étude de la houle pour l'ancrage temporaire montre que le pourcentage de non-dépassement d'une houle de 2,50 m (hauteur significative) est de 100 %. Cette période est donc la plus appropriée pour organiser ce stockage avec plus de souplesse vis-à-vis du risque cyclonique.

Cette solution permet d'organiser un stockage temporaire en mode assemblé et limite l'emprise nécessaire pendant la phase précédant le lestage à 0,075 km². Au moment du lestage, les tuyaux seront transportés un par un vers le Port Est pour être lestés. Après lestage, ils seront ancrés individuellement dans la Baie de la Possession.

Parmi les options de calendrier envisagées (au nombre de deux)**, celle-ci est la plus pénalisante vis-à-vis de la Baleine à bosse. C'est cette option qui a été retenue dans le dossier de demande de dérogation réalisé pour le projet pour l'analyse de ces incidences sur les espèces protégées et pour définir les dispositions et mesures réductrices s'appliquant à la phase de stockage temporaire des conduites** (ces mesures sont néanmoins applicables dans les deux options de calendrier envisagées). **C'est donc également sur cette base qu'est réalisée l'analyse des impacts cumulés dans le présent dossier.**

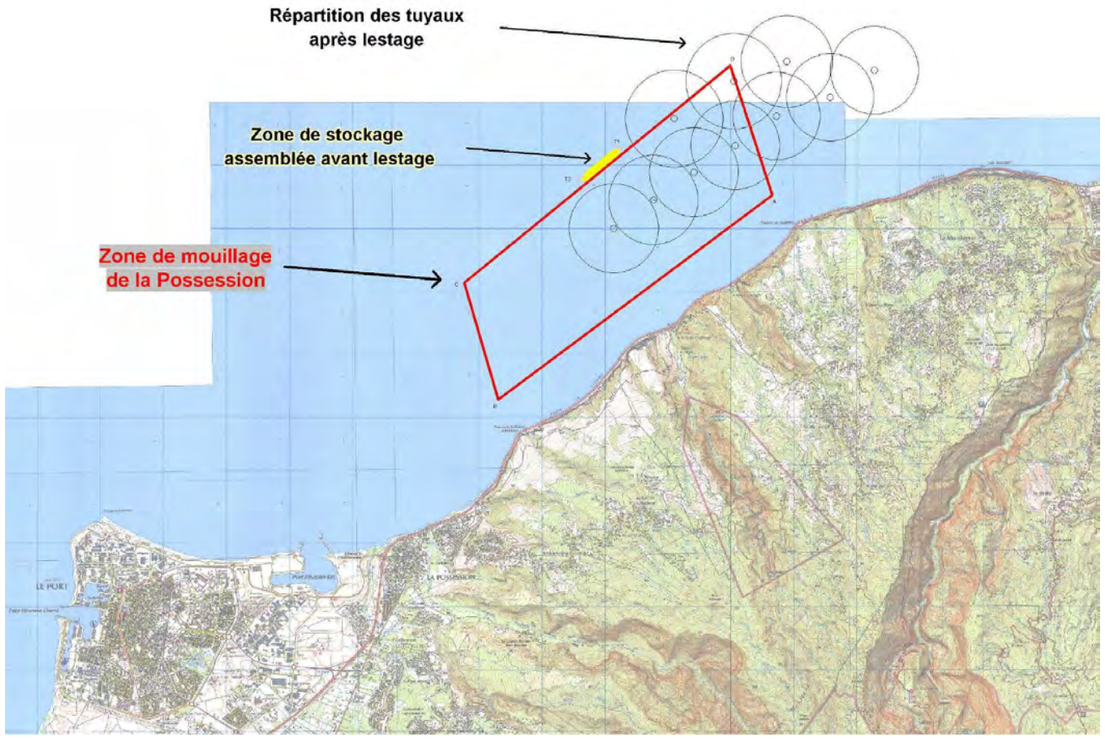


Figure 67 : zone de stockage des conduites en Baie de La Possession
(Source : Réalisation d'un réseau de froid urbain alimenté par l'eau froide des profondeurs - Projet SWAC - Dossier de dérogation « Espèces protégées » au titre des articles L411-1 et suivants du code de l'Environnement, Safège, mars 2012)

6.3. PRINCIPES MÉTHODOLOGIQUES ET DÉFINITIONS

Comme évoqué précédemment, l'analyse des impacts cumulés de la réalisation de la Nouvelle Route du Littoral et des autres projets connus dans la même aire d'influence a pour objectif de définir les éventuelles atteintes supplémentaires sur les espèces protégées induites par la réalisation concomitante des projets considérés (en phases travaux mais également en phase exploitation).

Les effets cumulatifs sont le résultat du cumul et de l'interaction de plusieurs effets directs et indirects générés par les trois projets considérés dans le temps et dans l'espace et pouvant conduire à des changements brusques ou progressifs des milieux.

Il importe d'analyser les effets cumulatifs lorsque :

- des effets ponctuels se répètent fréquemment dans le temps ou dans l'espace et ne peuvent plus être assimilés par le milieu ;

- l'effet d'un projet se combine avec celui d'un autre.

Le cumul des effets séparés des projets considérés peut conduire à un effet synergique, c'est-à-dire un effet supérieur à la somme des effets élémentaires.

La notion d'effets environnementaux cumulatifs reconnaît que les effets environnementaux des diverses activités humaines peuvent se combiner et donner lieu à un jeu d'interactions pour produire des effets cumulatifs dont la nature ou l'ampleur peuvent être différentes des effets de chacune des activités. Les écosystèmes ne peuvent pas toujours résister aux effets combinés des activités humaines sans subir de changement fonctionnel ou structurel fondamental.

À noter qu'on ne peut pas tout savoir concernant le processus par lequel les effets environnementaux des deux autres projets se conjugueront aux effets environnementaux du projet de la Nouvelle Route du Littoral. Le manque de détail et/ou d'analyse (selon les évaluations environnementales menées) relatifs aux deux autres projets et à leurs incidences et le manque de connaissance et de retour d'expérience en la matière peuvent engendrer des incertitudes sur les modalités d'interaction de leurs effets avec ceux du projet de la Nouvelle Route du Littoral.

La recherche des informations sur les enjeux biologiques et surtout sur la présence d'espèces protégées sur les aires d'études des autres projets pris en compte est notamment une phase primordiale. L'analyse réalisée est ainsi soumise à l'incertitude du niveau de précision des études écologiques des autres projets considérés.

Dans certains cas, il est possible de faire des évaluations uniquement qualitatives des effets cumulatifs avérés ou potentiels (supposés) en l'état actuel des connaissances des deux autres projets considérés.

L'objectif est de réaliser une analyse des effets cumulés avérés ou potentiels dans le temps et dans l'espace, c'est-à-dire :

- au sein d'un territoire d'influence des trois projets et selon la composante environnementale ;
- en prenant en compte la durée ou l'ampleur de ces effets dans le temps (accumulation).

L'analyse des effets des trois projets considérés est réalisée sur la base des impacts résiduels engendrés par la Nouvelle Route du Littoral, c'est-à-dire après mise en place de mesures de suppression et de réduction des impacts bruts du projet. En effet, d'une manière générale, les effets ne peuvent se cumuler que pour des impacts déjà identifiés à l'échelle de l'opération considérée. Dans certains cas, il arrive tout de même que de nouveaux impacts soient révélés par l'accumulation de l'effet des projets. Ceux-ci seraient identifiés dans un second temps.

L'analyse est réalisée par impact identifié pour chaque projet indépendamment les uns des autres puis pour l'ensemble des projets considérés.

L'analyse porte sur la phase chantier et la phase exploitation des différents projets. Les effets cumulés en phase travaux interviendront essentiellement :

- dans le cas où les phases chantiers ont lieu en même temps que celles de la Nouvelle Route du Littoral, ou successivement (durée de l'impact plus important) ;

- et/ou, dans certains cas, lorsque des impacts peuvent se cumuler dans le temps (cas des pollutions en général).

> *L'appréciation des impacts cumulés est réalisée dans le présent dossier sur la base des calendriers prévisionnels des travaux des trois projets visés tels qu'ils sont connus à la date de la rédaction du présent dossier, et notamment, pour les deux autres projets connus, sur la base des calendriers présentés dans les dossiers d'étude d'impact des travaux d'extension du Port Est et de demandes de dérogations relatives aux espèces protégées du projet SWAC, présentés ci-avant.*
>
> *Une limite de la démarche à signaler est que ces calendriers sont susceptibles d'évoluer d'ici le démarrage des travaux des trois projets visés.*

L'analyse des impacts cumulés du projet de la Nouvelle Route du Littoral avec les deux autres projets connus est effectuée dans les dossiers spécifiques Faune (Volume 2 du présent dossier) et Flore (Volume 3 du présent dossier).

7. CONCLUSION

> *<u>Rappel</u> : l'article L.411-2 du code de l'environnement fixe les trois principales conditions suivantes à la délivrance de dérogation aux interdictions mentionnées aux 1°, 2° et 3° de l'article L.411-1 :*
>
> - *la dérogation doit être délivrée dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ou pour d'autres **raisons impératives d'intérêt public majeur,** y compris de nature sociale ou économique, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement.*
> - *il ne doit pas exister d'**autre solution satisfaisante** ;*
> - *la dérogation ne doit pas nuire au **maintien, dans un état de conservation favorable**, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.*

Comme il l'a été exposé dans le chapitre 3 du présent document, **la Nouvelle Route du Littoral est un projet d'intérêt public majeur.** Le projet permet en effet de traiter tous les inconvénients actuels pour le public et cela pour le long terme (infrastructure conçue pour une durée de vie de 100 ans) :

- itinéraire s'affranchissant totalement des risques naturels de la falaise et de l'océan, donc sécurisé pour les usagers ;
- niveau de service constant et permanent ;
- réhabilitation du site avec mise en valeur des milieux naturels et du patrimoine ;
- sécurisation de l'axe socio-économique majeur et vital pour l'île ;
- intégrant le développement d'une nécessaire alternative modale (transports en commun), sur le court (dès la mise en service) comme sur le long terme (transport guidé).

Le chapitre 4 permet par ailleurs de montrer qu'**il n'existe pas d'autre solution satisfaisante** permettant de répondre à l'ensemble des objectifs poursuivis, en se basant sur le meilleur compromis entre des critères techniques, économiques et environnementaux.

Par ailleurs, les Volumes 2 et 3 de ce dossier de demandes de dérogations relatives aux espèces protégées permettent de montrer le **maintien de l'état de conservation des populations des espèces protégées** dans leur aire de répartition naturelle avec les mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées. Cette conclusion tient compte de l'approvisionnement en matériaux pour la construction de ce projet. L'appréciation des impacts cumulés de la Nouvelle Route de Littoral avec les deux autres projets connus situés à proximité (projet SWAC et projet d'extension du Port Est) permet enfin de conclure que les impacts résiduels cumulés de ces trois projets ne seront globalement pas supérieurs aux impacts résiduels de la seule Nouvelle Route du Littoral.

ANNEXE

COMPOSITION DÉTAILLÉE DU COMITÉ DE SUIVI DES ENGAGEMENTS DU MOA

ENTITÉ		MEMBRES
Maître d'ouvrage ***Région Réunion***		Monsieur le Président
		Monsieur le Vice-Président
		Mesdames et Messieurs les Élus de la Commission Aménagement Développement Durable Énergie et Déplacement (CADDED)
		Monsieur le Directeur Général des Services
		Monsieur le Directeur de la Direction Régionale des Routes (DRR)
		Monsieur le Directeur d'opération Route du Littoral
Assistance à Maîtrise d'ouvrage		AMO environnement : groupement Biotope-Artélia
Maître d'œuvre		Egis
État / La Préfecture de La Réunion	***Monsieur le Préfet ou son représentant, accompagné des services désignés par lui:***	Direction des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (DIECCTE)
		Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL)
		Direction de la mer sud Océan Indien (DMSOI)
		Direction des affaires culturelles Océan Indien (DAC OI)
		4ème RSMA
		Les forces armées en zone sud de l'Océan Indien (FASZOI)
		Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage de La Réunion (CROSS RU)
		Marine Nationale
Les collectivités / EPCI - AOT et leurs délégataires		Conseil Général *Mme la Présidente ou son représentant*
		Commune de Saint Denis *M. le Maire ou son représentant*
		Commune de La Possession *M. le Maire ou son représentant*
		Commune du Port *M. le Maire ou son représentant*
		Communauté intercommunale du nord de La Réunion (CINOR) *M. le Président ou son représentant*
		Territoire de la Côte Ouest (TCO) *M. le Président ou son représentant*
		Société des transports départementaux de La Réunion (SOTRADER) *Directeur*
		CITALIS *Directeur*
		KAR OUEST *Directeur*
Experts/Associations œuvrant dans le domaine de l'environnement		Société Réunionnaise pour l'Étude et la Protection de l'Environnement (SREPEN) *Président*
		Écologie Réunion *Président*
		Vie Océane *Présidente*
		SEOR *Président*
		Insectarium de la Réunion *Président*
		KELONIA/CEDTM *Président/Directeur*
		GLOBICE *Présidente*
		ABYSS / Président
		SEA SHEPHERD *Président*
		Muséum d'histoire naturelle *Directrice*
		Université de La Réunion
		IFREMER *Directeur*
		ARVAM *Président*
		CBNM *Directeur*
		BRGM *Directrice*
Organismes de conservation et/ou de gestion des espaces naturels		Parc National de La Réunion *Président/Directrice*
		Conservatoire du Littoral *Président/Directrice*
		Office National des Forêts *Directeur*
		Réserve Naturelle Marine de La Réunion *Président/Directeur*
Monde économique	***La sphère du BTP***	Cellule Économique Régionale du BTP (CERBTP) *Directeur*
		Fédération Réunionnaise du BTP (FRBTP) *Président*
		Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB) *Président*
		Confédération générale du patronat des petites et moyennes entreprises (CGPME) *Président*
		Société Industrielle de Café de la Réunion (SICRE) *Président*
		UCCIR *Président*
		Fédération Nationale des Transporteurs Routiers (FNTR) / IPRR *Président*
		Ordre des architectes *Président*
		Conseils d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement (CAUE) *Directeur*

ENTITÉ		MEMBRES
		Synter (Chambre syndicale des ingénieurs et bureaux d'études de La Réunion) *Président*
		Association objectif paysage *Président*
	Autres partenaires économiques intéressés (par la sécurisation de la Route du Littoral)	Société aéroportuaire *Directeur*
		Société portuaire *Directeur*
		Société Réunionnaise de Produits Pétroliers (SRPP) *Directeur*
		Ile de La Réunion Tourisme (IRT) *Président*
		Tamarun *Président*
		Union des Métiers et des Industries de l'Hôtellerie (UMIH974) *Président*
	Autres structures sur le développement économique et l'aménagement du territoire	Chambre de Commerce et d'Industrie de La Réunion (CCIR) *Président*
		Chambre des Métiers *Président*
		Chambre d'Agriculture / Président
		Conseil économique, social et environnemental de La Réunion (CESER) *Président*
		Conseil de la Culture, de l'Éducation et de l'Environnement de La Réunion (CCEE) *Président*
		AGORAH *Présidente*
		INSEE *Président*
		Réunion Économique *Président*
		Pôle Emploi *Directeur*
		Association pour le développement industriel de La Réunion (ADIR) *Président*
Usagers/riverains	***Usagers de la mer***	Membres de la Commission nautique locale
		Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (CRPMEM) *Président*
		Ligue Vol Libre (KITE SURF) *Président*
		Comité régional d'études et de sports sous-marins (CRESSM) *Président*
		Confrérie des Gens de la Mer *Président*
		Cluster Maritime La Réunion *Président*

ENTITÉ		MEMBRES
	Riverains	Association des habitants de la Grande Chaloupe et de la Ravine à Jacques *Président*
		Association ou conseil de quartier aire de repos/lieu de culte La Possession *Président*
	Représentants des usagers de la route	Comité départemental de l'association Prévention Routière *Président*
		Collectif Réunionnais contre les embouteillages *Président*
		Fédération Française des Motards en Colère (FFMC) *Président*
		Association Vélo Vie *Président*
		Comité Régional pour la Promotion du Vélo *Président*
		Comité Départemental du Cyclotourisme *Président*
	Divers (au travers des contributions versées à l'enquête publique)	Association Initiative Dionysienne *Président*
		Possession Écologie Solidaire *Président*
		Association CRPP (Comité de Réflexion et de Proposition pour La Possession) *Président*