

PROJET DE CARRIERE Ravine du Trou Commune de Saint Leu (974)



Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter

TOME 2 : ETUDE D'IMPACT



476 rue Deschanets
97440 Saint-André

SARL CL au capital de 10000 €
RCS 2007 B 686,
SIRET 49814139900028,
APE 742C
Tél : 02 62 21 54 71

Email : sremc2@orange.fr

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
LISTE DES PLANCHES	6
LISTE DES TABLEAUX	9
1. PREAMBULE	10
2. CADRE REGLEMENTAIRE	11
3. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE DU PROJET	12
3.1 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE	12
3.1.1 Situation générale	12
3.1.2 Définition de l'aire d'étude	12
3.2 PLAN LOCAL D'URBANISME (P.L.U.)	14
3.2.1 Caractéristiques des Zones Ad	14
3.2.2 Synthèse	14
3.3 PAS GEOMETRIQUES	15
3.4 OBJECTIFS DU SCOT	16
3.5 ORIENTATION DU SAR ET DU SMVM	17
3.5.1 Le Schéma d'Aménagement Régional en vigueur	17
3.5.2 Le Schéma de Mise en Valeur de la Mer	18
3.6 TRAME VERTE ET BLEUE	18
3.7 SCHEMA DEPARTEMENTAL DES CARRIERES	20
3.8 PERIMETRE D'INTERVENTION DU CONSERVATOIRE DU LITTORAL	20
3.9 CODE DE LA SANTE	21
3.10 SCHEMA DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX	21
3.10.1 La réglementation	21
3.10.2 Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE)	21
3.10.3 Le Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau du Sud de La Réunion	23
3.11 PLAN DE PREVENTION DES RISQUES	23
3.11.1 Le risque Inondation	23
3.11.2 Aléa Mouvement de terrain	24
3.11.3 Le PPRn	25
4. CONTRAINTES ET SERVITUDES AFFECTANT LE SITE	26
4.1 LE LIT MINEUR DE RIVIERE ET SERVITUDE HYDRAULIQUE / FORESTIERE	26
4.1.1 Le lit Mineur	26
4.1.2 Servitude hydraulique et forestière	26
4.1.3 Code forestier	28
4.2 PROTECTION DES SITES ET MONUMENTS HISTORIQUES	29
4.3 ANTIQUITES PREHISTORIQUES, HISTORIQUES ET ARCHEOLOGIE PREVENTIVE	30
4.3.1 Définition et fonctionnement de la redevance	30
4.3.2 Dispositions particulières pour les projets faisant l'objet de réalisation par tranche	30
4.3.3 Indice de référence	30
4.3.4 Situation du projet au regard de la redevance d'archéologie préventive	30
4.3.5 Demande anticipée de diagnostic archéologique	31
4.3.6 Aspect historique : la révolte des esclaves de 1811	31
4.4 ZONES NATURELLES D'INTERET RECONNU	31
4.4.1 Le Cœur du Parc National de La Réunion	31

4.4.2 Les Zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique (ZNIEFF)	31
4.4.3 Les Espaces Remarquables du Littoral	33
4.4.4 La réserve naturelle marine	33
4.4.5 Les Espaces Naturels Sensibles	34
4.4.6 Les arrêtés de protection de biotope	34
4.4.7 Les réserves biologiques domaniales	34
4.4.8 Zones humides	34
4.4.9 Les sites classés et inscrits	35
4.5 RESEAUX	35
4.5.1 Réseau électrique	35
4.5.2 Réseaux de télécommunication	35
4.5.3 Réseaux d'eau	35
4.6 AUTRES SERVITUDES	35
5. DESCRIPTION DE L'ETAT INITIAL	38
5.1 ENVIRONNEMENT HUMAIN	38
5.1.1 Population	38
5.1.2 Habitat	38
5.1.3 Activités	38
5.1.3.1 Activités artisanales et industrielles	38
5.1.3.2 Activité agricole	39
5.1.3.3 Activité touristique	40
5.1.3.4 Structures scolaires	40
5.1.4 Infrastructures routières	40
5.1.5 Réseaux d'alimentation	41
5.1.5.1 Alimentation en eau potable	41
5.1.5.2 Irrigation	41
5.1.5.3 Assainissement	41
5.1.5.4 Le réseau électrique	41
5.1.6 Urbanisation et activités aux abords du site	41
5.1.6.1 Milieu environnant immédiat	41
5.1.6.2 Utilisation des sols au droit du projet	43
5.1.6.3 Habitations et établissements sensibles	44
5.2 TOPOGRAPHIE - GEOMORPHOLOGIE	45
5.2.1 Généralités	45
5.2.2 Spécificités du site d'étude	46
5.3 PEDOLOGIE	47
5.3.1 Caractéristiques générales des sols	47
5.3.2 Caractéristiques des sols au droit du site	48
5.4 GEOLOGIE	50
5.4.1 Organisation géologique et limite de répartition globale	50
5.4.2 Caractéristiques géologiques de la planèze de l'ouest réunionnais	50
5.4.3 Caractérisation du sous-sol au droit du projet	50
5.4.3.1 Analyse des données existantes	50
5.4.3.2 Les reconnaissances de terrain sur la zone d'emprise	52
5.5 HYDROGEOLOGIE	56
5.5.1 Données géologiques et structurales	56
5.5.2 Contexte hydrogéologique régional	56
5.5.3 Schéma hydrogéologique local	57
5.5.3.1 Masses d'eau identifiées au SDAGE et concernées par le projet	57
5.5.3.2 Aquifère volcanique de Saint Leu à Étang-Salé	57
5.5.3.3 Comportement hydrogéologique de la nappe	57
5.5.3.4 Ouvrages de reconnaissance hydrogéologiques autour du projet	57

5.5.3.5	Evolution du niveau piézométrique au droit du site.....	57	5.9.2.5	Vent	95
5.5.3.6	Qualité des eaux souterraines au droit du site	58	5.9.2.6	Ensoleillement	96
5.5.3.7	Cote minimale d'extraction	58	5.9.2.7	Humidité relative et orage.....	96
5.5.4	Utilisation des eaux souterraines.....	58	5.10	QUALITE DE L'AIR	98
5.5.5	Le réseau de distribution	58	5.10.1	Données bibliographiques	98
5.5.6	Synthèse des enjeux hydrogéologiques	58	5.10.2	État initial de la concentration en poussières sur le site	99
5.6	HYDROLOGIE	59	5.11	ENVIRONNEMENT SONORE	101
5.6.1	Contexte hydrologique régional.....	59	5.11.1	Rappel du cadre réglementaire.....	101
5.6.2	Géomorphologie du réseau hydrographique	59	5.11.2	État sonore initial	102
5.6.3	Caractéristiques du réseau hydrographique à proximité du projet	59	5.11.2.1	Campagne A2SM.....	102
5.6.3.1	La Ravine du Trou.....	59	5.11.2.2	Campagnes EMC ² Environnement	104
5.6.3.2	La Ravine des Avirons.....	59	5.11.2.3	Résultats de la campagne	105
5.6.3.3	Qualité des eaux des cours d'eau	60	5.11.2.4	Synthèse des résultats de l'état sonore initial.....	106
5.6.4	Contexte hydraulique de la zone du projet	60	6.	JUSTIFICATION	107
5.6.4.1	Présentation des bassins versants.....	60	6.1	LE CHOIX DU SITE.....	107
5.6.4.2	Ouvrages hydrauliques du secteur d'étude	61	6.2	JUSTIFICATION DU TONNAGE DEMANDE	107
5.6.4.3	Détermination des débits projets.....	61	6.3	ANALYSE DES CONTRAINTES ET JUSTIFICATION DE L'EMPRISE D'EXTRACTION RETENUE.....	108
5.6.5	Océan.....	61	6.3.1	Analyse des contraintes et servitudes.....	108
5.6.6	Assainissement	62	6.3.2	Analyse des variantes.....	109
5.6.7	Synthèse des enjeux liés à l'hydrologie.....	62	6.3.2.1	Ancien projet	109
5.7	PAYSAGE	63	6.3.2.2	Définition du nouveau périmètre du projet	110
5.7.1	Contexte paysager général	63	6.4	TECHNIQUES EMPLOYEES, AU REGARD DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES	110
5.7.2	Diagnostic paysager de la zone d'étude	65	6.4.1	Phasage et organisation.....	110
5.7.2.1	A l'échelle territoriale.....	65	6.4.2	Analyse de différents trajets pour le transport des matériaux.....	111
5.7.2.2	A l'échelle rapprochée.....	67	6.4.3	Mode de traitement	111
5.7.2.3	Perception visuelle du site :	67	7.	ANALYSE DES EFFETS DIRECTS ET INDIRECTS, TEMPORAIRES ET PERMANENTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES D'ACCOMPAGNEMENT.....	112
5.7.3	Monuments historiques	69	7.1	TOPOGRAPHIE ET GEOMORPHOLOGIE	112
5.7.4	Caractérisation des enjeux paysagers	69	7.1.1	Caractérisation des effets du projet	112
5.8	PATRIMOINE NATUREL	70	7.1.1.1	En phase de chantier	112
5.8.1	Généralités sur le secteur d'étude, caractéristiques climatiques et série végétale	70	7.1.1.2	En phase d'exploitation	112
5.8.2	Classification de l'aire d'étude.....	71	7.1.1.3	En phase de remise en état	113
5.8.3	Diagnostic écologique terrestre.....	72	7.1.2	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des effets	114
5.8.3.1	Les habitats de la zone d'étude	72	7.1.3	Coûts de mesures prévues	114
5.8.3.2	La flore de la zone d'étude	76	7.2	PEDOLOGIE ET GEOLOGIE	115
5.8.3.3	L'avifaune.....	78	7.2.1	Caractérisation des effets du projet	115
5.8.3.4	Les chiroptères.....	81	7.2.1.1	Risque de pollution.....	115
5.8.3.5	Les reptiles.....	82	7.2.1.2	Matériaux, découvertes et stériles d'exploitation.....	115
5.8.3.6	Les invertébrés.....	83	7.2.1.3	Surfaces agricoles	115
5.8.3.7	La faune aquatique.....	84	7.2.2	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des effets	116
5.8.4	Rôle de l'aire d'étude dans le fonctionnement écologique local	84	7.2.2.1	Maîtrise du risque de pollution	116
5.8.5	Diagnostic écologique marin.....	85	7.2.2.2	Valeur agronomique des terrains et surface agricole	116
5.8.5.1	Le milieu physique	85	7.2.2.3	Détail des qualités physicochimiques des sols, sous sols et surfaces agricoles lors de la remise en état	117
5.8.5.2	Le milieu naturel.....	86	7.2.3	Coût des mesures prévues	119
5.8.6	Synthèse globale, description des enjeux et des fonctionnalités écologiques	90	7.3	HYDROGEOLOGIE	120
5.8.6.1	Enjeux pour le milieu terrestre.....	90	7.3.1	Caractérisation des effets du projet du l'hydrogéologie.....	120
5.8.6.2	Enjeux pour le milieu marin	92	7.3.1.1	Aspect quantitatif.....	120
5.9	CLIMATOLOGIE	93	7.3.1.2	Aspect qualitatif.....	120
5.9.1	Contexte climatologique général	93	7.3.2	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des effets	121
5.9.2	Contexte climatologique local	93	7.3.2.1	Procédure de mise en remblai	121
5.9.2.1	Pluviométrie.....	93	7.3.2.2	Protection de la nappe contre les pollutions en hydrocarbures	121
5.9.2.2	Températures	94	7.3.2.3	Suivi de la nappe.....	121
5.9.2.3	Évapotranspiration.....	95			
5.9.2.4	Déficit climatique	95			

7.3.3	Coût des mesures prévues.....	121	7.9.1	Caractérisation des effets du projet sur l'air.....	151
7.4	HYDROLOGIE.....	122	7.9.1.1	Les poussières.....	151
7.4.1	Gestion des eaux pluviales du site.....	122	7.9.1.2	Les gaz d'échappement.....	152
7.4.1.1	Principe de gestion des eaux en phase d'exploitation.....	122	7.9.2	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts.....	152
7.4.1.2	Principe de gestion des eaux après la remise en état.....	123	7.9.2.1	Les poussières.....	152
7.4.2	Modélisation des effets du projet sur les écoulements superficiels.....	124	7.9.2.2	Les gaz d'échappement.....	153
7.4.2.1	Scénarii étudiés.....	124	7.9.3	Coûts des mesures prévues.....	153
7.4.2.1	Résultats du scénario 1 : Etat Initial +Q100.....	124	7.10	ODEUR.....	153
7.4.2.1	Résultats du scénario 2 : Etat Exploitation + Q10.....	125	7.11	BRUIT.....	154
7.4.2.2	Résultats du scénario 3 : Remise en état + Q100.....	125	7.11.1	Modélisation des émissions sonores du projet.....	154
7.4.2.3	Comparaison état initial/remis en état.....	126	7.11.1.1	Méthodologie.....	154
7.4.3	Synthèse des effets du projet sur l'hydrologie.....	127	7.11.1.2	Situation sonore sans traitement spécifique.....	155
7.4.4	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts.....	127	7.11.2	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts.....	156
7.4.5	Coût des mesures prévues.....	127	7.11.2.1	Caractérisation des aménagements à prévoir.....	156
7.5	ASSAINISSEMENT.....	128	7.11.2.2	Situation sonore avec la prise en compte de ces traitements.....	157
7.5.1	Rappel réglementaire.....	128	7.11.3	Étude particulière des tirs de mine.....	158
7.5.2	Traitement des eaux de ruissellement au niveau des zones d'extraction.....	128	7.11.3.1	Méthodologie de quantification.....	158
7.5.2.1	Rappel sur les principes d'exploitation de la carrière.....	128	7.11.3.2	Extrapolation à la carrière de la Ravine du Trou.....	159
7.5.2.2	Synoptique de l'assainissement du site.....	128	7.11.4	Coûts des mesures prévues.....	160
7.5.2.3	Dimensionnement des bassins de décantation.....	130	7.12	ONDES VIBRATOIRES DES TIRS DE MINE.....	161
7.5.3	Traitement des eaux au niveau des plateformes de tri et des bases vies.....	131	7.12.1	Généralités sur les vibrations des tirs de mines.....	161
7.5.4	Incidence sur le milieu marin.....	131	7.12.1.1	Origine des vibrations et propagation.....	161
7.5.5	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts.....	131	7.12.1.2	Impact des vibrations.....	162
7.5.6	Coût des mesures prévues.....	132	7.12.2	Bruits émis par les tirs.....	163
7.6	PAYSAGE.....	133	7.12.3	Vibrations et projections émises par les tirs.....	163
7.6.1	Identification des impacts paysagers du projet.....	133	7.12.3.1	Plan de tir N° 1 : basaltes sain – foration Ø 127.....	165
7.6.1.1	Phase d'aménagement et d'exploitation.....	133	7.12.3.2	Plan de tir N° 2 : basaltes scoriacés – foration Ø 127.....	166
7.6.1.2	Le projet de réhabilitation.....	134	7.12.3.3	Plan de tir N° 3 : dans le secteur d'habitations, ouvrage d'art ou route des Tamarins – foration Ø 89.....	167
7.6.2	Coût des mesures prévues.....	139	7.12.3.4	Plan de tir N° 4 : basalte sain – foration Ø 89.....	168
7.7	PATRIMOINE NATUREL.....	140	7.12.3.5	Plan de tir N° 5 : basalte scoriacés – foration Ø 89.....	169
7.7.1	Caractérisation des effets du projet sur la flore et les habitats.....	140	7.12.4	Projection.....	170
7.7.1.1	En phase d'aménagement.....	140	7.12.5	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts.....	171
7.7.1.2	En phase d'extraction.....	140	7.12.6	Coûts des mesures prévues.....	172
7.7.1.3	En phase de remise en état.....	140	7.13	TRAFIC ROUTIER.....	173
7.7.2	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des effets sur la flore et les habitats.....	140	7.13.1	Caractérisation des effets du projet sur le trafic routier.....	173
7.7.2.1	En phase d'aménagement et d'extraction.....	140	7.13.1.1	Conditions d'accès au site.....	173
7.7.2.2	En phase de remise en état.....	141	7.13.1.2	Circulation sur le site.....	174
7.7.3	Caractérisation des effets du projet sur la faune terrestre.....	144	7.13.2	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts.....	175
7.7.3.1	En phase d'aménagement et d'exploitation.....	144	7.13.3	Coûts des mesures prévues.....	175
7.7.3.2	En phase de remise en état.....	145	8. ANALYSE DES EFFETS CUMULES.....	176	
7.7.4	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des effets sur la faune.....	145	8.1	IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS POUVANT AVOIR UN EFFET CUMULE SUR LE PROJET.....	176
7.7.5	Caractérisation des effets du projet sur le milieu marin.....	147	8.2	ANALYSE DES EFFETS CUMULES AVEC LE PROJET DE ZAC RHI DE BOIS-BLANC.....	176
7.7.5.1	Effets des sur la qualité des eaux marines.....	147	8.2.1	Présentation du projet de ZAC.....	176
7.7.5.2	Effets des tirs de mines sur le peuplement marin.....	147	8.2.2	Effets cumulés sur l'hydrologie et les risques naturels.....	177
7.7.6	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des effets sur le milieu marin.....	148	8.2.3	Effets cumulés sur l'écologie.....	177
7.7.7	Coût des mesures prévues.....	148	8.2.4	Effets cumulés sur le paysage.....	177
7.8	CLIMAT.....	149	8.2.5	Effets cumulés sur l'ambiance sonore.....	178
7.8.1	Caractérisation des effets du projet sur le climat.....	149	8.2.6	Effets cumulés sur le trafic routier.....	178
7.8.1.1	Généralités sur les gaz à effet de serre.....	149	8.3	ANALYSE DES EFFETS CUMULES AVEC LE PROJET DE LA NOUVELLE ROUTE DU LITTORAL.....	178
7.8.1.2	Sources d'émission des gaz à effet de serre générés sur le site.....	149	8.3.1	Présentation du projet de la Nouvelle Route du Littoral.....	178
7.8.1.3	Calcul des émissions annuelles de GES.....	149	8.3.2	Synthèse des impacts du projet de la NRL.....	179
7.8.2	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts.....	150	8.3.3	Effet cumulés sur le milieu physique.....	181
7.9	AIR.....	151			

8.3.4	Effet cumulés sur le milieu naturel	181	12.4.2.3	Outils	204
8.3.5	Effet cumulés sur le milieu humain	181	12.4.3	Cartographie des données recueillies.....	205
8.3.6	Effet cumulés sur les nuisances.....	181	12.4.4	Limites des inventaires	205
8.3.7	Effet cumulés sur le paysage et le patrimoine.....	181	12.4.5	Ouvrages consultés.....	205
8.3.8	Effet cumulés sur la santé	181	12.5	EXPERTISE ACOUSTIQUE EN MILIEU MARIN	206
9.	ETUDE DECHETS.....	182	12.6	DIAGNOSTIC DU MILIEU MARIN	206
9.1	DESCRIPTION DE LA SITUATION EXISTANTE EN MATIERE DE GESTION DES DECHETS DANS L'ENTREPRISE.....	182	12.7	CIRCULATION.....	207
9.1.1	Déchets liés aux activités d'extraction et de stockage transitoire de matériaux sur le site	182	12.8	BRUIT.....	207
9.1.2	Déchets liés à la nature du terrain.....	182	12.9	AIR.....	207
9.1.3	Description des opérations de recyclage ou de valorisation	183			
9.1.4	Description des filières de traitement et de prétraitement	183			
9.1.5	Description des filières d'élimination par mise en décharge.....	183			
9.2	JUSTIFICATION TECHNICO-ECONOMIQUE DES SOLUTIONS ALTERNATIVES POUR LA GESTION DES DECHETS DANS L'ENTREPRISE.....	183			
9.3	PLAN DE GESTION DES TERRES NON POLLUEES ET DES DECHETS INERTES DE L'INSTALLATION	183			
9.3.1	Cadre réglementaire	183			
9.3.2	Plan de gestion sur le site SCPR de la Ravine du Trou	184			
9.4	CONFORMITE AU PLAN DEPARTEMENTAL D'ELIMINATION DES DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES	184			
9.5	CONFORMITE AU PLAN REGIONAL D'ELIMINATION DES DECHETS INDUSTRIELS	184			
10.	EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES.....	185			
10.1	METHODOLOGIE DE L'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES	185			
10.2	IDENTIFICATION DES EMISSIONS GENEREES PAR L'EXPLOITATION DE LA CARRIERE.....	185			
10.2.1	Émissions atmosphériques.....	185			
10.2.2	Émissions aqueuses	185			
10.2.3	Bruit et vibrations.....	185			
10.3	IDENTIFICATION DES VOIES D'EXPOSITION	186			
10.4	ÉVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS SUR LES POPULATIONS	187			
10.4.1	Les émissions sonores.....	187			
10.4.2	Lutte anti-vectorielle	187			
10.4.3	Les émissions atmosphériques.....	187			
10.4.3.1	Quantification des émissions et comparaison aux normes	187			
10.4.3.2	Evaluation quantitative des risques sanitaires	191			
10.5	CONCLUSION.....	193			
11.	SYNTHESE DES IMPACTS.....	194			
12.	ANALYSE DES METHODES	200			
12.1	GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE	200			
12.2	HYDROLOGIE	200			
12.3	ANALYSE DU PAYSAGE ET PROJET DE REMISE EN ETAT.....	200			
12.4	ANALYSE DE LA FAUNE ET DE LA FLORE TERRESTRE.....	201			
12.4.1	Méthodes et outils du diagnostic milieux naturels, flore et faune	201			
12.4.1.1	Référentiel taxonomique des noms d'espèces.....	201			
12.4.1.2	Inventaire des habitats et des espèces végétales.....	201			
12.4.1.3	Inventaire de la flore et effort de prospection apporté à l'étude.....	202			
12.4.1.4	Inventaire de l'avifaune	202			
12.4.1.5	Inventaire des Chiroptères	203			
12.4.1.6	Inventaire des insectes	203			
12.4.1.7	Inventaire des reptiles	203			
12.4.2	Évaluation et hiérarchisation des enjeux naturels (Bioévaluation).....	204			
12.4.2.1	Principe général	204			
12.4.2.2	Indicateurs	204			

LISTE DES PLANCHES

Planche 1 : Localisation du projet de la Carrière de la Ravine du Trou	12	Planche 34: Carte géomorphologique de Réunion	45
Planche 2 : Caractérisation des différentes zones d'influence.....	13	Planche 35: Plan topographique de la zone d'étude.....	46
Planche 3 : Périmètre de la demande d'autorisation par rapport aux espaces identifiés du PLU.....	15	Planche 36: Carte pédologique de la Réunion, d'après Raunet, 1989.....	47
Planche 4 : Localisation du projet par rapport aux 50 pas géométriques	15	Planche 37: Sol brun ferruginisé présent sur la zone d'étude et surmontant la dalle rocheuse.....	48
Planche 5 : Organisation générale des espaces définis par le SCOT	16	Planche 38: Carte pédologique au droit du projet.....	49
Planche 6 : « Destination générale des sols » SAR, 2011 au niveau du projet.....	17	Planche 39 : Carte géologique de la zone de Bois Blanc à Saint Leu (source : BRGM).....	51
Planche 7 : Prescriptions du SMVM dans la zone du projet de carrière SCPR.....	18	Planche 40 : Coupe géologique au niveau du secteur d'étude (Source : BRGM).....	51
Planche 8 : Principaux enjeux écologiques et corridors biologiques du territoire réunionnais.....	19	Planche 41 : Localisation des panneaux électriques par rapport à la zone d'étude	53
Planche 9 : Localisation du projet par rapport aux espaces de continuité écologique identifiés dans le SAR.....	19	Planche 42 : Résultat du panneau électrique n°15 et coupe géologique interprétative.....	54
Planche 10 : Espace carrière NRL02 dans la zone du projet.....	20	Planche 43 : Carte d'interpolation des ensembles rocheux	54
Planche 11 : Localisation du projet par rapport à la stratégie foncière d'acquisition du Conservatoire du Littoral	20	Planche 44 : Carte de localisation des sondages carottés par rapport au périmètre de la maîtrise foncière.....	55
Planche 12 : Localisation du projet par rapport aux périmètres de protection de captages AEP.....	21	Planche 45 : Exemples d'horizons présents dans les sondages carottés (extrait du rapport de sondage Forintech fourni en Annexe 4).....	55
Planche 13 : Localisation du projet par rapport aux masses d'eau identifiées dans le SDAGE.....	22	Planche 46 : Carte schématique des systèmes hydrogéologiques globaux de la Réunion (Stieltjes et al., 1988)	56
Planche 14 : Zones de risques d'inondation identifiées de la commune de Saint-Leu.....	24	Planche 47 : Localisation des masses d'eaux souterraines dans le secteur d'étude	56
Planche 15 : Zones de risques de mouvement de terrain identifiées de la commune de Saint-Leu.....	24	Planche 48 : Localisation des ouvrages de reconnaissance hydrogéologiques au niveau du projet.....	57
Planche 16 : Localisation du projet de carrière par rapport au PPRn.....	25	Planche 49 : Evolution comparée piézomètre F8 Portail et Pz1	58
Planche 17 : Schéma du positionnement des servitudes hydrauliques et forestières	26	Planche 50 : Profil transversal de ravine de type « U »	59
Planche 18 : Positionnement de la servitude réglementaires (DPF, ONF et lit mineur) par rapport au projet.....	27	Planche 51 : Evolution du débit instantané des sources des Avirons entre 1989 et 2004 (source : OLE)	60
Planche 19 : Carte de situation du projet par rapport aux monuments historiques	29	Planche 52 : Étendue des bassins versants couvrant la zone du projet.....	60
Planche 20 : Parcelles du projet par rapport aux espaces classés en ZNIEFF.....	32	Planche 53 : Ouvrages hydrauliques sur le secteur d'étude	61
Planche 21 : Localisation des espaces remarquables par rapport au périmètre de la maîtrise foncière.....	33	Planche 54 : Les deux grands ensembles de paysage de la Réunion	63
Planche 22 : Localisation de la réserve naturelle marine par rapport au périmètre de la maîtrise foncière.....	33	Planche 55 : Vue aérienne des pentes de l'ouest.....	63
Planche 23 : Localisation du projet par rapport aux sites classés/inscrits	35	Planche 56 : Bloc diagramme des pentes de l'ouest (<i>d'après l'Atlas paysager</i>)	64
Planche 24 : Localisation du réseau électrique et de télécommunication sur le secteur d'étude.....	36	Planche 57 : Vue aérienne du site et de ses abords.....	65
Planche 25 : Localisation des réseaux d'eaux sur le secteur d'étude.....	37	Planche 58 : Les grandes composantes paysagères des abords du site ; en rouge la zone d'étude	65
Planche 26 : Evolution de la SAU à la Réunion en 1988 et 2010 (Source : DAAF).....	39	Planche 59 : Un site littoral à l'articulation des paysages côtiers et agricoles – Vue vers le Sud Ouest	66
Planche 27 : Carte de l'évolution de l'occupation des sols sur la commune de St Leu (<i>Source : DAAF</i>).....	39	Planche 60 : Des paysages agricoles à l'est et au Nord du site – Vue vers le Nord.....	66
Planche 28 : Localisation des principaux axes routiers à proximité du projet	40	Planche 61 : Un site littoral à l'articulation des paysages côtiers et agricoles – Vue vers le Sud.....	66
Planche 29 : Localisation des surfaces urbaines raccordées au réseau collectif d'assainissement	41	Planche 62 : L'étagement des paysages – Vue vers l'est.....	66
Planche 30 : Occupation du sol à proximité du projet de la carrière SCPR	42	Planche 63 : Un relief aux pentes douces et ondulées.....	67
Planche 31 : Surface agricole au niveau de la zone du projet.....	43	Planche 64 : Carte d'inter visibilité effectuée avec le logiciel SAGA, source SAFER.	67
Planche 32 : Caractérisation des usages des surface agricole de la zone du projet.....	43	Planche 65 : Vue à l'approche du site depuis le Nord	68
Planche 33 : Localisation des habitations et des établissements sensibles les plus proches.....	44	Planche 66 : Vue du site depuis la RN1a	68
		Planche 67 : Vue depuis le chemin Pierre de Guigné.....	68
		Planche 68 : Carte des perceptions visuelles depuis les zones habitées	68
		Planche 69 : Vue éloignée depuis la plage à l'embouchure de la ravine des Avirons.....	69

Planche 70 : Vue depuis la plage, au droit du site	69	Planche 105 : Localisation des fossés de gestion des eaux pluviales pendant la phase exploitation	122
Planche 71 : Localisation du projet par rapport à l'étagement de la végétation à La Réunion (RIVALS, CADET)	70	Planche 106 : Bassins versants en phase exploitation	123
Planche 72 : Localisation du projet par rapport aux zones naturelles d'intérêt reconnu	71	Planche 107 : Localisation des ouvrages après la remise en état	123
Planche 73 : Cartographie des habitats de la flore indigène	75	Planche 108 : Représentation 3D des écoulements du scénario 1 – Crue centennale en l'état initial.....	124
Planche 74 : Localisation de la flore remarquable vis-à-vis du projet.....	78	Planche 109 : Hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement maximales atteintes (m/s) – Crue centennale en l'état initial.....	124
Planche 75 : Cartographie des sites de nidification et des colonies de Paille en queue.	79	Planche 110 : Représentation 3D des écoulements du scénario 2 – Crue décennale en phase d'exploitation	125
Planche 76 : Localisation des gîtes de chiroptères ayant fait l'objet d'un dénombrement	82	Planche 111 : Hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement maximales atteintes (m/s) – Crue décennale Etat Exploitation	125
Planche 77 : Courant d'arrachement sur le secteur de Bois Blanc.....	85	Planche 112 : Représentation 3D des écoulements du scénario 3 – Crue centennale en Remise en état	126
Planche 78 : Répartition schématique des faciès littoraux dans le secteur d'étude	86	Planche 113 : Hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement maximales atteintes (m/s) – Crue centennale Remise en Etat	126
Planche 79 : Vues aériennes des pointes rocheuses du secteur d'étude	87	Planche 114 : Synoptique de l'assainissement du site	129
Planche 80 : Vues sous-marines sur les affleurements profonds de la zone d'étude	88	Planche 115 : Bassins versants des deux bassins de décantation.....	130
Planche 81 : carte de peuplements / habitats littoraux et profonds.....	88	Planche 116 : Schéma du principe de la décantation des particules	130
Planche 82 : Observations de mammifères marins au Sud de Saint-Leu (Globice, 2012)	89	Planche 117 : Zones de stockage aménagées sur le site	133
Planche 83 : Sensibilité et zones d'enjeux prioritaires (forts et moyens) du milieu marin sur le secteur d'étude	92	Planche 118 : Plan de réhabilitation du site	134
Planche 84 : Situation de la pluviométrie sur les stations des Avirons et de l'Etang Salé Les Bains par rapport aux normales pluviométriques	93	Planche 119 : Intégration du site réhabilité dans le paysage environnant	135
Planche 85 : Pluviométrie moyenne annuelle sur le sud-ouest et le sud de l'île	94	Planche 120 : Coupe schématique du réaménagement de la carrière (zone basse)	136
Planche 86 : Evolution annuelle des températures moyennes maximales et minimales	95	Planche 121 : Plan d'aménagement de la partie basse.....	136
Planche 87 : Bilan hydrique au niveau de Ligne-Paradis à St Pierre.	95	Planche 122 : Coupe schématique du réaménagement de la carrière (zone haute)	137
Planche 88 : Planche climatique de l'île de la Réunion.	97	Planche 123 : Plan d'aménagement de la partie haute	137
Planche 89 : Carte de modélisation de la qualité de l'air au voisinage de la route des Tamarins	98	Planche 124 : Perspective sur la zone haute réhabilitée en espace agricole	138
Planche 90 : Carte de localisation du point de mesure de retombées de poussières - état initial.....	99	Planche 125 : Perspective sur la zone basse réhabilitée en espace naturel	138
Planche 91 : Plaquette (station 5) à l'issue de la campagne de mesure des retombées de poussières (du 17 avril au 2 mai 2014)	99	Planche 126 : Schémas de principe d'abris à chauves-souris.....	145
Planche 92 : Plaquettes de mesures de retombées de poussières mise en place le 5 aout 2014	99	Planche 127 : Calendrier prévisionnel des coupures d'éclairage prévu sur le chantier de la NRL	146
Planche 93 : Zones à émergence règlementée et limite de propriété	101	Planche 128 : Schéma de principe des éclairages extérieurs à mettre en place.....	146
Planche 94 : Implantation des points de mesures.....	102	Planche 129 : Localisation des stations de mesure de retombées de poussières.....	153
Planche 95 : Illustration des points de mesures.....	103	Planche 130 : Situation des limites du projet par rapport au voisinage (ZER)	154
Planche 96 : Carte de localisation des points de mesures de l'ambiance sonore initiale - campagne EMC2.....	104	Planche 131 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 1 sans traitement	155
Planche 97 : Identification des parcelles concernées par l'étude pré-opérationnelle	108	Planche 132 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 2 sans traitement	155
Planche 98 : Carte de synthèse des contraintes réglementaires à la réalisation du projet.....	109	Planche 133 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 3 sans traitement	155
Planche 99 : Projet d'exploitation de la carrière de la Ravine du Trou déposé en 2015.....	109	Planche 134 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 4 sans traitement	155
Planche 100 : Limites du nouveau périmètre du projet	110	Planche 135 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 1 avec traitement	157
Planche 101 : Plan des cotes d'extraction.....	113	Planche 136 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 2 avec traitement	157
Planche 102 : Plan des cotes REE	114	Planche 137 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 3 avec traitement	157
Planche 103 : Potentiel canne 2005 et surface agricole utilisée au niveau du projet	115	Planche 138 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 4 avec traitement	157
Planche 104 : Analyses physicochimiques caractérisant les fines de lavage	118	Planche 139 : Cartographie du niveau de surpression généré par un tir de mine dans la fosse haute en phase 1.....	159

Planche 140 : Cartographie du niveau sonore moyen généré par un tir de mine dans la fosse basse en phase 3.....	159
Planche 141 : Mode de transmission et de dissipation de l'énergie d'un tir de mine	161
Planche 142 : Vibrations dues aux tirs de mines.....	162
Planche 143 : Effets progressifs de la surpression aérienne.....	162
Planche 144 : Effets cumulés des vibrations solidiennes et de la surpression sur les personnes (d'après J. Boxho, 1977)	163
Planche 145 : Implantation théorique des différents plans de tirs	164
Planche 146 : Distance de sécurité retenue pour les plans de tirs	170
Planche 147 : Localisation des points de contrôle des émissions vibratoires de la carrière selon la phase d'exploitation	171
Planche 148 : Itinéraire d'accès à la carrière de la Ravine du Trou	173
Planche 149 : Identification des usagers du chemin de Grande Terre	174
Planche 150 : Aménagement des voies d'accès aux deux habitations riveraines du projet.....	175
Planche 151 : Localisation du projet de la carrière SCPR par rapport au projet de la ZAC RHI de Bois Blanc.....	176
Planche 152 : Projet d'aménagement de la ZAC de Bois-Blanc de Saint Leu.	177
Planche 153 : Schéma conceptuel de l'exposition des populations aux émissions de l'installation	186
Planche 154 : Emplacements de récepteurs pour les calculs de modélisation.....	187
Planche 155 : Concentration en Particules PM10 – Moyenne en fonction de la phase d'exploitation et de la période considérée (année complète ou été austral ou hiver austral)	190
Planche 156 : Les différentes formes de silice (source INVS).....	191
Planche 157 : Calendrier des inventaires faune et flore préconisés par la DEAL Réunion	201
Planche 158 : Matérialisation de l'effort de prospection à partir des traces GPS simplifiées	202
Planche 159 : Localisation des points d'observation (IPA).....	203
Planche 160 : Localisation des enregistreurs SM2Bat.....	203

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractérisation des surfaces exploitées pour la détermination de la redevance au titre de l'archéologie préventive.....	30	Tableau 27 : Tonalité marquée	102
Tableau 2 : Évolution du nombre logements par catégorie (source : recensement de la population de 1990 à 2010, INSEE).....	38	Tableau 28 : Niveau de bruit résiduel et objectif de niveau de bruit particulier maximum – Période diurne	103
Tableau 3 : Classement des résidences principales selon l'aspect du bâti (source : recensement de la population de 1999 et 2010, INSEE).....	38	Tableau 29 : Niveau de bruit résiduel et objectif de niveau de bruit particulier maximum – Période nocturne.....	103
Tableau 4 : Nombre d'entreprises sur la commune de Saint-Leu au 1 ^{er} janvier 2011 (Source : Tableau économique de La Réunion, INSEE).....	38	Tableau 30 : Synthèse des objectifs de niveau de bruit particulier.....	104
Tableau 5 : Trafic moyen journalier (Source : Recensement de la circulation - Région).....	40	Tableau 31 - Objectifs de bruit particulier pour l'ensemble des secteurs habités en dB(A).....	104
Tableau 6 : Caractéristiques des captages d'eau sur le secteur du projet.....	41	Tableau 32 : Conditions de réalisation des mesures de bruit	105
Tableau 7 : Recensement des habitations et établissements sensibles.....	44	Tableau 33 : Synthèse des résultats des mesures de bruit - campagne EMC ²	106
Tableau 8 - Débits décennaux et centennaux des bassins versants à l'état initial	61	Tableau 34 : Cotes des zones d'extraction et de remise en état.....	114
Tableau 9 : Bioévaluation des habitats	74	Tableau 35 : Dimensionnement des fossés intercepteurs	123
Tableau 10 : Bioévaluation de la flore sur la zone d'étude (Le détail des abréviations est donné en annexe 3 : extrait de la notice de l'index commentée la flore de La Réunion – CBNM).....	77	Tableau 36 : Dimensionnement des fossés collecteurs	123
Tableau 11 : Espèces d'oiseaux observées sur la zone d'étude	78	Tableau 37 : Résumé des résultats pour le bassin de décantation 1.....	131
Tableau 12 : Fréquences relatives des différentes espèces d'oiseaux (sur l'ensemble des IPA).....	80	Tableau 38 : Résumé des résultats pour le bassin de décantation 2.....	131
Tableau 13 : Enjeux écologiques pour les oiseaux indigènes sur l'ensemble de la zone d'étude	80	Tableau 39 : Emissions de GES en Equivalent Carbone du projet	149
Tableau 14: Synthèse des enjeux écologiques pour les Chiroptères sur l'ensemble de la zone d'étude	82	Tableau 40 - Vitesse de chute en fonction de la taille des particules.....	151
Tableau 15 : Synthèse des enjeux écologiques pour les reptiles inventoriés sur l'ensemble de la zone d'étude.....	82	Tableau 41 - Objectifs de bruit particulier pour l'ensemble des secteurs habités en dB(A).....	154
Tableau 16 : Synthèse des enjeux écologiques pour les arthropodes inventoriés sur l'ensemble de la zone d'étude... 84	84	Tableau 42 : Augmentation du trafic sur la RN1	173
Tableau 17 : Synthèse des enjeux écologiques au regard de l'emprise du projet.	91	Tableau 43 : Caractérisation des déchets de l'activité SCPR sur le site de la Ravine du Trou	182
Tableau 18 : Pluviométrie mensuelle moyenne normale sur les stations météorologiques des Avirons et de l'Etang Salé les Bains(cumul mensuel en mm) entre 1971 et 2000.....	93	Tableau 44 : Gestion des déchets présents sur le terrain.....	182
Tableau 19 : Précipitations mensuelles en 2008 (cumul mensuel en mm).....	93	Tableau 45 : Comparaison des résultats avec les seuils réglementaires – Dioxyde d'azote [µg/m ³]	188
Tableau 20 : Températures moyennes minimales et maximales sur les stations situées à proximité du projet (valeurs en °C).....	94	Tableau 46 : Comparaison des résultats avec les seuils réglementaires – Particules PM10 et PM2.5 [µg/m ³]	188
Tableau 21 : Évapotranspirations potentielles moyennes mensuelles pour la période 1957-1980 à la station météorologique de Saint-Pierre (valeurs en mm).....	95	Tableau 47 : Comparaison des résultats avec les seuils réglementaires – Monoxyde de carbone et benzène [µg/m ³]	189
Tableau 22 : Durées d'insolation moyennes mensuelles sur la période 1960-1980 à la station météorologique de Saint-Pierre (valeurs en heures).....	96	Tableau 48 : Analyses des résultats pour les polluants non réglementés.....	189
Tableau 23 : Mesures des polluants au voisinage de la route des Tamarins avant et après sa mise en service - Résultats sur le secteur de Bois-Blanc.....	98	Tableau 49 : VTR retenues pour les composés émis par le trafic (gaz d'échappement) – Effets sans seuils	191
Tableau 24 : Résultat des mesures de poussières	100	Tableau 50 : VTR retenues pour les composés émis par le trafic (gaz d'échappement) – Effets à seuils.....	191
Tableau 25 : Tonalité marquée.....	101	Tableau 51 : VTR retenue pour la silice libre.....	192
Tableau 26 : Emergence – Règlementation des installations classées.....	101	Tableau 52 : Quotients de dangers obtenus sur le domaine	192
		Tableau 53 : Excès de risque individuel obtenus sur le domaine – Voie inhalation.....	193
		Tableau 54 : Tableau de synthèse des impacts et mesures du projet de carrière de la Ravine du Trou	194

1. PREAMBULE

Pour répondre aux besoins du chantier de la Nouvelle Route du Littoral, la société SCPR projette d'exploitation d'une carrière en roche massive sur les pentes de Bois Blanc situés sur la commune de Saint Leu, entre la Ravine du Trou et la Ravine des Avirons.

Ce projet a fait l'objet d'une première demande d'autorisation d'exploiter déposée en janvier 2015 et dont l'instruction a permis de recueillir les observations des riverains, associations et collectivités. Pour répondre à leur attentes, le projet de carrière de la Ravine du Trou a fait l'objet de modifications substantielles qui conduisent la SCPR à déposer un nouveau dossier de demande d'autorisation d'exploiter (indépendant du dossier initial).

Conformément au 4° de l'article R. 512-6 du code de l'environnement, le dossier de demande d'autorisation d'exploiter doit comporter une étude d'impact, objet du présent Tome et dont le contenu précisé par l'article R. 122-5 et complété par l'article R. 512-8 du code de l'environnement.

Le présent dossier, intitulé Tome 2, constitue l'Etude d'Impact du nouveau dossier de demande d'autorisation d'exploiter la carrière de la Ravine du Trou.

Un résumé non technique de l'étude d'impact est présenté dans le tome 5 « Résumés ».

2. CADRE REGLEMENTAIRE

Les projets d'ouverture ou de modification d'exploitation d'une carrière étant soumis à autorisation au titre du code de l'environnement livre V, titre 1^{er}, chapitre 1^{er} relative aux carrières, une étude d'impact a été réalisée conformément aux articles R 512- 2 à R 512-9, chapitre 1^{er}, titre 1^{er}, livre V du code de l'environnement.

Conformément à la législation en vigueur, la présente étude d'impact comporte :

- une présentation du projet ;
- une analyse de la compatibilité du projet avec l'affectation des sols définie par le document d'urbanisme opposable, ainsi que, si nécessaire, son articulation avec les plans, schémas et programmes mentionnés à l'article R. 122-17, et la prise en compte du schéma régional de cohérence écologique dans les cas mentionnés à l'article L. 371-3 ;
- une analyse de l'état initial du site du projet et de son environnement ;
- une analyse des variantes au projet et une justification du projet retenu ;
- une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents de l'installation sur l'environnement ;
- une présentation des mesures compensatoires envisagées afin de limiter voire éliminer ces effets ;
- une étude des déchets produits au niveau de l'installation ;
- une analyse de l'incidence du projet sur la santé ;
- une analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets de l'installation sur l'environnement ;
- un résumé non technique.

Par ailleurs, la réforme de l'étude d'impact introduit la nécessité de mener une étude des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus dans le secteur d'étude. Les projets visés sont précisés à l'article 122-5 II 4 du code de l'environnement. Il s'agit des projets qui :

- ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre d'article R214-6 du code de l'environnement et d'une enquête publique
- ou ont fait l'objet d'une étude d'impact et d'un avis de l'autorité environnementale publié.

Ne sont plus considérés comme "projets" ceux qui sont abandonnés par leur maître d'ouvrage, ceux pour lesquels l'autorisation est devenue caduque ainsi que ceux qui sont réalisés.

3. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE DU PROJET

3.1 LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE

3.1.1 Situation générale

Le projet est localisé à l'Ouest du Département de la Réunion, sur le territoire de la commune de SAINT-LEU, au lieu dit « Bois-Blanc ».

Les parcelles concernées par le projet sont référencées dans le tableau ci-dessous :

Section	Parcelles	Superficie occupée par le projet
BW	279	20ha 17a 10ca
BW	253	15ha 45a 90ca

La SCPR a la maîtrise foncière de la surface des deux parcelles concernées par le projet.

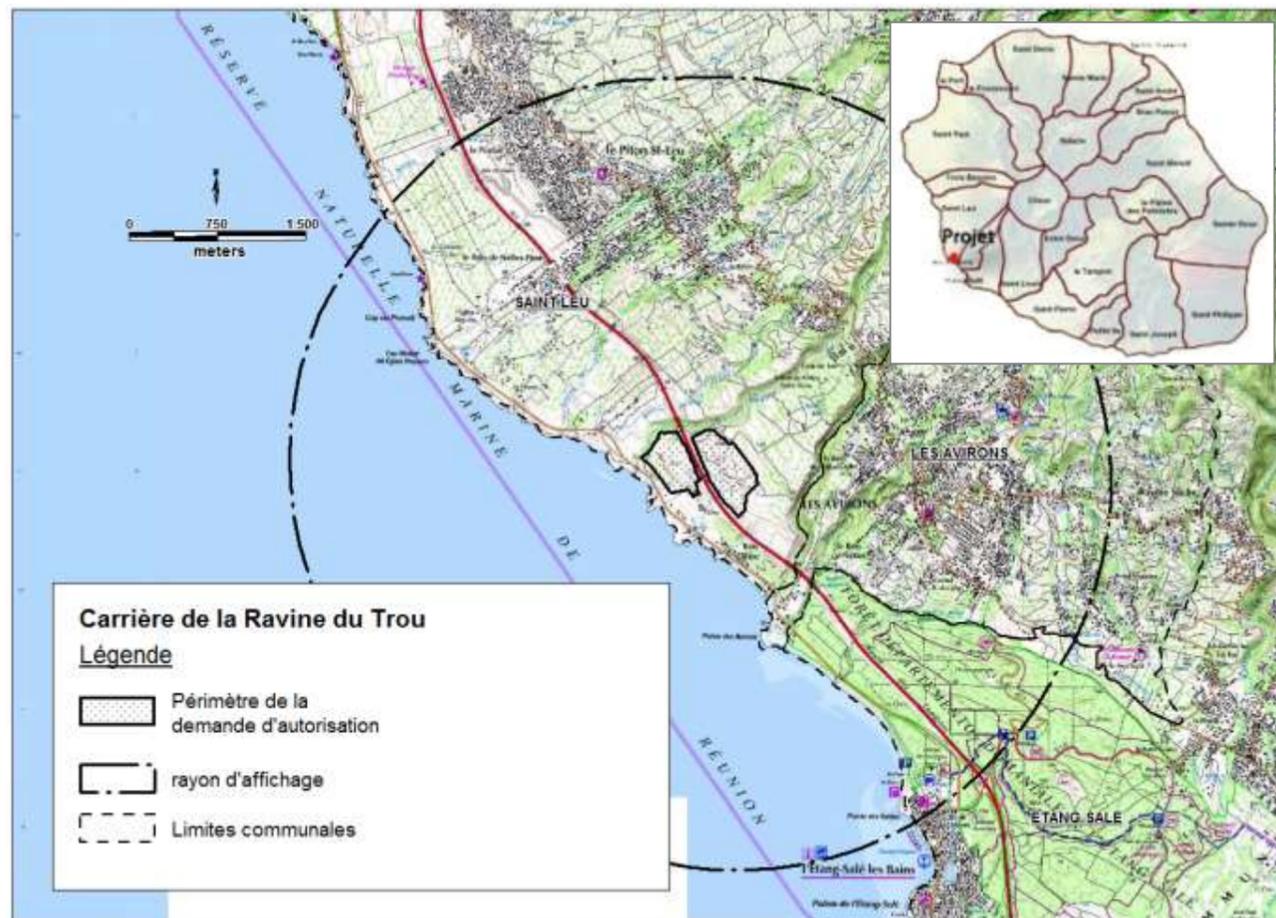


Planche 1 : Localisation du projet de la Carrière de la Ravine du Trou

Les terrains concernés sont actuellement occupés par des fourrés dont la caractéristique principale est la dominance quasi exclusive d'une espèce : le Cassie (*Leucaena leucocephala*). Ces fourrés secondaires à Cassie, qui se développe sur un substrat rocheux et meuble couvrent les $\frac{3}{4}$ de la zone d'étude au niveau de la planèze entre les deux ravines et de part et d'autre de la route des Tamarins. Seuls 1,3 ha sont exploités en terre agricole.

3.1.2 Définition de l'aire d'étude

Les zones d'étude délimitent le champ d'investigation spatial pour l'analyse des enjeux environnementaux. Elles varient en fonction des thématiques à étudier, des composantes du terrain et des caractéristiques du projet. Trois zones d'études sont ainsi définies pour le projet :

- ☞ la zone d'implantation : il s'agit de la zone d'emprise directe du projet ;
- ☞ la zone d'influence immédiate ;
- ☞ et la zone d'influence globale des effets éloignés ou induits de l'installation.

Chaque zone fait l'objet de la définition d'un périmètre qui est fonction de la thématique étudiée, reprenant ainsi les limites présentées dans le tableau suivant :

Zone d'étude	Domaine	Composantes étudiées
Zone d'implantation : correspondant aux parcelles cadastrales comprises dans le périmètre de la demande d'autorisation	La zone d'implantation est commune à toutes les thématiques.	
Zone d'influence immédiate	Milieu physique	Contexte hydraulique et hydrogéologique
	Paysage	Visibilité rapprochée et contexte patrimoniale
	Milieu naturel	Le milieu terrestre (faune, flore, habitat) avec élargissement ponctuel des prospections pour appréhender les continuités écologiques) Le milieu marin
	Milieu humain	Thématiques du cadre et de la qualité de vie (bruit, santé, trafic, risques, qualité de l'air)
Zone d'influence globale	Milieu physique	Climat, géologie, hydrogéologie, hydrologie, topographie, risque naturel
	Paysage Bassin visuel du projet	Contexte paysager
	Milieu humain, cadre et qualité de vie	Qualité de l'air, sécurité des usagers, risques technologiques général et visibilité éloignée), Contexte socio-économique, habitats, activités, tourisme, réseaux de transport

Ces zones sont représentées sur la planche ci-dessous :

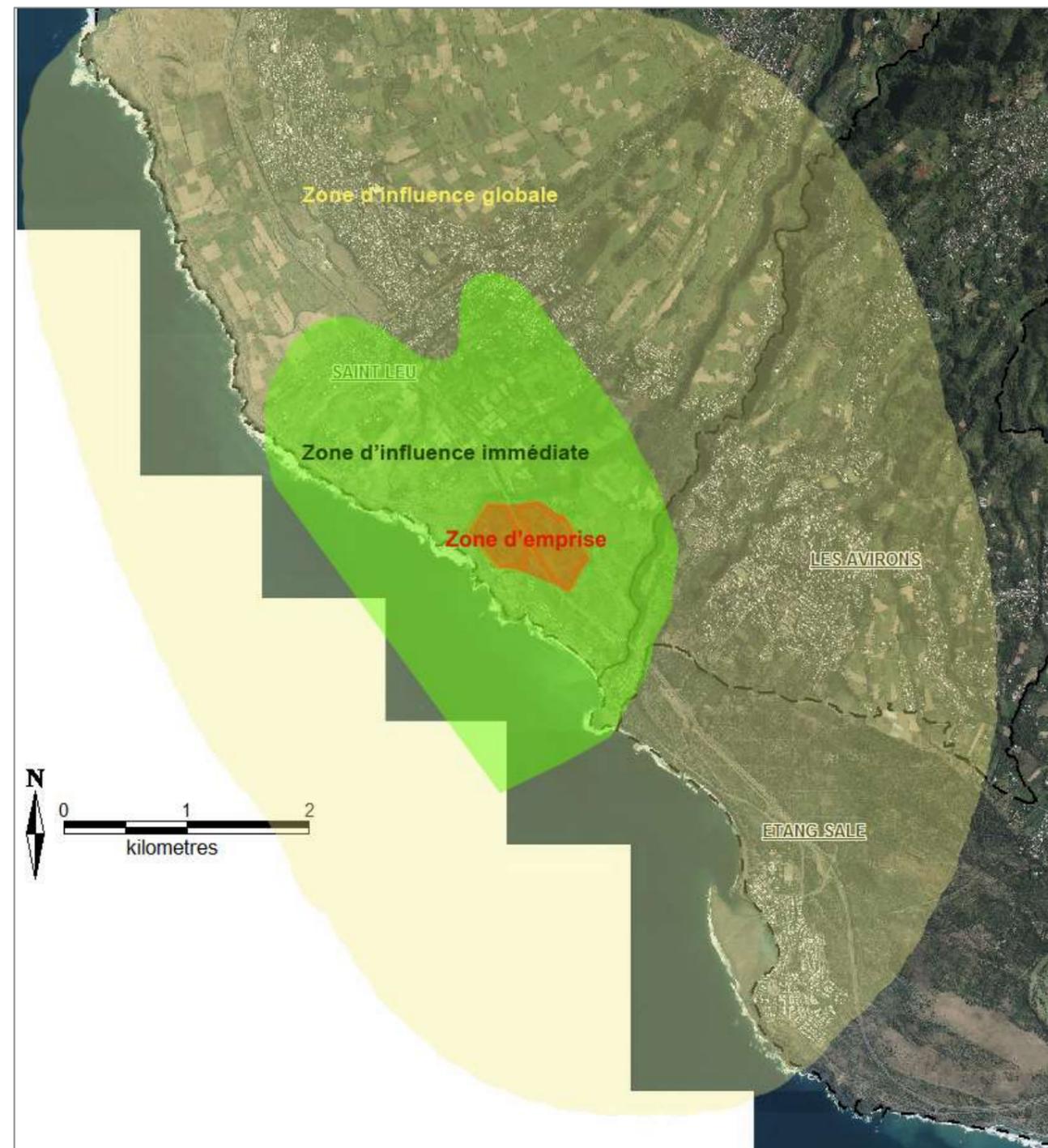


Planche 2 : Caractérisation des différentes zones d'influence

3.2 PLAN LOCAL D'URBANISME (P.L.U.)

Le plan local d'urbanisme (PLU) est le principal document de planification de l'urbanisme au niveau communal ou éventuellement intercommunal. A partir d'un diagnostic, les PLU définissent le projet d'aménagement et de développement durable de la commune et donnent un cadre de cohérence des différentes actions d'aménagement tout en précisant le droit des sols.

Le PLU, régi par les dispositions du code de l'urbanisme, essentiellement aux articles L. 123-1 et suivants et R. 123-1 et suivants, est élaboré sous la responsabilité de la commune qui devient responsable de la délivrance des actes d'occupation et d'utilisation du sol lorsqu'elle dispose d'un PLU approuvé.

Le Plan Local d'Urbanisme de la commune de Saint Leu actuellement en vigueur et opposable au tiers, a été approuvé le 26 février 2007 et modifié le 10 juin 2008.

Le zonage défini dans le PLU de Saint Leu sur le secteur de Bois Blanc est présenté ci-après.

Le projet de carrière de la Ravine du Trou est classé en **zone Ad** (cf. Planche ci-après).

3.2.1 Caractéristiques des Zones Ad

La zone agricole A couvre les espaces naturels de richesse agricole, correspondant à des terrains présentant une bonne aptitude physique et gérée sur la base de la notion de SMI (surface minimale d'installation). Elle comporte trois secteurs dont le **secteur Ad**. Le secteur Ad correspond aux zones agricoles classées en coupure d'urbanisation.

Article A 1 - Occupations et utilisations du sol interdites

Sont interdites toutes les occupations et utilisations du sol non prévues à l'article A2.

Sous réserve de l'application de l'article L 123-1 du code de l'urbanisme, est interdit le changement.

Article A 2 - Occupations et utilisations du sol soumises à des conditions particulières:

1. A l'exception des secteurs **Apf, Apf1 et Ad**, une construction à usage d'habitation par exploitation agricole, à condition d'être liée et nécessaire aux besoins de celles-ci et correspondant aux normes de la SMI, dans la limite de 150 m² de SHON.

2. A l'exception des secteurs **Apf, Apf1 et Ad**, les bâtiments techniques à usage agricole, liés et /ou nécessaires à l'activité agricole : les hangars les serres horticoles les bâtiments d'élevage les chenils et fourrières assimilés à une activité agricole les locaux de vente de produits agricoles, d'une surface maximale de 20m², en continuité avec les productions de l'exploitation agricole

3. Dans les secteurs **Apf, Apf1 et Ad**, l'implantation ou l'extension limitée des installations techniques liées et nécessaires à l'exercice de l'activité agricole est permise sous réserve que la localisation et l'aspect de ces installations ne dénaturent pas le caractère des sites et des paysages et que la localisation dans ces espaces soit rendue indispensable par des nécessités techniques impératives.

4. L'amélioration et l'extension pouvant aller jusqu'à la reconstruction des bâtiments à usage d'habitation occupés, dans la limite de 150m² de SHON totale.

5. Dans le cas d'une exploitation agricole, l'amélioration ou l'extension pouvant aller jusqu'à la reconstruction des bâtiments à usage d'habitation, sont permis dans la limite de 150 m² de SHON au total.

6. À l'exception des secteurs **Apf, Apf1 et Ad**, en lien avec l'existence d'une exploitation agricole et d'une habitation, il est autorisé la création d'une activité agro-touristique, pour une surface maximale de 150m² de SHOB.

7. Les équipements et installations techniques nécessaires au traitement et à l'acheminement des eaux (réservoirs, postes de relèvement, stations de traitement etc.), ainsi que les équipements d'infrastructures.

8. Les travaux d'extension et d'aménagement sur les bâtiments faisant l'objet d'une protection au titre de l'article L.123-1 7° du code de l'urbanisme, localisés aux documents graphiques, dès lors qu'ils peuvent être conçus dans le sens d'une préservation des caractéristiques esthétiques ou historiques des dits bâtiments. Ces bâtiments sont soumis au permis de démolir.

9. Les installations classées et ouvrages techniques nécessaires à l'activité agricole de la zone.

10. Les constructions, ouvrages ou travaux liés à la prévention des risques naturels, les travaux d'infrastructures liées aux réseaux, ainsi que les constructions, ouvrages ou travaux liés à la gestion des déchets.

11. En-dehors des espaces urbanisés, et en l'absence de projet urbain au sens de l'article L 111-1-4 du code de l'urbanisme, les constructions non liées à l'exploitation et au fonctionnement des infrastructures routières (Route des Tamarins) sont interdites dans une bande de 100,00m de part et d'autre de l'axe de la voie, à l'exception des bâtiments d'exploitation agricole.

Le PLU interdit donc l'extraction de matériaux sur les zones A.

3.2.2 Synthèse

Le PLU de la commune interdit l'extraction de matériaux sur les parcelles concernées par le projet de carrière. Le projet nécessitera la modification du PLU de la commune pour autoriser l'activité carrière. Cette modification pourra être réalisée par une procédure de qualification de l'installation de projet d'intérêt général (PIG).

Le plan de prévention des risques d'inondation (PPRI) est examiné au paragraphe 5.9.

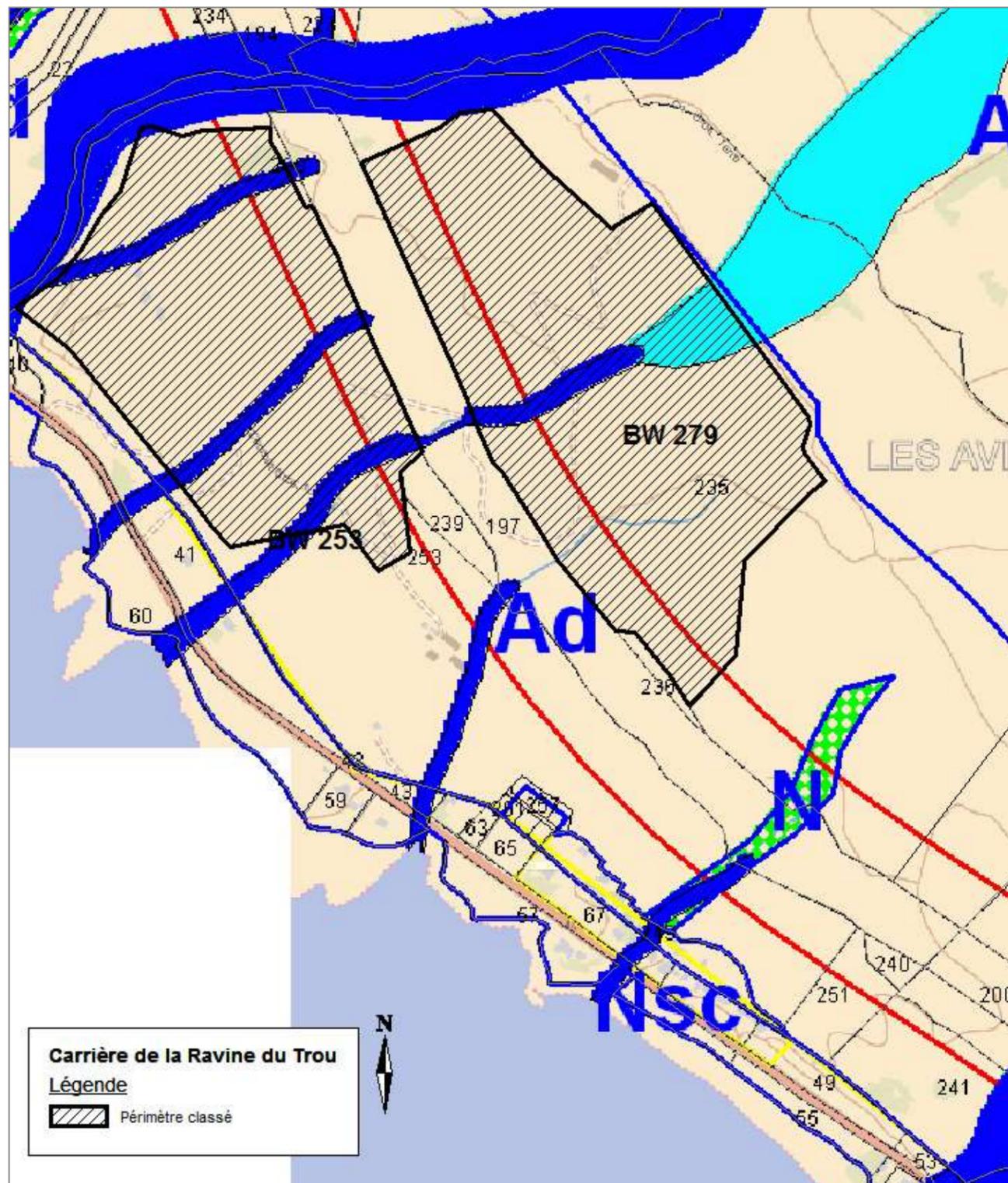


Planche 3 : Périmètre de la demande d'autorisation par rapport aux espaces identifiés du PLU

3.3 PAS GÉOMÉTRIQUES

Les « pas géométriques » ou « Pas du Roy » consistent en une bande de terrain du littoral préservée dès 1723 dans les concessions délivrées par la Compagnie des Indes. Leur délimitation par bornage fut prescrite en 1876 et réalisée entre 1876 et 1879 sur une largeur de 81,20 mètres au moins, à partir du rivage. Seules les côtes du grand Brûlé et la falaise entre Saint Denis et la Possession n'ont pas bénéficié de bornage. A partir de 1922, des aliénations ont été consenties et, en 1955 (décret n°55-885 du 30 juin 1955), le domaine concerné était intégré au domaine privé de l'état, permettant ainsi des aliénations en toute légalité. Le code du domaine de l'état, livre IV, titre IV, chapitre I, article L88 réserve tous droits aux tiers propriétaires des parcelles.

La loi du 03 janvier 1986, dite « littoral », a transféré dans le domaine de l'État les terrains de la réserve domaniale (propriété de l'ONF) qui n'avaient pas été aliénés antérieurement ou affectés à des services publics.

En dehors des espaces urbanisés, les terrains situés dans la zone des « 50 pas géométriques » sont réservés aux installations nécessaires à des services publics, à des activités économiques ou à des équipements collectifs, lorsqu'ils sont liés à l'usage de la mer. Ces installations organisent ou préservent l'accès et la libre circulation le long du rivage.

Par ailleurs, la zone des « cinquante pas géométriques » du domaine public ou privé, n'a pas vocation, a priori, d'accueillir des carrières, mais la loi littoral ne les interdit explicitement que dans les espaces remarquables du littoral relevant de l'article L 146-6 du code de l'Urbanisme.

Le projet se situe en dehors des 50 pas géométriques. La parcelle BW 253 se situe en limite.

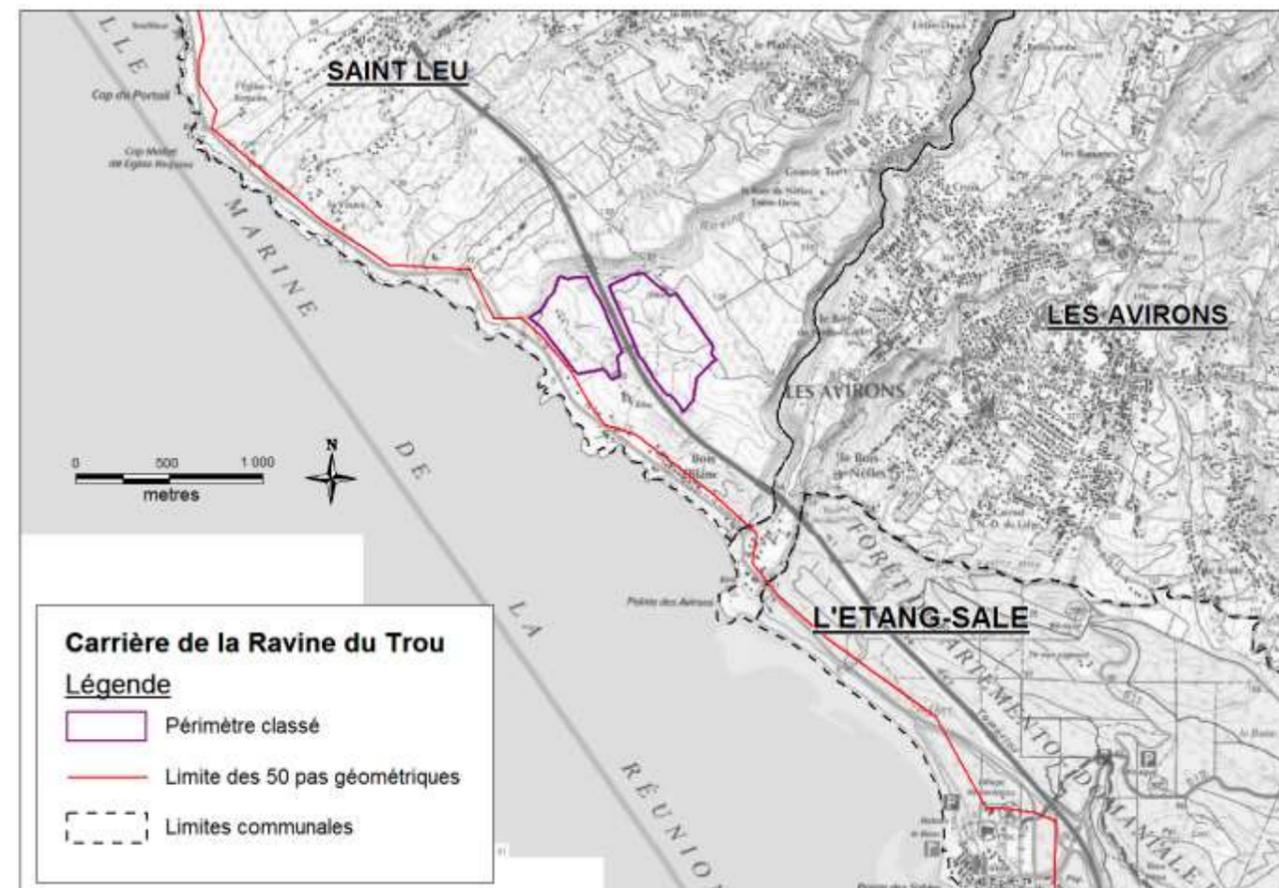


Planche 4 : Localisation du projet par rapport aux 50 pas géométriques

3.4 OBJECTIFS DU SCOT

Le schéma de cohérence territoriale (SCOT) est l'outil de conception et de mise en œuvre d'une planification intercommunale en orientant l'évolution d'un territoire dans le cadre d'un projet d'aménagement et de développement durable (PADD). Le SCOT est destiné à servir de cadre de référence pour les différentes politiques sectorielles. Il fixe les orientations générales de l'organisation de l'espace et de la restructuration des espaces urbanisés et détermine les grands équilibres entre les espaces urbains et à urbaniser et les espaces naturels, agricoles ou forestiers. Il apprécie les incidences prévisibles de ces orientations sur l'environnement.

Cet outil réglementaire a été instauré par la Loi n° 2000.1208 du 13 décembre 2000 relative à la solidarité et au renouvellement urbain.

Le SCOT s'impose aux documents d'urbanisme et aux documents de planification thématiques (Plan de Déplacements Urbains, Programme Local de l'Habitat etc.). Et il doit quand à lui être compatible avec le SAR.

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durable du SCOT du Territoire de la Côte Ouest (TCO), approuvé le 8 avril 2013, a pour enjeux :

- de mieux définir l'évolution du territoire des cinq communes de l'Ouest.
- d'assurer la cohérence entre habitat, déplacements, activités économiques et environnement.
- de fixer les orientations générales de l'organisation de l'espace sur le TCO.
- de déterminer les grands équilibres entre espaces urbains, agricoles et naturels.

Ainsi, le PADD du TCO entend intervenir sur la géographie humaine du développement et de l'aménagement afin de susciter une meilleure harmonie entre l'Homme, la nature et la ville. A partir de ces grands principes, les enjeux majeurs du SCOT du TCO ont été déclinés selon 3 axes :

- économique et social,
- urbain avec l'intensification urbaine,
- et environnemental

Concernant ce dernier axe, le PADD souligne l'importance de la préservation de la biodiversité, des ressources naturelles et des paysages et de la valorisation de l'ensemble du territoire y compris les espaces urbains en définissant de nouveaux rapports entre Ville et Nature. Il souhaite donc ménager les ressources naturelles, diminuer les pressions et les pollutions.

Concernant la zone du projet, le SCOT reprend les prescriptions du SAR Cf. 3.5- Schéma d'Aménagement Régional). L'armature du territoire ainsi définie par le SCOT indique que le projet de carrière est localisé dans un espace à usage agricole et en zone de vigilance touristique.

Orientation du SCOT O4 applicables aux espaces agricoles : Les espaces constitutifs de l'armature des espaces agricoles ne sont pas destinés à être ouverts à l'urbanisation et sont maintenus dans leur vocation et usage. Conformément à ce qui a été mentionné supra les espaces agricoles localisés au sein des espaces de continuité écologique et de coupures d'urbanisation sont soumis au respect des vocations environnementales, écologiques et paysagères de ces espaces. L'ensemble des espaces agricoles et de support de l'économie agricole sont régis par les dispositions de la prescription P4 du schéma d'aménagement régional qui définit les équipements, installations et réseaux pouvant, sous certaines conditions, y être localisés. Toute distraction d'espace agricole ouvre l'application du principe de compensation défini dans ses modalités dans le texte des préconisations faisant suite, au schéma d'aménagement régional, à la prescription P4. La compensation résulte d'un accord entre les parties concernées et prend en compte l'ancienneté, l'intensité et la qualité des activités agricoles correspondantes.

P4 : Prescriptions du SAR relatives aux espaces agricoles : Les espaces agricoles identifiés dans la « Carte de destination générale des sols » doivent être maintenus dans leur vocation.

En conséquence, ils recevront dans les documents d'urbanisme locaux un classement approprié, faisant obstacle à tout changement d'affectation non compatible avec le maintien de l'exploitation à des fins de production agricole. Toutefois :

1°) l'extraction de matériaux de carrières et l'implantation d'installations de concassage peut y être envisagée en dehors des périmètres d'irrigation actuelle et future, sous réserve que les espaces en cause puissent recouvrer à terme leur vocation agricole avec une bonne valeur agronomique. En application du Schéma Départemental des Carrières, des exceptions pourront être autorisées.

P15 : Prescriptions du SAR relatives aux zones de vigilance touristique : Les paysages patrimoniaux de l'île sont protégés, tant dans leurs dimensions que dans leurs caractéristiques. Il revient aux documents d'urbanisme, à leur échelle, d'identifier les paysages présentant un intérêt patrimonial particulier et d'édicter les règles permettant cette protection, en veillant également à minimiser les impacts visuels des constructions et aménagements des espaces environnants.

Le projet se situant dans un des nouveaux espaces carrière défini par le SDC (EC de Ravine du Trou - NRL02), il est compatible avec le SCOT.

La vocation finale des terres définie par le SCOT sera respectée.

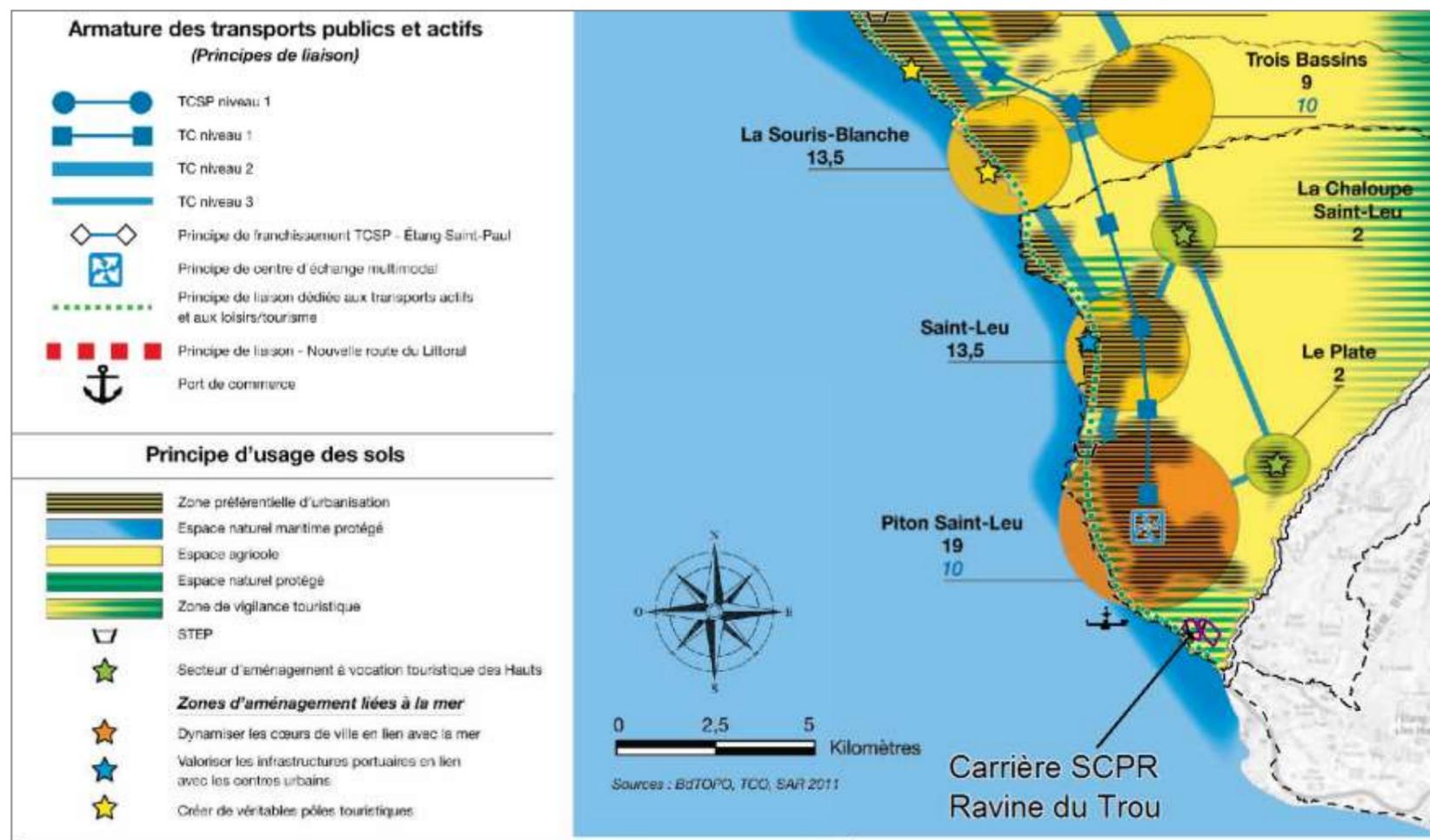


Planche 5 : Organisation générale des espaces définis par le SCOT

3.5 ORIENTATION DU SAR ET DU SMVM

Depuis novembre 1995, la Réunion est pourvue d'un Schéma d'Aménagement Régional (SAR) qui vaut Schéma de Mise en Valeur de la Mer (SMVM). Le Schéma de Mise en Valeur de la Mer a été institué pour définir les orientations fondamentales de la protection, de l'exploitation et de l'aménagement du littoral.

3.5.1 Le Schéma d'Aménagement Régional en vigueur

Le Schéma d'Aménagement Régional a suivi une procédure de révision. L'approbation du SAR Réunion est intervenue par décret interministériels N° 2011- 1609 du 22 novembre paru au JO du 24 novembre 2011. Il s'impose aux schémas de cohérence territoriale (SCOT) et aux plans d'occupation des sols (POS)/ plans locaux d'urbanisme (PLU) qui doivent être compatibles avec ses prescriptions.

Le SAR est élaboré à l'initiative et sous l'autorité du Conseil Régional, selon une procédure conduite par le président du Conseil régional, et déterminée par décret en Conseil d'État. Depuis la « **Loi Grenelle II** » ou **loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement**, les SAR sont soumis à enquête publique dans les conditions définies par le code de l'environnement.

Ce Schéma d'Aménagement Régional détermine l'implantation des grands équipements d'infrastructures et de transports, la localisation préférentielle des extensions urbaines, des activités industrielles, portuaires, artisanales, agricoles, forestières et touristiques ainsi que celles relatives aux nouvelles technologies de l'information et de la communication. Il prévoit également un Schéma de Mise en Valeur de la Mer qui précise les vocations sur les différentes parties du littoral. Il définit et justifie les orientations en matière de développement de protection et d'équipements à l'intérieur d'un périmètre délimité par le schéma.

Concernant les carrières, le SAR n'a pas vocation à identifier spécifiquement l'ensemble des gisements, ni même les installations d'extraction, et se substituer ainsi au schéma départemental des carrières.

Parcelle BW 279

Le Schéma d'Aménagement Régional 2011 indique que la parcelle BW 279 du projet se situe en **espaces à usage agricole unique** :

Les espaces agricoles font l'objet d'une protection unique visant à en assurer leur pérennité.

Prescriptions applicables à l'ensemble des espaces agricoles:

Les espaces agricoles doivent être maintenus dans leur vocation. Toutefois l'extraction de matériaux de carrières et l'implantation d'installations de concassage peut y être envisagée en dehors des périmètres d'irrigation actuelle et future, sous réserve que les espaces en cause puissent recouvrer à terme leur vocation agricole avec une bonne valeur agronomique. En application du Schéma Départemental des Carrières, des exceptions pourront être autorisées.

Parcelle BW 253

Le Schéma d'Aménagement Régional 2011 indique que la partie de la parcelle BW 253 concernée par le projet se situe en **coupure d'urbanisation**.

Les coupures d'urbanisation sont des espaces naturels ouverts entre les zones urbanisables. Leurs fonctions sont nombreuses :

- ✓ poser la limite des fronts urbains et structurer le littoral en y maintenant des espaces «aérés»;
- ✓ préserver des espaces nécessaires aux activités agricoles, aux équilibres écologiques et à la constitution de la trame verte;
- ✓ permettre l'implantation de lieux de loisirs touristiques et sportifs ;
- ✓ contribuer à l'exploitation des énergies renouvelables.

Prescriptions relatives aux coupures d'urbanisation : La valorisation des coupures d'urbanisation peut être assurée par divers aménagement dont **l'exploitation des carrières**, sous réserve que la remise en état du site restaure le caractère naturel ou agricole initial de la coupure.

Les parcelles du projet sont localisées pour partie dans un espace à usage agricole unique et en zone de coupure d'urbanisation. Les activités y sont réglementées et l'exploitation de matériaux en carrière peut y être autorisée en application du schéma départemental des carrières. Le projet porté par SCPR est alors compatible avec le SAR.

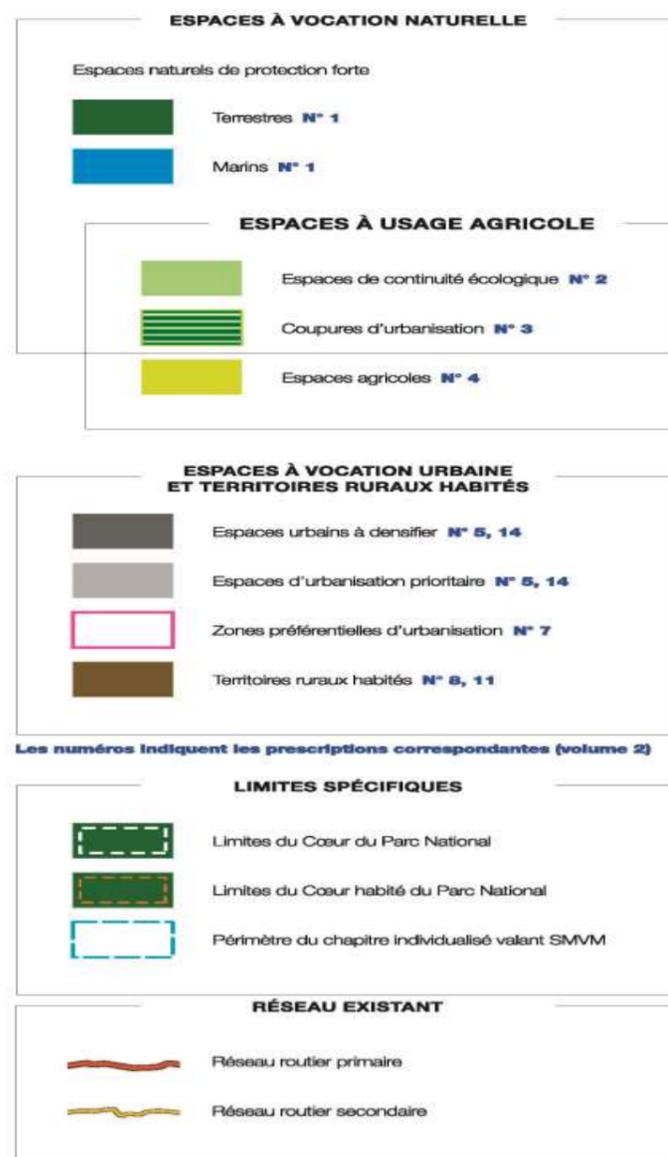


Planche 6 : « Destination générale des sols » SAR, 2011 au niveau du projet

3.5.2 Le Schéma de Mise en Valeur de la Mer

Le SAR valant Schéma de Mise en Valeur de la Mer (SMVM) a vocation à déterminer les orientations fondamentales de la protection, de l'aménagement et de l'exploitation du littoral et, en tant que de besoin, d'édicter les prescriptions qui permettent de les mettre en œuvre. Ces orientations et prescriptions du chapitre valant SMVM sont certes distinctes de celles du SAR mais elles n'en sont pas pour autant autonomes. Elles constituent l'adaptation du parti d'aménagement retenu par le SAR.

Ainsi il définit les perspectives de développement du bassin de vie du Sud, notamment à travers la revalorisation de l'espace littoral.

Les parcelles concernées par le projet de carrière sont localisées en grande partie dans le périmètre du Schéma de Mise en Valeur de la Mer (Cf. Planche ci-contre) Elles appartiennent à un espace agricole (BW 279) et à un espace en coupure d'urbanisation (parcelle BW253).

Un espace naturel remarquable du littoral à préserver jouxte la parcelle BW 253 (cf. Planche 21). Il s'agit du site de La Pointe au Sel-côte des souffleurs, Ravine des Avirons. Cet espace sera exclu du périmètre de la carrière.

Le site du projet est donc concerné par les prescriptions définies dans le SMVM et notamment :

- ne pas renforcer les aléas naturels (interdiction d'extraction dans le lit mineur)
- répondre à des exigences d'insertion paysagère et de réduction des nuisances sonores sur les sites d'extraction.

Dans le SMVM, l'activité concassage est réglementée. Aussi, le projet de carrière de la Ravine du Trou ne comportera pas de concassage (uniquement du criblage). Le projet porté par SCPR est alors compatible avec le SMVM

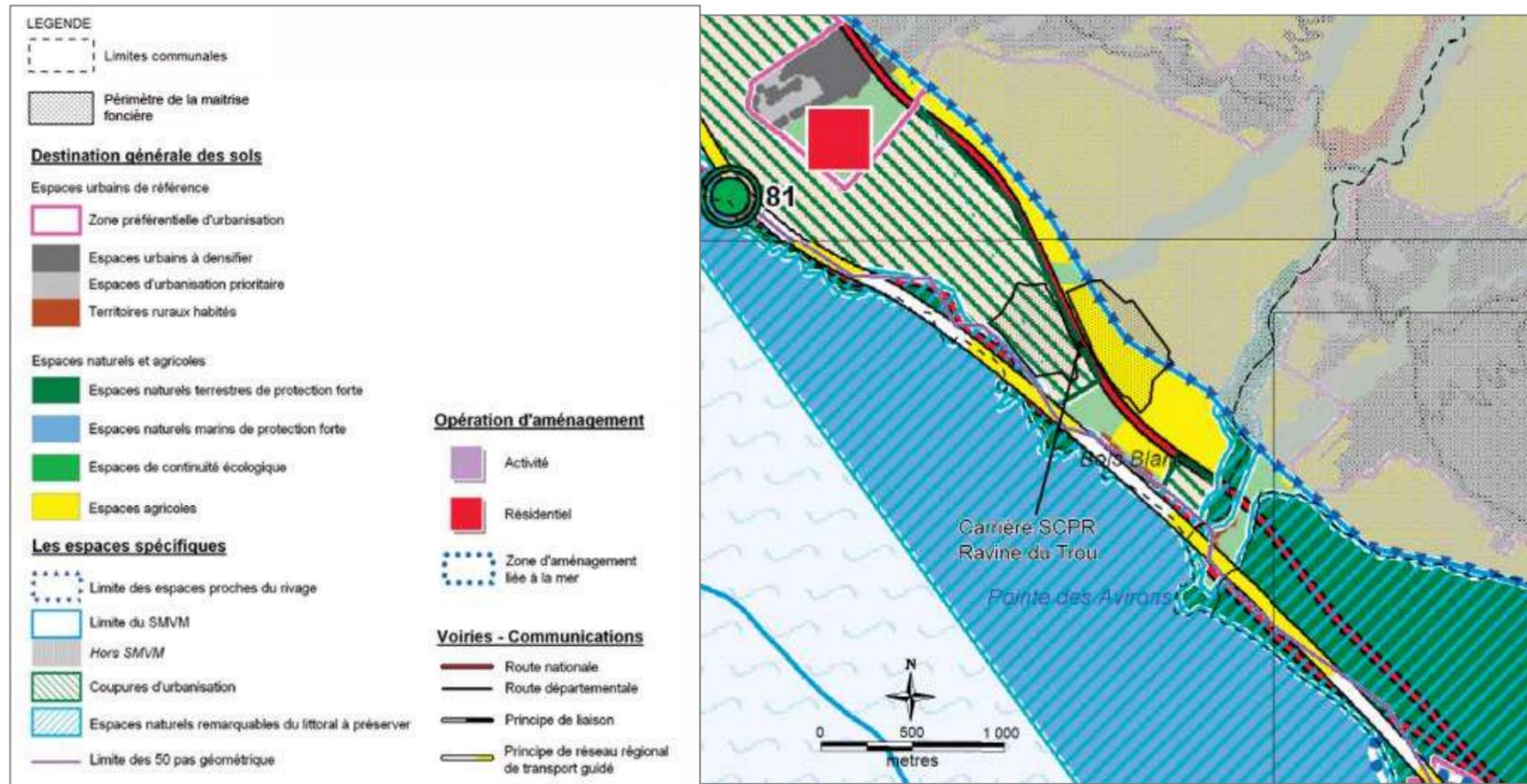


Planche 7 : Prescriptions du SMVM dans la zone du projet de carrière SCPR

3.6 TRAME VERTE ET BLEUE

Le décret relatif à la trame verte et bleue (décret n° 2012-1492 du 27 décembre 2012) a été publié au JO du 29 décembre 2012. Ce décret codifie le dispositif réglementaire de la Trame verte et bleue (TVB) et permet notamment de préciser les définitions de la TVB, le contenu et la procédure d'élaboration des schémas régionaux de cohérence écologique ainsi que le contenu du chapitre individualisé relatif à la TVB du schéma d'aménagement régional pour les DOM.

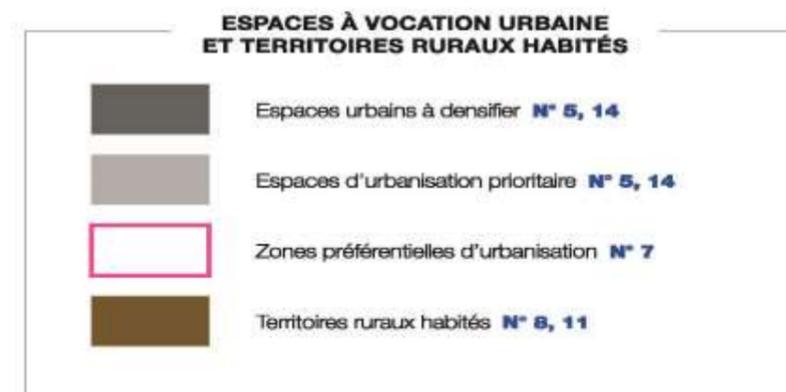
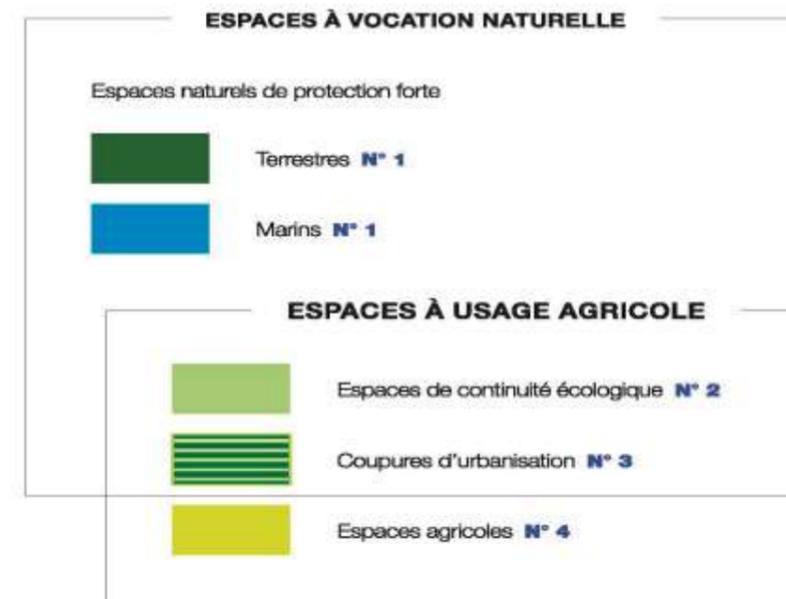
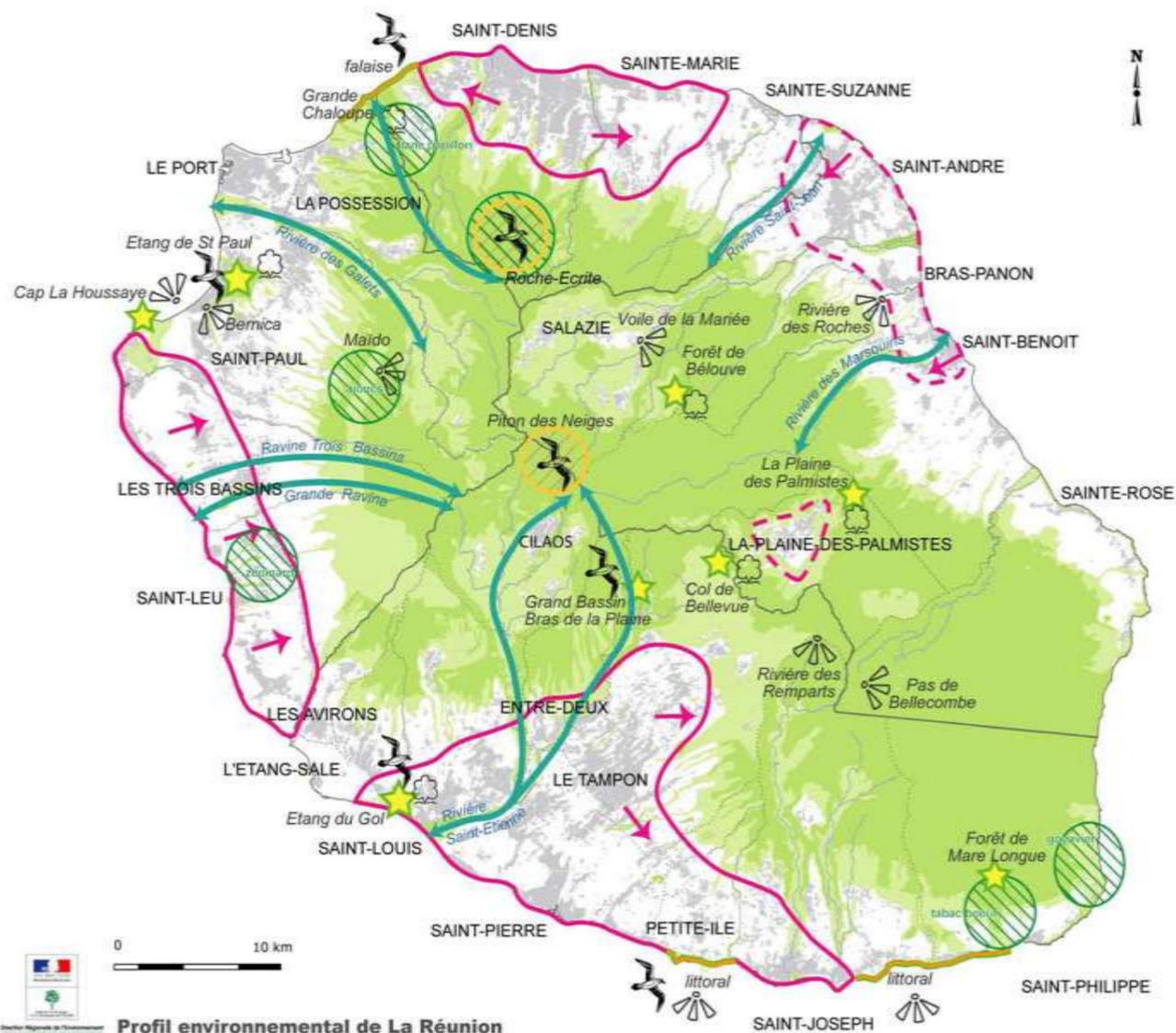
Une Trame verte et bleue (TVB) est un ensemble de continuités écologiques terrestres et aquatiques. Elle est composée de réservoirs de biodiversité, de corridors écologiques et de cours d'eau et canaux, ceux-ci pouvant jouer le rôle de réservoirs de biodiversité et/ou de corridors. Les objectifs d'une trame verte et bleue sont les suivants :

- Diminuer la fragmentation et la vulnérabilité des habitats naturels et habitats d'espèces et prendre en compte leur déplacement dans le contexte du changement climatique ;
- Identifier, préserver et relier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité par des corridors écologiques ;
- Prendre en compte la biologie des espèces sauvages ;
- Faciliter les échanges génétiques nécessaires à la survie des espèces de la faune et de la flore sauvages ;
- Améliorer la qualité et la diversité des paysages.

Mesure phare du Grenelle de l'environnement, la TVB a été introduit en 2010 dans le Code de l'Environnement (L371-1 et suivants) et spécifiée pour les départements d'Outre-mers dans l'article L 371-4 par la mention que le Schéma d'aménagement régional (SAR) vaut Schéma régional de cohérence écologique.

Le SAR de la Réunion, qui a été approuvé en novembre 2011, n'a pas pu intégrer cette nouvelle exigence réglementaire mais a toutefois classifié des espaces naturels protégés qui préfigurent de la Trame verte et bleue de la Réunion.

La parcelle BW 279 du projet se situe en dehors des espaces naturels du SAR préfigurant de trame verte et bleue. La partie de la parcelle BW 253 concernée par le projet de carrière appartient aux espaces naturels protégés pour les coupures d'urbanisation. L'exploitation de carrières, sous réserve que la remise en état du site restaure le caractère naturel ou agricole initial de la coupure, est autorisée sur la parcelle. Ainsi, le projet est compatible avec les mesures de protection des espaces naturels définies par le Schéma Régional de Cohérence Ecologique explicité dans le SAR.



Les numéros indiquent les prescriptions correspondantes (volume 2)

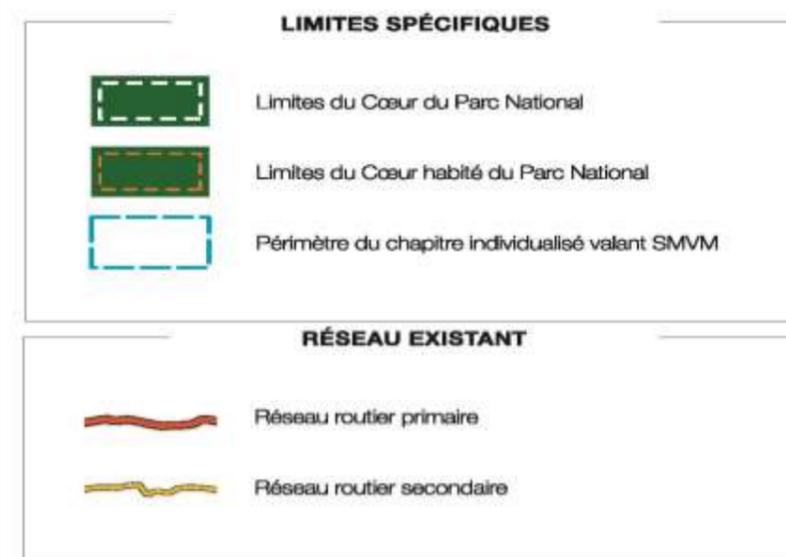


Planche 8 : Principaux enjeux écologiques et corridors biologiques du territoire réunionnais

Planche 9 : Localisation du projet par rapport aux espaces de continuité écologique identifiés dans le SAR



3.7 SCHÉMA DÉPARTEMENTAL DES CARRIÈRES

Le Schéma Départemental des Carrières (SDC) de La Réunion a été approuvé par arrêté préfectoral n° 2010 - 2755 /SG/DRCTCV du 22 novembre 2010 et mis à jour par l'arrêté n°2014-4273 du 26 aout 2014.

Ce SDC définit des espaces carrières qui doivent être traduits dans les documents d'urbanisme locaux. « **Les espaces carrières représentent des zones à privilégier et à préserver pour l'exploitation des carrières afin d'assurer la satisfaction des besoins en matériaux sur le long terme** ».

La mise à jour du SDC en aout 2014 classe le projet de carrière de la Ravine du Trou dans l'un des nouveaux espaces du Schéma. Il s'agit de l'Espace Carrière NRL 02 :

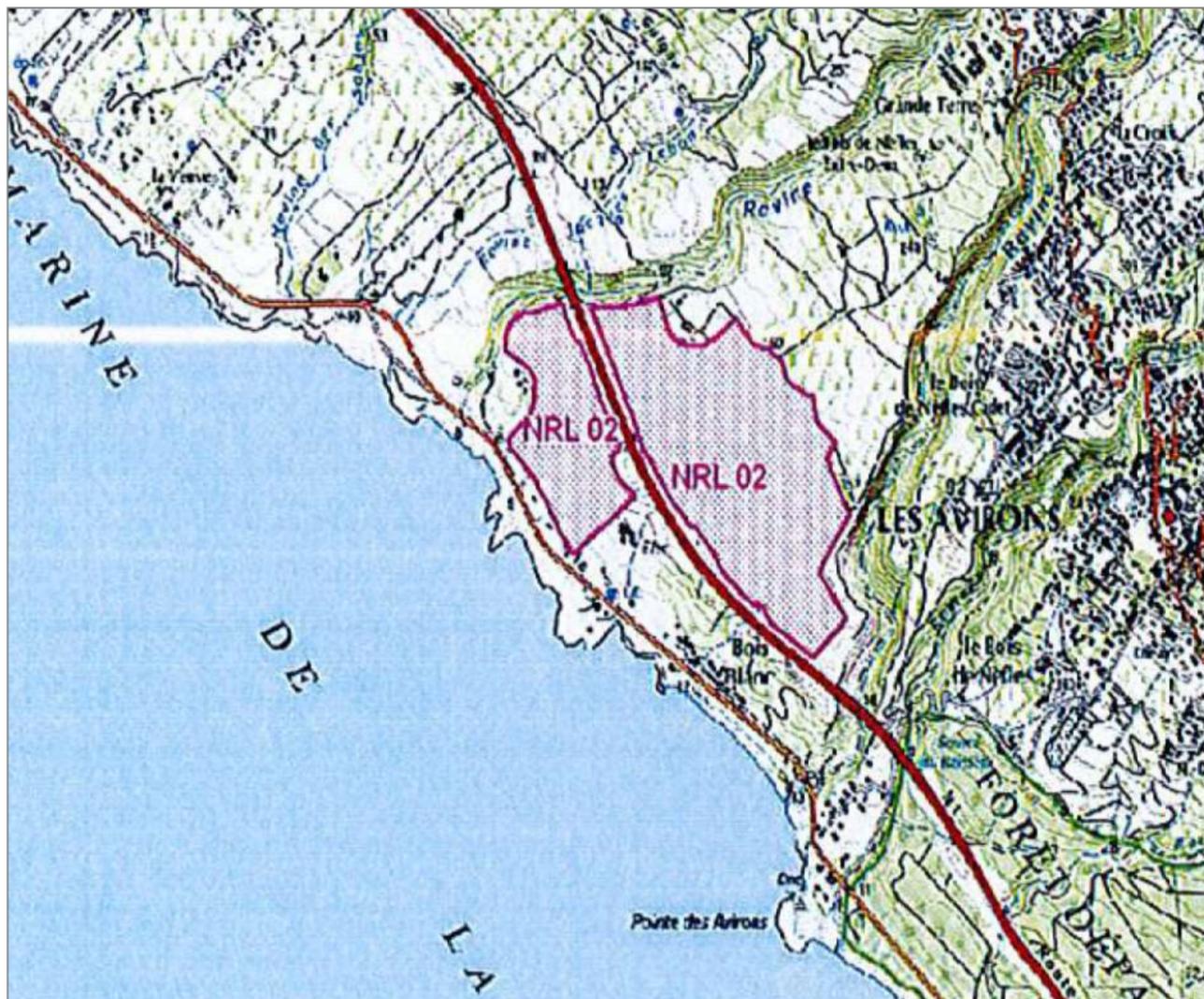


Planche 10 : Espace carrière NRL02 dans la zone du projet

La modification du SDC réalisée en 2014 classe le périmètre du projet en espace carrière.

Les orientations du Schéma actuel seront respectées :

- Utilisation économe et rationnelle des matériaux : le gisement de la Ravine du Trou sera entièrement exploité pour la Nouvelle Route du Littoral et préservera les ressources alluvionnaires (matériaux nobles et rares) ;
- Réduction des impacts sur l'environnement :
 - ↳ par la remise en état agricole des terrains concernés par les espaces irrigués et la remise en état naturelle des terrains situés sur la frange littoral
 - ↳ grâce aux dispositions d'exploitation prévues et présentées dans ce dossier

3.8 PÉRIMÈTRE D'INTERVENTION DU CONSERVATOIRE DU LITTORAL

Situé à proximité du rivage, la partie basse du projet est concernée par un périmètre d'intervention du Conservatoire de l'espace littoral est des rivages lacustres (CELRL).

L'espace situé en aval de la RN1 est ainsi classé en priorité 1 dans la stratégie foncière d'acquisition du Conservatoire comme l'indique la planche ci-dessous.

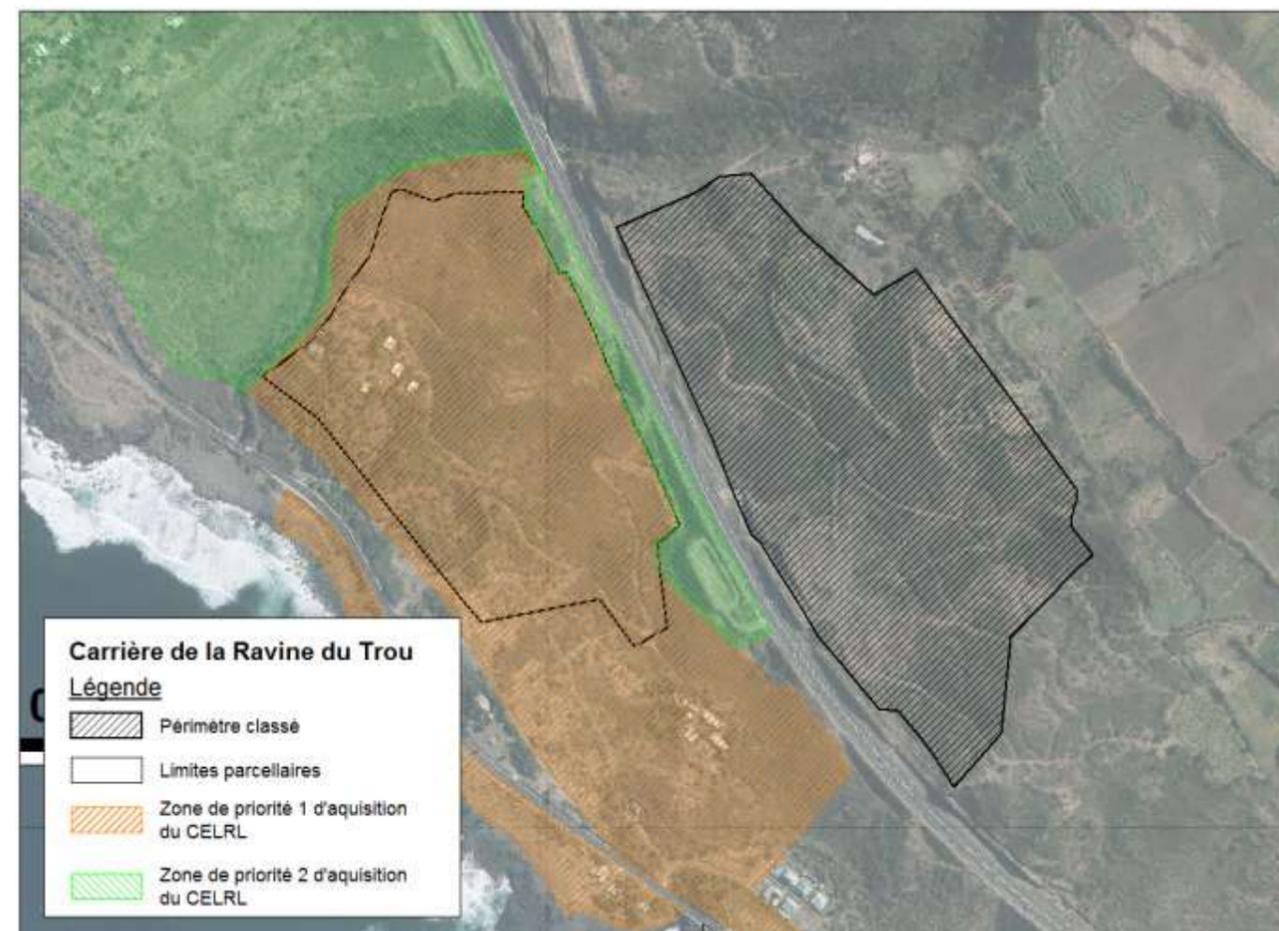


Planche 11 : Localisation du projet par rapport à la stratégie foncière d'acquisition du Conservatoire du Littoral

3.9 CODE DE LA SANTÉ

Le projet de carrière se situe en dehors de tout périmètre de protection de captage d'eau destiné à l'alimentation en eau potable. La sensibilité de la nappe au droit du site sera toutefois examinée au chapitre 5.

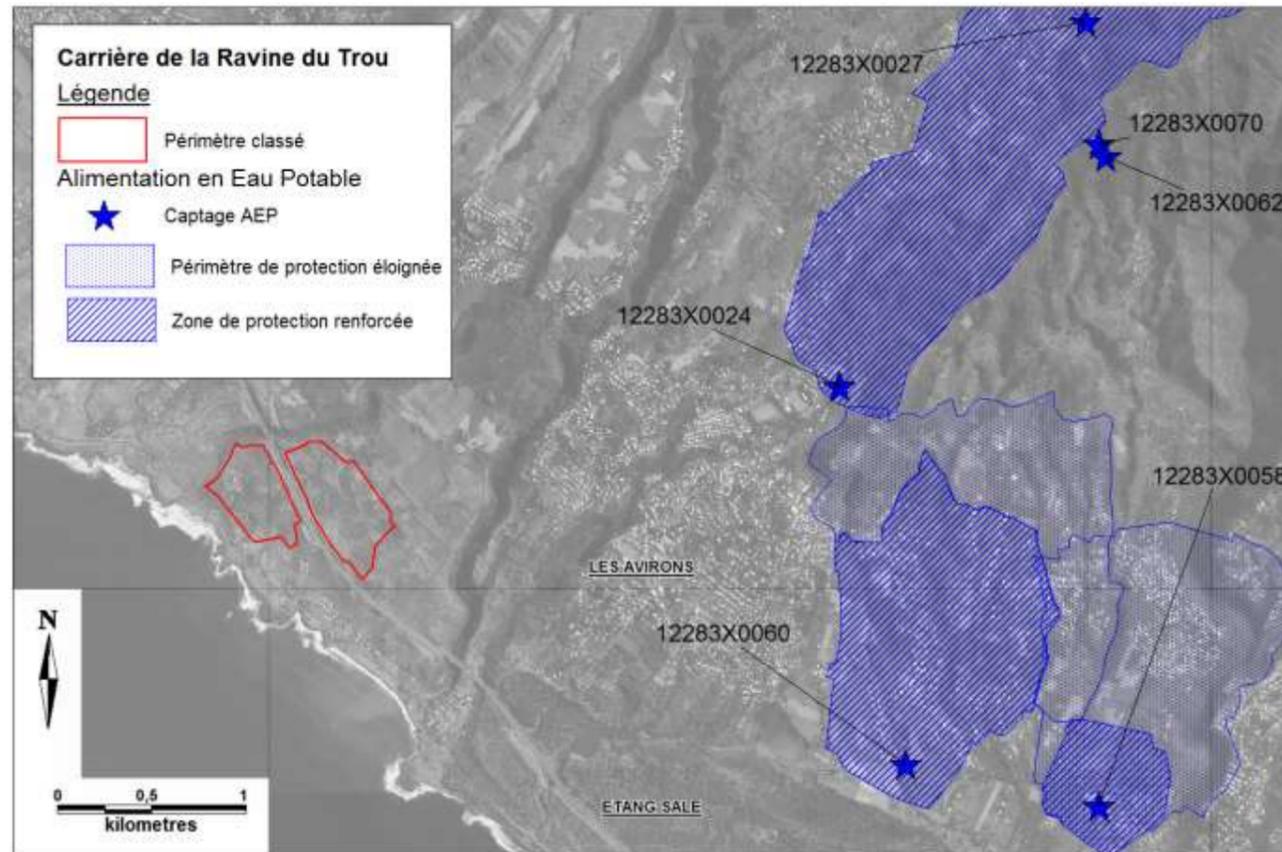


Planche 12 : Localisation du projet par rapport aux périmètres de protection de captages AEP

3.10 SCHÉMA DIRECTEUR D'AMÉNAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX

3.10.1 La réglementation

Le livre II, titre I^{er} du code de l'environnement et son article 214-7 précise que les installations soumises à autorisation ou à déclaration en application du titre I^{er} du livre V sont soumises aux dispositions des articles L. 211-1, L. 212-1 à L. 212-7, L. 214-8, L. 216-6 et L. 216-13. Les mesures individuelles et réglementaires prises en application du titre I^{er} du livre V fixent les règles applicables aux installations classées ayant un impact sur le milieu aquatique, notamment en ce qui concerne leurs rejets et prélèvements.

Les articles 212-1 à 212-7 sont relatifs au SDAGE et aux SAGES. De ce fait, l'autorisation délivrée doit être compatible avec le SDAGE et le SAGE Sud.

3.10.2 Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE)

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Réunion a été approuvé par arrêté du 8 décembre 2015 et publié au JORF du 20 décembre 2015. Il arrête le programme pluriannuel des mesures prévues pour le bassin de la Réunion pour la période 2016-2021.

Découlant de la mise en œuvre de la directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 qui vise à établir un cadre pour la gestion et la protection des eaux, il a fixé **des objectifs ambitieux pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles** (continentales et côtières) et souterraines d'ici 2021.

Des objectifs de qualité ont été déterminés pour chaque masse d'eau en se basant sur :

- l'évaluation des pressions actuelles (nature et intensité),
- les tendances prévisibles à la hausse ou à la baisse,
- les dires d'experts.

Ces objectifs s'appliquent à l'ensemble des milieux aquatiques : cours d'eau, plans d'eau, eaux souterraines, eaux côtières... dans le respect du principe d'unicité de la ressource en eau et d'interdépendance des milieux. Par pragmatisme, la Directive institue des possibilités de dérogations à l'objectif général de bon état, soit par report du délai (2 fois 6 ans au maximum), soit par adoption d'un objectif moins contraignant dans certains cas particuliers. Ces dérogations doivent être justifiées :

- soit par des raisons d'ordre économique (coût disproportionné) ;
- soit par des raisons techniques (délai de construction des ouvrages, temps de migration des polluants, etc.) ;
- soit par des usages existants qu'on ne peut remettre en cause et qui ont un impact tel que l'objectif de « bon état » ne pourra être atteint (notion de masse d'eau fortement modifiée).

A partir de l'ensemble des enjeux prioritaires et des objectifs environnementaux, les Orientations Fondamentales qui structurent le SDAGE 2016-2021 ont ainsi été dégagées :

1. Préserver la ressource en eau dans l'objectif d'une satisfaction en continu de tous les usages et du respect de la vie aquatique en prenant en compte le changement climatique
2. Assurer la fourniture en continu d'une eau de qualité potable pour les usagers domestiques et adapter la qualité aux autres usages
3. Rétablir et préserver les fonctionnalités des milieux aquatiques

4. Lutter contre les pollutions
5. Favoriser un financement juste et équilibré de la politique de l'eau notamment au travers d'une meilleure application du principe pollueur - payeur
6. Développer la gouvernance, l'information, la communication et la sensibilisation pour une appropriation par tous des enjeux
7. En liaison avec le Plan de gestion du risque d'inondation : gérer le risque inondation

Ces orientations fondamentales permettent d'établir les plans de gestion et le programme de mesures permettant d'atteindre les objectifs fixés (dont le bon état des eaux).

L'article 11 de la « directive cadre sur l'eau » (DCE), transposée en droit français par la loi n°2004-338 du 24 avril 2004 et par le décret n°2005-475 du 16 mai 2005 prescrit l'élaboration, dans chaque bassin hydrographique, d'un programme de mesures constitué d'actions concrètes. Ce programme de mesures doit comprendre :

- des « mesures de base » qui sont les exigences minimales à respecter,
- des « mesures complémentaires » qu'il est nécessaire d'ajouter aux précédentes pour atteindre les objectifs environnementaux prescrits par la DCE.

Pour les masses d'eau superficielles et côtières, l'état général est déterminé par la plus mauvaise valeur de son état chimique et de son état écologique. 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.

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.

Le site projeté est concerné par l'aquifère présente dans les formations volcaniques et volcano-sédimentaires du littoral de la Planète Ouest (FRLG110) :



Planche 13 : Localisation du projet par rapport aux masses d'eau identifiées dans le SDAGE

Pour cette masse d'eau, le SDAGE 2016-2021 fixe les objectifs présentés ci-dessous :

Nom de la masse d'eau	Type de masse d'eau	Objectif d'état global	Paramètres déclassant
FR LG 110	Eau souterraine	BE 2027	Paramètre quantitatif Pression : Prélèvements

Les mesures prévues par le SDAGE sur cette masse d'eau sont les suivantes :

- Mesures de réduction des pollutions agricoles : Cibler les contrôles des périmètres de protection sur les masses d'eau en déséquilibre qualitatif (mesure 2.1.B)
- Mesures de réduction des pollutions dues à l'assainissement : Résorber les rejets directs d'eaux pluviales et les éventuels points noirs de « pollution » dans les zones coralliennes (eau douce, nutriments, contaminants chimiques, matières organiques, particules fines...) (mesure 4.2.G)
- Mesures de gestion de la ressource en eau : Mettre en place, dans l'objectif de l'amélioration des pratiques agricoles, MAEC (mesures Agri-Environnementales et Climatiques) territorialisées sur les masses d'eau en déséquilibre quantitatif, visant à raisonner la consommation en eau à la parcelle (mesure 1.4.A)

Par ailleurs, la zone du projet se situe au niveau de l'aquifère de la côte ouest qui est **une ressource stratégique pour l'alimentation en eau potable**. Il est donc concerné par les dispositions réglementaires 2.4.5 du SDAGE qui prévoit qu'au sein des ressources stratégiques identifiées et de leur zone d'alimentation :

- la satisfaction des besoins en eau potable soit reconnue comme un usage prioritaire par rapport aux autres usages,
- lors des demandes d'autorisation et déclarations relatives aux installations, ouvrages, travaux et activités concernés par la nomenclature "eau" et lors des demandes d'autorisation des installations, ouvrages, travaux et activités concernés par la nomenclature « ICPE », les services instructeurs s'assurent que la demande est compatible avec la préservation de la ressource,
- toute autorisation ou déclaration au titre de la nomenclature eau ou de la nomenclature « ICPE » pourra être refusée s'il est démontré que, malgré les mesures correctrices mises en œuvre, les installations, ouvrages, travaux ou activité sont de nature à dégrader la qualité de ces ressources,
- lors de leur renouvellement ou de leur élaboration, les plans locaux d'urbanisme, les schémas de cohérence territoriale et le schéma départemental des carrières prennent en compte ces ressources à préserver en vue de leur utilisation dans le futur pour des captages destinés à la consommation humaine ainsi que les enjeux qui leur sont attachés dans l'établissement des scénarios de développement et des zonages,
- une attention particulière sera accordée à la préservation des terrains de surface. Tout projet susceptible de porter atteinte aux terrains de surface devra préciser les impacts ou les incidences sur les aquifères en tenant compte des risques de pollution, de la profondeur des niveaux aquifères par rapport à l'excavation et de la préservation de la ressource en eau,
- les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux concernés prévoient un dispositif de protection et de restauration dans leur plan d'aménagement et de gestion durable et dans leur règlement,

Ces dispositions s'appliquent également aux zones d'alimentation situées en amont de ces ressources stratégiques.

Concernant les extractions, le SDAGE 2016-2021 indique à la disposition 3.3.4 que les services de l'État vérifient que l'étude d'impact requise avant autorisation d'extraction, démontre, entre autres, que l'exploitation est compatible avec les objectifs de bon état des masses d'eau (qualité des eaux -turbidité-, fonctionnement hydraulique des milieux et écosystèmes).

Étant donné que les parcelles se situent sur une zone de ressources stratégique, toutes les mesures de protection seront prises dans le cadre d'une utilisation du sol, afin de prévenir les risques de pollutions des eaux souterraines, superficielles et côtières. Ces dispositions sont détaillées aux chapitres 7.2 à 7.5 du présent dossier.

Aussi, l'installation respectera les normes de rejet de la Directive Cadre sur l'Eau, conformément aux mesures du SDAGE. Des mesures seront prises pour éviter toute pollution chronique ou accidentelle des eaux de surface et souterraines. En outre, afin de coordonner l'installation avec les orientations du SDAGE et de remplir au plus tôt les objectifs de bonne qualité, l'exploitant s'engage à n'utiliser aucun produit phytosanitaire sur le site et ses abords pour le défrichage des parcelles.

La mise en œuvre des mesures de protection prévues au projet rend alors compatible le projet vis-à-vis du SDAGE.

3.10.3 Le Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau du Sud de La Réunion

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) du Sud de La Réunion a été approuvé par arrêté n°06-2642/SG/DRCTCV le 19 juillet 2006. Il regroupe les communes des Avirons, Cilaos, Entre-Deux, Étang-Salé, Petite-Ile, Saint-Joseph, Saint-Pierre, Saint-Philippe, Saint-Louis, le Tampon et Saint- Leu (en partie).

Le SAGE s'appuie sur trois orientations fortes :

1. Répondre aux besoins en eau pour tout en optimisant la gestion des usages et de la répartition des ressources, fiabilisant la qualité de la ressource distribuée, en ancrant une gestion quantitative solide et en promulguant les actions permettant une économie d'eau.
2. Gérer et protéger les milieux : amélioration de la qualité de l'eau, maintien d'un débit biologique minimum, respect de l'intégrité des milieux, protection des milieux remarquables et gestion des données de l'eau et des milieux.
3. Se préserver du risque inondation : meilleure évaluation des risques, non aggravation des risques identifiés, maintien de bonnes conditions d'écoulement

Le projet se situe au niveau de l'aquifère de Saint Leu - Les Avirons sur une zone de ressource stratégique (Nappes stratégiques de la côte Ouest). L'impact sur l'aquifère sera étudié en tenant compte des risques de pollution, de la profondeur et de la vulnérabilité de l'aquifère pour la préservation de la ressource en eau.

Sans mesures environnementales, le projet, qui consiste en une carrière, peut avoir des impacts sur :

- l'hydrodynamisme et le morphodynamisme de la nappe : impact volumétrique, piézométrique, influence sur la morphologie des cours d'eau ;
- la qualité des eaux souterraines : échanges entre les nappes, pollutions liées ou non à l'exploitation, la qualité des eaux superficielles et souterraines.

Les parcelles du projet de carrière sont localisées sur une ressource stratégique pour l'alimentation en eau potable.

Dans le cadre de l'exploitation des parcelles, des mesures de protection seront prises pour prévenir tous risques de pollutions des eaux souterraines et superficielles, permettant de rendre compatible le projet avec les orientations du SAGE.

3.11 PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES

Un **plan de prévention des risques**, ou **PPR**, est un document d'urbanisme de droit français, réalisé par l'État ou la commune, qui réglemente l'utilisation des sols à l'échelle communale, en fonction des risques auxquels ils sont soumis :

- ✓ risques/aléas élevés
- ✓ risques/aléas moyens à faibles

Le PPR regroupe les risques d'inondation et les risques de mouvement de terrain.

Cette réglementation vise à :

- **Interdire les implantations humaines dans les zones les plus dangereuses** où la sécurité des personnes ne peut être garantie, notamment en zones d'aléas « élevés »
- sauvegarder l'équilibre et la qualité des milieux naturels,
- et pour le phénomène d'inondation, préserver les capacités d'écoulement et d'expansion des crues pour ne pas aggraver les risques dans les zones situées en amont et en aval (contrôler strictement l'extension de l'urbanisation dans les zones d'expansion des crues, et éviter tout endiguement ou remblaiement nouveau qui ne serait pas justifié pour la protection de lieux fortement urbanisés).

Réglementation :

En 1987, **la loi du 22 juillet 1987**, prévoit des plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR), arrêtés par le Préfet après enquête publique et avis des conseils municipaux des communes concernées. Ces PPR délimitent les zones de risques d'inondation, mouvement de terrain, avalanches. Ils listent des mesures de prévention, protection et sauvegarde des personnes et des biens à mettre en œuvre, pour supprimer ou limiter les impacts négatifs des événements exceptionnels. Le PPR est annexé au POS ou au PLU.

Le Plan de Prévention des Risques « naturels » actuellement en vigueur sur la commune de Saint Leu a été approuvé le 23 novembre 2015.

3.11.1 Le risque Inondation

D'après la cartographie des aléas inondation de la commune, les parcelles d'étude sont en partie impactées par les risques d'inondation comme l'indique la planche suivante. On recense dans le périmètre du projet des zones classées en aléa fort et en aléa moyen.

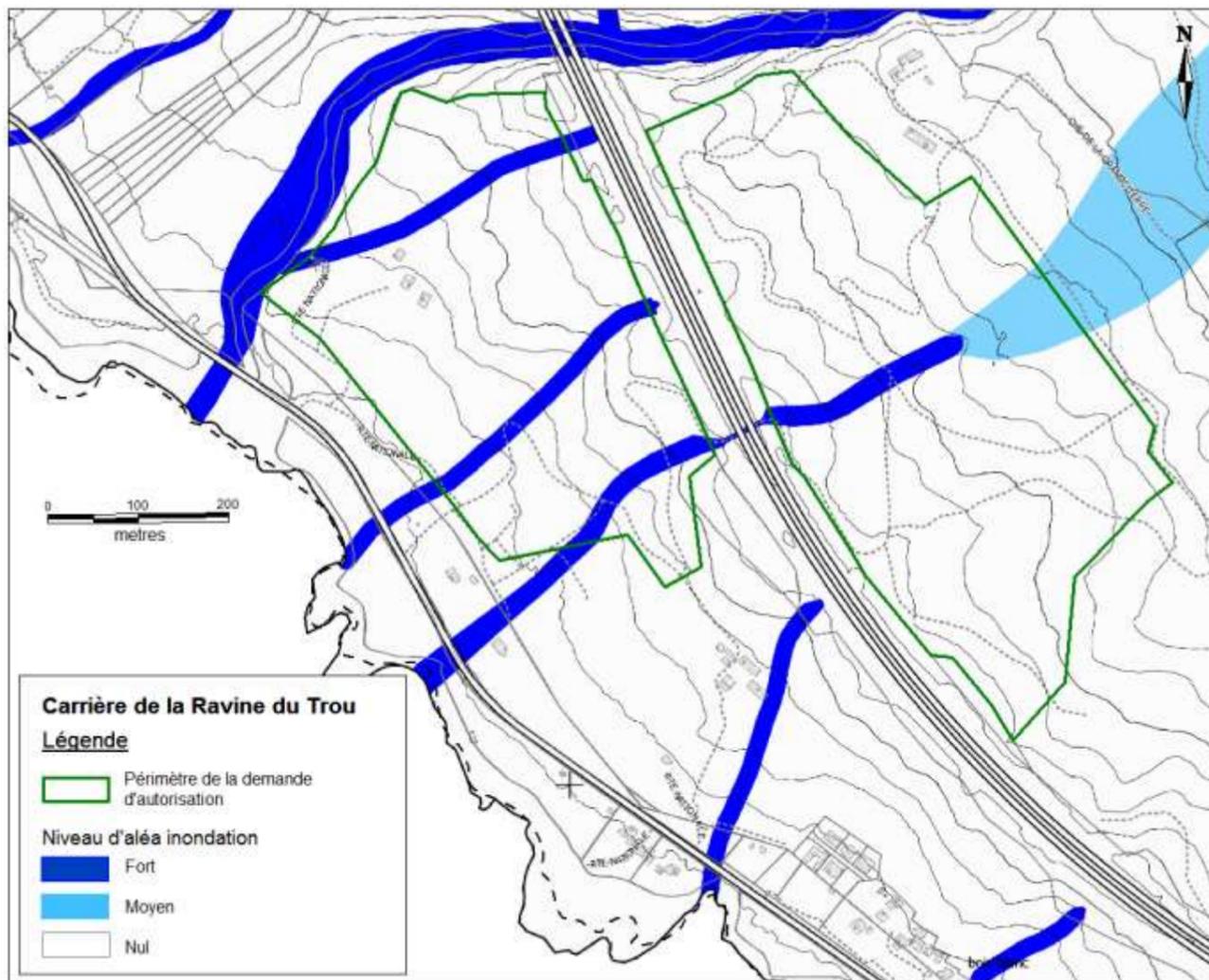


Planche 14 : Zones de risques d'inondation identifiées de la commune de Saint-Leu.

3.11.2 Aléa Mouvement de terrain

La cartographie des aléas Mouvements de terrain pour la commune de Saint Leu est présentée sur la planche ci-dessous :

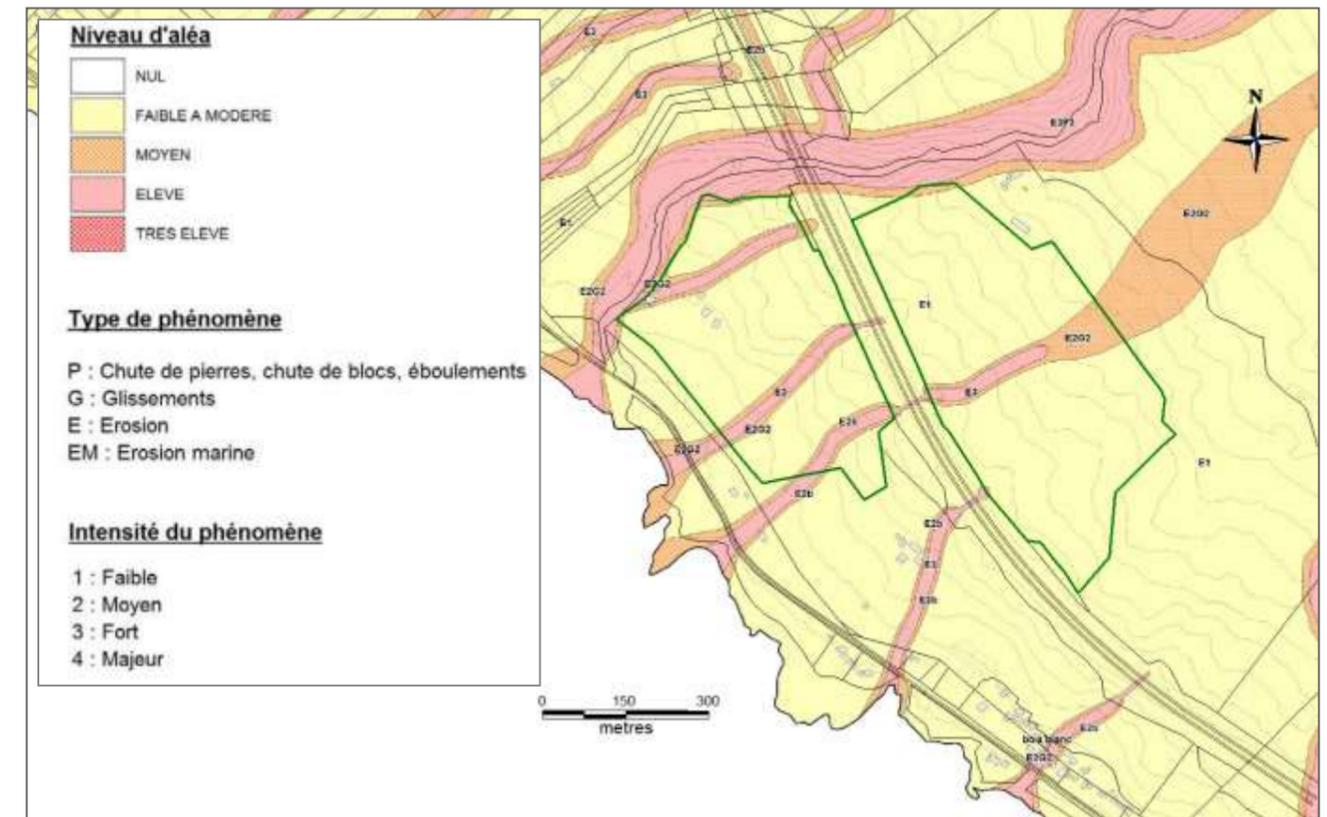


Planche 15 : Zones de risques de mouvement de terrain identifiées de la commune de Saint-Leu.

Les zones qui ont été classées pour le risque d'aléa mouvement de terrain se superposent aux zones d'aléa pour le risque inondation.

Ainsi, en dehors des ravines qui traversent le site, la zone d'étude est classée en risque d'aléa faible à modéré. Les ravines et leurs abords sont, quant à elles, classées en zone d'aléa moyen à élevé pour le risque mouvement de terrain.

Les risques identifiés sur ces zone d'aléa moyen à élevé sont liés aux phénomènes d'érosion et de glissement de terrain.

3.11.3 Le PPRn

Le Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRn) de la commune de Saint Leu a été approuvé le 23 novembre 2015.

Il classe certains secteurs du périmètre du projet en zones R1 et R2 :

- Zones R1 : zone concernée par les aléas très élevé ou élevé mouvements de terrain et / ou un aléa fort, moyen ou nul inondation
- Zones R2 : zones concernées par un aléa mouvement de terrain moyen et par un aléa inondation moyen ou nul.

Transcription réglementaire aléa/enjeux		MOUVEMENTS DE TERRAIN				
		Très élevé élevé	Moyen		Modéré Faible	Nul
			Autres secteurs	Secteurs urbains à enjeux		
INONDATION	fort	R1	R1	R1	R1	R1
	moyen	R1	R2	B2u	B2	B2
	nul	R1	R2	B2u		

Selon le règlement du PPRn, les carrières sont autorisées dans l'ensemble des zones R1 et R2 dans le respect des réglementations en vigueur (notamment la réglementation ICPE) et sous réserve que l'étude d'impact intègre la gestion des risques.

Les carrières ne doivent pas accroître les risques et leurs effets, ne pas provoquer de nouveau risque et augmenter le nombre de personnes exposées et la vulnérabilité des biens et activités existants.

L'exploitation de carrières en zone de PPRn est être autorisée sous réserve que ces dernières n'accroissent pas les risques et leurs effets.

L'étude d'impact, et notamment les études hydrologiques réalisées par HYDRETUDES, confirment ce point. Le projet porté par SCPR est alors compatible avec le PPRn.



LEGENDE :

Zones d'interdiction

- R1 aléa fort inondation combiné à un aléa mouvements de terrain;
aléa élevé ou très élevé mouvements de terrain combiné un aléa fort ou moyen
- R2 aléa moyen mouvements de terrain et un aléa nul ou moyen inondation

Zones de prescriptions

- B2u aléa moyen de mouvements de terrain en zone "secteurs urbains à enjeux sécurisables";
aléa moyen de mouvements de terrain en zone "secteurs urbains à enjeux sécurisables"
et un aléa nul ou moyen inondation
- B2 aléa moyen inondation et aléa nul ou faible à modéré mouvements de terrain
- aléa faible à modéré mouvements de terrain combiné à un aléa nul inondation;
aléa nul inondation et nul mouvements de terrain

Planche 16 : Localisation du projet de carrière par rapport au PPRn

4. CONTRAINTES ET SERVITUDES AFFECTANT LE SITE

4.1 LE LIT MINEUR DE RIVIÈRE ET SERVITUDE HYDRAULIQUE / FORESTIÈRE

4.1.1 Le lit Mineur

Le lit mineur ou « **lit ordinaire** » désigne tout l'espace occupé, en permanence ou temporairement, par un cours d'eau. On distingue le lit majeur du lit mineur, ce dernier étant la zone limitée par les berges des premières terrasses alluviales.

Réglementation :

La réglementation concernant l'extraction des matériaux au sein d'un lit mineur d'une rivière est définie en application de l'**Arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières**. Cet Arrêté interdit toute extraction de matériaux dans un lit mineur sauf en cas d'entretien ou d'aménagement du cours d'eau.

Son article 11, modifié par Arrêté du 5 mai 2010 - art. 6) fixe une distance minimale séparant les limites de l'extraction des limites du lit mineur des cours d'eau ou des plans d'eau traversés par un cours d'eau. Cette distance doit garantir la stabilité des berges. **Elle ne peut être inférieure à 50 mètres vis-à-vis des cours d'eau ayant un lit mineur d'au moins 7,50 mètres de largeur**. Elle ne peut être inférieure à 10 mètres vis-à-vis des autres cours d'eau.

Les parcelles d'étude sont localisées entre la Ravine du Trou et la Ravine des Avirons. Par conséquent, la surface exploitable prend en compte la distance minimale de 50 mètres séparant les limites de l'extraction des limites du lit mineur des cours d'eau (cf. Planche 18).

4.1.2 Servitude hydraulique et forestière

Une servitude hydraulique et forestière s'applique aux espaces faisant parties du Domaine public fluvial (DPF) de La Réunion selon l'arrêté préfectoral n° 06-4709 du 26 décembre 2006, en vigueur. La Rivière du Trou et la Ravine des Avirons appartiennent au DPF. Elles sont en conséquence intégrées dans le domaine privé de l'État. Ces servitudes sont régies par l'article 640 du Code Civil, qui précise que tout aménagement ne doit pas aggraver les conditions d'inondabilité à l'aval et prendre en compte la gestion des eaux pluviales qui y transitent.

Selon l'article L 2131-2 du code général des la propriété des personnes publiques, les rives du Domaine Public Fluvial sont grevées d'une servitude de marchepied de 3,25m.

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

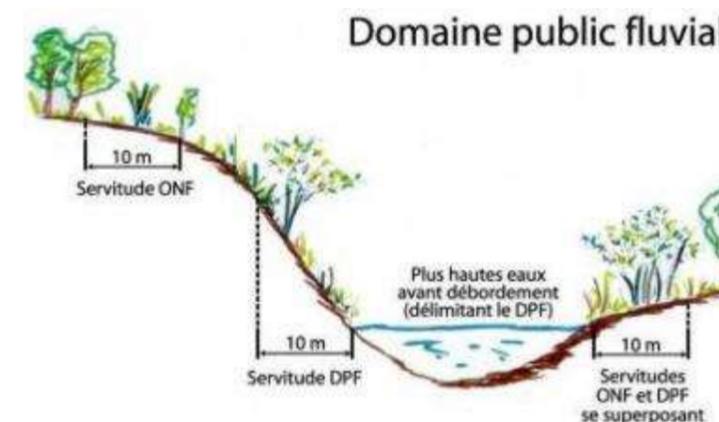


Planche 17 : Schéma du positionnement des servitudes hydrauliques et forestières

Les parcelles d'étude sont situées à proximité immédiate de la Ravine du Trou et de la Ravine des Avirons, qui appartiennent au Domaine Public Fluvial (DPF). Par conséquent, comme le veut la réglementation, une servitude hydraulique et forestière s'applique.

La planche suivante positionne les limites de cette servitude.

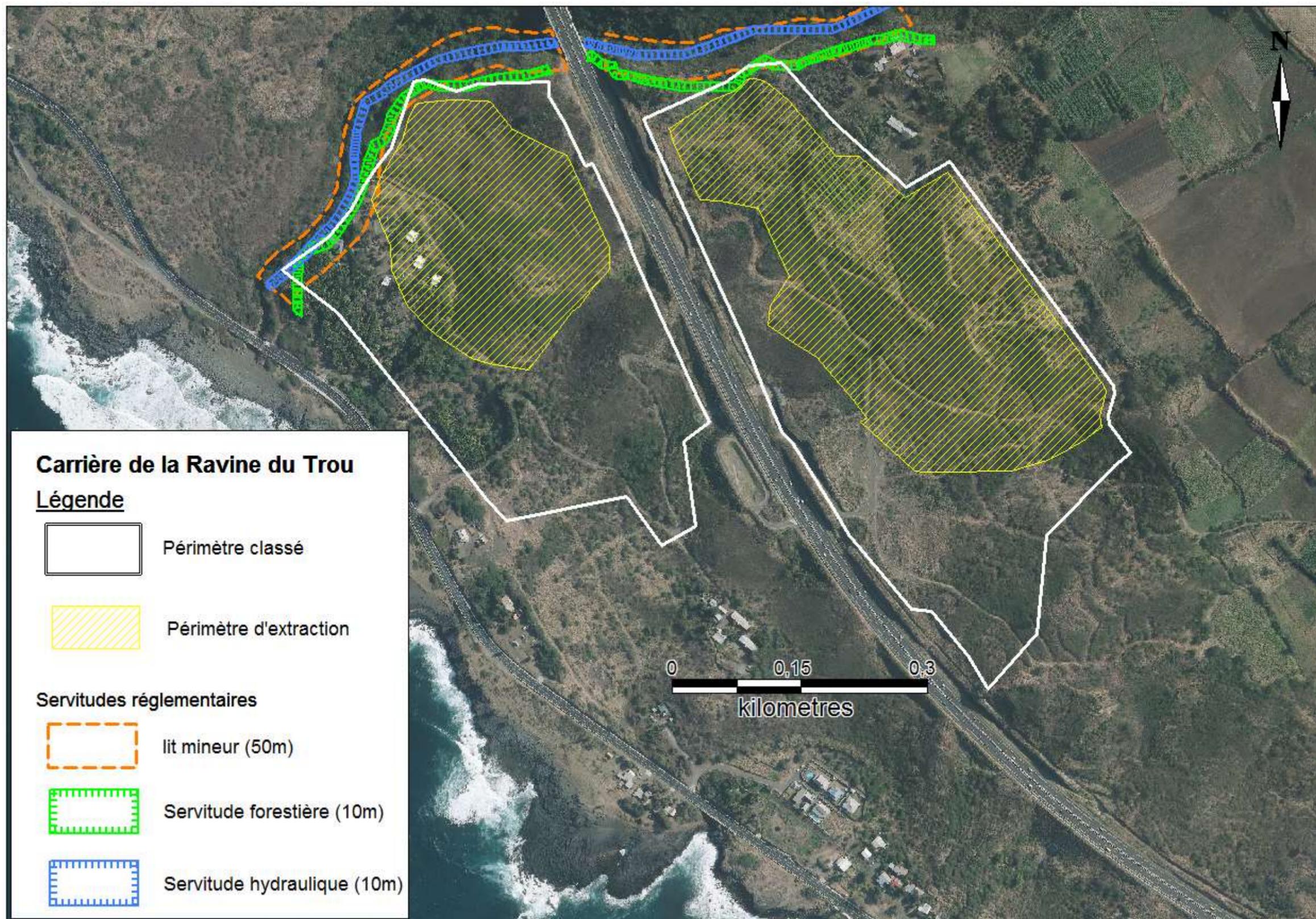


Planche 18 : Positionnement de la servitude réglementaires (DPF, ONF et lit mineur) par rapport au projet

4.1.3 Code forestier

Les espaces boisés sont définis par l'Institut Forestier national comme suit :

« L'état boisé d'un terrain se définit comme le caractère d'un sol occupé par des arbres et arbustes d'essences forestières, à condition que leur couvert (projection verticale des houppiers sur le sol) occupe au moins 10% de la surface considérée. Lorsque la végétation forestière est constituée de jeunes plants ou de semis naturels, l'état boisé est caractérisé par la présence d'au moins 500 brins d'avenir bien répartis à l'hectare. La formation boisée doit occuper une superficie d'au moins 5 ares (bosquet) et la largeur moyenne en cime doit être au minimum de 15 m. ».

Réglementation :

Le défrichement est encadré par les articles L341-1 et suivants du code forestier. Toutefois, des dispositions particulières ont été prévues pour les départements d'Outre-Mer.

Ainsi, en ce qui concerne le département de la Réunion, le défrichement est interdit. Ce principe connaît néanmoins des exceptions et des dérogations qui peuvent être accordées dans certains cas, après instruction par la DAAF.

Les articles R.374-1 et suivants du code forestier précisent les conditions de ces dérogations à l'interdiction générale de défricher. Elles sont les suivantes :

Article R.374-1 :

" Toute demande de dérogation à l'interdiction générale de défrichement applicable au département de La Réunion est irrecevable en ce qui concerne les terrains définis à l'article L. 341-5 applicable à La Réunion. Cette irrecevabilité est constatée par le Préfet. Dans les autres cas, le Préfet a compétence pour accorder la dérogation à l'interdiction générale de défrichement, le cas échéant sous réserve des conditions prévues à l'article L. 341-6 applicable à La Réunion. "

Article R.374-3 :

" Toute dérogation à l'interdiction générale de défrichement fait l'objet d'une décision expresse. L'accord tacite ne peut se présumer quel que soit le délai de l'instruction. "

La circulaire du 28 mai 2013 relative aux règles applicables en matière de défrichement, suite à la réécriture du code forestier et à la réforme de l'étude d'impact et de l'enquête publique, précise les conditions de déroulement de la procédure de demande de dérogation à l'interdiction générale de défricher.

Les parcelles d'étude sont recouvertes d'une végétation sclérophylle de bois et broussailles. Elles sont donc soumises à la réglementation du code forestier.

Ce projet a fait l'objet en 2014 d'une première demande de dérogation à l'interdiction générale de défricher. Ce dépôt a donné lieu à un avis de recevabilité du dossier, suite à l'enquête de terrain réalisé par M. SIGALA de l'ONF (avis du 7 juillet 2014). La superficie de la zone à défricher couvrait alors environ 44 ha.

Les réflexions menées depuis sur le projet ont donné lieu à des réductions substantielles du périmètre de l'installation réduisant à 25,49 ha la surface à défricher. On notera que le présent projet s'inscrit en totalité dans le périmètre de la demande de dérogation présentée en 2014. Aussi une mise à jour de la demande de dérogation à l'interdiction générale de défricher a été réalisée le 7 mars 2016.

Cf. annexe 1- pièce 6

4.2 PROTECTION DES SITES ET MONUMENTS HISTORIQUES

L'inscription d'un site au titre de la protection des monuments historiques est encadrée par le Code du Patrimoine. Elle concerne les immeubles, ou parties d'immeuble, qui présentent un intérêt historique, artistique ou architectural suffisant pour en justifier la protection. Suite à la procédure d'inscription, le bâtiment ne peut faire l'objet de modifications, restaurations, réparations ou bien être déplacé ou modifié sans que le directeur régional des affaires culturelles n'en soit informé 4 mois auparavant. Les permis de construire sont soumis au maire de la commune. Le ministre peut s'opposer à tout type de travaux en lançant une procédure de classement. De la même manière, l'immeuble ne peut être vendu, donné ou légué sans en référer au directeur régional des affaires culturelles.

Les dispositions de la loi du 31 décembre 1913 sur les monuments historiques soumettent à autorisation préalable toute construction nouvelle ou toute modification de nature à affecter l'aspect d'un immeuble situé dans le champ de visibilité d'un monument classé ou inscrit à l'inventaire des monuments historiques. Est considéré comme étant dans le champ de la visibilité d'un immeuble protégé au titre des monuments historiques : « tout autre immeuble nu ou bâti, visible du premier, ou visible en même temps que lui et compris dans un périmètre n'excédant pas **500 m** ».

De manière générale, les installations de chantiers et d'exploitation ne doivent pas gêner la perspective architecturale d'un monument historique classé ou inscrit.

Les monuments inscrits et classés dans la liste des monuments historiques et situés sur les communes du rayon d'affichage sont les suivants :

LES AVIRONS	<ul style="list-style-type: none"> * Cheminée Monjol-Mondon 18, rue de la Cheminée <i>ISMH 11 juillet 2002</i>, en totalité, y compris son terrain d'assiette
SAINT-LEU	<ul style="list-style-type: none"> * Église des Colimaçons C.D. n° 12 <i>CLMH 05 juillet 1996</i> * Ancien magasin du Roi, dit aussi Hôtel des Postes Place de la Mairie <i>ISMH 23 septembre 1987</i>, façades et toitures y compris la charpente * Four à chaux Méralikan R. N. 1 <i>ISMH 29 mars 1996</i> * Cheminée Le Portail Le Portail <i>ISMH 16 avril 2002</i>, en totalité, y compris son terrain d'assiette * Distillerie 12, route nationale 1 <i>ISMH 16 avril 2002</i>, en totalité, y compris son terrain d'assiette

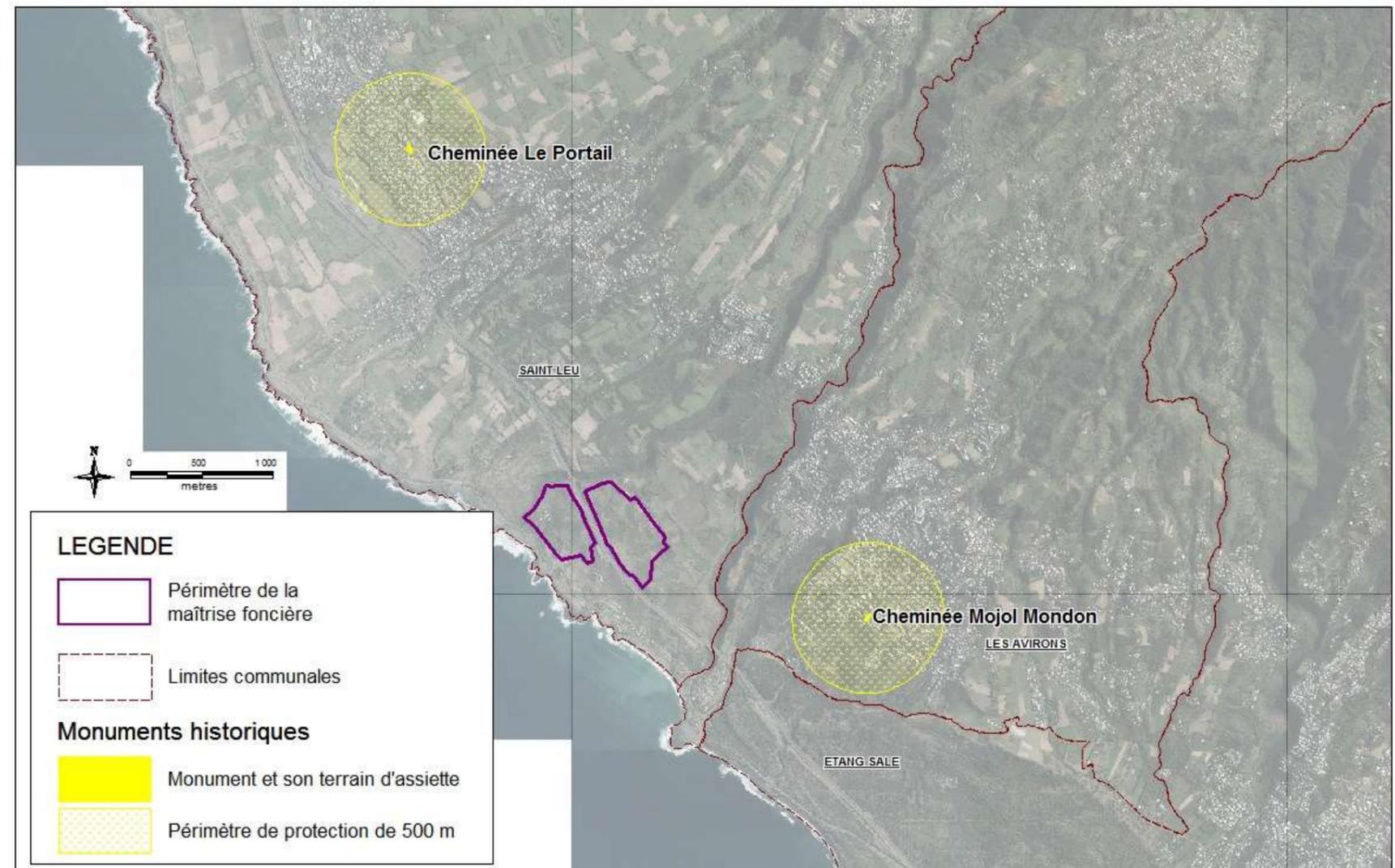


Planche 19 : Carte de situation du projet par rapport aux monuments historiques

Les plus proches sont localisés sur la planche ci-contre.

La zone d'étude est située en dehors de tout périmètre de protection de monuments historiques.

4.3 ANTIQUITÉS PRÉHISTORIQUES, HISTORIQUES ET ARCHÉOLOGIE PRÉVENTIVE

4.3.1 Définition et fonctionnement de la redevance

Depuis la loi du 1er août 2003, les opérations d'archéologie préventive sont financées selon deux nouveaux modes qui ont une nature et une portée différentes et qui obéissent à des modalités spécifiques.

Il est donc institué une redevance d'archéologie préventive due par les personnes, y compris membres d'une indivision, projetant d'exécuter des travaux affectant le sous-sol et qui :

- Sont soumis à une autorisation ou à une déclaration préalable en application du code de l'urbanisme. La surface du terrain d'assiette (c'est-à-dire l'unité foncière, à savoir l'ensemble des parcelles contiguës appartenant à un même propriétaire tel qu'il figure dans la demande d'autorisation) doit être supérieure à 3000 m² ;
- Ou donnent lieu à une étude d'impact en application du code de l'environnement. La surface du terrain d'assiette, c'est-à-dire la surface au sol des installations soumises à autorisation doit être supérieure à 3000 m² ;
- Ou, dans les cas des autres travaux d'affouillement, sont soumis à déclaration administrative préalable selon les modalités fixées par décret en Conseil d'Etat. En cas de réalisation fractionnée, la surface de terrain à retenir est celle du programme général des travaux.

La redevance est calculée en principe soit par la DEAL soit par DRAC, et elle est perçue par la Trésorerie générale compétente territorialement.

Il appartient au préfet de département de transmettre au préfet de région (à l'attention du directeur régional des affaires culturelles) une copie de l'arrêté d'autorisation accompagnée d'une note précisant les informations suivantes, lorsqu'elles sont disponibles dans le dossier du pétitionnaire, permettant de calculer l'assiette de la redevance d'archéologie préventive :

- La surface des travaux ou des différentes tranches de travaux
- Les dates prévisionnelles de démarrage des travaux
- Les références cadastrales des parcelles concernées

4.3.2 Dispositions particulières pour les projets faisant l'objet de réalisation par tranche

Conformément à l'article L 524 -8, alinéa 5, du code du patrimoine et à la circulaire du 17 février 2006 relative à la mise en œuvre de la loi du 1^{er} août 2003 relative à l'archéologie préventive pour les installations classées, lorsque la redevance est afférente à une opération faisant l'objet de réalisation par tranche de travaux, le service liquidateur fractionne le titre de recette au début de chacune des tranches prévues dans l'autorisation administrative. **Cette disposition s'applique en particulier aux carrières.**

L'arrêté préfectoral définit des phases d'exploitation et de remise en état, en général quinquennales, pour chacune desquelles un montant de garantie financière est défini.

Ces phases constitueront les tranches de travaux au sens de l'article L. 524-8, alinéa 5, du code du patrimoine.

4.3.3 Indice de référence

Selon l'arrêté du 18 octobre 2012 et conformément à l'article L524-7 du Code du Patrimoine, le montant de la redevance d'archéologie préventive, due en cas de travaux affectant le sous-sol et donnant lieu à une étude d'impact, est fixé à 0,53 € par mètre carré pour la période du 1^{er} janvier au 31 décembre 2013.

4.3.4 Situation du projet au regard de la redevance d'archéologie préventive

Le projet d'extraction concerne 2 unités foncières : les parcelles BW 253 pour partie et BW 279 pour partie. Les surfaces du projet concernées par la redevance pour l'archéologie préventive sont précisées dans le tableau ci-dessous.

Section	Numéro de parcelle occupée par le projet	Superficie des parcelles (en m ²)	Surface cadastrale concernée par la demande d'autorisation	Surface en extraction	Surface défrichée
BW	279	48ha 85a 84ca	20ha 17a 10ca	11ha 43a 00ca	29ha 00a 00ca 2
BW	253	32ha 98a 13ca	15ha 45a 90ca	6ha 07a 00ca	
TOTAL			35ha 63a 00ca	17ha 50a 00ca	

Tableau 1 : Caractérisation des surfaces exploitées pour la détermination de la redevance au titre de l'archéologie préventive

La surface considérée pour le calcul de la redevance correspond à la surface défrichée (=surface classée déduite des surfaces sur lesquelles la société ne réalisera aucune opération d'aménagement, d'extraction ou de stockage) soit 291 500 m².

A noter qu'une première reconnaissance de terrain a permis de relever la trace d'anciennes constructions dans le secteur sud-est du périmètre de la maîtrise foncière de la SCPR :



Pour le nouveau projet d'extraction présenté par SCPR dans ce dossier, ces zones présentant des vestiges anthropiques ont été exclues du nouveau périmètre classé. En effet, la société a substantiellement réduit le périmètre d'emprise de ses activités pour limiter son impact sur plusieurs aspects environnementaux et notamment sur celui des vestiges historiques.

La durée d'exploitation de la carrière sera de 4 années + 6 mois pour la remise en état. Il n'est donc prévu qu'un seul plan quinquennal. Les dispositions relatives au fractionnement de la redevance ne s'appliquent donc pas.

La date de démarrage des travaux coïncidera avec la date de l'arrêté d'autorisation.

4.3.5 Demande anticipée de diagnostic archéologique

Conformément à l'article R 523-14 du Code du Patrimoine, une demande anticipée de diagnostic archéologique peut être réalisée par les aménageurs afin de mieux maîtriser les coûts et les délais liés à l'archéologie préventive.

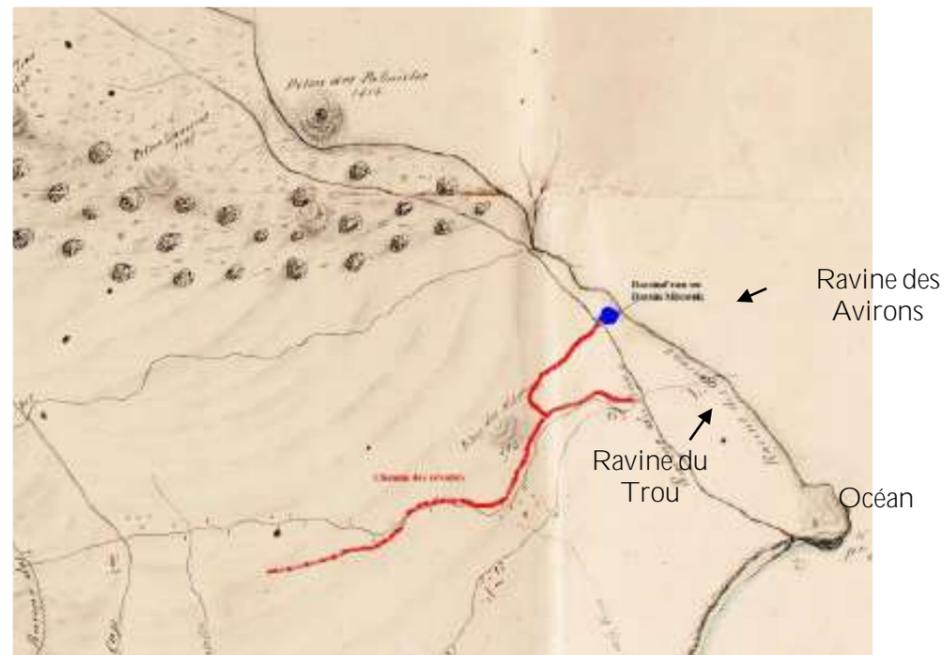
Une demande anticipée d'opération en archéologie préventive a été réalisée par SCPR le 7 mai 2014. Cette demande a donné lieu à un arrêté portant prescription du diagnostic d'archéologie préventive (arrêté préfectoral n°3898 du 8 juillet 2014). Toutefois, le périmètre considéré par cet arrêté préfectoral concerne celui de la première demande d'autorisation d'exploiter. Etant donné la réduction substantielle du périmètre classé du projet, une demande de modification de cet arrêté sera réalisée.

Une convention sera formalisée avec l'INRAP pour définir le cadre et les conditions d'intervention de l'étude.

Cf. annexe 1 pièce 7.

4.3.6 Aspect historique : la révolte des esclaves de 1811

Dans le cadre du projet de carrière de la Ravine du Trou, le Kolektif RESPEK NOUT MEMWAR s'est mobilisé pour rappeler l'histoire de la révolte des esclaves à Saint-Leu du 5 au 8 novembre 1811. Les préparatifs de cette révolte se sont passés au niveau d'un bassin d'eau (bassin Misouk) dans les hauts de la Ravine du Trou où les esclaves d'habitations différentes se retrouvaient tous les jours pour alimenter en eau leurs propriétaires.



La société SCPR est entrée en contact avec le Kolektif. Elle a rencontré le Kolektif RESPEK NOUT MEMWAR lors d'une réunion le 25 mars 2014. Une visite de terrain a également été réalisée.

Les préparatifs de la révolte des esclaves de Saint Leu se sont déroulés au niveau du bassin Misouk situé dans les hauts de la Ravine du Trou. Le projet SCPR se situe quant à lui près de l'embouchure la Ravine du Trou.

Afin de prendre en compte cet aspect historique important sur la commune de Saint Leu, SCPR propose de réaliser sur le lieu de la carrière, à proximité de la Ravine du Trou, une stèle en mémoire de cet événement.

De plus, un diagnostic archéologique préventif a été prescrit par le Préfet de la Réunion sur l'ensemble du périmètre de la carrière. SCPR a d'ores et déjà engagé des discussions avec l'Institut National de Recherche en Archéologie Préventive qui réalisera des fouilles sur l'ensemble du site sous la supervision de la Direction des Affaires Culturelles de l'Océan Indien.

Une présentation de cette démarche pourra être organisée avec les personnes intéressées en concertation avec la DAC OI et l'INRAP dès que les conventions liant SCPR et l'INRAP auront été signées.

Lors des fouilles, si un patrimoine d'intérêt significatif est découvert, il sera préservé.

4.4 ZONES NATURELLES D'INTÉRÊT RECONNU

4.4.1 Le Cœur du Parc National de La Réunion

Un parc national est un secteur d'intérêt spécial qu'il importe de préserver contre tout effet de dégradation naturelle et de soustraire à toute intervention artificielle susceptible d'en altérer l'aspect, la composition et l'évolution.

Un parc national est sous tutelle du ministère de l'écologie et du développement durable, et institué par **la loi du 22 juillet 1960** relative aux parcs nationaux, **régis par les articles L331 et R214** du code de l'environnement.

Un parc national est constitué de deux zones :

- **Une zone centrale** où l'on retrouve une réglementation stricte spécifique au parc
- **Une zone périphérique** gérée par le parc national sous réglementation de droit commun.

Réglementation :

Les activités suivantes peuvent être ou sont interdites dans un parc national :

- la chasse, la pêche, les activités industrielles et commerciales, l'exécution des travaux publics et privés, **l'extraction des matériaux concessibles ou non**, l'utilisation des eaux, la circulation du public quel que soit le moyen emprunté ;
- **toute action susceptible de nuire** au développement naturel de la faune et de la flore et, plus généralement, d'altérer le caractère du parc national.

La charte prévue par l'article L. 331-2 régit l'exercice des activités agricoles, pastorales ou forestières. Les activités industrielles et minières sont interdites dans le cœur d'un parc national.

La réglementation du Parc national ne s'applique que dans le cœur du Parc. En dehors du cœur, le Parc n'exerce aucun pouvoir réglementaire. Néanmoins lorsqu'un projet se situe dans la zone d'adhésion du Parc National, il est soumis à l'avis du Parc National

Les parcelles d'étude ne font pas partie de l'espace classé au cœur du Parc National, ni dans l'aire d'adhésion. Elles ne sont donc pas soumises à la réglementation conditionnant les activités et utilisations des sols.

4.4.2 Les Zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

Le listing des **Zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique (ZNIEFF)** est un programme d'inventaire naturaliste et scientifique lancé en 1982 par le ministre Bouchardeau chargé de l'environnement et confirmé par la loi du 12 juillet 1983 dite Loi Bouchardeau.

Il correspond au recensement d'espaces naturels terrestres remarquables dans les 22 régions métropolitaines ainsi que les départements d'outre-mer. La désignation d'une ZNIEFF repose surtout sur la présence d'espèces ou d'associations d'espèces à fort intérêt patrimonial. La présence d'au moins une population d'une espèce déterminante permet de définir une ZNIEFF.

On distingue les ZNIEFF de type 1 et les ZNIEFF de type 2.

- La ZNIEFF de type 1 est un territoire correspondant à une ou plusieurs unités écologiques homogènes. Elle abrite au moins une espèce ou un habitat caractéristique remarquable ou rare, justifiant d'une valeur patrimoniale plus élevée que celle du milieu environnant. Ce sont donc des sites particuliers, généralement de taille réduite, inférieure aux ZNIEFF de type 2, correspondant a priori à un **très fort enjeu de préservation voire de valorisation de milieux naturels**.

- La ZNIEFF de type 2 réunit des milieux naturels formant un ou plusieurs ensembles possédant une cohésion élevée et entretenant de fortes relations entre eux. Elle se distingue de la moyenne du territoire régional environnant par son contenu patrimonial plus riche et son degré d'artificialisation plus faible. Les ZNIEFF de type 2 sont donc des ensembles géographiques généralement importants et qui désignent un ensemble naturel étendu dont les équilibres généraux doivent être préservés. Cette notion d'équilibre n'exclut donc pas qu'une zone de type 2 fasse **l'objet de certains aménagements sous réserve du respect des écosystèmes généraux**.

Réglementation :

TEXTES APPLICABLES :

- Article L. 411-5 du code de l'environnement.
- Articles R. 211-19 à R. 211-27 du code de l'environnement.
- Circulaire n° 91-71 du 14 mai 1991 du ministère de l'environnement relative aux ZNIEFF.
- Circulaire DNP/CC n° 2004-1 du 26 octobre 2004 relative à la mise en œuvre du décret n° 2004-292 du 26 mars 2004 relatif au conseil scientifique régional.

PORTÉE JURIDIQUE :

La présence de ZNIEFF n'a pas de portée réglementaire directe mais indique la richesse et la qualité des milieux naturels. Il convient de veiller à la présence hautement probable d'espèces protégées pour lesquelles existe une réglementation stricte.

De plus, l'article L. 121-1 du code de l'urbanisme prévoit que les documents d'urbanisme « *déterminent les conditions permettant d'assurer [...] la protection des espaces naturels, [...] la préservation [...] des écosystèmes, des espaces verts, des milieux, sites et paysages naturels [...]* ».

La présence de ZNIEFF peut donc être prise en considération par les tribunaux administratifs et le Conseil d'État pour apprécier la légalité d'un acte administratif, surtout si sont présentes des espèces protégées au sein de ces ZNIEFF.

Tout zonage, réglementation ou réservation d'espace public qui ne prendrait pas en compte les milieux inventoriés comme les ZNIEFF, surtout si elles contiennent des espèces protégées, est donc susceptible de conduire à l'annulation des documents d'urbanisme.

Localisation des ZNIEFF à proximité du projet

Les ZNIEFF recensées dans le secteur du projet sont les suivantes :

- A l'est du projet : la **ZNIEFF de Type I n°0033-0000** « Ravine des Avirons » qui présente des reliquats de forêt indigène sur les replats inaccessibles et les escarpements où deux espèces endémiques excessivement rares ont été recensées (Le Bois de Chenille (*Clerodendron heterophyllum*) et le Bois de Senteur Blanc (*Ruiziacordata*).
- au sud : la **ZNIEFF de Type II n°0070** « Littoral de Saint Leu Sud » abritant des reliques de végétation indigène du littoral sous le vent. L'intérêt de cette portion de côte est également paysager (côte rocheuse, souffleurs).

Les parcelles d'étude ne sont pas situées dans une zone classée en ZNIEFF. Toutefois la proximité de deux ZNIEFF de type I et II n'est pas à négliger, particulièrement celle se situant en aval du projet.

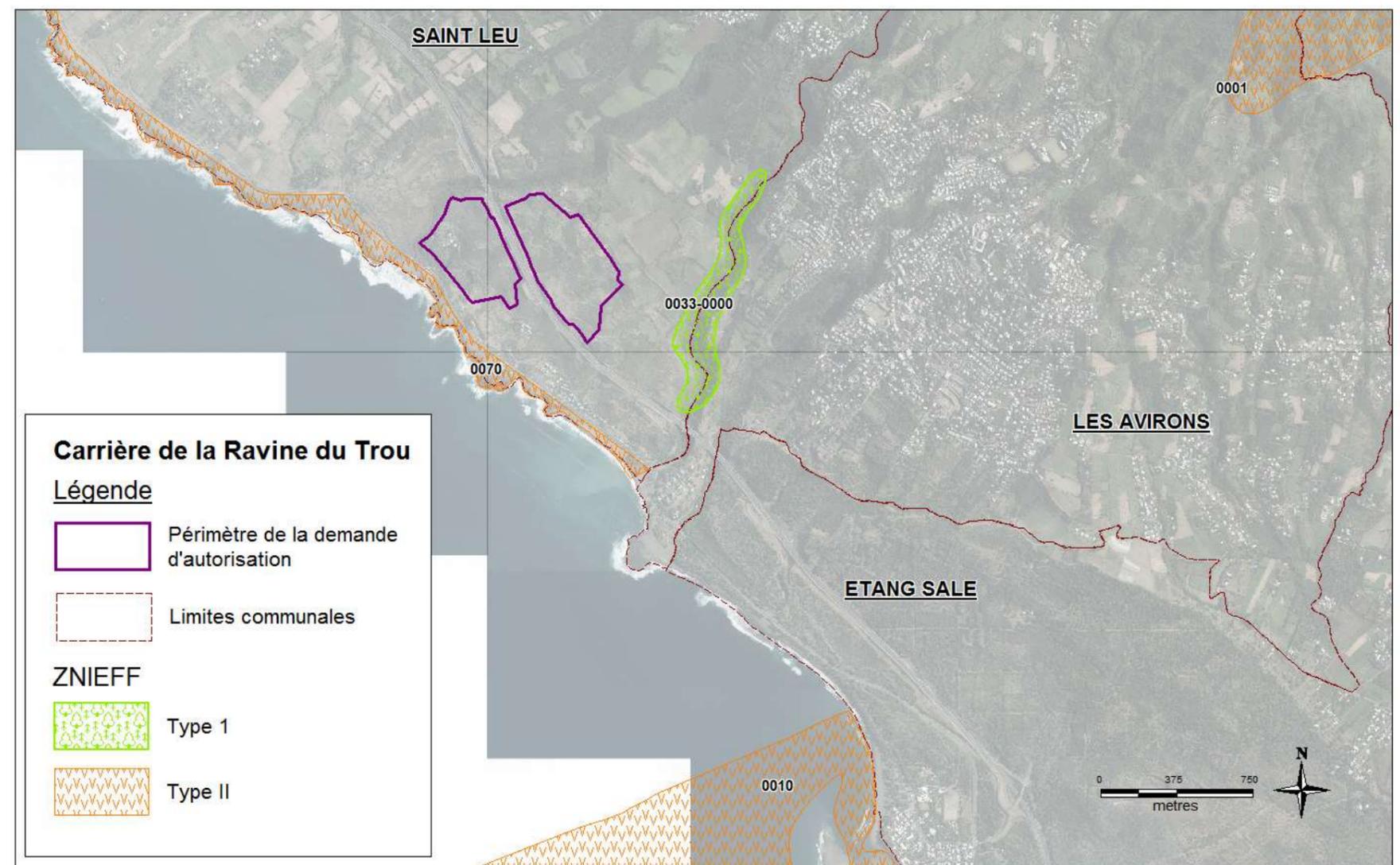


Planche 20 : Parcelles du projet par rapport aux espaces classés en ZNIEFF

4.4.3 Les Espaces Remarquables du Littoral

Les espaces remarquables du littoral (ERL) sont caractérisés par la présence d'une faune ou d'une flore particulière ou par l'importance du site pour le maintien des équilibres écologiques.

Réglementation :

En application de la loi n° 86-2 du 3 janvier 1986 (art. L. 146-6 du Code de l'urbanisme), les espaces remarquables du littoral sont préservés par les documents et décisions relatifs à la vocation des zones ou à l'occupation et à l'utilisation des sols. **A l'intérieur de ces espaces, toute extraction de matériaux est interdite.**

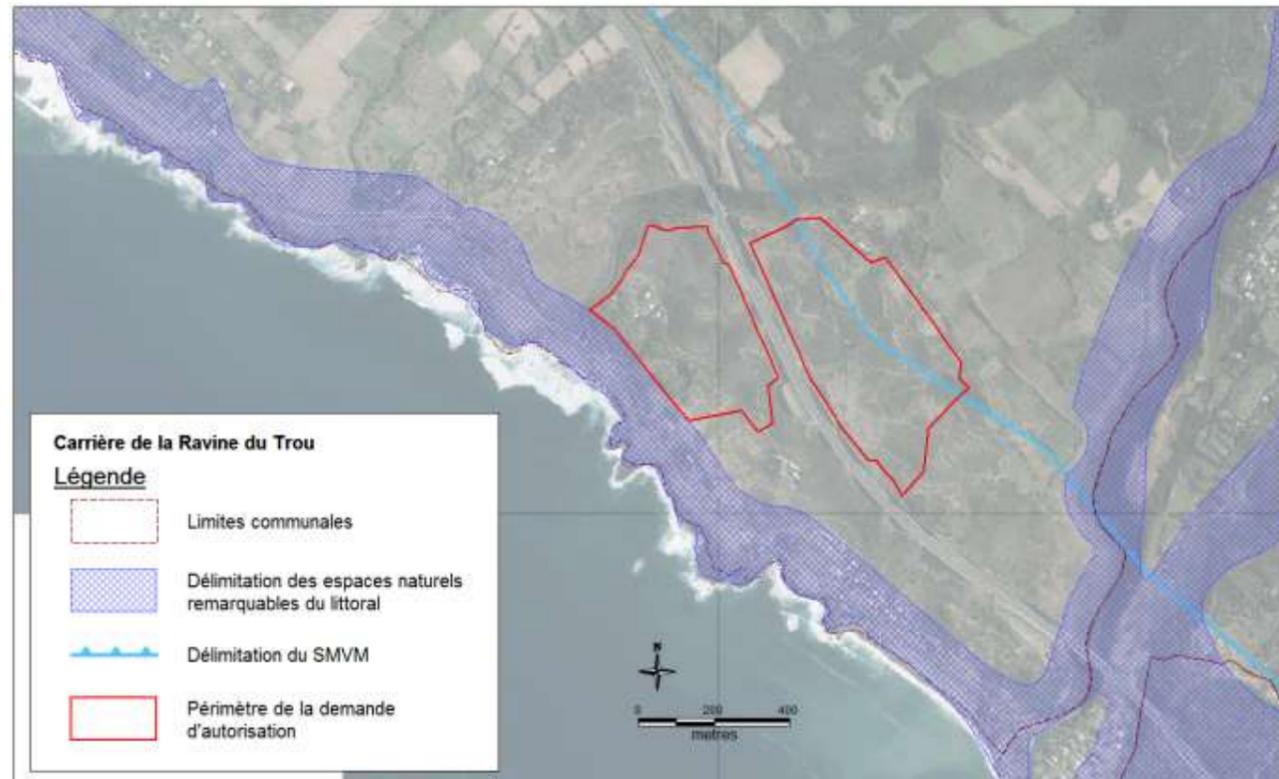


Planche 21 : Localisation des espaces remarquables par rapport au périmètre de la maîtrise foncière

Les espaces naturels remarquables du littoral à préserver jouxtent la parcelle BW 253. Il s'agit du site de La Pointe au Sel-côte des souffleurs, Ravine des Avirons. Cet espace, qui est inclus dans le périmètre de la maîtrise foncière, a été exclu du périmètre classé de la carrière.

4.4.4 La réserve naturelle marine

La Réunion est bordée sur sa côte ouest par des récifs coralliens. Ils constituent une protection naturelle contre les assauts de la mer et ont permis le développement des zones balnéaires de l'île à Saint-Paul, Saint-Leu, Étang-Salé et Saint-Pierre.

Ce secteur a été classé en 2007 en Réserve Naturelle Marine qui s'étend sur 40 km de côtes du Cap La Houssaye à Saint-Paul, à la Roche aux oiseaux à l'Étang Salé.

La réserve est notamment réglementée par le décret du 21 février 2007 qui interdit notamment d'abandonner, de laisser écouler ou de jeter tout produit ou organisme de nature à nuire à la qualité de l'eau, de l'air, du sol ou du site ou à l'intégrité de la faune.



Planche 22 : Localisation de la réserve naturelle marine par rapport au périmètre de la maîtrise foncière

La réserve naturelle marine est située en aval du projet impliquant la prise des mesures préconisées par le décret de création de la Réserve.

Les études spécifiques réalisées sur le milieu marin dans le cadre de ce projet (§ 5.8.5) et les mesures mises en œuvre dans le cadre de l'exploitation de la carrière (§7.2 à 7.5) permettent de réaliser la compatibilité de la carrière avec les principes de préservation de la Réserve.

4.4.5 Les Espaces Naturels Sensibles

Les Espaces Naturels Sensibles (ENS) ont pour objectif de préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels et des champs d'expansion des crues et d'assurer la sauvegarde des habitats naturels. Ces espaces sont susceptibles d'être aménagés afin d'être ouverts au public, sauf exception justifiée par la fragilité du milieu naturel. Les territoires ayant vocation à être classés comme Espaces Naturels Sensibles « doivent être constitués par des zones dont le caractère naturel est menacé et rendu vulnérable, actuellement ou potentiellement, soit en raison de la pression urbaine ou du développement des activités économiques et de loisirs, soit en raison d'un intérêt particulier, eu égard à la qualité du site, ou aux caractéristiques des espèces animales ou végétales qui s'y trouvent ».

Réglementation :

Les espaces naturels sensibles des départements (ENS) sont un outil de protection des espaces naturels par leur acquisition foncière ou par la signature de conventions avec les propriétaires privés ou publics. Leur création s'appuie sur les Articles L. 142-1 à L. 142-13 et R. 142-1 à R. 142-19 du code de l'urbanisme et la circulaire du ministère de l'aménagement du territoire, de l'équipement et des transports n° 95-62 du 28 juillet 1995 relative aux recettes et emplois de la taxe départementale des espaces naturels sensibles.

Ces espaces sont protégés et doivent être ouverts au public.

Les parcelles d'étude ne recèlent aucun espace naturel sensible.

4.4.6 Les arrêtés de protection de biotope

Les arrêtés de protection de biotope sont des aires protégées à caractère réglementaire, qui ont pour objectif de prévenir, par des mesures réglementaires spécifiques de préservation de leurs biotopes, la disparition d'espèces protégées.

Réglementation :

La réglementation instituée par l'arrêté, consiste essentiellement en l'interdiction d'actions ou d'activités pouvant nuire à l'objectif de conservation du ou des biotopes. **Les interdictions édictées visent** le plus souvent : l'écobuage, le brûlage des chaumes, le brûlage ou broyage de végétaux sur pied, la destruction de talus ou de haies, les constructions, la création de plans d'eau, la chasse, la pêche, certaines activités agricoles par exemple : épandage de produits antiparasitaires, (emploi de pesticides), **les activités minières et industrielles**, le camping, les activités sportives (telles que motonautisme ou planche à voile par exemple), la circulation du public, le survol aérien en-dessous d'une certaine altitude, la cueillette...

Les arrêtés préfectoraux de protection de biotope sont régis par les **articles L411-1 et 2, R411-15 à R411-17** du code de l'environnement et par la circulaire du 27 juillet 1990 relative à la protection des biotopes nécessaires aux espèces vivant dans les milieux aquatiques.

Aucun arrêté de protection de biotope n'est instauré au niveau des parcelles d'étude.

4.4.7 Les réserves biologiques domaniales

Les réserves biologiques domaniales ou forestières sont instituées dans des forêts de l'État (domaniales) ou des collectivités (forestières) sur le fondement de l'aménagement forestier approuvé par les deux ministères en charge de la forêt et de l'environnement. Elles sont gérées par l'Office National des Forêts. L'objectif prioritaire dans ces forêts est le maintien du patrimoine naturel, par une gestion adaptée, ou encore une absence de gestion pour permettre la libre évolution naturelle de ces écosystèmes.

Les réserves biologiques constituent un outil de protection propre aux forêts publiques et particulièrement bien adapté à leurs spécificités.

Réglementation :

Les Réserves biologiques trouvent leur fondement juridique dans le Code forestier : **L. 133-1 et R. 133-5 du code forestier** (forêt domaniale), plus **l'article L. 143-1** pour les forêts non domaniales. Les Réserves biologiques sont créées par arrêté interministériel (Écologie et Agriculture), pour une durée illimitée.

Les parcelles d'étude ne sont pas localisées dans une des réserves biologiques gérées par l'Office National des Forêts.

4.4.8 Zones humides

Les zones humides sont des interfaces entre les milieux aquatiques les milieux terrestres, et entre les eaux superficielles et les nappes souterraines. Ces écosystèmes sont de véritables infrastructures naturelles qui jouent un rôle fondamental dans la gestion de la ressource en eau et des milieux aquatiques.

La zone humide la plus proche recensé par l'inventaire patrimonial des zones humides de la Réunion est la zone humide de La Mare de l'Etang Salé.

Les parcelles d'étude ne sont pas localisées en zones humides répertoriées de la Réunion.

4.4.9 Les sites classés et inscrits

Les sites inscrits et classés ont pour objectif la conservation ou la préservation d'espaces naturels ou bâtis présentant un intérêt certain au regard des critères prévus par la loi (artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque). L'existence et les limites cadastrales de la servitude sont obligatoirement mentionnées en annexe au POS ou PLU.

Réglementation :

Les sites inscrits et classés sont basés sur les lois du 21 avril 1906 et du 2 mai 1930, ainsi que sur les Articles **L. 341-1 à L.341-22 ; R. 341-1 à R.341-31 du Code de l'environnement**.

Ces articles indiquent que les sites inscrits et classés ont pour objectif la conservation ou la préservation d'espaces naturels ou bâtis présentant un intérêt certain au regard des critères prévus par la loi (artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque). L'inscription soit concerne des sites méritant d'être protégés mais ne présentant pas un intérêt suffisant pour justifier leur classement, soit constitue une mesure conservatoire avant un classement. **Le classement offre une protection renforcée en comparaison de l'inscription, en interdisant, sauf autorisation spéciale, la réalisation de tous travaux tendant à modifier l'aspect du site.**

La parcelle d'étude BW 253 est localisée à proximité (sans en faire partie) du site classé de la Pointe-au-Sel et de ses environs, y compris le domaine public maritime correspondant. Le classement de ce site est lié au caractère pittoresque de cet ensemble.

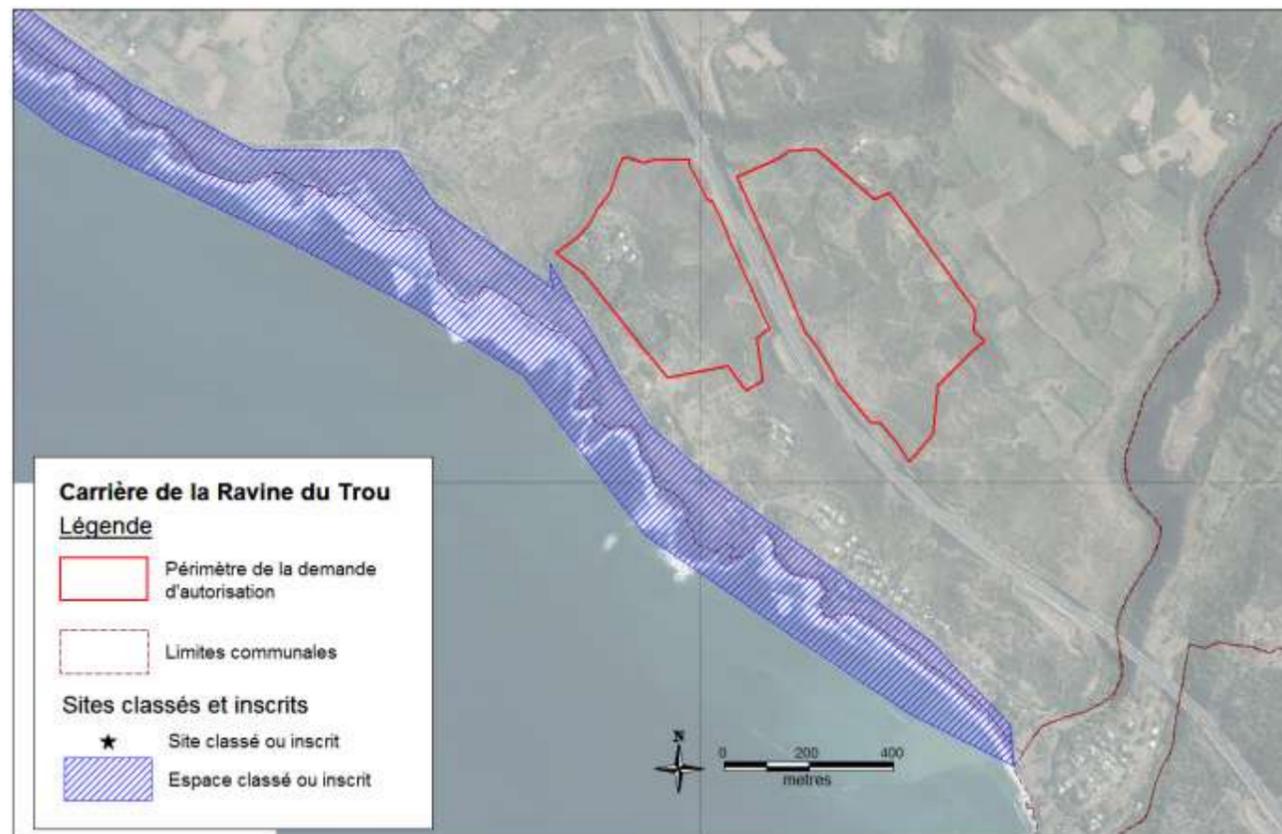


Planche 23 : Localisation du projet par rapport aux sites classés/inscrits

4.5 RÉSEAUX

4.5.1 Réseau électrique

Plusieurs lignes basses tensions jouxtent le périmètre de la maîtrise foncière sans toutefois le traverser (cf. Planche en page suivante)

4.5.2 Réseaux de télécommunication

Les services d'Orange indiquent que ses ouvrages et réseaux ne sont pas concernés par le périmètre de la maîtrise foncière. On relève toutefois la présence d'une antenne relais sur la parcelle BW 253 situé à 35m des limites de la maîtrise foncière.(cf. Planche en page suivante)

4.5.3 Réseaux d'eau

Le secteur d'étude est concerné par :

- un réseau d'irrigation situé en amont immédiat du périmètre de la maîtrise foncière.
- un réseau d'alimentation en eau potable
- un réseau d'eaux usées

Le périmètre du projet n'est traversé par aucun de ces réseaux. On relève toutefois la présence d'une antenne desservant la parcelle cultivée appartenant au périmètre d'extraction (parcelle cultivée par Monsieur PADRE) Cette antenne sera redéveloppée sur les nouvelles parcelles créées dans le cadre de la remise en état (y compris les parcelles de M. PADRE).

Il n'est pas recensé d'autres réseaux sur secteur d'étude d'après les informations disponibles sur le site <http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr/>.

4.6 AUTRES SERVITUDES

Il n'existe pas à notre connaissance d'autres servitudes affectant le site, tant au titre du transport de gaz, des servitudes aéroportuaires que des servitudes militaires.

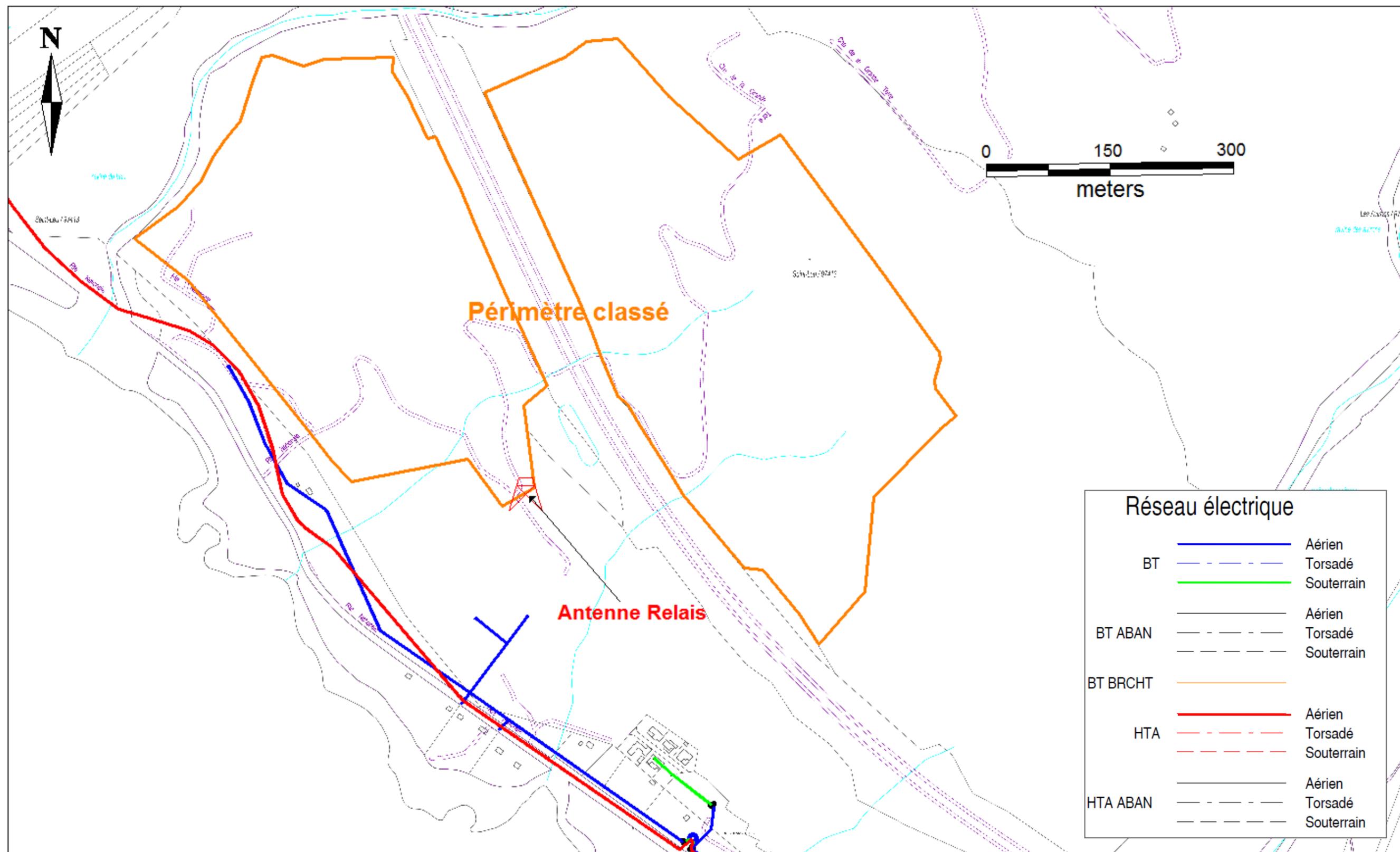


Planche 24 : Localisation du réseau électrique et de télécommunication sur le secteur d'étude

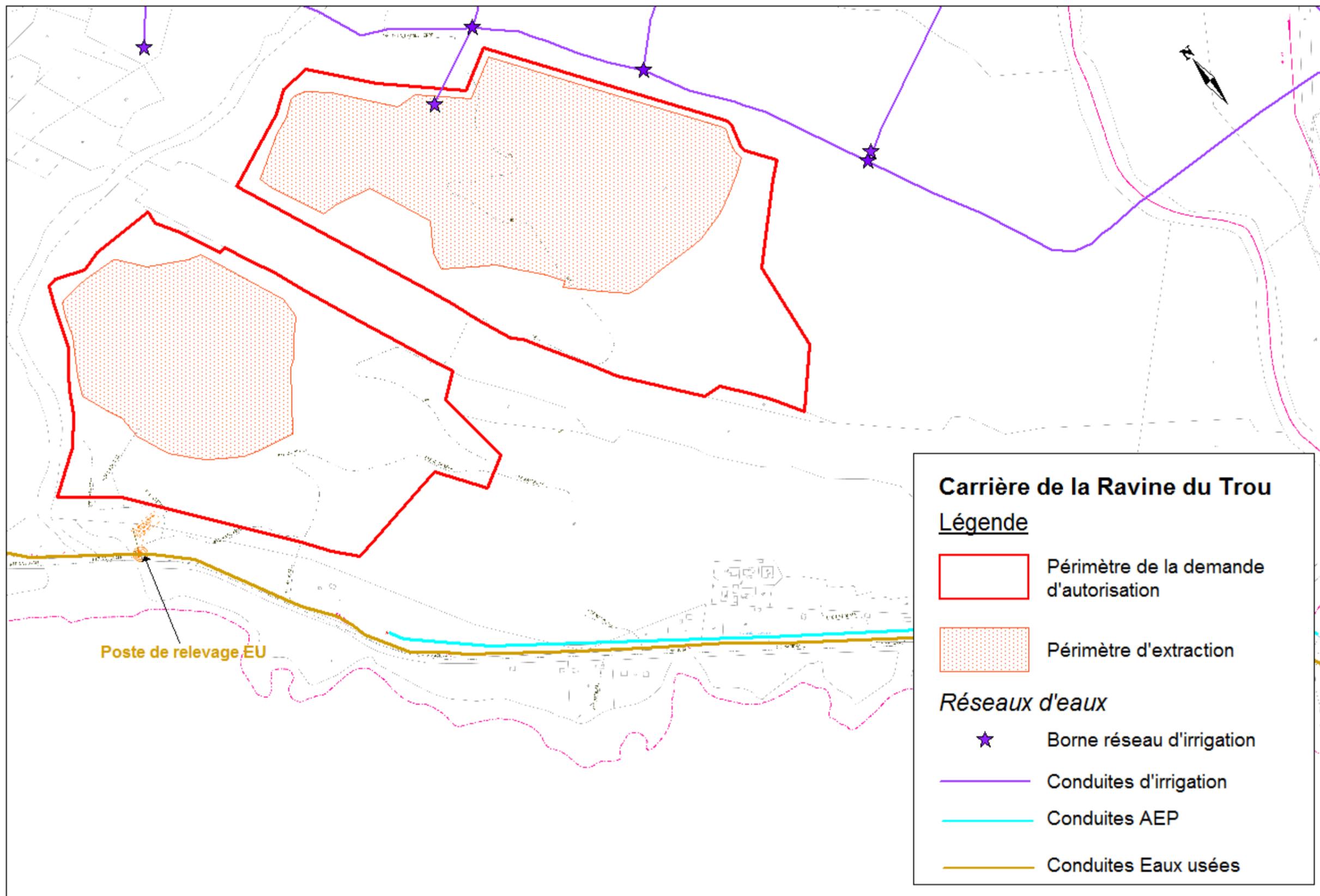


Planche 25 : Localisation des réseaux d'eaux sur le secteur d'étude

5. DESCRIPTION DE L'ETAT INITIAL

5.1 ENVIRONNEMENT HUMAIN

5.1.1 Population

La commune de Saint-Leu couvre une superficie de 118,37 km² soit 4,7 % du territoire de l'île de la Réunion.

Elle se compose, d'un centre autour duquel sont rattachés les quartiers périphériques de :

- Chaloupe Saint-Leu
- Quartier des Zattes
- Pointe au Sel
- Bras Mouton
- Bac en fer
- Cap Saint-Leu
- La Fontaine
- L'Étang Saint-Leu
- La Pointe des Châteaux
- Les Colimaçons
- Le Plate
- Grand Fond
- Stella Matutina
- Le Portail
- Piton Saint-Leu

Sur la base des données du recensement INSEE, la commune de Saint-Leu comptait 25 310 habitants en 1999.

Au dernier recensement de 2010, la population totale était 31 298 habitants soit un accroissement de 23,65% entre 1999 et 2010, soit une variation annuelle moyenne de +1,9% dont 1,4% attribué au solde naturel et 0,5% au solde apparent.

La densité de population est ainsi en moyenne de 261,6 hab./km².

Le taux d'accroissement naturel entre 1999 et 2010 a été de 13,7‰.

5.1.2 Habitat

La commune de Saint-Leu s'est développée sur la planèze ouest du Piton des Neiges. Plusieurs pôles d'urbanisation se sont développés de manière clairsemée dans le paysage agricole parmi lesquels :

- Saint Leu centre : Saint-Leu est une ville bâtie sur le littoral, elle est classée comme cité balnéaire.
- Le village rural de la Chaloupe Saint Leu qui s'étire le long de la Route Hubert Delisle. Son développement remonte au début du 20^e siècle avec la construction par le gouverneur Hubert Delisle de la route qui va désenclaver le village. Ce quartier situé dans les hauts de Saint Leu (900m d'altitude) est un village de tradition.
- Le quartier de Piton Saint Leu, situé à l'entrée sud du territoire communal. Ce secteur, historiquement tourné vers la culture de la canne à sucre dont il ne reste plus que les vestiges (Cheminée du Portail et l'ancienne usine sucrière Stella Matutina transformée en musée), connaît une urbanisation croissante, notamment sous l'effet de l'ouverture de la route des Tamarins qui traverse le village.

L'évolution des logements de la commune se caractérise de la manière suivante :

	1990	1999	2010
Ensemble	5 936	8 287	12 141
Résidences principales	5 264	7 335	10 773
Résidences secondaires et logements occasionnels	146	98	336
Logements vacants	526	854	1 032

Tableau 2 : Évolution du nombre logements par catégorie
(source : recensement de la population de 1990 à 2010, INSEE)

	2010	%	1999	%
Ensemble	10 773	100	7 335	100
Habitations de fortune	95	0,9	298	4,1
Cases traditionnelles	1 014	9,4	1 885	25,7
Maisons ou immeubles en bois	616	5,7	843	11,5
Maisons ou immeubles en dur	9 048	84	4 309	58,7

Tableau 3 : Classement des résidences principales selon l'aspect du bâti
(source : recensement de la population de 1999 et 2010, INSEE)

En corrélation directe avec la variation positive de la démographie, le parc immobilier de la commune de Saint Leu connaît également une forte croissance. Ainsi, depuis plus de 20 ans, le nombre de résidences principales a été multiplié par deux.

La vétusté des habitations connaît par ailleurs une nette régression avec près de 84% du parc immobilier construit en dur en 2010 contre 58% en 1999.

5.1.3 Activités

5.1.3.1 Activités artisanales et industrielles

La répartition des activités du secteur Industrie – Commerce – Service (hors agriculture, banques et assurances) dans la commune de Saint-Leu est indiquée dans le tableau suivant.

	Réunion	Saint Leu
Ensemble	48891	1 589
Industrie	5414	168
Construction	6166	268
Commerce, transports, services divers	31283	885
Administration publique, enseignement, santé, action sociale	6028	268

Tableau 4 : Nombre d'entreprises sur la commune de Saint-Leu au 1^{er} janvier 2011
(Source : Tableau économique de La Réunion, INSEE)

La commune dispose de très peu de structures à caractère industrielle. La commune s'ouvre davantage sur le tourisme avec notamment un doublement du nombre de résidences secondaires et de logements occasionnels.

Les actifs de la commune représentent 69,6% de la population communale dont 25% sont en recherche d'emploi.

5.1.3.2 Activité agricole

Les Hauts de l'ouest ont une surface agricole importante, partagée entre champs de canne et prairies. Saint Leu fait parti des communes les plus agricoles de l'île avec 3131 ha de surface agricole utile, soit un quart de la superficie communale.

Depuis 1988, l'étude de la Surface Agricole Utile (SAU) montre que la commune de Saint Leu connaît une augmentation de sa SAU (+ 4% entre 1988 et 2010). Avec la commune de Trois Bassins, elle est la seule commune de l'ouest à connaître une évolution positive de sa SAU. On observe en effet plus généralement sur l'île des pertes importantes de SAU allant jusqu'à -60%. Cette augmentation de la SAU sur la commune de Saint Leu est notamment liée au basculement des eaux qui permet d'augmenter la superficie des parcelles en culture.

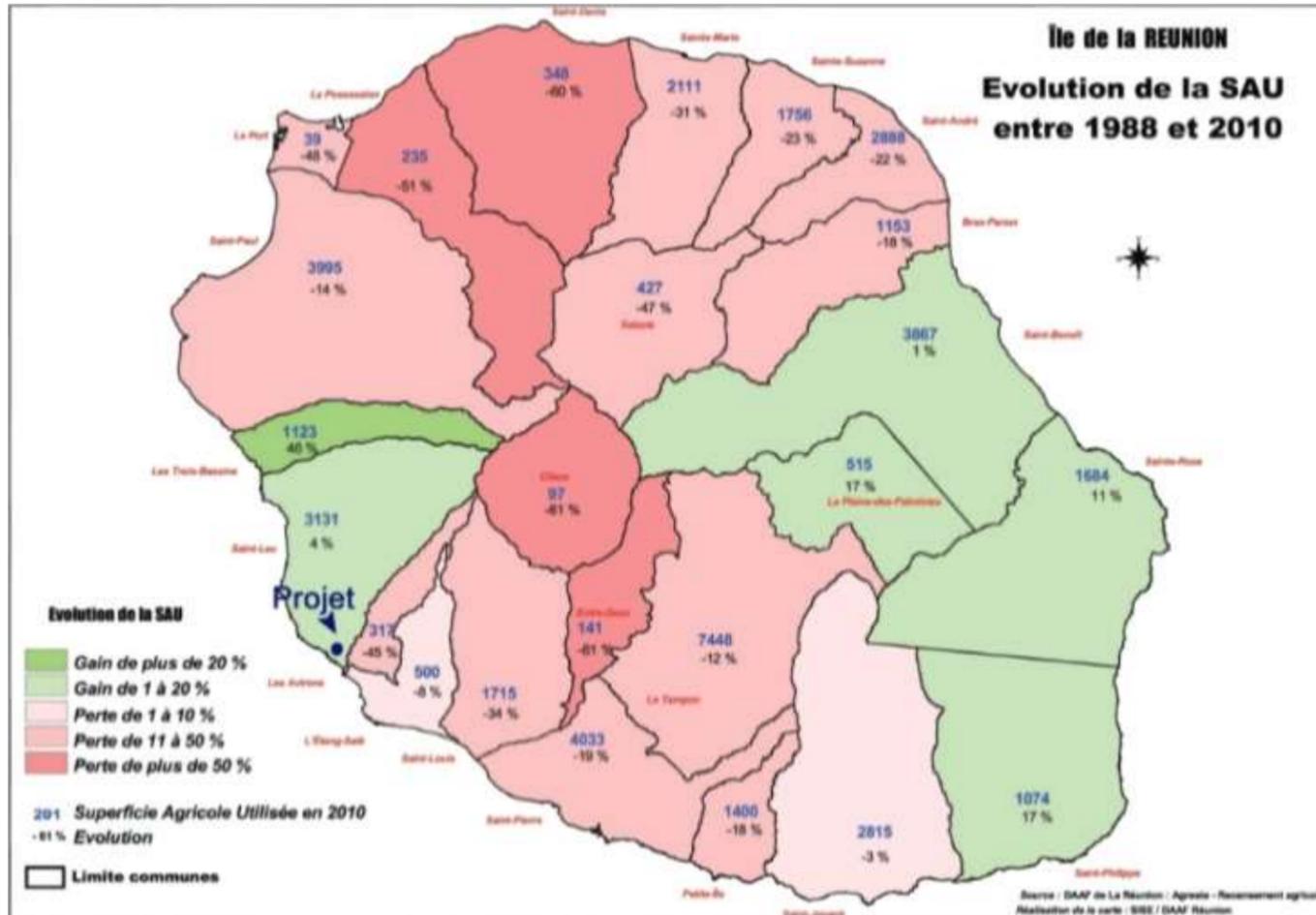


Planche 26 : Evolution de la SAU à la Réunion en 1988 et 2010 (Source : DAAF).

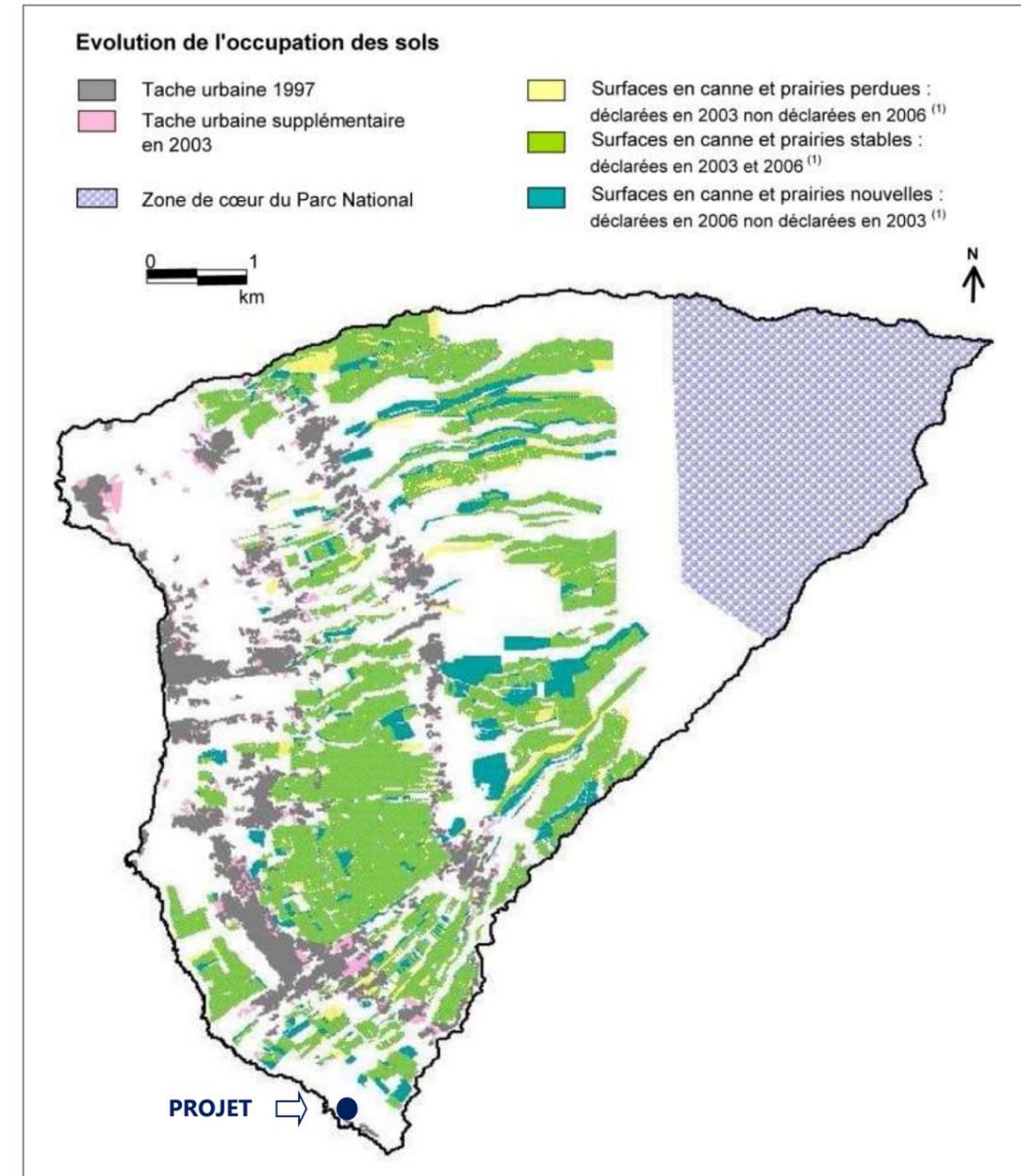


Planche 27 : Carte de l'évolution de l'occupation des sols sur la commune de St Leu (Source : DAAF).

En 2010, la commune de Saint-Leu comptait près 398 exploitations soit 131 exploitations en moins par rapport à 2000. Les exploitations saint-leusiennes représentent 5,22% du nombre total d'exploitations de l'île. Malgré cette forte baisse observée durant cet intervalle, Saint Leu occupe une place importante sur le marché de l'emploi agricole à La Réunion. A l'échelle de la commune, le secteur emploie 5,2% des actifs recensés sur le territoire.

L'élevage bovin extensif (74 exploitations) et la culture de la canne (222 exploitations) sont les deux activités qui dominent le secteur. Toutefois ces filières n'ont pas de retombées économiques locales, la population de la commune étant majoritairement non agricole.

La surface agricole utilisée pour la canne à sucre représentait en 2010 près de 58 % de la surface agricole utilisée. Elle concernait en 2010 près de 56% des exploitations pour une superficie de 1435 hectares.

A noter que la superficie des cultures de canne à la Réunion connaît une baisse notable depuis ces 20 dernières années au cours desquelles la canne a perdu plus de 1000 ha de surface qui lui était dédiée (cf. planche précédente).

Néanmoins, d'autres activités se développent comme les cultures maraîchères et plantes à parfums.

5.1.3.3 *Activité touristique*

La commune de Saint-Leu est une destination touristique reconnue. En effet, la forêt domaniale et l'accès au Parc National offrent de nombreuses randonnées possibles. A ce constat s'ajoute les longues pentes de la planèze et la richesse du lagon qui offrent à la commune un éventail d'activités touristiques large et attractif (surf, parapente, Musée Stella Matutina, Musée du sel, Conservatoire Botanique de Mascarin, Centre Kelonia, ...)

5.1.3.4 *Structures scolaires*

La population scolarisée représente 27,65 % de la population de Saint-Leu.

Sur la commune on répertorie :

- 9 écoles maternelles ;
- 6 écoles primaires ;
- 5 écoles élémentaires ;
- 3 collèges ;
- 1 lycée d'enseignement polyvalent

Le site du projet se situe dans une zone agricole. Aucune structure scolaire ne se trouve à proximité du périmètre du projet.

5.1.4 *Infrastructures routières*

Le réseau routier public, communal, départemental ou national, est constitué d'un ensemble de voies dont la hiérarchie peut être appréciée au regard de la nature des flux de circulation. Ainsi on peut distinguer des voies de circulations de transit, des voies de liaisons organiques des quartiers et des voies de circulations douces.

La circulation de transit

Cette circulation permet de traverser la commune ou de joindre entre eux les quartiers.

- La Route des Tamarins (**RN1**) : axe prioritaire (2 x 2 voies) permet de relier Saint-Denis à la région Sud de l'île. Trois sorties depuis la RN1 permettent l'accès à la commune ;
- La Route Nationale **RN1A** : ancien axe prioritaire reliant Etang-Salé à Saint Paul. La fréquentation de cet axe a été fortement diminué à la mise en service de la route des Tamarins ;
- La Route Départementale 11 (**RD11**), qui assure la liaison entre Piton Saint Leu et Les Avirons.

Ces axes routiers sont les plus fréquentés. Le projet est localisé entre la route des Tamarins et la Route Nationale (Cf. Planche ci-après).

Le trafic routier observé sur les deux principaux axes voisins du projet est le suivant :

Tronçon	Trafic moyen journalier annuel dans les deux sens tous véhicules confondus
Route de Tamarins RN1	34 377 véh/j (mois de mars 2015)
Route Nationale RN1 a	7 921 véh/j (semaine du 13 au 20 novembre 2014)

Tableau 5 : Trafic moyen journalier (Source : Recensement de la circulation - Région)



Planche 28 : Localisation des principaux axes routiers à proximité du projet

Les liaisons organiques de quartiers

La commune compte de nombreuses rues. Toutefois, le secteur du projet, situé en zone rurale, n'est concerné que par des voies agricoles. Il s'agit du Chemin de la Grande Terre.

Les circulations douces

La circulation automobile douce concerne les rues des centres marchands et les rues des zones résidentielles des différents quartiers de Saint Leu et des Avirons. Voies piétonnes et cyclables concernent également les circulations douces. La route nationale RN1 A comporte une bande cyclable très empruntée par les vélo-cyclistes. De plus, on recense à l'ouest et au sud du projet quelques habitations desservies par des chemins non carrossés.

5.1.5 Réseaux d'alimentation

5.1.5.1 Alimentation en eau potable

La production et la distribution de l'eau potable sur la commune de Saint-Leu sont assurées par la CISE Réunion. La commune dispose de quelques forages. Toutefois, la majeure partie d'entre eux est recensée sur la commune des Aviron.

Les captages recensés autour du projet carrière SCPR sont situés en amont hydraulique (cf. Planche 12).

Aucune contrainte réglementaire relative à un périmètre de protection ne concerne donc le projet. De plus, des mesures particulières seront prises afin de protéger la nappe au droit du site.

Nom	Ressource	Usage	Protection	Localisation par rapport au projet
Puits de Colimaçons	Souterraine	AEP	PPR / ZSR	Amont
Forage du Fond Petit Louis	Souterraine	AEP	PPR / ZSR	Amont
Captage Le Cap	Superficielle	AEP	Non	Amont
Captages Les Bananes	Superficielle	AEP	PPR / ZSR	Amont
Forage du Brûlé	Souterraine	AEP	PPR / ZSR	Amont

PPR : Périmètre de Protection Rapprochée / ZSR : Zone de Surveillance Renforcée

Tableau 6 : Caractéristiques des captages d'eau sur le secteur du projet

5.1.5.2 Irrigation

Le secteur d'étude est concerné par un réseau d'irrigation situé en amont immédiat du périmètre de la maîtrise foncière (cf. Planche 25).

Le périmètre du projet n'est traversé par aucun de ces réseaux. On relève toutefois la présence d'une antenne desservant la parcelle cultivée appartenant au périmètre d'extraction (parcelle cultivée par Monsieur PADRE). Cette antenne sera redéveloppée sur les nouvelles parcelles de Monsieur PADRE.

5.1.5.3 Assainissement

L'assainissement collectif équipe en partie les zones urbanisées de la commune de Saint Leu. Toutefois, il subsiste de nombreuses zones dans les hauts du territoire concernées par l'assainissement autonome comme indiqué sur la planche ci-contre.

Les eaux usées de la commune de Saint-Leu évacuées gravitairement vers un réseau séparatif (eaux usées strictes) sont traitées en station d'épuration.

La station d'épuration de Saint Leu, située près de la Pointe au Sel traite les eaux des différents quartiers raccordés de la commune (Piton Saint Leu, Pointe des Château, ...) ainsi que celles des Aviron. Dimensionnée pour traiter les eaux de 5000 Equivalent Habitant (EqH), la station n'est plus en capacité de traiter de manière satisfaisante les eaux qu'elle reçoit. En effet, avec l'accroissement de la population, le volume journalier des eaux à traiter est passé à 7000 EqH. Sous-dimensionnée au regard du volume d'eaux usées à traiter par jour, une nouvelle installation complète le dispositif d'assainissement.

Une seconde station d'épuration a donc été construite au sud-ouest de la commune, dans le secteur de Piton Bois de Nèfles. Elle traitera les eaux usées de Saint Leu et des Aviron.

Les environs du secteur d'étude sont desservis par l'assainissement collectif.

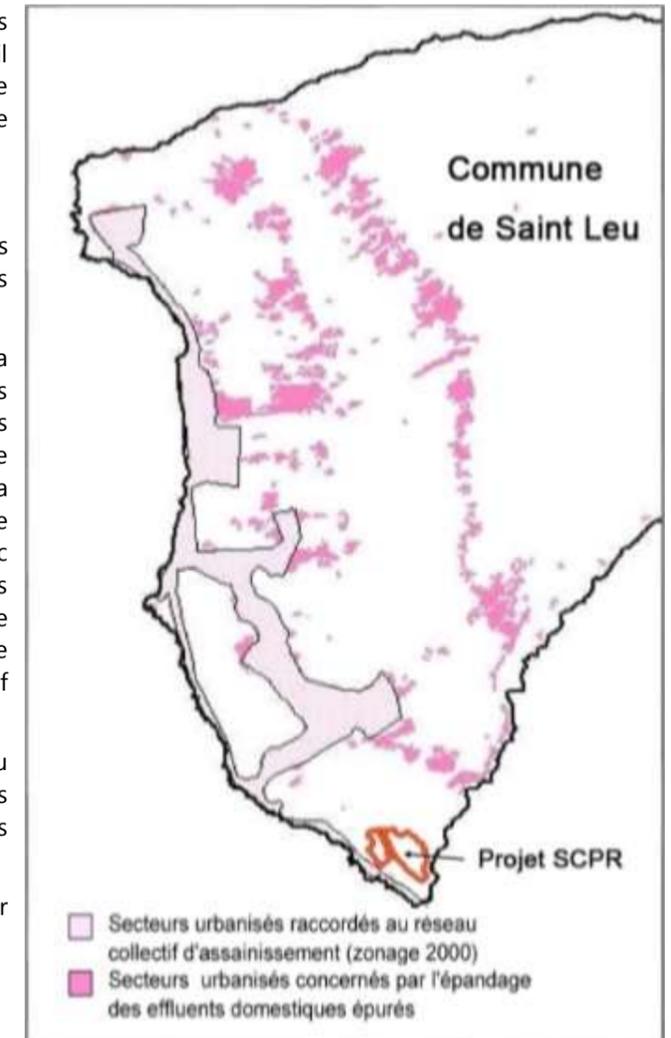


Planche 29 : Localisation des surfaces urbaines raccordées au réseau collectif d'assainissement

5.1.5.4 Le réseau électrique

Plusieurs lignes basses tensions et une ligne haute tension jouxte le périmètre de la maîtrise foncière sans toutefois le traverser (cf. Planche 24).

5.1.6 Urbanisation et activités aux abords du site

5.1.6.1 Milieu environnant immédiat

On retrouve principalement autour des parcelles concernées par le projet de la carrière SCPR des espaces cultivées ou en friche végétale ponctués par quelques habitations. L'occupation des sols est décrite sur la planche suivante.

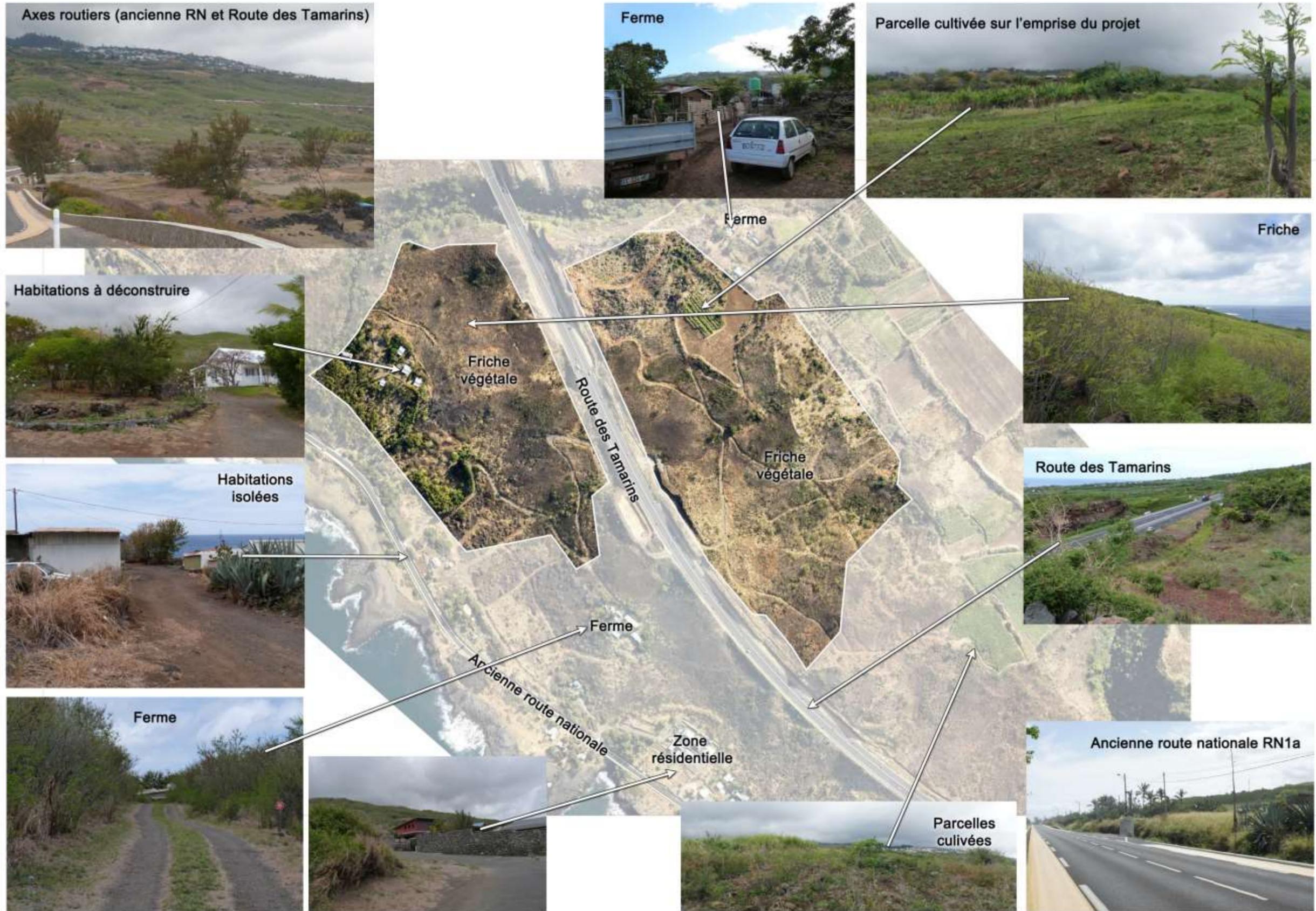


Planche 30 : Occupation du sol à proximité du projet de la carrière SCPR

5.1.6.2 Utilisation des sols au droit du projet

Bien que concerné en partie par un périmètre irrigué, les usages agricoles des sols au droit de la zone d'emprise du projet, demeurent très restreints. Les surfaces dédiées à l'agriculture ne représentent que 1,3 ha soit seulement de 7% de la surface en extraction projet.

La zone est en effet caractérisée par des pentes relativement importantes, de l'ordre de 16% qui rendent le secteur difficilement cultivable.



Planche 31 : Surface agricole au niveau de la zone du projet

Identification des exploitants agricoles au droit du périmètre du projet

Les surfaces agricoles répertoriées sur la zone du projet sont plantées en fourrage. Elles sont situées sur la parcelle BW 279. La cocoteraie recensée en 2012 parmi les surfaces agricoles réunionnaises n'est plus exploitée.

La surface occupée par cette culture et qui intercepte le projet est de 1,3 ha. Elles sont exploitées par M. PADRE. Cette exploitation est réalisée par le biais d'un contrat de fermage établi avec les propriétaires de la parcelle BW 279, l'indivision RIVIERE. M. PADRE exploite par ailleurs d'autres parcelles hors du périmètre du projet. De ce fait, les risques pour M. PADRE de perdre son statut d'agriculteur au cours de l'exploitation de la carrière sont nuls.



Planche 32 : Caractérisation des usages des surface agricole de la zone du projet

5.1.6.3 Habitations et établissements sensibles

L'urbanisation aux abords du projet est très limitée. En effet, le projet d'extraction de matériaux trouve son implantation dans une zone agricole. Il y est recensé quelques habitations à proximité du site retenu ainsi que deux exploitations agricoles.

Les habitations regroupées dans la ZAC de Bois Blanc sont situées en aval du projet de carrière, à proximité de l'ancienne Route Nationale. L'habitation la plus proche de la ZAC est distante de plus de 200m des limites du périmètre de la demande d'autorisation.

On recense également 3 habitations isolées en périphérie immédiate du projet de carrière (près de la RN1a). Ces trois habitations seront déconstruites au démarrage de l'exploitation. Sont également deux exploitations situées plus à l'intérieur des terres. Les exploitations sont accessibles par le chemin agricole qui traverse le secteur. La zone d'extraction se situe au minimum à 100m des premières habitations. Les limites du périmètre de l'installation sont distantes de 10m de l'habitation la plus proche.

On ne recense pas d'établissement sensible (établissements recevant du public, écoles ...) à proximité immédiate de la zone d'étude.

Les établissements sensibles les plus proches situés dans l'aire d'étude sont listés dans le tableau qui suit.

ETABLISSEMENTS SENSIBLES	Adresse	Localisation et distance par rapport au périmètre de la maîtrise foncière SCPR	Repère sur la planche suivante
Bureau d'associations, cyberbase, relais d'insertion	Impasse de Bois de Nêfles Les Avirons	1100 m à l'est	A
Boulodrome du Centre	Impasse de Bois de Nêfles Les Avirons	1060 m à l'est	B
Stade du centre	rue du Stade Les Avirons	1190 m à l'est	C
Gymnase	Rue Edouard Sartre Les Avirons	1210 m à l'est	D
Collège Adrien Cadet	85 rue du Stade Les Avirons	1230 m à l'est	E
Ecole mixte A	66 rue du Stade Les Avirons	1240 m à l'est	F
PMI	rue du Stade Les Avirons	1340 m à l'est	G
Ecole Mixte B Paul Hermann	Avenue du Général De Gaulle Les Avirons	1490 m à l'est	H
Le CASE, Salle, Bibliothèque	rue du Stade Les Avirons	1390 m à l'est	I
Ecole maternelle	3 Rue de l'église Les Avirons	1450 m à l'est	J
Mairie des Avirons	61 Avenue du Général De Gaulle Les Avirons	1360 m à l'est	K
Ecole maternelle du Plateau	29 CD 11 Le Plateau	1340 m au nord-est	L
Plateau sportif	CD 15 Le Plateau	1360 m au nord-est	M

Tableau 7 : Recensement des habitations et établissements sensibles

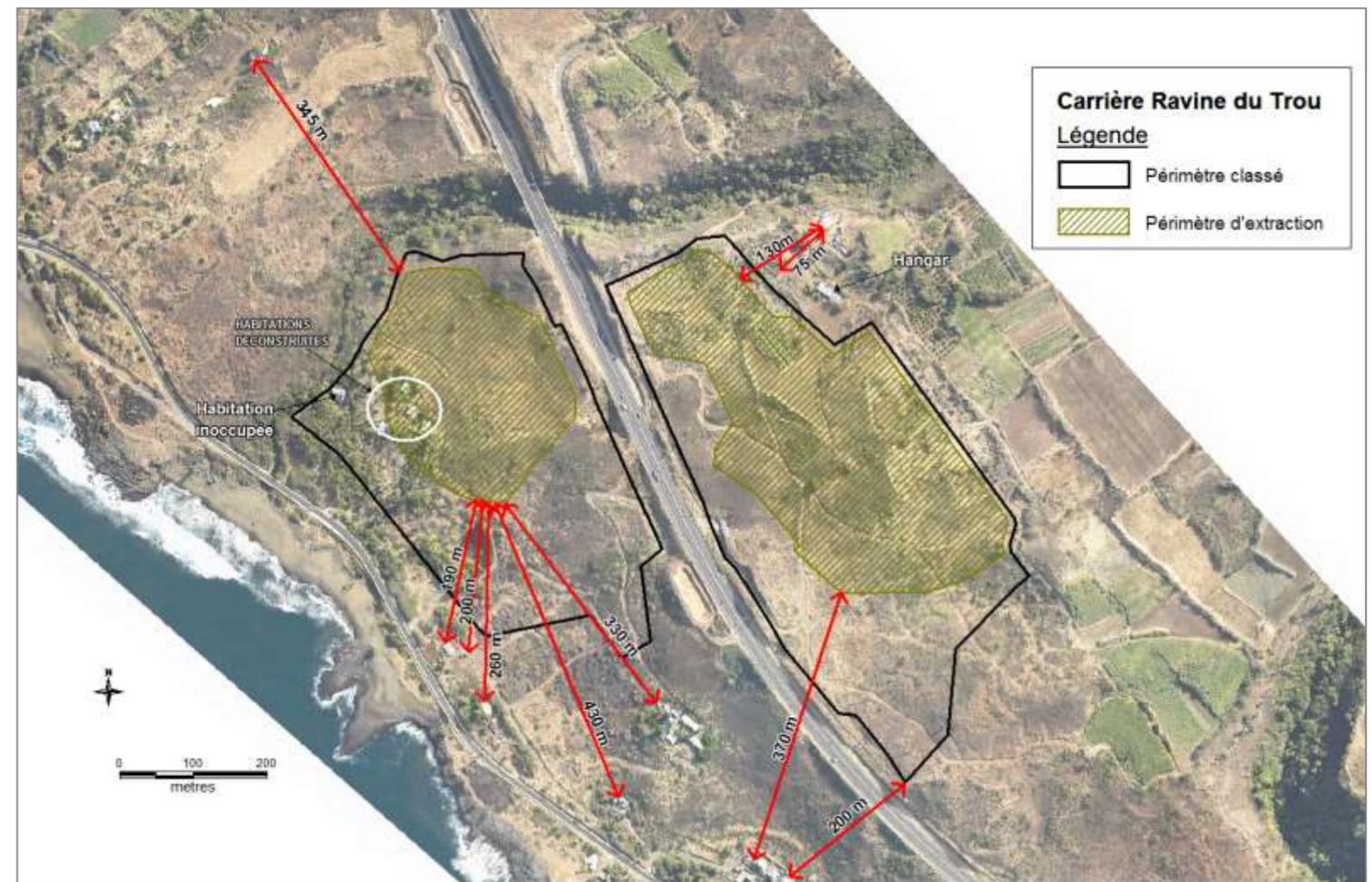
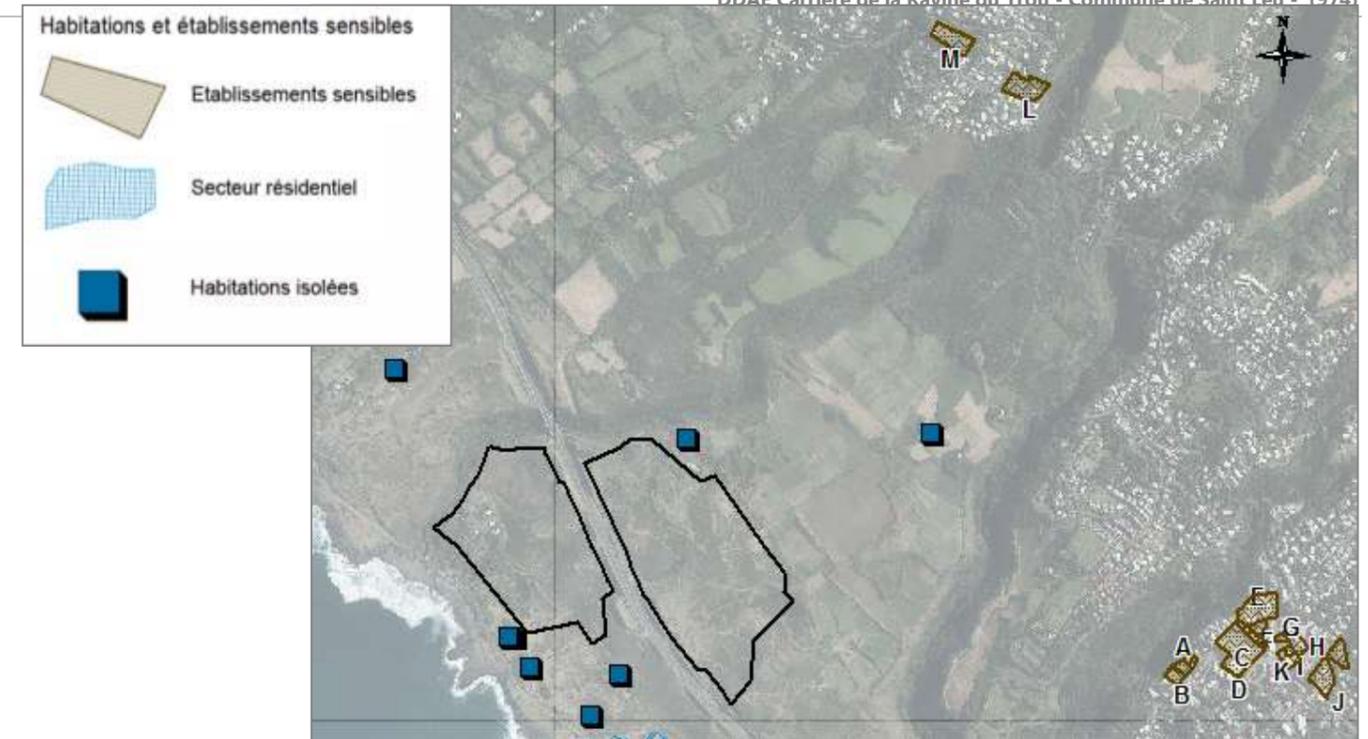


Planche 33 : Localisation des habitations et des établissements sensibles les plus proches

5.2 TOPOGRAPHIE - GÉOMORPHOLOGIE

5.2.1 Généralités

L'île de La Réunion est de nature volcanique. En les observant de la côte, les pentes sont presque partout très régulières. Cela est dû au type de construction des volcans qui ont formé l'île. Ils sont, principalement, de type hawaïen, c'est-à-dire faits d'une superposition de coulées fluides qui se sont étalées avec une certaine régularité.

Sur ces pentes régulières, les vallées ont une allure rayonnante. Compte tenu de la forme conique du volcan, les torrents prennent, à l'amont la forme de vallées proches qui s'éloignent les unes des autres en direction de la côte, à l'aval. Les grandes vallées découpent ainsi les planèzes en vastes triangles, pointe vers l'amont et base côté mer.

Le projet de carrière de la SCPR est situé au niveau de la Planèze ouest du massif du Piton des Neiges, la planèze du Grand Bénard.

Cette planèze est dominée par le Maïdo et le Grand Bénard culminant respectivement à 2205 m et 2898m. La pente générale est le plus souvent comprise entre 10 et 15%, cependant, à des altitudes diverses, et selon les secteurs, des ruptures de pente, pouvant atteindre 30 à 40% modèlent le versant.

L'extension de cette planèze a été modifiée à l'est par la création et l'évolution du cirque de Cilaos et du cirque de Mafate : la limite avec ces cirques a formée le rempart ouest du cirque de Cilaos et le rempart sud-ouest du cirque de Mafate.

Cette planèze est délimitée au nord par la vallée encaissée de la Rivière des Galets et au sud par celle de la Rivière Saint Etienne et du Bras de Cilaos. C'est l'érosion et la tectonique qui expliquent l'origine de l'encaissement de ces cours d'eau. En effet, au fil du temps, les coulées et les autres produits volcaniques se sont entassés les uns sur les autres pour former le massif volcanique du Piton des Neiges. Cet entassement forme un véritable « millefeuille » et cette succession de produits volcaniques est le premier maillon d'une histoire qui mène à la présence des galets. En effet, tout massif volcanique est concerné tôt ou tard par des effondrements de terrain, plus ou moins considérables. L'éboulement de remparts est un événement relativement fréquent. Beaucoup de leurs cicatrices sont encore visibles, malgré la rapidité de la repousse de la végétation. Ces effondrements de terrain, parfois violents, peuvent déplacer une quantité énorme de roches qui forment un éboulis à la base du rempart. Celui-ci est constitué de roches de différentes tailles (des gros blocs aux sables grossiers). Ces roches ont toutes le même aspect brisé avec des arêtes vives et irrégulières. Ils portent tous le même nom de brèches (volcaniques). Ce sont les premières formes de galets de l'île.

Les entailles creusées par l'érosion de la planèze ouest ont créé des nombreuses ravines, plus ou moins encaissées, la plus marquante étant celle de la Grande Ravine. Ces incisions étroites, entre des versants raides de 50 à 100 m de haut, sont tapissées de végétation jouant le rôle de brousse de protection.

La carte géomorphologique en planche suivante donne un aperçu de cette planèze de forme triangulaire formant les pentes ouest de l'île volcanique.

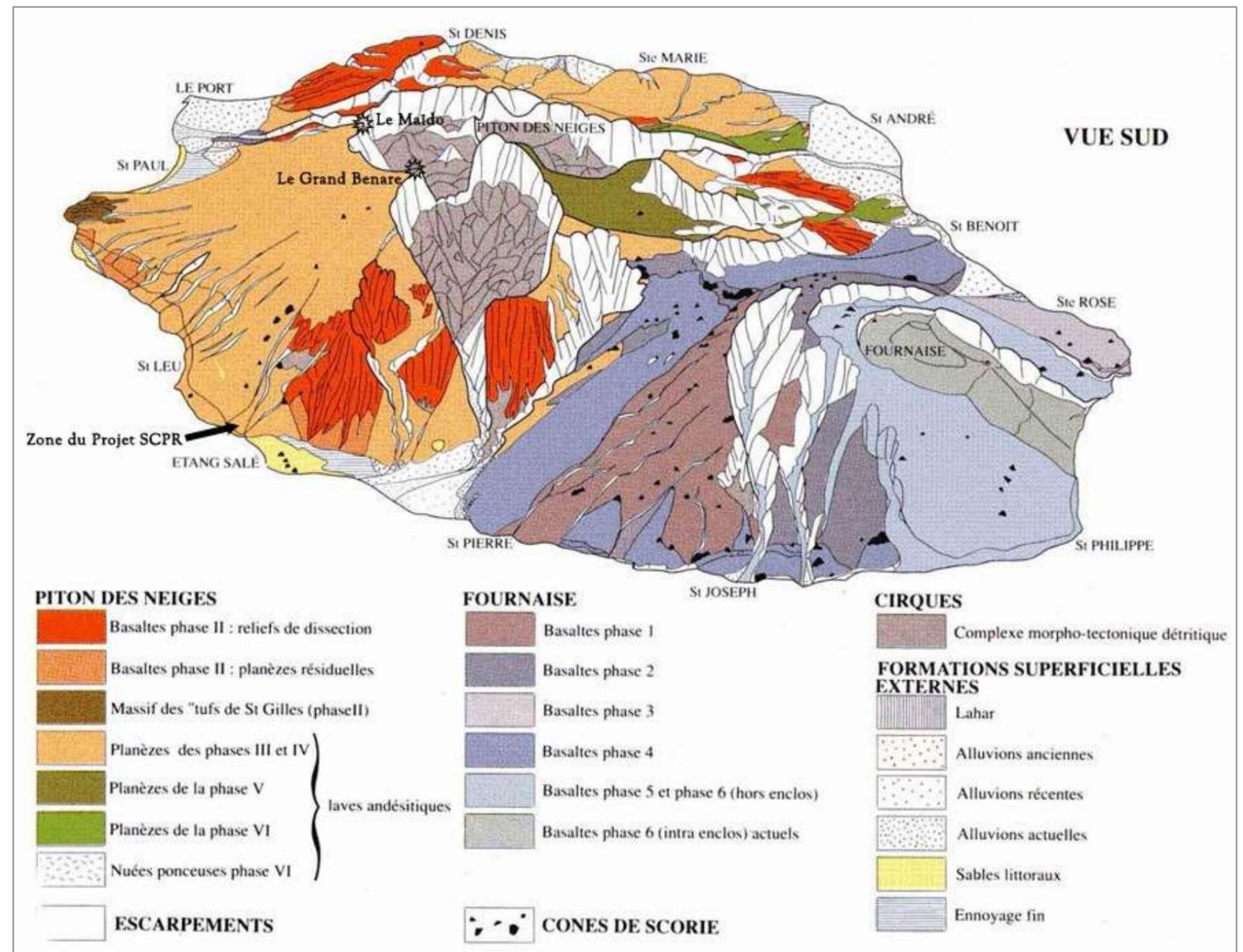


Planche 34: Carte géomorphologique de Réunion

5.2.2 Spécificités du site d'étude

Le projet de carrière sur la commune de Saint Leu s'inscrit sur les pentes ouest de l'île appartenant au massif du Piton des Neiges. Il est encadré par la Ravine du Trou au nord et la Ravine des Avirons au sud. Il se trouve en limite sud de la planèze.

La zone apparaît comme relativement vallonnée, comme le montre le plan topographique en planche suivante, où les contrastes du relief sont parfois assez marqués.

Ce relief relativement accidenté s'explique par les caractéristiques différentes des matériaux en place, qui les rendent plus ou moins vulnérables à l'érosion et à l'action du temps. Les roches les moins sensibles aux infiltrations et à l'érosion forment des collines ou "bosses" tandis que les scories, limons ou roches altérées sont plus facilement érodables et donc plus entaillées au fil du temps. Ces matériaux plus meubles viennent globalement colmater les dépressions du sol et à terme la porosité des sols scoriacés.

Les cotes altimétriques du projet sont comprises entre 14 m et 163 m NGR. La pente des sols est relativement constante mais demeure importante avec une moyenne de 16 %. Ainsi l'organisation topographique de la zone d'étude ne permet que difficilement la mécanisation de l'agriculture.

Sur le terrain, cette pente est cassée par la présence de la route des Tamarins dont le tracé a remodelé la morphologie de la zone.

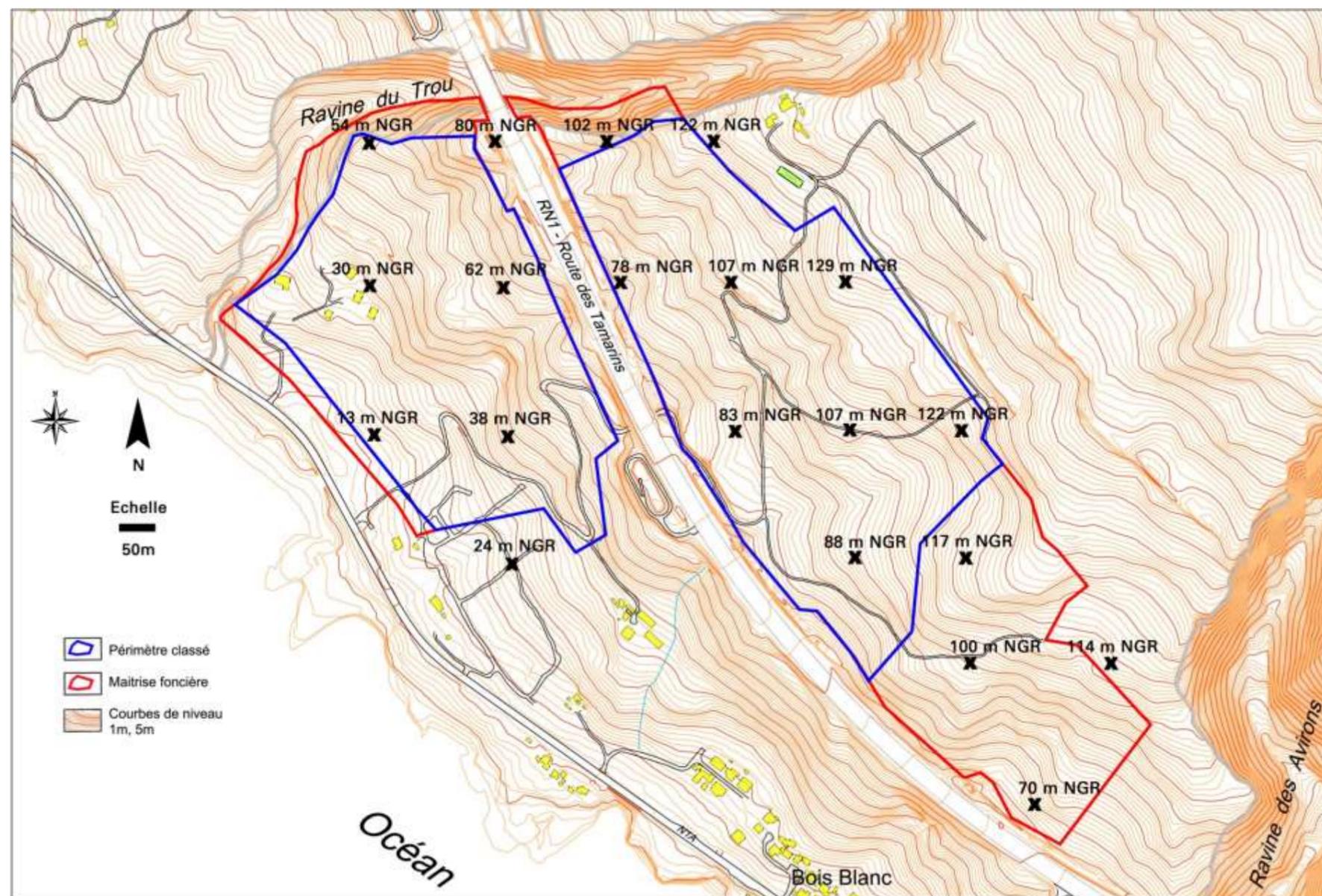


Planche 35: Plan topographique de la zone d'étude

5.3 PÉDOLOGIE

5.3.1 Caractéristiques générales des sols

Plusieurs composantes interviennent dans la pédogénèse. Les premières composantes sont d'ordre chronologique et lithologique. Ces deux composantes sont en effet déterminantes pour expliquer d'une part l'intensité et la nature des altérations et d'autre part le modelé. La nature climatique va également intervenir sur la pédogénèse par l'intermédiaire de l'exposition et de l'altitude. Enfin la dernière grande composante de la pédogénèse est la forme des versants et de leurs pentes.

Les caractéristiques pédologiques apparaissent ainsi à la fin, lorsque ces composantes se sont exprimées.

Le projet est situé dans la région dite « sous le vent ». Les sols des régions sous le vent ont une moins bonne stabilité structurale en surface que les sols des régions au vent. D'autre part, ils possèdent une réserve en eau inférieure et une perméabilité plus importante par rapport aux sols de l'Est.

Du point de vue pédologique, les sols des régions sous le vent sont pauvres en éléments fins en raison du régime pluviométrique peu important de la zone. Le taux de matière organique varie de 3 à 5 %. Le pH (eau) est plutôt neutre : 6,3 à 7,0, avec un complexe absorbant à une forte capacité d'échange cationique (20 à 22 mé/100 g, saturation proche de 100 %).

La planèze sur laquelle s'étend le projet est une planèze à sols bruns ferruginisés

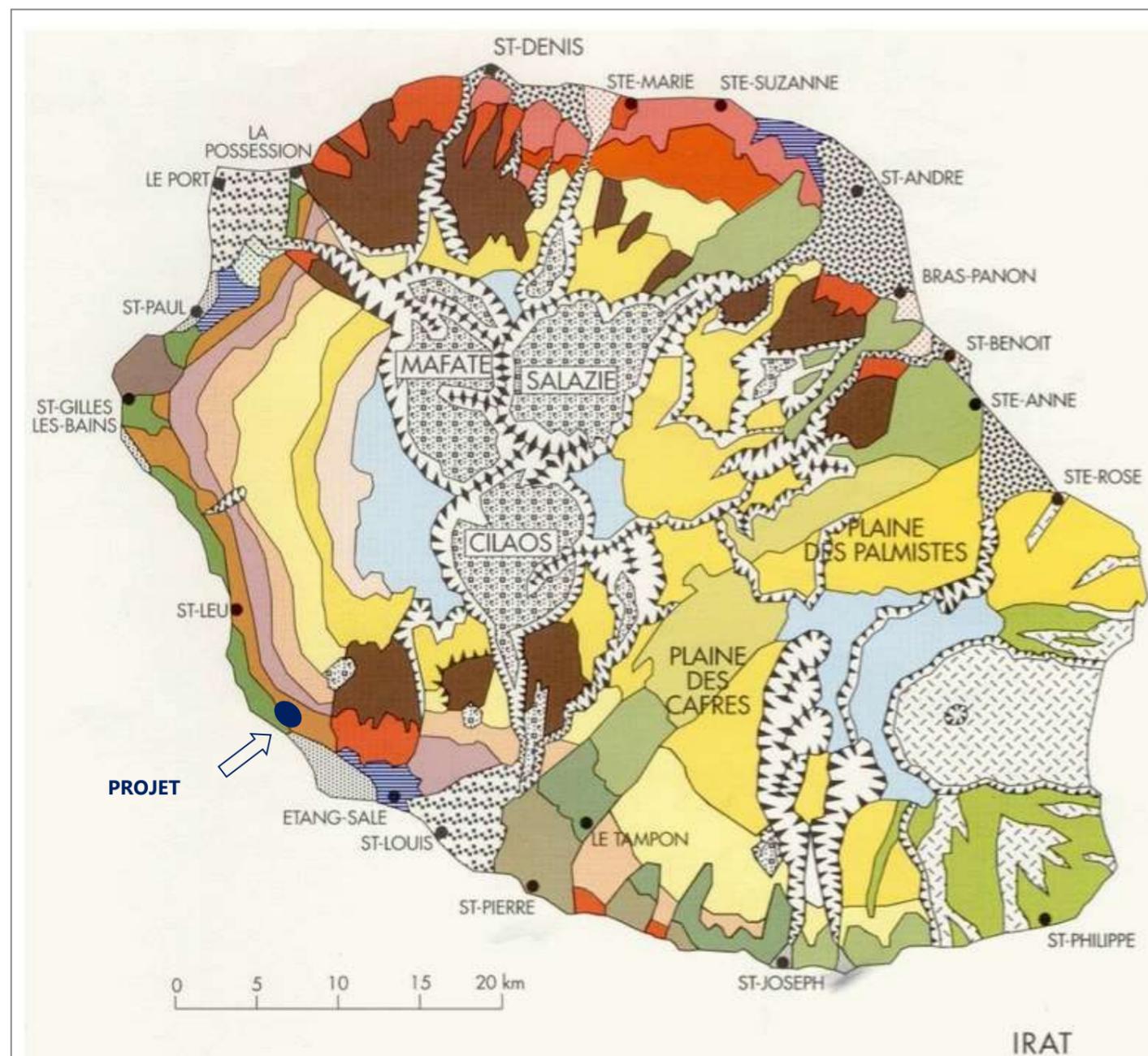


Planche 36: Carte pédologique de la Réunion, d'après Raunet, 1989

V- COULEES DE LAVE ALTEREES, SANS RECOUVREMENT CENDREUX

-  - Relief de dissection, à sols peu évolués sur matériau altéritique remanié colluvionné et à reliques ferrallitiques.
-  - Planèzes découpées résiduelles à sols ferrallitiques épais
-  - Planèzes à sols faiblement ferrallitiques
-  - Planèzes à sols bruns non ferruginisés
-  - Planèzes à sols bruns ferruginisés et sols ferrallitiques
-  - Planèzes à vertisols et affleurements caillouteux.

5.3.2 Caractéristiques des sols au droit du site

Le terrain du projet se situe sur la planèze ouest du massif du Piton des Neiges. Raunet, dans son étude du milieu physique et des sols de l'île de la Réunion, a identifié le secteur d'étude comme appartenant à une zone de planèze à sols bruns ferruginisés (cf. planche précédente).

Ces sols se forment à des altitudes inférieures à 300 m sur des terrains aux pentes supérieures à 10%. Ils résultent de l'activité morphodynamique sur le versant où la trilogie décapage - transit - accumulation aboutit à la formation d'une couche colluviale d'épaisseur et de pierrosité variable.

L'érosion qui se déroule sur ces sols est de type décapage en nappe qui remanie et redistribue en aval l'altération en place des mugéarites. On retrouve donc en surface une couche allochtone meuble, bien structurée (30cm à 1 m d'épaisseur) sur un substrat d'altération autochtone des coulées, traversé par des veines rougeâtres d'argilification.

Les sols bruns ferruginisés sont assez filtrants, avec une perméabilité (Muntz) à saturation de l'ordre de 50 mm/h.

Le classement des pentes permet de différencier ces sols en 3 unités :

- Les pentes modérées, entre 10 et 20% (unité 21)
- Les pentes fortes, entre 20 et 30% (unité 22)
- Les pentes très fortes, supérieures à 30% (unité 23)

On retrouve principalement au niveau du projet l'unité 22 (cf. planche ci-contre).

Les sols ferruginisés sont composés

- d'une couche colluviale (horizon A et B) riche en cailloux et en blocs plus ou moins altérés de toutes tailles. Leur épaisseur est variable et leur couleur est d'autant plus vive et l'épaisseur plus faible que la pente est forte, ce qui s'explique par un drainage et un dessèchement plus rapide et décapage plus accentué sur les secteurs plus pentus
- d'une couche sous-jacente d'altération en place plus compact des mugéarites, de teinte d'ensemble beige grisâtre

En profondeur, on ne voit pas la dalle rocheuse, exception faire des secteurs ayant remaniés par l'homme (pour la route des Tamarins notamment).

Les caractéristiques analytiques de l'horizon A (brun foncé, d'environ 20 cm d'épaisseur) sont en moyenne les suivantes :

- 20% d'éléments grossiers
- Matrice à texture argileuse : 50% d'argile / 37% de limons / 13% de sables
- Matières organiques 5 à 6%
- Azotes total : 2,2 ‰
- Rapport C/N = 12
- pH = 6,6
- CEC = 18 mé/100g dont Ca = 11 mé et Mg = 6 mé (Mg/Ca = 0,5) ; K = 0,3 mé, Na = 0,3 mé
- Saturation = 100 %
- Phosphore assimilable = 80 ppm et phosphore total = 1200 ppm

L'horizon B (brun rougeâtre, de 20 à 80cm d'épaisseur) se caractérise par :

- 20% à 30% de pierrosité
- Matrice à texture très argileuse : 53% d'argile / 35% de limons / 12% de sables
- Matières organiques 1,1%
- Azotes total : 0,6 ‰
- Rapport C/N = 12
- pH = 6,9
- CEC = 12 mé/100g dont Ca = 7,5 mé et Mg = 4,5 mé (Mg/Ca = 0,7) ; K = 0,02 mé, Na = 0,8 mé
- Saturation = 95 %
- Phosphore assimilable = 30 ppm et phosphore total = 800 ppm



Planche 37: Sol brun ferruginisé présent sur la zone d'étude et surmontant la dalle rocheuse

Le projet de carrière de la Ravine du Trou est principalement concerné par l'unité de 22 (cf. planche ci-contre).

Ces sols sont peu épais et blocailleux. La pente forte et la pierrosité excluent les cultures demandant d'importants travaux de mécanisation ou découvrant dangereusement le sol. L'épierreage systématique n'est pas envisageable sur ce type de milieu pour des raisons de coût autant que de prudence anti-érosive. Les éléments grossiers ont leur rôle dans la stabilité relative de la couche colluviale supérieure. Seule l'arboriculture peu mécanisée pourrait être envisageable sur ces terres mais cette dernière pose également de problèmes de rentabilité et de compétitivité.

Suivant leur épaisseur, leur réserve en eau utile varie de 50 à 80 mm. Ce sont des sols qui, du point de vue fertilité physico-chimique, sont intéressants, mais qui sont souvent dévalués par leurs pentes élevées, leur forte érodibilité, leur extrême hétérogénéité, leur profondeur assez faible, leur pierrosité excessive.

Les pentes observables dans l'unité ne permettent pas d'agriculture.

Aussi, la valeur agronomique des sols sur cette zone est donc faible.



Planche 38: Carte pédologique au droit du projet

Replats de planezes.	Sols bruns épais sur coulées "AA".	19
Planezes à pentes fortes.	Sols bruns peu épais associés à des affleurements blocailleux sur coulées "AA".	20
Planezes en replats étagés.	Sols bruns ferruginisés sur couche colluviale assez épaisse.	21
Pentes fortes (tectonique) moulées par des coulées.	Sols bruns ferruginisés caillouteux sur couche colluviale peu épaisse.	22
Escarpements de failles moulés par des coulées.	Sols bruns ferruginisés caillouteux peu épais et nombreux affleurements.	23
Replats des extrémités de planezes dominés par des escarpements tectoniques.	Sols bruns vertiques.	24
	Vertisols et affleurements rocheux.	25
Bandes littorales décapées des extrémités de planezes.	Coulées affleurantes, quelques poches de vertisols.	26
Placages discontinus de tufs pyroclastiques.	Sols bruns très peu épais ou tuf compact affleurant.	27

5.4 GÉOLOGIE

5.4.1 Organisation géologique et limite de répartition globale

L'île de la Réunion s'est construite progressivement sur les bases d'un puissant volcan caractérisé par des épanchements de lave basaltique à solidification lente et relativement perturbés par des explosions et projections de roches éruptives fragmentaires.

Cette construction s'est faite selon une direction nord-ouest / sud-est par deux grands massifs volcaniques dont l'un s'appuie sur l'autre :

- au nord ouest le massif du Piton des Neiges, occupant les deux tiers de l'île et qui culmine à plus de 3000m. Ce massif est caractérisé, en sa partie centrale, par 3 effondrements semi-circulaires formant les cirques de Mafate, de Salazie et de Cilaos ;
- au sud-est, le massif du Piton de la Fournaise, encore actif et culminant à plus de 2600m.

La zone d'étude fait partie de la région ouest de l'île, sur le massif du Piton des Neiges.

L'armature morphologique du massif de Piton des Neiges est de type "volcan-bouclier", avec un profil général en forme de larges dômes concavo-convexes. Le Piton des Neiges, a commencé à évoluer, il y a environ 200 000 ans, en "strato-volcan" à nette concavité sommitale. Cette "concavisation" est en relation avec une différenciation progressive de ses émissions, des basaltes fluides à sorties plus latérales que centrales, aux trachytes visqueux à tendance pyroclastique (coulées courtes auto-bréchifiées, cendres, ignimbrites, nuées) et à sorties plus centrales. Naturellement, le profil du massif, dont la forme générale est conditionnée par la nature et le mode d'émission des laves a été fortement affectés par la surimposition des événements volcano-tectoniques (calderas, pseudo-calderas...) et morpho-tectoniques : creusements des "cirques" avec évacuation des matériaux vers la mer, effondrements corrélatifs régressifs des parois périphériques et affaissements des "îlets". C'est ainsi que la forme primitive de la partie sommitale et centrale du Piton des Neiges (strato-volcan) ainsi que la (ou les) caldera à l'intérieur de laquelle elle se situait, ont été profondément éventrées par le creusement des cirques. Seules les "plaines" de Bébou et de Bélouve témoignent nettement de la dernière caldera.

La région ouest du massif est formée par une planèze très étendue, la Planèze du Grand Bénard.

5.4.2 Caractéristiques géologiques de la planèze de l'ouest réunionnais

La géologie de la zone d'étude a été définie dans un premier temps avec la carte géologique au 1/50000 (cf. Planche 39).

Le projet s'inscrit sur les pentes ouest du massif du Piton des Neiges. Cette zone est constituée par une vaste planèze qui s'étend jusqu'à la mer, la planèze du Grand Bénard. C'est un plan incliné triangulaire dont la base s'allonge sur près de 50 km, depuis la rivière des Galets au nord (débouché du Cirque de Mafate) jusqu'à la rivière Saint Etienne au sud (débouché du cirque de Cilaos), et dont le sommet, l'éperon du Grand Bénard, culmine à 2896 m.

Les sols identifiés à l'affleurement appartiennent à des coulées de la phase III et IV du volcan bouclier. Les terrains se présentent généralement sous la forme de bancs compacts de laves d'épaisseur métrique à décimétrique et de bancs de scories d'épaisseur métrique.

Les coulées de la phase III de la formation du Piton des Neiges interviennent après une longue période d'accalmie d'environ 80 000 ans pendant laquelle l'altération des terrains et l'érosion des reliefs ont pu laisser des traces. Elles

ont ainsi recouvert les pentes anciennes du massif et ont comblé les dépressions formés lors de cette accalmie. La fin de la phase III est marquée par une activité explosive.

La phase IV se caractérise par la reprise de l'activité volcanique avec l'émission de quelques coulées aphyriques mais surtout par une période de repos pendant laquelle l'altération pédologique sera sensible. D'importantes manifestations explosives interviennent au cours de cette période

Les basaltes qui constituent les coulées de la phase III sont essentiellement des basaltes porphyriques à plagioclases. Cette roche, massive ou vacuolaire, contient souvent en abondance des phénocristaux de feldspath. L'augmentation de la proportion de phénocristaux de feldspath dans les basaltes marque le passage progressif vers la phase IV. Les basaltes porphyriques laissent alors place aux andésites labradoriques alcalines.

➤ **Les roches basiques porphyriques à plagioclases, dites « roches pintades »**

Les roches pintades sont des basaltes très riches en phénocristaux pluri-millimétriques à centimétriques de plagioclase calcique.

Les laves porphyriques à plagioclase sont présentes dans les séries différenciées du Piton des Neiges et du Piton de la Fournaise. Les deux types (« pintades » basaltiques et hawaïtiques) affleurent sur le premier massif, tandis que seules les « pintades » basaltiques se trouvent sur la Fournaise. Les roches sont produites lors d'émissions de laves différenciées. Ainsi, sur le massif du Piton des Neiges, la présence des laves pintades marquent le début du magmatisme alcalin différencié du volcan (qui succède à la phase océanitique). Elles indiquent ainsi un changement majeur quant au stockage et au transfert magmatique au Piton des Neiges, marquant le début du déclin de son activité, conformément au schéma d'évolution des volcans boucliers.

On retrouve ainsi ces formations sur la phase III et IV du Piton des Neiges.

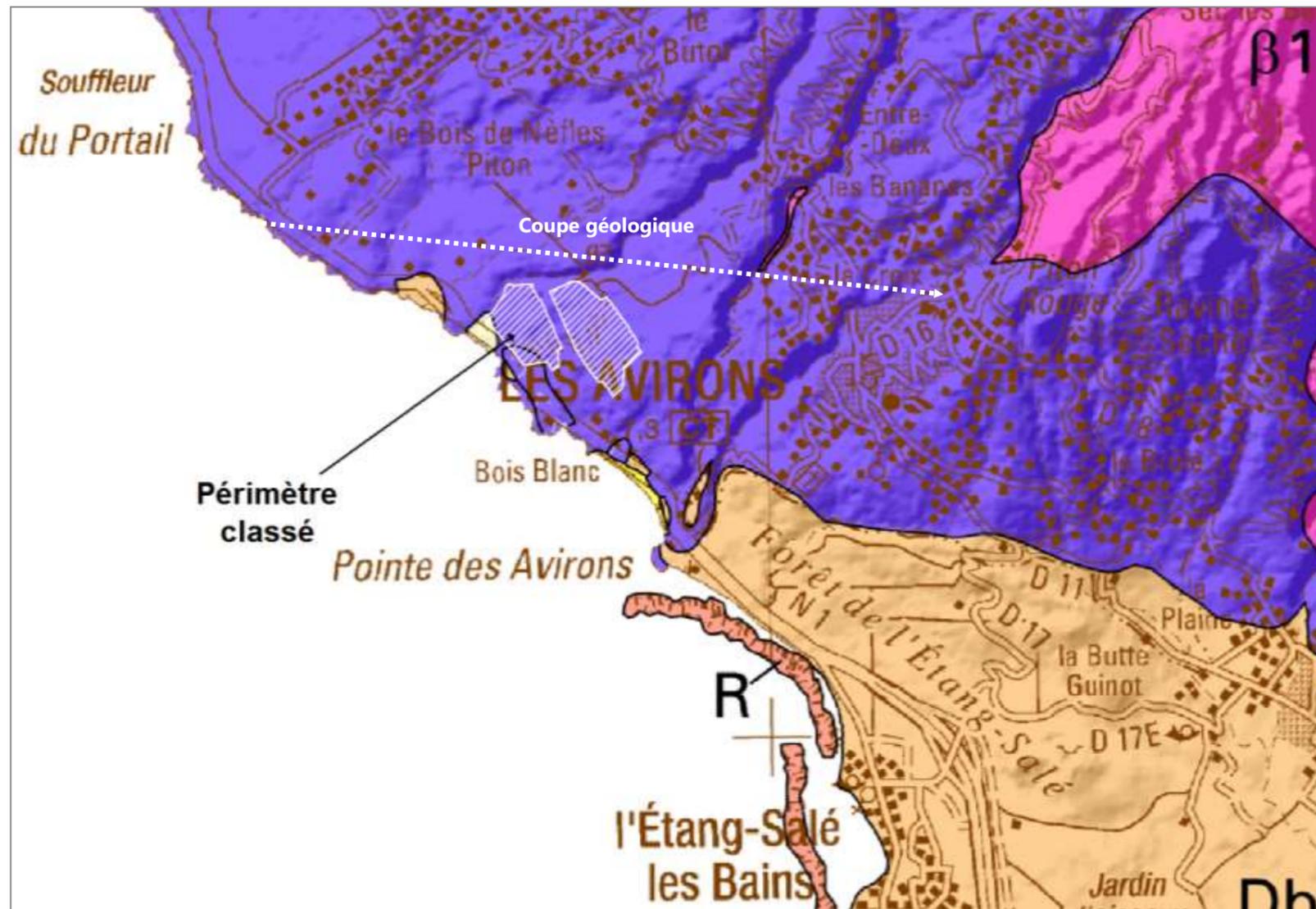
5.4.3 Caractérisation du sous-sol au droit du projet

5.4.3.1 Analyse des données existantes

La carte géologique

La carte géologique de la Réunion au 1/50 000 (illustration en planche suivante) décrit les formations géologiques suivantes dans le secteur d'étude:

- **Fz** : alluvions fluviales récentes (sables, graviers, galets, blocs basaltiques) à l'exutoire des ravines présentes dans cette zone ;
- **β_{iv}**: formation du massif du Piton des Neiges, phase IV, série différenciée (env. 70000 à 230000 ans) → coulées basaltiques & andésitiques (Hawaïtes, Mugéarites), aphyriques ou à phénocristaux de feldspath et d'olivine, généralement peu abondants ;
- **cp_{iv2}**: formation du massif du Piton des Neiges, phase IV, série différenciée → coulée pyroclastique des Trois Bassins, des Aviron, de Saint-Louis et de Saint-Pierre, présence d'éléments de ponces trachytiques et de roche grenue ;
- **fβ_m**: formations du massif du Piton des Neiges, phase III, série différenciée (env. 250000 à 350000 ans) → coulées basaltiques & andésitiques à phénocristaux de feldspaths (Hawaïtes, Mugéarites) ;
- **β_{ii}**: formation du massif du Piton des Neiges, phase II, série sans termes différenciés (env. 430000 à 2100000 ans) → coulées basaltiques à phénocristaux d'olivines (basaltes, basaltes à olivine, océanites), et basaltes à nodules de périclase.



- Formations superficielles**
- Dépôts alluviaux**
- Fz Alluvions récentes
 - Fy Alluvions anciennes
- Dépôts littoraux et marins**
- D Sables et galets de plage
 - Fm Alluvions fluvio-marines
 - Db Sables dunaires basaltiques
 - R Récifs coralliens
- Dépôts gravitaires**
- E Dépôts de glissements en masse, de coulées de débris, éboulis
- Massif du Piton des Neiges**
- Série différenciée (<340 000 ans)**
- τ Coulées trachytiques du plateau de Belouve
 - tfs Tufs soudés du Maïdo et de la Roche Écrite
 - tf Tufs en épandages
 - pc Coulées ignimbritiques
 - Br Brèches d'avalanches de débris de Saint Gilles
 - β_2 Coulées (basalte, hawaïtes, mugéarites)
- Série des océanites (>340 000 ans)**
- β_1 Coulées basaltiques à olivine
- Intrusions**
- θ Gabbros et syénites

Planche 39 : Carte géologique de la zone de Bois Blanc à Saint Leu (source : BRGM)

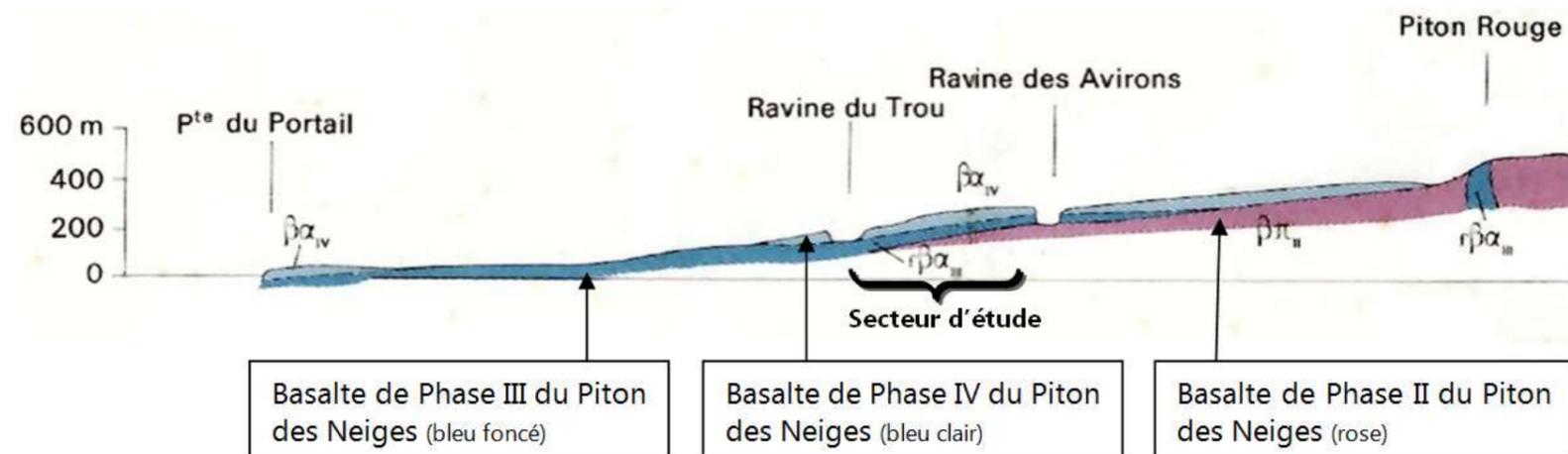


Planche 40 : Coupe géologique au niveau du secteur d'étude (Source : BRGM)

La zone d'étude comprend essentiellement les formations **βalV** & **fβam** composées de coulées basaltiques et andésitiques dont la direction d'écoulement se fait vers le sud-ouest (vers le littoral). Le faciès **βalV**, plus récent, affleure sur la quasi-totalité du site, tandis que le faciès **fβam**, plus ancien, est surtout visible dans les ravines du Trou et des Avirons encadrant le secteur étudié. La formation **βπII**, la plus vieille, affleure sur les hauteurs des Avirons et dans la ravine du même nom, ce qui témoigne de sa présence éventuelle sous les ensembles géologiques décrits précédemment au niveau de la zone d'intérêt.

Le Schéma départemental des Carrières

Le Schéma Départemental des Carrières qui décrit les ressources exploitables et exploitées en carrière de l'ensemble du territoire réunionnais met en évidence sur le secteur d'étude les ressources suivantes :

- coulée de lave massive avec des niveaux bréchiqes et/ou scoriacés
- zones à concentration d'andains

Les coupes des sondages géologiques

La zone d'étude, et plus spécifiquement le secteur d'emprise de la RN1, a fait l'objet de reconnaissances géologiques spécifiques dans le cadre du chantier de construction de la route des Tamarins. Ces forages sont peu profonds, compris entre 8 et 25m).

Le rapport de reconnaissances géologiques et géotechniques relatif au tronçon 10 de la route des Tamarins (traversant la zone d'étude) est fourni en annexe 4.

La synthèse des résultats issus des sondages réalisés sur et à proximité du site est donnée ci-dessous.

- Sondage **SC 708** : alternance de couches de basalte "pintade" sain (représentant 60% du carotté) et de basalte altéré à fortement altéré;
- Sondage **SC 709** : couche de 7,5 mètres d'andésite grise saine plagioclasique puis présence de graviers et scories jusqu'à environ 20 mètres;
- Sondage **SC 713** : alternance de couches d'andésite (de 3 à 6 mètres d'épaisseur) saine, grise, plagioclasique et légèrement vacuolaire et de couches de graviers et scories;
- Sondage **SC 714** : hétérogénéité du sondage, environ la moitié du carotté composée de graviers, sable et cailloux, 1/4 composé de roche saine (andésite et basalte gris et durs) et 1/4 de roches altérées (andésite faiblement à très altérée);
- Sondage **SD 712** : alternance de scories (d'une épaisseur totale cumulée d'environ 8 mètres), de basalte scoriacé (environ 3 mètres) et de basalte marron (couche de 7 mètres d'épaisseur);
- Sondage **SD 713** : alternance de basalte scoriacé à dur (2/3 du carotté) et de couches de scories (1/3 du carotté);
- Sondage **DE3** (profondeur de 13,04m) : alternance de basalte altéré scoriacé et de scories;
- Sondage **SC1** : alternance de couches de basalte "pintade" et de basalte gris-violet, altérées sur environ 1/4 du carotté, et de couches de cailloux et scories (15% du carotté).

Les coupes lithologiques indiquent, de manière générale, une succession de coulées basaltiques aux épaisseurs et degrés d'altération variables, avec des niveaux scoriacés plus ou moins importants. En surface, les ensembles sont plus altérés et déstructurés (0 à 3m) pour devenir plus sains en profondeur.

Ils confirment la présence de basalte gris et de basalte "pintade", et révèlent la présence occasionnelle de basalte gris-violet et marron. Ils relèvent également l'altération marquée du basalte, en particulier au niveau des couches superficielles.

Différents essais ont été menés sur les matériaux en présence. Les essais mécaniques (Los Angeles et Micro-Deval) réalisés sur les échantillons prélevés au niveau de ces sondages classent les matériaux en roche magmatique dure (R61 selon la norme NF P 11-300). Du point de vue des vitesses sismiques, on observe des vitesses faibles dans les limons, les sables et les blocs d'altération ainsi que dans les scories sous-jacentes et les niveaux très altérés ($1000 < V < 2000$ m/s). Les vitesses sismiques sont plus importantes dans les basaltes et les andésites ($1\ 500 < V < 4000$ m/s).

5.4.3.2 Les reconnaissances de terrain sur la zone d'emprise

Des investigations de terrain ont été réalisées pour compléter ces interprétations de coupes géologiques. Elles ont consisté en la réalisation de plusieurs panneaux électriques et sondages carottés.

Observations directes

Les terrains observés en surface (affleurements, talus en déblai de la route des Tamarins, ravines) mettent en évidence des faciès géologiques formés de coulées basaltiques plus ou moins épaisses (décimétriques à métriques) dont les degrés d'altération sont variables, alternant avec des niveaux béchiqes et/ou scoriacés de puissance décimétrique à métrique.

Cette alternance, coulées massives / scories peut s'observer sur diverses coupes géologiques réalisées sur le secteur (notamment dans le cadre du chantier de la route des Tamarins mais également à l'affleurement dans les ravines qui ont érodées cette planèze.

Les terrains rencontrés sont illustrés sur les planches suivantes :



Coulées et brèches basaltiques observées sur le talus amont de la RN1, à proximité de la ravine du Trou



Ensemble de coulées + blocs de basalte (profil P11)



Surface d'une coulée de basalte (proximité de P14)

Exemple de coulée basaltique métrique (en amont de P13)



Blocs de pluri-métriques le long du panneau P14



Affleurement de bèches scoriacées (talus en amont de la RN1)



Coulées et brèches scoriacées (en amont du pont de la Ravine du Trou)

Photo 1 : Affleurements observables sur la zone d'étude

Les panneaux électriques

Afin de caractériser les matériaux présents sur la zone d'emprise du projet, SCPR a fait réaliser une campagne géophysique par panneaux électriques. 40 panneaux ont ainsi été réalisés afin de fournir, dans un contexte géologique favorable, des indications sur la nature du sous-sol et de localiser les contacts entre les différents horizons géologiques lorsque ceux-ci présentent des contrastes de résistivité marqués.

La répartition de ces panneaux par rapport au périmètre de la maîtrise foncière est donnée sur la planche suivante :


Planche 41 : Localisation des panneaux électriques par rapport à la zone d'étude

L'ensemble des panneaux électriques réalisés dans le cadre de la campagne géophysique ont pour objectif de délimiter les zones intéressantes pour ce projet.

L'étude a été menée en plusieurs phases, 5 au total, permettant de resserrer le maillage entre les dispositifs réalisés lors de la campagne précédente et confirme assez clairement la continuité des niveaux résistifs entre les panneaux.

Les panneaux ont été mis en cohérence avec les observations de surface, notamment au niveau des affleurements de la route des Tamarins, et avec les logs de forage dans le rapport des sondages FORINTECH (cf. § suivant)

La campagne de reconnaissance géophysique par panneaux électriques a ainsi permis de localiser les faciès basaltiques « sains », massifs et en quantité suffisante afin d'envisager une exploitation.

Les panneaux électriques ont ainsi mis en évidence trois niveaux distincts de la surface vers la profondeur:

- Ensemble 1 : En surface (jusqu'à 10m de profondeur en moyenne), un ensemble conducteur avec une gamme de résistivité allant de 100 à 500 ohm.m, interprété comme les produits d'altération des basaltes.
- Ensemble 2 : Un niveau plus résistant (500 à 3500 ohm.m) non continu sur tous les panneaux, avec une puissance variable comprise entre 20 et 40m. Cet ensemble est identifié comme des coulées basaltiques plus ou moins altérées avec des passages scoriacés. En leurs seins, sont observés de gros volumes très résistifs (> 1500 ohm.m) assimilés à du basalte fracturé sain.
- Ensemble 3 : En profondeur, on retrouve un niveau conducteur avec des résistivités comprises entre 200 et 500 ohm.m pouvant correspondre à d'anciennes coulées bréchiées et/ou scoriacées, fortement fracturées et altérées.

Une illustration de ces trois ensembles est proposée sur la planche ci-dessous qui caractérise les résultats de la mesure sur le panneau n°P15 (localisation du panneau sur la planche ci-contre) :

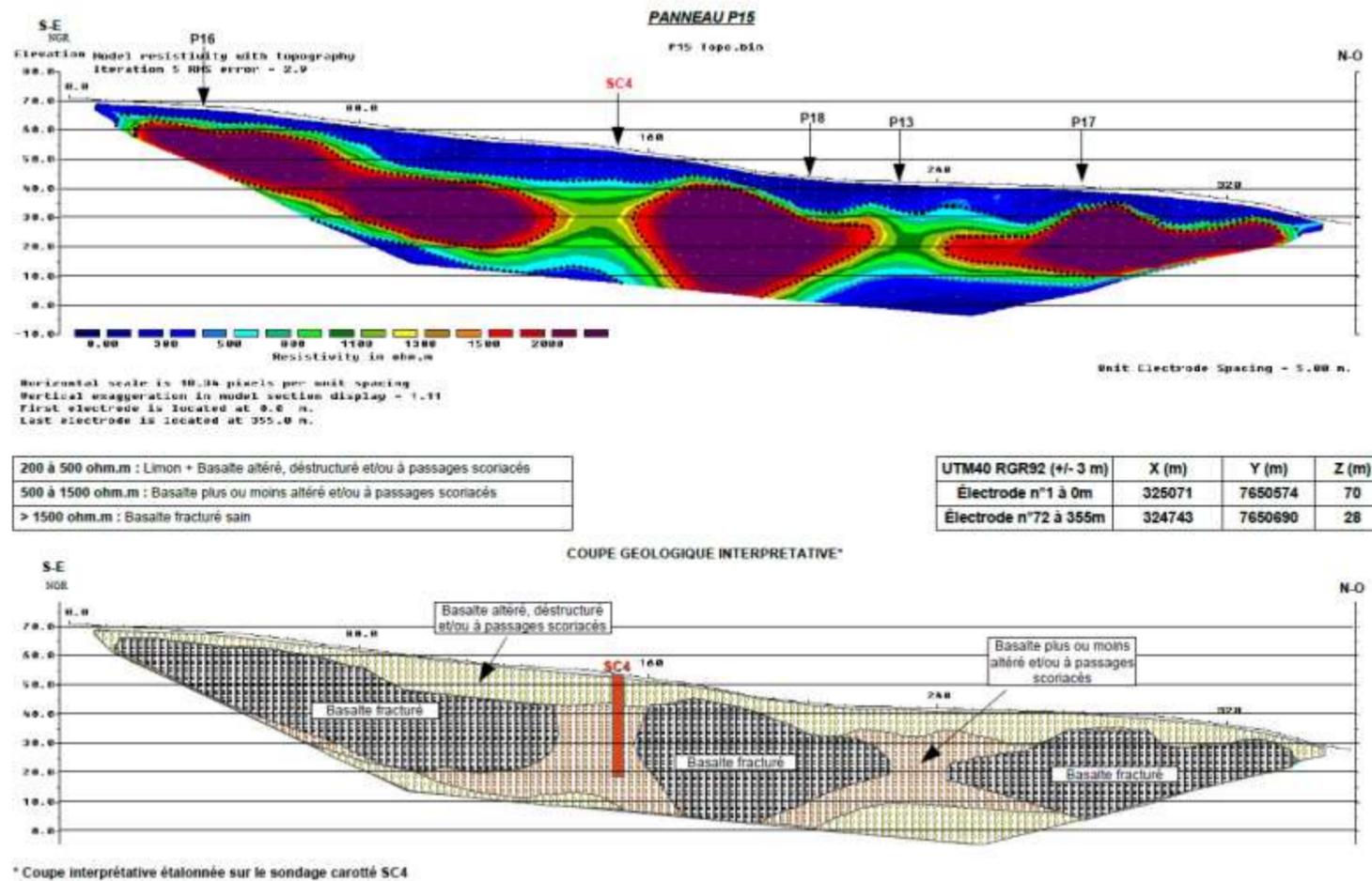


Planche 42 : Résultat du panneau électrique n°15 et coupe géologique interprétative

L'ensemble des panneaux ainsi que leurs interprétations est fourni en annexe 4.

D'après ces observations, seul l'ensemble 2 présente un intérêt qualitatif en vue d'une exploitation future. L'extension de ce niveau résistif est le suivant :

- Sur la parcelle située en amont de la route des Tamarins : l'ensemble 2 se retrouve sur la quasi-totalité de la zone, à l'exception d'un secteur au nord-est et d'un panneau (PN) traversant du nord-est vers le sud-ouest le tiers inférieur de la zone d'étude délimitée dans la parcelle BW 235. Les variations latérales de résistivité à l'intérieur de cet ensemble 2 mettent donc en évidence deux secteurs préférentiels, séparés par un couloir conducteur localisé sur le profil PN.
- Sur la parcelle située en aval de la route des Tamarins, l'ensemble 2 résistant se retrouve sur toute la partie haute de la zone. En partie basse, les résistivités sont beaucoup moins marquées

Ainsi 3 zones distinctes de gîtes rocheux, présentées sur carte ci-après, sont présentes sur le site d'étude :

- Une zone (1) se situant au Nord-Ouest du site étudié, en aval de la route des Tamarins. Les profils qui y ont été réalisés montrent des niveaux résistants importants, tant latéralement qu'en épaisseur. Cette zone est particulièrement intéressante car les matériaux résistants, sont proches de la surface (sub-affleurant jusqu'à 5m de profondeur en moyenne).
- Deux zones (2 et 3) localisées au Nord-Est et Sud du site, en amont de la route des Tamarins. Ces deux secteurs présentent également des volumes importants caractéristiques de matériaux rocheux. Cependant les profondeurs du toit rocheux sont plus variables, allant de 5 à 30m de profondeur.

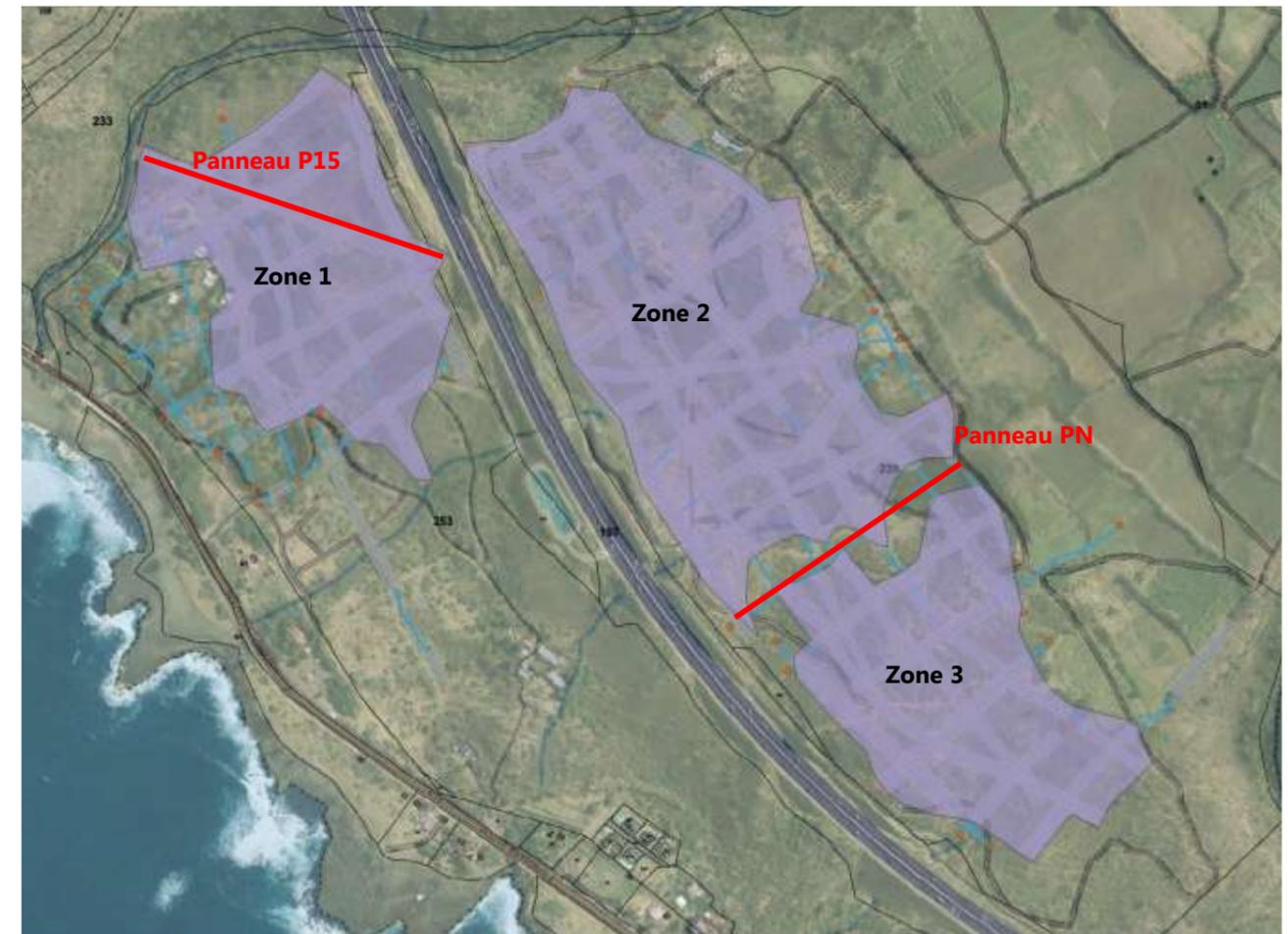


Planche 43 : Carte d'interpolation des ensembles rocheux

Les sondages

On relève sur le secteur d'étude plusieurs sondages forés dans le cadre de la réalisation de la route des Tamarins.

Pour compléter ces connaissances, cinq sondages carottés supplémentaires ont été réalisés sur la zone d'emprise du projet. Ils ont été réalisés jusqu'à une profondeur de 45 m pour les sondages SC1 à SC3 et jusqu'à 35m pour les sondages SC4 et SC5.

Leur localisation est précisée sur la planche suivante :

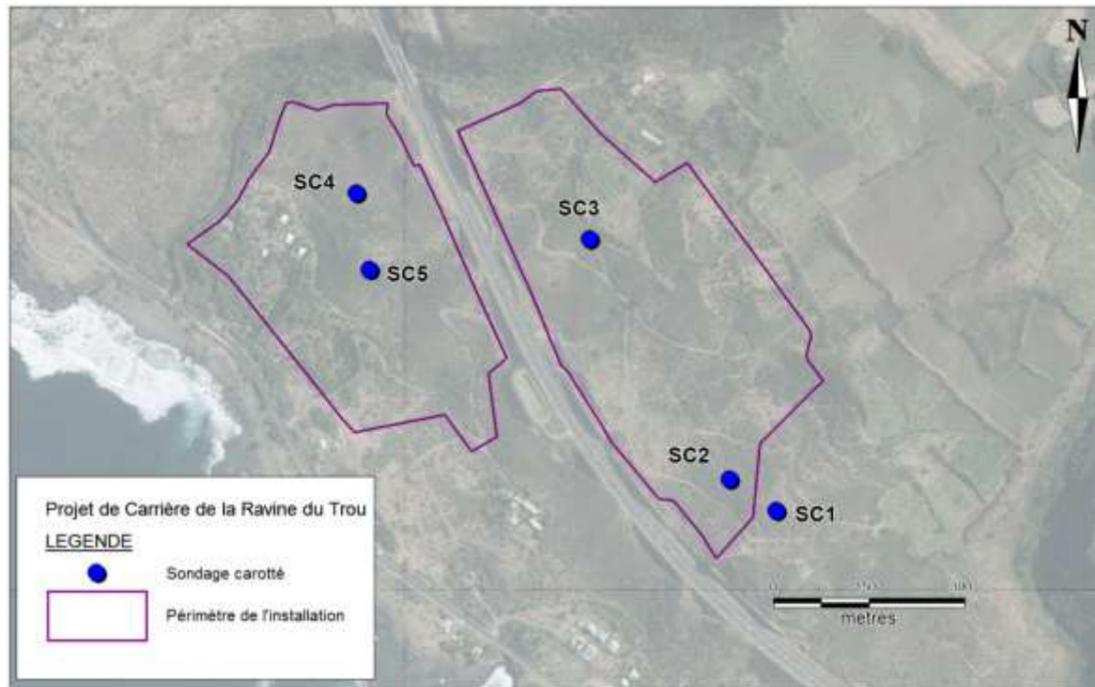


Planche 44 : Carte de localisation des sondages carottés par rapport au périmètre de la maîtrise foncière

Les matériaux rencontrés sur ces sondages sont des basaltes gris vacuolaires, plus ou moins fracturés. Ils sont recouverts par un horizon limoneux en mélange avec des blocs de basalte. L'épaisseur de cette strate limoneuse varie selon les sondages. Les limons sont présents jusqu'à 11m de profondeur sur le sondage SC1 tandis que sur les sondages SC2 et SC3, les limons ne sont mis en évidence que jusque 6 ou 7m de profondeur. Sur les sondages SC4 et SC5 enfin, la formation superficielle limoneuse ne représente qu'une couche de 20 ou 30cm.

Les coulées de basalte sous-jacentes présentent des niveaux d'altération variables, ce qui permet de distinguer plusieurs horizons qui ont été représentés sur les coupes lithographiques du foreur (cf. Annexe 4). On identifie, intercalés entre les couches de basalte, des horizons scoriacés de couleur marron-rouge produits par les émissions pyroclastiques du Piton des Neige (matières projetées par le volcan et solidifiées dans l'air).

Quelques clichés de ces carottes prélevées sont présentés sur la planche suivante.

A noter par ailleurs que des essais en laboratoire (Los Angeles et Micro Deval) ont été réalisés par SCPR sur ces carottes réalisées lors de ces sondages. Ils ont permis de caractériser la résistance aux chocs et à l'usure des roches en présence. Les procès-verbaux de ces tests sont présentés en annexe 4.



Planche 45 : Exemples d'horizons présents dans les sondages carottés (extrait du rapport de sondage Forintech fourni en Annexe 4)

5.5 HYDROGÉOLOGIE

5.5.1 Données géologiques et structurales

L'hydrogéologie en milieu volcanique insulaire est assez difficile. La complexité vient du fait que les formations aquifères présentent une grande diversité tant dans la nature que dans la texture de leurs constituants pétrologiques (roches cohérentes telles que coulées et intrusions, roches meubles telles que niveaux scoriacées et scories, pyroclastites et hyaloclastites, produits volcano-détritiques, paléosols).

Toutefois, à l'échelle de l'édifice du volcan bouclier, le milieu se présente comme un ensemble homogène défini par un empilement monotone, ou plutôt d'une association binaire roche cohérente-roche meuble, répétée sur plusieurs centaines de mètres. Les autres éléments (intrusions, niveaux pyroclastiques et volcano-détritiques) constituent des hétérogénéités locales qui interviennent à plus grande échelle.

À l'échelle de l'édifice, donc à l'échelle de la Réunion, deux domaines hydrogéologiques sont habituellement distingués :

- Un domaine littoral caractérisé par un « complexe aquifère de base » qui contient une « nappe de base » en équilibre avec le biseau salé, dont la continuité dans les formations volcaniques est discutée.
- Un domaine d'altitude caractérisé par des « aquifères d'altitude » contenant des « nappes perchées » ou « nappes d'altitudes ». L'alimentation des nappes se fait par une infiltration directe des précipitations à leur niveau et par des flux en provenance de bassins versant d'altitude. L'alimentation de cette nappe se fait essentiellement par les flux souterrains issus des zones de reliefs arrosés largement par les pluies. Une infiltration par les rivières ou les ravines peut également alimenter la nappe de base.

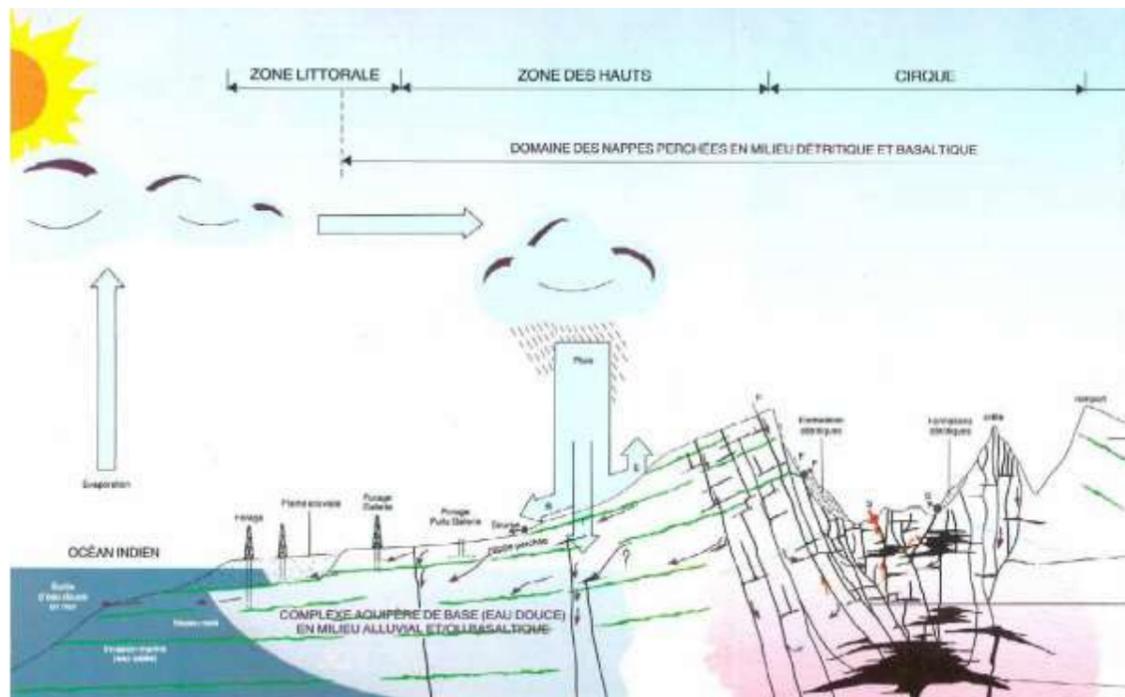


Planche 46 : Carte schématique des systèmes hydrogéologiques globaux de la Réunion (Stieltjes et al., 1988)

Le domaine littoral est relativement bien connu grâce aux données obtenues au cours de la réalisation de forages, puits et piézomètres. Le domaine d'altitude est un peu moins bien connu. Les indices hydrogéologiques de ressources en eaux souterraines sont fournis essentiellement par l'observation et l'analyse des émergences situées à des altitudes variées.

5.5.2 Contexte hydrogéologique régional

L'identification des caractéristiques hydrogéologiques du secteur d'étude est réalisée à partir de différentes données provenant de l'exécution du suivi de forages et piézomètres ou de sondages et de différentes études réalisées par l'OLE et le BRGM.

Ces investigations, croisées à la géologie du site, permettent de comprendre le fonctionnement hydrogéologique au niveau de la zone d'étude.

La masse d'eau souterraine identifiée au sud de la commune de Saint Leu est l'aquifère de Saint Leu - Les Avirons (LG 012). Ce système hydrogéologique s'étend depuis le Petit Bénare jusqu'à l'océan en passant par la Chaloupe Saint Leu au nord-ouest et par Les Avirons au sud-est.



Planche 47 : Localisation des masses d'eaux souterraines dans le secteur d'étude

L'alimentation de cette masse d'eau est assurée en grande partie par les infiltrations d'eaux météoriques au niveau de la planète. Ces dernières s'infiltrent dans les formations volcaniques récentes et perméables pour former des nappes perchées et profondes au sein d'aquifères compartimentés (paléovallées). Dans les basses pentes et sur la bordure littorale, ces nappes compartimentées et drainées par les paléostrutures s'accumulent et constituent une nappe de base en contact /équilibre hydraulique avec l'Océan.

5.5.3 Schéma hydrogéologique local

Une étude a été réalisée par le bureau d'étude ANTEA afin de caractériser finement le contexte hydrogéologique du projet. L'intégralité de cette étude est disponible en annexe 11. Elle fait l'objet d'une synthèse dans les paragraphes qui suivent :

5.5.3.1 Masses d'eau identifiées au SDAGE et concernées par le projet

La zone du projet est concernée par la masse d'eau FRLG110 « Formations volcaniques et sédimentaires du littoral de la Planèze Ouest » en continuité avec « FRLG109 Formations volcaniques et sédimentaires du littoral de l'Etang Salé ». A l'amont de celle-ci est identifiée la masse d'eau « FRLG121 Formations volcaniques de la Planèze du Maïdo – Grand Bénare ».

- La masse d'eau FRLG109 est située en frange côtière. Elle correspond aux formations volcaniques et volcanosédimentaires du littoral de l'Etang Salé. A l'Ouest, sa limite correspond à la limite géologique entre la zone de dépôts littoraux et marins et les coulées basaltiques du massif des Pitons des Neiges.
- La masse d'eau FRLG110 est également située en frange côtière. Elle correspond aux formations volcaniques et volcano-sédimentaires du littoral de La Planèze Ouest.
- La masse d'eau FRLG121 localisée en amont de FRLG109 et FRLG110, correspond à une unité sommitale au-dessus de la cote altimétrique 200 m NGR. Elle correspond aux versants externes où l'eau s'écoule par infiltration et à travers les discontinuités (fissures, fractures, vides de laves). »

Pour les masses d'eau FRLG109 et FRLG110 la nappe littorale est en équilibre hydrodynamique avec le biseau salé. L'exutoire principal des masses d'eau FRLG109 et FRLG110 est la mer. Sur ces masses d'eau, la nappe est particulièrement sensible au phénomène de salinisation où une minéralisation des eaux souterraines est en augmentation depuis quelques années.

5.5.3.2 Aquifère volcanique de Saint Leu à Etang-Salé

La zone d'étude est concernée par l'aquifère côtier volcanique de Saint-Leu à l'Etang Salé. Sa présence est attestée par de nombreux forages réalisés de la Grande Ravine jusqu'à l'Etang Salé, pour lesquels des données géologiques et piézométriques sont disponibles.

Les formations aquifères sont des formations volcaniques recouvertes par une alternance d'horizons de basaltes plus ou moins fissurés-fracturés et de niveaux de scories. Elles sont en contact direct avec l'océan, ce qui permet au biseau salé de pénétrer en profondeur dans les terres.

L'écoulement de la nappe s'effectue vers le sud ouest en direction de la mer avec un gradient faible compte tenu de la proximité de la mer, proche de 0,5 ‰.

5.5.3.3 Comportement hydrogéologique de la nappe

Le comportement de la nappe de base a été identifié grâce à l'analyse de plusieurs ouvrages faisant l'objet d'un suivi par l'Office de l'Eau. Cette analyse a permis au bureau d'études ANTEA d'établir que les évolutions piézométriques sont comparables sur toute la zone d'étude et qu'elles demeurent inférieures à 1m. Il a également été souligné dans cette étude que l'océan joue un rôle important dans les variations piézométriques, la présence de fissures dans les basaltes et leur importante perméabilité facilitant la circulation des eaux souterraines.

5.5.3.4 Ouvrages de reconnaissance hydrogéologiques autour du projet

Il n'existe que peu de données hydrogéologiques dans le secteur d'étude. La recherche auprès de la Banque des Données du Sous Sol des ouvrages proches disposant de certaines données hydrogéologiques, a permis d'identifier des ouvrages susceptibles de fournir des informations sur les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe. Toutefois, le bureau d'études ANTEA attire l'attention sur le caractère ancien de ces informations qui doivent être prises avec prudence.

Aussi, pour compléter ces données, deux piézomètres ont été réalisés dans le cadre du projet. On relève que les deux ouvrages sont comparables et présentent les mêmes successions de formations géologiques. Ils sont localisés sur la planche ci-dessous :



Planche 48 : Localisation des ouvrages de reconnaissance hydrogéologiques au niveau du projet

5.5.3.5 Evolution du niveau piézométrique au droit du site

Un suivi a été mis en place au niveau des deux ouvrages installés au droit du projet. Les données recueillies confirment que le niveau piézométrique est très faible, au droit du site, que le gradient est faible et la nappe subit les variations des marées.

Afin de confirmer que la nappe au droit du site s'inscrit dans le contexte régional de l'aquifère côtier entre Saint Leu et Etang Salé, ANTEA a comparé en première approche les mesures piézométriques ponctuelles effectuées sur le PZ1 (avec indication de l'heure de mesure) avec les données du piézomètre F8 le portail

qui est équipé d'une sonde de suivi en continu par L'Office de l'Eau et dont les données sont disponibles au pas de temps de 12 mn. On peut constater la très bonne correspondance entre les deux ouvrages, séparés pourtant de plusieurs kilomètres, mais qui appartiennent au même système aquifère et confirme les hypothèses émises.

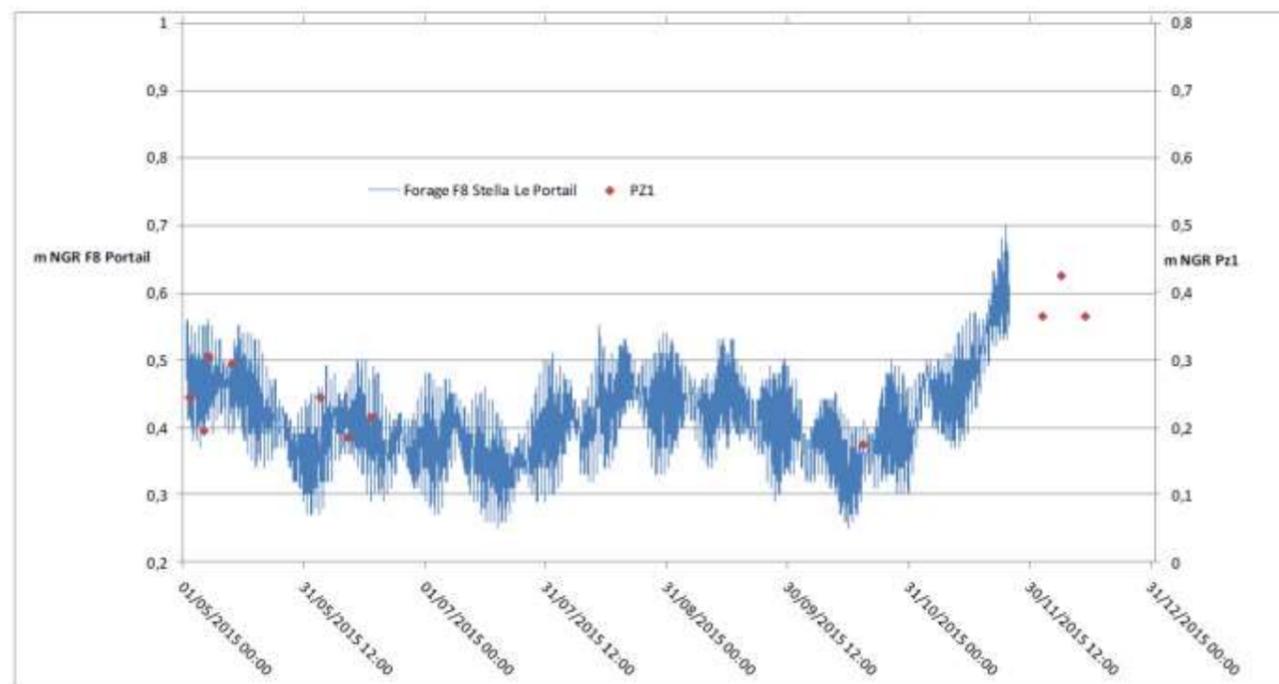


Planche 49 : Evolution comparée piézomètre F8 Portail et Pz1

Les données hydrogéologiques comportementales de la nappe au droit du site peuvent donc être mises en rapport avec les chroniques plus étendues des autres ouvrages du secteur.

Le suivi réalisé sur le second piézomètre, plus récent, confirme cette hypothèse. De plus, il ne semble pas révéler un impact significatif des fortes pluies.

Pour les deux ouvrages du site, les cotes maximales relevées restent inférieures à 0,7 m NGR.

5.5.3.6 Qualité des eaux souterraines au droit du site

Plusieurs actions ont été entreprises pour qualifier la qualité des eaux souterraines au droit du site :

- Recueil des données de conductivité à la foration du Pz2,
- Log de conductivités sur le Pz1 et le Pz2,
- Prélèvements d'échantillons pour analyses de certains paramètres de qualité d'eau sur le Pz1 et Pz2.

Les mesures témoignent de la présence généralisée de l'influence saline de l'océan sur la colonne d'eau. Par ailleurs, l'eau des deux ouvrages ne contient pas d'hydrocarbures (concentration inférieure aux seuils de détection). Les métaux sont quasiment absents et on note la présence de nitrates en faible quantité.

Ces résultats d'analyses permettent à ANTEA de conclure que l'aquifère au droit du projet contient une eau naturellement saumâtre, non compatible avec un usage AEP compte tenu des teneurs en chlorures, 1300 mg/l, la limite de qualité pour les eaux brutes pour un usage eau potable étant de 200 mg/l. La salinité de ces eaux est naturelle en l'absence de tout prélèvement en amont ou dans le secteur.

5.5.3.7 Cote minimale d'extraction

Au regard des données disponibles sur le secteur, il apparaît que la zone d'étude est parcourue par une nappe souterraine dont les niveaux piézométriques sont compris entre 0,5m (pour la partie située à l'aval de la zone d'étude) et 3 m NGR pour la partie située en amont.

Il n'est toutefois pas exclu qu'une nappe perchée puisse être présente sur la zone d'étude, notamment à la faveur de niveaux imperméables susceptibles de former le substratum de l'aquifère.

La mise en évidence de la nappe au droit de la zone d'étude nécessite de définir une cote maximale d'extraction pour l'exploitation du sous-sol. Elle ne pourra être inférieure à 5m NGR.

5.5.4 Utilisation des eaux souterraines

Les captages AEP et points d'eau recensés ne constituent pas une cible pour le projet. En effet, ils sont situés ou bien en amont du site ou sur un bassin versant différent.

Dans le secteur du projet, la nappe de base ne constitue pas une ressource potentiellement exploitable étant donné les moyens techniques à mettre en œuvre et les coûts liés.

En matière d'usage agricole, la ressource souterraine a été étudiée pour un éventuel usage par le Département de la Réunion. Du fait des contaminations salines et de la faiblesse des ressources d'eau douce identifiées, aucune mobilisation n'a été envisagée. L'irrigation des terres agricoles du secteur est obtenue à partir des ouvrages du Bras de Cilaos qui captent les eaux de surface à la sortie du cirque de Cilaos et un maillage à partir du réseau Irrigation du Littoral Ouest.

5.5.5 Le réseau de distribution

Il n'existe pas de canalisation enterrée pour l'alimentation en eau potable et pour l'évacuation des eaux usées sur le périmètre concerné par le projet de carrière de roche massive de la Ravine du Trou.

5.5.6 Synthèse des enjeux hydrogéologiques

L'étude hydrogéologique menée par le bureau d'études ANTEA a permis de confirmer que l'aquifère présent au droit du site prévu pour la carrière présente toutes les caractéristiques de l'aquifère volcanique de Saint-Leu à l'Etang Salé. La nappe y est en relation avec l'océan à l'aval et est fortement soumise à l'influence marine. L'introduction du biseau salé à l'intérieur des terres limite fortement les hypothèses de mobilisation des ressources en eau pour un usage eau potable et d'eau d'irrigation.

Pour ce qui concerne la piézométrie de la nappe, les éléments habituels de cet aquifère, suivi sur de nombreux piézomètres, traduisent de faibles gradients piézométriques.

Au droit du site, la piézométrie maximum attendue ne dépassera pas :

- à l'aval 0,50 m NGR en période normale à 0,9 m NGR en période de hautes eaux ;
- à l'amont 2,5 m NGR à 3 m en période de hautes eaux (par analogie avec des forages existants et en ayant une marge de sécurité de 0,5 m à 1 m).

L'absence d'enjeux liés à sa salinité naturelle de la nappe, classe cette ressource en catégorie peu vulnérable.

Ainsi, au regard de l'expertise hydrogéologique réalisée par le bureau d'études ANTEA, l'enjeu pour ce domaine peut être considéré comme faible.

5.6 HYDROLOGIE

5.6.1 Contexte hydrologique régional

Afin d'approfondir la connaissance des milieux et d'établir le réseau de surveillance et de mettre en place un plan de gestion, il a été défini à l'échelle de la Réunion, trois catégories de masse d'eau :

- les masses d'eau côtière
- les masses d'eau souterraine
- et les masses d'eau douce superficielle, que sont les cours d'eau et les plans d'eau.

Au total; ce sont 56 masses d'eau qui ont été définies sur le territoire réunionnais et pour lesquels des objectifs environnementaux sont déterminés.

Le site projeté est concerné par l'aquifère présente dans les formations volcaniques et volcano-sédimentaires du littoral de la Planèze Ouest (FRLG110). Pour cette masse d'eau, le SDAGE 2016-2021 fixe les objectifs présentés ci-dessous :

Nom de la masse d'eau	Type de masse d'eau	Objectif d'état global	Paramètres déclassant
FR LG 110	Eau souterraine	BE 2027	Paramètre quantitatif Pression : Prélèvements

5.6.2 Géomorphologie du réseau hydrographique

La façade ouest de l'île de la Réunion (la côte sous le vent) est caractérisée par un réseau hydrographique constitué d'une succession de ravines parallèles très rapprochées les unes des autres. Les bassins versants sont de faibles superficies (20 à 30 km²) et très allongés (étroits). Les cours d'eau sont généralement temporaires (hormis la Ravine Saint-Gilles, la Rivière des Galets et la Rivière Saint-Etienne).

Les particularités morphologiques et géologiques des bassins versant de l'ouest de l'île permettent généralement une infiltration aisée au travers des terrains volcaniques plus ou moins perméables. Il est ainsi observé dans l'ouest que sur le volume d'eau précipitée, seule 20% de l'eau se retrouve dans la part ruisselée.

Le secteur d'étude n'est pas concerné par un réseau hydrographique de surface permanent. Il est encadré par deux ravines où des écoulements ne sont observés qu'en période humide.

Au nord-ouest du projet, se trouve la Ravine du Trou qui dessine dans le paysage un relief très marqué. Le profil de la ravine est de forme en « U », avec des versants sub-verticaux et de nombreux galets en fond de ravine. L'érosion des formations en présence (phase IV) se trouve à un stade récent et permet de distinguer la topographie originelle de la planèze.

Le profil de la ravine des Avirons, située au sud-est du projet, présente des caractéristiques similaires qui permettent de distinguer plusieurs coulées basaltiques sur les flancs de cette vallée.

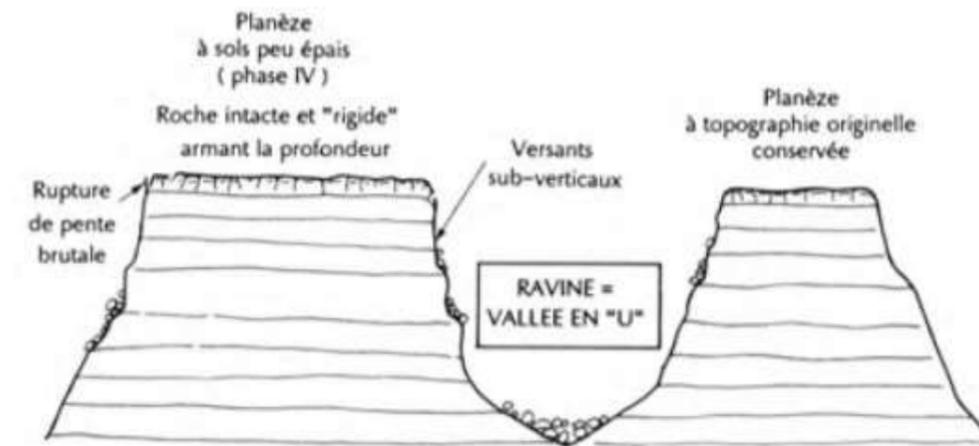


Planche 50 : Profil transversal de ravine de type « U »

Le projet de carrière, situé non loin de la côte, se trouve près de l'exutoire de ces deux ravines.

5.6.3 Caractéristiques du réseau hydrographique à proximité du projet

5.6.3.1 La Ravine du Trou

La Ravine du Trou prend naissance dans les hauts de Saint Leu, sur le flanc ouest-sud-ouest du Petit Bénare. Elle est alimentée par plusieurs petites ravines principalement situées sur sa rive gauche. Son bassin versant, de forme allongée, s'étire sur près de 15km et couvre 10,9 km².

Il n'est pas recensé de données sur la qualité physico-chimique de l'eau de la Ravine du Trou.

L'Office de l'eau ne fournit qu'une seule mesure de débit sur son site. Ainsi le débit mesuré en août 1982 sur la rivière, à sa confluence avec la source de Roche Blanche au nord-est du Plate, est de 0,75 l/s. Le débit observé sur ce point situé à 5,5km en amont du projet ne permet pas d'avoir un écoulement superficiel permanent dans la Ravine du Trou. L'expertise hydrogéologique menée par ANTEA sur le site a permis de caractériser son débit de crue d'occurrence décennale et centennale : Q10 = 140 m³/s et Q100 = 425 m³/s.

5.6.3.2 La Ravine des Avirons

La Ravine des Avirons marque la frontière entre les communes de Saint Leu et des Avirons. Cette rivière est non pérenne. Elle prend sa source sur le flanc sud-ouest du Petit Bénare à environ 14km du projet de carrière de la Ravine du Trou. Plusieurs sources intermédiaires jalonnent son parcours contribuant ainsi à alimenter le débit du cours d'eau. La ravine est toutefois sèche dans sa zone aval.

De même que pour la Ravine du Trou, le bassin versant de Ravine des Avirons allongé. Les données disponibles sur le site de l'Office de l'Eau donnent toutefois davantage d'indications sur le cours d'eau avec des mesures annuelles de débit réalisées entre 1989 et 2003.

Sources des Aviron Noël-Ribon-Deboule-Laforge (3301B)

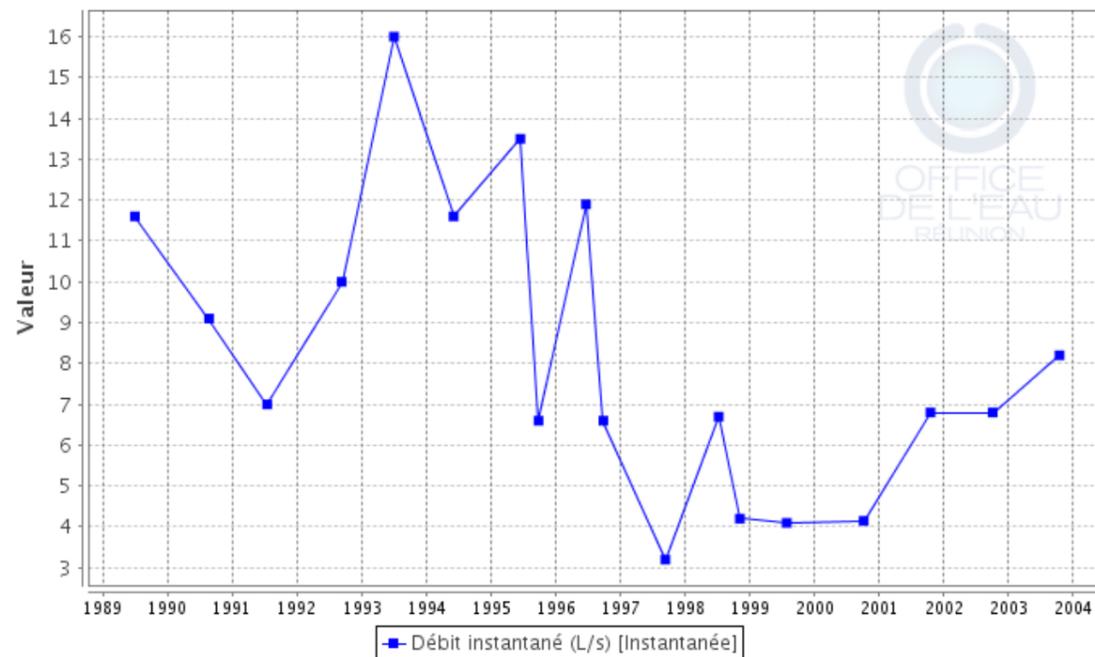


Planche 51 : Evolution du débit instantané des sources des Aviron entre 1989 et 2004 (source : OLE)

Les mesures réalisées mettent en évidence une fluctuation saisonnière importante du débit de la ravine des Aviron. Le débit instantané le plus bas observé sur le cours d'eau est de 3,1L/ s (septembre 1997) tandis que de le maximum mesuré atteint 16l / s (juillet 1993).

En période de crues, l'expertise d'ANTEA sur la Ravine des Aviron indique que les débits d'occurrence décennale et centennale atteignent respectivement 204 m³/s et 618 m³/s.

5.6.3.3 Qualité des eaux des cours d'eau.

Il n'existe pas de données sur la qualité des eaux transitant dans ces ravines. Il est toutefois fort probable que la présence de pesticides et des nitrates puissent être mise en évidence au droit du secteur d'étude au regard de l'usage agricole des terrains environnants situés en amont.

Les deux cours d'eau étant non pérennes, leur qualité hydrobiologique ne peut être évaluée.

5.6.4 Contexte hydraulique de la zone du projet

La SCPR a confié au bureau d'étude HYDRETTUES l'expertise du volet hydraulique pour son projet de carrière. L'intégrité de son étude est retranscrite en annexe 11 - pièce 3. Une synthèse de cette étude est présentée dans les paragraphes qui suivent :

5.6.4.1 Présentation des bassins versants

Le bassin versant sur lequel est projetée la carrière SCPR de Saint Leu est encadré par deux complexes hydrographiques notoires : la ravine du Trou et la ravine des Aviron.

Les eaux superficielles qui transitent sur le site d'étude concernent plusieurs sous-bassins versants comme indiqué sur la carte ci-dessous.

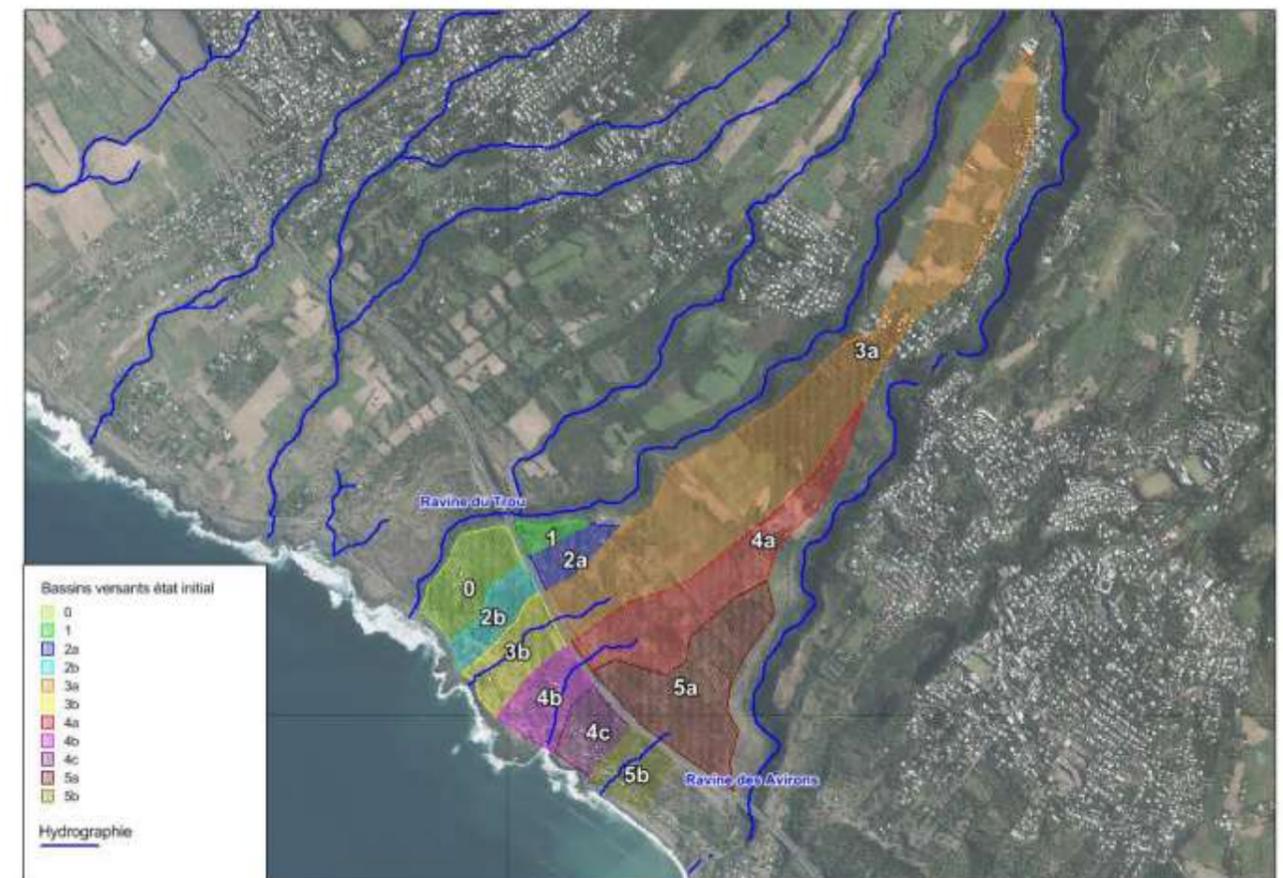


Planche 52 : Étendue des bassins versants couvrant la zone du projet

Une petite partie des eaux de surface qui transitent sur le site rejoignent la Ravine du Trou (BV0 et BV1). Toutefois la majorité d'entre elles sont collectées au niveau de thalwegs et se jettent directement l'océan (BV2 à BV5).

5.6.4.2 Ouvrages hydrauliques du secteur d'étude

Les ouvrages hydrauliques présents sur le secteur d'étude ont fait l'objet d'un recensement. Ils sont localisés sur la planche ci-dessous :

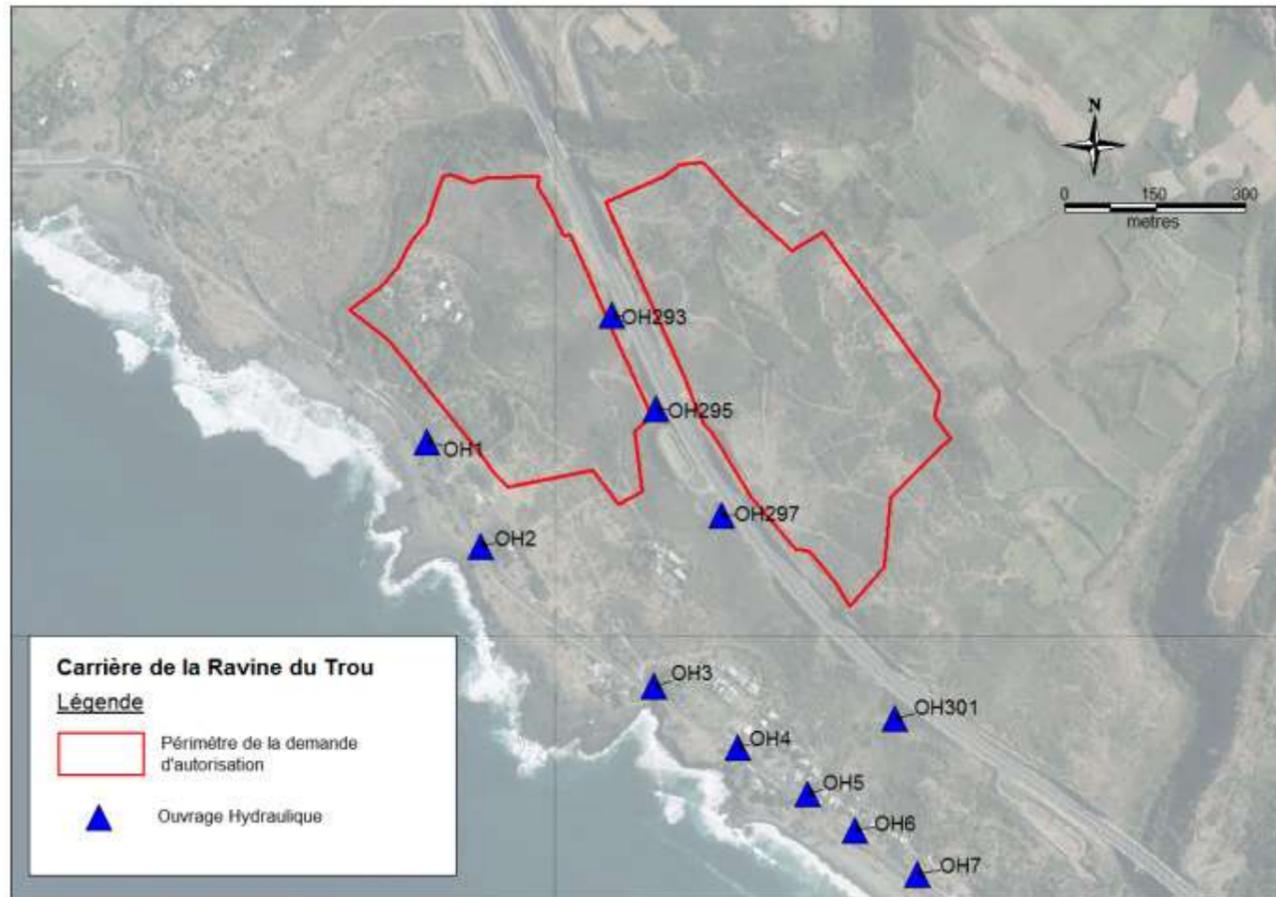


Planche 53 : Ouvrages hydrauliques sur le secteur d'étude

5.6.4.3 Détermination des débits projets

La zone du projet est concernée par 6 bassins versants, divisés pour certains en 2 ou 3 pour prendre en compte la route nationale (cf Planche 52). La caractérisation des débits de ces bassins versants a été réalisée grâce à une analyse hydromorphologique, en application de la méthode de calcul décrite dans le « Guide sur les modalités de gestion des eaux pluviales à la Réunion » (DEAL, 2012).

Nom BV	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	qs10 (m ³ /s/km ²)	qs100 (m ³ /s/km ²)
BV0	1.86	3.54	18.60	35.42
BV1	0.37	0.70	21.49	40.93
BV2a	1.00	1.90	19.91	37.92
BV2b	1.14	2.17	19.01	36.21
BV3a	9.29	17.70	12.91	24.58
BV3b	1.64	3.13	18.26	34.78
BV4a	3.62	6.90	15.09	28.74
BV4b	1.51	2.87	18.82	35.84
BV4c	1.21	2.29	20.08	38.24
BV5a	3.69	7.02	16.03	30.52
BV5b	1.20	2.29	20.04	38.16

Tableau 8 - Débits décennaux et centennaux des bassins versants à l'état initial

5.6.5 Océan

Une expertise du milieu marin a été réalisée par le cabinet PARETO. Cette étude est présentée en annexe 12 - pièce 6. Le terrain du projet se situe au plus près à environ 85 m du trait de côte. Le littoral dans le secteur d'étude est essentiellement rocheux mais il n'est pas rare de retrouver quelques bancs de sables. Ainsi, les avancées de terre dans l'océan sont plutôt rocheux tandis les zones abritées sont plus sablonneuses.

Le secteur littoral du Sud de Saint-Leu est caractérisé par un plateau sableux littoral étroit et une faible déclivité qui s'accroît en allant vers le Nord-Ouest. Le prolongement en mer des ravines du Trou et des Avirons est marqué par des affleurements rocheux qui constituent des axes de transit préférentiels de la côte vers le large.

L'étude des courants réalisée au droit du projet met en évidence deux composantes directionnelles principales et alternance selon la marée, parallèlement à la côte. La direction dominante porte le Nord-Ouest au jusant, la seconde vers le Sud-Est au flot.

Les analyses physico-chimiques mettent en évidence que les charges particulières et minérales de l'eau sont faibles bien que deux fois importants qu'au large en raison du bruit de fond lié à la houle et des percolations de la Ravine des Avirons. La Ravine du Trou apporte également des silicates. Les sédiments sont constitués de sables basaltiques, faiblement compacté (remise en suspension aisée) et présentant un faible enrichissement organique et minéral (azote et phosphore). Aucune contamination par hydrocarbures n'a été mise en évidence dans l'eau et dans les sédiments.

Ces résultats indiquent, malgré l'existence d'écoulement souterrains (et de surface de manière périodique lors de crues) d'une absence d'accumulation de particules terrigènes (MES) ou de contaminants, drainés depuis le bassin versant.

5.6.6 Assainissement

L'assainissement collectif équipe en partie les zones urbanisées de la commune de Saint Leu. Toutefois, il subsiste de nombreuses zones dans les hauts du territoire concernées par l'assainissement autonome.

Les eaux usées de la commune de Saint-Leu sont évacuées gravitairement vers un réseau séparatif (eaux usées strictes) et sont traitées en station d'épuration. Cette station d'épuration a été construite au sud-ouest de la commune, dans le secteur de Piton Bois de Nèfles. Elle a été mise en service en 2014 et traite les eaux usées de Saint Leu et des Avirons.

Les environs du secteur d'étude sont desservis par l'assainissement collectif.

5.6.7 Synthèse des enjeux liés à l'hydrologie

Les enjeux du secteur d'étude vis-à-vis des eaux superficielles sont qualifiés de forts.

En effet, malgré l'absence de captages AEP dans les eaux de surface, une partie du secteur d'étude se situe sur une zone identifiée comme stratégique pour l'alimentation en eau potable et où le transfert entre les eaux de surface et les eaux souterraines peut être rapide (présence d'horizons géologiques déstructurés)

De plus, les eaux qui transiteront au travers du site auront pour exutoire final l'océan, qui au droit du site est classé en réserve marine.

Ces deux points sont toutefois à relativiser au regard des études spécifiques réalisées dans le cadre de ce dossier qui ont montré :

- que, compte tenu de sa salinité, la nappe au droit du projet présentait un faible enjeu (cf. § 5.5)
- que la sensibilité du milieu marin au droit du projet est globalement faible à l'exception des zones d'affleurements rocheux profonds situés au droit de la Ravine du Trou et au droit de la Ravine des Sables (cf. § 5.8.5).

Enfin, la maîtrise des eaux de surface apparaît importante au regard également de la présence en aval du projet d'enjeux humains importants :

- la route de Tamarins
- de l'ancienne route nationale
- et d'autre part le quartier de Bois-Blanc.

5.7 PAYSAGE

5.7.1 Contexte paysager général

Malgré sa taille réduite, l'île de La Réunion, compte tenu de son histoire et de ses niveaux d'altitude, possède des paysages très diversifiés. La morphologie des côtes, la diversité des reliefs, les microclimats, l'occupation humaine, les différents types de végétation conduisent à une variété exceptionnelle de paysages.

Ces paysages sont en perpétuel mouvement sous l'action conjuguée des éléments naturels et de la main de l'homme.

On y distingue deux grands ensembles de paysage : les Hauts et les Bas qui sont également repris sous le terme La Réunion intérieure et La Réunion des pentes extérieures

- Les Hauts sont moins habités que les Bas, plus naturels et plus sauvages d'aspect, présentent des reliefs plus importants, plus marqués, plus irréguliers, disposent de terres plus boisées et moins cultivées, offrent un climat plus nébuleux et globalement davantage pluvieux.
- A l'inverse les Bas concentrent l'essentiel du poids de population et le cortège de l'urbanisation qui en découle : habitat, activités, infrastructures. Ils sont aussi davantage cultivés, notamment en canne à sucre, sur des pentes à peu près régulières des bas de planèzes ; ils bénéficient d'un climat globalement moins arrosé que les Hauts, plus ensoleillé, même si des différences climatiques très fortes distinguent les Bas de l'est des Bas de l'ouest ; ils s'achèvent sur un littoral.

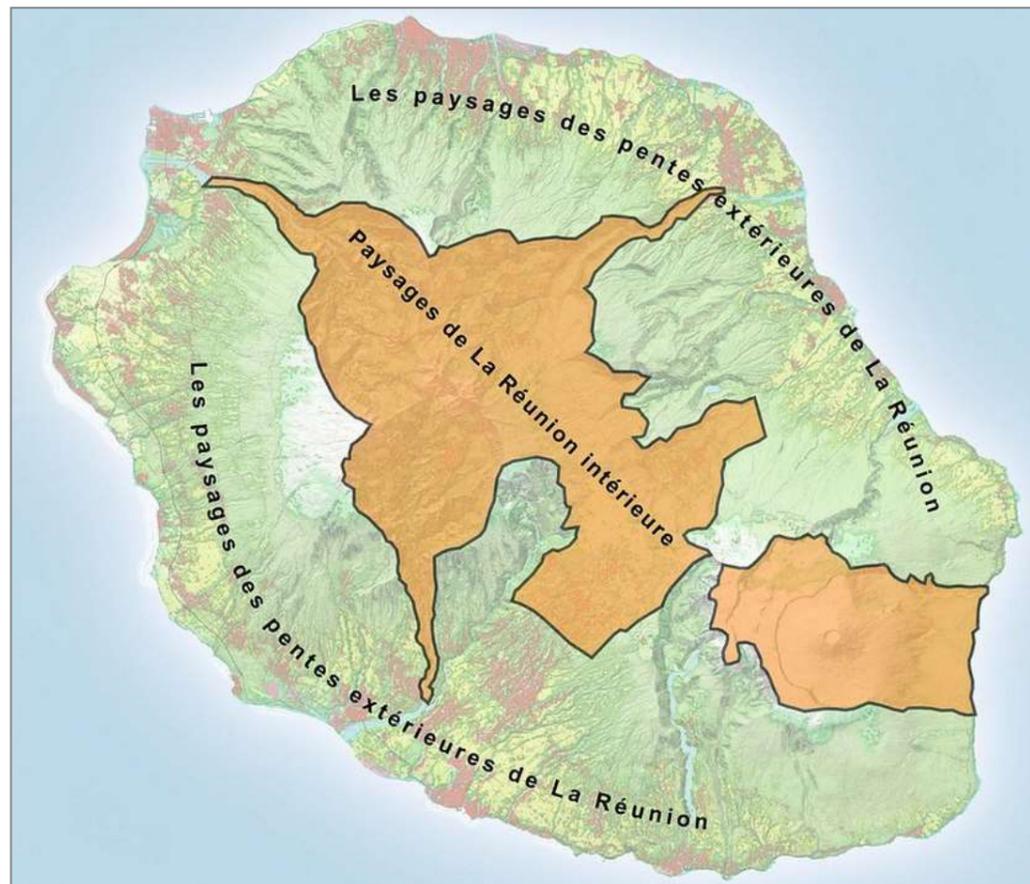


Planche 54 : Les deux grands ensembles de paysage de la Réunion

Ces différences marquées entre les hauts et les bas sont liées aux caractéristiques géographiques naturelles ainsi qu'aux particularités humaines historiques. Plus récemment, la dissemblance entre les Hauts et les bas a été accentuée avec la création du Parc National.

Au sein de ces deux grands ensembles paysagers, l'Atlas des paysages de la Réunion a caractérisé 16 unités paysagères.

Les unités paysagères sont des entités géomorphologiques bien délimitées (reliefs, accidents de terrain, plaines), des ensembles écologiques particuliers (forêts, savane,...), des organisations anthropiques avec des modes d'occupation des sols spécifiques (villes, côte balnéaire, champs de canne à sucre).

Le projet se situe sur la charnière que forme l'unité paysagère des Pentas de l'Ouest de la Réunion et celle des pentes de Saint Louis et de l'Etang Salé. Encadré par deux ravines, le projet semble appartenir à l'unité paysagère des pentes de Saint Louis et de l'Etang Salé. Toutefois, la présence d'une pente uniforme jusqu'au trait de côte permet d'affirmer que la zone d'étude s'inscrit davantage dans l'unité paysagère des pentes de l'ouest de l'île.

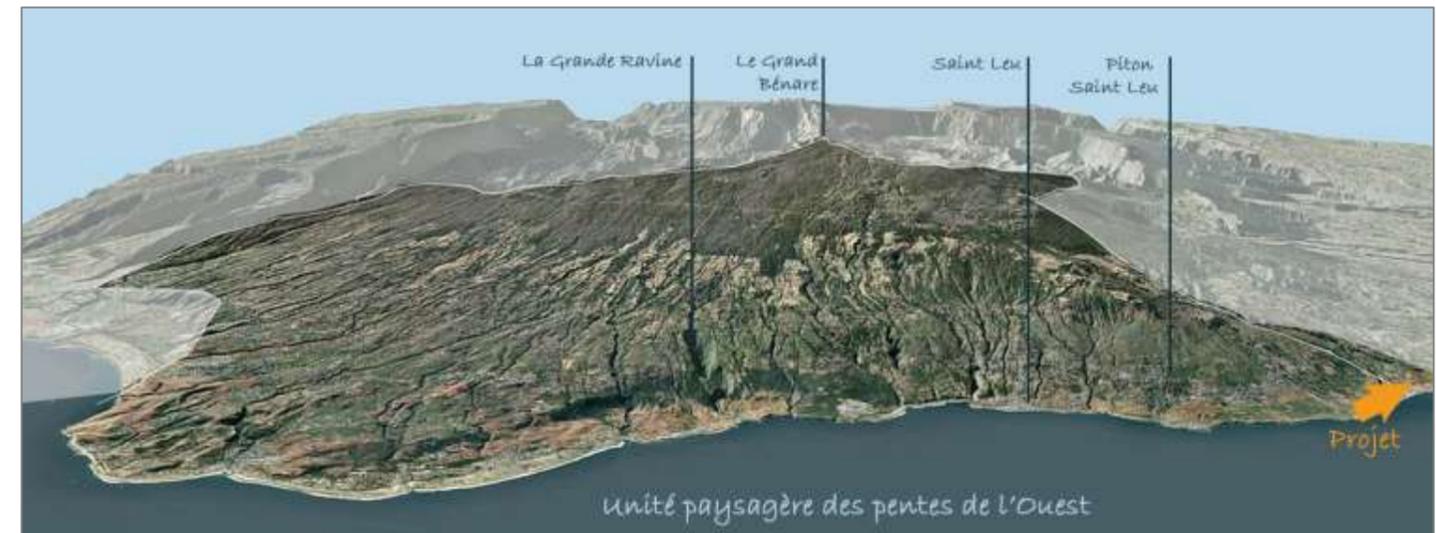


Planche 55 : Vue aérienne des pentes de l'ouest

Sur ce secteur de l'île, le paysage se caractérise par des pentes longues et régulières, courant de 0 à 2900m, aux côtes urbanisées en stations balnéaires et baignées en partie par les eaux du lagon, aux paysages plus secs, en mutation avec la pression de l'urbanisation, le basculement des eaux pour la mise en culture des terres et la route des Tamarins.

Le paysage est très ouvert et tourné vers l'océan. Cette séquence présente des pentes couvertes de savane et les paysages nouveaux de cultures irriguées le long de la côte récifale. Elle est également constituée de plages et lagons. Sur la côte des Souffleurs, un large espace cohérent de savane et de champs de canne à sucre qui longe une côte déchiquetée constitue un paysage exceptionnel. L'ensemble du littoral de la Réserve marine, la basse vallée et l'embouchure de la Grande-Ravine sont, quant à eux, des espaces riches d'un point de vue écologique.

Depuis la mer, le paysage en pente douce ne présente pas de limite franche. Toutefois, la route des Tamarins depuis Trois-Bassins jusqu'à Saint-Leu constitue une rupture dans le paysage, et à Piton-Saint-Leu l'importance de la zone urbanisée ne permet plus l'interfaçage en profondeur.

Des espaces restent pas ou peu urbanisés et offrent de belles perspectives sur la mer.



Photo 1 : Les pentes de l'ouest, vue depuis l'échangeur du Portail sur la RN1

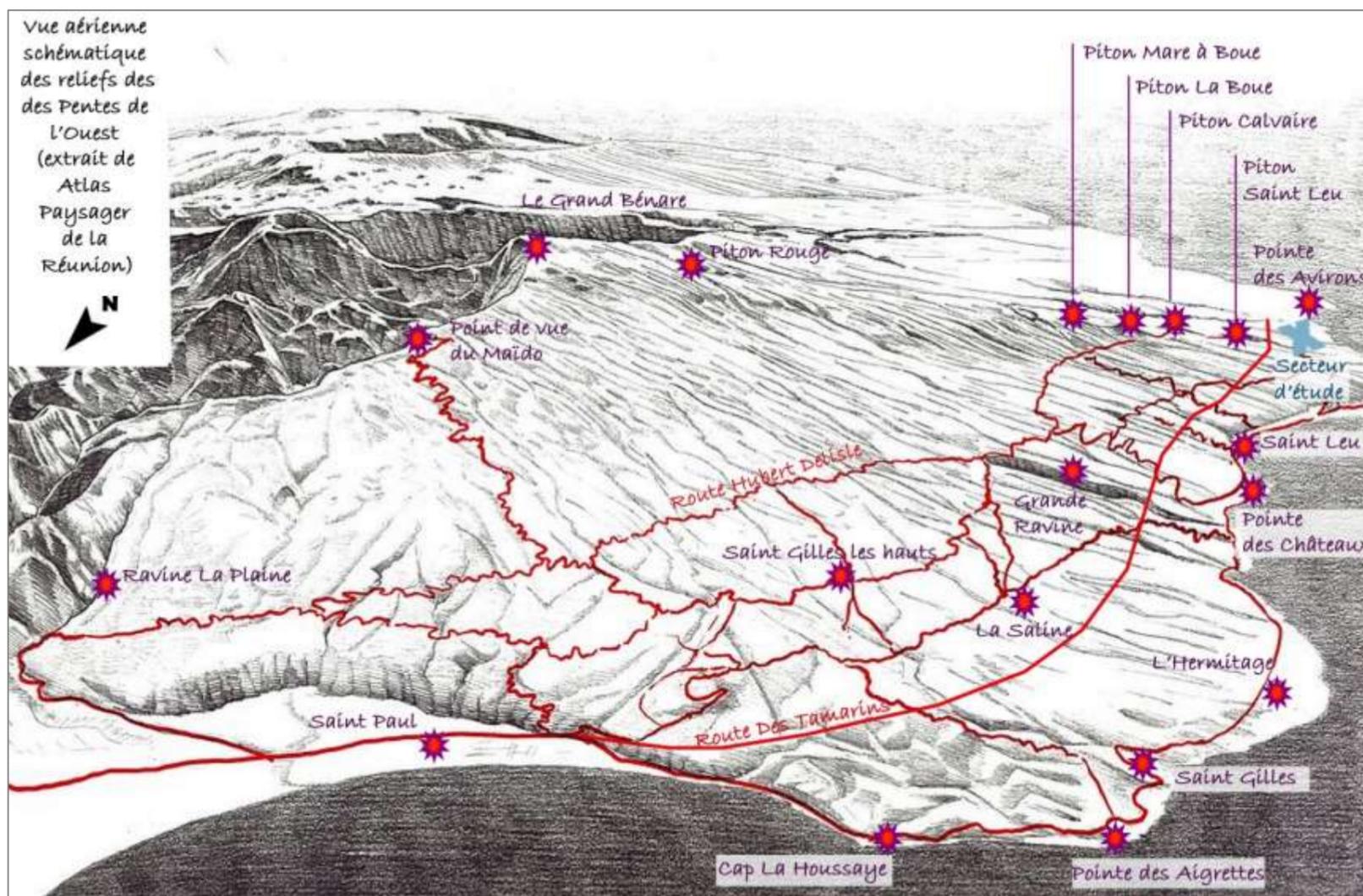


Planche 56 : Bloc diagramme des pentes de l'ouest (d'après l'Atlas paysager)

5.7.2 Diagnostic paysager de la zone d'étude

Le diagnostic paysager a été réalisé par le bureau d'études ZONE UP. Cette étude, présentée en annexe 13, est synthétisée dans les paragraphes qui suivent.

5.7.2.1 A l'échelle territoriale

L'étagement est très lisible sur les pentes sud de Saint Leu où se succèdent des paysages différenciés en fonction de l'altitude. Apparaissent les pâturages et les forêts des hauts, puis les pentes intermédiaires cultivées offrant de très belles étendues de cannes, de part et d'autre de la ligne bâti longeant la RD 11. Les pentes littorales alternent entre espaces naturels, formés de savanes parfois fermées et de terres récemment mises en culture par l'ILO (Irrigation du littoral Ouest).

L'épierrage des terres et la stabilisation des sols, a favorisé la création d'andains, très présents sur les pentes littorales et formant des lignes quadrillées caractéristiques de ce paysage cultivé.

La côte sauvage et déchiquetée du sud de Saint Leu, formée de plages de sables noirs et de côtes rocheuses souligne les paysages grandioses se dévoilant au-delà de la limite formée par l'ancienne RN 1.

Le site forme une entité de 35 ha répartie de part et d'autre de la route des Tamarins.



Planche 57 : Vue aérienne du site et de ses abords

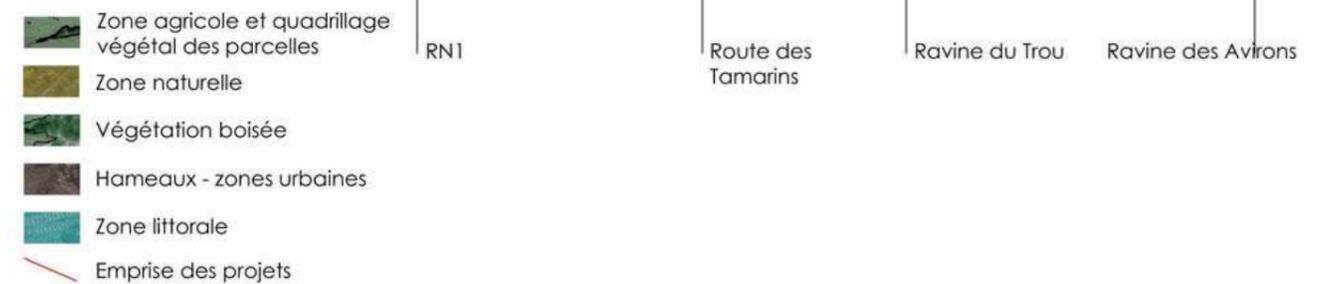


Planche 58 : Les grandes composantes paysagères des abords du site ; en rouge la zone d'étude



Planche 59 : Un site littoral à l'articulation des paysages côtiers et agricoles – Vue vers le Sud Ouest



Planche 61 : Un site littoral à l'articulation des paysages côtiers et agricoles – Vue vers le Sud



Planche 60 : Des paysages agricoles à l'est et au Nord du site – Vue vers le Nord



Planche 62 : L'étagement des paysages – Vue vers l'est

5.7.2.2 A l'échelle rapprochée

Le site est placé sur les pentes basses littorales occupées de savanes et de friches boisées. Il s'inscrit au cœur d'une aile « delta » formée par l'embouchure des ravines du Trou et des Avirons. Les caractéristiques du paysage rapproché sont marqués par :

- **Le relief :** Le site se caractérise par un relief formé de légères ondulations. Sur la partie est, les ondulations sont peu marquées. Au-delà de la route des Tamarins, le relief évolue et forme un socle de collines, dont les pentes s'estompent peu à peu pour rejoindre une zone littorale quasi plane.
- **L'habitat et la trame viaire :** L'habitat et les pratiques du site ont généré le développement de voies et pistes quadrillant le territoire. Les hameaux sont pour la plupart dissimulés par un îlot végétal. Une piste principale à vocation agricole passant sous la RN mène à la partie haute du site
- **La végétation :** La savane et des friches boisées couvrent la majorité du site. Ponctuellement émergent une végétation spécifique : une cocoteraie irriguée au Nord, des îlots de filaos, et une végétation domestique près des hameaux. Les arbres isolés sont très rares et prennent difficilement place sur ce site aride et exposé aux vents marins.



Planche 63 : Un relief aux pentes douces et ondulées

5.7.2.3 Perception visuelle du site :

Les perceptions vers le site sont variables en fonction de la position des zones d'observation. En amont du site, depuis les pentes, la position en surplomb limite fortement la visibilité vers le site.

Une carte d'intervisibilité a été réalisée par ZONE UP montrant les secteurs ayant une visibilité sur le site :

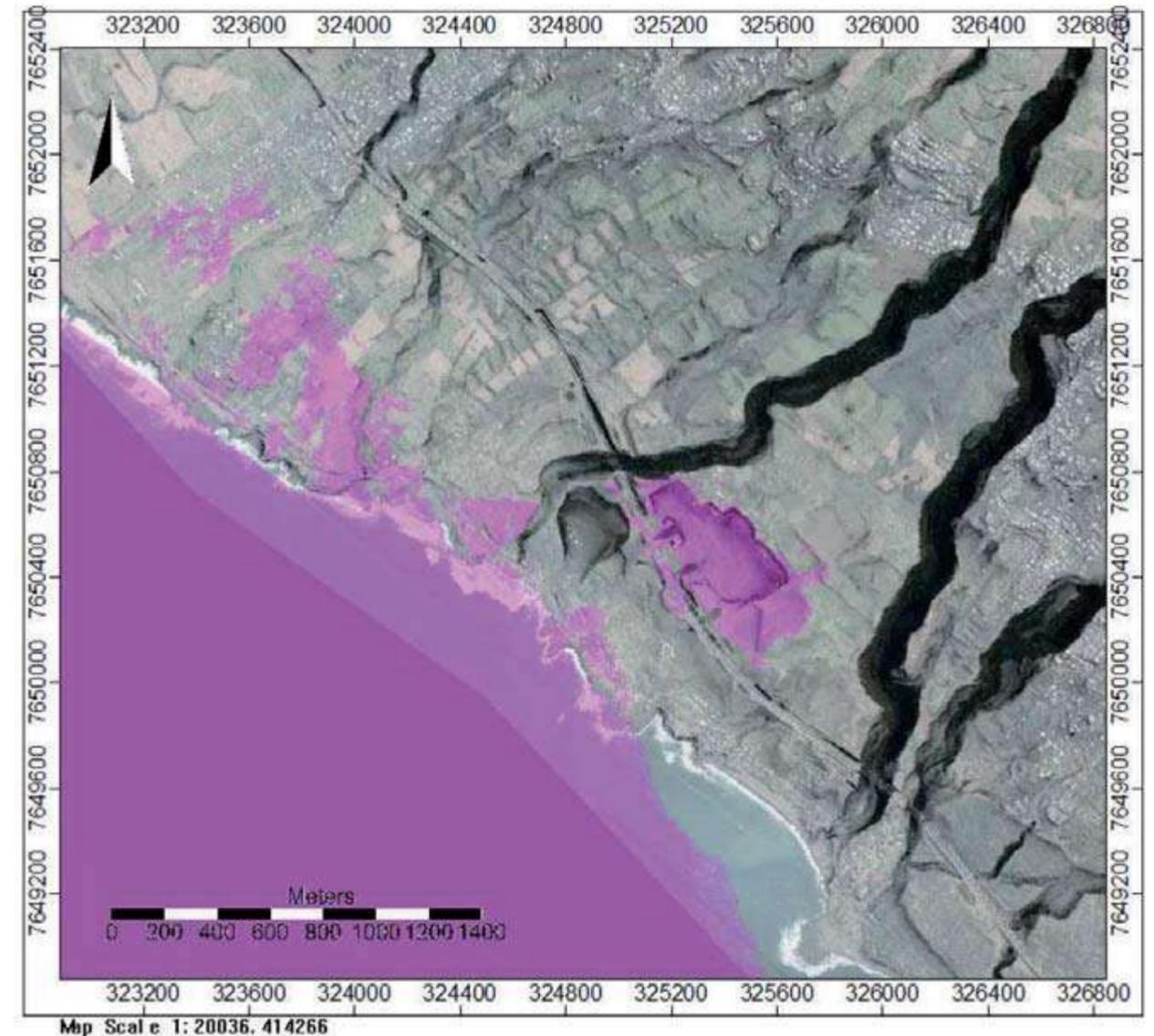


Planche 64 : Carte d'inter visibilité effectuée avec le logiciel SAGA, source SAFER.

De loin, toutes les falaises ne sont pas visibles, seuls quelques pans de falaise peuvent être visibles. L'impact paysager est surtout présent lorsque l'on est à l'intérieur de la carrière réaménagée.

A proximité du site, les perceptions sont limitées car souvent filtrées par des masques végétaux. Les perceptions les plus lointaines orientées Nord Sud, permettent d'embrasser du regard le site sur les pentes ou dans leur globalité. Elles restent sensibles, même si la distance atténue la perception détaillée du site (relief et végétation).

Ce sont les perceptions du site depuis le littoral, l'ancienne RN1 ou depuis la mer, qui seront les plus sensibles.

Depuis la route des Tamarins

La route des Tamarins qui sépare le site en deux, offre des vues fugaces vers les hauts, au gré des variations de relief alors que sa position en déblai libère des vues lointaines sur le littoral.

La route des Tamarins marque une rupture physique entre les espaces situés de part et d'autre de son emprise ; elle révèle également le relief du site et une partie de la nature du sous-sol perceptible par les falaises qui la borde.

La RN1 présente une des ouvertures les plus marquantes sur le site depuis le Nord. Les îlots arborés qui bordent les hameaux et les massifs qui bordent la voie forment un écran visuel à la perception d'ensemble du site



Planche 65 : Vue à l'approche du site depuis le Nord

Depuis la route RN1a

La RN1a présente une des ouvertures les plus marquantes sur le site depuis le Nord.



Planche 66 : Vue du site depuis la RN1a

Depuis les zones habitées

La perception visuelle des zones habitées est faible depuis les différents quartiers des Avirons et de Piton-Saint Leu en raison de la distance qui sépare ces quartiers de la zone d'étude et de leur position en surplomb.

Les riverains situés au Nord-Ouest du site d'étude sur les pentes de Bois de Nèfles Piton, ont une distance importante (environ 2km) entre leurs habitations et le site. Ils perçoivent toutefois le site de loin avec ses lignes de crêtes et ses ondulations ; ils pourront assister aux transformations du site.



Planche 67 : Vue depuis le chemin Pierre de Guigné

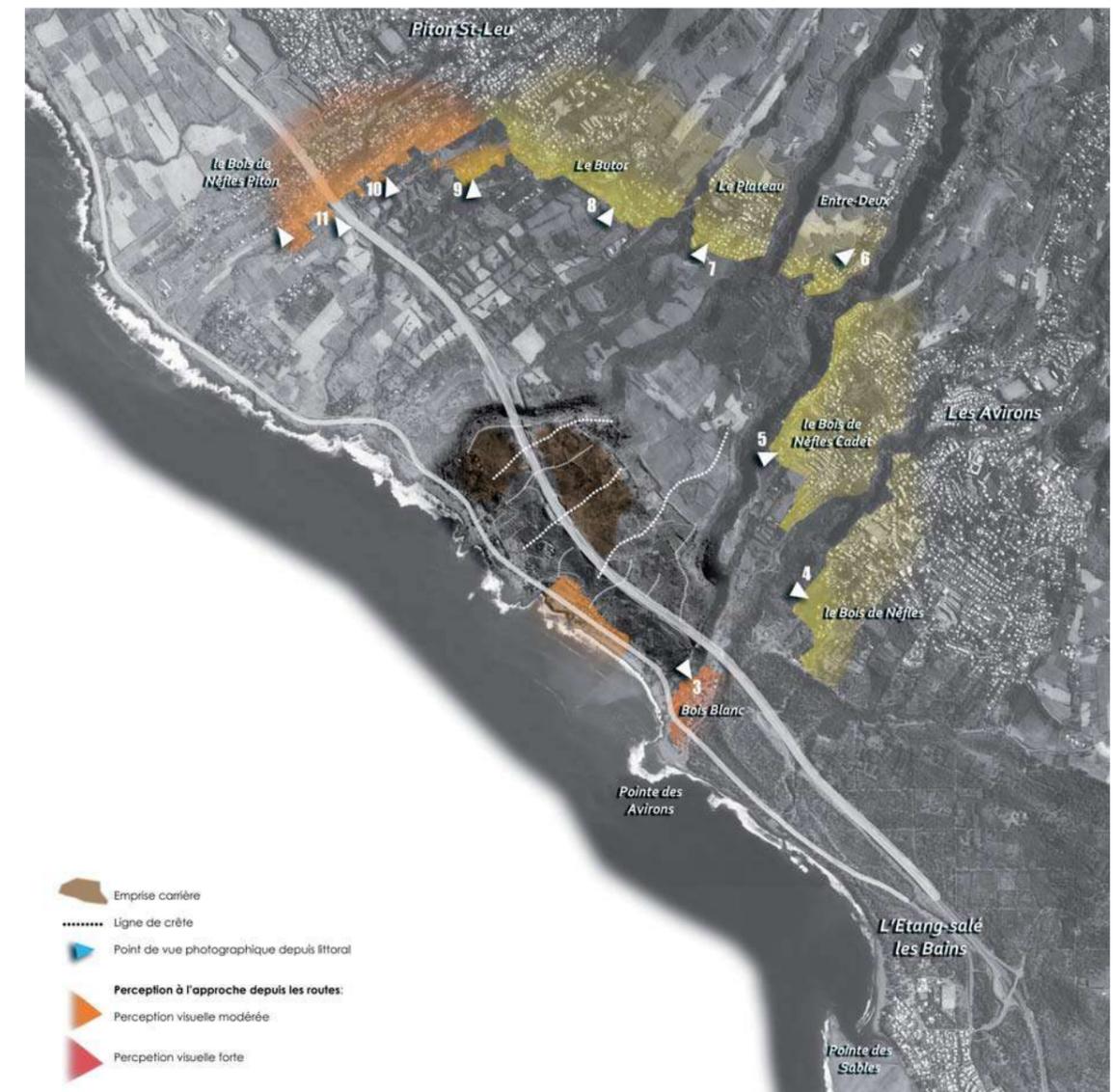


Planche 68 : Carte des perceptions visuelles depuis les zones habitées

Depuis le littoral

Le site est visible depuis certaines parties du littoral, notamment entre l'embouchure de la ravine des Avirons et la ravine du Ruisseau.



Planche 69 : Vue éloignée depuis la plage à l'embouchure de la ravine des Avirons



Planche 70 : Vue depuis la plage, au droit du site

5.7.3 Monuments historiques

La zone d'emprise du projet n'est pas comprise dans un périmètre de protection d'un monument historique. Les deux monuments historiques les plus proches sont la Cheminée Monjol Mondon des Avirons et la Cheminée du Portail de Piton Saint Leu. Ils sont situés à plus de 1000 m du projet.



Photo 2 : Vues des cheminées des Avirons (à gauche) et du Portail à Piton Saint Leu (à droite)

Située à plus d'1km du projet, ces anciennes cheminées s'insèrent dans des environnements très urbanisés, limitant ainsi leur visibilité depuis les points de vue éloignés.

Le projet de carrière, situé hors du périmètre de protection de ces monuments, n'est pas visible depuis les zones d'implantation de ces monuments.

5.7.4 Caractérisation des enjeux paysagers

La zone d'étude est traversée par la Route des Tamarins, axe majeur emprunté par de nombreux automobilistes, et est bordé par l'ancienne Route Nationale, réservée à des déplacements plus locaux voire touristiques. Depuis ces axes, on identifie plusieurs points de visibilité sur la zone du projet. Ces points de vue restent toutefois furtifs notamment depuis la route des Tamarins où le relief existant et la végétation viennent se dresser entre la zone du projet et l'œil de l'observateur.

Les points de vue sur le secteur d'étude depuis les zones urbanisées sont, quant à eux, limités, le projet s'inscrivant dans un environnement faiblement urbanisé. La visibilité du site depuis les habitations les plus proches reste faible, ces dernières étant implantées dans un écrin de végétation constituant un écran visuel à la perception du projet. Depuis les zones urbanisées situées dans les hauts, les points de vue seront plus dégagés. Toutefois la distance d'éloignement de ces points de vue avec le projet limitera l'incidence paysagère du projet.

Les enjeux paysagers pour l'implantation d'une carrière sur le secteur de Bois Blanc à Saint Leu demeurent toutefois donc importants au regard de la localisation du projet dans un secteur classifié par le SCOT en espace de vigilance touristique.

5.8 PATRIMOINE NATUREL

5.8.1 Généralités sur le secteur d'étude, caractéristiques climatiques et série végétale

La nature et la composition d'une végétation sont la base d'un écosystème. Elles conditionnent la présence ou l'absence des espèces animales que l'on peut s'attendre à rencontrer sur la base du contexte purement géographique et climatique. Plus qu'un simple cadre de vie, la végétation offre à la faune un abri, un lieu de reproduction, une source de nourriture.

Le secteur d'étude, localisé dans la zone dite "sous le vent" à l'Ouest de La Réunion, est caractérisé par la présence de deux ravines, la Ravine du Trou et la Ravine des Avirons, qui structure et modèle le paysage en créant une entaille plus ou moins profonde perpendiculaire au rivage.

Ces ravines créent de véritables liens entre l'intérieur de l'île (Cilaos) et le littoral, c'est-à-dire entre une végétation mégatherme et une végétation xérophile de savane. Elle joue également un rôle important en tant que corridor écologique, offrant une continuité d'habitats propices au développement d'espèces végétales et animales entre le littoral et les hauts de l'île.

Le contexte climatique de la zone d'étude est défini par :

- un relief légèrement pentus mais régulier,
- un ensoleillement important,
- une faible pluviométrie,
- un vent dominant de force moyenne de secteur Sud-est,
- et globalement un déficit hydrique important.

Ces caractéristiques climatiques permettent de définir le milieu végétal de la zone comme appartenant au "secteur mégathermique sec" et à une zone de "savane" (Th. Cadet, 1980).

Les espèces végétales qui se développent dans ce type de milieu sont adaptées à une faible hygrométrie de l'air et à une qualité de sol contenant une faible teneur en eau.

Végétation originelle

Dans l'étude phytoécologique et phytosociologique de la végétation de l'île de La Réunion de Th. CADET (1980), le secteur mégathermique sec correspond à une végétation secondaire anthropique xérophile. C'est le seul paysage naturel de l'île qui présente dans sa physionomie une périodicité annuelle liée à l'alternance d'une saison sèche et d'une saison humide. Les pentes, jusqu'à une altitude variant de 150 à 300 mètres, sont occupées par une végétation "sèche" constituées de savanes basses anthropiques, plus ou moins arborées et de fourrés secondaires formés essentiellement d'espèces exotiques.

Évolution de la végétation

Cette végétation xérophile de savane a été modifiée au cours du temps par les espaces agricoles bénéficiant de systèmes d'irrigation permettant à des espèces plus exigeantes en eau de se maintenir.

Actuellement le secteur d'étude est une zone à vocation agricole. Il se caractérise par la présence de champs de cannes à sucre, d'une bananeraie séparés à divers endroits par des arbustes et arbrisseaux.

Le site du projet se compose des fourrés secondaires à Cassie. La végétation arborée est semi-xérophile. La physionomie du secteur est façonnée par la présence de l'homme et des activités qui en découlent. La zone étant concernée par des incendies et surtout des pâturages divagants de cabris, peu d'espèces végétales peuvent s'y développer.

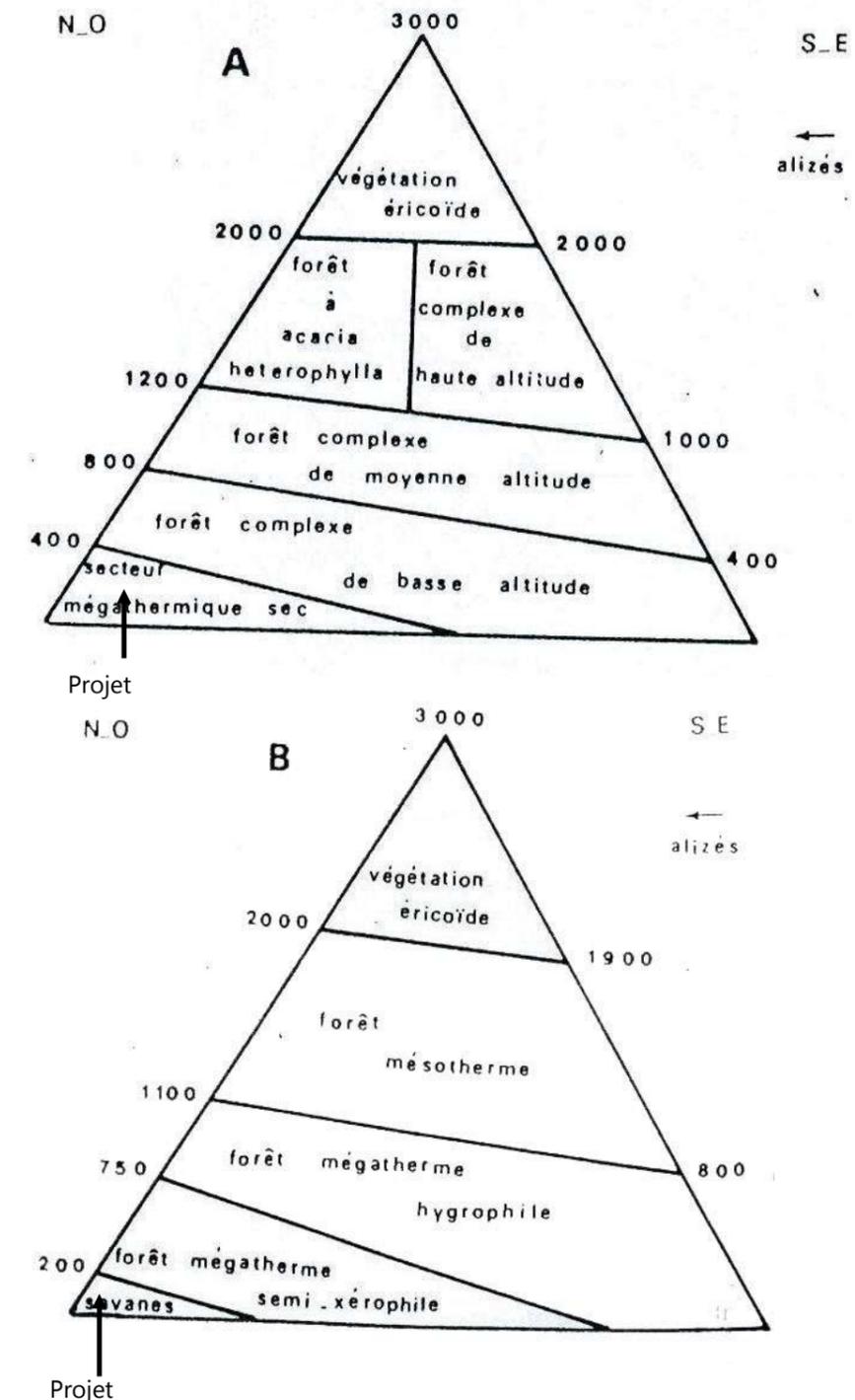


Planche 71 : Localisation du projet par rapport à l'étagement de la végétation à La Réunion (RIVALS, CADET)

5.8.2 Classification de l'aire d'étude

L'aire d'étude relative au projet de carrière de la Ravine du Trou est concernée par plusieurs zones naturelles d'intérêt reconnu. On recense ainsi dans le périmètre d'étude :

- A l'est du projet : la **ZNIEFF de Type I n°0033-0000** « Ravine des Avirons » qui présente des reliquats de forêt indigène sur les replats inaccessibles et les escarpements où deux espèces endémiques excessivement rares ont été recensées (Le Bois de Chenille (*Clerodendron heterophyllum*) et le Bois de Senteur Blanc (*Ruiziacordata*).
- au sud-ouest : la **ZNIEFF de Type II n°0070** « Littoral de Saint Leu Sud » abritant des reliques de végétation indigène du littoral sous le vent. L'intérêt de cette portion de côte est également paysager (côte rocheuse, souffleurs).
- au sud-ouest la **Réserve Naturelle Marine de la Réunion** qui s'étend sur 40 km de côtes du Cap La Houssaye à Saint-Paul, à la Roche aux oiseaux à l'Étang Salé.
- au sud-ouest, le site classé de la Pointe-au-Sel et de ses environs, y compris le domaine public maritime correspondant. Le classement de ce site est lié au caractère pittoresque de cet ensemble.
- au sud-ouest et au sud, l'espace naturel remarquable du littoral de La Pointe au Sel-côte des souffleurs, Ravine des Avirons
- l'espace boisé classé au PLU, situé en amont de la ZAC de Bois Blanc

Les réflexions menées par SCPR pour délimiter l'emprise de son projet, tiennent compte de ces contraintes environnementales fortes et ont exclu du périmètre classé de la carrière l'ensemble de ces zones naturelles d'intérêts reconnus.

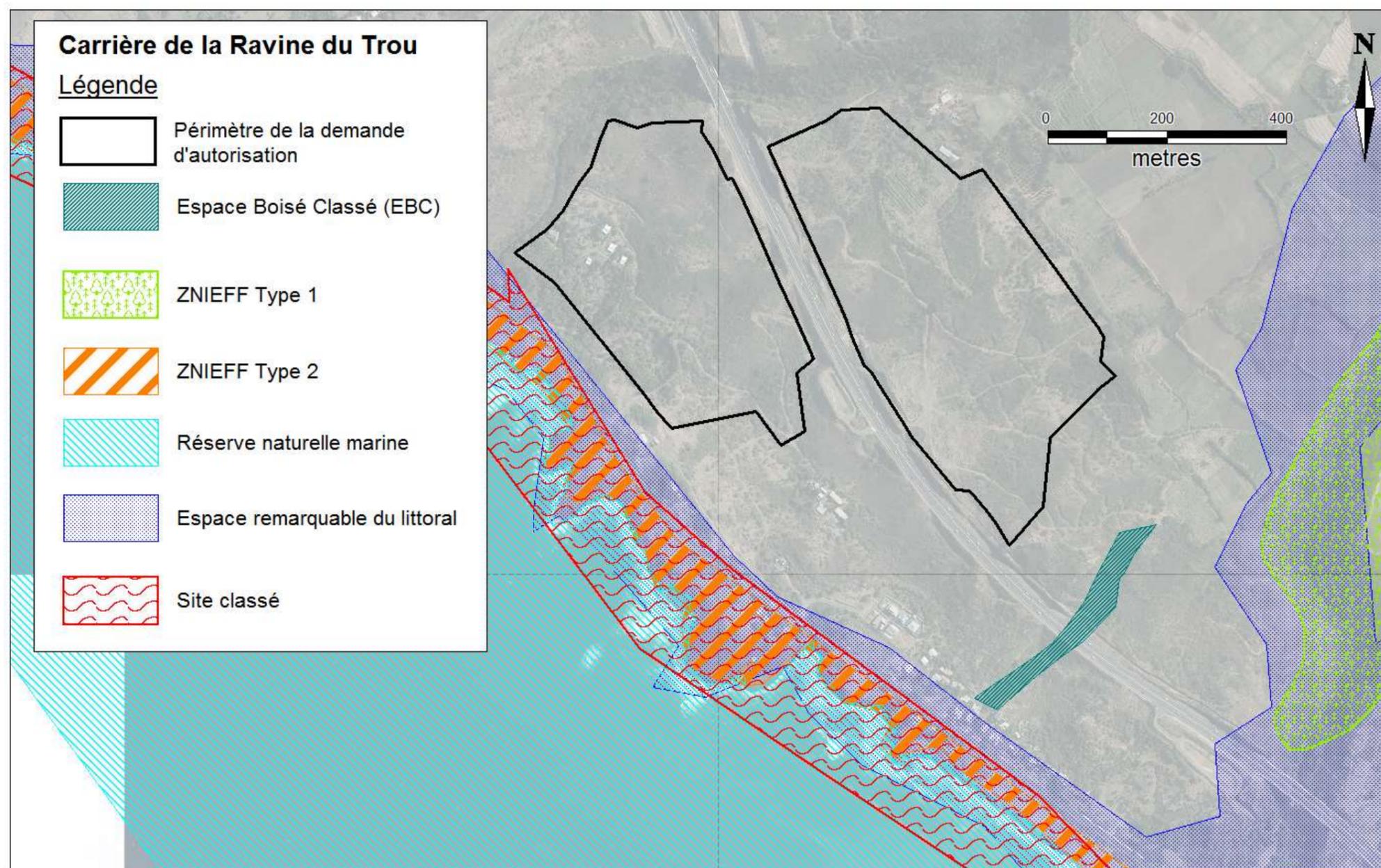


Planche 72 : Localisation du projet par rapport aux zones naturelles d'intérêt reconnu

5.8.3 Diagnostic écologique terrestre

Un diagnostic écologique a été confié à la société BIOTOPE. L'expertise s'est déroulée sur un cycle biologique complet entre 2013 et 2014 et a fait l'objet d'un rapport de synthèse retranscrit dans son intégralité en annexe 12. On notera que cette étude a été réalisée dans le cadre du premier projet d'exploitation de la carrière de la Ravine du Trou. Le périmètre d'emprise du projet n'a donc pas l'objet d'une mise à jour le nouveau projet d'exploitation, objet du présent dossier. On souligne en effet que ce périmètre a été réduit pour exclure plusieurs espaces sensibles.

Les paragraphes qui suivent fournissent une synthèse de cette expertise écologique qui a été menée sur le milieu terrestre. L'habitat, la flore et la faune terrestre (mammifères en l'occurrence les chiroptères puisqu'il s'agit du seul groupe de mammifères terrestres indigènes de La Réunion, oiseaux, reptiles, invertébrés) ont ainsi été étudiés.

Certains tableaux et planches de synthèse (avec la mise à jour du périmètre classé) y sont également rappelés.

5.8.3.1 Les habitats de la zone d'étude

L'ensemble des habitats recensés sont localisés dans une cartographie unique présentée sur la planche suivante.

Les formations indigènes

Les habitats indigènes correspondant à ce secteur ont pratiquement disparu de l'île et cela se vérifie, sur la zone d'étude, par la présence de quelques espèces indigènes relictuelles localisées surtout au niveau des deux ravines.

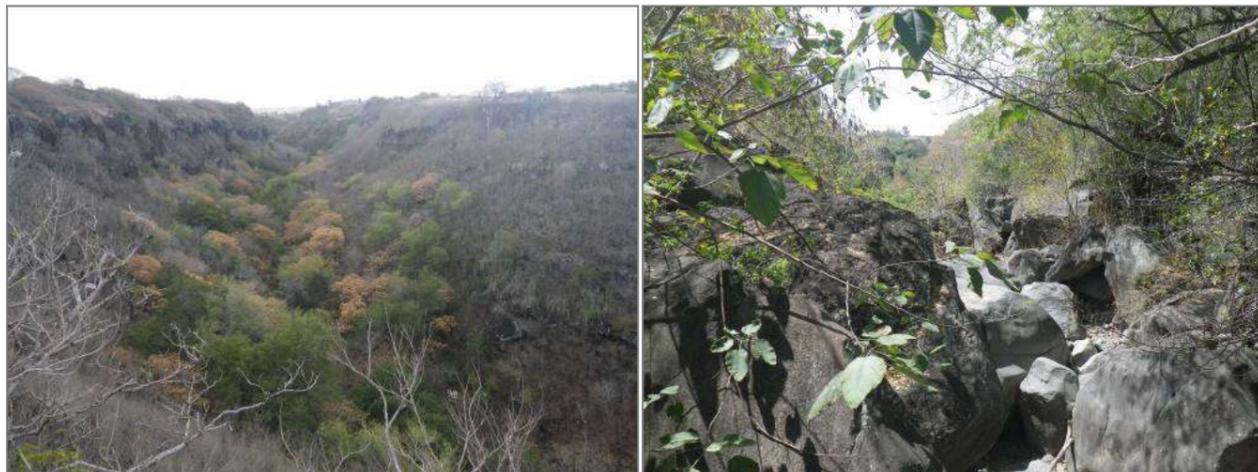


Photo 2 : Ravine des Aviron et Ravine du Trou

Sur la zone d'étude, alors que de nombreux habitats anthropisés et secondaires sont présents **deux habitats indigènes ont été inventoriés** :

- **Végétation semi xérophile des pentes** : cet habitat, aujourd'hui nettement dégradé, n'est identifié qu'en raison de la présence d'individus d'espèces indigènes relictuelles mais caractéristiques de cet habitat plus ancien, potentiellement résilient. L'habitat en lui-même correspond, dans sa structure actuelle, à un fourré secondaire piqueté d'espèces indigènes typiques des forêts semi-sèches.
- **Groupe à *Actiniopteris*** : En crête de falaise se développe une fougère héliophile saxicole *Actioniopteris semi flabellata*. Bien que la plupart du temps se retrouvant en individus isolés, cette fougère peut constituer des populations importantes qui forment, alors, un groupement à *Actiniopteris semi flabellata*. Une fougère indigène peu commune *Adiantum rhizophorum*, a également été identifiée sur la crête de la ravine du Trou.



Photo 3 : Groupement à *Actiniopteris semi flabellata*.

Les habitats secondaires

- ★ **Les fourrés secondaires à *Leucaena leucocephala* et la végétation arborée semi-xérophile des planèzes**

La physionomie du secteur est façonnée par la présence de l'homme et des activités qui en découlent. La zone étant concernée par des incendies et surtout des pâturages divagants de cabris, peu d'espèces végétales peuvent s'y développer.

Ainsi, la zone d'étude est majoritairement représentée par ces fourrés dont la caractéristique principale est la dominance quasi exclusive d'une espèce : le Cassie (*Leucaena leucocephala*). Ces fourrés secondaires à Cassie se retrouvent sur les 3/4 de la zone d'étude au niveau de la planèze entre les deux ravines et de part et d'autre de la route des Tamarins.

Le caractère très envahissant de la plante et ses caractéristiques végétales et biologiques, favorisent des formations serrées dans lesquelles une minorité d'autres espèces peuvent s'y développer (pas d'accès au sol, ni à la lumière...). Le sous bois est donc très pauvre en termes de diversité spécifique, la strate arborée est pratiquement inexistante, seule la strate arbustive est majoritairement représentée.

A l'ouest, non loin de l'ancienne route nationale, on retrouve quelques petites poches de **fourrés secondaires très denses de Z'épinards** (*Prosopis juliflora*). Il s'agit d'un habitat mono spécifique ou la strate arborée est inexistante, la strate arbustive est dominée par le Z'épinards et la strate herbacée est faiblement représentée.



Photo 4 : Fourrés à Cassie

★ **Les savanes à *Heteropogon contortus* et la végétation herbacée semi-xérophile des planèzes**

Une savane herbacée dominée par l'herbe polisson dans laquelle émerge quelques Cassies (*Leucaena leucocephala*), galaberts (*Lantana camara*) ou des z'épinards (*Acacia farnesiana*) se situe au Nord Est de la zone d'étude, non loin d'une zone cultivée.



Photo 5 : Formation à *Heteropogon contortus*

★ **Les friches rudérales**

On retrouvera ainsi dans l'aire d'étude des **friches rudérales** installées sur des terrains remaniés, souvent constitués de fataque (*Panicum maximum*), de galabert (*Lantana camara*), de pompom soldat, (*Leonitis nepetifolia*), de margoze (*Momordica charantia*).

Les formations anthropisées : les cultures

Au Nord-Est de la zone d'étude les fourrés à Cassie laissent place à des **zones cultivées**, notamment des champs de Cannes à sucres (*Saccharum officinarum*). Nous pouvons y trouver d'autres plantes exotiques du type lianescentes ou encore quelques graminées (*Panicum maximum*) et des galaberts (*Lantana camara*).

Une parcelle cultivée en coco se trouve à l'Ouest de la zone d'étude. Elle est accompagnée de plusieurs espèces rudérales présentes sur la majeure partie de la zone d'étude.



Photo 6 : Maraichage et Canne.

Bioévaluation des habitats

Du fait de la présence d'espèces indigènes au sein des deux ravines, seules les formations à *Actiniopteris* et les reliques de végétation semi xérophile des pentes indigènes présentent un intérêt patrimonial fort (pour cette dernière formation, en raison de la présence d'individus d'espèces indigènes caractéristique d'un milieu potentiellement résilient). Les autres habitats étant des habitats secondaires très dégradés présentent donc des intérêts écologiques et éco-régional bien moindres.

TYPOLOGIE DES MILIEUX NATURELS DE LA REUNION (VERS. 2010-1)	BIOEVALUATION						
	RARETE REUNION*	NATURALITE*	ENDEMICITE *	ETAT DE CONSERVATION	PRESENCE ESPECES PATRIMONIALES	INTERET PATRIMONIAL	LOCALISATION
Habitats indigènes:							
3.1 Végétation semi-xérophile des pentes	Rare	Végétation Naturelle (ou quasi naturelle)	Endémique	mauvais	Plusieurs espèces patrimoniales	Fort	Au sein des fourrés secondaires des ravines des Avirons et ravine du Trou (individus caractéristiques de l'habitat ancien).
3.1.1.1 Groupement à <i>Actinopteris</i>	Assez rare	Végétation Naturelle (ou quasi naturelle)	Non endémique	moyen	1 espèce patrimoniale	Fort	En haut de rive droite de la ravine des Avirons
3.2.1.3 Savane à <i>Heteropogon contortus</i>	Assez rare	Végétation Semi naturelle	Non endémique	NA	Pas d'espèce patrimoniale	Faible	En planèze
Habitats secondaires:							
3.2.3 Végétation herbacée semi-xérophile des planèzes	Rare	Végétation Secondaire	Non endémique	NA	Pas d'espèce patrimoniale	Faible	En planèze, en alternance avec les savanes à <i>Heteropogon contortus</i>
3.2.3 Végétation arborée semi-xérophile des planèzes	Rare	Végétation Secondaire	Non endémique	NA	Pas d'espèce patrimoniale	Faible	En aval de la zone d'étude, à proximité de la Nationale.
3.2.2.3 Fourrés secondaires à <i>Leucaena leucocephala</i>	Peu commun	Végétation Secondaire	Non endémique	NA	Pas d'espèce patrimoniale	Faible	En planèze, sur la majorité de la zone d'étude
Habitats anthropiques:							
83.40 Cultures	Non évalué	-	Sans objet	NA	Pas d'espèce patrimoniale	Négligeable	A l'est de la zone d'étude
84.20 Haies	Non évalué	-	Sans objet	NA	Pas d'espèce patrimoniale	Négligeable	A l'ouest de la zone d'étude
86.20 Villages	Non évalué	-	Sans objet	NA	Pas d'espèce patrimoniale	Négligeable	Principalement au nord-ouest et à l'ouest de la zone d'étude
87.20 Friches	Non évalué	-	Sans objet	NA	Pas d'espèce patrimoniale	Négligeable	En amont de la route de Tamarins, principalement au nord de la zone d'étude

* CBNM (inédit) Référentiel typologique des milieux naturels et des habitats de la Réunion (Dupont J., Strasberg D. et Rameau J.-C., Décembre 2000)

Tableau 9 : Bioévaluation des habitats

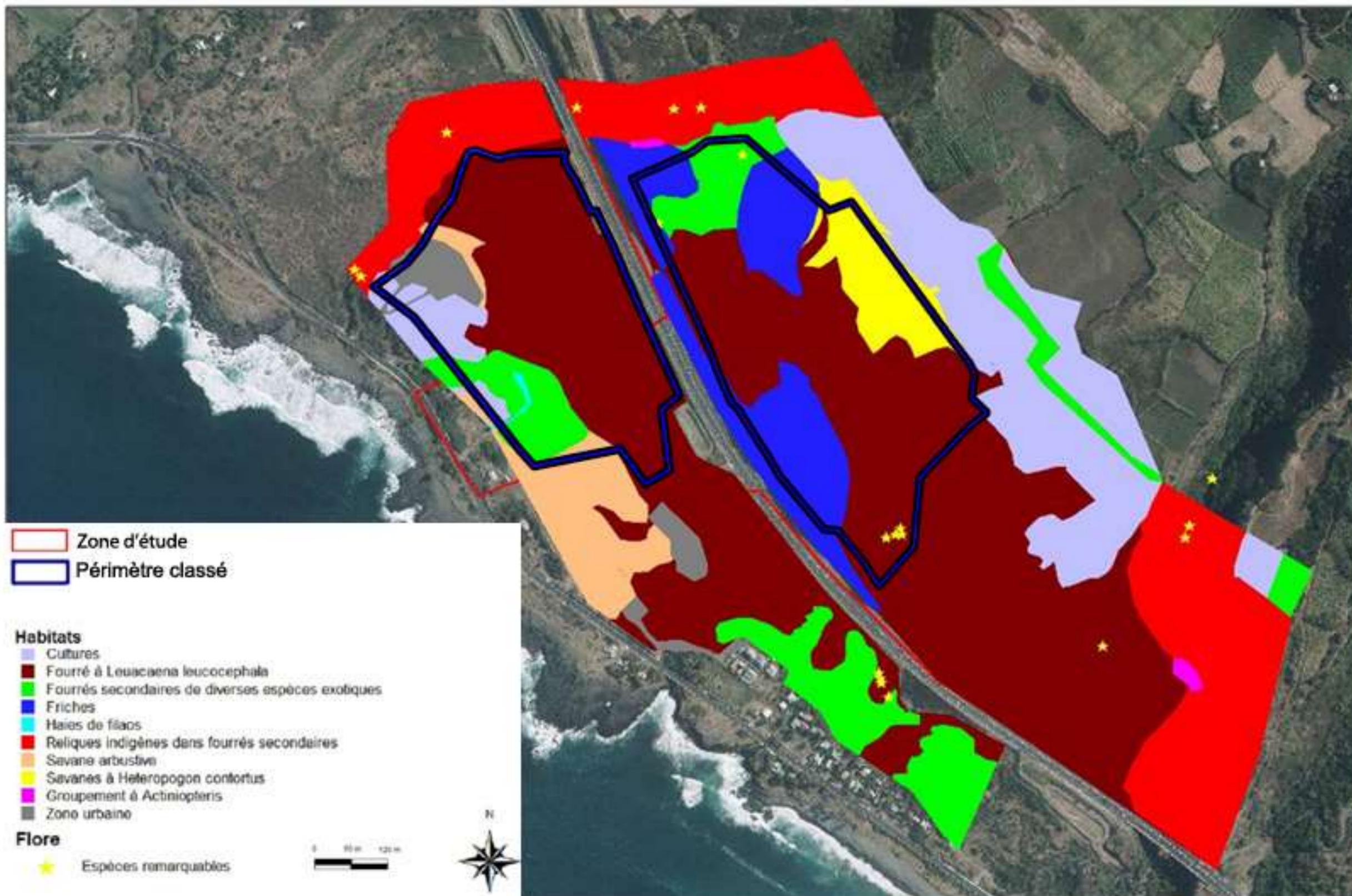


Planche 73 : Cartographie des habitats de la flore indigène

5.8.3.2 La flore de la zone d'étude

Globalement, l'aire d'étude présente une faible diversité spécifique. Elle est largement dominée par des espèces exogènes, que ce soit dans l'analyse de sa diversité spécifique ou au niveau de l'abondance de ces mêmes espèces.

73 espèces végétales, dont 22 espèces indigènes ou assimilés indigènes, ont été recensées lors de l'inventaire. Les autres espèces sont toutes exogènes.

Espèces végétales remarquables identifiées

★ Espèces rares et patrimoniales, non protégées :

Deux espèces de fougères, susceptibles d'être inscrites dans la future liste des espèces protégées ont également été recensées. Il s'agit de :

- *Doryopteris pilosa*, fougère indigène terrestre ou saxicole très rare, aime les milieux chauds et plus ou moins secs de basse et moyenne altitude. Elle a été recensée à mi-hauteur de la rive gauche de la ravine des Avirons. Cette station se trouve au sein d'un bosquet indigène au niveau de la rive gauche de la ravine des Avirons. Cette station est petite (< 60 cm²) et se trouve dans un état de conservation moyen. Dans les investigations complémentaires de BIOTOPE, une seconde station a été identifiée sur la zone d'étude.



Photo 7 : *Doryopteris pilosa*

- *Actiniopteris australis*, fougère indigène saxicole également très rare de l'étage mégatherme semi xérophile. Elle a été recensée en haut de la rive gauche de la ravine du Trou, en amont de la route de Tamarins. Ces stations ne concernent pas la zone d'emprise stricte du projet de carrière.

Les espèces végétales indigènes recensées sur ou à proximité de la zone d'étude ont été listées par dans l'expertise de Biotope présentée en annexe 12.

La plus part des espèces indigènes recensées présentent un intérêt négligeable à modéré. Toutefois, parmi les 23 espèces recensées, deux sont considérées comme remarquables, puisqu'inscrites sur la liste des espèces complémentaires de Z.N.I.E.F.F. : il s'agit du Bois rouge (*Cassine orientalis*) et de la fougère *Adiantum rhizophorum*. Par leur statut et leur abondance, elles présentent un enjeu fort. Le Bois Rouge n'est présent que

dans la ravine. En revanche plusieurs individus d'*Adiantum rhizophorum* se situent en planèze.



Photo 8 : *Adiantum rhizophorum*

Les espèces indigènes les plus communes présentent, quant à elles, un intérêt faible. Enfin les espèces indigènes mais dont le statut d'indigénat n'est pas vérifié possèdent un intérêt patrimonial négligeable (Cf. Tableau 10).

Les espèces végétales invasives

Le milieu est constitué majoritairement d'espèces exogènes. La plante la plus problématique ou potentiellement problématique en raison de son degré d'invasibilité est *le Cassie (Leucaena leucocephala)* ; plante dominante sur site. En effet cette espèce est recensée avec un coefficient d'invasibilité de 5 (coefficient maximal) sur l'échelle adoptée par le C.B.N.M. Il s'agit donc d'une espèce exotique envahissante.

A la Réunion, elle est particulièrement présente dans les bas de l'Ouest de l'île dans des milieux rocaillieux recevant un fort ensoleillement.

Bioévaluation des espèces végétales

Les critères de conservation ont été listés pour obtenir une évaluation des enjeux sur la zone d'étude présentés dans le tableau ci-après :

NOM BOTANIQUE	NOM VERNACULAIRE	PROTECTION STATUT IUCN FRANCE	STATUT REUNION	REPRESENTATIVITE DE LA ZONE D'ETUDE	ENJEU ECOLOGIQUE
<i>Actiniopteris australis</i>		LC	Indigène / Très rare	Une station recensée dans la Ravine du trou. Importance de chaque station recensée pour la conservation de l'espèce	Fort
<i>Adiantum rhizophorum Sw.</i>		LC	Indigène / Peu commun	Présent sur la planèze de la zone d'étude. L'abondance lui donne une forte représentativité.	Fort
<i>Cassine orientalis (Jacq.) Kuntze</i>	Bois rouge	LC	Indigène / Peu commun	Présent uniquement dans les ravines de la zone d'étude. L'abondance lui donne une forte représentativité.	Fort
<i>Doryopteris pilosa (Poir.) Kuhn</i>		VU	Indigène / Très rare	Station dans la Ravine des Avirons et une station sur la zone d'emprise. Importance de chaque station recensée pour la conservation de l'espèce	Fort
<i>Tabernaemontana persicariifolia Jacq.</i>	Bois de lait	Espèce protégée / CR	Indigène / Très rare ?	Espèce recensée dans la ravine du Trou par la bibliographie. Très rare, elle mérite que l'on donne à cette station une valeur patrimoniale forte.	Fort
<i>Actiniopteris semiflabellata Pic.Serm.</i>		LC	Indigène / Assez rare ?	Faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Modéré
<i>Ficus reflexa Thunb.</i>	Ti l'affouche	LC	Indigène / Assez rare ?	Faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Modéré
<i>Ficus rubra Vahl</i>	Affouche rouge	LC	Indigène / Assez rare ?	Faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Modéré
<i>Macrothelypteris torresiana (Gaudich.) Ching</i>		NT	Indigène / Assez rare	Faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Modéré
<i>Olea europaea L. subsp. africana (Mill.) P.S. Green</i>	Bois d'olive noir	LC	Indigène / Assez rare ?	Faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Modéré
<i>Arthropteris orientalis (Gmel.) Posth. var. orientalis</i>		LC	Indigène / Assez rare	Faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Faible
<i>Christella dentata (Forssk.) Brownsey et Jermy</i>		LC	Indigène / Commun	Faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Faible
<i>Doratoxylon apetalum (Poir.) Radlk.</i>	Bois de gaulette	LC	Indigène / Assez commun ?	Faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Faible

NOM BOTANIQUE	NOM VERNACULAIRE	PROTECTION STATUT IUCN FRANCE	STATUT REUNION	REPRESENTATIVITE DE LA ZONE D'ETUDE	ENJEU ECOLOGIQUE
<i>Heteropogon contortus (L.) P. Beauv. ex Roem. et Schult.</i>	Herbe polisson	LC	Indigène / Peu commun	Faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Faible
<i>Pellaea viridis (Forssk.) Prantl</i>		LC	Indigène / Assez commun	Faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Faible
<i>Rhipsalis baccifera (J.S. Muell.) Stearn</i>	La perle	LC	Indigène / Assez commun ?	Faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Faible
<i>Scutia myrtina (Burm. f.) Kurz</i>	Bois de sinte	LC	Indigène / Peu commun	Faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Faible
<i>Terminalia bentzoë</i>	Benjoin	CR	Indigène / Très rare	5 individus plantés présents dans la zone nord est au sein des fourrés secondaires à <i>Leucaena leucocephala</i> .	Faible
<i>Boerhavia coccinea Mill.</i>	Bécabar batard	LC	Indigène ? / Commun	Très faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Négligeable
<i>Commelina diffusa Burm. f.</i>	Petite herbe de l'eau	LC	Indigène ? / Assez rare ?	Très faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Négligeable
<i>Hyparrhenia rufa (Nees) Stapf</i>		LC	Indigène ? / Assez commun ?	Très faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Négligeable
<i>Plumbago zeylanica L.</i>	Pervenche à fleurs blanches	LC	Indigène ? / Assez rare ?	Très faible représentativité des populations de la zone d'étude à l'échelle régionale	Négligeable
<i>Tephrosia purpurea (L.) Pers.</i>	Lentille marronne	LC	Indigène ? / Peu commun ?	Uniquement présente dans la Ravine du Trou. Très faible représentativité de la zone d'étude	Négligeable

Tableau 10 : Bioévaluation de la flore sur la zone d'étude (Le détail des abréviations est donné en annexe 3 : extrait de la notice de l'index commentée la flore de La Réunion – CBNM)

5.8.3.3 L'avifaune

➤ Les espèces inventoriées dans le cadre de l'étude

22 espèces fréquentent la zone d'étude, et 13 l'utilisent pour se reproduire et/ou s'alimenter, selon des niches écologiques (alimentaire et spatiale) qui leurs sont propres (cf. Tableau ci-dessous). Parmi celles-ci, **7 sont indigènes et protégées** dont **3 espèces ou sous-espèces sont des endémiques stricts** de La Réunion.

La nidification du Paille en queue (*Phaethon lepturus*) a été observée sur la zone d'étude notamment au niveau de la ravine des Avirons qui est la seule des deux ravines proposant des faciès pouvant accueillir des colonies d'oiseaux marins. La ravine du trou offrant peu de falaises abruptes et sèches n'accueille pas d'oiseaux marins bien qu'un individu de Puffin de Baillon ait été entendu en amont de cette ravine (Il s'agit probablement d'individu prospecteur).

Un nid d'oiseau lunette gris a été observé en rive gauche de la ravine du Trou attestant la reproduction certaine de cette espèce au sein de la zone d'étude.

L'ensemble de la zone d'étude semble plus propice à la nidification de la plupart des autres espèces inféodées à ces milieux secondarisés ou anthropisés et qui, pour la plupart, sont des espèces introduites ou exogènes.

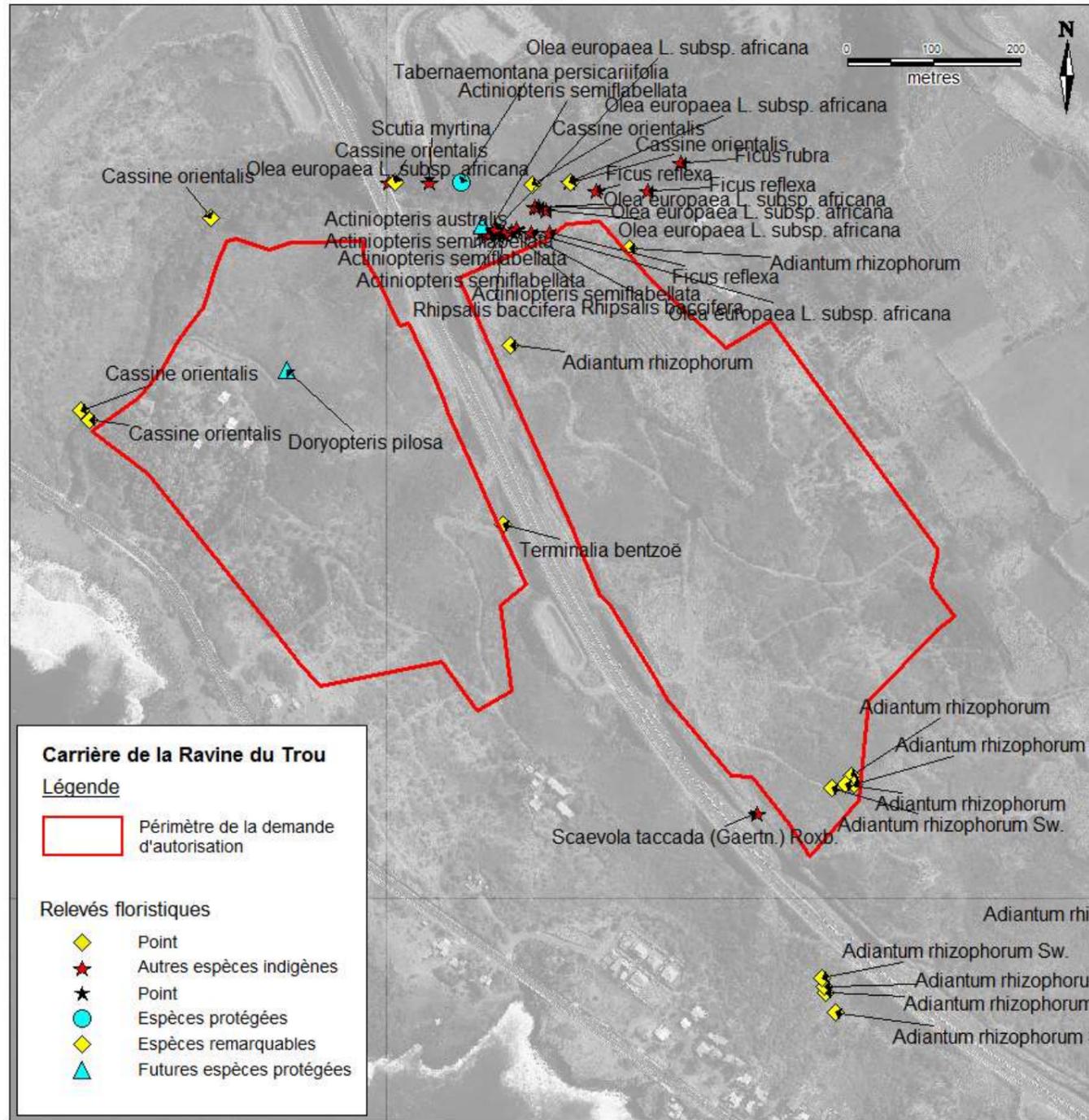
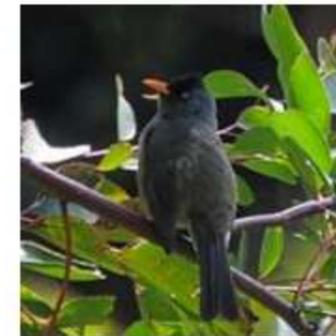


Planche 74 : Localisation de la flore remarquable vis-à-vis du projet



Bulbul de La Réunion
(BIOTOPE 2010)



Oiseau-lunettes vert
(BIOTOPE 2010)



Oiseau-lunettes gris
(BIOTOPE 2010)

	NOM SCIENTIFIQUE	NOM VERNACULAIRE	UTILISATION DE LA ZONE D'ETUDE	
Espèces indigènes	<i>Aerodramus francicus</i>	Salangane des Mascareignes	Non nicheur/Alimentation	
	<i>Circus mailardi</i>	Busard de Maillard, Papangue	Non nicheur/Alimentation	
	<i>Phaethon lepturus</i>	Phaéton à bec jaune, Paille-en-queue	Reproduction certaine/pas d'alimentation sur la ZE	
	<i>Phedina borbonica</i>	Hirondelle de bourbon	Non nicheur/Alimentation	
	<i>Puffinus lherminieri bailloni</i>	Puffin de Baillon	Reproduction possible/En transit	
	<i>Pterodroma baraui</i>	Pétrel de Barau	Non nicheur/En transit	
	<i>Streptopelia picturata</i>	Tourterelle malgache	Reproduction possible/Alimentation	
	<i>Zosterops b. borbonicus</i>	Oiseau-lunettes gris	Reproduction certaine/Alimentation	
	Espèces introduites	<i>Acridotheres tristis</i>	Martin triste	Reproduction possible/Alimentation
		<i>Agapornis sp. ?</i>	Inséparables	Alimentation
<i>Coturnix coturnix</i>		Caille des Blés	Reproduction possible/Alimentation	
<i>Columba livia</i>		Pigeon Biset	Reproduction possible/Alimentation	
<i>Estrilda astrild</i>		Astrild ondulé	Reproduction possible /Alimentation	
<i>Foudia madagascariensis</i>		Foudi rouge	Reproduction probable/Alimentation	
<i>Francolinus pondicerianus</i>		Francolin gris	Reproduction possible/Alimentation	
<i>Geopelia striata</i>		Géopélie zébrée	Reproduction possible /Alimentation	
<i>Lonchura punctulata</i>		Capucin damier	Reproduction probable/Alimentation	
<i>Margaroperdix madagarensis</i>		Perdrix de Madagascar	Reproduction probable/Alimentation	
<i>Passer domesticus</i>		Moineau domestique	Reproduction possible/Alimentation	
<i>Ploceus cucullatus</i>		Tisserin gendarme	Reproduction certaine/Alimentation	
<i>Pycnonotus jocosus</i>	Bulbul orphée	Reproduction possible/Alimentation		
<i>Turnix nigricolis</i>	Caille pays	Reproduction possible/Alimentation		

Tableau 11 : Espèces d'oiseaux observées sur la zone d'étude

➤ **Les oiseaux marins**

Deux espèces transitent au-dessus de la zone d'étude : le Puffin de Baillon (*Puffinus lherminieri bailloni*) et le Phaéton à bec jaune (*Phaethon lepturus*).

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

Aucun site propice à la colonie de Puffin de Baillon n'a été identifié sur la zone d'étude bien que celle-ci propose des falaises et des remparts propices à celles-ci. La zone d'étude est en effet caractérisée par des dénivellations élevées et des faciès de type remparts correspondant aux besoins écologiques de l'espèce. En effet, Les remparts identifiés de part et d'autre de la ravine des avirons notamment ceux situés en rive gauche sont plus propices à l'installation de colonies. Les écoutes nocturnes n'ont permis de révéler que quelques cris (3) au sein de la ravine des avirons et un seul au sein de la ravine du trou. Il s'agit probablement d'individus prospecteurs.

★ **Le Phaéton à bec jaune (*Phaethon lepturus*)**

Les observations ont permis de mettre en évidence **quatre sites de nidification certaine de Phaétons** (trois en rive gauche et un en rive droite de la ravine des Avirons. La ravine du Trou ne semble pas accueillir de sites de nidifications, sa physionomie étant moins favorable.

Des zones potentielles ont été aussi identifiées et concernent des falaises favorables aux sites de nidification de Phaéton mais pour lesquelles les inventaires n'ont pu attester de leur certitude. Elles concernent essentiellement la ravine des Avirons, en amont des sites préalablement identifiés.

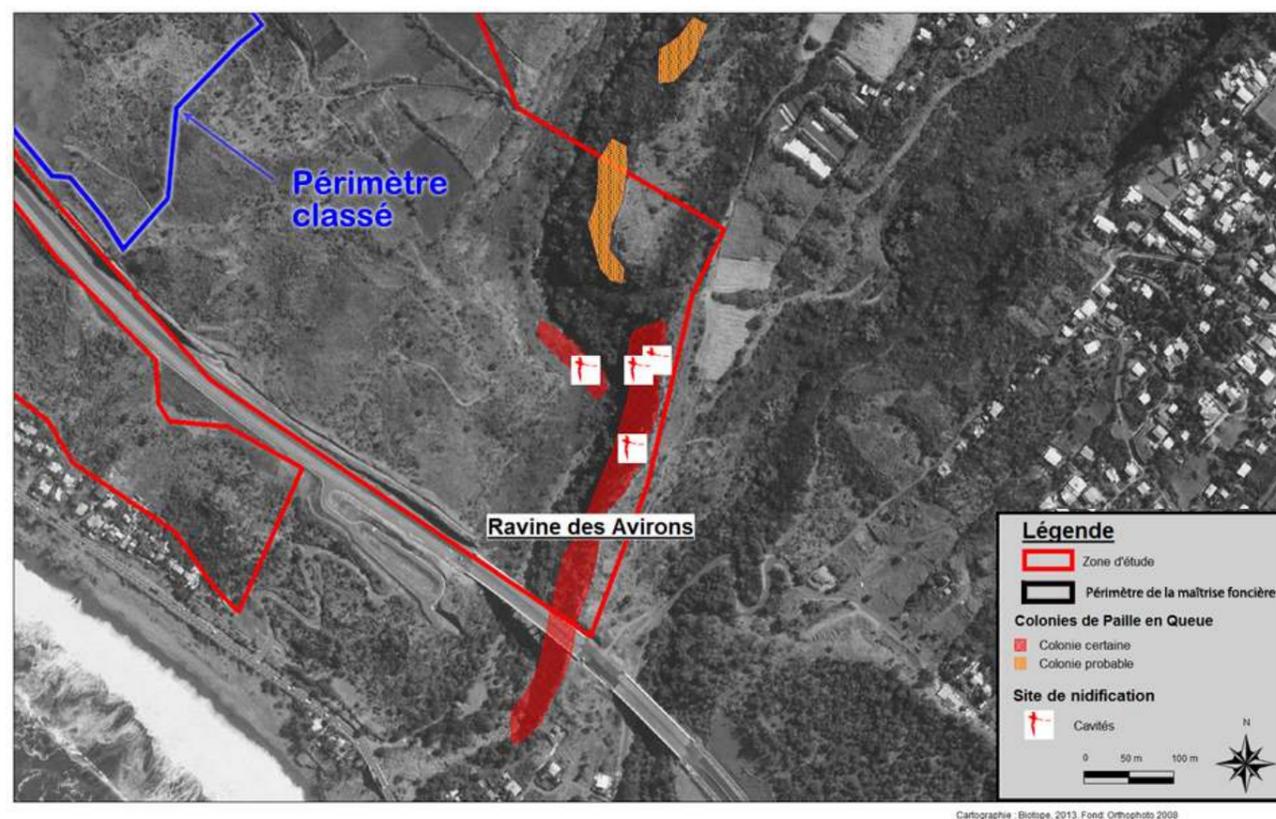


Planche 75 : Cartographie des sites de nidification et des colonies de Paille en queue.

★ **Le Pétrel de Barau (*Pterodroma barau*)**

L'espèce n'est pas nicheuse sur l'aire d'étude, les colonies étant installées sur les versants du Piton des Neiges et le Grand Bénare. Toutefois, le recensement par Radar a mis en évidence un survol du site par l'espèce : l'étude des flux montre, conformément au constat général sur la biologie de l'espèce, deux pics importants du nombre d'individus recensés :

- **en début de nuit, aux alentours de 19h00**, et correspondent majoritairement à une remontée vers les zones de reproduction, depuis le milieu marin ;
- **en fin de nuit, de 4h00 à 5h00**, généralement pour un départ des colonies vers le milieu marin pour les phases diurnes d'alimentation (cf. planche ci-dessous).

Les volumes de passage sont toutefois nettement plus élevés au mois d'octobre qu'au mois de novembre, ceci étant sans doute lié aux différentes phases de la biologie de reproduction de ces espèces.

Au mois d'octobre, la ravine du Trou et sa planèze représentent donc un point de passage non négligeable pour les Procellariidés, mais il s'agit majoritairement d'un survol à plus de 150m d'altitude et sans colonie à proximité immédiate. L'extrapolation de ce pattern de déplacement à la ravine des Avirons semble crédible, en raison de la proximité des deux sites. Les expertises de BIOTOPE constatent également un survol tardif (mars -mai) de la zone par l'espèce.

➤ **Les oiseaux terrestres**

Aucun oiseau d'eau n'a été recensé au cours des inventaires.

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

Deux individus (un mâle et une femelle) ont été observés lors des inventaires. La ravine du Trou semble être le site le plus souvent prospecté par ces individus en termes de site d'alimentation. Cependant, aucun site de nidification n'a pu être mis en évidence sur la zone d'étude. Les individus semblent donc utiliser le secteur uniquement en tant que zone d'alimentation avec une préférence assez marquée en faveur de la ravine du Trou.

★ **Autres oiseaux terrestres**

Lors des inventaires, l'**Oiseau-lunettes gris** est la seule espèce de passereaux indigènes retrouvée sur l'ensemble de la zone d'étude. Elle est présente notamment sur les savanes arbustives et dans les ravines entourant la zone d'étude.

La **Tourterelle malgache** est un nicheur possible, considéré comme commun sur la zone d'étude.

Plusieurs espèces introduites sur l'île ont en outre été recensées ; seules quelques-unes d'entre elles constituent des espèces véritablement envahissantes en milieux naturels. Il s'agit notamment du Bulbul orphée (*Pycnonotus jocosus*) et du Martin triste (*Acridotheres tristis*) présents sur l'ensemble des zones prospectées. La mission d'inventaire a aussi mis en évidence l'omniprésence du Foudi rouge, sur la zone d'étude. Cette espèce, ainsi que le Martin triste et le Bulbul orphée, est présente sur tous les points observés.

Deux espèces de « cailles » sont présentes sur site : la Caille pays (*Turnix nigrocolix*) et un Francolin (*Francolinus pondicerianus*). Elles affectionnent les sous bois arbustifs à cassie et les savanes herbacées.

➤ Abondance, densité et diversité spécifique

Le résultat des inventaires démontrent des valeurs patrimoniales très faibles avec, dans l'ensemble, très peu d'espèces indigènes (une à deux espèces dans les relevés sont identifiées).

Cela s'explique par le caractère secondarisé et anthropisé de la zone d'étude en certains secteurs (Cultures, savane arbustive,...) qui s'accompagne d'un cortège d'espèces exogènes et/ou introduites.

NOM SCIENTIFIQUE	NOM VERNACULAIRE	STATUT SUR LA ZONE D'ETUDE
<i>Zosterops b. borbonicus</i>	Oiseau-lunettes gris	Omniprésent
<i>Acridotheres tristis</i>	Martin triste (Introduit)	Omniprésent
<i>Estrilda astrild</i>	Astrild ondulé (Introduit)	Omniprésent
<i>Foudia madagascariensis</i>	Foudi rouge (Introduit)	Omniprésent
<i>Geopelia striata</i>	Géopélie zébrée (Introduit)	Omniprésent
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique (Introduit)	Omniprésent
<i>Pycnonotus jocosus</i>	Bulbul orphée (Introduit)	Omniprésent
<i>Ploceus cucullatus</i>	Tisserin gendarme (Introduit)	Très commun
<i>Streptopelia picturata</i>	Tourterelle malgache	Commun
<i>Coturnix coturnix</i>	Caille des Blés	Rare
<i>Columba livia</i>	Pigeon Biset	Rare
<i>Lonchura punctulata</i>	Capucin damier (introduit)	Rare

Les classes de fréquence sont définies comme suit :

F > 75% = omniprésent // 50% < F ≤ 75% = très commun // 25% < F ≤ 50% = commun // F ≤ 25% = rare

Tableau 12 : Fréquences relatives des différentes espèces d'oiseaux (sur l'ensemble des IPA).

Les recensements au niveau de la ravine du Trou et de la ravine des Avirons mettent en évidence une diversité spécifique plus importante. Cela s'explique par la présence d'un faciès de ravine favorisant le développement de l'avifaune de manière générale.

En planèze, la diversité spécifique est moins importante en raison d'une végétation exotique secondarisée fortement dominée par une seule espèce végétale (Le cassie). On relève toutefois que les secteurs plus proches des zones anthropisées (élevages, cultures et champs de cannes à sucre) présentent une diversité plus importante pour les espèces exotiques notamment des moineaux ou les pigeons.

En termes d'indigénat, tous les points d'observation sont concernés par des contacts d'une espèce indigène, l'Oiseau-lunettes gris. Ce dernier, est observé en petits groupes sur des zones plus végétalisés tels que la savane arbustive et les talus végétalisés offrant ainsi une ressource alimentaire.

➤ Evaluation patrimoniale et synthèse des enjeux pour les oiseaux

En intégrant le statut de patrimonialité d'une espèce, son statut biologique (reproducteur ou non) et sa présence / représentativité sur la zone d'étude, il est possible de définir un niveau d'enjeux pour chacune des espèces indigènes et patrimoniales (cf. Tableau ci-dessous).

Les analyses radar font clairement ressortir un flux d'oiseaux marins au-dessus de la zone d'étude (probablement des puffins et des Pétrels de Barau rejoignant leurs colonies situés en dehors et bien en amont de la zone du projet).

Le Phaéton niche au sein de la ravine des Avirons où plusieurs sites de nidifications ont été identifiés.

Le Busard de Maillard est présent sur l'ensemble du secteur et utilise la zone d'étude uniquement pour son alimentation.

Aucune colonie d'Hirondelle des Mascareignes (Hirondelle de Bourbon) ou de Salangane des Mascareignes n'a été identifiée sur la zone du projet. Ces espèces fréquentent seulement le site pour s'alimenter.

Les deux ravines sont caractérisées par des secteurs offrant une diversité avifaunistique plus importante et une présence accrue des espèces indigènes (nidification d'Oiseau-lunettes gris notamment).

Ainsi, sur la zone d'étude, une espèce semble présenter un niveau d'enjeu modéré du fait de son statut de nicheur certain : le Phaéton à bec jaune ou Paille en queue, nicheur au niveau de la ravine des Avirons.

ESPECE	PROTECTION STATUT IUCN FRANCE	STATUT REUNION	Habitat	REPRESENTATIVITE DE LA ZONE D'ETUDE	ENJEU ECOLOGIQUE
Phaéton à bec jaune <i>Phaethon lepturus</i>	Protégé/LC	Peu commune /Det. ZNIEFF		Espèce protégée possédant une large répartition pantropicale et peu commune à La Réunion (déterminante pour les inventaires Z.N.I.E.F.F.). Nidifie dans les ravines de la zone d'étude.	MODERE
Puffin de Baillon <i>Puffinus lherminieri bailloni</i>	Protégé/LC	Det. ZNIEFF	Zones rocheuses pour sa nidification et zone océanique pour son alimentation	Espèce protégée possédant une large répartition pantropicale ; la sous espèce présente à La Réunion est répartie sur l'Océan Indien (déterminante pour les inventaires Z.N.I.E.F.F.). Non nicheur/En transit	FAIBLE
Pétrel de Barau <i>Pterodroma barau</i>	Protégé/EN	Endémique Réunion/Det. ZNIEFF		Non nicheur et en transit. La planèze est néanmoins fréquentée par une proportion d'individus assez inattendue hors ravines, bien que représentant pas un couloir majeur.	FAIBLE
Salangane des Mascareignes <i>Aerodramus francicus</i>	Protégé/VU	Assez commune/Det. ZNIEFF	Utilise les milieux rocheux, cavernes et tunnels pour sa reproduction	Espèce protégée assez commune à La Réunion (déterminante Z.N.I.E.F.F.), dont les effectifs régionaux représentent près de 80% des effectifs mondiaux (endémique de Maurice et La Réunion). L'espèce survole la zone uniquement pour son alimentation.	FAIBLE
Hirondelle de Bourbon <i>Phedina borbonica</i>	Protégé/VU	Rare /Det. ZNIEFF		Pas de population nicheuse sur le site utilisé uniquement pour l'alimentation. Très faible part de la population présente.	FAIBLE
Busard de Maillard, Papangue <i>Circus maillardi</i>	Protégé/EN	Rare /Det. ZNIEFF	Utilise la zone d'étude pour son alimentation. Pas de site de reproduction	Sans nidification, le site n'est pas représentatif pour cette espèce	FAIBLE
Tourterelle malgache <i>Streptopelia picturata</i>	Protégé/LC	Assez commune/Det. ZNIEFF	Fourrés secondaires de diverses espèces exotiques à tendance semi-xérophile	Espèce protégée assez commune à La Réunion. Son statut d'indigénat est remis en question. Utilise la zone pour son alimentation et probablement sa reproduction.	FAIBLE
Oiseau-lunettes gris <i>Zosterops borbonicus</i>	Protégé/LC	Subsp. Endémique Comp. ZNIEFF	Utilise une grande variété de milieux indigènes et secondarisés	Espèce protégée, commune à La Réunion et complémentaire des inventaires Z.N.I.E.F.F., dont la reproduction est possible dans les secteurs arbustifs de la zone d'étude. L'espèce est largement répartie et sa population ne semble pas menacée.	FAIBLE

Statut de conservation (UICN 2010) : CR En danger critique d'extinction ; EN En danger d'extinction ; Vu Vulnérable ; NT Quasi menacé ; LC Préoccupation mineure

Tableau 13 : Enjeux écologiques pour les oiseaux indigènes sur l'ensemble de la zone d'étude

5.8.3.4 Les chiroptères

➤ Les espèces inventoriées

La zone d'étude (dans sa totalité) comprend de manière certaine 2 espèces indigènes :

- Le Tadaride de La Réunion ou Petit molosse (*Mormopterus francoismoutoui*) ;
- Le Taphien de Maurice (*Taphozous mauritianus*).

Ces espèces établissent des colonies dans des anfractuosités de type cavernes, à l'intérieur de souches d'arbres ou même sous des ponts routiers. Leur période d'activité a lieu essentiellement en début de nuit et correspond successivement à des phases de nourriture, de communication et de contacts sociaux.

Le Tadaride de La Réunion ou Petit Molosse (*Mormopterus francoismoutoui*)

L'espèce est présente à La Réunion et Maurice et se retrouve dans la plupart des milieux de l'île jusqu'à 1800m d'altitude (Probst 2002). Grégaire, elle affectionne les ravines et utilise les fissures ou cavités comme gîte. La population réunionnaise n'est pas évaluée à ce jour.

Le Tadaride de La Réunion est présent sur l'ensemble de la zone d'étude. Il a été contacté dans des phases de chasse au niveau des ravines et des zones de planèzes. Cette espèce étant attirée par les insectes, elle peut se déplacer vers des sites offrant plus d'opportunités alimentaires, notamment des zones herbacées de savanes pouvant attirer en masse des insectes nocturnes.

Des gîtes ont été détectés au niveau de la rive gauche des ravines du Trou et des Avirons, et au niveau du passage inférieur de l'ouvrage hydraulique de la route des Tamarins. Les gîtes détectés sont caractérisés par des cavités et des fissures naturelles situées en flancs de falaise (cf. Planche 76).

- dans la ravine des Avirons, un gîte d'une centaine d'individus ;
- dans la ravine du trou, un gîte composé de 100 à 200 individus (amont) et un gîte de 150 à 200 individus (aval) ;
- dans les parements de l'ouvrage hydraulique permettant de rejoindre les parties haute et basse du site, un gîte d'une centaine d'individus. Compte-tenu de sa localisation, de son exposition aux ruissellements et autre effets des intempéries, comme de son accessibilité par le sol (donc aux prédateurs introduits tels que le rat), ce gîte n'est selon toute vraisemblance pas un gîte de reproduction mais plutôt un gîte de repos diurne.

Le Taphien de Maurice (*Taphozous mauritianus*)

Cette autre espèce indigène, plus discrète et moins commune à La Réunion que le Tadaride, possède une distribution élargie à l'Océan Indien. Cette chauve-souris est considérée comme arboricole même si elle peut aussi profiter des fissures et des cavités des parois rocheuses de certaines falaises. L'espèce est répandue sur le littoral dans des altitudes comprises entre 0 et 300m, préférant chasser au-dessus des zones végétalisées. Sa population n'est pas évaluée précisément.

L'espèce est présente sur la zone d'étude où un individu a été vu en phase de chasse et de capture avec des Tadarides (non loin du pont au niveau de la route des Tamarins) ; information également confirmée par les enregistrements acoustiques.

Le diagnostic ne démontre pas de présence de colonie de cette espèce mais, de même que le Tadaride de La Réunion, elle peut s'installer à l'abri, derrière une poutre ou autre matériau (quelques individus).

Scotophilus borbonicus

Les enregistrements mentionnent également la présence de *Scotophilus borbonicus*, en faible nombre. Toutefois, en l'absence de forte concentration et du manque de critère de détermination formels acceptés par l'ensemble de la communauté pour La Réunion, ces relevés doivent rester à titre d'indicateur, dans l'attente de nouvelles études.

Aucune identification, autre qu'acoustique n'a été réalisée à ce jour et malgré divers faisceaux de concordance, cette observation doit donc être prise avec beaucoup de prudence. Les données sur cette espèce potentielle sont, de plus quasi-inexistantes (habitat préférentiel, répartition, nombre, biologie...) et seule une série d'études à long terme pourrait les compléter. La capture d'un individu, seule, confirmerait l'hypothèse de la présence de cette espèce à La Réunion.

Aussi, au vu de ces incertitudes et des questionnements que cela induit, la mention qui semble à retenir pour cette espèce est « la détection de signaux acoustiques appartenant probablement au chiroptère sp1 déjà identifié à La Réunion et susceptible d'appartenir au genre *Scotophilus* ».



Vue sur le pont aval, zone de colonies de Tadarides de la Réunion (BIOTOPE 2013)



Vue sur la ravine du Trou, zone de colonies de Tadarides de la Réunion (BIOTOPE 2013)



Tadarides de la Réunion (BIOTOPE 2013)

Photo 9 : Colonies de Tadarides et de leur gîte sur la zone d'étude

➤ **Abondance, densité et utilisation du site**

Les Tadarides de la Réunion sont caractérisés par une activité (chasse) plus importante au niveau des zones situées à la limite de fourrés secondaires et de cultures de cannes à sucre exclusivement. Les fourrés secondaires montrent une activité plus faible qui semble offrir moins d'opportunités alimentaires.

Les autres secteurs en planèze ne présentent pas de fasciés favorables à l'installation de gîtes, ces zones étant utilisées pour les activités de chasse ou de transit. Seuls les secteurs en sommet de ravine et pouvant présenter une fissure ouverte vers la planèze (non entièrement prospectées en raison des difficultés ou de la dangerosité des accès) pourraient éventuellement accueillir quelques rares individus, mais dans une proportion marginale par rapport aux comptages effectués.

Seules les ravines qui présentent des gîtes de plus d'une centaine d'individus revêtent un caractère d'importance régionale.

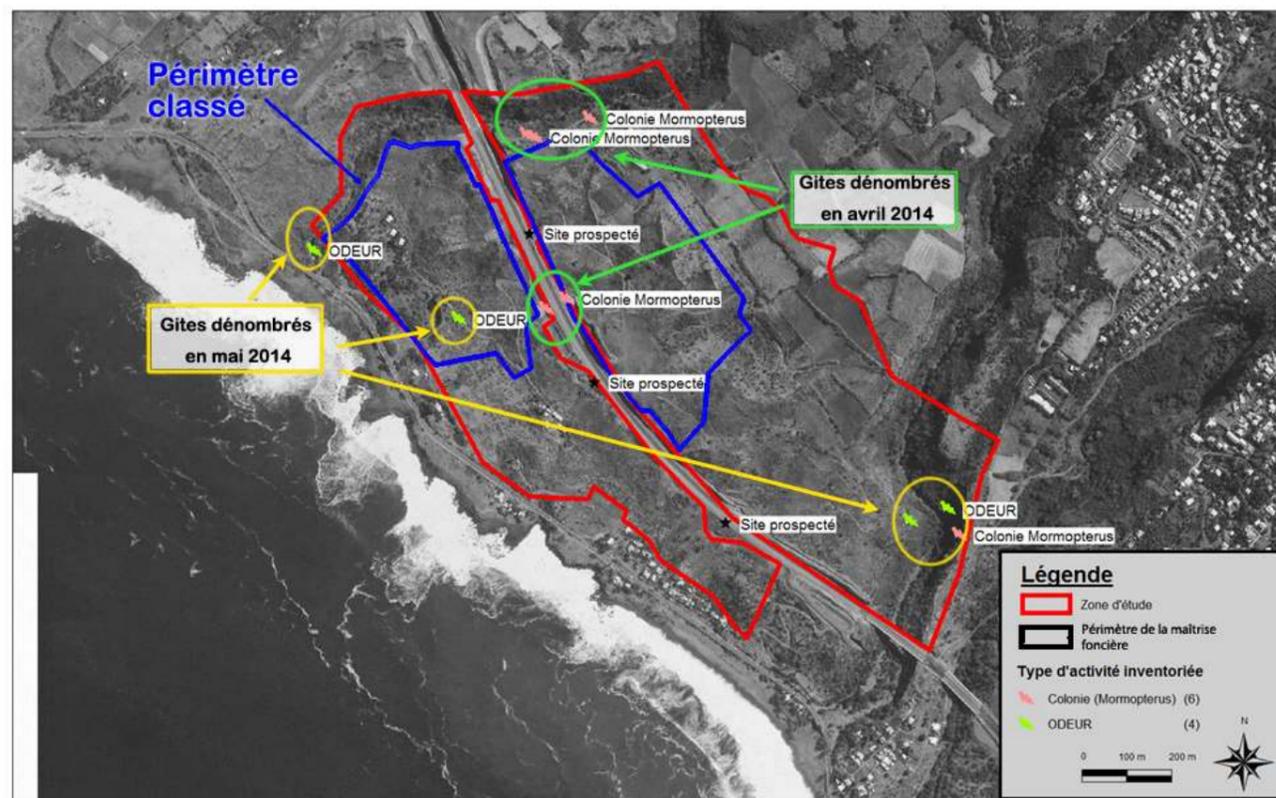


Planche 76 : Localisation des gîtes de chiroptères ayant fait l'objet d'un dénombrement

Les prospections réalisées sur le site ont permis de mettre en évidence l'enjeu fort à l'intérieur de la Ravine des Avirons et de la Ravine du Trou (exclue du périmètre du projet) et un enjeu faible pour les parties de la zone étudiée située en planèze (où se dessine l'emprise du projet). Cette planèze correspond à des secteurs de transit ou de chasse au-dessus d'habitats secondarisés qui ne représentent pas des zones de plus forte production ou de plus forte concentration d'insectes.

➤ **Evaluation patrimoniale et synthèse des enjeux pour les Chiroptères**

En intégrant le statut de patrimonialité et sa présence sur l'ensemble de la zone d'étude, il est possible de définir le niveau d'enjeux pour chacune des espèces indigènes et patrimoniales (cf. Tableau ci-dessous).

ESPECE	STATUT PROTECTION CONSERVATION	STATUT REUNION	REPRESENTATIVITE DE LA ZONE D'ETUDE	ENJEU
Tadaride de La Réunion <i>Mormopterus francoismoutoui</i>	Protégé LC	Endémique Det. ZNIEFF	Utilisation comme zone de chasse et de transit. 6 gîtes de repos identifiées. Population de la zone d'étude non estimée mais présence de colonies potentiellement importantes (ravine du Trou, Ravine des Avirons et le passage inférieur de l'ouvrage hydraulique) Espèce protégée Endémique et déterminante pour les inventaires Z.N.I.E.F.F., dont des colonies sont avérées sur la zone d'étude. Utilise également le secteur comme zone d'alimentation.	FORT
Taphien de Maurice <i>Taphozous mauritanus</i>	Protégé NT	Indigène	Pas de reproduction avérée. Utilisation comme zone de chasse et de transit. Population de la zone d'étude non évaluée /évaluable à ce stade	FAIBLE

Statut de conservation (U.I.C.N. 2010) : CR En danger critique d'extinction ; EN En danger d'extinction ; Vu Vulnérable ; NT Quasi menacé ; LC Préoccupation mineure

Tableau 14: Synthèse des enjeux écologiques pour les Chiroptères sur l'ensemble de la zone d'étude

5.8.3.5 Les reptiles

➤ **Diagnostic herpétologique mené en 2013**

Les inventaires menés n'ont pas permis de vérifier la présence du Caméléon panthère sur la zone d'étude. En effet, bien que les secteurs soient favorables à l'espèce (fourrés arbustifs en bordure de rivière), l'espèce n'a pas été contactée du fait probablement d'une sécheresse assez marquée sur la zone d'étude. Cette sécheresse implique une baisse de la ressource alimentaire (invertébrés). Il convient toutefois de la considérer comme potentielle sur la zone d'étude. Rappelons qu'elle est protégée sur l'île, bien qu'elle soit largement répandue, notamment dans les jardins et les ravines boisées de basse altitude.

➤ **Evaluation patrimoniale et synthèse des enjeux pour les reptiles**

En intégrant le statut de patrimonialité et sa présence sur l'ensemble de la zone d'étude, il est possible de définir le niveau d'enjeu pour chacune des espèces indigènes et patrimoniales (cf. Tableau ci-dessous).

ESPECE	STATUT PROTECTION ET CONSERVATION	STATUT REUNION	REPRESENTATIVITE DE LA ZONE D'ETUDE	ENJEU
Caméléon panthère <i>Furcifer pardalis</i>	Protégé LC	Introduit	Présence potentielle dans les fourrés arbustifs et habitats favorables (végétation semi-arbustive) Aucune observation de cette espèce lors de l'étude menée en 2013	FAIBLE

Statut de conservation (U.I.C.N. 2010) : CR En danger critique d'extinction ; EN En danger d'extinction ; Vu Vulnérable ; NT Quasi menacé ; LC Préoccupation mineur

Tableau 15 : Synthèse des enjeux écologiques pour les reptiles inventoriés sur l'ensemble de la zone d'étude

5.8.3.6 Les invertébrés

➤ Rappels bibliographiques

Peu de connaissances existent sur la zone d'étude au niveau de l'entomofaune.

Seulement trois espèces d'insectes sont protégées à La Réunion, par arrêté ministériel du 19 novembre 2007 (Journal Officiel 2008). Il s'agit des papillons *Antanartia borbonica borbonica* (*Nymphalidae*, *Nymphalinae*), *Papilio phorbanta* (*Papilionidae*, *Papilioninae*) et *Salamis augustina augustina* (*Nymphalidae*, *Nymphalinae*). Cette dernière espèce rarissime est très peu probable sur la zone d'étude (absence de plantes hôtes, habitat fragmenté). Aucune autre espèce d'arthropode terrestre ni de mollusque n'est actuellement protégée.

Papillon la Pâtüre (*Papilio phorbanta*)

Cette espèce endémique de La Réunion et classée « en danger d'extinction » (U.I.C.N. 2010) peut s'observer du littoral à environ 1400m d'altitude où la chenille se nourrit de *Toddalia asiatica* (la Liane patte-poule), Rutacée indigène, sa plante-hôte (Martiré et Rochat 2008).). Aucune donnée bibliographique n'est connue sur la zone d'étude.

Vanesse de Bourbon (*Antanartia b. borbonica*)

La sous-espèce *A. b. borbonica* est endémique de La Réunion et considérée « En danger d'extinction » (U.I.C.N. 2010). Les chenilles se développent sur plusieurs espèces d'Urticacées indigènes *Obetia ficifolia* (Bois d'ortie), *Pouzolzia* sp (Bois de fièvre), *Pilea* sp. (*Pilea*), *Boehmeria stipularis* (Bois de source blanc) et *Boehmeria macrophylla* (ou Bois de source) qu'elles affectionnent particulièrement. Ce papillon fréquente les clairières des forêts indigènes de basse et moyenne altitude, notamment les ravines où se trouvent ses plantes-hôtes (Martiré & Rochat 2008). Sa présence sur le site n'est pas recensée dans la bibliographie

➤ Diagnostic entomologique mené en 2013

Les Lépidoptères Rhopalocères

La diversité de ce groupe d'invertébrés suppose une végétation assez importante bien que la majorité des plantes hôtes soit d'origine exogène.

Ils ont donc pour la plupart été recensés dans les zones de savanes arbustives, dans des milieux où les périodes de floraison correspondaient aux périodes de prospection. Cela explique la forte représentativité de certains taxons par rapport à d'autres.

Parmi les espèces de Lépidoptères rhopalocères (papillons de jour), celles identifiées le plus souvent sur la zone d'étude sont :

NOM SCIENTIFIQUE	UTILISATION DE LA ZONE D'ETUDE ET REMARQUES
<i>Antanartia b. borbonica</i>	Endémique protégée de La Réunion, plante hôte : les Urticacées indigènes. Individu de passage survolant les zones de planèze (espèces pouvant réaliser de grands déplacements)
<i>Argina astrea</i>	Espèce pantropicale commune à la Réunion. Sa plante hôte appartient au genre <i>Crotalaria</i> , très représenté sur site.
<i>Borbo borbonica</i> Ssp. <i>Borbonica</i>	Plante hôte <i>Penissetum setosum</i> et <i>Panicum maximum</i> .
<i>Catopsila florella</i>	Le Souffré africain, espèce non patrimoniale et non protégée. Plantes hôtes : <i>Cassia fistula</i> et <i>Cassia javanica</i>
<i>Danaus chrysippus</i> Ssp. <i>Aegyptius</i>	Introduit, commun, dont la Plante hôte est de la famille des Asclepiadacées.
<i>Henotesia narcissus borbonica</i>	Endémique de La Réunion, dont la plante hôte est la trainasse <i>Stenotaphrum dimidiatum</i> .
<i>Lampides boeticus</i>	l'Azuré porte queue très commun - plante hôte : le <i>Cajanus cajan</i> .
<i>Leptotes pirithous</i>	Espèce non patrimoniale dont la plante hôte est principalement la Liane poc poc (<i>Cardiospermum halicacabum</i>)
<i>Melanitis leda helena</i>	Le Satyre du soir est une espèce introduite.
<i>Papilio demodocus</i>	Papillon de Vinson, introduit, chenille se développe sur les Rutacées.
<i>Phallanta phalanta aethiopia</i>	le Léopard commun dont la chenille se nourrit des <i>Flacourtia indica</i> .
<i>Spoladea recurvalis</i>	Espèce très courante à La Réunion ; plante hôte : <i>Amaranthus</i> sp.
<i>Trigonodes exportata</i>	Noctuelle commune en basse altitude
<i>Zizeeria knysna</i>	l'Azuré de l'oxalis d'origine africaine, très commune. Plantes hôtes : <i>Oxalis corniculata</i> , <i>desmodium triflorum</i>
<i>Zizula hylax</i>	Espèce courante à la Réunion, pondant ses œufs sur <i>Lantana camara</i> (galabert).
<i>Catopsila thauruma</i>	Espèce non patrimoniale et non protégée. Plantes hôtes : <i>Cassia fistula</i> et <i>Cassia javanica</i>

A ces espèces, il faut également ajouter :

- une **espèce non identifiée** (d'un point de vue taxonomique), appartenant à la famille des *Choreutidae*. Plante hôte : *Ficus reflexa* ;
- une espèce non identifiée de la famille des *Catocalinae* et supposée être du genre *Achaea*.

La zone d'étude présente ainsi une diversité très importante en Lépidoptères. Seuls 2 espèces, *Antanartia b. borbonica* et *Henotesia narcissusborbonica* sont endémiques de La Réunion.

La Vanesse de Bourbon a été observée en transit non loin de la zone de culture à proximité de la ravine du Trou. *Henotesia narcissus borbonica*, endémique de La Réunion se caractérise sur la zone d'étude par des populations de faibles importance, dues à la rareté de sa plante hôte, la Trainasse - *Stenotaphrum dimidiatum*.

Les Odonates

Parmi les espèces d'**Odonates**, au total, 3 espèces d'Anisoptères ont été observées sur la zone d'étude. Il s'agit de :

- *Tramea limbata*, en planèze et ravine
- *Pantala flavescens*, en planèze et ravine
- *Anax imperator mauricianus* au niveau de la ravine des Avirons

La présence de ces libellules témoigne d'une entomofaune modérée dans la zone d'étude. En effet, ces trois libellules ne sont pas territoriales comme peuvent l'être d'autres espèces qui se cantonnent à des points d'observations autour d'un plan d'eau. Ces trois taxons sont en fait de grands voyageurs parcourant de longues distances à la recherche de nourriture. Les zones des remparts notamment accueillent une source de nourriture importante pour les libellules.

Toutes ces espèces sont indigènes de la Réunion et non protégées.

Aucune demoiselle (Zygoptère) n'a été observée. Ces dernières plus territoriales sont plus inféodées à des plans d'eaux et se différencient donc des libellules citées ci-dessus.

Autres groupes

D'autres arthropodes (Hyménoptères, coléoptères et araignées) ont pu être identifiés tels que :

- Chez les araignées *Nephila inauruta inauruta* (Indigène), *Heteropoda venatoria*...
- Chez les insectes, la guêpe *Polistes hebraeus*, la mouche bleue (*Cibdela janthina*), l'abeille *Apis mellifera*, la mouche charbon- *Xylocopa fenestrata*, et plusieurs coléoptères *Exochomus laeviusculus*, coccinelle commune et enfin un longicorne très commun en basse altitude : *Xystrocera globosa*.

➤ **Evaluation patrimoniale et synthèse des enjeux pour l'entomofaune**

Une seule espèce patrimoniale, de plus protégée, a été relevée sur la zone d'étude : la Vanesse de Bourbon. Il est toutefois important de signaler qu'aucune plante hôte de cette espèce protégée n'a été relevée sur l'aire d'étude (il en est d'ailleurs pour les 2 autres espèces protégées de papillons de La Réunion) d'où un enjeu bien moindre.

ESPECE	STATUT PROTECTION ET CONSERVATION	STATUT REUNION	REPRESENTATIVITE DE LA ZONE D'ETUDE	ENJEU
Vanesse de Bourbon <i>Antanartia borbonica borbonica</i>	Protégé EN (En danger)	Endémique Réunion/ Det. ZNIEFF	Un individu observé en transit à proximité de la ravine du trou. Présence potentielle dans les fourrés arbustifs, mais habitats non favorables, aucune plante-hôte n'y ayant été recensée.	FAIBLE

Tableau 16 : Synthèse des enjeux écologiques pour les arthropodes inventoriés sur l'ensemble de la zone d'étude.

5.8.3.7 **La faune aquatique**

La zone d'étude est bordée par deux ravines dont les écoulements sont très temporaires. Les peuplements ichthyologiques, compte tenu de la caractéristique diadrome de la plupart des espèces indigènes de La Réunion et des débits uniquement en période pluvieuse, ne peuvent revêtir, sur la zone d'étude que des enjeux négligeables.

Un paragraphe spécifique est dédié au milieu marin (cf. § 5.8.5).

5.8.4 **Rôle de l'aire d'étude dans le fonctionnement écologique local**

La trame verte et bleue (TVB) vise à mettre en réseau les espaces naturels et ruraux dans une optique de conservation des milieux naturels, des espèces animales et végétales. Issue des lois Grenelle I et II sa mise en œuvre doit permettre de maintenir ou de rétablir des continuités écologiques dans les zones rurales et urbaines, et de préserver les espaces naturels de la fragmentation.

L'élaboration de la méthodologie applicable à La Réunion est en cours.

Au travers de l'élaboration de la TVB, plusieurs éléments doivent être identifiés :

- les réservoirs de biodiversité regroupent les zones de biodiversité plus élevée, présentent des habitats indigènes bien préservés, un secteur de reproduction ou de multiplication majeur à l'échelle régionale ;
- les corridors écologiques les relient, ou peuvent relier ces réservoirs entre eux, pour conserver les échanges et fonctionnalités écologiques inhérents aux milieux et espèces patrimoniales.

A La Réunion, dans le cadre des travaux ou réflexions sur la TVB et les continuités écologiques, plusieurs spécificités sont retenues :

- les cours d'eau, composant notamment la trame bleue, sont les éléments majeurs de la continuité entre les Hauts de La Réunion et les Bas ;
- la limitation de la fragmentation des milieux situés sur des altitudes similaires est essentielle à leur maintien ;
- la présence de nombreuses espèces transitant du milieu marin vers le milieu terrestre pour leur cycle de reproduction donne à cette continuité terre-mer un très fort intérêt.

Sur la zone d'étude et à proximité, la ravine du Trou et la ravine des Avirons on retrouve :

- des espaces de continuité entre les Hauts et les Bas, pour la flore caractéristique des habitats indigènes (dispersion des espèces au sein d'un espace aux conditions écologiques favorables moins dégradées). Il s'agit des ravines ; celles-ci doivent être aussi considérées comme des corridors écologiques par lesquels transitent de nombreux Procellariidés et en lien avec les sites de nidification situés en amont ;
- la présence de plusieurs gîtes de chiroptères et de sites de nidification de Phaéton, qui en fait également des réservoirs de biodiversité.

Les planèzes, largement dominées par des espèces introduites, ont déjà perdu une grande part de leurs fonctionnalités écologiques. Elles restent toutefois non urbanisées et conservent leur attrait comme zone d'alimentation pour les espèces de faune « ordinaire », voire comme zone de reconquête écologique potentielle.

Un diagnostic environnemental du milieu marin a été réalisé par le cabinet PARETO. Cette étude, synthétisée dans les paragraphes qui suivent, est disponible en annexe 12.

5.8.5.1 Le milieu physique

La Réunion est bordée sur sa côte ouest par des récifs coralliens. Ils constituent une protection naturelle contre les assauts de la mer et ont permis le développement des zones balnéaires de l'île à Saint-Paul, Saint-Leu, Étang-Salé et Saint-Pierre.

Ce secteur a été classé en 2007 en Réserve Naturelle Marine

La réserve est notamment réglementée par le décret du 21 février 2007 qui interdit d'abandonner, de laisser écouler ou de jeter tout produit ou organisme de nature à nuire à la qualité de l'eau, de l'air, du sol ou du site ou à l'intégrité de la faune.

Le littoral de la Réserve Naturelle Marine de la Réunion comporte des secteurs récifaux caractérisés par des formations coralliennes structurées et bioconstruites :

- Les plateformes récifales (20km de barrière) de faible profondeur et données lagons, regroupant les chenaux ou zones d'arrière récif, constitués de la bande de fond sableux comprise entre la plage et les platiers coralliens jusqu'à la barrière de corail incluse ;
- Les passes assurant les échanges hydrauliques entre les lagons et le milieu océanique et correspondant à des interruptions de la barrière de corail
- Les pentes externes des lagons, constructions coralliennes récifales édifiées en continuité de la barrière de corail, sur sa façade océanique

ainsi que par des secteurs non récifaux caractérisés par des substrats basaltiques (falaises basaltiques, littoraux à galets) colonisés par des coraux et des substrats sableux.

Contexte bathymétrique et géomorphologique du secteur d'étude

Le secteur littoral du Sud de Saint-Leu est caractérisé par un plateau littoral étroit et une déclivité moyenne qui s'accroît en allant vers le Nord et au niveau de la pointe des Avirons. La ravine des Avirons au SE et la ravine du Trou au NO influencent fortement, de par leurs rejets ponctuels en mer, la répartition bathymétrique des fonds.

On relève 3 pointes rocheuses qui ponctuent le littoral d'étude, entre la ravine du Trou et la ravine des Avirons. Elles correspondent à d'anciennes coulées de lave. Elles se prolongent en mer vers le large sous forme de petits tombants basaltiques, parfois sur plusieurs dizaines de mètres de long. Les fonds sont marqués par la présence de méga-blocs basaltiques plus ou moins ensevelis par du sable, et très peu colonisés. Malgré la présence de peuplements coralliens présents ponctuellement sur ces pointes, le substrat est de type basaltique.

La plage de Bois Blanc est constituée de galets basaltiques de rivière remaniés par la houle. La plage de la ravine du Trou est quant à elle constituée de sable basaltique. Son profil évolue périodiquement selon la saison et l'action des houles (australes et cycloniques). Le reste du secteur sous-marin (entre 2 et 30m de profondeur) est entièrement constitué de sable basaltique « propre » (=sans fines), attestant de l'incidence marquée de la houle jusqu'à cette profondeur qui y limite la sédimentation de particules fines d'origine terrigène.

Contexte hydrodynamique du secteur d'étude

Les 3 facteurs déterminant l'hydrodynamisme et les courants côtiers ont les suivants :

- La houle dominante qui, sur le secteur d'étude, est très majoritairement induite par les vents d'alizés. Elle est donc orientée sur un secteur Sud à Sud-Est. La houle australe peut également affecter le site (en période hivernale). La houle cyclonique est statistiquement moins marquée que sur les autres façades de l'île, en raison d'une arrivée préférentielle des météores depuis le secteur Est Nord-Est.
- Les vents dominants correspondent aux vents d'alizés. Ils sont de secteur Est Sud-Est (jour) à Est Nord-Est (nuit), leur intensité variant respectivement de 15 à 5 m/s.
- La marée qui n'influence les courants que par houle et vent faibles.

Les 2 types de courants sur le secteur d'étude sont les courants liés à la marée, parallèles à la côte, et les courants induits par les houles d'alizés et australes. Les houles australes, qui induisent des flux hydrodynamiques importants vers la côte (déferlement), sont à l'origine de courants sagittaux et de compensation, qui sont perpendiculaires à la côte et orientés vers le large. Sur le secteur d'étude, ces courants d'arrachement sont orientés vers l'Ouest Nord-Ouest et pourraient donc contribuer à éloigner d'éventuels panaches ou rejets littoraux vers le large

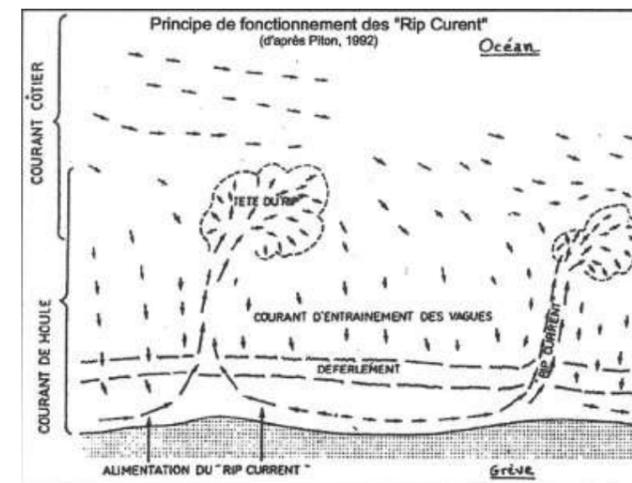


Planche 77 : Courant d'arrachement sur le secteur de Bois Blanc

Les mesures de houle et de courant réalisées par PARETO, à l'initiative d'SCPR, sur le secteur indique que :

- **La courantologie locale est principalement influencée par le vent et la houle.** Les vents d'alizés et les houles australes ont un effet accélérateur sur les courants majoritairement orientés parallèlement à la côte, et selon une composante dominante vers le NO. En absence de vent et de houle, les courants de marée s'expriment vers le NO (courant de jusant) et vers le SE (courant de flot).
- La **direction du courant est homogène** sur la toute la colonne d'eau.
- **L'intensité des courants est globalement faible.** Les intensités moyennes journalières sont <25 cm/s. On note que les vitesses en surface (19 cm/s à -6m) sont environ 2 fois supérieures à celles observées au fond (10 cm/s à -24m).
- **Les houles les plus fréquentes sont les houles d'alizés**, qui s'expriment selon un secteur SE à Sud et qui sont caractérisées par une période et une hauteur faibles (respectivement de l'ordre de 8s et <1,5m). Les houles australes sont moins fréquentes, mais présentent une période significative (14s et plus) et une hauteur max de l'ordre de 4m. Leur secteur est de SO.

- L'orientation moyenne des houles mesurées lors de la campagne d'acquisition est de secteur SO. Les houles d'alizés de secteur SE, pourtant dominantes en fin d'hiver austral à la Réunion (vents établis) s'expriment donc difficilement, et selon un secteur S à SO par effet de contournement de l'île sur la côte Ouest.

Sur la base de ces éléments (partiels compte tenu d'une période de suivi de 1 mois en début d'été austral), le schéma courantologique sur le littoral de Bois Blanc laisse à penser que des rejets littoraux ou sous-marins au droit de la ravine du Trou seraient transportés parallèlement à la côte, et préférentiellement vers le Nord-Ouest.

Qualité physico-chimiques des eaux

Les analyses menées par le cabinet PARETO pour caractériser la qualité physico-chimiques des eaux littorales à proximité du projet indiquent que :

Les eaux littorales (0-400 mètres de la côte) et peu profondes (0-30 mètres) présentent une bonne qualité. Elles sont marquées par une charge particulaire et minérale faibles, mais 2 fois plus élevées qu'au large. Ces eaux sont en effet soumises à l'incidence de la houle provoquant des remises en suspension sédimentaires. En contexte calme et hors crue, la turbidité et la charge particulaire (MES) restent faibles sur tout le secteur.

Une incidence d'apports naturels souterrains en eau douce. Malgré une absence de dessalure sensible en surface, on relève des concentrations 2 à 3 fois plus élevées de Silicate qu'au large, ainsi qu'un léger enrichissement minéral (N et P), notamment en aval de la ravine du Trou. L'incidence de différents apports naturels ou domestiques (agriculture) depuis le bassin versant pourrait être avancée.

Le niveau de contamination des eaux de surface par les hydrocarbures est nul. Les valeurs mesurées sont conformes à des valeurs océaniques.

Qualité physico-chimiques des sédiments

Les sédiments présents entre 4 et 25 m de profondeur présentent :

- Une **granulométrie grossière** et une faible proportion de particules fines. Cette caractéristique est très limitante pour la fixation ou l'accumulation de matériaux organiques, minéraux ou de polluants divers.
- Une **compacité faible** favorable à une remobilisation par la houle et les courants, et à des échanges/lessivage avec la masse d'eau.
- Un **enrichissement faible en composés azotés et phosphorés**. Malgré une incidence du bassin versant et l'existence d'écoulement souterrains (percolations, et périodiques en surface) au droit de la ravine des Avirons, il n'existe pas d'accumulation de ces composés dans le sédiment. De part leur remobilisation périodique, ces éléments sont probablement évacués vers le large, où des fractions granulométriques plus fines en plus grande proportion permettent leur fixation durable.
- Une **absence de contamination en hydrocarbures**. Là encore, la grossièreté du sédiment (sable) et sa remise en suspension régulière en limitent la capacité de fixation.

5.8.5.2 Le milieu naturel

Les peuplements marins littoraux (0-15m)

La nature des faciès de peuplements sous-marins est directement liée à celle du linéaire côtier, où l'on relève 3 types de substrat :

- Substrat rocheux (microfalaises & pointes rocheuses),
- Substrat à galets basaltiques (plage de galets),
- Substrat sableux (plage de sable).

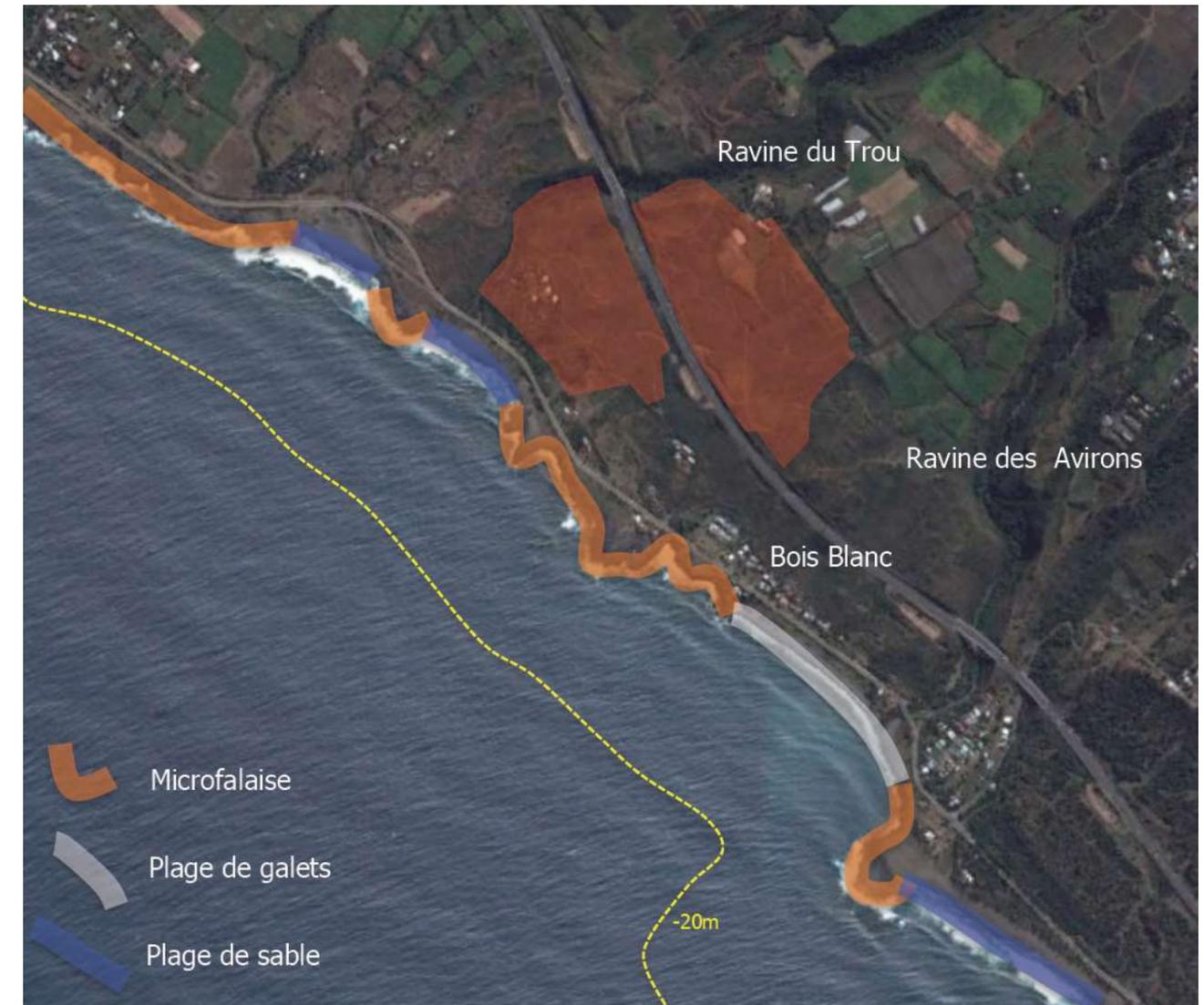


Planche 78 : Répartition schématique des faciès littoraux dans le secteur d'étude

Le prolongement en mer de ces 3 types de substrat, couplé aux conditions hydrodynamiques et sédimentaires contraignantes qui y règnent (houle, incidence des ravines), limitent le développement de la faune fixée sur des zones de substrat durs peu profondes situées dans l'axe des pointes rocheuses.

Le diagnostic environnemental réalisé par le cabinet PARETO a permis de caractériser les peuplements présents au niveau de ces pointes rocheuses et de la plage de galets et d'en déterminer leur sensibilité :



Planche 79 : Vues aériennes des pointes rocheuses du secteur d'étude

Au niveau de la pointe de la ravine du Trou

Les mégablocs basaltiques qui affleurent du sable ne présentent aucun peuplement corallien ou de poissons. Seuls quelques turfs algaux se développent. Du fait des mouvements sédimentaires importants et de la remise en suspension marquée, ces tapis algaux sont périodiquement recouverts et meurent, pour se redévelopper dès que le substrat rocheux devient émergé.

-> La sensibilité des peuplements sur cette station peut être considérée comme faible.

Au niveau de la pointe de Bois Blanc

La microfalaise basaltique de la pointe rocheuse se prolonge en mer sous forme d'un épi de plus de 50m de long, dont la profondeur est comprise entre 2 et 8m environ.

La nature des peuplements présents est caractéristique de milieux agités. Les peuplements algaux adaptés au déferlement de la houle sont dominants (*Dictyota sp.*, *Cheilosporum sp.*). La couverture corallienne est d'environ 10 à 20% sur la partie sommitale de l'épi. Sur les tombants et sur les blocs situés à sa base, elle est inférieure à 5%.

Les espèces dominantes sont des Faviidae et des Pocilloporidae.

Les Acropores observés en 2005 ne sont plus présents.

Du point de vue ichtyologique, les herbivores (*Acanthurus nigrofuscus*), les carnivores (*Lutjanus kasmira*, *Parupeneus trifasciatus*), et les planctonophages (*Caesio sp.*, *Thalassoma sp.*) constituent les espèces majoritaires.

-> La sensibilité des peuplements sur cette station peut être considérée comme moyenne

Au droit de la plage à galets de Bois Blanc

La plage de bois Blanc est alimentée en galets basaltiques par la ravine des Avirons. Ces galets constituent la grande majorité de la plage. Ils sont violemment rabattus vers la côte par les houles australes, qui affectent de manière très marquée le secteur durant l'hiver austral. Ainsi, dès 4m de profondeur, le substrat sous-marin est exclusivement constitué de sable grossier basaltique. La transition galets/sable ne devant apparaître qu'aux alentours de -1 à -2m. Compte tenu de l'agitation, les interventions en plongée n'ont pas permis d'accéder à cette limite. On retrouve de manière éparse quelques galets décimétriques à 5m de profondeur. Compte tenu de leur mouvement permanent, ils ne sont pas colonisés par la faune fixée. Aucun peuplement de poisson n'a été observé.

-> La sensibilité des peuplements (absents) sur cette station peut être considérée comme très faible.

Au niveau de la pointe des Avirons :

La microfalaise basaltique de la pointe rocheuse des Avirons se prolonge en mer sous forme d'une pente rocheuse de plus de 30m de long environ, dont la profondeur est comprise entre 2 et 6m environ.

La nature des peuplements présents est caractéristique de milieux très agités. Les peuplements algaux adaptés au déferlement de la houle sont dominants (*Dictyota sp.*, *Cheilosporum sp.*). La couverture corallienne est de moins de 5% sur le plateau rocheux et sur les mégablocs. Elle est nulle sur les galets de rivière. Les espèces dominantes sont des faviidae et des poritidae (*Porites lutea*).

Du point de vue ichtyologique, les herbivores (*Acanthurus nigrofuscus*), les carnivores (*Lutjanus kasmira*, *Parupeneus trifasciatus*), et les planctonophages (*Caesio sp.*, *Thalassoma sp.*) constituent les espèces majoritaires. On notera que de nombreux juvéniles de poissons sont présents dans les galets de rivière, où ils trouvent abri et nourriture avant de migrer vers des zones rocheuses plus profondes (rôle écologique important).

-> La sensibilité des peuplements sur cette station peut être considérée comme moyenne, notamment en raison de la fonctionnalité écologique du substrat à galets.

Les peuplements marins profonds (20-30m)

La nature des peuplements marins profonds est liée à la nature du substrat. Dans le secteur d'étude, on relève deux types de milieux :

- des affleurements rocheux basaltiques susceptibles d'abriter des écosystèmes coralliens (non bioconstruits) assez riches
- et des zones de fond sableux marquées par une sédimentation naturelle importante (entre les deux ravines) et empêchant tout développement de la faune fixée (et de la faune mobile associée ; ces zones correspondent globalement à des déserts biologiques

Les affleurements rocheux basaltiques ont donc fait l'objet d'un diagnostic par PARETO.

En amont de la ravine du Trou

L'affleurement identifié correspond à un plateau rocheux en pente douce. Il débute vers -23m environ et se prolonge vers des profondeurs supérieures à 30m (non expertisées). Sa bordure comporte un nombre très important d'anfractuosités, qui constituent autant de caches et d'abris pour des espèces d'invertébrés.

Les peuplements algaux sont très largement dominants (*Dictyota sp.*, *Cheilosporum sp.*, *Halimeda sp.*).

La couverture corallienne est globalement modérée, de l'ordre de 10 à 20% selon les zones (bordures du plateau notamment). Les espèces coralliennes sont peu diversifiées, avec une large dominance de coraux mous (genres *Sinularia*, *Lobophytum* et *Sarcophyton*) et des espèces caractéristiques d'un milieu soumis à des conditions de milieu contraignantes naturelles assez importantes (faible lumière, agitation, sédimentation) : *Porites lutea*, *Turbinaria sp.*, *Pocillopora verrucosa*, *Favia spp.*, ... Toutes les colonies sont de petite taille (<20cm) et éparées, indiquant un turnover important en raison de ces conditions de milieu. Aucune espèce d'Acropore n'a pu être observée.

Du point de vu des espèces ichtyologiques, de nombreux mérous de petite taille ont pu être observés (*Epinephelus fasciatus*), ainsi que des *Pseudanthias sp.* dominant le peuplement. Les chirurgiens (*Acanthurus nigrofuscus*) et les papillons (*Chaetodon kleinii*, *Chaetodon interruptus*) sont moins présents en correspondance avec le faible recouvrement corallien. Ces affleurements sont en partie recouverts par du sable formant des cuvettes défavorables au recrutement corallien (substrat meuble). D'autre part, une espèce d'intérêt commercial (poulpe) a pu être observée.

-> La sensibilité des peuplements sur cette station peut être considérée comme moyenne, notamment en raison de la fonctionnalité écologique du substrat.

En aval de la ravine du Trou

Sur cet affleurement légèrement moins profond, le relief est très sensiblement plus marqué. On y observe de nombreuses crevasses et cuvettes de 2 à 3m de profondeur, dont le fond est rempli de sable. Les bordures du plateau rocheux offrent là encore de nombreux abris aux invertébrés qui colonisent le site.

La couverture corallienne est moyenne, de l'ordre de 10 à 20% selon les zones (bordures du plateau notamment). Les espèces coralliennes sont peu diversifiées, avec là encore une large dominance de coraux mous (genres *Sinularia*, *Lobophytum* et *Sarcophyton*) et des espèces caractéristiques d'un milieu soumis à des conditions de milieu contraignantes (faible lumière, agitation, sédimentation) naturelles assez importantes : *Porites lutea*, *Turbinaria* sp., *Pocillopora verrucosa*, *Favia* spp., ... Comparativement au précédent affleurement, toutes les colonies sont de plus grande taille (>20cm) toujours éparées, mais indiquant un turn-over moins important, ceci bien que les conditions de milieu apparaissent encore plus contraignantes, notamment en terme d'agitation par effet de la houle (ripple-marks >20 cm de haut) et de sédimentation. Aucune espèce d'Acropore n'a pu être observée.

Du point de vu des espèces ichthyologiques, peu de mérous ont pu être observés (*Epinephelus fasciatus*). Les chirurgiens (*Acanthurus nigrofuscus*) et les papillons (*Chaetodon kleinii*, *Chaetodon interruptus*) sont plus présents, en correspondance avec le recouvrement corallien plus important. Les nombreux fils de pêche observés sur le substrat confirment une pression de pêche plus importante sur ce site. Des chasseurs sous-marins ont par ailleurs été rencontrés lors de l'intervention.

-> La sensibilité des peuplements sur cette station peut être considérée comme moyenne, notamment en raison de la fonctionnalité écologique du substrat.

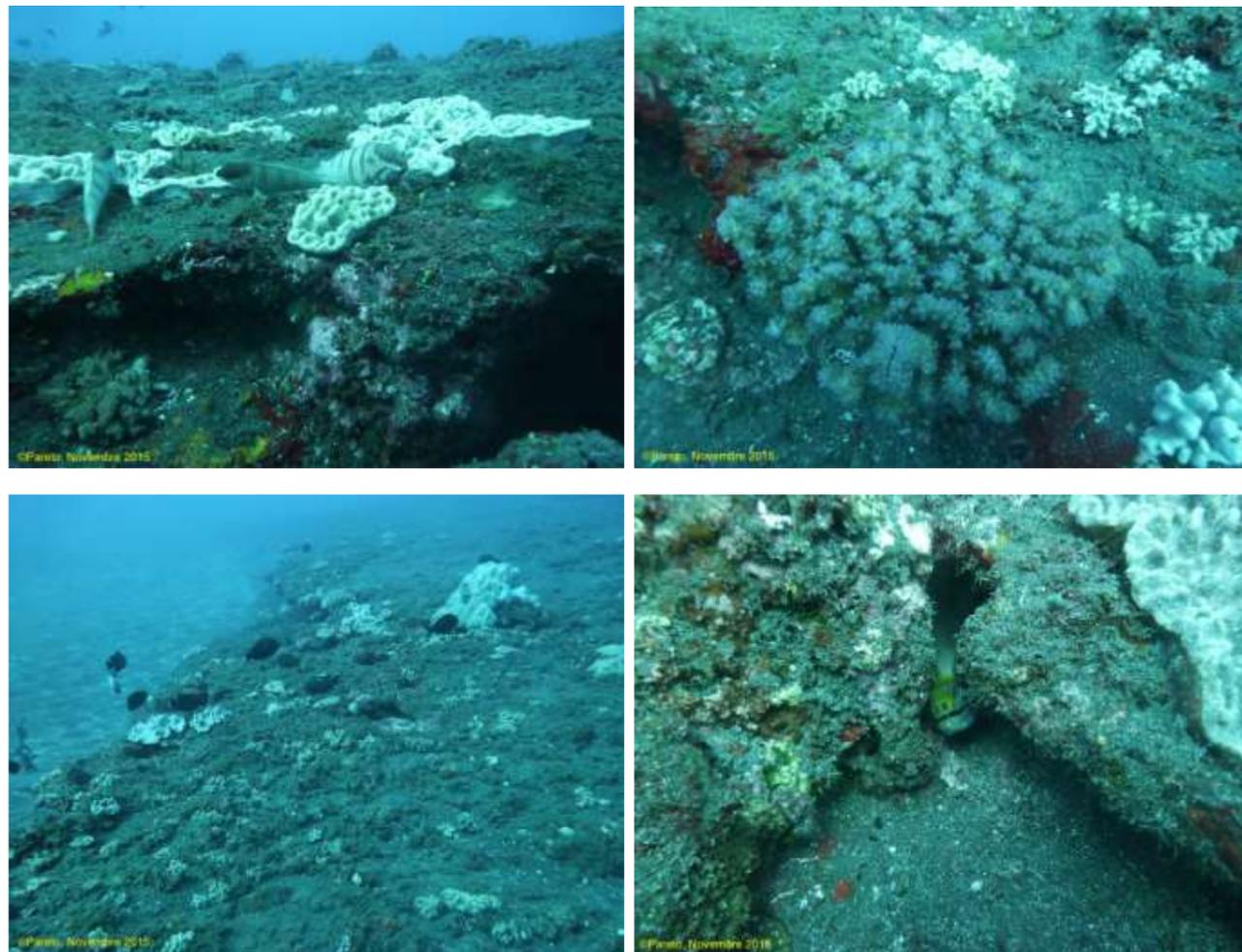


Planche 80 : Vues sous-marines sur les affleurements profonds de la zone d'étude

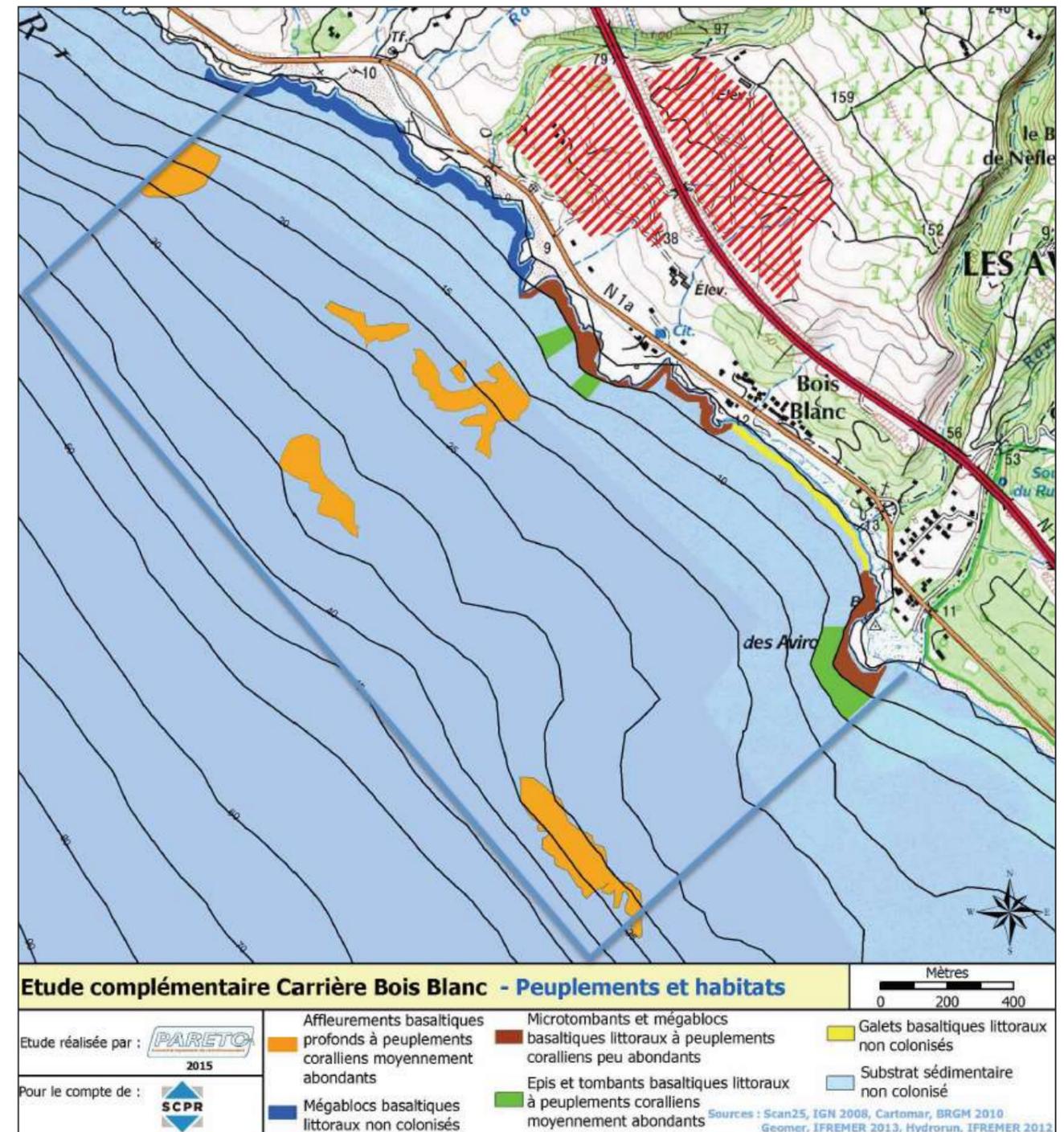


Planche 81 : carte de peuplements / habitats littoraux et profonds

Les espèces protégées : mammifères marins et tortues marines

Mammifères marins

Tous les mammifères marins recensés en France sont protégés par arrêté ministériel (Arrêté du 1^{er} juillet 2011 « Fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection »).

Les observations et programmes de suivi des mammifères marins menés par l'association GLOBICE attestent de la présence de cétacés au Sud de Saint-Leu, sans préciser de résultats spécifiques au secteur d'étude. Les cartes ci-dessous présentent les observations réalisées pour les 3 principales catégories de mammifères de la Réunion :

- Le Grand dauphin Indo-Pacifique *Tursiops aduncus* (au delà de -20m),
- Le dauphin long bec *Stenella longirostris*, (proche de la côte),
- La baleine à bosse *Megaptera novaeangliae* (jusqu'à plus de 7 kms de la côte).

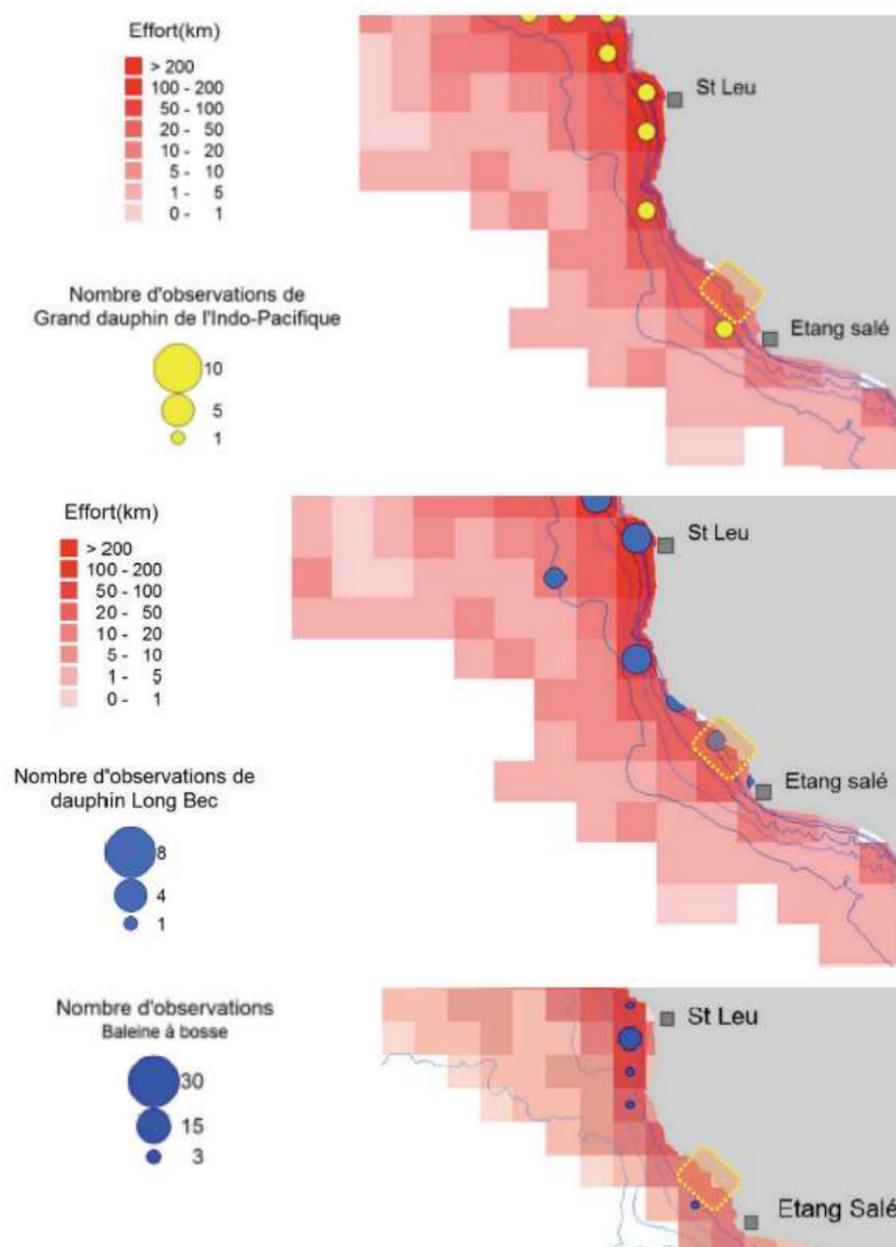


Planche 82 : Observations de mammifères marins au Sud de Saint-Leu (Globice, 2012)

Tortues marines

Deux espèces de tortues marines sont présentes régulièrement sur le littoral réunionnais :

- La tortue verte ou tortue franche *Chelonia mydas*,
- La tortue imbriquée *Eretmochelys imbricata*.

Les deux espèces sont concernées par l'arrêté ministériel du 14 octobre 2005 fixant la liste des tortues marines protégées sur le territoire national et les modalités de leur protection.

Le suivi des populations de tortues marines sur le littoral Ouest de La Réunion a été mis en place par Kélonia depuis le début des années 2000 et met en évidence la répartition le long du littoral et son évolution au cours du temps.

Ce suivi indique une fréquentation au droit de la ravine du Trou en deçà de la moyenne observée sur le littoral Ouest. Le faciès rocheux est pourtant favorable au développement des algues rouges qui constituent l'essentiel de l'alimentation des tortues vertes à La Réunion et sont également consommées par les tortues imbriquées. Cette densité modérée pourrait s'expliquer par deux facteurs principaux :

- Le fait que ces habitats n'aient pas encore été recolonisés par une population en reconstitution progressive, qui occuperait en priorité les habitats les plus favorables, avant de s'étaler sur les autres zones moins favorables.
- L'absence de récif frangeant à proximité immédiate, ce qui réduit considérablement les espaces protégés où les tortues peuvent se reposer à l'abri de leur principal prédateur : le requin tigre.

Aucune observation de tortues n'a été effectuée durant les campagnes en mer. Toutefois, la présence de ces espèces protégées ne peut être écartée.

De ces éléments relatifs aux peuplements, il faut donc retenir les caractéristiques de peuplements suivantes :

- Pour les peuplements littoraux, la richesse et la sensibilité globale des peuplements est peu élevée, et croissante en allant vers le SE du secteur d'étude. Les peuplements coralliens y sont très peu abondants, bien qu'ils l'aient été en 2005. La couverture corallienne est faible (<10%). Ceci malgré une profondeur faible (2 à 12m) et un bon renouvellement des eaux. L'incidence de la houle (remaniement périodique du substrat) et des ravines (apports d'eau douce diffus) en sont très certainement les facteurs limitant. Les peuplements de poissons sont très peu représentés, en raison probable d'une forte pression de pêche exercée depuis le bord des pointes rocheuses. Ainsi, les zones les plus riches identifiées sont celles de la pointe située au droit de Bois Blanc et la pointe des Avirons. La sédimentation est apparue quasi nulle sur l'ensemble des stations expertisées, en raison de la houle.
- Pour les peuplements profonds, la richesse des peuplements est sensiblement plus marquée en allant vers le NO. Les deux affleurements rocheux expertisés en amont (-25m) et en aval (-19m) de la ravine du Trou affichent une couverture corallienne modérée (<20%), mais une abondance et une diversité de poissons hétérogènes. L'incidence de la houle (remise en suspension) et la de la pression de pêche apparaissent supérieurs sur le site en aval. Ces 2 affleurements présentent une fonctionnalité écologique importante, car ils abritent de nombreuses espèces de poissons d'intérêt économique (*L. kasmira* notamment). La sédimentation est apparue faible sur les 2 stations expertisées, en raison de la houle.
- Pour les mammifères et les tortues marines, le secteur littoral de Bois Blanc (0-50m de profondeur) présente des caractéristiques distinctes. S'il apparaît régulièrement fréquenté par des dauphins (*Stenella* à bec long) en raison de caractéristiques d'habitat favorables, les tortues ne semblent pas ou peu y vivre, malgré des conditions de milieu favorables au développement d'algues rouges dont elles se nourrissent.

5.8.6 Synthèse globale, description des enjeux et des fonctionnalités écologiques

5.8.6.1 Enjeux pour le milieu terrestre

Les inventaires, réalisés en 2013 2014 ont portés sur une zone élargie autour du projet et ont permis d'identifier les milieux les plus sensibles à savoir les deux ravines (ravine du Trou et ravine des Avirons). Le reste de l'aire d'étude est constitué de milieux secondaires sans intérêt écologique particulier.

Les ravines accueillent ainsi des reliques de forêts semi-sèches, un des habitats les plus menacés au monde, et des espèces végétales indigènes ou endémiques. Les seules espèces végétales protégées (ou en cours de protection) recensées se retrouvent dans ces milieux, dont l'état de conservation reste globalement mauvais, du fait du niveau d'invasion par les espèces envahissantes (EEE).

Concernant la faune, c'est également dans les ravines que les enjeux sont les plus forts (Phaéton pour les oiseaux, et Tadaride pour les chiroptères). Les passages sous la route sont également des sites favorables à l'installation des colonies de ce dernier groupe (2 sites).

Or, le périmètre d'emprise maximal du projet reste en retrait par rapport aux deux ravines qui encadrent le site. L'exclusion de ces deux ravines est de nature à réduire très significativement les nuisances de l'installation sur ces secteurs plus sensibles du point de vue de l'habitat et des espèces patrimoniales qui l'occupent.

Ainsi, pour

- La Flore : aucune d'espèce protégée n'est relevée sur la zone concernée par le projet. La seule espèce concernée par une potentielle mise à jour de la liste des espèces protégées est *Doryopteris pilosa* (future liste d'espèce protégée, option 3 correspondant à la plus élargie). Elle se trouve dans la zone d'emprise basse du projet.
- Les Invertébrés : 1 seul individu d'espèce protégée a été observé en transit. Il n'a pas été recensé de lieu de reproduction. La destruction ou le dérangement de cette espèce est donc très peu probable. De plus on peut considérer que la représentativité de la population sur la zone d'étude quasi nulle.
- Les Reptiles : la présence potentielle de Caméléon dans les fourrés impose la mise en place de mesures d'évitement et de réduction des impacts : ainsi le défrichage préférable sera mené lors de l'hiver austral et les déchets verts produits lors de cette opération feront l'objet d'un dépôt momentané sur place de 3 à 4 jours pour permettre une fuite de ces derniers vers des espaces plus propices
- Les Oiseaux :
 - le Paille-en queue est nicheur dans la ravine, hors de la zone d'exploitation ;
 - l'Oiseau-lunette gris et la Tourterelle malgache sont présents sur le site du projet mais ont une faible représentativité. Des mesures d'évitement et de réduction seront prises (calendrier travaux et défrichage en hiver austral, passage expert ornithologue avant défrichage pour baliser les nids restants éventuels et reporter le défrichage sur les zones balisées) ;

- au regard de la sensibilité des pétrels et puffins vis-à-vis de la lumière, des mesures de gestion des éclairages (programmateur ou détecteur sur les zones où un éclairage permanent n'est pas nécessaire) et des mesures sur le matériel (éclairage vers le sol, choix des puissances et couleurs de lumières, balisage lumineux...) seront prises. Un calendrier des périodes sensibles et d'extinction des éclairages a été réalisé par la SEOR et sera utilisé dans le cadre du chantier de la Nouvelle Route du Littoral (NRL). Cette carrière étant exclusivement destinée à l'alimentation en matériaux de la NRL, SCPR s'appuiera également sur ce calendrier pour réduire l'impact de ses activités sur ces taxons ; Il est rappelé que le secteur de la ravine du trou n'est toutefois pas un couloir de déplacement majeur de ces espèces. Il n'est pas comparable avec les corridors de la rivière des galets ou de la rivière St Étienne.

- Mammifères : Le petit molosse (*Mormopterus*) est concerné pour un gîte de repos d'une centaine d'individus dans le PIOH 295 (fronton aval). L'ouvrage sera maintenu mais connaîtra une augmentation significative du trafic de camions sans toutefois causer la destruction d'individus. Le dérangement éventuel reste difficile à quantifier a priori, sachant que de tels gîtes (même plus importantes) existent par exemple sous le pont de la rivière des Galets avec une forte fréquentation de véhicules, l'ouvrage du rond-point de la Mare à Sainte-Suzanne et de nombreux autres ouvrages de la route des tamarins. Des mesures d'accompagnement pour un suivi sont proposées ainsi que la mise en place de gîtes artificiels (bien que peu de retours aujourd'hui sur le succès des rares opérations à La Réunion).

De manière globale ont peut établir :

Pour les habitats, un enjeu fort dans les ravines, le reste de la zone d'étude présentant un enjeu faible.

Pour la flore, les enjeux sur la zone d'étude sont à considérer comme forts dans les deux ravines : la composition floristique de la ravine des Avirons notamment, montre des espèces remarquables dont trois sont protégées (J. Dupont, 1989).

Pour les chiroptères, les enjeux de la zone d'étude sont à considérer comme fort : trois colonies de Petit Molosse (*Mormopterus francoismoutoui*) sont confirmées (2 dans la Ravine des Avirons et une sous l'ouvrage hydraulique). Les ravines de la zone d'étude constituent bien un territoire privilégié pour l'alimentation.

Le Phaéton à bec jaune semble uniquement localisé sur les points définis en 2013.

Le Puffin de Baillon et le Busard de Maillard ne sont pas à considérer comme nicheurs sur la zone d'étude.

Ces enjeux sont synthétisés dans le tableau de la page suivante.

GROUPE BIOLOGIQUE ETUDIE	ENJEU ECOLOGIQUE	EVALUATION DU NIVEAU D'ENJEU ECOLOGIQUE AU REGARD DE L'EMPRISE DU PROJET	PRESENCE D'UNE CONTRAINTTE REGLEMENTAIRE POTENTIELLE VIS-A-VIS DU PROJET
Habitats naturels	<p>Les reliques de Végétation semi-xérophile des pentes et les groupements à <i>Actiniopteris</i> sont les seuls habitats naturels présents dans les ravines. L'enjeu écologique est fort mais réduit en termes de surface et état de conservation mauvais.</p> <p>Les savanes à <i>Heteropogon</i> sont des habitats semi-naturels, sur les planèzes de la zone d'étude. Enjeu écologique faible et très envahis. Etat de conservation mauvais.</p> <p>Globalement les enjeux écologiques forts sont concentrés dans les ravines.</p>	FAIBLE	Non
Flore	<p>Enjeu écologique faible à modéré sur la plus grande partie de la zone d'étude.</p> <p>Enjeu écologique fort dans les ravines.</p> <p>21 espèces indigènes observées et une espèce protégée. 5 espèces patrimoniales supplémentaires considérées comme assez rares.</p>	FAIBLE	Non
Invertébrés	<p>Enjeu écologique faible concentré sur des espèces de lépidoptères et odonates (dans les ravines).</p> <p>1 espèce de lépidoptère rhopalocère protégée mais uniquement en transit, pas de plante-hôte pour la reproduction</p>	FAIBLE	Non
Reptiles	<p>Enjeu écologique faible</p> <p>Une espèce potentielle le Caméléon panthère.</p>	FAIBLE	<p>Potentielle (si destruction directe d'individus lors des défrichements) : arrêté ministériel du 17 février 1989</p>
Avifaune terrestre	<p>Enjeu écologique faible.</p> <p>8 espèces patrimoniales et protégées recensées mais une seule nicheuse sur la zone d'étude : l'Oiseau lunettes gris, commun et largement adapté aux milieux secondarisés</p>	FAIBLE	<p>Potentielle (si impact direct sur des individus d'Oiseau lunettes gris lors des défrichages) : arrêté ministériel du 17 février 1989</p>
Mammifères terrestres (Chiroptères)	<p>Deux espèces certaines recensées</p> <p>Enjeu écologique fort pour le Tadaride avec plusieurs gîtes dans les ravines et dans les anfractuosités de la planèze.</p>	FORT	<p>Oui (si destruction de gîtes de reproduction ou perturbation de site de repos – adoption d'un plan d'action avec étude fine du nombre d'individus, mesures d'évitement réduction) : arrêté ministériel du 17 février 1989</p>

Tableau 17 : Synthèse des enjeux écologiques au regard de l'emprise du projet.

5.8.6.2 Enjeux pour le milieu marin

Le diagnostic écologique réalisé sur le milieu marin a permis d'identifier la sensibilité du milieu. Selon les secteurs, on distingue 4 niveaux de sensibilité :

Zones de sensibilité écologique très faible : elles correspondent aux habitats à la fois marqués par un substrat sableux, interdisant tout développement de faune fixée, et une forte exposition à la houle et aux courants :

=> Plaine sédimentaire sableuse comprise entre 2 et 40m de profondeur (et plus).

Zones de sensibilité écologique faible : elles correspondent aux habitats littoraux caractérisés par un substrat dur peu profond et hétérogène (blocs et galets), fortement soumis à l'incidence de la houle et à la remise en suspension sédimentaire. Le développement des peuplements coralliens y est très faible en raison de ces conditions très contraignantes.

=> Zones à mégablocs basaltiques en pied de falaise rocheuse (2 à 5m de profondeur) situées au niveau des pointes rocheuses des Avirons, de Bois Blanc et de la ravine du Trou,

=> Zones à galets de rivière situées au droit de la plage de Bois Blanc.

Zones de sensibilité écologique moyenne : elles correspondent aux habitats littoraux caractérisés par un substrat rocheux plus profond et homogène (pointes et tombants rocheux), moins fortement soumis à l'incidence de la houle en raison d'une profondeur légèrement plus importante (6 à 12m). Le développement des peuplements coralliens y est plus marqué (10 à 15%), avec des espèces adaptées aux conditions hydrodynamiques contraignantes, et des communautés de poissons (souvent juvéniles) qui y trouvent abri et nourriture. Ces zones font l'objet d'une pression de pêche importante depuis le bord (pêche artisanale de loisir).

=> Pointes rocheuses basaltiques des Avirons, de Bois Blanc et de la ravine du Trou,

=> Petits tombants et mégablocs marquant les bordures de ces pointes.

Zones de sensibilité écologique forte : elles correspondent aux affleurements rocheux profonds (20m et plus) situés au droit de la ravine du Trou et plus au Nord au droit de la ravine des Sables, moins soumis à l'action de la houle. Malgré une remise en suspension sédimentaire périodique, ces plateaux rocheux surélevés par rapport au substrat sableux d'environ 2 à 3m, offre des conditions de développement intéressantes aux peuplements coralliens. La couverture corallienne y dépasse localement 20 à 30%, bien que les espèces présentes soient peu diversifiées et caractéristiques de milieux fortement agités. Les peuplements de poissons y sont localement assez abondants, avec notamment certaines espèces d'intérêt économiques fortement prisées. On y observe ainsi une forte pression de pêche (palangre et chasse sous-marine). Ces zones constituent des aires de transit pour certaines espèces qui migrent vers le large dans leur stade adulte. Elles présentent ainsi un intérêt fort en terme de fonctionnalité écologique, bien que d'une sensibilité relative par rapport aux constructions récifales proches situées à Saint-Leu et à l'Étang Salé.

=> Affleurements basaltiques profonds situés au droit de la ravine du Trou,

=> Affleurement basaltique profond situé au droit de la ravine des Sables, plus au NE.

En l'absence de formations récifales coralliennes bioconstruites sur le secteur, aucune zone n'a été classée en sensibilité très forte.

En croisant la sensibilité des milieux avec leur fonctionnalité, les aspects réglementaires et le statut des espèces en présence, le cabinet PARETO a pu identifier les enjeux liés au milieu marin :

- **Zones à enjeux forts** (espèces/habitats sensibles, forte valeur patrimoniale et non menacés) : Les **affleurements basaltiques** situés au NO du secteur au droit de la ravine du Trou et de la ravine des Sables (>20 m de profondeur)
- **Zones à enjeux modérés** (espèces/habitats moyennement sensibles, à forte valeur patrimoniale) : Les **pointes rocheuses** des Avirons, de Bois Blanc et de la ravine du Trou (2 à 6 m) et les **petits tombants et mégablocs** situés en bordure des pointes (6 à 12 m)
- **Zones à enjeux faibles** (espèces/habitats peu sensibles, à faible valeur patrimoniale) : Les **mégablocs** situés au droit de la pointe du Trou (2 à 5 m) et le cordon littoral à Galets de Bois Blanc (0 à 2 m)
- **Zones sans enjeu** (espèces/habitats peu sensibles) : La **plaine sédimentaire sableuse** (5 à 50m et plus)

Les résultats obtenus sont synthétisés sur une carte thématique suivante :

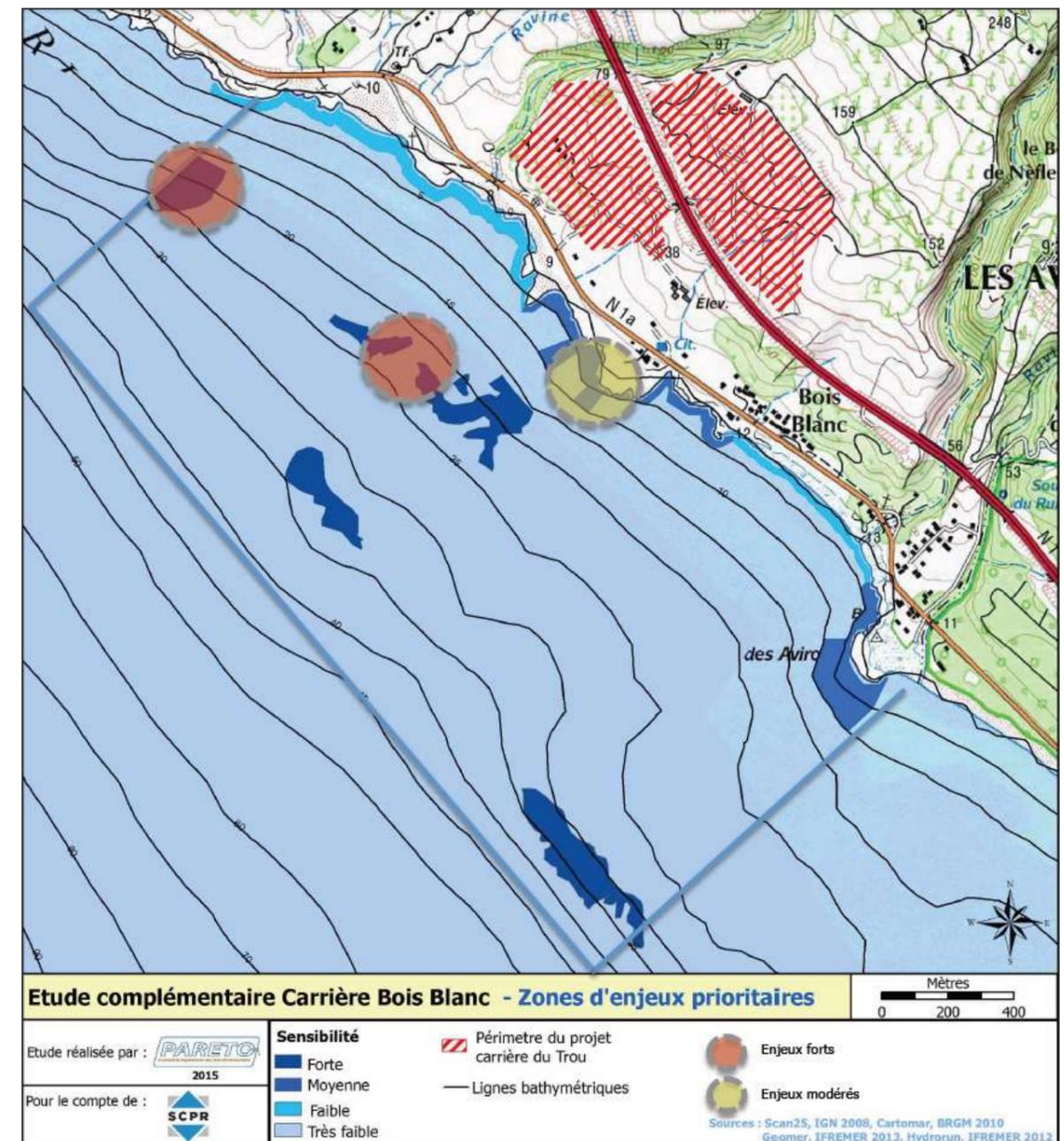


Planche 83 : Sensibilité et zones d'enjeux prioritaires (forts et moyens) du milieu marin sur le secteur d'étude

5.9 CLIMATOLOGIE

5.9.1 Contexte climatologique général

L'île de la Réunion est soumise à un climat tropical comportant une saison chaude et humide, de novembre à mai, et une saison plus fraîche et sèche de juin à octobre.

Le caractère montagneux très accusé de l'île et la compacité de son relief sont à l'origine d'une nette dissymétrie du régime des pluies entre le versant Est "au vent" et le versant Ouest "sous le vent".

Les deux traits dominants du climat sont :

- un régime assez régulier d'alizés, vents d'Est dominants, issus de l'anticyclone de l'Océan Indien, créant une zone "au vent" et une zone "sous le vent". Ces vents sont plus forts et plus soutenus durant la saison sèche ;
- un régime de perturbations tropicales ou de cyclones, suivant que la vitesse du vent est inférieure ou supérieure à 117 km/h, parfois violents et destructeurs, irréguliers et difficilement prévisibles.

Les Alizés ont des vitesses comprises entre 2 et 15 m/s (7 et 50 km/h). Les plus fréquents étant 2 à 4 m/s (50 à 65%). C'est en juillet, août et septembre qu'ils soufflent le plus fort avec des directions dominantes Sud-Est et Est.

5.9.2 Contexte climatologique local

La caractérisation des conditions climatiques relative au site s'appuie sur l'interprétation des données de plusieurs stations météorologiques :

- la station automatique de MétéoFrance d'Etang Salé les Bains ouverte depuis le 01 décembre 1956, alt. 5 m NGR ;
- la station automatique CIRAD des Aviron, ouverte depuis le 01 janvier 1952, alt. 180 m NGR.

5.9.2.1 Pluviométrie

Située sur le versant « sous le vent » dans la tranche d'altitude 0-100 m, la zone de Bois Blanc où s'inscrit le projet connaît une faible pluviométrie, dont la majeure partie est reprise par évapotranspiration.

Le bilan de la pluviométrie moyenne normale sur 29 ans de relevés (entre 1971 et 2000) permet de caractériser la zone par deux saisons distinctes :

- une saison des pluies, de décembre à avril, avec plus de 400 mm par mois, pendant laquelle on observe encore deux maxima, en janvier et en mars ;
- une saison sèche, de mai à novembre, avec moins de 400 mm par mois, le mois le plus sec étant le mois d'octobre.

Station	Janv	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Tot.
Les Aviron	146	150	101	109	46	51	38	31	26	35	44	81	858
Etang Salé	121	125	94	102	43	49	32	30	20	26	35	65	742

Tableau 18 : Pluviométrie mensuelle moyenne normale sur les stations météorologiques des Aviron et de l'Etang Salé les Bains (cumul mensuel en mm) entre 1971 et 2000

Mois	Les Aviron	Etang-Salé
Janvier	87	49
Février	106	85
Mars	176	11
Avril	20	15
Mai	79	83
Juin	161	112
Juillet	8	9
Août	30	10
Septembre	20	21
Octobre	3	3
Novembre	25	25
Décembre	39	39
Total 2008	754	562

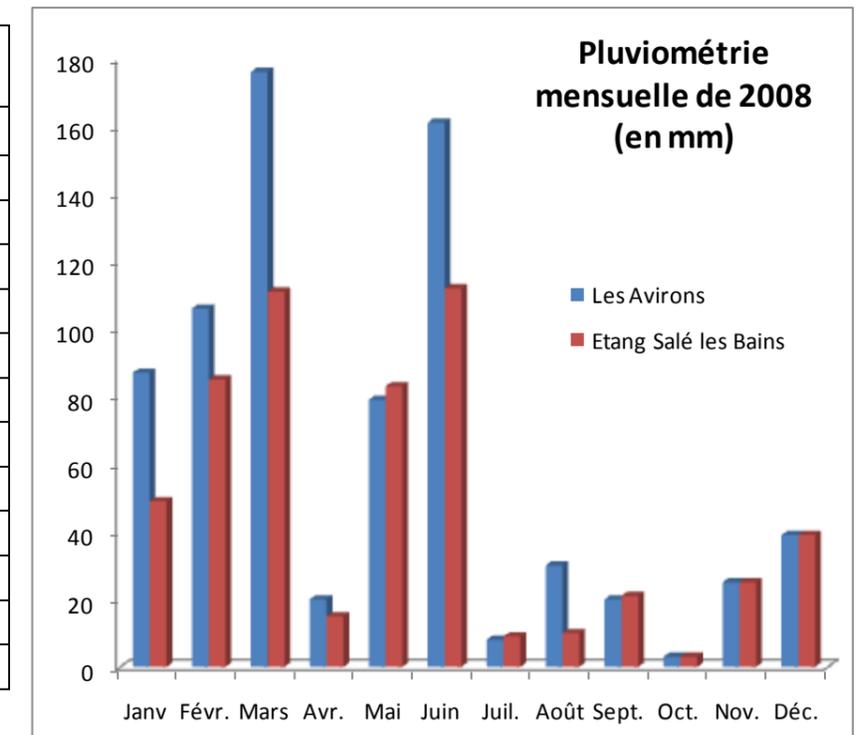


Tableau 19 : Précipitations mensuelles en 2008 (cumul mensuel en mm).

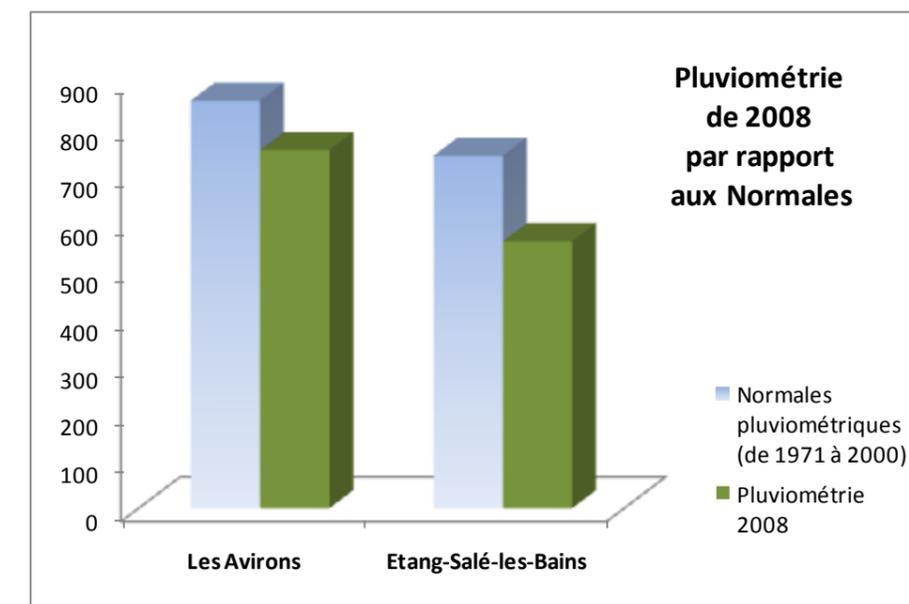


Planche 84 : Situation de la pluviométrie sur les stations des Aviron et de l'Etang Salé Les Bains par rapport aux normales pluviométriques

Les précipitations dans la région des Avirons et d'Etang Salé sont relativement faibles par rapport au reste du département. Elles sont caractéristiques des zones sous le vent. On note une légère diminution des précipitations sur ces deux stations en 2008 par rapport aux normales de saison. Toutefois, la pluviométrie de 2008 est considérée comme normale malgré une disparité des précipitations au long de l'année : pluviométrie excédentaire en mars, mai et juin, le mois d'avril s'étant avéré très sec tout comme le mois de décembre.

La zone du projet est donc globalement soumise à de faibles précipitations qui semblent se réduire en 2008 par rapport à la période 1971 à 2000.

On relève sur la station CIRAD des Avirons que le maximum absolu du cumul quotidien est de 87 mm en 2008 et qu'il n'y a eu que trois journées au cours de cette même année où le cumul quotidien de pluie a dépassé les 50mm de pluie. On ne dénombre par ailleurs que 22 jours en 2008 où le cumul quotidien de pluie dépasse les 10mm.

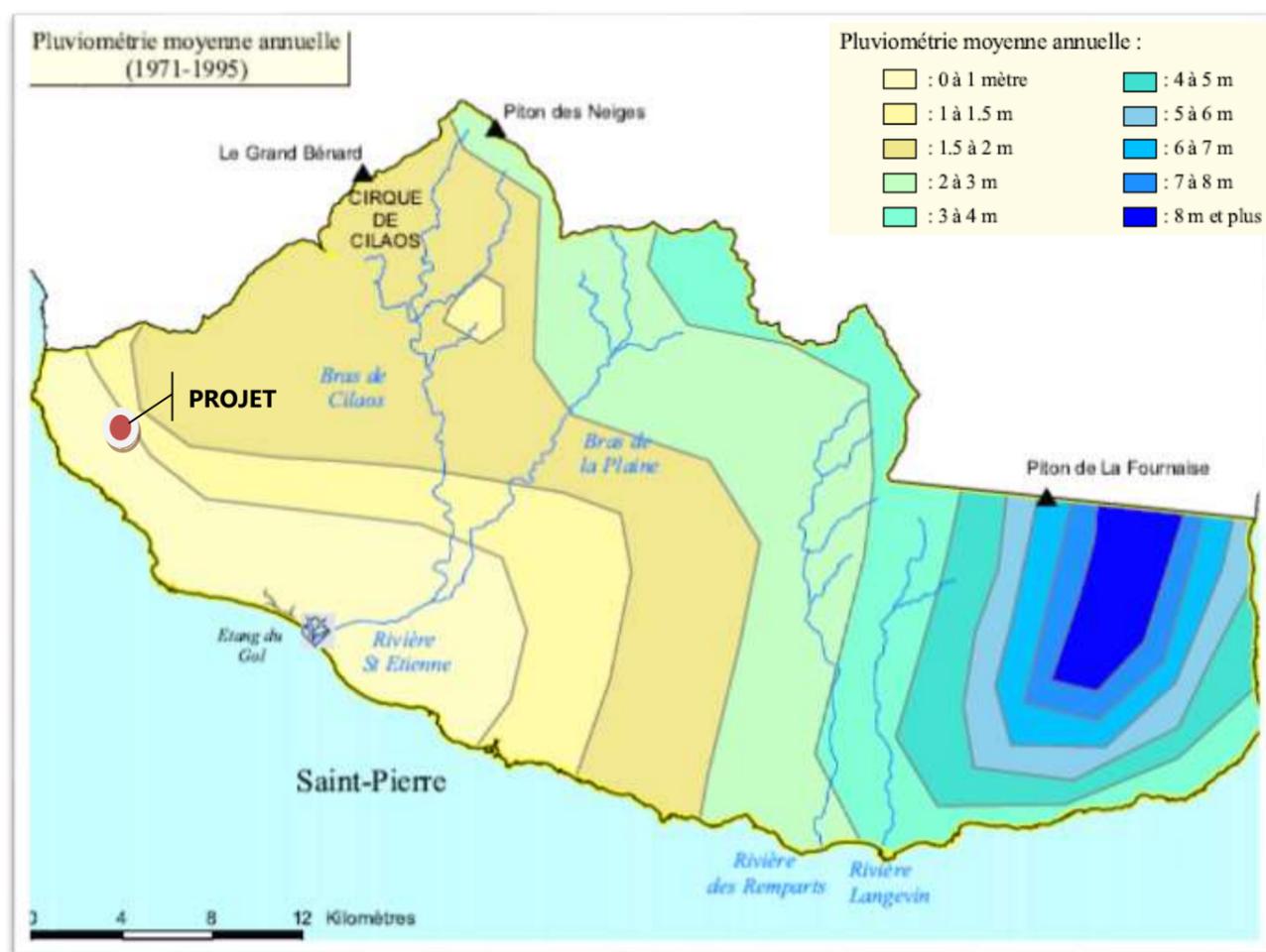


Planche 85 : Pluviométrie moyenne annuelle sur le sud-ouest et le sud de l'île

5.9.2.2 Températures

Dans la zone littorale d'Etang Salé Les Bains, les températures moyennes mensuelles observées à la station météorologique sur la période 1971 à 2000 présentent peu d'écart d'un mois à l'autre : elles sont comprises entre 26 et 31,9 °C pour les moyennes mensuelles maximales et entre 13,7 et 21,2°C pour les moyennes mensuelles minimales. Un écart plus conséquent de 10,5°C est observé entre les moyennes annuelles de températures minimales et maximales. Les températures mesurées au cours de l'année 2008 sur cette même station sont semblables aux normales établies sur la période 1971-2000.

Dans la zone des Avirons, à 180m d'altitude, les températures moyennes mensuelles observées en 2008 présentent également peu d'écart d'un mois à l'autre : elles sont comprises entre 24,4 et 30,9°C pour les moyennes maximales et entre 16,4 et 23°C pour les moyennes minimales.

Station	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	MOYENNE
STATION DES AVIRONS : Moyennes mensuelles des températures													
maximales (2008)	30,9	30,2	30	29,5	27	24,9	24,4	25,1	27,1	28,2	29,7	31,4	28,2
minimales (2008)	23	22,5	22	21,1	19,5	17,3	16,4	16,6	18,1	19,2	20,7	22,2	19,8
STATION D'ETANG-SALE-LES-BAINS : Moyennes mensuelles des températures													
maximales (2008)	32,3	31,3	31,4	31,1	28,5	26,2	26,1	26,7	28,2	29,4	31,1	/	29,3
minimales (2008)	23,2	22,8	21,8	20,1	18,5	16,1	14,9	14,7	16,8	18,1	19,7	/	18,7
maximales (période 1971 - 2000)	31,9	31,7	31,5	30,1	28,6	26,8	26	26,2	26,7	28,2	29,6	/	28,8
minimales (période 1971 - 2000)	21,2	21,7	20,5	19,4	16,9	15,1	13,8	13,7	14,2	15,9	17,9	/	17,3

Tableau 20 : Températures moyennes minimales et maximales sur les stations situées à proximité du projet (valeurs en °C)

Ainsi les températures du secteur d'étude, culminant à une altitude comprise entre 14 et 163 m, seront voisines des observations faites ci-dessus.

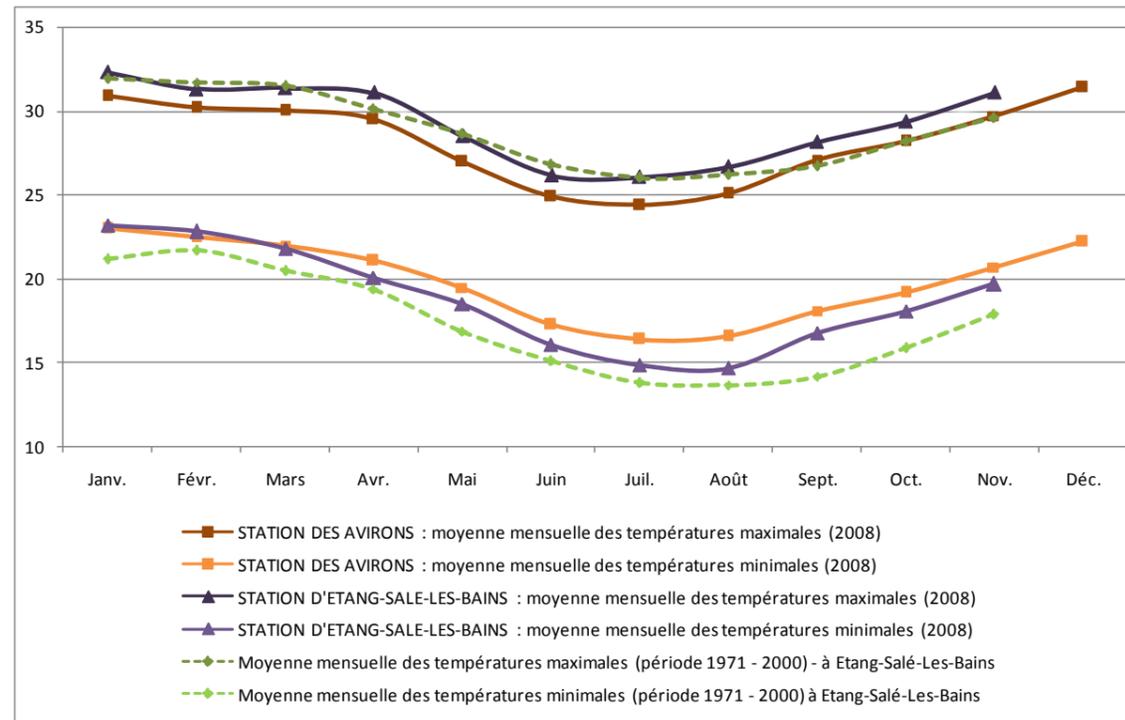


Planche 86 : Evolution annuelle des températures moyennes maximales et minimales

5.9.2.3 Évapotranspiration

Les valeurs moyennes mensuelles d'évapotranspiration potentielle calculées à la station météorologique de Saint-Pierre sont comprises entre 87 mm au mois de Juin, et 161 mm au mois de janvier, pour un total moyen annuel de 1 502 mm.

Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total.
161	138	132	112	101	87	95	111	123	141	148	154	1 502

Tableau 21 : Évapotranspirations potentielles moyennes mensuelles pour la période 1957-1980 à la station météorologique de Saint-Pierre (valeurs en mm).

5.9.2.4 Déficit climatique

Avec une faible pluviométrie et un fort ensoleillement, la zone littorale sud-ouest enregistre un déficit climatique annuel très important, supérieur à 700 mm, avec plus de 90 mm par mois, de septembre à décembre.

Les valeurs moyennes mensuelles de précipitations et d'évapotranspiration potentielle enregistrées aux stations météorologiques d'Etang Salé et des Aviron's montrent un déficit climatique constant, avec des précipitations inférieures à l'évapotranspiration tout au long de l'année.

A noter cependant que cette considération est basée sur des valeurs moyennes et ne tient pas compte des périodes cycloniques durant lesquelles les apports pluviométriques sont importants et ont lieu en un temps trop court pour être évaporés. C'est ainsi qu'en janvier 1980, le cyclone Hyacinthe a apporté 774 mm de pluie en une dizaine de jours, dont 650 à 700 mm ont été disponibles pour le ruissellement et l'infiltration.

Le climatogramme ci-dessous expose une représentation simplifiée des conditions hydriques moyennes pour la station de La Ligne Paradis située à 15 km environ du projet : la droite représentée en jaune orangé (p=4t, p=précipitation et t=température) délimite les périodes sèches et humides. Les mois situés en dessous de cette courbe sont considérés comme déficitaires sur le bilan hydrique. La limite en noir correspond au maximum d'évapotranspiration mensuelle possible.

La ligne Paradis est particulièrement déficitaire au mois d'avril, août, octobre et décembre 2008. Le reste des données reste dans les normes.

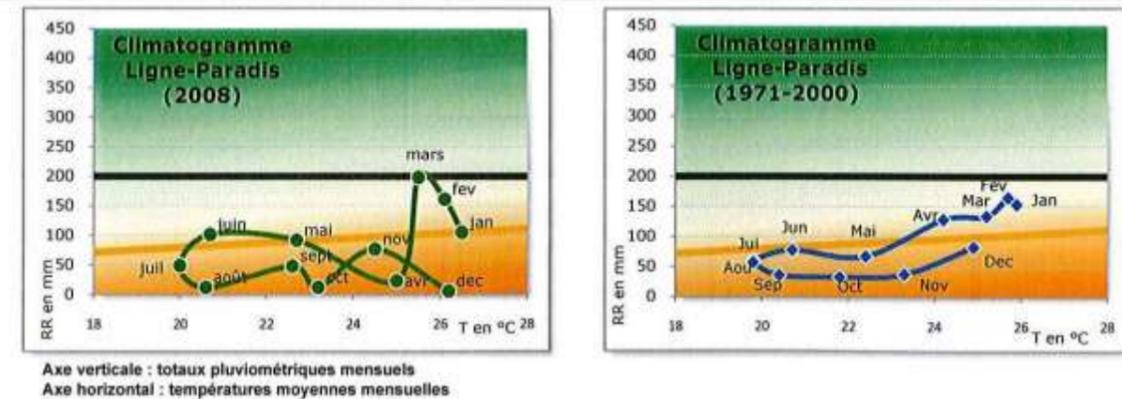


Planche 87 : Bilan hydrique au niveau de Ligne-Paradis à St Pierre.

Ainsi, le site d'exploitation est situé dans une zone particulièrement déficitaire sur le plan hydrique.

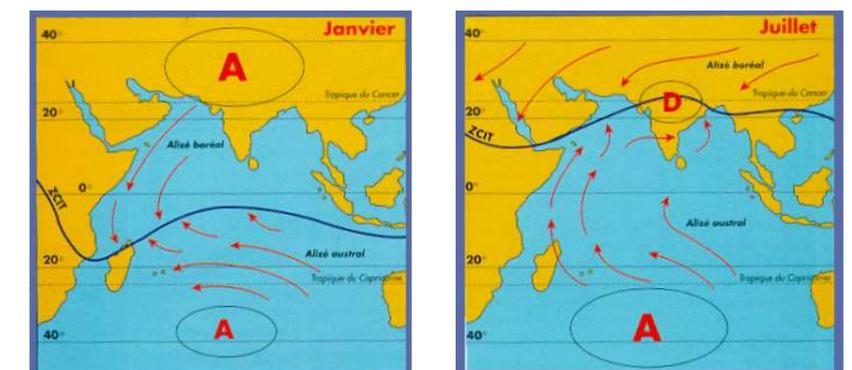
5.9.2.5 Vent

De manière globale, la zone du projet subit 2 dominantes :

- **les Alizés arrivant du Sud-est** de l'île d'une vitesse moyenne comprise entre 25 et 35 km/h, avec des pointes de l'ordre de 60 km/h ;
- **la brise de mer**, la journée et la **brise de terre**, la nuit dont les vitesses sont de quelques km/h.

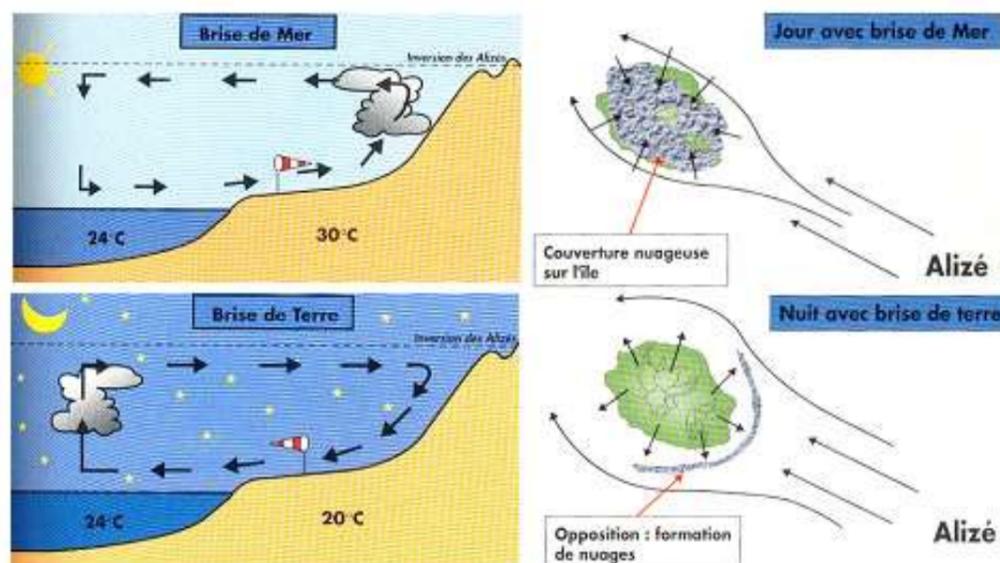
Les Alizés :

Le gradient entre les hautes pressions subtropicales et les basses pressions équatoriales génère des vents réguliers soufflant d'est en ouest dans les océans tropicaux : les alizés. Pour La Réunion, leur direction dominante est l'Est / Sud-est et leur période d'activité maximale est l'hiver austral. En hiver austral, il existe une inversion dynamique et thermique très nette (entre 1800 et 3000m d'altitude), l'air chaud en altitude fait obstacle aux courants ascendants qui ne peuvent se développer au delà de cette couche.



Phénomène de brise :

Ce phénomène sur une île montagneuse comme La Réunion résulte de la conjugaison de deux composantes : les brises "de terre", "de mer" et des brises "de pentes". **Les brises "de terre" et "de mer"** sont provoquées par une différence de température entre la mer et la terre. La nuit, la terre se refroidit par rayonnement et sa température devient plus basse que celle de l'océan provoquant une brise dite "de terre" (soufflant à la surface du sol de la terre vers la mer). Le jour, c'est le phénomène inverse qui se produit, la terre est plus chaude que la mer et cela provoque une brise "de mer" (soufflant à la surface du sol de la mer vers la terre). Les brises "de pentes" sont dues au relief, elles remontent les pentes dans la journée et les descendent par gravitation durant la nuit. Ces deux phénomènes se conjuguent et influent énormément sur le climat. La formation de nuages sur les hauteurs de l'île en début de journée semble incontournable.



En période cyclonique, de janvier à mars, l'île de La Réunion peut être soumise à des vents violents de 100 à 150 km/h, qui soufflent du secteur Nord-est. L'occurrence de ce phénomène est cependant variable, et peut ne pas avoir lieu durant plusieurs années consécutives. A noter que le record absolu de vitesse du vent enregistré a été de 248 km/h lors du passage du cyclone Jenny en 1962.

Les stations de mesures les plus proches de la zone d'étude se situent sur Pierrefonds (Aéroport) et au niveau de la Pointe des 3 Bassins. La vitesse moyenne des vents relevés en 2008 sur ces deux stations se situe respectivement à 4,6 m/s et 2,4 m/s. On recense au cours de cette même année 234 jours où les vitesses instantanées de vents sont supérieures à 10 m/s sur Pierrefonds et 110 jours à la Pointe des 3 Bassins.

L'analyse statistique des vents entre 1998 et 2007 permet d'affirmer que le secteur de Pierrefonds, où plus de 36% des vents sont supérieurs à 4 m/s, est plus venté que la Pointe des 3 Bassins, qui totalise plus de 92% de vents inférieurs à 4 m/s dont la moitié est inférieure à 1 m/s.

A Pierrefonds, l'orientation des vents est principalement de secteur sud-est, correspondant aux alizés qui soufflent à plus de 4 m/s, et de secteur nord-est, correspondant à la brise de terre qui souffle plus modérément à des vitesses moyennes comprises entre 1 et 4 m/s. L'inclinaison des vents à la Pointe des 3 Bassins sont sensiblement identiques : les alizés (soufflant plus modérément) sont de secteur sud et la brise de terre souffle depuis l'est-nord-est.

Les caractéristiques anémométriques de la zone d'étude, située à mi-distance entre ces deux stations, sont considérées comme intermédiaires.

5.9.2.6 Ensoleillement

Les durées d'insolation moyennes mensuelles enregistrées à la station météorologique de Saint-Pierre durant la période 1960-1980 sont comprises entre 216 heures pour le mois d'avril et 271 heures pour le mois de janvier, pour une moyenne de 243,6 heures.

Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy.
271	231	237	216	233	223	237	256	249	261	256	253	243,6

Tableau 22 : Durées d'insolation moyennes mensuelles sur la période 1960-1980 à la station météorologique de Saint-Pierre (valeurs en heures)

La carte du rayonnement global établie par Météo France en 2008 indique que la région côtière située au sud-ouest de l'île reçoit par jour en moyenne entre 1600 et 1800 J/cm² de soleil.

5.9.2.7 Humidité relative et orage

Les masses d'air très humides portées par les alizés entretiennent une humidité relative¹ élevée dans la zone du projet. La moyenne annuelle est toujours supérieure à 70 %, les minima mensuels les plus faibles sont enregistrés entre les mois de mai et septembre.

Les orages² sont peu fréquents à La Réunion. En moyenne une quinzaine par an est observée sur Gillot, la plupart se produisant en saison chaude. Les cinq mois allant de décembre à avril représentent 90% du total annuel. Les orages sont peu fréquents en hiver car le profil thermique de l'atmosphère limite le développement des formations nuageuses.

¹Humidité relative de l'air : rapport de la quantité de vapeur d'eau présente à la quantité maximale possible.

²Un orage est considéré comme étant observé à la station, à partir du moment où le premier coup de tonnerre est entendu, que l'éclair soit visible ou non et que des précipitations se produisent ou non à la station.

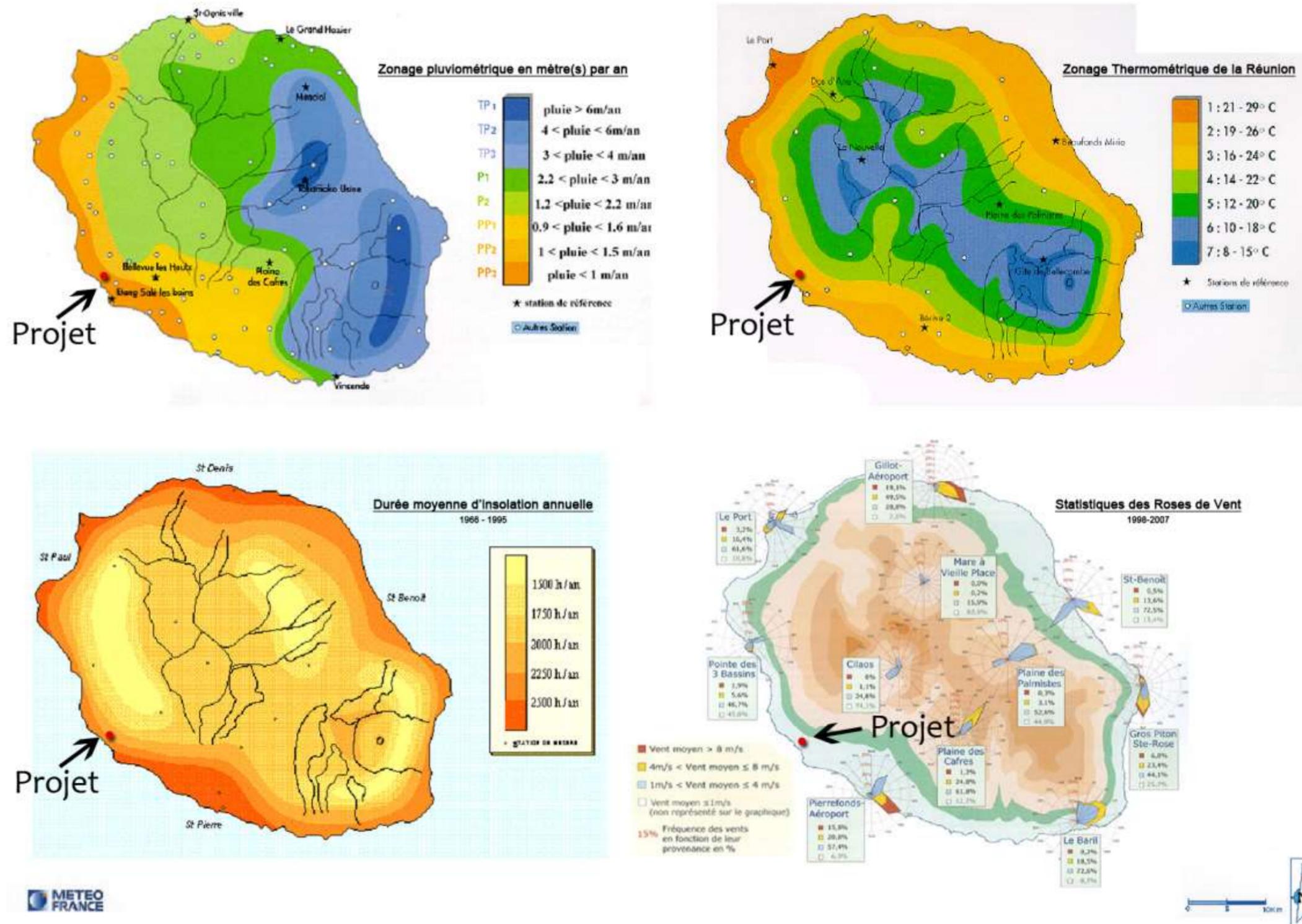


Planche 88 : Planche climatique de l'île de la Réunion.

5.10.1 Données bibliographiques

Les origines des polluants émis dans l'atmosphère peuvent être naturelles (éruption volcanique, incendies de forêts) et anthropiques. Les émissions liées aux activités humaines proviennent principalement du transport (poussières, oxydes d'azote, monoxyde de carbone), des industries (dioxyde de soufre, métaux, composés organiques volatils...) mais également de l'agriculture et des activités domestiques.

A proximité immédiate du site du projet, il n'existe pas d'activités industrielles pouvant être source de pollution de l'air. Par contre le trafic routier généré sur la route des Tamarins est une source de dégradation de la qualité de l'air en raison des polluants émis par les moteurs des véhicules empruntant cet axe.

La circulation sur cette voie express génère essentiellement des oxydes d'azote, des poussières et du dioxyde de carbone qui sont rejetés dans l'atmosphère. La quantité de polluants rejetés dépend de la nature des véhicules et de la vitesse.

Il n'existe pas de stations fixes de mesure de la qualité de l'air à proximité de la zone d'étude. Toutefois, l'Observatoire Réunionnais de l'Air (ORA) a procédé à une campagne d'évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement proche de la route des Tamarins avant (2009) et après la mise en fonctionnement de celle-ci (2010). Les résultats obtenus dans le secteur de Bois-Blanc ont été les suivants :

Polluants	Valeur limite de protection de la santé humaine ou des écosystèmes (moyenne annuelle)	Objectif de qualité (moyenne annuelle)	Concentration moyenne horaire maximale	Bois Blanc (Site n°22) En $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Indice de qualité
NO ₂	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15/06/2009 au 22/06/2009	12	1 (très bon)
			11/07/2010 au 18/07/2010	6	1
SO ₂	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15/06/2009 au 22/06/2009	8	1
			11/07/2010 au 18/07/2010	2	1
O ₃	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$	15/06/2009 au 22/06/2009	67	3 (bon)
			11/07/2010 au 18/07/2010	59	3
Benzène	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15/06/2009 au 22/06/2009	0,4	
			11/07/2010 au 18/07/2010	0,5	

Tableau 23 : Mesures des polluants au voisinage de la route des Tamarins avant et après sa mise en service - Résultats sur le secteur de Bois-Blanc

Il n'est pas observé de différences significatives de la qualité de l'air avant et après la mise en service de la route de Tamarins dans le secteur de Bois-Blanc comme l'atteste les cartes de modélisation des concentrations en polluants présentées en page suivante.

Il apparaît que les concentrations sont bien en dessous des valeurs limites fixées par le décret 2002-213 pour la protection de la santé humaine. Les teneurs en benzène respectent largement le seuil pour la protection de la santé humaine.

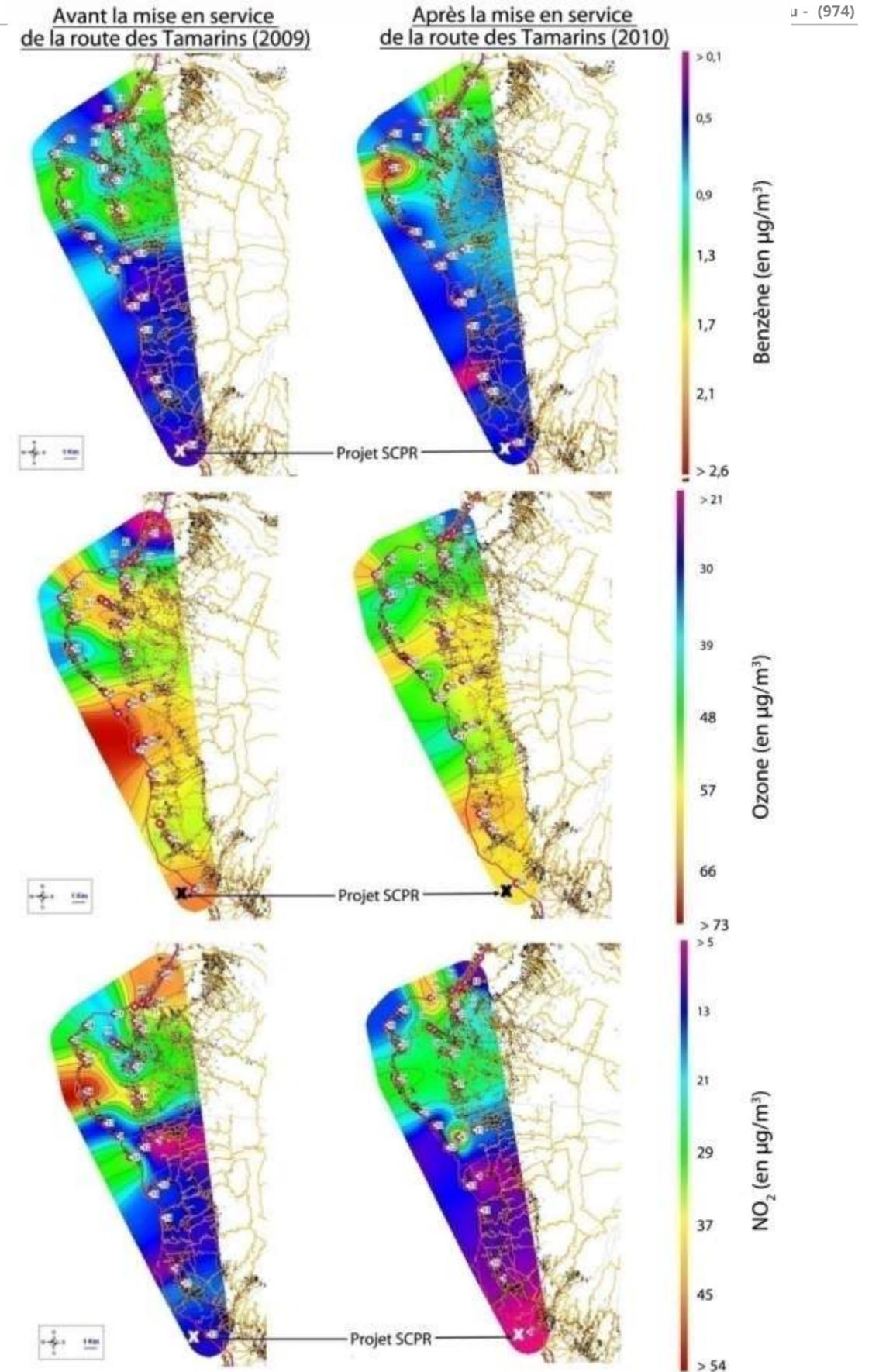


Planche 89 : Carte de modélisation de la qualité de l'air au voisinage de la route des Tamarins

5.10.2 État initial de la concentration en poussières sur le site

Matériel utilisé et méthode

Un état initial de la concentration en poussières présentes dans l'environnement du projet a été dressé. Cet état initial s'est déroulé en deux campagnes :

- 1^{ère} campagne du 17 avril au 2 mai 2014 (station 5)
- 2nde campagne du 5 août au 29 août 2014 (station 1/2/3)

Quatre mesures de retombées de poussières dans l'environnement ont ainsi été réalisées selon la norme NF X 43-007. La méthode utilisée est la méthode des plaquettes de dépôt.

Recouverte d'un enduit, les plaquettes sont installées à environ 1,50 m du sol sur une durée de 14 jours minimum.

La planche suivante localise les points de mesure de retombées de poussière par rapport aux limites du projet.



Planche 90 : Carte de localisation du point de mesure de retombées de poussières - état initial

Les points de mesure ont été déterminés en tenant compte des vents dominants sur le secteur et de la proximité des habitations.

Une mesure des précipitations a été également faite au cours des campagnes. La faible pluviométrie de la zone 1,6 mm en moyenne journalière pour la campagne n°1, puis 0,95 mm pour la n°2 n'implique pas de perte de poussières conséquentes



Planche 91 : Plaquette (station 5) à l'issue de la campagne de mesure des retombées de poussières (du 17 avril au 2 mai 2014)



Station 1

Station 2

Station 3

Planche 92 : Plaquettes de mesures de retombées de poussières mise en place le 5 août 2014

Les poussières recueillies sur la plaquette (durée d'exposition de 363 h) ont été extraites à l'hexane et leur détermination gravimétrique a été réalisée selon la norme NF X 43 007.

Résultats des mesures

Les teneurs en poussières relevées sur les 4 stations évaluées sont les suivantes :

Station	Lieu	Numéro de plaquette	Durée d'exposition déclarée	Surface exposée	Masse de poussières recueillie en mg	Teneur de poussières en g/m ² /mois
1	Proche de la route RN1a	001	583 h	50 cm ²	6,40	1,603
2	Proche de l'exploitation de M. LEONIS et du lotissement de Bois Blanc	002	584 h	50 cm ²	6,10	1,525
3	Proche de la route des Tamarins	003	585 h	50 cm ²	4,30	1,073
5	Proche de l'exploitation de M. PADRE et de la ravine du Trou	X-RDT	363 h	50 cm ²	1,40	0,563

Les rapports d'analyses du laboratoire sont consultables en annexe.

Tableau 24 : Résultat des mesures de poussières

Selon la norme NF X 43-007, on distingue une zone empoussiérée d'une zone faiblement empoussiérée en confrontant les résultats de ces mesures à la valeur seuil de 30g/m²/mois.

Ainsi les teneurs en poussières mises en évidence au niveau de la zone du projet sont toutes très inférieures à 30g/m²/mois. Le secteur du projet peut donc être qualifié de zone faiblement empoussiérées.

Les résultats d'analyse sont présentés en annexe 8 - Pièce 1.

5.11 ENVIRONNEMENT SONORE

5.11.1 Rappel du cadre réglementaire

Les textes applicables sont :

- Arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis par les installations classées pour la protection de l'environnement.
- Arrêté du 15 novembre 1999 modifiant l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées.
- Arrêté du 20 août 1985 relatif aux bruits aériens émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement.
- Norme AFNOR NF S 31 010 « caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement » - Méthodes particulières de mesurage
- Norme AFNOR NF S 31 110 « caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement » - Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation
- Norme AFNOR NF EN ISO 3744 « Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique ».

Définitions

- Bruit résiduel : Bruit ambiant en l'absence du (des) bruit(s) particulier(s), objet de la requête considérée.
- Bruit ambiant : Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches et éloignées.
- Bruit particulier : Composante de bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête.
- Emergence acoustique : Différence arithmétique entre le niveau de bruit ambiant et le niveau de bruit résiduel. Selon plusieurs réglementations, l'émergence acoustique est le principal indicateur de la présomption de nuisance acoustique.
- Niveau de pression acoustique fractile, L_{xx} : Niveau de bruit atteint ou dépassé pendant xx% du temps de mesure. Par exemple, le L₉₀ représente le niveau de bruit atteint pendant 90% du temps de la mesure. On utilise généralement le L₉₀, le L₅₀ et le L₁₀. Le L₉₀ représente la fourchette basse du niveau de bruit résiduel lorsqu'il y a des sources transitoires (ex. passage de voitures). Le L₅₀ représente le niveau de bruit moyen sur la période de mesure. Il permet de s'affranchir de phénomène ayant parasité la mesure (téléphone, voiture, autre). Le L₁₀ permet de connaître le niveau haut obtenu pendant la période de mesure.
- Tonalité marquée : La tonalité marquée est une bande de tiers d'octave qui émerge particulièrement des 2 bandes directement supérieures et inférieures selon les valeurs définies dans le tableau suivant :

Cette analyse se fera à partir d'une acquisition d'au moins 10s		
50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 8000 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

Tableau 25 : Tonalité marquée

Objectifs réglementaires

La réglementation acoustique à laquelle est soumise une installation classée fixe 3 objectifs à respecter :

☞ L'émergence

Les émissions sonores de l'installation ne doivent pas engendrer une émergence supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau ci-après, dans les zones où celle-ci est réglementée :

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée (incluant le bruit de l'établissement)	Emergence admissible pour la période allant de 7 heures à 22 heures, sauf dimanche et jour fériés	Emergence admissible pour la période allant de 22 heures à 7 heures, ainsi que les dimanches et jour fériés
Supérieur à 35 dB(A) et inférieur ou égal à 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
Supérieur à 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Tableau 26 : Emergence – Règlementation des installations classées

☞ Niveau de bruit en limite de propriété

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe, pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limites de propriété de l'établissement. Les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder :

- 70 dB(A) pour la période de jour
- 60 dB(A) pour la période de nuit.

Si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à ces limites, cette exigence ne s'applique pas.

La figure suivante illustre les définitions des ZER et des limites de propriété :

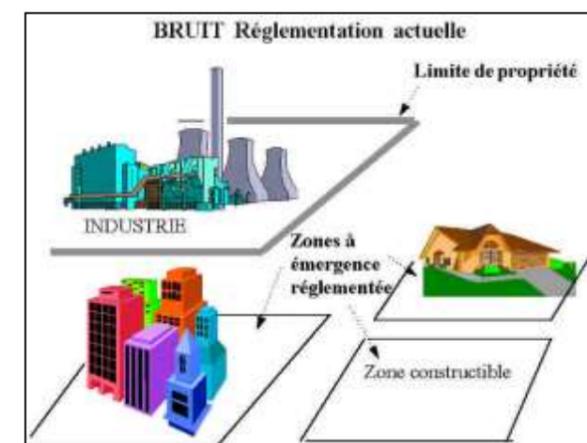


Planche 93 : Zones à émergence réglementée et limite de propriété

Tonalité marquée

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens réglementaire du terme (cf. tableau ci-dessous) de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30% de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne ou nocturne.

Cette analyse se fera à partir d'une acquisition d'au moins 10s		
63 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 6300 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

Tableau 27 : Tonalité marquée

5.11.2 État sonore initial

Un état initial a été dressé par le bureau d'études A2MS les 21 et 22 mai 2014. Le rapport complet de cette campagne de mesure est fourni en annexe 14. Le site a fait l'objet d'une campagne de mesures supplémentaires réalisées par le bureau d'études EMC² Environnement décrite dans ce paragraphe.

5.11.2.1 Campagne A2SM

Matériel de mesure

Pour la réalisation des mesures, le matériel suivant a été utilisé :

- 4 sonomètres, de marque 01 dB Metravib, type Solo master. Chaque sonomètre est équipé d'un préampli de type PRE 21 S et d'un micro de type MCE212.
- 1 Calibreur de type CAL 21 de classe 1, de marque 01 dB Metravib.

Points de mesure

L'impact acoustique d'une installation classée est essentiellement déterminé par l'émergence sonore au voisinage de celle-ci. Il est donc primordial de connaître l'état sonore initial en ZER (Zone à Emergence Règlementée).

L'image suivante présente la localisation des points de mesures retenus. Ces emplacements serviront également de points de calculs dans le cadre de la simulation de l'impact sonore de l'exploitation (cf. § 7.10).

Les mesures ont été effectuées sur une durée de 24h environ entre le mercredi 21 et le jeudi 22 mai 2014 :

- ZER 1 - habitation juste au sud du projet et du chemin – M. Marka, 1 chemin Bois Blanc
- ZER 2 - aucune mesure n'a été effectuée pour cet emplacement. La situation étant similaire à celle du point 1, nous estimons que le niveau de bruit résiduel est le même qu'au point 1
- ZER 3 – habitation au nord de la Route des Tamarins, soit au nord-est du projet – M. Padre, chemin Bois Blanc
- ZER 4 – habitation en contrebas de la Route des Tamarins au sud-est du projet – M. Léonis, 13 chemin Bois Blanc
- ZER 5 – habitation au nord-ouest du projet – M. Silotia, 117 ravine des Sables.



Planche 94 : Implantation des points de mesures

Conditions météorologiques

Les mesures d'état initial ont été réalisées dans des conditions météorologiques satisfaisantes, sans vent fort ni pluie marquée.

Le vent nul à faible pendant les mesures a eu un effet négligeable sur les résultats d'état initial. Il n'a ainsi ni eu tendance à minimiser, ni à maximiser le bruit résiduel environnant.

En terme de direction, les vents dominants sur la zone sont :

- essentiellement de secteur Est à Sud-Est, Cette direction aurait tendance à renforcer la contribution sonore de la carrière sur la zone d'habitations de la ZER 5, moins exposée que les ZER 1, 3 ou 4 en raison de la distance.
- occasionnellement de secteur Sud-Ouest, Cette direction aurait tendance à augmenter la contribution sonore de l'activité sur l'habitation de la ZER 3. Mais de par sa proximité avec la Route des Tamarins, le bruit de trafic routier (bruit de fond continu) se verrait également renforcer. Un vent porteur agira de la même façon quelque soit la nature du bruit. Le renforcement du bruit de l'exploitation et du bruit de trafic sera ainsi équivalent.

La houle rencontrée lors des mesures est considérée comme courante, en particulier le matin. En effet, la houle a généralement tendance à se renforcer en cours de journée.

Les conditions météorologiques considérées dans l'étude constituent donc une situation relativement neutre.



Planche 95 : Illustration des points de mesures

État sonore initial – résultats de mesures

L'étude d'impact considère des horaires d'activité allant de 5h à 20h. L'état initial a donc été caractérisé :

- de 5h00 à 7h00 pour la période nocturne,
- de 7h00 à 20h00 pour la période diurne.

Nous présentons dans cette partie une synthèse des résultats de mesures obtenus. Les détails de chaque mesure permettant d'obtenir ces valeurs sont présentées en annexe 14.

☞ Période diurne : Bruit résiduel et objectif de niveau de bruit

Le tableau suivant présente les résultats de niveau de bruit résiduel que nous retenons pour chacun des points de mesures et de calculs pour la période diurne. Les mesures de niveau de bruit résiduel permettent de déterminer un niveau de bruit ambiant et donc un niveau de bruit particulier maximum présentés dans le tableau ci-dessous :

	Indice retenu	Niveau de bruit	Objectif émergence	Ambiant maxi	Particulier maxi
ZER 1	L50	46,0 dBA	5	51,0 dBA	49,3 dBA
ZER 3	L50	42,5 dBA		47,5 dBA	47,0 dBA
ZER 4	L50	44,5 dBA		49,5 dBA	49,0 dBA
ZER 5	L50	46,0 dBA		51,0 dBA	49,5 dBA

Tableau 28 : Niveau de bruit résiduel et objectif de niveau de bruit particulier maximum – Période diurne

A noter que le niveau L50 a été retenu pour la ZER 1, bien que la différence entre les niveaux Leq et L50 soit inférieure à 5dB(A)

Ce choix permet de s'affranchir de l'influence de bruits perturbateurs à forte énergie mais qui, par leur caractère intermittent, ne permettent pas de masquer les autres événements sonores. De plus, l'objectif d'émergence retenu est de 5 dB(A) pour les 4 points, bien que pour les ZER 3 et 4, l'émergence admissible peut être rehaussée d'1 dB(A) soit 6 dB(A). Ces choix sont plus contraignants et vont donc dans le sens de la protection des riverains.

☞ Période nocturne : Bruit résiduel et objectif de niveau de bruit

Le tableau suivant présente les résultats de niveau de bruit résiduel que nous retenons pour chacun des points de mesures et de calculs pour la période nocturne. Les mesures de niveau de bruit résiduel permettent de déterminer un niveau de bruit ambiant et donc un niveau de bruit particulier maximum présentés dans le tableau ci-après :

	Indice retenu	Niveau de bruit	Objectif émergence	Ambiant maxi	Particulier maxi
ZER 1	Leq	49,0 dBA	33	52,0 dBA	49,0 dBA
ZER 3	Leq	48,0 dBA		51,0 dBA	48,0 dBA
ZER 4	Leq	50,0 dBA		53,0 dBA	50,0 dBA
ZER 5	Leq	49 dBA		52,0 dBA	49,0 dBA

Tableau 29 : Niveau de bruit résiduel et objectif de niveau de bruit particulier maximum – Période nocturne

Synthèse des résultats de l'état sonore initial de la campagne A2SM

Pour respecter les objectifs d'émergences réglementaires admissibles en ZER, les niveaux de bruit particulier ne devront donc pas dépasser les valeurs mentionnées dans les tableaux précédents.

Pour rappel, le bruit particulier correspond à la contribution sonore de l'activité de la carrière. Il est donc directement lié aux conditions d'exploitation.

Dans l'étude, ces conditions sont considérées équivalentes entre les tranches 5h-7h et 7h-20h (même conditions de fonctionnement de jour et nuit). Le bruit particulier généré par l'activité est donc similaire entre les périodes diurne et nocturne.

Comme les objectifs d'émergence sont plus contraignants en période nocturne, il est intéressant de faire une synthèse des tableaux précédents. La valeur retenue, surlignée en bleu, est celle présentant le niveau de bruit particulier le plus faible.

	Bruit particulier admissible dB(A)		
	Jour	Nuit	Retenu
ZER 1	49,3	49,0	49,0
ZER 3	45,8	48,0	45,8
ZER 4	47,8	50,0	47,8
ZER 5	49,3	49,0	49,0

Tableau 30 : Synthèse des objectifs de niveau de bruit particulier

On notera, concernant les ZER 2, 6 et 7, que les mesures n'ont pas été étendues à ces secteurs en raison de la similitude de la situation de la ZER 2 avec la ZER 1 d'une part, de la ZER 7 avec les ZER 1 ou 5 d'autre part et de la distance de la ZER 6 avec le projet. Afin d'intégrer ces trois zones dans l'étude prévisionnelle, la situation sonore de la ZER 2 a été considérée équivalente à celle de la ZER 1, celle de la ZER 6 équivalente à celle de la ZER 3 et celle de la ZER 7 équivalente à celle des ZER 1 ou 5.

Par conséquent les objectifs de bruit particulier pour l'ensemble des secteurs habités périphériques sont les suivants :

Bruit particulier admissible retenu dB(A)	
ZER 1	49,0
ZER 2	49,0
ZER 3	45,8
ZER 4	47,8
ZER 5	49,0
ZER 6	45,8
ZER 7	49,0

Tableau 31 - Objectifs de bruit particulier pour l'ensemble des secteurs habités en dB(A)

5.11.2.2 Campagnes EMC² Environnement

Matériel utilisé et méthode

La chaîne de mesure utilisée est la suivante (Annexe 7 pièce 2) :

- un sonomètre intégrateur de classe 1, modèle SC310 de Cesva, n° de série : T-226281 ;
- un calibreur acoustique, modèle CB-5 de Cesva
- un PC portable 2 Ghz

La méthode utilisée est la méthode dite de contrôle. Les niveaux sonores sont mesurés à l'aide du sonomètre décrit ci-dessus en plusieurs points.

Chaque enregistrement est caractérisé par un **LAeq**, ou niveau **sonore continu équivalent**, qui correspond au niveau sonore d'un son continu stable égal à la moyenne quadratique des différents niveaux sonores enregistrés pendant la période de mesure.

Déroulement des mesures

Afin d'apprécier le niveau sonore initial du site d'étude, **plusieurs mesures de bruit** d'une durée au moins égale à 30min ont été réalisées chacune conformément à la norme NFS 31-010 de décembre 1996 et à l'Arrêté 23 janvier 1997.

Le choix de l'emplacement des points de mesures a été réalisé en tenant compte des zones à émergence réglementée à proximité du projet.

Les mesures se sont déroulées sur plusieurs campagnes distinctes de manière à réaliser une caractérisation fiable de l'ambiance sonore du site.

La localisation des points de mesures est donnée sur le plan ci-après :



Planche 96 : Carte de localisation des points de mesures de l'ambiance sonore initiale - campagne EMC²

Les périodes de mesures pour chacun de ces points sont données dans le tableau suivant :

DATE	Point 1	Point 3	Point 4	Point 6	Point 7	Conditions météorologiques
25/03/2014	Diurne 7h58 > 8h48	-	-	-	-	Temps ensoleillé, avec un vent moyen à faible à nul (U2 - T2). État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore *
9/04/2014	-	Diurne 16h19 > 16h49	Diurne 14h51 > 15h22	Diurne 15h33 > 16h03	-	Temps ensoleillé, avec un vent quelconque (U3 - T2). État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore*
21- 22/05/2014	Nocturne 23h08 > 23h45	Nocturne 0h32 > 01h03	Nocturne 23h53 > 0h25	Nocturne 1h14 > 01h45	-	De nuit, ciel dégagé, avec un vent quelconque (U3 - T5). État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore*
5/08/2014	-	-	-	Nocturne 5h19 > 5h49	-	De nuit, ciel dégagé, avec un vent moyen (U4 - T5). État météorologique conduisant à un renforcement fort du niveau sonore*
5/08/2014	Nocturne 5h53 > 6h26	-	-	-	-	Au levé du soleil, avec un vent nul (U3 - T3) Effets météorologiques négligeables
5/08/2014	-	-	-	-	Nocturne 6h33 > 7h06	De jour, ciel dégagé avec un vent nul (U3 - T2) État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore*

* selon la grille d'évaluation du § 5.3 de la norme NF S 31-010.

Tableau 32 : Conditions de réalisation des mesures de bruit

5.11.2.3 Résultats de la campagne

Point 1

Le point 1 se situe en limite de propriété et de zone à émergence réglementée. Ce point se situe également à proximité du chemin d'accès à la carrière.

Les résultats sont les suivants :

Point	Horaires et période réglementaire	Nuisances sonores perceptibles	LAeq en dBA	L 50 en dBA
Point 1	25/03/2014 - Période diurne 7h58 > 8h48	- Circulation routière - Vent dans la végétation - Houle - Chants d'oiseaux et poules	50,2	49,3
	21/05/2014 Période nocturne 23h08 > 23h45	- Circulation routière sur l'ancienne RN1 - Houle - Insectes, grillons	47,6	46,7
	5/08/2014 Période nocturne 5h53 > 6h26	- Circulation routière (route des Tamarins et RN1a) - Pas de vent - Bruit de fond de la houle - Chants coqs et aboiements	53,6	52

Point 3

Le point 3 se situe en limite de zone à émergence réglementée. Ce point se situe également à proximité de l'habitation de M. PADRE.

Les résultats sont les suivants :

Point	Horaires et période réglementaire	Nuisances sonores perceptibles	LAeq en dBA	L 50 en dBA
Point 3	9/04/2014 - Période diurne 16h19 > 16h49	- Poulailier et chèvres - Houle lointaine - Discussion depuis la ferme - Vent dans la végétation - Chants d'oiseaux - Circulation routière faiblement audible	50,1	49,2
	22/05/2014 Période nocturne 0h32 > 01h03	- Circulation routière sur l'ancienne RN1 et sur la route des Tamarins - Houle - Insectes, grillons	46,3	45,3

Point 4

Le point 4 se situe en limite de zone à émergence réglementée. Ce point se situe également à proximité de l'habitation de M. LEONIS.

Les résultats sont les suivants :

Point	Horaires et période réglementaire	Nuisances sonores perceptibles	LAeq en dBA	L 50 en dBA
Point 4	9/04/2014 - Période diurne 14h51 > 15h22	- Poulailier - Houle - Discussion en provenance des habitations - Chèvres	53,6	52,7
	21-22/05/2014 Période nocturne 23h53 > 0h 25	- Circulation routière sur l'ancienne RN1 et sur la route des Tamarins - Houle - Insectes, grillons	42,7	42,1

Point 6

Le point 6 se situe en zone à émergence réglementée (en bordure du lotissement de Bois Blanc)

Les résultats sont les suivants :

Point	Horaires et période réglementaire	Nuisances sonores perceptibles	LAeq en dBA	L 50 en dBA
Point 6	9/04/2014 - Période diurne 15h33 > 16h03	- Vent dans la végétation - Forte houle - Chants d'oiseaux	50,2	49,3
	21-22/05/2014 Période nocturne 1h14 > 01h45	- Circulation routière sur l'ancienne RN1 et sur la route des Tamarins - Houle - Insectes, grillons - Bruit d'un local technique de piscine	47,6	46,7
	5/08/2014 Période nocturne 5h19 > 5h49	- Circulation routière (route des Tamarins et RN1a), passage d'un camion sur la RN1a - Vent de travers venant de la montagne - Bruit de fond de la houle moyenne - Chants coqs et aboiements, grillons, lézards - En fin de mesure, sortie d'un véhicule du lotissement	50	47,6

Point 7

Le point 7 se situe en limite de propriété et fait face au lotissement de Bois Blanc de l'autre côté de la route des Tamarins.

Les résultats sont les suivants :

Point	Horaires et période réglementaire	Nuisances sonores perceptibles	LAeq en dBA	L 50 en dBA
Point 7	5/08/2014 Période nocturne 6h33 > 7h06	- Circulation routière (route des Tamarins) - Chants d'oiseaux - Bruit de fond de la houle	62,6	60,6

Les valeurs retenues comme indicateur d'émergence (et marquées en gras dans les tableaux qui précèdent) sont soit le L50 si la différence entre le LAeq et le L50 est supérieure à 5 dB(A) soit le LAeq si la différence est inférieure à 5dB(A).

Les photos, courbes et histogrammes illustrant les évolutions des niveaux sonores des enregistrements effectués sont présentés en annexe 7 pièce 1.

5.11.2.4 Synthèse des résultats de l'état sonore initial

Les mesures de l'état initial montrent que le niveau de bruit en période nocturne est plus faible en milieu de nuit. Toutefois, cette tendance s'inverse lorsque l'on se rapproche du début de journée comme le montre la campagne effectuée entre 5 et 7h.

Il est à noter qu'au niveau du point 7 situé à proximité de la route des Tamarins, l'ambiance sonore est avant tout marqué par le trafic routier de la route des Tamarins.

A titre d'indication, les résultats de la campagne EMC2 est comparée avec ceux de la campagne réalisée par A2MS (cf. tableau ci-dessous). Les niveaux sonores ainsi relevés sur les différentes stations apparaissent comme comparables.

Points	Période	Niveaux sonores En dBA Campagne EMC ²	Niveaux sonores En dBA Campagne A2MS
Point 1	Diurne	50,2	46
	Nocturne	47,6 (milieu de nuit)	49,0
53,6 (fin de nuit)			
Point 3	Diurne	50,1	42,5
	Nocturne	46,3 (milieu de nuit)	48
Point 4	Diurne	53,6	44,5
	Nocturne	42,7 (milieu de nuit)	50,0
Point 6	Diurne	50,2	
	Nocturne	47,6 (milieu de nuit)	
			50
Point 7	Nocturne	62,6	

Tableau 33 : Synthèse des résultats des mesures de bruit - campagne EMC²

L'étude A2MS a retenu la situation la plus contraignante en termes d'objectif et de limitation de bruit. Les modélisations et simulations de l'impact sonore de la carrière seront donc basées sur les résultats de la campagne A2MS.

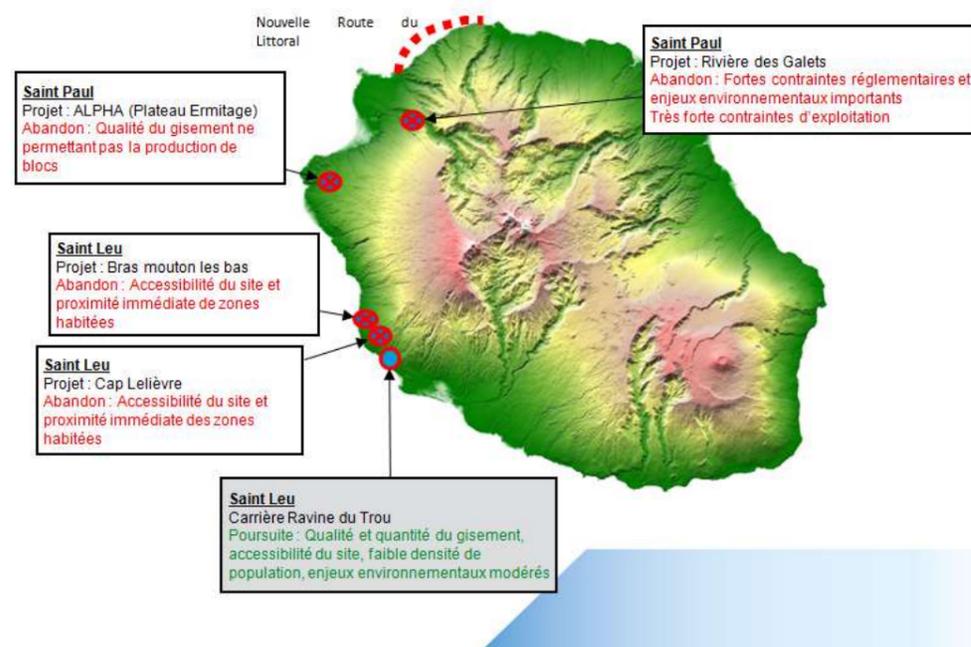
6. JUSTIFICATION

6.1 LE CHOIX DU SITE

Dans le cadre du chantier de la nouvelle Route du Littoral, la société SCPR a recherché des gisements susceptibles de répondre au besoin en matériaux nécessaires à la construction de cet ouvrage (estimation du besoin : 18 millions de tonnes dont près de la moitié d'enrochements de différents calibres). Il est apparu immédiatement incontournable d'exploiter un ou plusieurs gisements de roches massives, les gisements exclusivement alluvionnaires exploités à la Réunion ne permettant pas de répondre au besoin d'enrochements.

Ainsi, SCPR a activement recherché des solutions. Cinq solutions ont été étudiées pour ne retenir finalement que le projet de la Ravine du Trou sur la commune de Saint Leu.

LES SOLUTIONS ÉTUDIÉES



La première solution étudiée était située sur les flancs de la Rivière des Galets sur la commune de Saint Paul. Elle a fait l'objet d'une étude préliminaire et d'une demande de cadrage préalable auprès des Services de l'Etat (cf. demande de cadrage et réponse de l'Etat en annexe 9 - pièce 3). En raison des contraintes réglementaires et des enjeux environnementaux, cette solution a été abandonnée.

La seconde solution étudiée se trouvait également sur la commune de Saint Paul, proche de la nouvelle Route du Littoral, sur le plateau de l'Hermitage au droit de l'échangeur du même nom sur la Route des Tamarins. La campagne de reconnaissance géologique n'a pas confirmé l'existence d'un gisement capable de produire des enrochements pour le chantier, contrairement aux premières observations de terrain.

Enfin, 3 autres solutions ont été étudiées sur la commune de Saint Leu. Les terrains proposés au Cap Lièvre et à Bras Mouton Les Bas n'ont pas été retenues en raison de la présence de très nombreuses habitations à proximité immédiate et des accès routiers pas adaptés.

In fine, le site de la Ravine du Trou, déjà reconnu lors des travaux de la route des Tamarins, a fait l'objet d'une analyse plus approfondie pour être finalement le site choisi.

6.2 JUSTIFICATION DU TONNAGE DEMANDÉ

Les besoins du chantier de la Nouvelle Route du Littoral sont réestimés à 18 millions de tonnes de matériaux.

Depuis le démarrage du chantier, des sources d'approvisionnement ont été mises en place : par ordre d'importance : les andains, Piton Défaud, les Buttes du Port, la Rivière des Remparts et l'importation. L'ensemble de ces solutions permettront de fournir de l'ordre de 9 millions de tonnes de matériaux.

SCPR a donc revu à la baisse le tonnage demandé pour correspondre au solde du besoin, soit 9 millions de tonnes.

L'étude du gisement et les calculs de cubature sur le nouveau projet donnent pour la carrière de la Ravine du Trou un volume estimé en extraction de 5 740 000 m³ soit 14 350 000 de tonnes. Le volume de matériaux valorisable dans le cadre du Chantier de la Nouvelle Route du Littoral est estimé à 3 720 000 m³ soit 9 300 000 tonnes. Les stériles seront utilisés pour la remise en état par remblaiement partiel de la carrière.

La société SCPR a donc remis des offres de fourniture de matériaux pour les marchés travaux de la Nouvelle Route du Littoral MT2, MT5.1, MT5.2 pour un tonnage correspondant au gisement valorisable sur le site de la carrière de la Ravine du Trou soit 9 300 000 de tonnes.

Ainsi les tonnages demandés dans le cadre de la présente demande sont en concordance avec les besoins pour le chantier de la Nouvelle Route du Littoral. Les stériles seront utilisés par ailleurs pour la remise en état par remblaiement partiel de la carrière.

6.3 ANALYSE DES CONTRAINTES ET JUSTIFICATION DE L'EMPRISE D'EXTRACTION RETENUE

Le choix du périmètre de projet résulte du croisement entre la capacité à maîtriser le foncier, l'analyse et le positionnement des contraintes et enjeux du site et les résultats des investigations géologiques.

6.3.1 Analyse des contraintes et servitudes

SCPR a choisi de mener une étude pré-opérationnelle sur deux parcelles situées sur la commune de Saint Leu (BW 279 et BW 253 pour partie) et afin de caractériser les potentialités du site en termes de gisement de matériaux pour le chantier de la nouvelle route du littoral. La définition de variantes s'appuie sur le périmètre de ces parcelles présentées sur la planche ci-dessous :

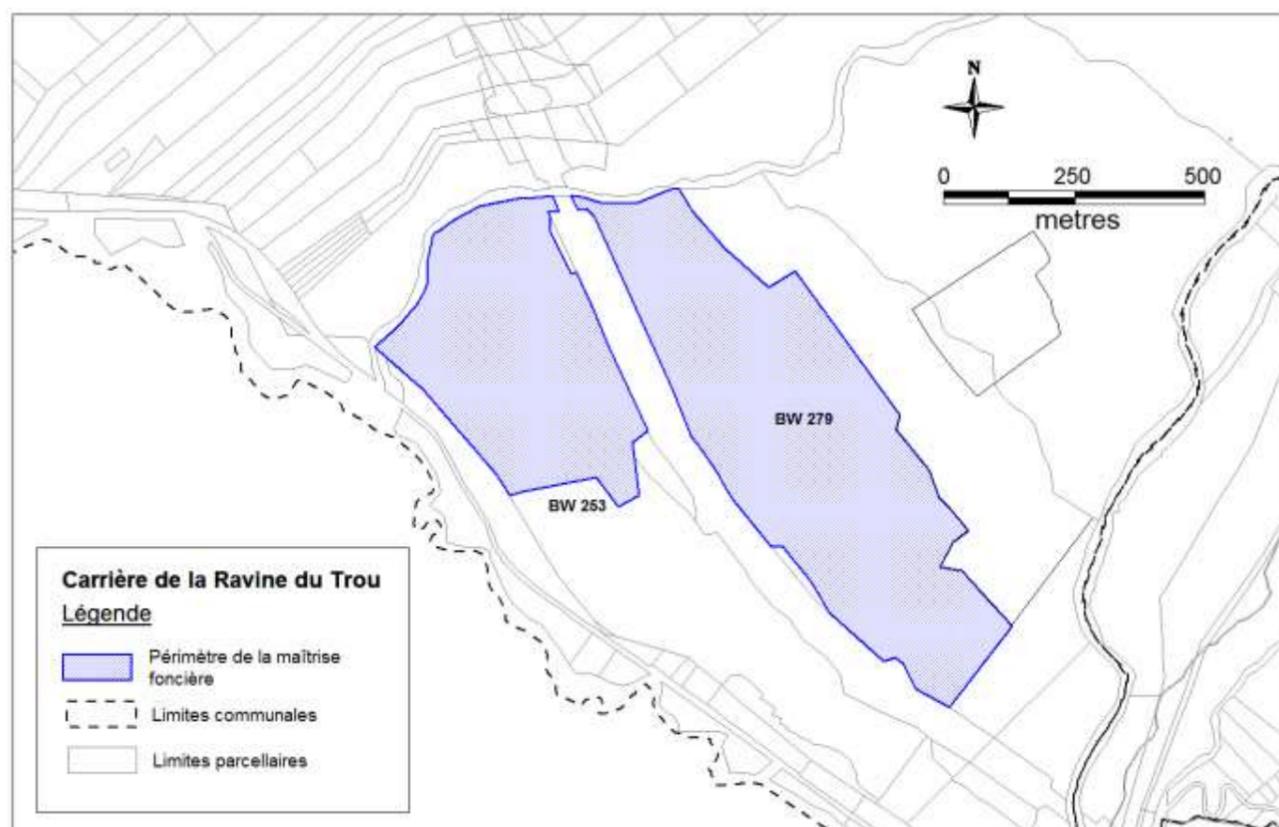


Planche 97 : Identification des parcelles concernées par l'étude pré-opérationnelle

L'étude pré-opérationnelle a consisté à identifier les contraintes susceptibles d'interdire la réalisation du projet de carrière. Ainsi les contraintes réglementaires impactant le projet et retenues pour définir le périmètre maximal d'extraction sont les suivantes :

- les bandes de protection réglementaires de 10 mètres, en limite des chemins communaux et des parcelles avoisinantes appartenant à des tiers, conformément à l'article 14 de l'Arrêté du 22.09.94 ;
- la distance minimale de 50 mètres séparant les limites de l'extraction des limites du lit mineur des cours d'eau ; conformément à l'article 11 de l'Arrêté du 22.09.94 ;
- la distance minimale de 10 mètres séparant les limites de l'extraction des limites du domaine public fluvial : servitude hydraulique et servitude forestière
- la servitude de 10 mètres le long de la canalisation secondaire du périmètre d'irrigation

auxquelles s'ajoutent des contraintes liées :

- aux limites d'exploitabilité,
- aux documents d'urbanisme,
- au contexte environnemental du projet,
- au réaménagement du site envisagé.

Une synthèse des contraintes réglementaires identifiées sur le site est présentée dans le tableau ci-dessous. Elles ont été caractérisées selon le degré suivant :

- **Contrainte forte** : rend l'exploitation impossible ;
- **Contrainte moyenne** : nécessite des mesures importantes de réduction des impacts ou des mesures compensatoires ;
- **Contrainte faible** : n'impacte pas directement la parcelle mais se situe à proximité immédiate, mais ne doit pas être négligée ;
- **Contrainte nulle** : ne concerne pas la parcelle, de quelque façon que ce soit.

CONTRAINTES	Forte	Moyenne	Faible	Nulle
PLU	x			
SDC		x		
SAR / SMVM		x		
PPRn		x		
SDAGE / SAGE		x		
Pas géométriques				x
Lit mineur (distance de 50 m)	x			
Servitudes hydraulique et forestière	x			
Code forestier (défrichement)	x		x	
Cœur du Parc National				x
ZNIEFF	x			
ERL (espaces remarquables du littoral)	x			
ENS				x
Sites classés / inscrits		x		
Arrêté de biotope				x
Réserve marine		x		
Captage AEP/mixte			x	
Monuments historiques				x
Sites archéologiques			x	

Sur la base du périmètre de la maîtrise foncière, il a été mené un recensement exhaustif de ces contraintes aboutissant à un périmètre maximal d'extraction.

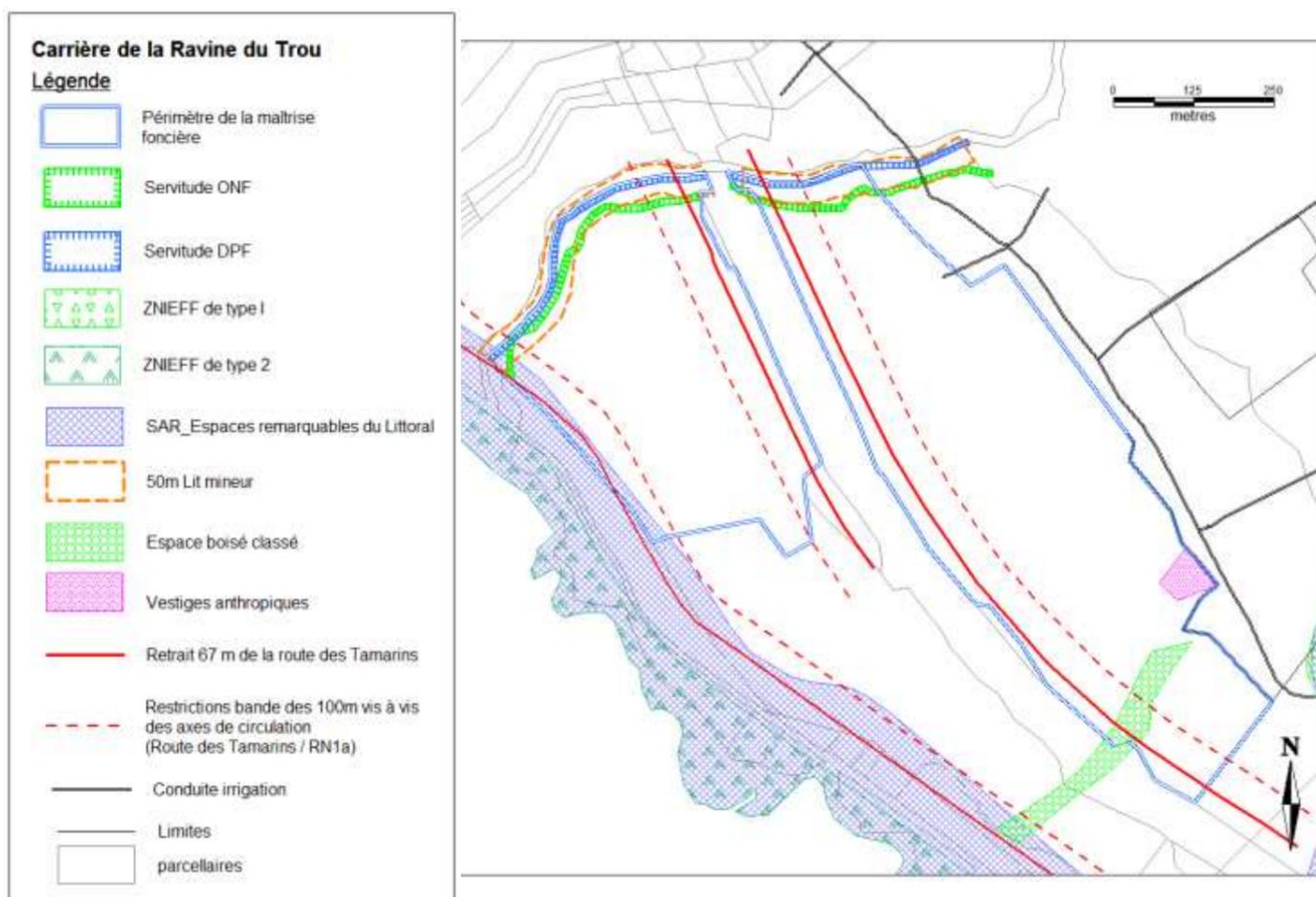


Planche 98 : Carte de synthèse des contraintes réglementaires à la réalisation du projet

La carte de synthèse des contraintes délimite ainsi un secteur où les contraintes sont moins importantes et à partir duquel les réflexions ont été menées pour définir le périmètre du projet retenu et présenté dans ce dossier.

6.3.2 Analyse des variantes

L'identification des contraintes majeures a permis d'établir plusieurs variantes présentées ci-après et qui transcrivent la réflexion chronologique menée sur ce site pour définir le périmètre d'extraction de la carrière présenté dans ce dossier.

6.3.2.1 Ancien projet

Le projet d'exploitation d'une carrière sur le site la Ravine du Trou a fait l'objet, en 2015, d'une première demande d'autorisation d'exploiter. Les réflexions menées sur le site avaient permis d'aboutir au périmètre d'extraction présenté sur la planche suivante.

Les contraintes alors retenues étaient les suivantes :

- Exclusion du périmètre d'extraction de la bande des 67 m de part et d'autre de la RN1
- Principe d'éloignement de la zone d'extraction vis-à-vis de la zone de Bois Blanc
- Recul de la fosse de 10m par rapport à la conduite d'irrigation située en amont du projet
- Maintien de l'espace boisé classé (EBC) dans le périmètre d'extraction, au vu des conclusions du diagnostic écologique réalisé sur cet espace et qui recoupe le projet
- Maintien des vestiges anthropiques dans le périmètre d'extraction
- Maintien d'un espace remarquable du littoral dans le périmètre classé mais hors du périmètre d'extraction

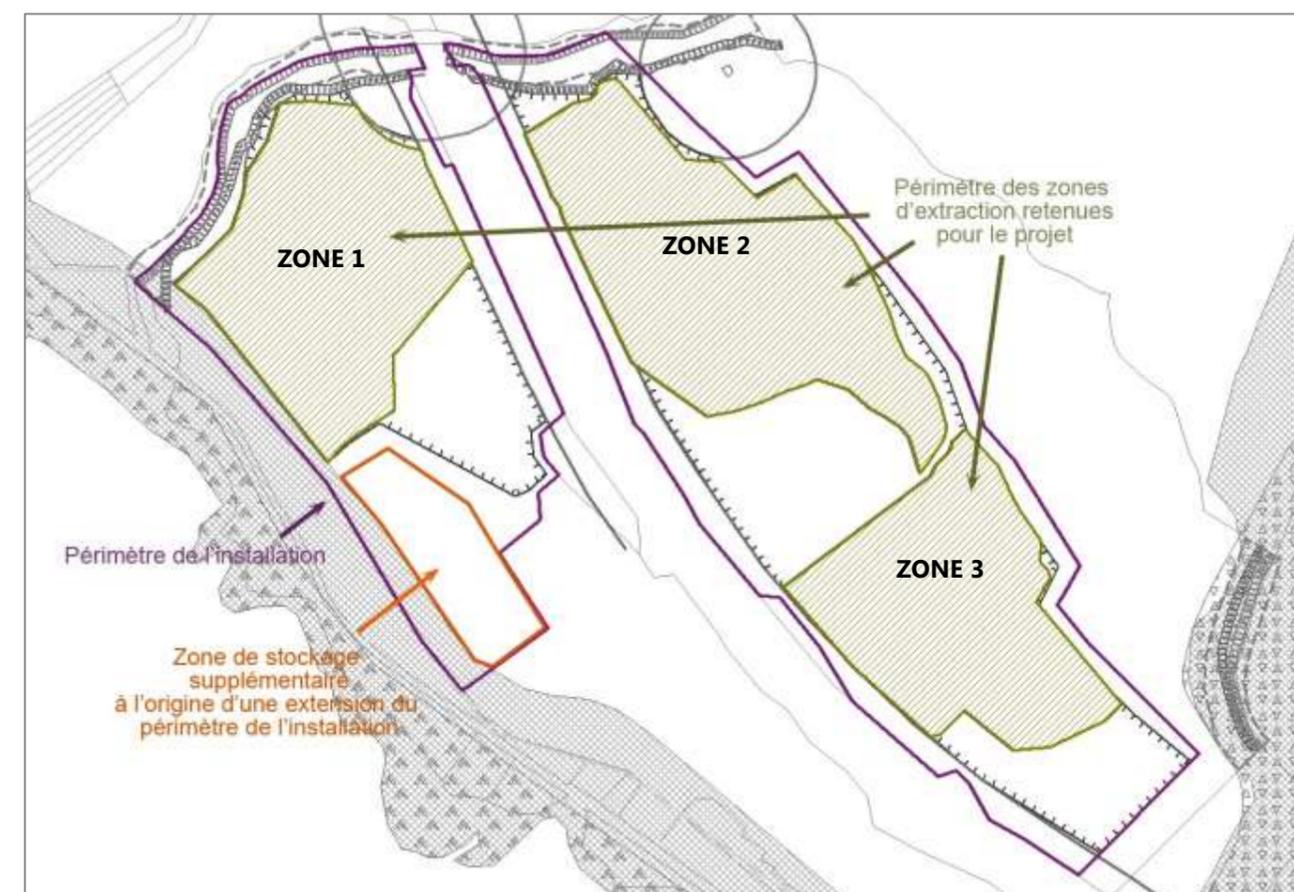


Planche 99 : Projet d'exploitation de la carrière de la Ravine du Trou déposé en 2015

Ce projet, qui a fait l'objet d'une opposition et d'un ensemble de questions lors de l'enquête publique, a été abandonné dans la forme présenté ci-dessous. Les modifications subies par ce projet sont présentées dans les variantes suivantes.

6.3.2.2 Définition du nouveau périmètre du projet

SCPR a choisi de modifier ce premier projet pour répondre aux attentes et questions formulées lors de l'enquête publique. Ont ainsi été pris en compte les contraintes supplémentaires suivantes :

- Exclusion de l'EBC du périmètre classé
- Exclusion de l'ERL du périmètre classé
- Exclusion des vestiges anthropiques du périmètre classé
- Exclusion de la zone d'extraction n°3 en amont des zones résidentielles de Bois Blanc et des Avirons.

Ces nouvelles orientations, qui vont en faveur d'une meilleure prise en compte de l'environnement, restreignent fortement le volume de matériaux à extraire sur la zone.

Le nouveau périmètre d'extraction est ainsi redessiné :

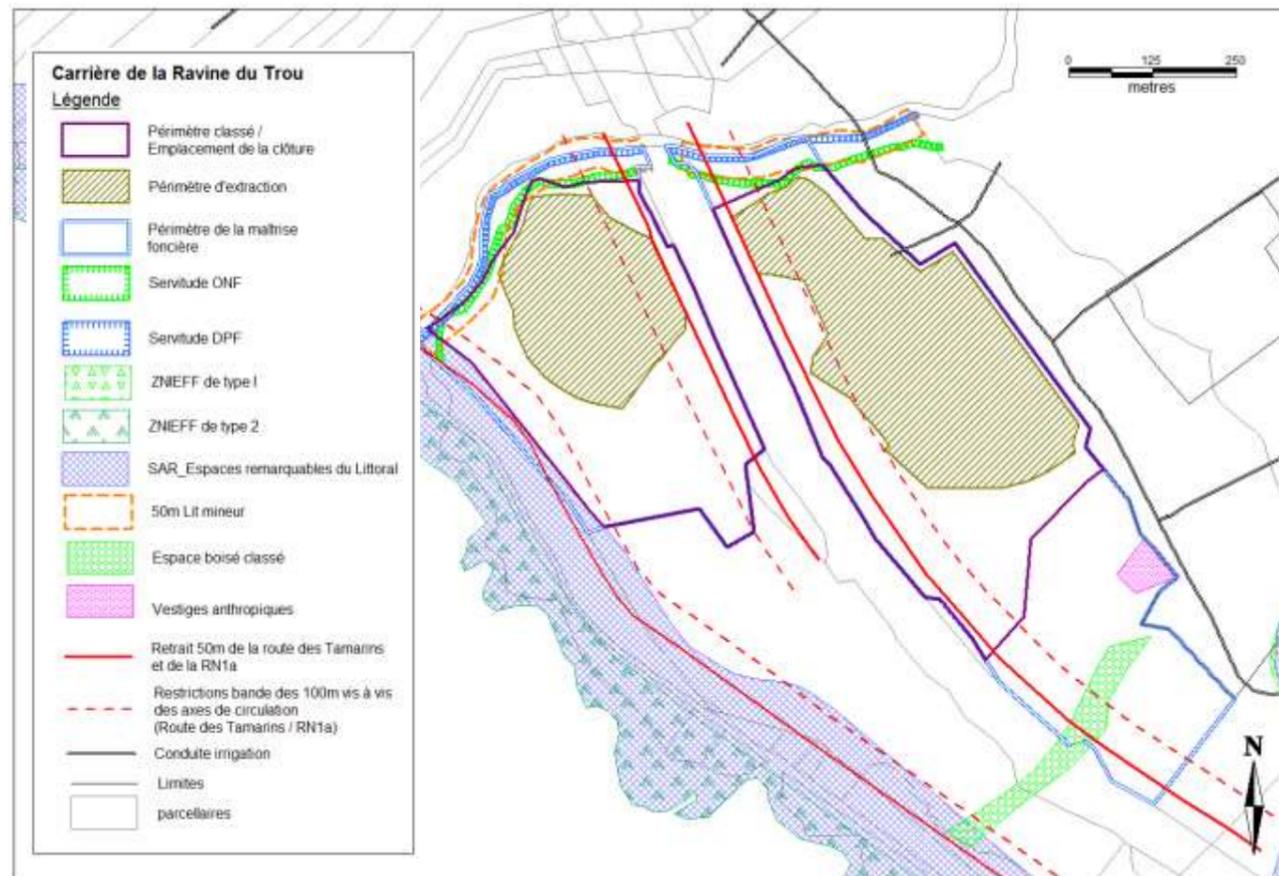


Planche 100 : Limites du nouveau périmètre du projet

Avec le nouveau périmètre d'extraction, SCPR a pu identifier ses besoins en termes de surfaces pour ses installations connexes ainsi que ses aires de stockage. Les emplacements retenus pour les installations du site tiennent également compte de la modification d'accès au projet (cf. §6.4.3) qui se fera directement via un demi-échangeur aménagé depuis la RN1.

Il s'agit donc du projet retenu. Il est celui et qui tient compte de toutes les contraintes réglementaires et environnementales.

6.4 TECHNIQUES EMPLOYÉES, AU REGARD DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

6.4.1 Phasage et organisation

L'ensemble de l'exploitation du gisement génère une quantité importante de stériles (estimé à 35%).

Cette caractéristique impose le besoin de recourir à des dépôts provisoires et/ou des dépôts définitifs dans les limites de la maîtrise foncière.

Dans le but de limiter les mouvements importants de matériaux, le gisement a été étudié par zone. Un secteur situé en amont de la plateforme de tri haute sera utilisé comme zone de dépôt des stériles de la fosse d'extraction. La reprise complète des stériles sur ce secteur en fin d'exploitation permettra d'exploiter les matériaux sous-jacents avant le remise en état agricole de l'espace.

Le mode d'exploitation du site a été déterminé de manière à limiter les surfaces découvertes, et à atteindre le fond de forme le plus rapidement possible. L'extraction se déroulera à flanc de colline d'une part puis en fosse grâce à l'usage de tirs de mines.

Le périmètre a été divisé en 2 secteurs qui seront exploités de manière simultanée (zone 1 et 2).

Dans la bande entre 67 et 100 m de distance par rapport à la section courante de la route des Tamarins, l'exploitation de la carrière sera ciblée sur les basaltes sains qui sont susceptibles de fournir des enrochements pour le chantier de la NRL. Tous les autres matériaux seront laissés en place. Les tirs de mines dans cette bande spécifique seront effectués avec des micro-coupures de la Route des Tamarins.

Le phasage d'exploitation de la carrière tel qu'il est mis en œuvre est conçu pour minimiser le déplacement des matériaux tant en distance qu'en reprise.

Les fronts de tailles seront aménagés de façon à garantir leur stabilité avec une hauteur de 7,5 mètres en moyenne.

Les installations de traitement et les équipements annexes sont positionnées en partie basse et en partie haute. Compte tenu de la topographie du site, l'espace retenu pour accueillir les installations de tri en partie basse a été implanté sur la partie la plus plane du terrain naturel pour réduire les terrassements et les impacts environnementaux associés. Pour la plateforme haute, l'emplacement retenu s'est appuyé le critère d'accessibilité à la RN1.

Afin de favoriser la remise en état et faciliter l'intégration dans le paysage du site, les zones seront remblayées au fur et à mesure de l'exploitation par les stériles du site. Le nouveau profil des terrains a fait l'objet d'une étude paysagère pour améliorer son intégration. Les parcelles agricoles seront redessinées dans le respect de la trame paysagère existante. La zone réaménagée en zone naturelle (partie basse du projet) fera l'objet d'un traitement particulier (création d'un relief ondulé, aménagement de cordons boisés ...) pour faciliter sa mise en résonance avec les espaces remarquables du littoral qui jouxtent le projet.

6.4.2 Analyse de différents trajets pour le transport des matériaux

Trois itinéraires sont envisageables pour acheminer les matériaux jusqu'au chantier de la nouvelle route du littoral.

- Trajet 1 : Le premier trajet emprunte l'ancienne route nationale RN1a en direction de Saint Leu jusqu'à la bretelle d'accès à la Route des Tamarins.
- Trajet 2 : Dans le second itinéraire, les camions de transport cheminent en direction de l'Étang Salé jusqu'à la bretelle d'accès à la route des Tamarins située dans la frange périurbaine de cette commune.
- Trajet 3 : Enfin, la troisième solution en consiste en la création d'un demi-échangeur sur la Route des Tamarins, au niveau du projet.

Les contraintes relatives à ces variantes de trajet sont les suivantes :

Contraintes	Trajet 1	Trajet 2	Trajet 3
Maîtrise des risques liés aux conditions de circulation	Traversée de zone urbaine (Saint Leu) Les possibilités de dépassement par des véhicules sont restreintes à la voie rapide dont l'accès ne se fait que 12km après avoir quitté la carrière	Traversée d'une zone périurbaine	Risque de collision sur la voie rapide : la distance d'insertion des PL dans le trafic de la RN1 est limitée par l'ouvrage d'art de la Ravine du Trou
Créations de nouvelles surfaces imperméabilisées	Itinéraire en bordure du littoral en zone urbaine	Accès direct des PL vers la RN1a, pas de création de voirie imperméabilisée supplémentaire	Augmentation des risques de pollution des sols par les hydrocarbures du fait de la circulation des PL dans la carrière Accès direct des PL sur itinéraire adapté
Consommation énergétique	Plus court que le trajet 2 mais conduite en agglomération (très énergivore)	Trajet le plus long	Trajet le plus court
Emissions de GES	Intermédiaires voire importantes	Les plus importantes	Les moins importantes
Nuisances sonores	Traversée de Saint Leu	Pour les riverains de la RN1a	Intégrées à celles de la route des Tamarins
Coûts d'exploitation	Elevés notamment lors de la remise en état (nombreuses accélérations et décélérations susceptibles de détériorer la chaussée) Chaussée non adaptée	acceptable	Solution très coûteuse
Retenu ?	Non	Non	Oui

6.4.3 Mode de traitement

Compte-tenu des besoins des marchés de la Nouvelle Route du Littoral et des délais de réalisation de ce chantier, la production des matériaux sur l'ensemble de la carrière devra être soutenue.

Aucune installation actuellement en activité sur l'Ile de la Réunion ne permet de répondre à ces besoins.

Afin de pouvoir livrer ce chantier avec les cadences souhaitées sans avoir besoin de transporter des matériaux non valorisables pour le chantier, le choix s'est porté sur la mise en place sur site de deux installations de grande capacité capable de trier et recomposer les matériaux inférieurs à 1 tonne provenant du brut d'abattage de la carrière.

SCPR a alors lancé une consultation auprès de différents fabricants et fournisseurs de matériels de carrière pour créer une installation répondant strictement à ces besoins.

Les deux installations de tri prévues aujourd'hui sur le site de la Ravine du Trou sont conçues et dimensionnées dans ce cadre très spécifique.

Pour compléter ce dispositif, tous les ateliers amont et aval, minage, extraction, chargement, transport, préparation... sont également dimensionnés pour faire face à ces cadences importantes.

7. ANALYSE DES EFFETS DIRECTS ET INDIRECTS, TEMPORAIRES ET PERMANENTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

7.1 TOPOGRAPHIE ET GÉOMORPHOLOGIE

7.1.1 Caractérisation des effets du projet

Le projet concerne une superficie en extraction de 17,5 ha. L'activité d'extraction sera réalisée à flanc de colline sur un terrain comportant de nombreux affleurements rocheux et colonisé par une végétation arborée semi-xérophile composée de fourrés secondaires à cassie.

L'extraction de basalte sur cette carrière de roche massive modifiera la topographie et la géomorphologie de la zone.

Les terrains dont la topographie sera modifiée de manière définitive sont les terrains directement concernés par l'extraction ainsi que les zones retenues pour l'aménagement des plateformes de tri.

Les modifications attendues seront les suivantes :

7.1.1.1 En phase de chantier

La phase de chantier représente la période pendant laquelle les aménagements préliminaires seront réalisés pour permettre aux installations de fonctionner.

Cette phase concerne les deux secteurs sur lesquels seront implantés les équipements de la plateforme de tri des matériaux ainsi que les bases vies équipées notamment de locaux et d'aires de stationnement. Deux bassins de décantation seront également créés au démarrage des activités.

L'ensemble de ces aménagements seront à l'origine d'une modification de la topographie :

- En partie basse : terrassement (déblais / remblais) jusqu'à la cote moyenne de 23m NGR au niveau de la plateforme dédiée aux équipements de tri. La zone, qui s'étendra sur une surface de 23 600 m² environ, sera sub-horizontale. Elle sera raccordée par une voirie à la base-vie basse concernée également par des opérations de terrassement pour établir la cote de cette zone à 22m NGR. La surface occupée par la base vie basse sera de 3200 m².
- En partie haute : terrassement (déblais / remblais) jusqu'à la cote moyenne de 88m NGR au niveau de la plateforme pour la zone dédiée aux équipements de tri et à la base-vie haute. La zone, qui s'étendra sur une surface d'environ 46 200 m², sera sub-horizontale.
- Respectivement sur chacune des deux zones : réalisation d'un bassin décantation d'une superficie de 3200m² en moyenne nécessitant une excavation de terrain sur environ 7 m de profondeur.
- La création des fossés de dérivation et de collecte des eaux pluviales

Ces modifications de la topographie en phase de chantier interviendront donc dès le démarrage de l'exploitation du site et s'étaleront sur une courte période. Une fois les deux secteurs aménagés, leur topographie ne sera plus modifiée jusqu'à la remise en état.

Lors de la phase de chantier, les accès seront également réaménagés pour permettre la circulation des engins et des camions. Bien que permanentes, ces modifications des accès ne porteront pas atteintes à la topographie générale de la zone.

7.1.1.2 En phase d'exploitation

Le décapage

Le décapage de la terre végétale se fera au fur et à mesure de l'avancée de l'exploitation.

La terre végétale issue de ce décapage servira à la remise en état du site. Elle sera stockée pendant la phase d'exploitation sur les zones de dépôts prévues dans le plan de phasage ou sous forme de merlons de protection en périphérie des zones d'extraction.

Ces merlons auront une pente de 1 (vertical) / 1 (horizontal) durant la phase d'exploitation. Ils pourront notamment être installés dans la bande de protection de 10 m périphérique à la zone d'extraction. Le développement spontané de végétaux sur ces merlons permettra également de renforcer leur stabilité et de les intégrer au paysage.

Les merlons seront maintenus durant toute l'exploitation de la carrière puis réutilisés pour la remise en état progressive des terrains.

L'extraction

L'extraction sera menée en plusieurs phases, échelonnant ainsi les zones en exploitation et celle en remise en état. L'objectif de ce phasage est de réduire l'étendue des zones ouvertes sur le site et de permettre une gestion raisonnée des stériles en limitant leur déplacement.

On souligne que l'exploitation de la zone haute sera menée en parallèle de l'exploitation de la zone basse pour satisfaire les besoins du chantier de la Nouvelle Route du Littoral (NRL).

L'exploitation du gisement de basalte présent au droit du site créera un vide de fouille sur ces différentes zones dont les caractéristiques sont détaillées dans le Tableau 34.

Les cotes d'extraction ont été établies en tenant compte des caractéristiques géologiques du site ainsi que du niveau des eaux de la nappe sous-jacente relevé sur les ouvrages piézométriques installés sur le site.

Pour réduire les risques liés à l'instabilité de ces fronts de taille créés par les excavations, une surveillance mensuelle de tous les anciens fronts de taille sera réalisée par le chef de carrière. Lors de cette inspection générale des fronts, les éventuels risques d'instabilité mis en évidence seront traités : réalisation de purges sur les zones douteuses de manière à éliminer les blocs instables et les surplombs.

Un rapport de visite sera établi à l'issue de chaque inspection. Les mesures prises pour traiter les risques y seront consignées.

Un passage en revue des fronts sera mené plus spécifiquement après chaque épisode pluvieux intense.

Concernant le front en exploitation, il est rappelé que ce dernier fera l'objet d'une vérification après chaque tir de mines.

Enfin, une sensibilisation spécifique sera également menée auprès des personnels de carrière afin que ces derniers puissent signaler tout risque potentiel qu'ils pourraient détecter lors de leur présence sur les zones en cours d'exploitation.

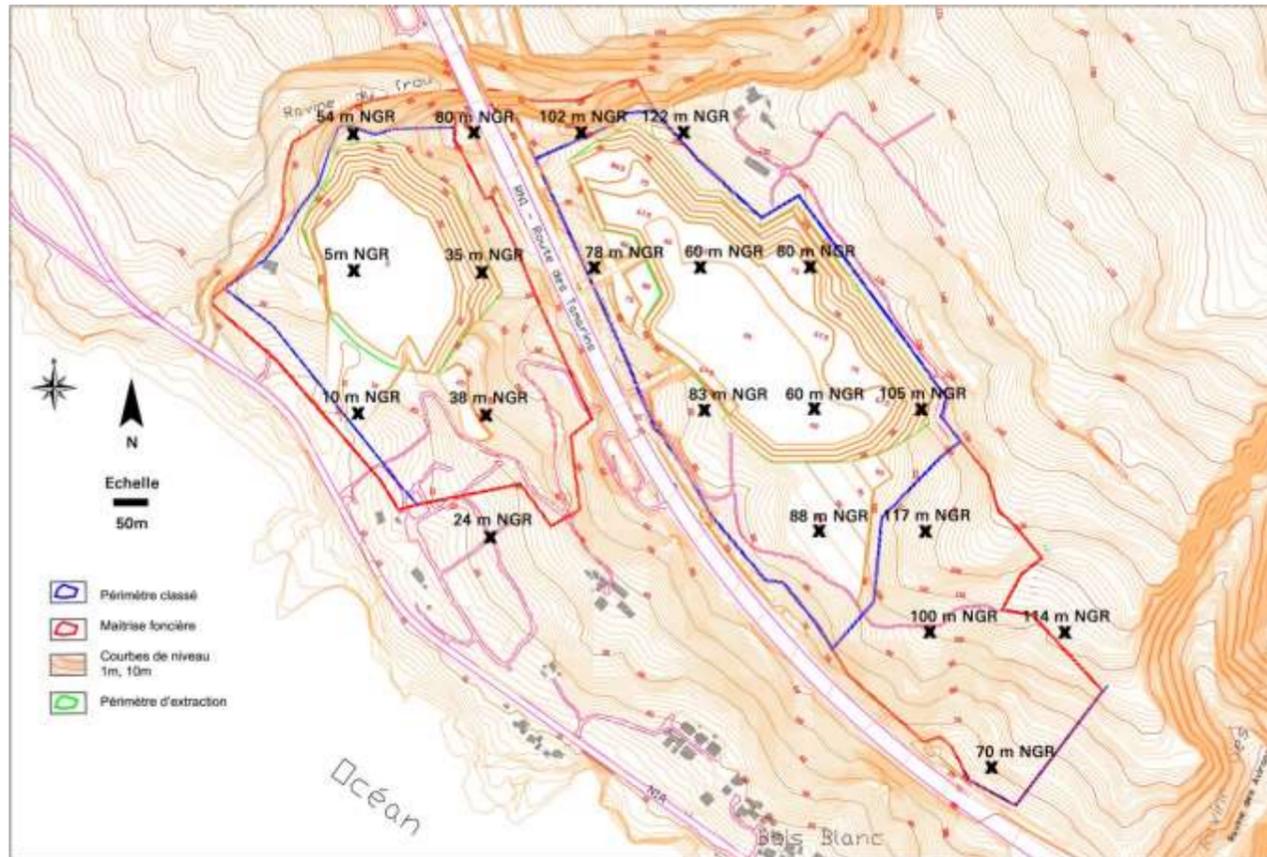
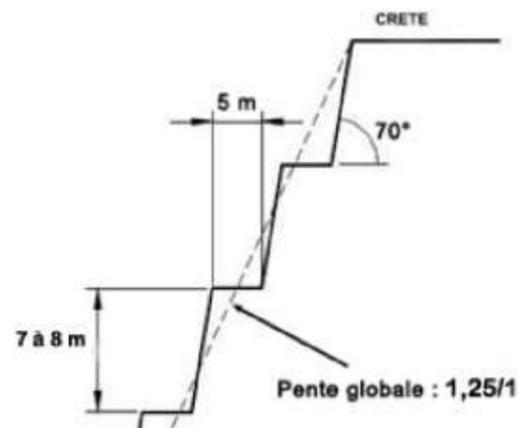


Planche 101 : Plan des cotes d'extraction

Les matériaux mis à nu lors de l'extraction seront plus sensibles à l'érosion. Aussi pour s'assurer de la stabilité des fronts de taille, ces derniers auront une hauteur moyenne de 7,5 m de haut avec une pente de 70° (3 vertical / 1 horizontal). Sur certains fronts, cette hauteur pourra être portée à 15m au maximum conformément aux prescriptions du RGIE. Une banquette de 5 m de large sera respectée entre chaque front de taille pour renforcer leur stabilité. Ainsi, l'aspect global de la pente en extraction sera de 1/1. Elle est explicitée sur le schéma ci-dessous :



Zones de stockage

La présence d'horizons géologiques scoriacés et de ce fait non utilisables pour le chantier de la Nouvelle Route du Littoral sera à l'origine de production de stériles.

Ces stériles seront employés au réaménagement des différentes zones exploitées. Toutefois, cette opération ne pourra intervenir qu'à l'achèvement des extractions de chacune de ces zones et nécessite donc la création d'une zone de stockage transitoire. Les stériles seront déposés à la surface du terrain naturel préalablement décapé de sa terre végétale.

Une zone de stockage sera ainsi créée en amont de la route des Tamarins. La modification de la topographie sur ce secteur ne sera que momentanée, les stériles étant réutilisés en cours d'exploitation pour le remblaiement des zones extraites.

Cette aire de stockage transitoire occupe une superficie de 31 400 m². En fonction de l'avancement de l'exploitation, la topographie de la zone haute sera régulièrement modifiée.

Sur la zone basse, les stériles seront stockés sur l'emprise de la fosse basse avant de les mettre en dépôt définitif dans la fosse.

7.1.1.3 En phase de remise en état

Les effets du projet sur la topographie lors de la remise en état ne seront pas les mêmes selon la zone du projet considérée.

La remise en état de la carrière consistera au remblaiement partiel des zones excavées. Ce remblaiement sera réalisé au moyen des stériles extraits sur la carrière. Il est prévu des apports de matériaux extérieurs sous forme de fines de lavage pour la création d'un sol

L'objectif de cette remise en état est de créer des nouveaux espaces agricoles au pied des fronts de taille pour la partie haute du projet. Les secteurs restitués pour un usage agricole auront une pente proche de 0. Les fronts de taille, quant à eux, feront l'objet d'un talutage pour mettre en sécurité ces faciès et faciliter leur intégration paysagère.

Une zone plane et une zone subhorizontale seront ainsi réalisées en amont de la route des Tamarins.

En aval de cet axe, le faciès de la zone exploitée et remise en état sera plus irrégulier, l'objectif étant de restituer un état naturel à la zone. La topographie de plateforme aménagée en partie basse du projet sera reprise pour être raccordée au terrain remis en état de la fosse basse La topographie sur ce secteur sera modulée pour faciliter son intégration paysagère.

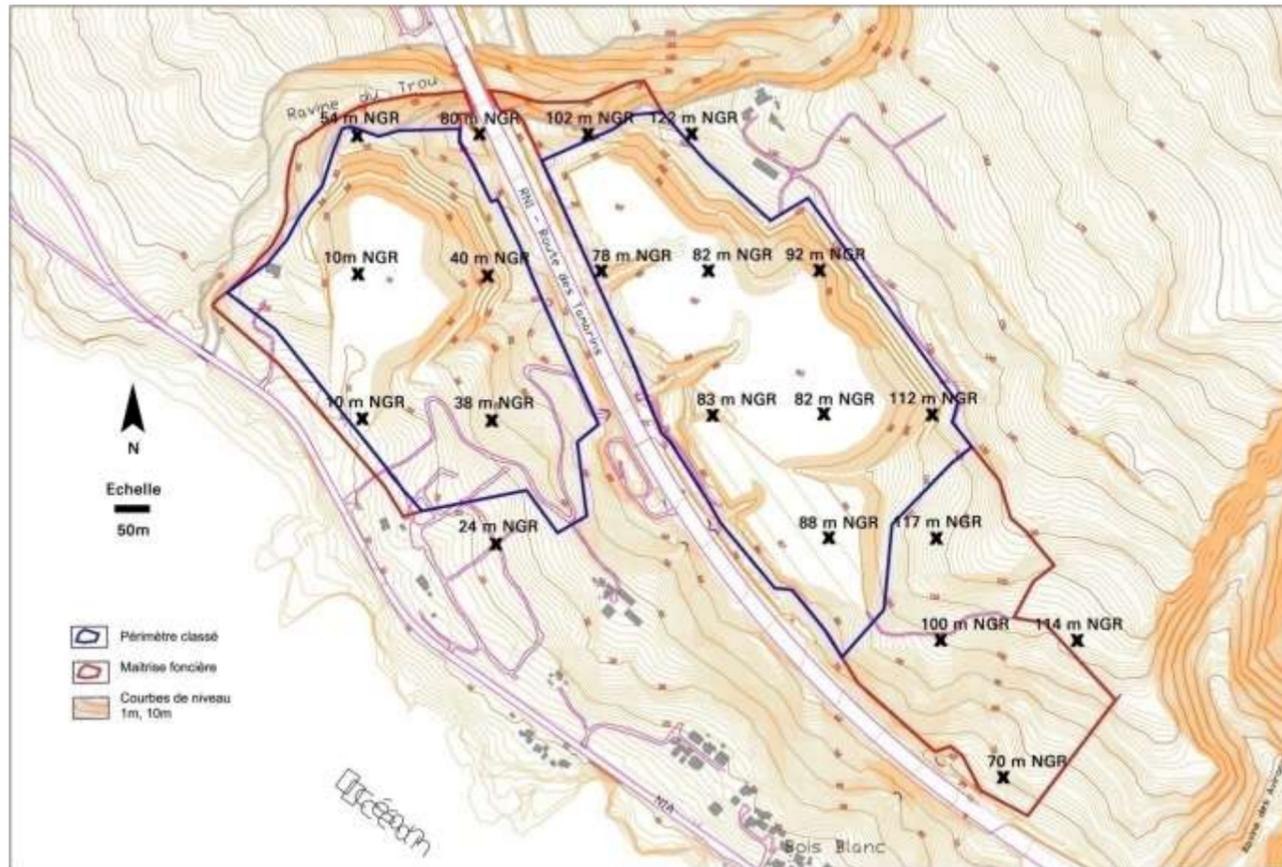


Planche 102 : Plan des cotes REE

La remise en état ramènera la topographie à une altimétrie plus basse que la cote du TN. Les cotes du terrain remis en état sont explicitées dans le tableau suivant :

Zone d'extraction	Cote maximale de fond de fouille	Cote de remise en état
Zone 1 (basse)	5 m NGR	10 à 74 m NGR
Zone 2 (haute)	60 m NGR	83 - 133 m NGR

Tableau 34 : Cotes des zones d'extraction et de remise en état

7.1.2 Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des effets

Le remblaiement partiel des zones d'extraction par les stériles de la carrière et leur couverture par les terres arables du site sur une épaisseur comprise entre 40 et 60 cm et amendées de fines de lavage de matériaux, constituent une mesure compensatoire qui permettra une expansion des activités agricoles sur cette zone appartenant aux périmètres irrigués et destinée à un usage agricole conformément aux préconisations du SAR.

On notera que les remblais et fronts réalisés en phase d'exploitation ou de remise en état ont fait l'objet d'une étude de stabilité réalisée par le cabinet ANTEA GROUP (cf. Annexe 11 - pièce 4). Cette étude a permis de confirmer que ces aménagements sont stables et ne présentent pas de risques de glissement.

Rappelons que le périmètre fait l'objet actuellement d'un usage agricole très restreint en raison d'une topographie très marquée avec des pentes moyennes voisines de 16% et d'un sol présentant un horizon humique de faible épaisseur et très empierré.

De manière à préserver les qualités agronomiques de terres arables décapées, ces dernières seront stockées sous forme de merlons dont la hauteur maximale ne dépassera pas les 3m, limitant ainsi les impacts liés au tassement des terres en phase de stockage.

Les plateaux restitués à un usage agricole ou naturel seront aménagés de manière à limiter les écoulements d'eau vers l'aval. Pour cela, une faible pente sera créée sur ces étendues pour ralentir ces écoulements et favoriser la recharge de la nappe.

7.1.3 Coûts de mesures prévues

	Coût de la mesure	Délai de mise en application
Remblaiement avec les stériles	1 512 000 €	Phase d'exploitation et de remise en état

7.2 PÉDOLOGIE ET GÉOLOGIE

7.2.1 Caractérisation des effets du projet

7.2.1.1 Risque de pollution

Les risques de pollution des sols, bien que présents au cours des différentes phases d'exploitation du site (aménagement, extraction, et remise en état), demeurent modérés au regard des caractéristiques géologiques du sous-sol. Il est en effet souligné que les basaltes présents au droit du site forment un horizon plutôt peu perméable (à nuancer en fonction du degré de fracturation de la roche) et les horizons scoriacés sont quant à eux modérément perméable. Ils vont avoir tendance à se colmater en surface avec les fines émises par les tirs et par les installations de la plateforme de tri, réduisant de ce fait la perméabilité des sols et leur sensibilité face à une pollution chronique (micropollution en provenance des moteurs à combustion) ou face à un éventuel risque de déversement accidentel de polluant.

Le stockage et l'extraction de roches n'entraînent pas directement de risques de pollution des terrains. Il n'est en effet prévu aucune activité de lavage des matériaux extraits. A l'issue de l'extraction, seul un tri mécanique des matériaux sera opéré sur la plateforme dédiée à cet effet.

Les risques de pollution du sol et du sous-sol sont liés aux opérations de tir ainsi qu'à la mise en œuvre et l'entretien des engins et des équipements de l'installation. Ces opérations présentent des risques potentielles de pollution en cas de :

- production d'imbrûlés lors des opérations de tir susceptible de polluer les sols,
- fuites (accidentelles ou chroniques) de liquides contenus dans les engins et les poids lourds,
- fuites (accidentelles) de carburant lors du remplissage des cuves de stockage ou lors du ravitaillement des engins de la carrière,
- épandement de polluants depuis les ateliers des deux bases-vie du site ont sont réalisés les stockages de liquides potentiellement polluant ou depuis les cuves de stockage de carburant (GNR, produits d'entretien, émulsion de nitrate d'ammonium, réactifs pour les tirs).

Remarques sur les impacts des résidus de tirs

Les données bibliographiques concernant les résidus d'opérations de tirs étant limités, SCPR a confié au cabinet ANTEA la réalisation d'une étude d'incidence des tirs de mines sur une carrière à Mayotte afin de caractériser l'incidence de l'utilisation d'explosif sur le milieu souterrain.

Cette étude, fournie en annexe 11 - pièce 2, a permis de mettre en évidence que l'usage du nitrate-fuel comme explosif ne laisse pas de résidu d'ammonium détectable au niveau de la zone de détonation ou sur les matériaux issus des tirs.

Des traces d'hydrocarbures (fractions lourdes C21-C40) avec des concentrations ponctuelles ne dépassant pas le seuil de caractérisation des déchets inertes ont été mises en évidence au droit des zones de détonation sans extension significative au-delà de quelques mètres du front de taille.

De légères traces de nitrates peuvent également être observées à proximité immédiate des zones de détonation. Il est à noter que les matériaux fins identifiés comme la fraction la plus susceptible de rester sur les zones exploitées et donc d'être lessivée, ne représentent qu'une fraction infime des résidus issus des tirs. Le reste des matériaux est ainsi évacué rapidement de la zone pour utilisation. Par ailleurs, les traces relevées et les surfaces restreintes sur lesquelles elles ont été identifiées ne sont pas de nature et d'importance à provoquer un impact significatif sur la ressource souterraine.

Aussi, les bases vies, qui comporteront l'ensemble des stockages de produits dangereux et où seront notamment réalisées les opérations de maintenance et d'approvisionnement des engins, demeurent donc les secteurs où les risques sont à prendre en compte.

7.2.1.2 Matériaux, découvertes et stériles d'exploitation

L'extraction impactera la puissance du gisement. Le volume de matériaux extrait sur ce projet de carrière a été estimé à 5 740 000 m³. Toutefois seuls 3 720 000 m³ seront exportés du site vers le chantier de la nouvelle route du littoral. Les stériles, représentant le volume restant est estimé à 2 020 000 m³, seront maintenus sur le site dans le cadre de la remise en état des terrains exploités.

L'extraction de matériaux entraînera lors du décapage la destruction de l'horizon agronomique du sol, quand celui-ci est présent. Le décapage de cet horizon sera réalisé de manière sélective et stocké sur les zones définies dans le plan d'exploitation

7.2.1.3 Surfaces agricoles

Le décapage et l'exploitation de la carrière implique une perte de surface cultivée et de sol cultivable. Toutefois, il est rappelé que seul 1,3 ha de terres incluses dans le périmètre du projet sont exploités à des fins agricoles. Bien que située en secteur agricole dans un périmètre irrigué non équipé du Bras de Cilaos, la majeure partie des terres du projet ne sont pas exploitées.

Une grande partie du projet est classée en potentiel canne (2005), indice 13, représentant des rendements potentiels d'environ 120 tonnes à l'hectare.



Planche 103 : Potentiel canne 2005 et surface agricole utilisée au niveau du projet

En cours d'exploitation, la surface agricole perdue sera de 1,3 ha. A l'issue de l'exploitation, une fois la remise en état achevée, soit 4,5 années après le démarrage des activités sur le site, les surfaces agricoles occuperont 8,29 ha. Le solde des surfaces agricoles utiles en fin d'exploitation est donc largement excédentaire.

7.2.2 Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des effets

7.2.2.1 Maîtrise du risque de pollution

Les opérations d'entretien se feront sur des surfaces imperméabilisées. Les stockages de produits liquides potentiellement polluants seront effectués au sein d'un atelier et sur rétention. Les risques de déversement de ces produits subsistent lors de phase de manipulation. L'installation sera donc équipée de matériaux absorbants, lui permettant de confiner ces éventuels épanchements.

Une aire étanche pour le lavage des engins est prévue avec une évacuation reliée à un séparateur d'hydrocarbures. L'installation de lavage des roues fonctionnera en circuit fermé.

Le stockage de carburant se fera en réservoirs équipés de double paroi, de système de détection de fuite. d'une jauge, d'un limiteur de remplissage et d'un évier. Ces réservoirs feront l'objet d'un contrôle et d'un test régulier par une entreprise agréée et seront conformes à la norme EN 12285.

Quelle que soit la phase du projet et afin de limiter au maximum le risque de pollution accidentel, le remplissage en carburant des engins sera réalisé sur les aires étanches prévues à cet effet et reliées à un séparateur d'hydrocarbures.

La totalité des engins disposeront d'un kit antipollution afin de palier à une éventuelle pollution accidentelle sur le site. Chaque opérateur sera par ailleurs sensibilisé à la mise en œuvre de ce kit.

En cas de déversement accidentel, les matériaux pollués seront isolés et stockés sur la zone étanche du site en attente d'être envoyés en centre de traitement agréé en vue d'une dépollution.

7.2.2.2 Valeur agronomique des terrains et surface agricole

État des lieux des parcelles agricoles

Un état de lieux initial déterminera l'épaisseur de la terre de découverte, précisera la nature, la texture et la structure des différents horizons la constituant. Cet état zéro permettra également de définir la valeur agronomique avant le démarrage de l'extraction et les rendements agricoles.

Cette évaluation sera complétée par trois analyses de sol. Elles serviront de témoin sur chacune des zones exploitées et permettront ainsi de fixer une référence nécessaire et contradictoire, lors de la réalisation du mémoire de fin d'exploitation. Les éléments recherchés concerneront les ETM et les hydrocarbures. Un bilan de la valeur agronomique des terres avant et après extraction sera également dressé.

Décapage

L'opération de décapage de la terre de découverte s'effectuera en respectant les différents horizons, notamment en ce qui concerne l'horizon humifère (terre végétale).

Le décapage de la terre de découverte se fera par temps sec et sur sol non détrempe et les engins utilisés éviteront tout écrasement, compression ou laminage de la terre végétale.

Modalités d'exploitation

L'exploitation du site se fera par zone afin de minimiser la surface en chantier et permettre une remise en état coordonnée à l'extraction.

Par ailleurs, la diminution de la productivité liée à la mise en extraction des terrains agricoles fera l'objet d'une indemnisation de l'exploitant agricole.

Enfin des parcelles remises en état feront l'objet d'une rétrocession à un GFA Bouclier.

Stockage

Les lieux de dépôts des terres de découverte seront situés à l'intérieur du périmètre de l'exploitation autorisée.

Le stockage de la terre végétale et sa restitution feront l'objet d'une attention particulière dans le cadre des mesures de remise en état :

- La terre de découverte sera stockée (h < 2 – 3 m maximum) légèrement compactée en surface et engazonnée pour éviter la prolifération de Espèces Exotiques Envahissantes (EEE) et réduire la pénétration d'eau et le ravinement du stock.
- La terre de découverte sera également maintenue sur site (aucune commercialisation n'est envisagée) en vue de la remise en état agricole des parcelles.
- Aucun engin ni appareil ne pourra ni être entreposé, ni circuler sur le stockage de la terre végétale

Remise en état

La maîtrise d'œuvre de la remise en état sera confiée au groupe ZONE UP / SAFER / BIOTOPE. Les principes suivants seront respectés :

Un pourcentage de pente suffisant défini dans l'étude d'impact devra permettre l'écoulement normal des eaux de pluie et d'irrigation et en tant que de besoin un point de ré infiltration des eaux de ruissellement.

Le fond de fouille sera sous-solé (en passages croisés avec ripper dont un passage dans le sens de la pente) avant l'apport des terres de support et à une épaisseur définie dans l'état des lieux initial. Ce sous-solage sera fait par temps sec et sur terrain ressuyé.

Le remblaiement du site d'extraction est une mesure semi compensatoire sur la géomorphologie et la géologie du sol. Une partie de la perte de hauteur du terrain naturel est remblayée par les stériles.

Le soubassement (terre de support) devra présenter une bonne planéité. Tout saillant susceptible de gêner le passage ultérieur des outils agricoles devra être enlevé ou arasé. Toutes cuvettes de rétention des eaux et flaques, devra être réduite. Le réglage du soubassement se fait par un engin à chenilles travaillant en rétro. Par la suite ce soubassement doit être également sous-solé.

Les terres de support seront d'abord restituées par temps sec et régérées uniquement par des engins à chenilles (la pression exercée étant beaucoup plus faible, cela évite le compactage des terres).

La terre végétale sera restituée dans les mêmes conditions et devra retrouver son épaisseur initiale dans une fourchette de 10 à 15%.

Les fines de lavage (provenant des installations de tri des matériaux) dont les propriétés agronomiques ont été démontrées, seront utilisées en mélange avec la terre de découverte. Cet apport aura pour effet d'amender le sol (apport de minéraux), d'améliorer sa structure, d'augmenter sa capacité d'échange cationique et ses réserves mobilisables (cf. paragraphe suivant)

Réception

La réception des travaux sera établie sous forme d'un état des lieux établi par la SAFER.

7.2.2.3 Détail des qualités physicochimiques des sols, sous sols et surfaces agricoles lors de la remise en état

Les matériaux de remblais seront composés des stériles du site. Les fines de lavage pourront également être mélangées aux terres de découverte sous les horizons culturaux, augmentant davantage les qualités agronomiques du sol profond, particulièrement utile pour la plantation d'arbres.

Également, les fines de lavage (terre non polluées) issues de la transformation des matériaux du site de concassage du Port de la SCPR seront mélangées à l'horizon « agronomique ».

La couche agronomique sera composée de la matrice pédologique existante, préalablement décapée et stockée temporairement par horizon pédologique, à laquelle seront mélangées les fines de lavages des matériaux. Des analyses sont réalisées sur ces fines (Cf. annexe 6 - pièce 1) afin de vérifier leur caractère inerte et non pollué conformément à l'arrêté du 05 mai 2010 modifiant l'arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrière.

Le fiche de donnée de sécurité du floculant utilisé pour sédimenter les fines est fournie en Annexe 6 - Pièce 1. Le floculant utilisé est un polymère anionique hydrosoluble. Difficilement biodégradable dans l'environnement, cette substance ne présente toutefois aucun risque de bioaccumulation. Il ne s'hydrolyse pas non plus.

Les volumes de fines employées pour remblayer les zones d'extraction et amender les sols feront l'objet d'un suivi. De même, un suivi de la quantité de floculant mis en œuvre pour précipiter les matières en suspension contenues dans les eaux permettra de s'assurer que le dosage du floculant permet de garantir que le taux de monomère résiduel dans les fines sera inférieur à 0,1%.

Le remblaiement et la mise en place de 50 cm de terre agronomique (en relation avec le sous sol amendé) permettront à l'agriculteur :

- d'augmenter son rendement ;
- de diversifier sa production ;
- de diminuer les intrants ;

Aspect agronomique stricte :

Les remblais seront essentiellement constitués de stériles provenant de l'extraction. Sur ces remblais, la « terre agronomique » sera composée :

- des terres de découvertes qui seront redéposées et épierrées par criblage (permettant la mécanisation comme la coupe de la canne à sucre, le cover crop, le sous-solage, etc) ;
- des terres végétales provenant des décapages avant terrassement et stockées par horizons différents ;
- des fines de lavage des matériaux qui seront alors mélangées à ces sols à matrice scoriacée. Les fines apporteront les éléments fins du sol comme les limons et les argiles (éléments permettant la rétention des éléments minéraux nécessaires à la plante (minimisation des intrants).

D'un point de vue strictement agronomique, les fines formées d'éléments fins constitueront la base du complexe argilo humique. Leur composition est la suivante :

- Argiles 30 % ;
- Limons 55 % ;
- Sables 15 %.

De plus, on remarquera que les limons fins et les argiles représentent quasiment 60 % de la composition des fines.

Ces caractéristiques granulométriques impliquent une forte capacité de rétention d'eau permettant d'augmenter fortement la réserve utile. Cette caractéristique permet de diminuer de manière conséquente les arrosages en particulier dans une zone où la pluviométrie reste faible.

Néanmoins l'adjonction des fines implique une diminution de la portance au-delà de 32 % de teneur massique en eau. De plus, lors du séchage, les fines ont tendance à prendre en masse. Le mélange aux fines du sol initial à matrice

sableuse permet d'une part d'éviter la prise en masse et d'autre part de conserver une portance importante au-delà de 32% de teneur en eau, permettant le passage des engins agricoles, tels que les tracteurs, coupeuses de canne à sucre, etc.....

Les teneurs en :

- | | |
|---------------------------------|----------------------|
| • matières organiques 3 à 4 % ; | • Ca 22 mé/100 g ; |
| • pH 8 ; | • Mg 12,5 mé/100 g ; |
| • conductivité 0,2 ; | • K 0,09 mé/100 g ; |
| • N 0,45 mg/kg ; | • Na 1,5 mé/100 g ; |
| • P2O5 0,1 mg/kg ; | • CEC 35 mé/100 g ; |

permettent d'amender les sols en leur transférant des qualités agronomiques très supérieures en termes de richesse aux sols présents sur le site.

Cette remise en état sera réalisée suivant le code de bonne conduite agricole élaboré dans le cadre du SDC. Cette méthodologie est déjà mise en œuvre sur un site en cours de réaménagement de la SCPR.

Diversité de l'utilisation des fines de lavage des matériaux au regard de leur caractéristiques

Sur le projet, les fines de lavage des matériaux sont utilisées de deux manières différentes :

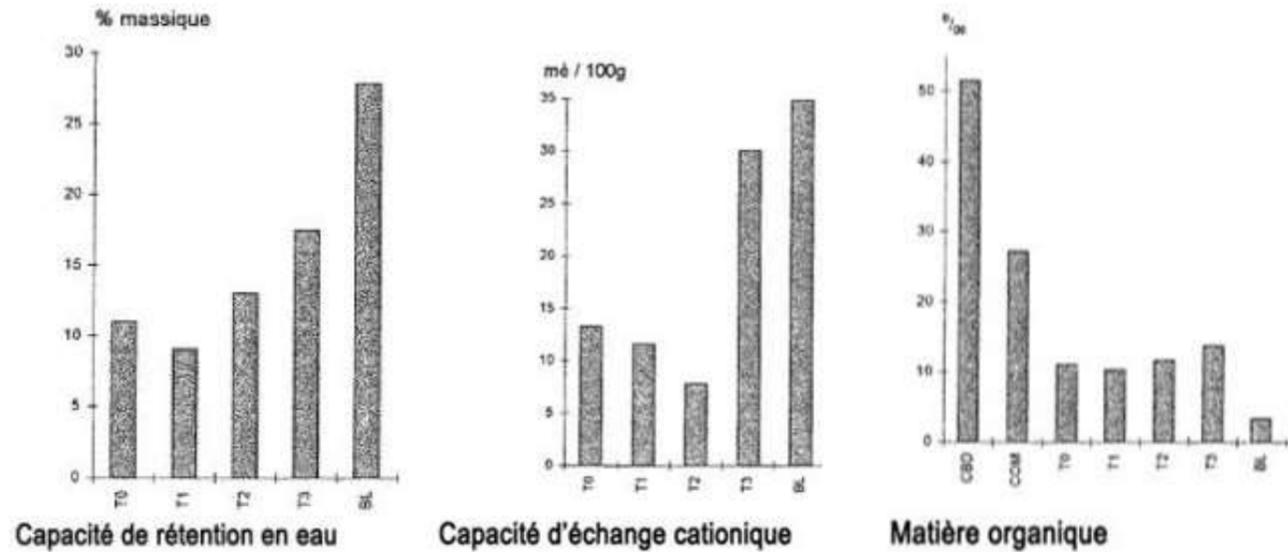
• Ajout au sol remis en place dans l'objectif d'améliorer les qualités agronomiques

Cette utilisation permet de combler les carences du sous sol à matrice scoriacée ou des sols peu épais sur dalle basaltique. En effet, les principaux points faibles de ces sols remaniés sont essentiellement leur difficulté à retenir au niveau de la plante les minéraux facilement assimilables et l'eau d'arrosage. Les fines de lavage disposent d'une teneur en argiles et limons plus importante que le sol en place et vont lui transmettre ces qualités. La problématique des fines (à l'état pur) consiste en leur faible portance à la capacité au champ. Cette faible portance empêche l'utilisation d'engins lors des périodes trop humides ou alors nécessite un équipement plus spécifique comme l'utilisation de pneus pour sols fragiles (en termes de portance). On notera aussi un taux de matière organique proche de 3%, ce qui reste faible dans le cas d'un sol dit « agronomique ».

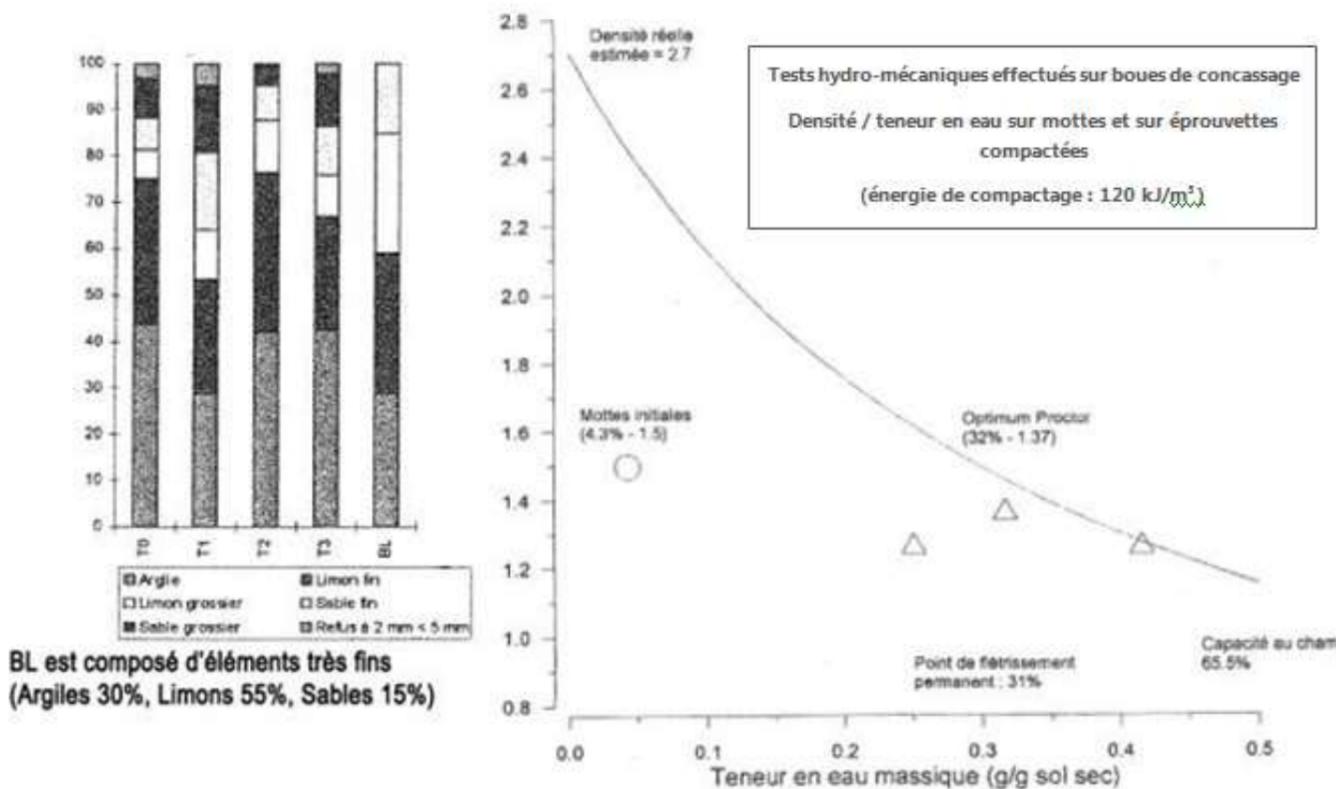
Les sols (ou plutôt sous sols) recomposés sur la base des stériles et de l'ancien sol existant disposent d'une faible capacité d'échange cationique (en comparaison aux fines de lavage), d'une faible réserve utile, mais d'une bonne portance. L'adjonction des fines de lavage des matériaux va permettre de limiter toutes les carences du sol en place tout en conservant la matrice scoriacée qui permettra de conserver une bonne portance.

• Mise en remblai

Les fines de lavage séchées pourront être réutilisées en remblaiement de la carrière. Leur caractère non réactif (faible conductivité et faible teneur en matière organique) et riche en argile leur donne des propriétés intéressantes au niveau de la protection de la nappe. Bien que la zone du projet ne soit pas une zone d'alimentation de la nappe par les infiltrations météoriques, ces matériaux permettent de gérer des circulations d'eau dans le sol. Ainsi, elles sont aussi utilisées pour améliorer (avec les stériles) les capacités épuratrice du sol.



Légende: (BL = Boues de lavage), T = Terres témoins de l'île.



Aspect relatif au fond géochimique

Les fines de lavage des matériaux sont des produits valorisés en agriculture, elles seront donc utilisées lors de la remise en état du site, en particulier sur les zones destinées ultérieurement à l'agriculture.

Une fois les bassins de décantation et de chute de la presse à boue curés, la siccité des fines permettra de les envoyer directement sur les zones de remise en état, cette dernière étant réalisée en continue. Ces terres ne seront donc pas stockées.

Afin de s'assurer de la compatibilité des fines avec le fond géochimique, des analyses seront réalisées lors de leur production. Elles seront conformes au fond géochimique local.

Leur transport se fait par retour des camions qui amènent les matériaux à la zone du chantier de la Nouvelle Route du Littoral afin d'éviter tout transport supplémentaire.

Modalités de mise en place et intérêt environnemental

La mise en place des fines de lavage des matériaux sera réalisée au fur et à mesure de la remise en état.

Au niveau de la mise en place de la couche de sol cultivable, les camions benneront ponctuellement des fines séchées et des terres provenant du décapage de la parcelle. Le chargeur ou la pelle procèdera à l'étalement et au profilage de ces terres qui se mélangeront grossièrement. Lors de la préparation du sol, un godet fléco (peigne) sera passé pour épierrer les quelques galets restants (provenant des terres végétales initialement décapées) ce qui créera une vraie cohésion entre le sol remis en place et les fines de lavage séchées. Ultérieurement, l'agriculteur passera un rotavator ou une herse rotative qui permettra encore de mélanger ces terres et de réaliser directement les plantations.

Recomposition d'un horizon agronomique, diminution des risques de pollution agricole et limitation des effets de ravinement :

La recomposition de l'horizon agronomique par l'adjonction de fines issues du lavage des matériaux permettra d'améliorer la capacité d'échange cationique (CEC) du sol et sa capacité de rétention en eau ainsi que d'augmenter la quantité de sol exploitable par les plantes.

Cet effet positif du projet de remise en état participe également à la réduction du volume des intrants habituellement utilisés pour la fertilisation, le sol ayant une réserve utile plus importante (Cf. Annexe 6 - Pièce 1 et 3). Cette réduction des quantités d'amendements agricoles est une mesure en faveur de la diminution des pollutions d'origine agricole.

Enfin l'adjonction des fines de concassage au sol agronomique permet d'obtenir une meilleure stabilité des sols à l'érosion.

Augmentation de la surface cultivable et Potentiel canne

Le projet permettra de transformer le potentiel canne de la zone en réalité, permettant les rendements espérés grâce à l'amélioration des qualités du sol tant géométriques que physicochimiques.

Rappelons que la zone d'emprise du projet comporte à l'heure actuelle que 1,3 ha de terres cultivées. Pour la remise en état, la surface de terres destinées à un usage agricole sera multipliée par 7 avec plus de 9,5 ha de surfaces agricoles restituées en fin d'autorisation.

Planche 104 : Analyses physicochimiques caractérisant les fines de lavage

7.2.3 Coût des mesures prévues

	<i>Coût de la mesure</i>	<i>Délai de mise en application</i>
Reconstitution de la couche agronomique avec amendement en fines de lavage	300 000 €	Phase de remise en état
Aménagement agricole (chemins agricoles, irrigation, ...)	220 000 €	Phase de remise en état
Revégétalisation dans le cadre d'un contrat de culture	650 000 €	Phase de remise en état
Démantèlement des installations	200 000 €	Phase de remise en état

7.3 HYDROGÉOLOGIE

7.3.1 Caractérisation des effets du projet de l'hydrogéologie

Pour rappel, compte tenu de la salinité des eaux souterraines, la nappe ne présente pas d'enjeux vis-à-vis de la ressource et vis-à-vis de l'irrigation agricole.

7.3.1.1 Aspect quantitatif

Lors de la phase d'extraction, la réduction de l'épaisseur du sol va accroître la vitesse de recharge de la nappe. La couche minimale de matériaux toujours présente au-dessus de la nappe restera toutefois supérieure à 4 m (au minimum en aval).

Après la remise en état de la carrière, la perméabilité des sols va de nouveau être diminuée sans toutefois atteindre celle de la situation initiale. En effet, le remblaiement par les stériles de la carrière ne se fera pas jusqu'aux cotes du terrain naturel de manière à aménager de nouveaux plateaux agricoles et naturels sur la zone du projet.

Il y aura donc une augmentation de la vitesse d'infiltration de l'eau dans les sols favorisant la recharge de la nappe. On note en effet que la nappe sous-jacente au projet cote entre 0,5 et 4 m d'aval NGR en amont. Elle est alimentée en eau par des circulations souterraines d'altitude de la plaine. La faible pluviométrie sur le site et l'épaisseur de terrain non saturé ne permettent pas à l'heure actuelle un drainage efficace de l'eau de la surface vers les profondeurs (infiltrations). La diminution de l'horizon non saturé favorisera la recharge de la nappe.

Par ailleurs, on souligne que la création de surfaces imperméabilisées diminuera les infiltrations dans les sols en phase d'exploitation. Mais le raccordement de ces zones à des bassins de décantation non perméable en limitera les effets.

Enfin, aucun prélèvement en nappe n'est prévu.

Aussi l'incidence quantitative du projet sur la piézométrie des eaux souterraines est nulle.

7.3.1.2 Aspect qualitatif

La zone d'extraction se situe en dehors de l'emprise des périmètres de protection des ouvrages A.E.P. et des cônes d'appel (ou de réalimentation) de ces derniers.

Pollutions accidentelles

Que ce soit en phase d'aménagement, d'exploitation ou de remise en état, il existe un risque de contamination de la nappe par les activités de la carrière. En effet, les hydrocarbures contenus dans les engins ou camions (huiles, carburants) pourraient se déverser suite à un choc (fuite) ou un renversement, la quantité maximale déversée pouvant alors atteindre 500 litres (réservoir de carburant). De même il existe un risque concernant le stockage enterré de GNR.

Ce risque de pollution de la nappe ne peut être que de nature accidentelle (fuite d'huile ou de fuel d'un camion ou d'un engin d'extraction), rupture de canalisation d'alimentation en GNR, défaillance d'un réservoir de stockage, Il s'accroît avec la diminution de l'épaisseur de matériaux sus-jacents à la nappe.

La diminution de l'épaisseur des terrains non saturés pourrait donc augmenter la vulnérabilité de la nappe face à une pollution accidentelle. Toutefois, les secteurs au niveau desquels ces incidents sont susceptibles de survenir seront des secteurs de faible perméabilité (tassement des sols par les engins) La dispersion d'un éventuel polluant dans les sols sera donc limitée aux premiers centimètres de sols.

Dans l'hypothèse d'une pollution accidentelle, du sable sera répandu afin d'absorber les produits polluants. Le sable sera ensuite stocké sur une aire étanche et enlevé par une entreprise agréée. Les terrains sous-jacents seront également décaissés à l'aide de la pelle et emportés afin d'être aussi dépollués et stockés.

Ainsi, l'incidence qualitative du projet sur les eaux souterraines vis-à-vis d'une pollution accidentelle liée à un déversement accidentel est faible, d'autant que la nappe ne présente aucun enjeu sur le secteur.

Pollutions chroniques

Les eaux sanitaires seront traitées par un système d'assainissement autonome. Aucune incidence n'est donc à prévoir sur la nappe.

Les autres sources de pollution chroniques sont liées à la circulation et au stationnement des véhicules sur les voiries et à l'emploi de substances potentiellement polluantes lors des opérations de tirs de mines.

★ Impact de la circulation et du stationnement des véhicules

La circulation des véhicules et leur stationnement sur les espaces de parking sont à l'origine de dépôts dans l'environnement de :

- résidus de la combustion des carburants : hydrocarbures, ...
- résidus issus de l'usure de pneumatiques,
- résidus métalliques issus de la corrosion des véhicules,
- huiles et graisses minérales,
- résidus issus de l'usure de la chaussée.

En cas de pluies, ces résidus sont entraînés avec les eaux ruisselant jusqu'aux ravines qui sont des lieux préférentiels d'infiltration des eaux dans le sous-sol. Aussi un réseau de fossés collectant les eaux ruisselant sur les voiries et aires de stationnement sera mis en place sur le site. Les eaux transiteront via un séparateur d'hydrocarbures avant de rejoindre le milieu naturel.

En cas de pluies, l'incidence des eaux de voiries et aire de stationnement sera faible, d'autant plus que la nappe ne présente aucun enjeu.

★ Impact des résidus de tirs de mines

Les données bibliographiques concernant les résidus d'opérations de tirs étant limités, SCPR a confié au cabinet ANTEA la réalisation d'une étude d'incidence des tirs de mines sur une carrière à Mayotte afin de caractériser l'incidence de l'utilisation d'explosif sur le milieu souterrain.

Cette étude, fournie en annexe 11, a permis de mettre en évidence que l'usage du nitrate-fuel comme explosif ne laisse pas de résidu d'ammonium détectable au niveau de la zone de détonation ou sur les matériaux issus des tirs.

Des traces d'hydrocarbures (fractions lourdes C21-C40) avec des concentrations ponctuelles ne dépassant pas le seuil de caractérisation des déchets inertes ont été mises en évidence au droit des zones de détonation sans extension significative au-delà de quelques mètres du front de taille.

De légères traces de nitrates peuvent également être observées à proximité immédiate des zones de détonation. Il est à noter que les matériaux fins identifiés comme la fraction la plus susceptible de rester sur les zones exploitées et donc d'être lessivée, ne représentent qu'une fraction infime des résidus issus des tirs. Le reste des matériaux est ainsi évacué rapidement de la zone pour utilisation. Par ailleurs, les traces relevées et les surfaces restreintes sur lesquelles elles ont été identifiées ne sont pas de nature et d'importance à provoquer un impact significatif sur la ressource souterraine.

7.3.2 Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des effets

7.3.2.1 Procédure de mise en remblai

L'exploitant veillera de façon stricte à ce qu'aucun matériau extérieur au site ne soit utilisé pour le remblaiement en dehors des fines de lavage de matériaux dont la qualité agronomique a été démontrée au 7.2.2.2.

Les risques de pollution de la nappe seront donc maîtrisés (cf. § précédent 6.2.2.2).

7.3.2.2 Protection de la nappe contre les pollutions en hydrocarbures

Le stationnement et le remplissage en carburant des engins seront effectués sur une aire étanche reliée à un séparateur d'hydrocarbures. Le ravitaillement des camions de transport sera assuré par les sociétés prestataires de services, en dehors du site d'extraction.

L'entretien des engins sera réalisé au niveau de l'atelier prévu à cet effet (plateforme de tri)

Le site sera clôturé pour éviter tout acte de vandalisme susceptible de provoquer une pollution.

Les engins du site seront munis d'un kit anti-pollution permettant de parer un épanchement accidentel de liquides sur la zone d'extraction

Enfin les analyses ont montré que les résidus de tirs ne constituaient pas une source de pollution significative du milieu. De plus en période de pluies intenses, aucun tir ne sera réalisé. Aucune dispersion de polluant depuis les zones d'abattage ne pourra donc avoir lieu. Un contrôle régulier de la qualité des eaux souterraines (au niveau du piézomètre installé en aval du site) permettra de confirmer cette non pollution par les opérations de tirs.

7.3.2.3 Suivi de la nappe

Afin d'évaluer l'incidence de l'installation sur la qualité de la nappe, le site a été équipé de deux piézomètres.

Cf. Annexe 4 - Pièce 3

Un état initial de la qualité des eaux a été établi définissant ainsi un seuil de référence pour la prise en compte de variation significative entre les mesures réalisées pendant et après le projet. Le référentiel sera défini suivant l'arrêté 07/07/09 relatif aux modalités d'analyse dans l'air et dans l'eau dans les ICPE et aux normes de référence.

Ce suivi des eaux souterraines sera réalisé dans le respect des normes en vigueur sur l'échantillonnage des eaux souterraines (norme ISO 5667-3 et 11).

Les analyses trimestrielles seront réalisées en plus des données piézométriques fournies par les sondes de mesure en continue placées dans les deux piézomètres.

Ces analyses porteront sur :

- pH
- Conductivité
- Hydrocarbures dissouts
- Métaux totaux
- Nitrates
- Ammonium
- Azote total

7.3.3 Coût des mesures prévues

	Coût de la mesure	Délai de mise en application
Kit anti pollution à bord de chaque engin du site	10 000 €	Phase de mise en service des engins
Réalisation de prélèvements et d'analyses d'eaux trimestrielles sur les deux piézomètres installés en aval immédiat du site	10 000 €	Au démarrage, en phase d'exploitation et lors de la remise en état
Installation de 2 piézomètres sur le site (déjà réalisés)	15 000 €	Phase d'aménagement
Aire de lavage des engins avec séparateur hydrocarbures	40 000 €	Phase d'aménagement
Aire de ravitaillement des engins séparateur hydrocarbures	40 000 €	Phase d'aménagement
Mise sur rétention des stocks	15 000 €	Phase d'aménagement
Installation de deux fosses septiques	20 000 €	Phase d'aménagement

7.4 HYDROLOGIE

Ce volet de l'étude d'impact a été traité par le cabinet HYDRETTUES. Cette étude est fournie en annexe 11 - pièce 3.

7.4.1 Gestion des eaux pluviales du site

7.4.1.1 Principe de gestion des eaux en phase d'exploitation

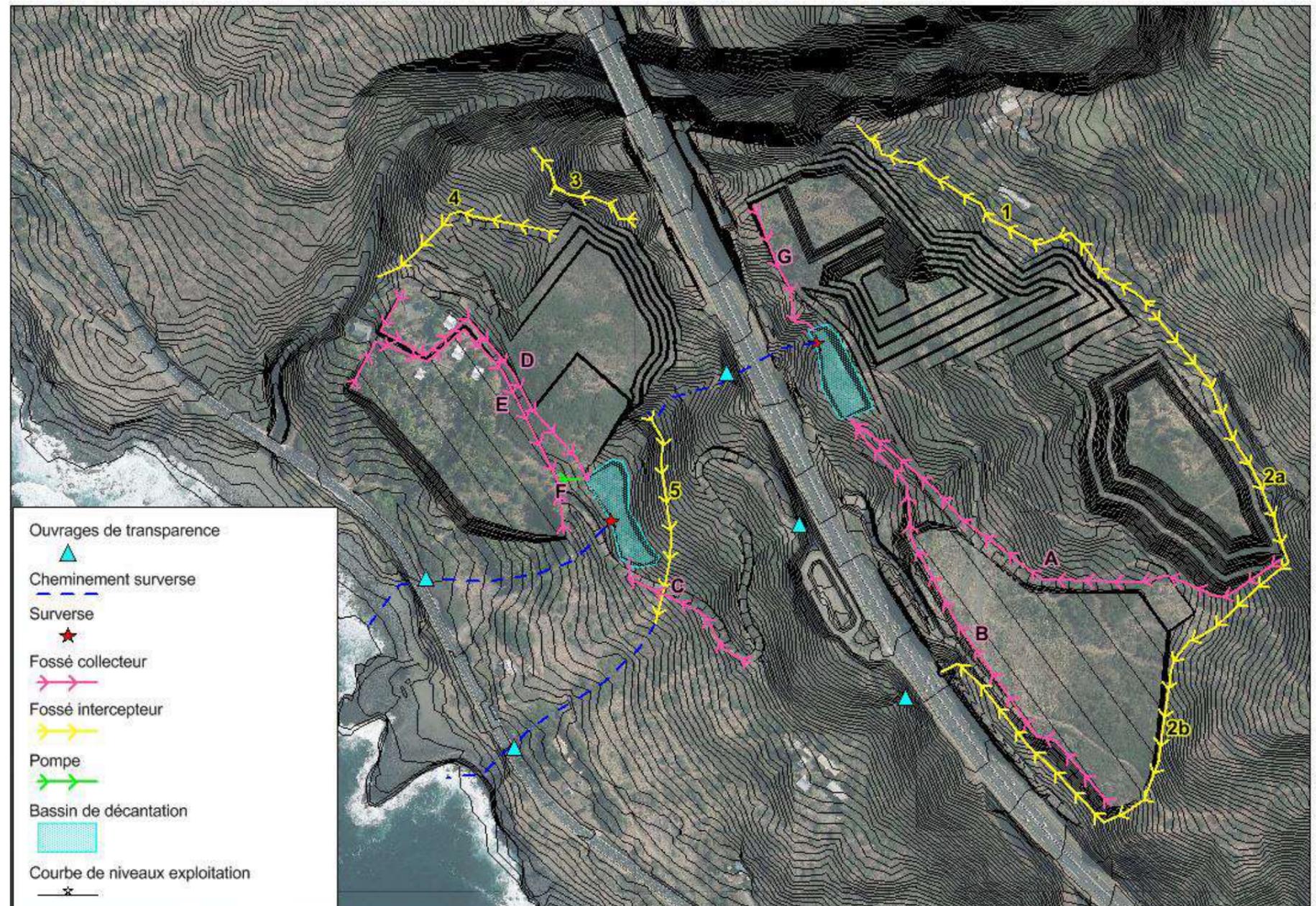
Le projet d'extraction a été construit en se basant sur le principe de séparation des eaux pluviales (EP) des bassins versants (BV) amont et celles des zones d'extraction et avec pour objectif, pour les BV amont, de respecter au maximum le principe de la transparence hydraulique. C'est-à-dire que la totalité des écoulements amont sont déviés du projet pour être redirigés vers leur cheminement normal une fois l'aire du projet contournée.

Durant toute la phase d'exploitation, la gestion des écoulements reste identique.

Elles sont définies sur la figure suivante par :

- La mise en place en amont de la zone d'extraction des fossés intercepteurs 1, 2a, 2b, 3, 4 et 5 dimensionnés à partir des débits centennaux ;
- Le dimensionnement avec les débits décennaux des fossés collecteurs A à G au vue de la durée d'exploitation du site qui sera de 4.5ans. Leurs caractéristiques permettent in fine de collecter les débits centennaux ;
- **Les eaux présentes** sur la zone d'extraction seront gérées spécifiquement par deux bassins de décantation dimensionnés pour du zéro rejet jusqu'à la pluie décennale horaire (cf. chapitre assainissement).

Planche 105 : Localisation des fossés de gestion des eaux pluviales pendant la phase exploitation



L'extraction va induire une modification de la topographie du site et donc des bassins versants. La figure ci-dessous illustre ces modifications

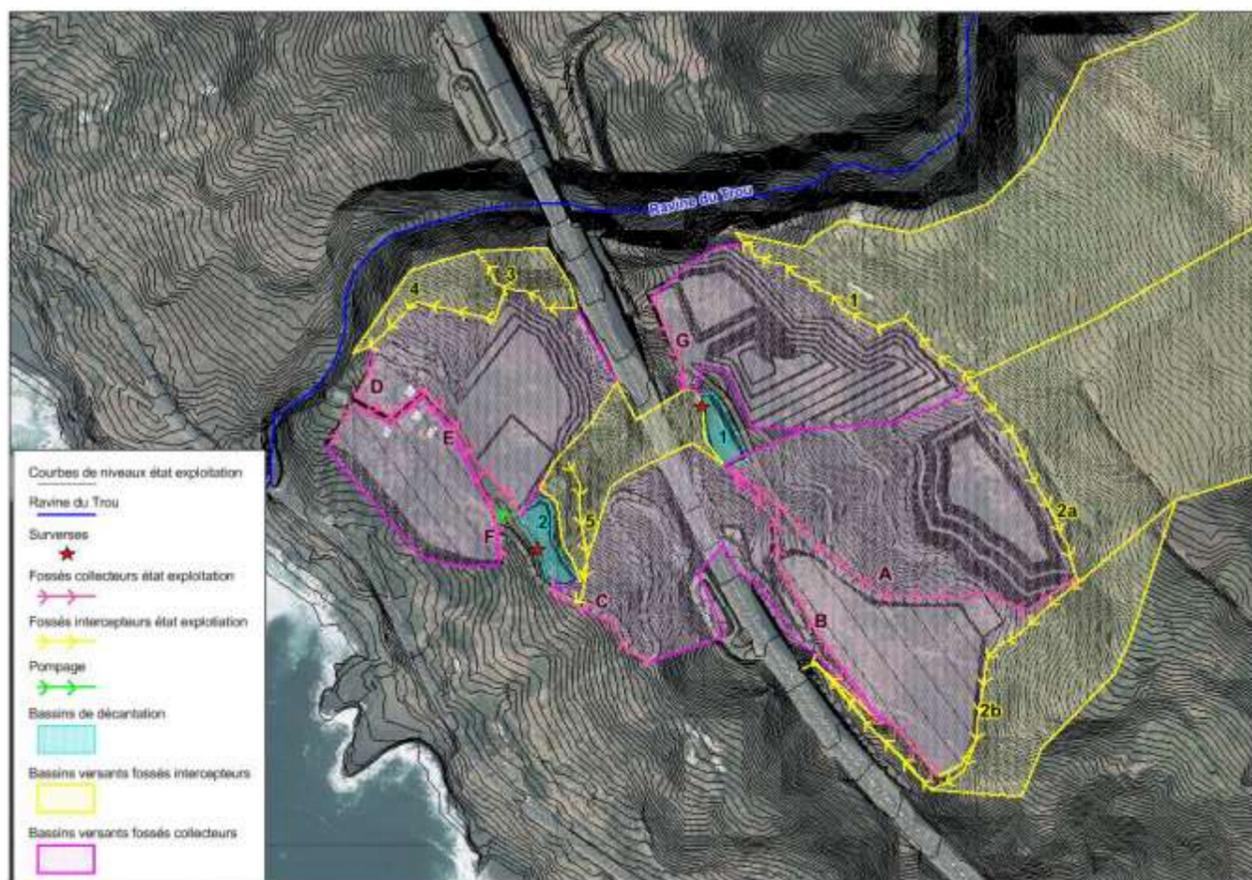


Planche 106 : Bassins versants en phase exploitation

Les caractéristiques hydromorphologiques de ces nouveaux bassins versants en phase d'exploitation ont été calculées par HYDRETTUDES pour dimensionner les ouvrages d'interception des eaux pluviales en amont du projet pour une période au minimum de retour centennal.

Les ouvrages de collecte des eaux pluviales à l'intérieur du périmètre classé ont été dimensionnés, pour une période de retour décennale minimale.

Les résultats et caractéristiques des ouvrages sont présentés dans le rapport d'HYDRETTUDES.

Les ouvrages de collecte seront ainsi capables de drainer l'intégralité des écoulements pour une pluie d'occurrence centennale.

Ouvrages	plafond (m)	fruit	hauteur (m)	pente (%)	Capacité (m ³ /s)	K	Q100 (m ³ /s)
1	1.50	1H/1V	1.50	5.30	26.40	30.00	13.3
2a	1.50	1H/1V	1.50	1.70	15.00		9.2
2b	1.50	1H/1V	1.50	15.70	45.50		9.2
3	0.50	1H/1V	0.50	4.50	1.30		0.3
4	0.50	1H/1V	0.50	11.60	2.10		0.4
5	1.00	1H/1V	1.00	4.40	8.20		0.8

Tableau 35 : Dimensionnement des fossés intercepteurs

Ouvrages	plafond (m)	fruit	hauteur (m)	pente (%)	Capacité (m ³ /s)	K	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
A	1.0	1H/1V	1.00	7.0	10.3	30.00	1.4	2.7
B	1.0	1H/1V	1.00	0.5	2.7		0.7	1.4
C	1.0	1H/1V	1.00	5.0	8.7		0.9	1.8
D	1.0	1H/1V	1.00	1.0	3.9		1.0	2.0
E	1.0	1H/1V	1.00	1.0	3.9		0.4	0.7
F	1.0	1H/1V	1.00	1.0	3.9		0.4	0.7
G	1.0	1H/1V	1.00	1.0	3.9		1.0	2.0

Tableau 36 : Dimensionnement des fossés collecteurs

7.4.1.2 Principe de gestion des eaux après la remise en état

La phase de remise en état consiste en un remblaiement partiel des fosses d'extraction afin de créer des plateformes subhorizontales. Le réseau hydrographique est reconnecté quasiment comme à son état initial.

Les ravines ou talweg seront calibrés pour supporter des crues de retour centennal, ils seront pavés de bloc métriques à 600 mm posés sur un géotextile. Les fosses de dissipation de l'énergie seront réalisées en enrochements liés. Chaque chute d'eau disposera d'une fosse de dissipation afin de protéger le site contre l'érosion et diminuer les vitesses en aval.

Les plateformes remises en état seront végétalisées de manière agricole ou « naturelle » et permettront aux eaux de s'y infiltrer en plus grande quantité qu'à l'état initial de par leurs caractéristiques topographique subhorizontal et le matériau de remblaiement mis sur une épaisseur pluri métriques.

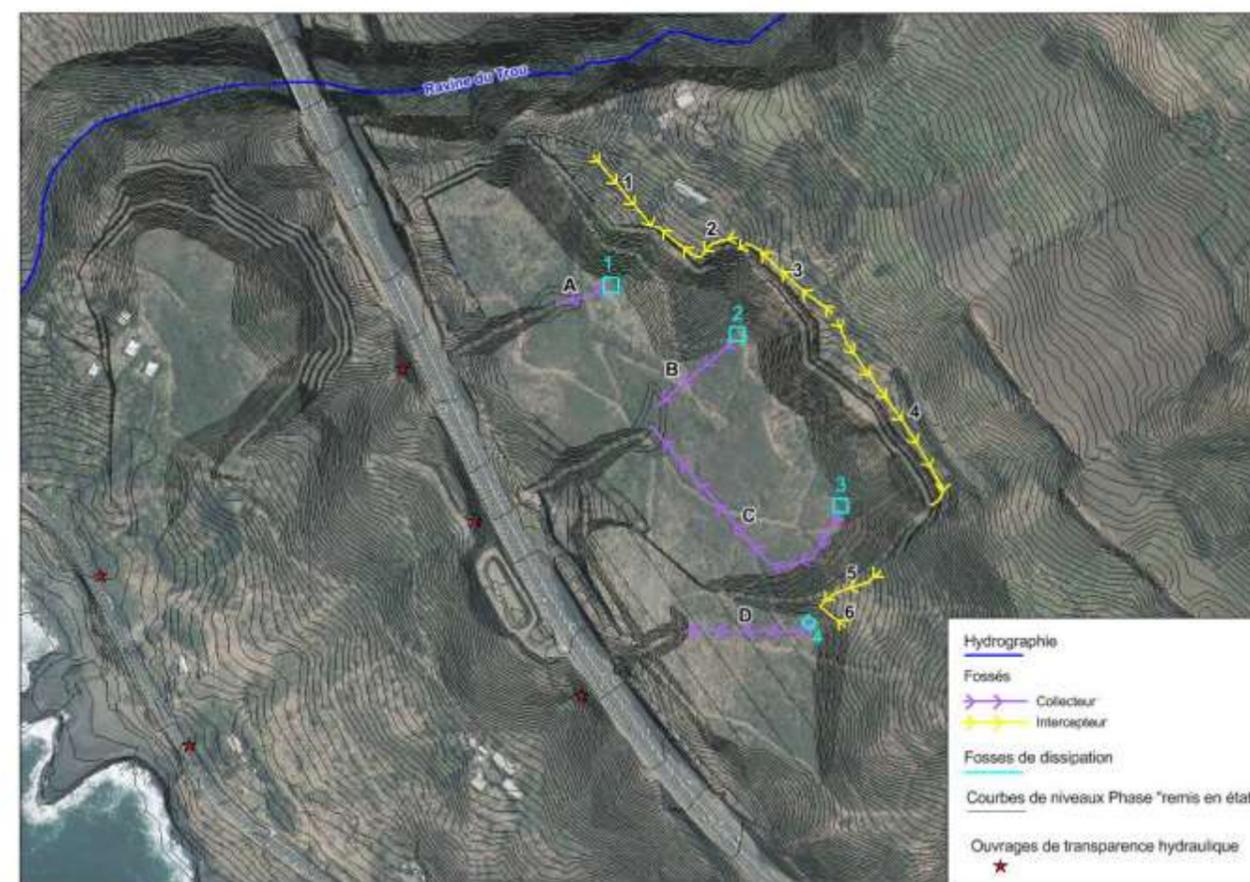


Planche 107 : Localisation des ouvrages après la remise en état

La remise en état du site induit également une modification de la topographie et donc des bassins versants.

Les ouvrages d'interception et de gestion des eaux pluviales ont été dimensionnés, pour une période de retour centennale. Ces ouvrages permettront donc de faire transiter les écoulements centennaux de leurs bassins versants, avec une marge confortable.

7.4.2 Modélisation des effets du projet sur les écoulements superficiels

Afin d'étudier les conséquences du projet sur les conditions d'écoulements du site, une modélisation 2D a été réalisée par le bureau d'études HYDRETUDES. Cette modélisation s'est attachée à établir un comparatif de l'incidence des écoulements d'eau :

- ↪ à l'état initial
- ↪ en phase d'exploitation
- ↪ à l'issue de la remise en état

Ces phases d'étude du projet sont présentées dans le rapport établi par HYDRETUDES (cf. annexe 11) et synthétisées dans les paragraphes qui suivent.

7.4.2.1 Scénarii étudiés

Trois scénarii ont été modélisés afin d'étudier les conséquences du projet sur les conditions d'écoulements du site.

Scénario 1 : État Initial + Q100

Afin d'évaluer l'incidence du projet sur les écoulements superficiels, un état initial a été dressé intégrant la topographie actuelle du site et des ouvrages hydrauliques et routiers existants.

Scénario 2 : Projet en exploitation + Q10

Intégration de la topographie en phase exploitation la plus contraignante d'un point de vue hydraulique du site et des ouvrages hydrauliques et routiers existants. Elle correspond à la phase 1, phase sur laquelle les fosses ne sont pas complètement ouvertes et les stocks sont les plus importants.

Scénario 3 : Projet remis en état + Q100

La phase de remise en état consiste en un remblaiement partiel des fosses d'extraction par les stocks de stériles afin de créer des plateformes subhorizontales.

Intégration de la topographie après la remise en état du site y compris ouvrages hydrauliques et routiers existants.

7.4.2.1 Résultats du scénario 1 : Etat Initial + Q100

Cf. Planches ci-contre

L'analyse des écoulements à l'état initial met en évidence que les hauteurs d'eau maximales atteintes sont majoritairement inférieures à 0.5 m, mais atteignent des valeurs un peu plus importantes au droit des contractions hydrauliques (ouvrages de la RN1a notamment).

Les vitesses d'écoulement sont en moyenne de l'ordre de 2,5 m/s le long des axes d'écoulements préférentiels et diminuent sur les portions de débordement en nappe. Les vitesses maximales sont atteintes au droit des zones ponctuelles de fortes pentes et/ou de contractions hydrauliques (ouvrages de la Route des Tamarins notamment).



Planche 108 : Représentation 3D des écoulements du scénario 1 – Crue centennale en l'état initial

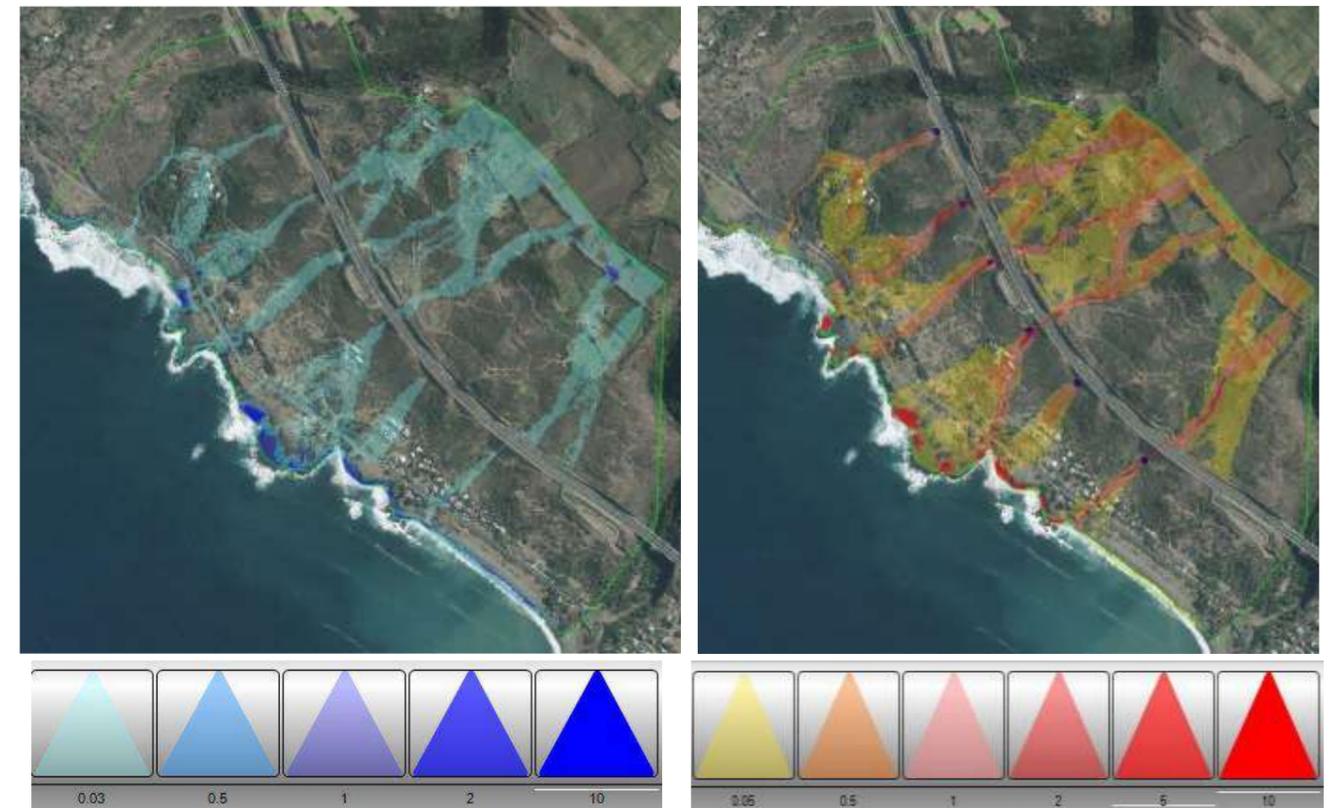


Planche 109 : Hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement maximales atteintes (m/s) – Crue centennale en l'état initial

7.4.2.1 Résultats du scénario 2 : Etat Exploitation + Q10

Les simulations de la crue décennale des talwegs traversant le projet lors de l'exploitation, générée par un évènement pluvieux de période de retour décennale ont permis de mettre en évidence les paramètres caractéristiques des écoulements induits lors de la phase exploitation.



Planche 110 : Représentation 3D des écoulements du scénario 2 – Crue décennale en phase d'exploitation

L'assainissement pluvial dans la zone de projet joue pleinement son rôle puisque toutes les eaux des fossés collecteurs sont drainées vers les bassins de décantation qui sont suffisamment bien dimensionnés pour permettre un zéro rejet vers le milieu naturel.

De plus, les fossés intercepteurs sont également bien dimensionnés puisque toutes les eaux arrivant de l'amont sont redirigées aux exutoires définis. La zone d'extraction est donc convenablement protégée.

Le chapitre suivant (§7.5) traite du dimensionnement hydraulique des ouvrages d'assainissement des eaux pluviales du site.

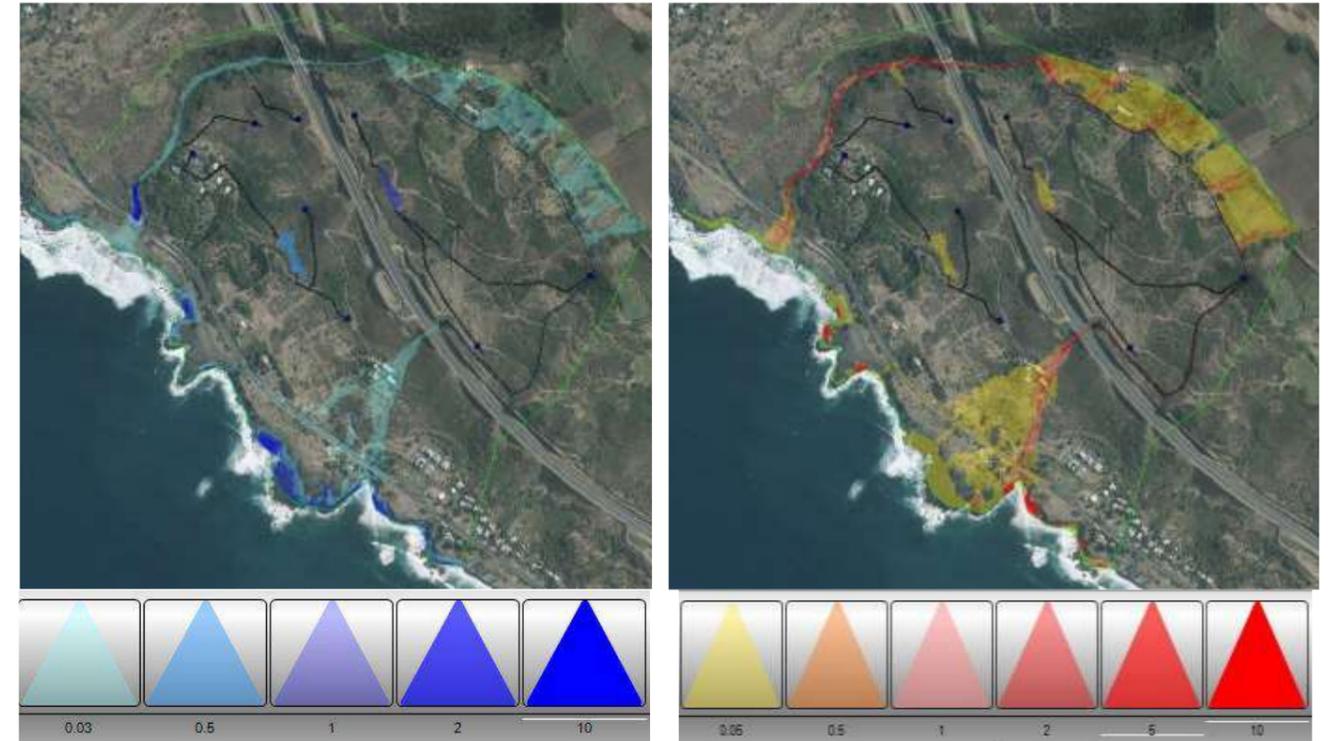


Planche 111 : Hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement maximales atteintes (m/s) – Crue décennale Etat Exploitation

7.4.2.2 Résultats du scénario 3 : Remise en état + Q100

Les simulations de la crue centennale des talwegs traversant le site à l'état projet, générée par un évènement pluvieux de période de retour centennale ont permis de mettre en évidence les paramètres caractéristiques des écoulements induits lors de la phase de remise en état.

La figure suivante illustre l'étendue de la zone d'expansion de la crue centennale du talweg au niveau du projet résultant de la modélisation mathématique 2D.

Elle met en évidence que les ouvrages hydrauliques préconisés pour la remise en état sont correctement dimensionnés. En effet, les écoulements en amont de la zone extraite sont totalement drainés par les fossés intercepteurs jusqu'aux fosses de dissipation en contrebas. Ces dernières offrent une protection efficace contre l'érosion et permettent de diminuer les vitesses en entrée de fossé.

Les fossés permettent de faire transiter les eaux sans aucun débordement jusqu'en aval de la RN.

La topographie en aval de la RN étant en grande partie identique à l'état initial, les paramètres hauteurs/vitesses sont similaires.

En revanche, les écoulements du BVO sont modifiés puisque la remise en état du site engendre une importante surface plane qui va favoriser considérablement l'infiltration des eaux dans le sol.

7.4.2.3 *Comparaison état initial/remis en état*

Une analyse cartographique a été réalisée pour déterminer les conséquences du projet sur les écoulements en crue centennale sur les secteurs à enjeux.

RHI de Bois Blanc

Un zoom a été réalisé sur la RHI, principale zone à enjeux du site au regard du risque inondation. Il apparaît que sur ce secteur les conditions d'écoulement sont légèrement améliorées par la remise en état du site, grâce à une diminution de la surface du bassin versant de cette zone.

Ferme de M. et Mme RIVIERE

La ferme des Rivière, qui jouxte le projet de la carrière de la Ravine du Trou, est située en aval de l'OH 297. Un deuxième zoom a été réalisé sur cette ferme, zone également à enjeux du site au regard du risque inondation.

Les analyses réalisées par HYDRETTUES sur cette zone permettent également de constater que la remise en état améliore légèrement les conditions d'écoulement au droit de cette zone habitée.



Planche 112 : Représentation 3D des écoulements du scénario 3 – Crue centennial en Remise en état

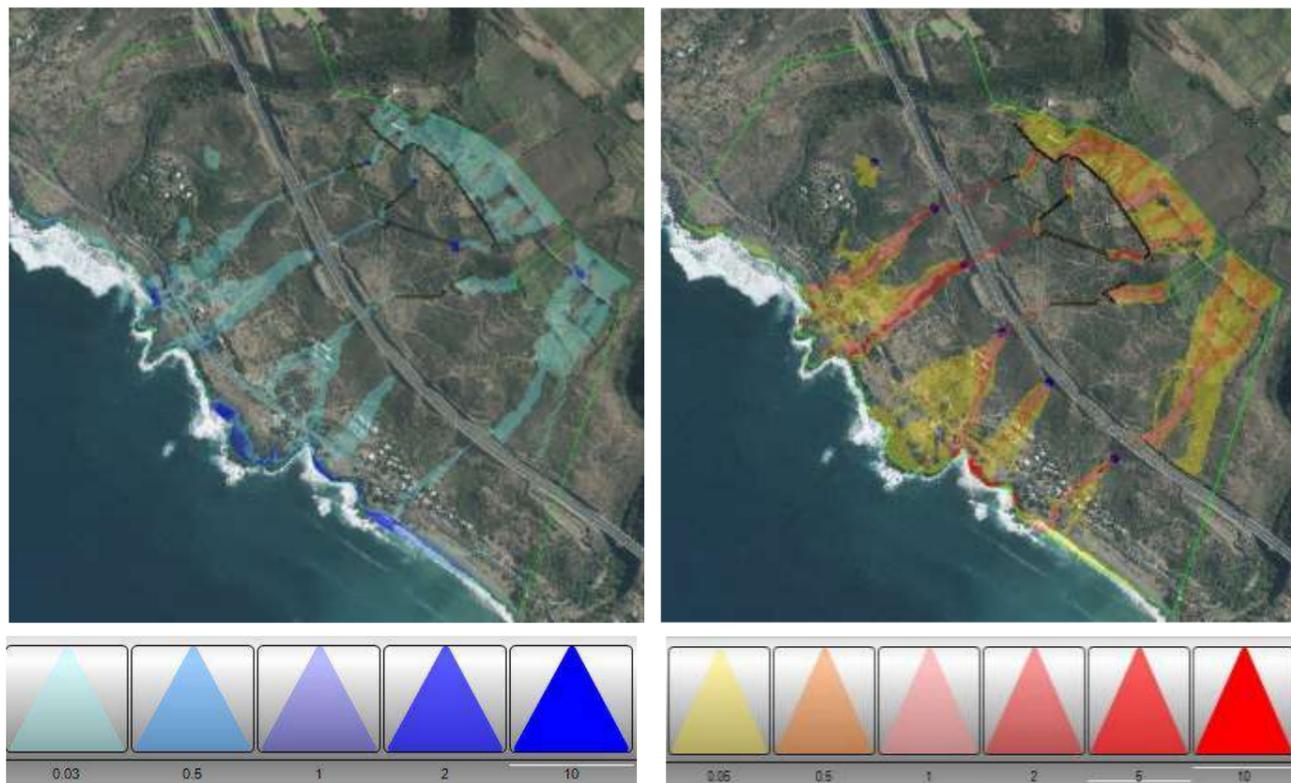


Planche 113 : Hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement maximales atteintes (m/s) – Crue centennale Remise en Etat

7.4.3 Synthèse des effets du projet sur l'hydrologie

En phase de chantier (décapage et mise en place des merlons et fossés)

La phase de chantier consiste en un défrichage et un décapage des surfaces (30 cm de terre arable). Ces opérations entraîneront une augmentation du ruissellement sur les surfaces préparées à l'extraction (absence de végétation et de sol, qui ont pour effet de retenir l'eau).

Par ailleurs, la mise en place de fossés autour de la zone d'extraction (réseau périphérique) l'isolera des eaux de ruissellement amont.

Les eaux météoriques et d'arrosage recueillies sur la zone d'extraction seront collectées vers les bassins de décantation qui n'auront un rejet dans le milieu qu'en cas de dépassement de la crue décennale. Ces bassins seront aménagés dès le début des travaux sur le site.

Les eaux collectées dans ces bassins s'infiltreront ou seront utilisées en phase d'exploitation pour les opérations d'arrosage mises en place sur le site pour limiter les envols de poussières.

Ainsi il n'y aura aucune matière en suspension à sortir du site en provenance du carreau lors de la phase de décapage.

En phase d'exploitation

Pendant la période d'extraction, les eaux seront traitées au niveau des 2 bassins d'infiltration. La présence des fossés de protection à la périphérie du site, aura pour effet de détourner les eaux de ruissellement de la zone amont qui seront alors guidées vers l'aval du site en contournant ce dernier. Ces eaux continueront ensuite leur parcours habituel du fait des différentes pentes du terrain naturel autour du site.

On note qu'une fois que la zone d'extraction sera en fosse, la décantation et l'infiltration se fera naturellement au niveau de ces fosses. Les bassins de décantation seront alors surdimensionnés pour les besoins de la carrière.

Après remise en état (création de plateformes subhorizontales)

La phase de remise en état consiste en un remblaiement partiel des fosses d'extraction afin de créer des plateformes subhorizontales. Ces plateformes seront végétalisées de manière agricole ou « naturelle » et permettront aux eaux de s'y infiltrer en plus grande quantité qu'à l'état initial.

Les fossés de détournement des eaux seront maintenus afin d'orienter les eaux vers les fosses de dissipation, limitant ainsi la fragilisation des fronts sous l'effet de ruissellement diffus.

Les écoulements ainsi concentrés formeront des petites chutes d'eaux aménagées au pied desquelles des bassins réalisés en enrochements sommaires dissiperont l'énergie accumulée. Ces écoulements circuleront sur des pentes très faibles ou des fossés largement dimensionnés les raccorderont à leurs lits initiaux.

Les écoulements seront beaucoup plus doux au niveau des plateformes, ce qui augmentera les temps de concentration et donc diminuera les débits de pointes. Les risques d'inondation seront donc diminués.

Les effets du projet sur le réseau hydrographiques sont donc faibles.

On notera une diminution des débits de pointe théorique (car augmentation du temps de concentration sur les plateformes) mais difficilement mesurable au niveau du bassin versant global et une diminution des débits totaux en raison de la mise en place de remblais scoriacés en plateformes subhorizontales. Ces remblais permettront une meilleure capacité d'infiltration que sur les roches massives actuelles et les plateformes permettront d'augmenter la durée nécessaire à l'infiltration.

7.4.4 Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts

Une série d'ouvrages de gestion des eaux pluviales en phase exploitation pour une crue décennale a été dimensionnée et la modélisation du fonctionnement correspondant a permis de vérifier le bon fonctionnement hydraulique du système.

Enfin, les ouvrages hydrauliques mis en place après remise en état montrent une nette amélioration des conditions d'écoulement et surtout une meilleure protection vis-à-vis du risque inondation.

Les effets du projet sur les écoulements d'eaux superficielles peuvent donc être considérés comme négligeables.

Les talus de protection et les fossés installés en limite du périmètre d'exploitation constituent des mesures de réduction des impacts qui permettront de dévier les eaux de ruissellement amont sans que celles-ci ne traversent le périmètre d'extraction. Les talus et fossés seront réalisés dans la bande de restriction des 10 m.

7.4.5 Coût des mesures prévues

	<i>Coût de la mesure</i>	<i>Délai de mise en application</i>
Mise en place des fossés de déviation	150 000 €	En exploitation
Aménagements hydrauliques	400 000 €	En exploitation et lors de la remise en état

7.5 ASSAINISSEMENT

7.5.1 Rappel réglementaire

La réglementation vis-à-vis des rejets d'eau dans le milieu est dictée par l'arrêté du 22 septembre 1994. Le texte est explicite :

Eaux de procédés des installations

Les rejets d'eau de procédés des installations de traitement des matériaux à l'extérieur du site autorisé sont interdits. Ces eaux sont intégralement recyclées. Le circuit de recyclage est conçu de telle manière qu'il ne puisse donner lieu à des pollutions accidentelles. Un dispositif d'arrêt d'alimentation en eau de procédé de l'installation, en cas de rejet accidentel de ces eaux, est prévu.

Eaux de ruissellement des installations de stockage des déchets inertes et des terres non polluées

L'exploitant doit s'assurer que les installations de stockage des déchets inertes et des terres non polluées résultant du fonctionnement des carrières ne génèrent pas de détérioration de la qualité des eaux. L'exploitant doit procéder, si l'étude d'impact en montre la nécessité, au traitement et au recyclage des eaux de ruissellement des installations de stockage des déchets et des terres non polluées.

Eaux rejetées (eaux d'exhaure, eaux pluviales et eaux de nettoyage)

I. - Les eaux canalisées rejetées dans le milieu naturel respectent les prescriptions suivantes :

- ↳ le pH est compris entre 5,5 et 8,5;
- ↳ la température est inférieure à 30 °C;
- ↳ les matières en suspension totales (MEST) ont une concentration inférieure à 20 mg/l (norme NF T 90 105) * ;
- ↳ la demande chimique en oxygène sur effluent non décanté (D.C.O.) à une concentration inférieure à 125 mg/l (norme NF T 90 101) ;
- ↳ les hydrocarbures ont une concentration inférieure à 5 mg/l (norme DIN 1999).

** Concernant les rejets de MEST dans le milieu, le seuil réglementaire est de 35 mg/l. Toutefois, l'expertise réalisée par le cabinet PARETO a permis de caractériser des zones de sensibilité moyenne et forte sur le milieu marin. S'appuyant sur les recommandations du cabinet PARETO, la société SCPR a donc conçu et dimensionné ses ouvrages de traitement des eaux pluviales pour que l'installation ne rejette aucune eau en deçà d'une crue décennale. Par ailleurs, en cas de dépassement de la crue décennale, la société SCPR s'est engagée à respecter un seuil de 20mg de MEST / L dans les eaux rejetées dans le milieu.*

Ces valeurs limites sont respectées pour tout échantillon prélevé proportionnellement au débit sur vingt-quatre heures ; en ce qui concerne les matières en suspension, la demande chimique en oxygène et les hydrocarbures, aucun prélèvement instantané ne doit dépasser le double de ces valeurs limites.

Ces valeurs doivent être compatibles avec les objectifs de qualité du milieu récepteur, les orientations du schéma d'aménagement et de gestion des eaux. Elles sont, le cas échéant, rendues plus contraignantes.

L'arrêté d'autorisation peut, selon la nature des terrains exploités, imposer des valeurs limites sur d'autres paramètres.

La modification de couleur du milieu récepteur, mesurée en un point représentatif de la zone de mélange, ne doit pas dépasser 100 mg Pt/l.

II. - Le ou les émissaires sont équipés d'un canal de mesure du débit et d'un dispositif de prélèvement.

III. - L'arrêté d'autorisation précise le milieu dans lequel le rejet est autorisé ainsi que les conditions de rejet.

Lorsque le rejet s'effectue dans un cours d'eau, il précise le nom du cours d'eau, ainsi que le point kilométrique du rejet.

Il fixe la fréquence des mesures du débit et des paramètres à analyser.

7.5.2 Traitement des eaux de ruissellement au niveau des zones d'extraction

7.5.2.1 Rappel sur les principes d'exploitation de la carrière

L'installation de traitement de matériaux est une installation de tri. Ainsi, aucun lavage de matériau n'est prévu.

De plus, la gestion des eaux pluviales du site est conçue pour permettre une séparation des EP des bassins versants naturels vis-à-vis des EP des zones d'extraction et de préparation des matériaux.

Ainsi, cette gestion permet de minimiser et de maîtriser les volumes d'eau susceptibles de contenir des pollutions liés à l'activité du site, qui seront traités séparément via des bassins de décantation.

7.5.2.2 Synoptique de l'assainissement du site

Le projet prévoit d'implanter deux bassins de décantation afin de traiter les pollutions et les MES contenues dans les eaux de ruissellement de la carrière. De plus, afin de collecter toutes les eaux susceptibles de contenir des pollutions dues à l'activité du site, des fossés collecteurs seront positionnés à l'aval des zones d'extraction et seront connectés à ces bassins de décantation.

Des fossés d'interception seront par ailleurs mis en place afin de drainer toutes les eaux de ruissellement en amont du site (donc non polluées) et les rejeter dans le milieu naturel.

Le synoptique de l'assainissement du site est présenté sur la carte suivante :

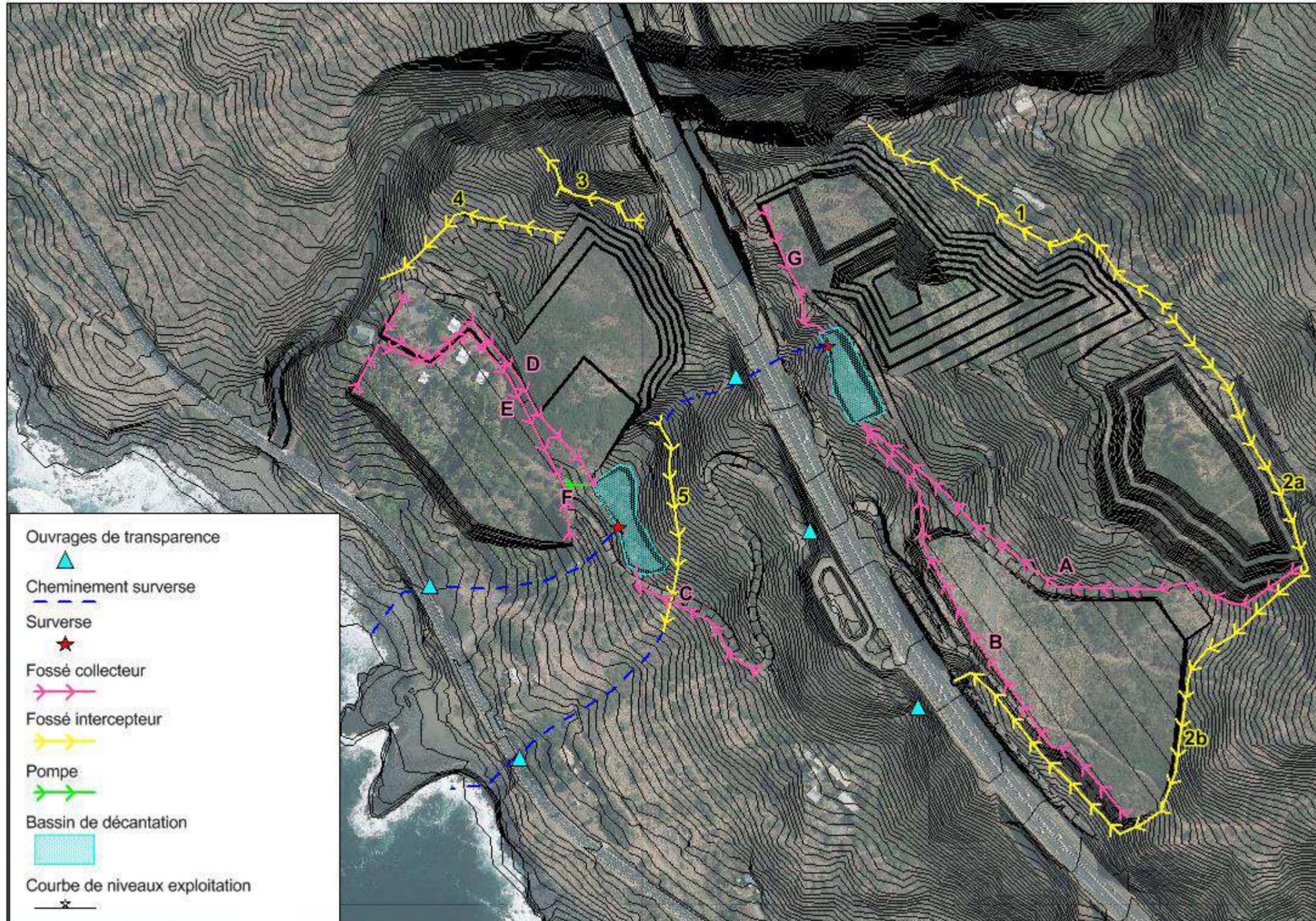


Planche 114 : Synoptique de l'assainissement du site

7.5.2.3 Dimensionnement des bassins de décantation

Hypothèses de dimensionnement

Conformément à la réglementation en vigueur, les bassins de décantation seront dimensionnés pour une **période de retour décennale (Q10)**.

Ainsi, pour des pluies égales ou inférieures à la pluie décennale horaire, il n'y aura aucun rejet dans le milieu naturel. Des surverses seront mises en place pour les pluies d'occurrence supérieures.

La technique de traitement des eaux de ruissellement choisie pour ce site est une décantation des particules. Les ouvrages de décantation sont de type longitudinal, leur fonctionnement est de type statique (vitesse faible) permettant une décantation diffuse des particules.

Les bassins de décantation ont été dimensionnés pour une taille maximale de particules à décanter les particules de diamètre supérieur à 0.02 mm, correspondant à du limon moyen (NB : la taille de la particule de référence à décanter pour les eaux pluviales est de 0.05mm (limon grossier)).

Dimensionnement des bassins

Le dimensionnement de chaque bassin de décantation a été réalisé conformément aux indications du « Guide sur les modalités de gestion des eaux pluviales à la Réunion » (DEAL, 2012).

Afin de calculer la surface active de chaque bassin de décantation, leurs bassins versants respectifs ont été tracés :

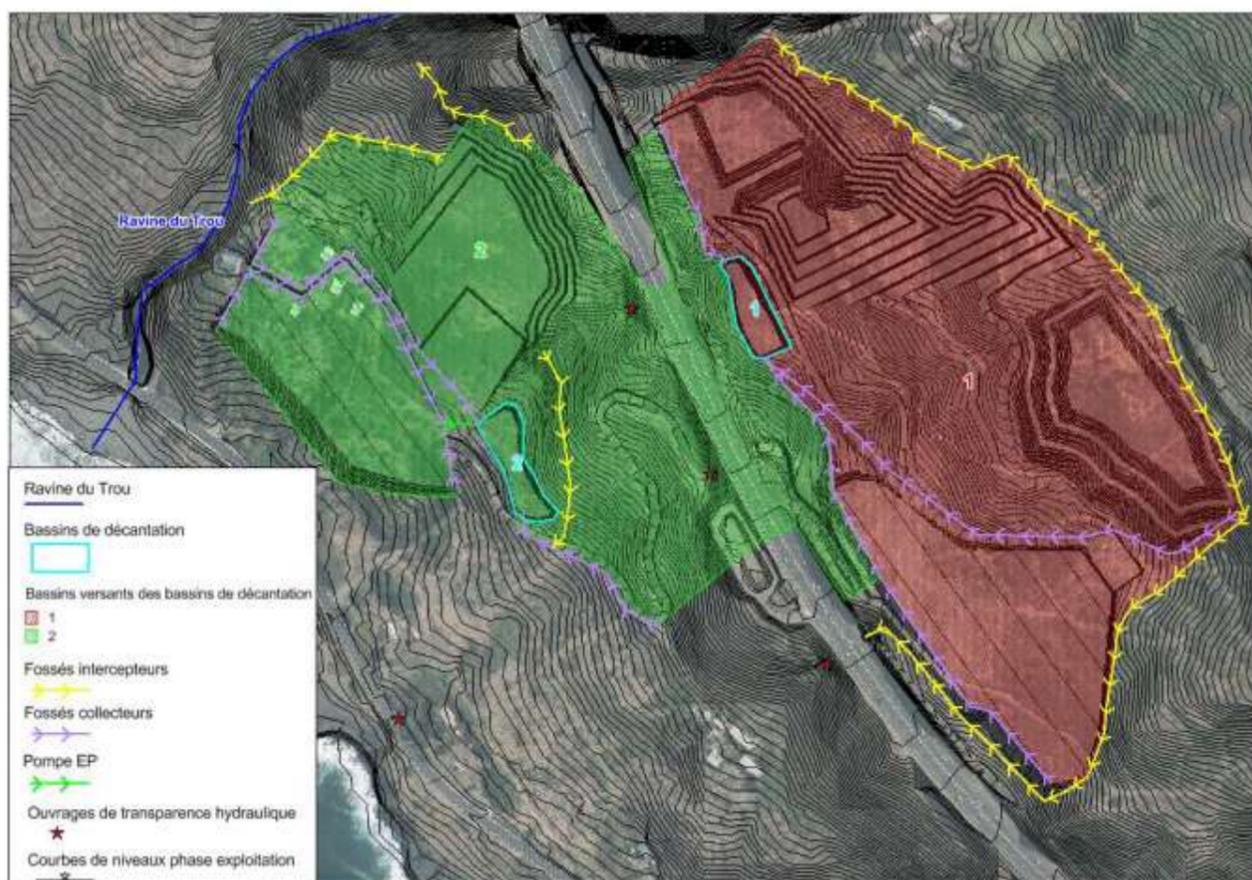


Planche 115 : Bassins versants des deux bassins de décantation

Ainsi le volume à stocker pour le bassin de décantation haut sera de **6693 m³** ; celui du bassin de décantation bas sera de **5757 m³**.

Le principe de fonctionnement d'un bassin de décantation est le suivant : dans les ouvrages de décantation statique, les particules en suspension dans un liquide au repos sont soumises à deux forces :

- la force motrice qui est la pesanteur
- la force de résistance due à la viscosité et l'inertie

La résultante de ces forces va entraîner l'apparition d'une vitesse de sédimentation.

Ainsi dans un décanteur statique l'eau se déplace horizontalement tandis que les particules tombent verticalement. Les particules peuvent-être considérées comme éliminées lorsqu'elles touchent le radier. L'efficacité d'un décanteur dépend donc de sa surface et non de son volume.

Les étapes de fonctionnement sont les suivantes :

1. collecte des eaux de ruissellement par les fossés et drainages vers l'ouvrage,
2. pour certains bassins, passage par un séparateur à hydrocarbures by-pass (équipé d'une surverse pour les débits supérieurs),
3. tranquillisation et injection du flux dans le regard de tranquillisation,
4. décantation des particules dans le bassin,
5. sortie des eaux par surverse dans le regard de sortie.



Planche 116 : Schéma du principe de la décantation des particules

L'évacuation des matières décantées sera effectuée régulièrement pour conserver les capacités de décantation des bassins. Un curage sera effectué systématiquement avant le démarrage de la saison des pluies.

Ainsi, au regard des débits décennaux à l'entrée des bassins de décantation, les surfaces minimales à respecter sont les suivantes :

- Bassin de décantation haut : 836 m²
- Bassin de décantation bas : 728 m²

En fonction de la surface de ces bassins, il a été calculé le volume utile des bassins de décantation. Une marge de sécurité de plus de 100% a été prise sur ces volumes. Ainsi les bassins de décantation auront une contenance de :

- Bassin de décantation haut : 15 340 m³
- Bassin de décantation bas : 11 270 m³

Les volumes de ces deux bassins ainsi mis en place permettent alors de collecter l'intégralité des eaux de ruissellement s'écoulant sur la carrière lors d'une pluie décennale pendant plus de 3h.

Les tableaux ci-après résument, pour chaque période de retour, la durée de la pluie avant débordement des bassins de décantation, ainsi que les potentiels débordements pour une durée de pluie donnée (2h, 3h et 6h) :

Période de retour (ans)	Durée de la pluie avant débordement (en h)	Débordement du bassin si la durée de la pluie est de 2h (en m³)	Débordement du bassin si la durée de la pluie est de 3h (en m³)	Débordement du bassin si la durée de la pluie est de 6h (en m³)
5	>6h	0	0	0
10	5h15	0	0	560
20	4h10	0	0	3441
30	3h20	0	1124	5226
50	1h55	326	3105	7717
100	1h30	2785	6083	11477

Tableau 37 : Résumé des résultats pour le bassin de décantation 1

Période de retour (ans)	Durée de la pluie avant débordement (en h)	Débordement du bassin si la durée de la pluie est de 2h (en m³)	Débordement du bassin si la durée de la pluie est de 3h (en m³)	Débordement du bassin si la durée de la pluie est de 6h (en m³)
5	5h30	0	0	263
10	3h15	0	0	2408
20	2h	0	1654	4885
30	1h45	757	2892	6421
50	1h30	2206	4596	8564
100	1h15	4321	7158	11799

Tableau 38 : Résumé des résultats pour le bassin de décantation 2

Ces calculs sont détaillés en annexe 11 - pièce 4.

7.5.3 Traitement des eaux au niveau des plateformes de tri et des bases vies

Les ouvrages de traitement des eaux prévus sur les plateformes de tri et les bases-vies ont été dimensionnés par le bureau d'études OMEGA.

Effets qualitatifs

Les différents produits stockés au niveau des ateliers, les aires de parking, les poussières provenant des machines de tri, et la production d'eaux sanitaires impliquent un potentiel impact sur la qualité des eaux de surface. Les particules fines provenant des zones de tri pourraient se retrouver en suspension dans les eaux de ruissellement et provoquer une augmentation du taux des MES (Matières En Suspension). Ces MES se dirigeraient ensuite vers la mer et étoufferaient la faune et la flore marine. Un mauvais stockage d'hydrocarbures ainsi que les risques de fuites sur les engins représentent également des points sensibles au regard de la qualité environnementale du milieu marin.

Néanmoins pour des pluies égales ou inférieures à la pluie décennale horaire, il n'y aura aucun rejet dans le milieu naturel. Les bassins collecteront notamment les eaux issues des plateformes et des bases-vies. Les eaux des surfaces imperméabilisées transiteront par des séparateurs d'hydrocarbures avant de rejoindre les bassins de décantation.

Séparateurs à hydrocarbures

Des séparateurs à hydrocarbures seront placés en aval des plateformes de tri et bases vies.

Ces séparateurs auront pour objectif de traiter le **premier ruissellement lors d'une averse**, qui contient la majorité des pollutions fixées sur les matières en suspension.

Ainsi, la capacité des séparateurs à hydrocarbures sera égale à **20% du débit décennal** afin de récupérer les eaux chargées avant rejet vers les bassins de décantation.

L'entretien des séparateurs se déroulera selon les modalités des constructeurs. Un entretien au minimum semestriel sera planifié par l'exploitant.

Ainsi, ces séparateurs à hydrocarbures seront dimensionnés pour traiter les débits présentés ci-dessus et permettront de rejeter une eau dont la **concentration en hydrocarbures sera <5mg/L**.

Ces systèmes permettront de traiter efficacement les pollutions liées aux hydrocarbures.

Assainissement autonome

L'activité de carrière ne nécessite pas l'utilisation d'eau de process. Il n'y aura donc pas de rejets d'eaux usées industrielles.

Les seules eaux usées concernent les eaux sanitaires. Elles représentent toutefois un enjeu avec des charges azotées et microbiennes importantes.

Les sanitaires utilisés par le personnel d'exploitation seront raccordés au réseau de distribution d'eau potable et ne disposeront d'un système de traitement autonome.

Un réseau de collecte des eaux usées sera créé en aval des locaux de chaque base vie et relié à un dispositif d'assainissement autonome d'une capacité de 20 équivalents habitants. Il sera constitué d'un filtre à sable vertical non drainé conforme au DTU 64.1.

L'assainissement autonome permet de traiter et d'infiltrer les eaux sanitaires traitées.

7.5.4 Incidence sur le milieu marin

Il n'y aura pas de modifications du sens d'écoulement des eaux superficielles. Les écoulements du bassin versant continueront de se faire en direction de l'océan mais seront interceptés.

Les effets sur le milieu marin ont été traités au chapitre 7.7.5.

Il est rappelé que le projet n'aura aucun rejet dans le milieu naturel pour des pluies égales ou inférieures à la pluie décennale horaire. Les eaux rejetées au niveau des surverses mises en place pour les pluies d'occurrence supérieures respecteront le seuil maximal de à 20 mg de MES / L, soit 15mg/l en dessous du seuil réglementaire.

7.5.5 Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts

L'assainissement du site pendant la phase d'exploitation sera assurée par l'implantation sur chaque zone d'extraction de bassins de décantation dimensionnés pour contenir les pluies égales ou inférieures à la pluie décennale horaire.

Pour les zones imperméabilisées et/ou disposant de stocks de produits potentiellement polluant, des séparateurs d'hydrocarbures seront placés en amont des bassins de décantation.

Ces systèmes permettront de traiter efficacement les pollutions liées aux hydrocarbures et matières en suspension.

L'autosurveillance que la société SCPR propose de mettre en place est la suivante :

- Analyse sur les rejets d'eaux pluviales, sur les surverses, en sortie des bassins de décantation
- Paramètres analysés : température, pH, DCO (demande chimique en oxygène sur effluent non décanté), MEST (matières en suspension totales) et hydrocarbures totaux ;
- Fréquence de prélèvement et d'analyse : lorsque les bassins se mettent en situation de rejet ;
- Intervenants pour le prélèvement et l'analyse : organismes extérieurs indépendants spécialisés.

Ainsi, le projet n'aura pas d'effets sur la qualité des eaux.

7.5.6 Coût des mesures prévues

	<i>Coût de la mesure</i>	<i>Délai de mise en application</i>
Réalisation de 2 bassins de décantation	40 000 €	Phase d'aménagement
Mise en place de séparateurs d'hydrocarbures	40 000 €	Phase d'exploitation
Mise en place d'un assainissement autonome sur chaque base-vie	20 000€	Phase d'exploitation

7.6 PAYSAGE

L'évaluation de l'insertion paysagère du projet en cours d'exploitation et à l'issue de la remise en état a été réalisé le bureau d'étude Zone UP Paysage accompagné de la SAFER et de BIOTOPE

7.6.1 Identification des impacts paysagers du projet

7.6.1.1 Phase d'aménagement et d'exploitation

Les zones d'exploitation de carrière formeront des ouvrages très artificiels dans le paysage. Les dénivelés créés par l'exploitation génèrent des fosses larges et des fronts de coupe de hauteur importante qui modifieront l'aspect du site.

Pour préparer les plateformes et les zones d'extraction, un défrichement sera opéré. La mise à nu des terres sera très perceptible depuis les points de vue proximaux.

Les aménagements prévus sur le site modifieront également le paysage. Toutefois, ces modifications ne seront que provisoire et limitée à la durée de fonctionnement de l'installation.

Ainsi, les zones de stockages des stériles vont également participer à la modification du paysage. Pour deux des trois zones de stockage créées, il est prévu la reprise de ces stocks de stériles pour le remblaiement des fosses.

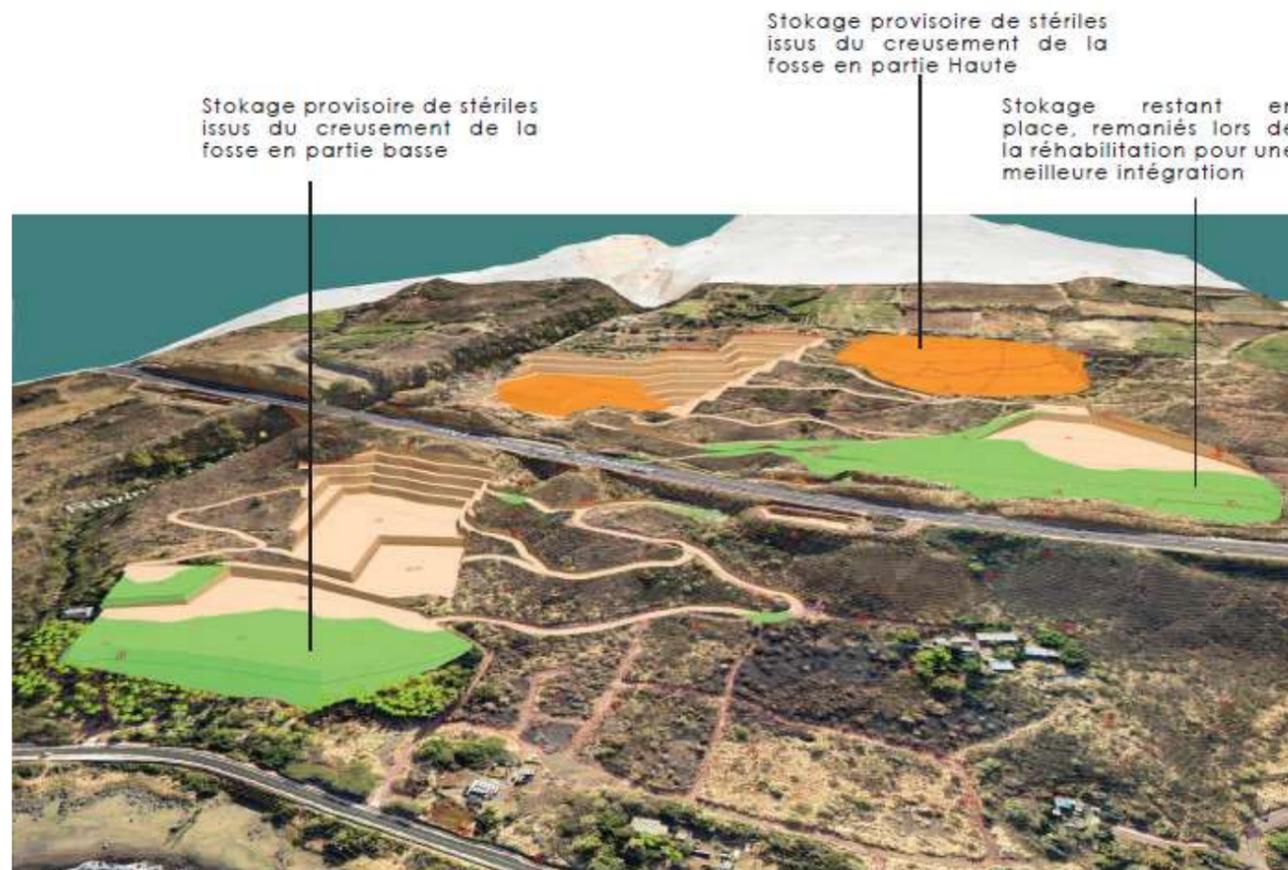


Planche 117 : Zones de stockage aménagées sur le site

En fonction de la durée du stockage, et de la période de l'année, un ensemencement hydraulique pourra être envisagé afin de limiter les nuisances visuelles éventuelles et l'érosion des sols.

Par ailleurs, l'aménagement des voiries seront davantage perceptibles dans le paysage. Afin d'éviter la circulation sur la RN1a, un demi échangeur sera créé de manière provisoire sur la route des Tamarins. La configuration de cet ouvrage est étudiée pour respecter les règles de sécurité et minimiser son impact dans le paysage (réduction des remblais notamment). L'ouvrage est prévu uniquement pour la durée d'exploitation de la carrière. Seul, un engazonnement des talus sera effectué. L'ensemble du demi échangeur sera démonté à l'issue de l'exploitation de la carrière.

Enfin, les installations de chantier modifieront la perception du paysage. Toutefois le principe retenu pour ces installations de chantier repose sur des constructions légères avec bungalows et conteneurs de façon à ne pas dégrader le site existant.

- Sur la zone basse, le souci de conserver les essences existantes et l'écrin paysager permettant une bonne intégration de la base vie est recherché. En ce sens, les terrassements seront réduits au maximum de façon à caler la base vie sur le terrain naturel.
- Sur la zone haute, l'ensemble des installations est positionné sur la plateforme constituée en amont de la route des Tamarins.

La perception de ces aménagements provisoires par les riverains ne devraient être que limitées du fait du relief, de la localisation de la carrière et des effets de masque de la végétation (cf. Planche 64 : Carte d'inter visibilité effectuée avec le logiciel SAGA, source SAFER.)

En phase d'exploitation, seules quelques habitations situées en bord de site pourraient souffrir de vues sur les zones de stockage ou le front de taille. Les zones habitées globalement à bonne distance de la carrière n'auront pas d'impacts visuels pendant cette phase.

Dans le grand paysage, les vues les plus marquantes du front de taille seront celles du littoral et la RN1a, comme présenté dans le diagnostic paysager. Ces points de vue sont en effet plus dégagés et les perceptions (des fronts de taille notamment) peuvent être davantage marquantes.

7.6.1.2 Le projet de réhabilitation

Le projet, en phase de remise en état, ne sera que partiellement remblayé créant 2 secteurs subhorizontaux et soulignés dans le paysage par les fronts taille. Les enjeux paysagers de la remise en état sont les suivants :

- Enjeux de préservation :
 - Préservation des espaces naturels existants et en particulier les deux ravines qui bordent le site
 - Préservation du littoral (habitats et paysages)

- Enjeux de valorisation :
 - Valorisation des espaces de la carrière et des espaces en limite après la période d'exploitation : restitution de boisements, vocation de l'espace naturel, valorisation des espaces agricoles
 - Valorisation du littoral par la création de sentiers
 - Valorisation de l'interface ravine/espaces naturels ou ravine /espaces agricoles
 - Valorisation des espaces agricoles en devenir (PILO) sur la partie haute du site
 - Mise en sécurité des usagers quant aux risques de chute aux abords des falaises
 - Valorisation des continuités hauts/bas (liaisons douces)

Le projet s'appuie sur des orientations directement liées aux fondements réglementaires et environnementaux identifiés précédemment.

La configuration des zones exploitées s'organise en fosses et en front de tailles dont l'aspect très artificiel dans le paysage impose une meilleure articulation avec le relief du site.

Aussi, le projet propose sur chaque zone des aménagements en fonction de la vocation du site.

La zone basse naturelle remodelée et boisée

La zone haute intégrée aux paysages agricoles



Planche 118 : Plan de réhabilitation du site

*La zone haute intégrée
aux paysages agricoles*

*La zone basse naturelle,
remodelée et boisée*



Planche 119 : Intégration du site réhabilité dans le paysage environnant

Le projet de valorisation naturelle et touristique de la zone basse

La réhabilitation de la zone basse s'appuie sur la valorisation du relief transformé. Le site « excavé » prend la forme d'un cirque. Les falaises sont traitées de façon naturelle et restent émergentes en partie haute pour offrir un maximum de surfaces à la faune rupicole.

Au pied, des vallonements de stériles adoucissent le relief et viennent combler une partie de la fosse.

La végétation boisée accompagne les mouvements du relief et se concentre en pied de falaise ou au niveau des ruptures de pente là où l'humidité sera plus favorable.

Elle s'organise notamment en lisières sur le pourtour des falaises, valorisant la biodiversité et formant un espace tampon contre les espèces exotiques envahissantes. Ces langues boisées sont entrecoupées avec la restauration d'un couvert de savane.

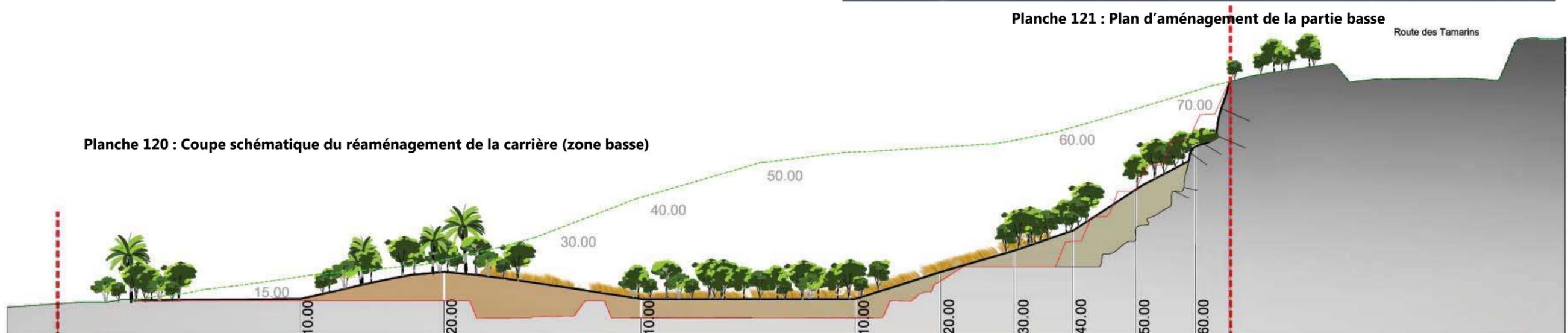
Ce nouvel espace sera accessible depuis la RN1a, un axe à vocation touristique. Il sera parcouru par de nouveaux sentiers

- Le chemin au cœur du cirque traversant les savanes avec vues sur les falaises ou les secteurs ombragés dans une forêt sèche.
- Le sentier en belvédère faisant le tour du cirque, mettant en valeur la crête entre la Ravine du Trou et le cirque



Planche 121 : Plan d'aménagement de la partie basse

Planche 120 : Coupe schématique du réaménagement de la carrière (zone basse)



Le projet de valorisation agricole de la zone haute

La vocation agricole du site amène à modeler le site par des pentes douces au creux des « excavations » rocheuses. Le remodelage est à l'origine de nouvelles dépressions favorisant l'infiltration des eaux et l'évacuation par des talwegs raccordés au terrain.

Les fronts de taille de hauteur imposante sont atténués par un vallonement et des émergences de falaise d'emprise et d'aspect différent. Le végétal formé de boisements et de haies prend place en limite de parcelles pour participer au carroyage agricole et aux continuités écologiques, mais également en sommet de falaise pour sécuriser les abords.

La fosse d'extraction est comblée pour récupérer le terrain naturel à l'aval.



Planche 123 : Plan d'aménagement de la partie haute

Planche 122 : Coupe schématique du réaménagement de la carrière (zone haute)

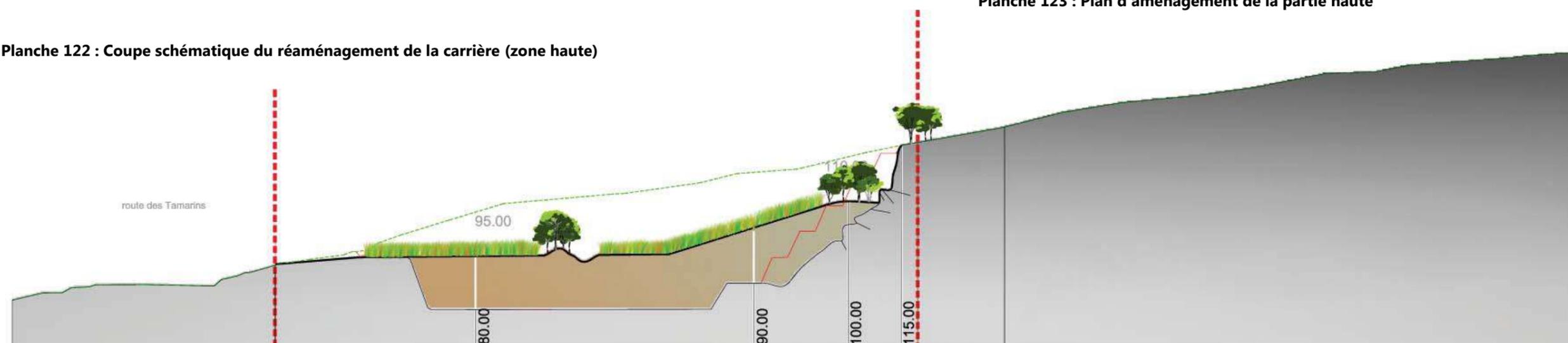




Planche 124 : Perspective sur la zone haute réhabilitée en espace agricole

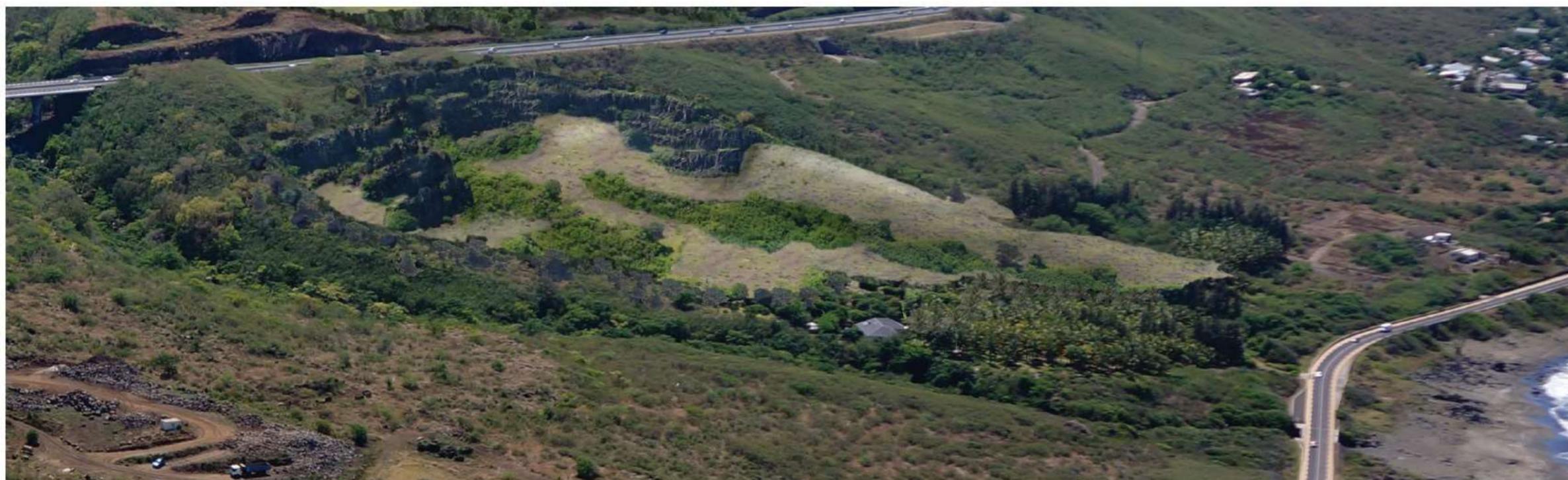


Planche 125 : Perspective sur la zone basse réhabilitée en espace naturel

7.6.2 Coût des mesures prévues

Condition de remise en état	Coût des mesures en €
Reprise et régalage des stériles	1 512 000 €
Reconstitution de la couche agronomique	300 000 €
Aménagement agricole	220 000 €
Régalage des fronts supérieur	462 000 €
Démontage des installations	200 000 €
Revégétalisation/ remise en état: aménagement bande boisée en périphérie	250 000 €
Revégétalisation/ remise en état: carrière basse	400 000 €
Revégétalisation/ remise en état: contrat de culture	650 000 €
Maîtrise d'œuvre remise en état	560 000 €
Total montant garantie financière	4 554 000 €

7.7 PATRIMOINE NATUREL

7.7.1 Caractérisation des effets du projet sur la flore et les habitats

D'une manière générale, il est souligné que la définition du projet a exclu de son périmètre les zones naturelles d'intérêt remarquables ainsi que l'Espace Boisé Classé présents à proximité du projet. Ces zones sont localisées aux abords et dans les ravines et sur la frange littorale.

7.7.1.1 En phase d'aménagement

La phase préparatoire de décapage de la terre végétale préalable aux opérations d'aménagement ou d'extraction conduira à la destruction des arbustes, arbres et plantes herbacées présentes dans le périmètre d'extraction ou d'aménagement.

Les habitats identifiés sur la zone d'emprise n'ont qu'un intérêt faible voire nulle dans les cas des habitats anthropisés. Leur destruction ne devrait avoir qu'une incidence faible.

Des impacts indirects sont toutefois attendus sur la faune. La destruction directe d'habitats aura en effet pour conséquence une perte d'espaces favorables à la nidification de certaines espèces présentes sur la zone telles que la tourterelle malgache ou l'oiseau lunette gris.

Le recensement de la flore relève quant à lui la présence de deux fougères indigènes : *Adiantum rhizophorum* DSw et *Doryopteris pilosa*.

Adiantum rhizophorum DSw a été recensée sur plusieurs stations de la planèze concernée par le périmètre de la demande d'autorisation. Il s'agit d'une espèce complémentaire de ZNIEFF dont l'abondance lui donne une forte représentativité. *Doryopteris pilosa* a été recensée sur une station située dans l'emprise du projet. C'est une espèce déterminante ZNIEFF et inscrite sur la future liste des espèces protégées en cours d'élaboration.

En dehors de ces deux fougères, le site ne présente pas d'enjeu notoire. Des mesures seront donc prises pour limiter l'incidence du projet sur ces deux espèces indigènes.

7.7.1.2 En phase d'extraction

Outre l'impact direct lié à la destruction physique des plantes en phase d'aménagement, les envols de poussières et les circulations des engins génèrent des impacts indirects sur les habitats et sur la flore.

Les poussières produites par l'installation et le passage des camions risquent de réduire le rendement photosynthétique de la flore environnante par colmatage des stomates. Une attention particulière devra être portée aux cultures situées sous les vents dominants en provenance du site.

7.7.1.3 En phase de remise en état

Les mouvements de terres végétales lors de la mobilisation des stocks de terres pourraient avoir des effets indirects sur les habitats et la flore susceptible d'accroître la dissémination des espèces exotiques envahissantes déjà fortement présente sur le site.

Le principe de réaménagement du site comporte la mise en place d'une couche de terre arable de 50 centimètres environ d'épaisseur sur l'ensemble des surfaces exploitées. Il permettra ainsi la revégétalisation des terres. De plus, la configuration des terrains permettra aux agriculteurs, à l'issue de la remise en état de disposer d'espaces supplémentaires dédiés aux activités agricoles. Seront ainsi créés environ 9,5 ha de terres agricoles subhorizontales. Le projet créera également dans sa partie aval un nouvel espace naturel.

7.7.2 Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des effets sur la flore et les habitats

7.7.2.1 En phase d'aménagement et d'extraction

La mise en place de rampes d'aspersion sur les zones en extraction et au niveau des plateformes de tri et le passage d'une arroseuse sur les pistes limitera les envols de poussières en dehors de la carrière et donc le colmatage des stomates des végétaux présents dans le secteur d'étude, y compris les cultures. Les mesures de réduction des impacts liés aux émissions de poussières et leurs coûts sont détaillées au paragraphe 7.9.

Concernant la présence sur le site d'exploitation d'*Adiantum Rhizophorum* (espèce indigène remarquable mais non protégée) et de *Doryopteris pilosa* (espèce indigène inscrite sur la future liste des espèces protégées) localisée sur l'emprise du projet, il sera étudié la faisabilité de leur déplacement en dehors des zones de travaux (faisabilité technique de la transplantation et des facteurs de réussite/écueil).

ANALYSE DE LA FAISABILITE TECHNIQUE ET DES CONDITIONS DE REUSSITE DE LA TRANSPLANTATION ADIANTUM ET DORYOPTERIS : Principe général de l'opération

Il s'agit d'espèce sciaphile poussant sur des zones de rochers ou sur très peu de sol, il faut donc prévoir de prélever un peu du support lors d'une opération de transplantation et replanter les individus prélevés à l'ombre.

La population n'étant pas très nombreuse ni très dense, il est préférable de procéder à une récolte de l'ensemble des individus pour une mise en croissance/reproduction et replantation lors de la remise en état, cela augmenterait de manière significative les chances de survie et le nombre d'individus replantés in fine.

Un partenariat avec une pépinière est à prévoir (exemple : pépinière de l'Oasis ; pépinière Fournel, pépinière du Théâtre...).

Etape 1 : Analyse des stations inventoriées et compléments de terrain afin d'évaluer et marquer la population totale présente sur le site, de déterminer une proportion significative de ces stations à transplanter (au moins 50%) à la lumière des possibilités d'accès et de l'échelonnement des travaux d'exploitation à venir (en premier lieu, veiller à transplanter les stations qui seront touchées en premier).

Etape 2 : Etablir un calendrier de l'opération en laissant un délai minimum entre la collecte des individus sur les stations inventoriées et leur replantation sur un site extérieur ou sur une partie du site qui ne sera pas affectée par les travaux et l'exploitation (site à déterminer le cas échéant).

Etape 3 : Prélever l'ensemble des individus prévus (avec leur support) afin de les disposer en culture pour effectuer une mise en croissance / reproduction / multiplication des individus prélevés, et en vue d'une réallocation lors des opérations de remise en état du site en fin d'utilisation de la zone d'exploitation (réhabilitation).

Etape 4 : effectuer un suivi hebdomadaire de la reprise des individus sur le premier trimestre : arrosage, paillage, arrachage d'espèces invasives qui auraient repoussé sur le secteur transplanté. Puis poursuivre et alléger ce suivi (semestriel) sur 2 années minimum.

LUTTE CONTRE LES EEE : Principe général

Étape 1 : Les travaux de défrichage seront réalisés, dans la mesure du possible en dehors des périodes de montée en graine des principales EEE présentes sur le site. Un broyage éventuel à l'aide d'un godet cribleur-broyeur pourra être réalisé (permet de traiter les végétaux verts et des portions de sol en même temps).

Étape 2 : Compte tenu que le site et ses abords immédiats sont déjà fortement envahis par des espèces exogènes, le recouvrement des volumes coupés n'aura pas d'effet limitant cette invasion sur les milieux proches. Les résultats des broyages-criblages pourront donc être réutilisés sur le site pour les opérations de remblai et réhabilitation.

L'arrachage et/ou la coupe des repousses d'EEE sur les dépôts avant réutilisation est à prévoir au moins deux fois par an.

Étape 3 : Les déchets verts grossiers et non passés au broyeur-cribleur seront acheminés vers un centre de traitement adéquat.

La SCPR mettra également en place, dès le démarrage de ses activités sur le site, un contrat de culture avec un pépiniériste (meilleure garantie de repousse) afin de disposer d'un panel de plantes remarquables pour la révégétalisation du site. Pour cela, des graines d'espèces remarquables seront récoltées sur le secteur et mises en culture dans des échantillons de terre de la zone dans le but d'une acclimatation rapide des plantations dans leur milieu de destination finale.

Des mesures seront également prises pour limiter la dispersion d'espèces exotiques envahissantes (EEE). Le système de lavage des roues de camions installé sur la plateforme de tri permettra de réduire les transferts de terres chargées en semence vers l'extérieur du site.

Un suivi des replantations et transplantations éventuelles au cours de l'ensemble de la durée des travaux préparatoires et d'exploitation accompagnera les mesures d'évitement et de réductions décrites. Il comportera un suivi du succès de la reprise des plants et des besoins de remplacement, un suivi de la croissance, et un suivi sanitaire (mortalité ou dépérissement avec des symptômes visibles à l'œil nu : apparition de tâches sur les feuilles, nécrose, parasites...). La méthodologie de ce suivi est détaillée en annexe 3.

7.7.2.2 En phase de remise en état

Rappelons au préalable que l'ensemble des la remise en état fera l'objet d'une mission de maîtrise d'œuvre confié au groupement pluridisciplinaire ZONE UP / SAFER / BIOTOPE (Cf. annexe 3 pièce 4).

La stratégie végétale

La stratégie végétale repose sur la préservation des milieux d'intérêt (ravine), la création d'une armature végétale permettant une meilleure insertion du site et la valorisation des continuités écologiques dans une trame verte et bleue.

- *Sur les parois rocheuses*, la dynamique de reconquête végétale naturelle sera privilégiée ; les éboulis seront limités pour éviter le développement d'espèces envahissantes. Les effets de relief dans le rempart favorisent les « micro-stations », propices au développement d'une faune et une flore adaptés aux conditions difficiles.

- *Sur les collines et pentes douces*, l'alternance d'îlots boisés, et de clairières constitue une organisation favorable au développement de continuités écologiques et d'alternance de milieux.

En effet, le biotope formé par l'humus du couvert forestier, favorise la rétention d'eau dans le sol et le maintien d'une atmosphère rafraichissante favorable à certaines espèces. Les circulations naturelles d'eau sont ainsi améliorées tout en participant à la richesse du milieu.

Les boisements disposés en larges bandes formeront des îlots sources composés d'espèces endémiques qui pourront, par un semis naturel, coloniser les espaces sur le site.

- *Sur les prairies*, le couvert sera réalisé à partir de banque de graines issue du site. La terre végétale sera stockée avant travaux puis ensuite étalée sur les zones de prairies notamment. (Hétéropogon...). Un engazonnement hydraulique à partir de la banque de graines existante et composée de graminées adaptées au site sera réalisé.

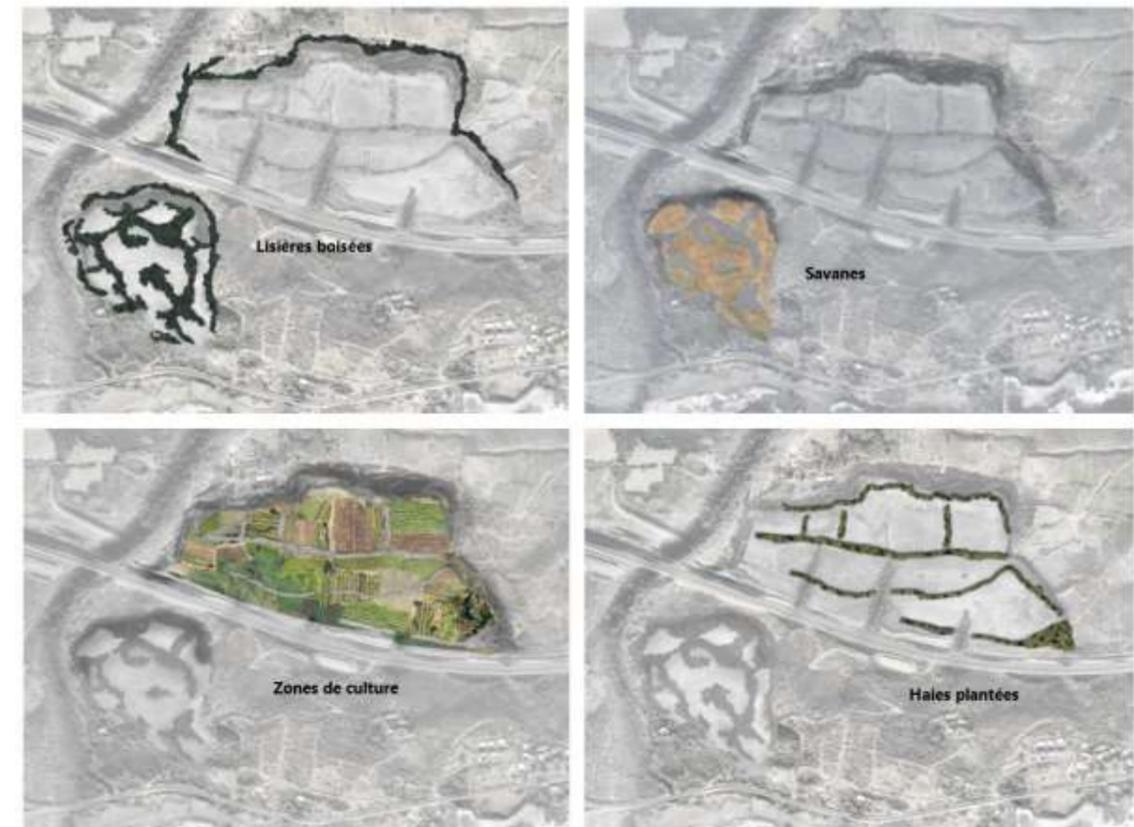
- *Les haies des parcelles agricoles* : elles seront constituées de différentes strates arborées. Elles offriront un milieu favorable au développement d'une micro-faune propice aux cultures, notamment pour des cultures respectueuses du milieu. Elles pourront comprendre un mélange de fruitiers et d'essences endémiques.

- *Les cultures* : diversité végétale liée aux modes culturels mis en œuvre par les agriculteurs. La remise en état des terres sera encadrée par un partenariat avec la SAFER.

- Un aménagement végétal sera également créé dans les secteurs des ouvrages hydrauliques de la route des Tamarins pour favoriser la création de continuités écologiques entre l'amont et l'aval vis-à-vis de cette barrière physique.

Le projet propose de développer plusieurs typologies végétales :

- Des lisières boisées placées en articulation avec les zones naturelles (ravine, massifs existants...)
- Des espaces ouverts formés de savane
- Des haies plantées, formant la trame accompagnant le parcellaire agricole
- Les zones de culture possibles



Les principes de plantation

Pour les nouveaux espaces naturels, il sera employé la technique du préverdissement. Ce principe de plantation permet à partir de techniques sylvicoles de plantation de jeunes plants forestiers de créer sur plusieurs années un cadre arboré transformant un site pour des usages non connu au moment de la plantation

Pour faciliter le développement de ce boisement en milieu aride et exposé, une stratégie en deux temps peut être mise en place :

- Installation d'un couvert arboré rapide les 2 premières années : plantation d'espèces pionnières endémiques et exotiques rustiques, (benjoin, bois noir, latanier rouge...) permettant de créer un ombrage pour les plantes endémiques se développant principalement sous couvert.
- la diversification végétale à partir de plants endémiques dans un second temps lorsque le premier couvert végétal ombrageant est installé : plantes issues de la forêt semixérophile

Des techniques de boisement seront adoptées pour accompagner le développement du végétal :

- Jeunes plants de 40/60 dans des godets antichignon de 1.5 l
- Fosses de plantation réduite avec un mélange de sol en place et d'apports (compost)
- Protection des pieds de plant par mulch, de protection (présentant l'avantage de pouvoir stocker l'eau et protéger les plants contre le développement d'adventice)

L'irrigation

L'eau d'irrigation provenant du réseau SAPHIR est disponible sur la partie agricole et le réseau existe également sur la partie naturelle.

Sur l'espace à vocation naturelle, site aride et exposé au littoral, un panel végétal issu de la forêt semi-xérophile est proposé. La végétalisation sur un milieu artificiel remodelé impose du temps pour la création de sol, le stockage de l'eau et le développement de la végétation. Cela nécessite de disposer d'eau pendant les premières années de plantation.

La démarche, proposée s'appuie sur une mise à disposition d'eau pendant une période de 2 à 3 ans et ce, pendant quelques mois dans l'année de façon à optimiser la réussite des plantations. Progressivement, à partir de la 2ème année de plantation, les apports en eau seront réduits pour permettre une adaptation de la plante à son milieu.

Le nivellement de surface du relief du site accompagnera les principes de récupération d'eau pour former un réseau d'irrigation naturelle complémentaire.

Les prairies ont besoin de peu d'eau.

Sur l'espace agricole, les haies bordant les parcelles pourront bénéficier de l'eau de l'irrigation de la parcelle.

Gestion - entretien

Sur l'espace à vocation naturelle, une gestion légère est proposée et sera adaptée en fonction de son usage. Les principes de gestion différenciée pourront être appliqués pour définir des zones d'entretien plus soigné (accueil, entrée) et des zones de développement plus naturel où des biotopes pourront se constituer.

Une veille particulière sera portée sur la stratégie de lutte contre les espèces exotiques envahissantes qui menacent en particulier les espaces ouverts de savane. Pour cela, un dégagement régulier des espèces exotiques présentes autour des individus plantés sera réalisé. Une sélection d'espèces indigènes pionnières et résistantes, plantés en à très forte densité, permettra de lutter efficacement contre les EEE.

La gestion et l'entretien de l'espace naturel recréé sera assuré pendant une durée de 2 ans. Un suivi de la dynamique végétale sera effectuée jusqu'à 5 ans après la remise en état (années 1,3,5).

Sur les zones agricoles, l'entretien des haies ou boisements en lisière sera réalisé l'exploitant agricole. Les conditions d'entretien seront définies dans la charte régissant l'utilisation des espaces.

Liste de plantes de milieu boisé

La liste qui suit est issue du DAUPI, espèces indigènes conseillées des zones de classes 1 et 2.

Elle correspond à une première approche qui devra être affinée. Elle sera complétée avec les espèces remarquables recensées sur le site lors de l'état initial. SCPR veillera notamment à la mise en place de plants d'*Adiantum rhizophorum Sw.* et *Doryopteris pilosa*, fougères indigènes remarquables présentes sur le site d'emprise du projet.

Espèces conseillées pour la zone 1 :

Type Biologique	NOM BOTANIQUE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE
A	<i>Cassine orientalis</i> (Jacq.) Kuntze	Celastraceae	Bois rouge
a	<i>Clerodendrum heterophyllum</i> (Poir.) R. Br.	Lamiaceae	Bois de chenilles
A	<i>Coptosperma borbonica</i> (Hend. et A.A. Hend.) De Block	Rubiaceae	Bois de pintade
a	<i>Dombeya acutangula</i> Cav.	Malvaceae	Mahot tantan
a	<i>Dombeya populnea</i> (Cav.) Baker	Malvaceae	Bois de senteur bleu
A	<i>Doratoxylon apetalum</i> (Poir.) Radlk. var. <i>apetalum</i>	Sapindaceae	Bois de gaulette
A	<i>Erythroxyllum hypericifolium</i> Lam.	Erythroxyllaceae	Bois d'huile
a	<i>Fernelia buxifolia</i> Lam.	Rubiaceae	Bois de balai
A	<i>Foetidia mauritiana</i> Lam.	Lecythidaceae	Bois puant
A	<i>Gastonia cutispongia</i> Lam.	Araliaceae	Bois d'éponge
a	<i>Heliotropium foertherianum</i> Diane et Hilger	Boraginaceae	Veloutier
a	<i>Hibiscus boryanus</i> DC.	Malvaceae	Foulsapate marron
a	<i>Hibiscus columnaris</i> Cav.	Malvaceae	Mahot rempart
H	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Convolvulaceae	Patate à Durand
A	<i>Latania lontaroides</i> (Gaertn.) H.E. Moore	Arecaceae	Latanier rouge
H	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	Oleandraceae	Fougère rivière
A	<i>Obetia ficifolia</i> (Poir.) Gaudich.	Urticaceae	Bois d'ortie
A	<i>Pandanus sylvestris</i> Bory	Pandanaceae	Petit vacoua
H	<i>Phymatosorus scolopendria</i> (Burm. f.) Pic. Serm.	Polypodiaceae	Patte de lézard
A	<i>Poupartia borbonica</i> J.F. Gmel.	Anacardiaceae	Bois blanc rouge
A	<i>Ruizia cordata</i> Cav.	Malvaceae	Bois de senteur blanc
A	<i>Terminalia bentzoë</i> (L.) L. f.	Combretaceae	Benjoin
a	<i>Thespesia populnea</i> (L.) Sol. ex Corrêa	Malvaceae	Porché

Espèces conseillées pour la zone 2 :

Type Biologique	NOM BOTANIQUE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE
A	<i>Agarista salicifolia</i> (Comm. Ex Lam) G. Don.	Ericaceae	Bois de rempart
a/A	<i>Aphloia theiformis</i> (Vahl) Benn.	Aphloiaceae	Change-écorce
a	<i>Carissa spinarum</i> L.	Apocynaceae	Bois amer
A	<i>Cassine orientalis</i> (Jacq.) Kuntze	Celastraceae	Bois rouge
a	<i>Chassalia corallioides</i> (Cordem.) Verdc.	Rubiaceae	Bois de corail
a	<i>Clerodendrum heterophyllum</i> (Poir.) R. Br.	Lamiaceae	Bois de chenilles
a	<i>Coffea mauritiana</i> Lam.	Rubiaceae	Café marron
A	<i>Coptosperma borbonica</i> (Hend. et A.A. Hend.) De Block	Rubiaceae	Bois de pintade
a	<i>Croton mauritianus</i> Lam.	Euphorbiaceae	Ti bois de senteur
A	<i>Dictyosperma album</i> (Bory) H. Wendl. et Drude ex Scheff.	Arecaceae	Palmiste blanc
H	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	Sapindaceae	Bois d'arnette
a	<i>Dombeya acutangula</i> Cav.	Malvaceae	Mahot tantan
a	<i>Dombeya populnea</i> (Cav.) Baker	Malvaceae	Bois de senteur bleu
A	<i>Doratoxylon apetalum</i> (Poir.) Radlk. var. <i>apetalum</i>	Sapindaceae	Bois de gaulette
a	<i>Dracaena reflexa</i> Lam.	Ruscaceae	Bois de chandelle
	<i>Erythroxyllum hypericifolium</i> Lam.	Erythroxyllaceae	Bois d'huile
a/A	<i>Eugenia buxifolia</i> Lam.	Myrtaceae	Bois de nèfles à petites feuilles
a	<i>Fernelia buxifolia</i> Lam.	Rubiaceae	Bois de balai
A	<i>Ficus densifolia</i> Miq.	Moraceae	Affouche
A	<i>Ficus lateriflora</i> Vahl	Moraceae	Figuier blanc
A	<i>Ficus mauritiana</i> Lam.	Moraceae	Figue marron
A	<i>Ficus reflexa</i> Thunb.	Moraceae	Ti l'affouche
A	<i>Foetidia mauritiana</i> Lam.	Lecythidaceae	Bois puant
A	<i>Gastonia cutispongia</i> Lam.	Araliaceae	Bois d'éponge
A	<i>Grangeria borbonica</i> Lam.	Chrysobalanaceae	Bois de punaise
a	<i>Heliotropium foertherianum</i> Diane et Hilger	Boraginaceae	Veloutier
A	<i>Hernandia mascarenensis</i> (Meisn.) Kubitzki	Hernandiaceae	Bois blanc
a	<i>Hibiscus boryanus</i> DC.	Malvaceae	Foulsapate marron
a	<i>Hibiscus columnaris</i> Cav.	Malvaceae	Mahot rempart
A	<i>Indigofera ammoxylum</i> (DC.) Polhill	Fabaceae	Bois de sable
A	<i>Latania lontaroides</i> (Gaertn.) H.E. Moore	Arecaceae	Latanier rouge
a	<i>Leea guineensis</i> G. Don	Vitaceae	Bois de sureau
A	<i>Mimusops balata</i> (Aubl.) C.F. Gaertn.	Sapotaceae	Grand natte
A	<i>Molinaea alternifolia</i> Willd.	Sapindaceae	Tan Georges
a	<i>Myonima obovata</i> Lam.	Rubiaceae	Prune
H	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	Oleandraceae	Fougère rivière
A	<i>Obetia ficifolia</i> (Poir.) Gaudich.	Urticaceae	Bois d'ortie
A	<i>Ochrosia borbonica</i> J.F. Gmel.	Apocynaceae	Bois jaune
A	<i>Pandanus sylvestris</i> Bory	Pandanaceae	Petit vacoua
H	<i>Phymatosorus scolopendria</i> (Burm. f.) Pic. Serm.	Polypodiaceae	Patte de lézard
A	<i>Pleurostylie pachyphloea</i> Tul.	Celastraceae	Bois d'olive grosse peau
A	<i>Poupartia borbonica</i> J.F. Gmel.	Anacardiaceae	Bois blanc rouge
a	<i>Pouzolzia laevigata</i> (Poir.) Gaudich.	Urticaceae	Bois de fièvre
A	<i>Ruizia cordata</i> Cav.	Malvaceae	Bois de senteur blanc
A	<i>Securinea durissima</i> J.F. Gmel.	Phyllanthaceae	Bois dur
a	<i>Stoebe passerinoides</i> (Lam.) Willd.	Asteraceae	Branle blanc
A	<i>Terminalia bentzoë</i> (L.) L. f.	Combretaceae	Benjoin
a	<i>Thespesia populnea</i> (L.) Sol. ex Corrêa	Malvaceae	Porché
a	<i>Turraea ovata</i> (Cav.) Harms	Meliaceae	Petit quivi
a	<i>Turraea thouarsiana</i> (Baill.) Cavaco et Keraudren	Meliaceae	Bois de quivi

7.7.3 Caractérisation des effets du projet sur la faune terrestre

Les enjeux mis en évidence dans l'expertise du cabinet BIOTOPE sur le projet de carrière de la Ravine du Trou concernent avant tout :

- les chiroptères (enjeu fort) : quatre gîtes de Petit Molosse (*Mormopterus francoismoutoui*) sont confirmées à proximité du site :
 - 1 gîte dans la Ravine des Avirons
 - 2 gîtes dans la Ravine du Trou
 - 1 gîte sous un ouvrage hydraulique.

Les ravines des Avirons et du Trou fournissent à ce taxon un territoire privilégié pour l'alimentation.

- le Phaéton à bec jaune qui nidifie dans les ravines.

7.7.3.1 En phase d'aménagement et d'exploitation

Le défrichage et le décapage des parcelles, l'occupation de la zone de stockage d'une part et la mise en exploitation et l'extension progressive de la carrière d'autre part auront une incidence importante sur la faune.

Ils provoqueront une fuite graduelle de la faune vers les milieux environnants sous l'effet de plusieurs facteurs :

- La destruction des habitats à l'origine de la perte des sites de gîte, de nichées et de la réduction des zones de nourrissage
- Les émissions sonores provoquant une fuite temporaire (uniquement pendant la phase d'exploitation) de la faune vers des milieux calmes.
- La pollution lumineuse perturbant principalement les juvéniles de l'avifaune.

Concernant plus spécifiquement l'avifaune, la perte de leur habitat et de leur site de nourrissage pourrait conduire à une diminution temporaire du nombre d'individus présents dans le secteur. L'Oiseau-lunette gris et la Tourterelle malgache nichent en effet sur le site. Toutefois, la zone ne constitue pas le territoire unique de gîte et de nourrissage de la majorité des oiseaux recensés et les ravines à proximité peuvent constituer des zones refuges adéquates. Les habitats identifiés sur le site sont en effet présents sur plusieurs autres secteurs dans le périmètre d'influence général du projet.

Les impacts liés aux émissions sonores porteront également sur l'avifaune nichant dans les ravines voisines. Une fuite de ces oiseaux nicheurs est également envisageable en raison de la gêne sonore occasionnée par l'exploitation de la carrière.

Le dernier point susceptible de générer des effets négatifs sur l'avifaune concerne l'éclairage de la zone de travaux, sachant que les oiseaux marins *Procellariidae* (puffins et pétrels), et tout particulièrement les jeunes à l'envol, sont attirés et désorientés par les lumières artificielles, ce qui crée des cas d'échouage et peut avoir des conséquences sur la conservation de ces espèces patrimoniales et protégées.

Des mesures de réduction seront prises en ce sens pour réduire les émissions lumineuses et tout particulièrement dans les périodes les plus sensibles. Les horaires de fonctionnement de ces éclairages et des activités d'extraction seront également adaptés.

Les *chauves-souris*, essentiellement insectivores, pourront aussi être impactées temporairement par les opérations de la carrière lors de la phase de chantier et d'extraction :

- le défrichage et le décapage s'accompagneront d'une baisse de la quantité d'insectes présents sur le site et entrant dans le régime alimentaire des chiroptères. Néanmoins, la zone du projet ne constitue pas la seule zone de nourrissage de ce taxon.
- Le gîte de Petit Molosse présente au niveau d'un ouvrage hydraulique (dans les interstices des parements en façade) sous la route des Tamarins (PIOH 295) et concerné par le passage des poids lourds pourra être dérangé. Ce dérangement reste toutefois difficile à quantifier. Il est rappelé pour mémoire qu'une colonie de Petit Molosse gîte sous le pont de la Rivière des Galets où le trafic est sans commune mesure avec celui attendu pour le transport des matériaux sur la carrière.

Par ailleurs la dynamique du Petit Molosse, avec une colonisation rapide des possibilités de gîtes qui lui sont offerts, notamment dans les anfractuosités des ravines voisins (remparts des versants...), et une bonne population locale, montre que l'exploitation de la carrière durant ses 4 années de fonctionnement ne devrait que modérément impacter ce taxon.

Principe général de l'opération :

Ce type de mesure reste encore expérimental dans la mesure où les facteurs écologiques, météorologiques ou autres qui président à la sélection par les chiroptères sont mal connus. Néanmoins, quelques grands principes sont à garder à l'esprit : la réussite de ce type d'opération se mesure à l'échelle de plusieurs années (peu ou pas d'occupation par exemple la première année) ; l'occupation temporaire et ponctuelle de gîtes même naturels est assez fréquente pour ce groupe d'espèces ; ces opérations servent de pilotes et viennent compléter les retours d'expérience précédents.

Etape 1 : Déterminer les sites sur lesquels les gîtes artificiels pourront être posés : types de gîtes (bois, bois béton, sur arbres ou sur des arrêtes rocheuses, sur mât...) et nombre (5-6). Prévoir des gîtes de taille différentes (mixer les gîtes faits pour quelques individus et ceux pour quelques centaines d'individus). Disposer en dehors des zones de fort ensoleillement pour éviter les trop fortes températures à l'intérieur. Il reste préférable de ne pas installer des gîtes trop loin des sites occupés actuellement. Trois secteurs sont à favoriser dont deux naturels : Ravine du Trou et Ravine des Avirons. Les ponts peuvent aussi servir de support pour ces gîtes s'ils possèdent une hauteur suffisante par rapport à la circulation automobile.

Etape 2 : Faire réaliser ou acquérir les gîtes adéquats et les disposer selon l'étape 1.

Etape 3 : Effectuer un suivi de l'occupation des gîtes par un passage mensuel (ou tous les 2 mois) pour les deux premières années et à la fin de la période d'occupation (1 estivale, 1 hivernale) pour les années suivantes (pendant la durée des travaux et de l'exploitation). Noter l'occupation effective ou non, les espèces et une estimation du nombre d'individus. Des pièges photographiques ou caméras infrarouge peuvent d'ailleurs être utilisés pour faciliter les contrôles.

De la même manière effectuer un suivi de l'activité acoustique des chiroptères sur le site avant et pendant les travaux / exploitation pour vérifier l'absence de modification de comportement en chasse ou de gîtes. Utiliser des SM2 tous les mois (ou tous les deux mois sur les 2 premières années, puis en période favorable uniquement les années suivantes pour vérifier l'existence de variations éventuelles).

Effectuer un suivi de l'occupation des cavités par une recherche régulière des gîtes naturels et un contrôle des gîtes déjà recensés. Dans l'étude préalable.

Etape 4 : effectuer un suivi de la dispersion des vibrations sur les zones de falaise lors des phases de déflagration (sismomètre à placer sur les zones rocheuses ou dans des fissures pour obtenir une « image » de la dispersion des ondes en différents points des ravines. Une modélisation à partir des relevés serait optimale.

Il est rappelé que les gîtes identifiés dans la zone d'étude ne sont pas localisés sur l'emprise du projet. Les opérations d'aménagement et d'exploitation de la carrière ne seront pas à l'origine de la destruction d'individus de cette espèce protégée. Elles pourront néanmoins provoquer un dérangement de la population de chiroptères.

Les effets bruts prévisibles du projet ne seront donc pas de nature à contribuer à la destruction des individus appartenant à ce groupe d'espèces. Seuls des dérangements potentiels à l'intérieur des gîtes restent possibles et les mesures de réduction et d'accompagnement prévues permettront d'atteindre un niveau de dérangement minimal.

Il convient de prendre en compte ici le fait qu'il n'y ait pas de colonie majeure pour les chiroptères et que l'un des gîtes exposés correspond à un gîte de repos diurne. Enfin, le phasage des travaux d'extraction devrait permettre de voir se développer un effet d'habitation ou un report vers des gîtes de substitution, lors du démarrage des travaux sur les zones les plus sensibles.

Les effets résiduels du projet sur la population de la zone resteront donc faibles. Aussi, selon le bureau d'étude BIOTOPE, le recours à une demande de dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces protégées n'apparaît pas nécessaire.

Concernant les **invertébrés**, un seul individu d'espèce protégée a été observé en transit (Le Vanesse de Bourbon). Sa représentativité sur la zone apparaît donc comme proche de nulle, la plante hôte n'ayant pas été recensé (pas de reproduction). Sa destruction ou son dérangement apparaît comme peu probable. L'impact du projet sur cette espèce est donc négligeable.

Enfin, la présence probable du **caméléon** dans les fourrés lors du défrichement pourrait entraîner une destruction d'individus. Des mesures de réduction de cet impact seront donc prises.

7.7.3.2 En phase de remise en état

En phase de remise en état, la réhabilitation progressive des zones exploitées permettra de compenser l'incidence du projet sur la faune.

7.7.4 Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des effets sur la faune

■ La remise en état prévoit la création de nouveaux chemins d'exploitation, et la plantation d'arbres et d'arbustes en bordure de ceux-ci. Ces aménagements créeront de nouveaux habitats pour une faune variée.

■ Dès le démarrage de l'exploitation et dans le délai précédant l'arrivée des engins et le début des travaux, SCPR réalisera, avec l'appui de spécialistes des chiroptères, des gîtes artificiels sur les zones excentrées des zones de nuisance de la carrière en cas de perturbation et de déplacement des individus vers un nouveau gîte. Le choix des secteurs d'implantation sera arrêté par l'expert chiroptère après une analyse fine du comportement des individus du site.

Ces abris à chauves-souris pourront aussi consister en la création de cavités dans un talus non cultivable ou l'empilement de cadre béton préfabriqués pour former une cavité. Les parois de cette cavité pourront être constituées en moellons, matériaux naturels qui faciliteront l'installation d'une colonie. Des ouvertures en forme de fente seront installées sur la façade du talus pour permettre l'accès à cette installation. La forme des ouvertures ainsi qu'une implantation suffisamment en hauteur permettront d'empêcher toute intrusion de prédateurs (chats) dans ces sites artificiels qui pourraient même être utilisés à des fins de reproduction.

La création de ces gîtes artificiels s'inspirera également des travaux développés dans le cadre du programme *Life + Chiro Med 2010-2014* et notamment le guide technique n°3 : «Aménagement de gîtes favorables à la reproduction».

La disposition de ces gîtes avant le démarrage des travaux et dans l'optique du respect du principe de précaution permet de maintenir des possibilités d'habitat nombreuses et favorables, sans intervenir directement sur les individus du gîte (déplacement) et ce, dans la mesure où les facteurs de réussite d'opérations de translocation pour ces espèces réunionnaises, mais aussi pour les chiroptères en général, sont très mal connus et semblent très aléatoires.

Un schéma de principe de cet aménagement est présenté ci-dessous. Pour information, il existe également une page internet présentant un aménagement similaire sur une carrière en Lorraine

http://www.youtube.com/watch?v=wM3uKhHD6_4 et qui apporte une idée plus précise des potentialités d'un tel aménagement.

Pour accompagner ce dispositif, un suivi de colonisation de ces gîtes sera réalisé à intervalle régulier. Elles auront pour objectif de déterminer l'efficacité et la portée de la mesure proposée.

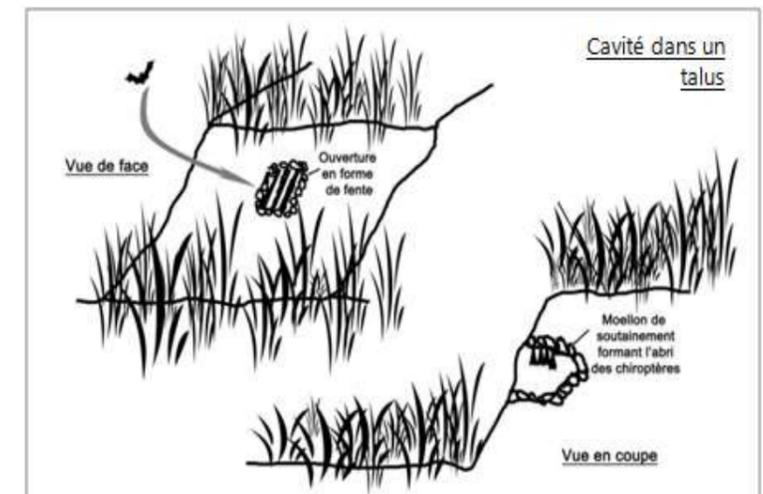


Planche 126 : Schémas de principe d'abris à chauves-souris

Une phase de mesure des vibrations et de détection des effets négatifs éventuels dans les gîtes de chiroptères sera mise en œuvre à chaque période de test et de calcul des charges adaptées : un sismographe sera disposé à proximité pour vérifier l'intensité de vibrations transmises et un suivi par caméra (ou burrowscope) doublé d'un système acoustique permettra de détecter les éventuels dérangements générés sur les individus. Les données bibliographiques connues font état de l'absence de dérangement jusqu'à un niveau de vibrations de 14mm/sec. L'adaptation des charges et l'utilisation de détonateurs électroniques à microretards pour aboutir à un seuil de non dérangement sera recherché dans le cas présent.

Un suivi des chiroptères accompagnera également ces mesures de réduction pour vérifier de manière régulière que les effets des travaux et de l'exploitation demeurent à un niveau acceptable pour les chauves-souris, ainsi que pour servir de retour d'expérience sur ce groupe d'espèces peu connu à La Réunion et dont les effets des divers travaux de toute nature sur les populations sont quasi inconnus : suivi de l'occupation des gîtes identifiés et des gîtes de substitution installés, suivi de l'intensité de l'activité acoustique sur la planèze, suivi et contrôle des vibrations et des effets en cours d'exploitation. La méthodologie des suivis est détaillée en annexe 3 - pièce 7 et 9 (proposition BIOTOPE pour le suivi et engagement de la société SCPR).

■ - Un calendrier sera mis en place pour les travaux de défrichage. Celui-ci se déroulera en période d'hiver austral. Il sera précédé d'une visite de terrain par un expert ornithologue dans le but de baliser les nids actifs restants sur le site. Le défrichage sera alors reporté jusqu'à l'envol des juvéniles. Le défrichage en période hivernale correspond également la période la moins dommageable aux reptiles (caméléon). Les déchets verts produits lors de cette opération seront maintenus sur place sur 3 ou 4 jours pour permettre la fuite de la faune abritée dans les végétaux mis en attente de traitement.

■ De manière à diminuer les risques d'échouage des Pétrels et des Puffins, sensibles aux lumières artificielles, les mesures prises par SCPR seront les suivantes :

- Les activités de nuit ne concerneront que l'activité de maintenance qui se déroulera essentiellement au niveau des ateliers (les zones d'extraction ne seront pas éclairées). Les ateliers seront des espaces couverts, ne créant ainsi aucune émission lumineuse vers le haut.

En cas de contraintes d'éclairage nouvelles pouvant survenir au cours des phases d'exploitation, les mesures techniques préconisées de manière générale à La Réunion seront étudiées : type d'éclairage au sodium, orientation de la lumière vers le sol avec couverture de la lampe si nécessaire, adaptation de la puissance à la stricte nécessité, préférence de balisage lumineux pour les portions de pistes « sensibles », programmeurs ou détecteurs de passage couplés...

- Les contraintes d'exploitation respecteront également le calendrier d'interdiction d'éclairage pendant les périodes d'échouages massifs, établi par la SEOR pour le chantier de la nouvelle route du littoral et les résultats des suivis radars de l'avifaune marine de BIOTOPE. Ainsi :
 - lors des périodes de forte sensibilité comprises entre le mois de décembre et mars (correspondant à la période sensible pour les Puffins de Baillon), tout éclairage autre que ceux faisant l'objet d'une couverture ou ceux des engins seront stoppés à 18h30 ;
 - Lors des périodes de forte sensibilité comprises entre avril et mi-mai (correspondant à la période sensible pour les Pétrels de Barau), tout éclairage autre que ceux faisant l'objet d'une couverture ou ceux des engins seront stoppés à 18h00 ;

Calendrier prévisionnel des coupures des éclairages entre 2012 et 2017

	2012		2013		2014		2015		2016	
	Période	nb jours								
Janvier			du 07 au 17	11	du 04 au 14	11	du 17 au 27	11	du 07 au 17	11
Février			du 08 au 18	11	du 01 au 11	11	du 06 au 16	11	du 08 au 18	11
Mars			du 06 au 11	6	du 05 au 10	6	du 12 au 17	6	du 06 au 11	6
Avril			du 11 au 21	11	du 20 au 30	11	du 16 au 26	11	du 11 au 21	11
Décembre	du 09 au 19	11	du 21 au 31	11	du 21 au 31	11	du 13 au 23	11	du 21 au 31	11
TOTAL		11		50		50		50		50

Planche 127 : Calendrier prévisionnel des coupures d'éclairage prévu sur le chantier de la NRL

De cette manière, la production peut se poursuivre jusqu'à 19h00, sous certaines conditions, et sans causer d'impact significatif à l'avifaune.

Une vérification par un ornithologue de la conformité des installations éclairées lors de la mise en place des installations de chantier est également prévue.

Bien que le secteur de la ravine du trou n'est pas comparable aux couloirs de déplacements de la rivière des galets ou la rivière St Étienne, le respect de ces périodes d'extinction permettra de contribuer à la réduction du nombre d'oiseaux échoués à cause de la pollution lumineuse. Cette réduction est estimée à 40% à l'échelle du département.

- Mise en place d'un éclairage spécifique (absence d'UV dans le spectre lumineux) orienté vers le sol

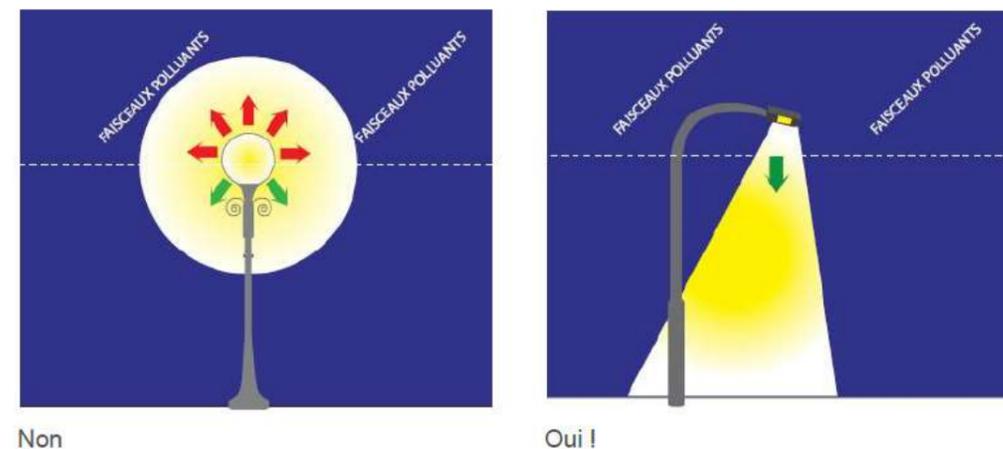


Planche 128 : Schéma de principe des éclairages extérieurs à mettre en place

■ Enfin, pour compenser les perturbations créées sur les nichées dans les ravines, des aménagements spécifiques (réalisation de pré-trou) seront créés dans les fronts de taille offrant aux espèces nichant dans les falaises (Paille-en-queue notamment mais aussi Petit Molosse) des nouvelles alternatives aux gîtes existants, une fois l'exploitation achevée. La pose de nichoirs artificiels en continuité de ceux existants sur la route du littoral (pour le Paille en queue) dont l'occupation au bout de quelques années est avérée pourra aussi être réalisée.

La préparation de ces trous interviendra en période d'exploitation (au moment de la création des fronts)

Pour accompagner cette mesure, un suivi sera réalisé par un écologue pendant la remise en état ainsi qu'en phase post-remise en état soit au bout de 1 an, 3 ans et 5 ans. Les résultats de ces suivis seront corrélés aux relevés réalisés lors de l'état initial.

7.7.5 Caractérisation des effets du projet sur le milieu marin

7.7.5.1 Effets des sur la qualité des eaux marines

Le bureau d'études HYDRETUDES a réalisé l'ensemble de l'étude hydraulique et d'assainissement de la carrière. Les modélisations réalisées ont permis de vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble des dispositifs. Ainsi, les 2 bassins de décantation mis en place en début de projet permettent de collecter et stocker sans rejet, un volume deux fois supérieur à la pluie décennale horaire. Ainsi, en dehors des événements exceptionnels il n'est attendu aucun rejet provenant des dispositifs d'assainissement, ou des eaux pluviales durant les 40 000 heures correspondant à la période d'extraction.

Par ailleurs, la SCPR a sollicité ANTEA pour une étude hydrogéologique et analyser l'incidence de la carrière sur les eaux souterraines. Compte tenu des dispositifs pris par la SCPR dans le cadre de sa conduite d'exploitation, l'incidence d'une pollution accidentelle liée à un déversement est faible, de même que l'incidence des pollutions chroniques éventuelles (gestion des eaux usées), et celles liées à la gestion des eaux pluviales (MES et résidus d'explosifs).

Ainsi en conditions normales et sur une durée d'1h dans le cadre d'une pluie décennale, il n'est donc attendu aucun rejet direct d'eaux pluviales vers le milieu naturel par écoulement de surface, et à fortiori vers le milieu marin. Les eaux usées seront collectées dans des systèmes de traitement autonomes. Des écoulements souterrains sont susceptibles de drainer une partie des eaux des bassins de décantation vers le milieu marin. Compte tenu du rôle filtrant du sous-sol, il peut être considéré qu'aucun volume significatif de MES issu de la carrière ne serait évacué en mer selon un processus souterrain.

Dans le cas d'un événement pluviométrique exceptionnel, la surverse des bassins de décantation se ferait en direction du talweg existant (dans l'alignement du passage inférieur sous la route des tamarins). Les écoulements de surface et souterrains sont à envisager, simultanément. Ils sont susceptibles de drainer en mer des MES (écoulements de surface) et des polluants d'exploitation (MES, hydrocarbures, résidus d'explosifs).

Toutefois, l'expertise du Cabinet PARETO sur le projet souligne qu'au regard des facteurs contextuels, les concentrations et volumes d'intrants potentiels en mer par les écoulements de surface (MES et polluants) apparaissent globalement peu significatifs par rapport au bruit de fond et des volumes de dilution considérés. En effet, hors période de « chaos environnemental » (cyclone), où il est impossible de distinguer les impacts liés à un projet et les impacts plus globaux (crues, houle, ...), les valeurs mesurées en mer dans des conditions de dispersion/dilution très favorables, seraient minimales.

Pour les écoulements souterrains, en absence de données précises il est difficile d'évaluer les processus et volumes à considérer. Par ailleurs, bien que ces derniers soient avérés au niveau de la ravine des Avirons, ils n'ont pas été mis en évidence au niveau de la ravine du Trou. Il faut cependant considérer qu'un bruit de fond naturel existe sur toute la frange littorale (teneurs en silicate supérieures par rapport au large), sans pouvoir distinguer d'éventuelles percolations de la ravine du Trou (et donc de polluants). Les impacts associés sont donc difficilement dissociables, y compris en période de crues où les phénomènes d'écoulement sont exacerbés.

Enfin l'analyse des incidences des tirs de mines sur la ressource souterraine réalisée par le bureau d'études ANTEA montre que les résidus détectables ne sont pas de nature et d'importance à avoir un impact significatif.

7.7.5.2 Effets des tirs de mines sur le peuplement marin

Les impacts potentiels sur les peuplements marins sont en lien avec la gestion des EP et les nuisances sonores attendues de la carrière.

Concernant les effets des eaux pluviales

En cas d'événement météorologique exceptionnel amenant à une surverse des bassins de décantation vers la ravine du Trou, l'expertise du cabinet PARETO a permis de conclure à un risque très modéré d'impact sur les peuplements coralliens. Ces derniers apparaissent naturellement adaptés au bruit de fond existant (percolations souterraines), tant du point de vue de leurs caractéristiques, que de leur aire de répartition.

Concernant les effets des tirs de mines

Le bruit et les ondes générées par les explosions des tirs de mines se propagent naturellement dans le sous-sol et vers le milieu marin. Il n'existe à ce jour aucune donnée exploitable sur cette thématique sur le secteur d'étude.

Aussi, afin de disposer de données de référence exploitables, la SCPR a missionné BIOTOPE/QUIET OCEAN pour la réalisation d'une étude acoustique et des incidences des pollutions sonores dans le cadre de 2 tirs de mines au droit de la carrière de Koungou, à Mayotte (2015). Cette étude, disponible en annexe 12, a mis en évidence en mer, à 850m au droit du point d'explosion :

- des seuils acoustiques inférieurs à ceux définis par la NOAA ou la FEA pour le SPL et le SEL (respectivement 165,9-167, et 154,5-156,1),
- une augmentation de 55 dB par rapport au bruit ambiant, pendant une durée de 8 secondes alors que les tirs ne duraient qu'environ 1 seconde.

En phase d'exploitation, l'étude a donc démontré que les tirs de mines avaient une incidence sonore sur le milieu naturel, avec une propagation vers le milieu marin.

Bien que ces résultats soient dépendants des conditions propres à chaque site (géomorphologie, bruit ambiant, agitation, ...), on constate dans cette étude que les niveaux perçus par les différentes espèces de cétacés (quelle que soit leur catégorie acoustique : basses, moyennes ou hautes fréquences) ne dépassent pas les seuils connus.

Ces résultats portent à croire qu'il n'existe aucun risque de dommage physique direct (temporaire ou permanent) pour l'ensemble des espèces présentes sur le secteur à Mayotte. Il existe en revanche un risque de modification de comportement pour les espèces « hautes fréquences » (dauphins).

A défaut d'étude équivalente à la Réunion, et à fortiori sur le secteur littoral de la Ravine du Trou, ces résultats peuvent servir de référentiel dans le cadre du projet.

Le seuil acoustique retenu en première approche en mer, à 850m au droit de la zone de tir est de l'ordre de 160 à 170 dB. Ce résultat ayant été obtenu par extrapolation sur une carrière à Mayotte, il sera consolidé par des mesures acoustiques in situ lors des premiers tirs sur la carrière de la Ravine du Trou.

7.7.6 Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des effets sur le milieu marin

Concernant la gestion des EP, SCPR a prévu de mettre en oeuvre un certain nombre de mesures et d'aménagement visant à réduire les écoulements vers le milieu naturel :

- Aménagement de deux bassins de décantation en aval des zones d'extraction, d'une capacité de stockage correspondant à des pluies décennales pendant plus d'une heure,
- Curage périodique (avant chaque saison des pluies) du fond des bassins de décantation, et évacuation,
- L'équipement des points de surverse des deux bassins avec des dispositifs de mesure/contrôle de la qualité des eaux en cas de surverse (Turbidité, prélèvements pour MES / polluants),
- Stockage maîtrisé des polluants sur le chantier (hydrocarbures) : une zone étanche disposant des capacités de rétention suffisantes pour tous les produits liquides est prévue,
- Procédures de gestion d'accidents de pollution (nettoyage de la zone polluée, évacuation des sols pollués en décharge, ...).

Concernant les effets des tirs de mines, les principaux enjeux concernent les mammifères marins, avec notamment les 3 espèces qui peuvent être présentes sur la zone : le Dauphin long bec, le Grand Dauphin de l'Indo-Pacifique et la Baleine à bosse, présente pour sa part uniquement pendant l'hiver austral.

Afin de ne pas perturber ces espèces qui ont pu être observées sur la zone littorale du secteur de Bois Blanc, SCPR a prévu de mettre en oeuvre les mesures d'évitement suivantes :

Avant le démarrage de l'exploitation de la carrière, un réseau de bouées acoustiques passives autonomes sera mis en place afin de permettre un monitoring acoustique sur la zone d'influence du projet.

Une fois mis en place ce réseau permettra :

- La détection acoustique de cétacés présent sur la zone et la détermination de leur sens de déplacement
- La détermination du bruit ambiant sur une zone de manière continue et en temps réel
- Le suivi des niveaux de bruit générés par l'activité de la carrière

Toutes ces informations seront communiquées en direct au responsable d'exploitation de la carrière.

Ainsi un contrôle sera effectué 1h avant chaque tir ; si le système détecte la présence de cétacés, le tir de mine ne sera déclenché qu'une fois que les individus ce seront suffisamment éloignés pour ne plus être perturbés par le tir. Si aucun individu n'est détecté préalablement au tir, l'opération peut être réalisée.

Ce réseau sera complété dans un premier temps par une surveillance active par survol ULM et/ou avec des moyens nautiques embarqués (repérage visuels et acoustique au moyen d'hydrophone immergés).

Ces mesures seront mise en place et suivi par des spécialistes du milieu marin et de l'acoustique marine.

En complément de ces mesures d'évitement SCPR organisera l'ensemble des tirs de mines pour qu'aucun ne génère un dépassement du seuil du Niveau d'Exposition (SEL) de 164 dB réf. 1µPa2s pouvant provoquer des dommages temporaires pour les cétacés hautes fréquences. Le réseau de bouées passives en place permettra de contrôler le respect de cet engagement.

En parallèle des mesures d'évitement définies ci-avant et dans la continuité des études spécifiques engagées sur la carrière de Koungou, les études acoustiques marines autour du site de la carrière de la Ravine du Trou seront poursuivies dès la possibilité de mise en oeuvre des premiers tirs. Elles permettront in-fine de générer des modèles

permettant d'approfondir les connaissances sur les opérations de tirs de mines terrestres sur la frange littorale et leur influence sur la colonne d'eau marine.

Des études sur la fréquentation du secteur par les mammifères marins et tortues d'autre part seront également réalisées en phase exploitation, afin d'évaluer d'éventuelles évolutions en lien avec l'activité de la carrière.

7.7.7 Coût des mesures prévues

	Coût de la mesure	Délai de mise en application
Mise en place de gîtes de substitution pour les chauves-souris	50 000 €	Au démarrage des activités
Suivi écologique du dispositif mis en place pour les chiroptères	25 000 €	En phase d'exploitation
Revégétalisation/ remise en état: contrat de culture	650 000 €	Au démarrage des activités
Mesures des vibrations transmises dans les gîtes de chiroptères en phase de test et d'adaptation des charges et microretards	25 000 €	Au démarrage des activités
Eclairage spécifique et vérification par un ornithologue	50 000 €	Au démarrage des activités
Pré-trou dans le front de taille (nichage des pailles-en-queues)	30 000 €	En phase d'exploitation
Revégétalisation du site carrière basse	400 000€	Lors de la remise en état
Aménagement agricole	200 000 €	Lors de la remise en état
Maitrise d'oeuvre de la remise en état	450 000 €	Au démarrage des plantations dès la première phase
Etudes de peuplement et mesures acoustiques marines in situ	30 000 €	En phase d'exploitation
Monitoring et surveillance active de la présence de cétacés	250 000 €	Au démarrage des activités
Installation et entretien des fossés et bassins de décantation du site	250 000 €	Au démarrage des activités et en phase d'exploitation

7.8.1 Caractérisation des effets du projet sur le climat

7.8.1.1 Généralités sur les gaz à effet de serre.

Les gaz à effet de serre (GES) sont des composants gazeux qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre, contribuant à l'effet de serre. L'augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre est un facteur soupçonné d'être à l'origine du récent réchauffement climatique.

En 2009, les émissions de GES de la France ont été estimées à 517 millions de tonnes d'équivalents CO₂.

Les principaux gaz à effet de serre non artificiels sont :

- la vapeur d'eau (H₂O) ;
- le dioxyde de carbone (CO₂) ;
- le méthane (CH₄) ;
- le protoxyde d'azote (N₂O) ;
- et l'ozone (O₃).

On notera que l'eau (sous forme de vapeurs ou de nuages) est à l'origine de 72 %, soit près de trois quarts de l'effet de serre total.

Les gaz à effet de serre industriels incluent des gaz fluorés comme :

- les hydrochlorofluorocarbures, comme le HCFC-22 (un fréon) ;
- les chlorofluorocarbures (CFC) ;
- le tétrafluorométhane (CF₄) ;
- l'hexafluorure de soufre (SF₆).

7.8.1.2 Sources d'émission des gaz à effet de serre générés sur le site

L'évaluation des quantités de GES émis par le projet a été réalisée pour toute la durée de fonctionnement de la carrière, à savoir les phases d'aménagement, d'exploitation et de remise en état.

Les postes à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre sont les suivants :

- Les rotations de dumpers entre la zone d'extraction et la plateforme de tri
- Les rotations de camions entre la carrière et le chantier de la NRL
- La mise en œuvre des engins pour le décapage, l'extraction des matériaux et la remise en état du site
- Les groupes électrogènes
- Les déplacements sur du personnel travaillant sur le site.

Les facteurs d'émissions retenus sont ceux donnés dans le guide de l'ADEME (*Guide des facteurs d'émission V5.0* (2007), ainsi que dans son *Complément pour les DOM, la Corse et la Nouvelle Calédonie* (2008)).

7.8.1.3 Calcul des émissions annuelles de GES

Aménagement, exploitation et remise en état du site

L'exploitation de la carrière nécessitera la mise en œuvre de différents engins motorisés de type pelles et dumpers (fonctionnant au GNR). Le décapage des surfaces, le criblage de la couche de terre arable, la mise en place des merlons en périphéries de la zone d'extraction, l'aménagement des pistes, extraction et transport des matériaux que vers la plateforme de tri ou les zones de stockage transitoire et la remise en état sont les différentes opérations nécessitant la mise en œuvre d'engins de chantier et émettant des gaz à effet de serre.

La consommation en GNR du site a été estimée à 2500 m³ par an.

Transport des matériaux

Les rotations des camions en charge d'acheminer les matériaux extraits de la plateforme de triers le chantier de la nouvelle route du littoral seront à l'origine d'émissions de GES.

Il est prévu le trajet d'une flotte d'environ de 100 à 130 camions pour l'enlèvement des matériaux effectuant entre 400 et 530 rotations par jour,

La distance aller parcourue par les camions sera de 50km.

Traitement des matériaux

Les équipements installés sur les deux plateformes de tri totalisent une puissance de 1700 kW. L'énergie électrique consommée sur ces installations sera produite grâce à deux groupes électrogènes. Le guide ne fournit pas de facteur d'émission pour les groupes électrogènes. Aussi, le facteur d'émission considéré sera celui de la production d'électricité à la Réunion

Déplacement domicile - lieu de travail

Le fonctionnement de l'installation sera assuré par une cinquantaine de personnes. Afin d'évaluer les émissions de GES générées par ce personnel lors de leur déplacement domicile-lieu de travail, il a été pris en hypothèse de calcul une distance de parcours de 20km.

POSTES SOURCES DE GES	Facteur d'émission considère	Base de calcul	Emissions annuelles des différents postes
Mise en œuvre de pelles, dumpers pour le décapage, l'extraction et la remise en état	0,97 kg éqC / l de fuel	2500 m ³ /an	2 425 000 kg éqC
Transport par route des alluvions (allers) vers le chantier de nouvelle route du littoral (465 camions/jour sur 4 ans)	0,332 kg éqC / véh.km	123 750 km par semaine sur 4 ans	2 006 940 kg éqC
Retour à vide des camions ayant transporté les alluvions (465 camions par jour sur 4 ans)	0,230 kg éqC / véh.km	123 750 km par semaine sur 4 ans	1 390 350 kg éqC
Déplacement Domicile – Lieu de travail	558 kg éqC / véh/an	50 véhicules par jour	27 900 kg éqC
Consommation électrique	0,216 kg éqC / kWh	1700 kWh	1 432 080 kg éqC

Tableau 39 : Emissions de GES en Equivalent Carbone du projet

Ce projet sera donc à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre de l'ordre de 30 355 tonnes éqC, ce qui correspond à une moyenne de 7282 tonnes éqC par an.

Ces émissions proviennent de la consommation de fioul. La répartition se fait de manière suivante :

- poste transport (46%)
- poste extraction et acheminement vers la plateforme de tri : 33%)
- poste traitement (tri) : 17%

Rapporté à la tonne livrée sur le chantier de la NRL, il est estimé que le projet de carrière de la Ravine du Trou émettra 3.26kg éqC / tonne de matériaux extraits.

A titre de comparaison, la fabrication du papier représente environ 1320 kg éqC par tonne produite.

7.8.2 Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts

La mise en place d'une plateforme de tri des matériaux in situ vise à réduire les coûts environnementaux liés au transport des matériaux. De plus l'aménagement d'un demi échangeur sur la RN 1 réduit de manière significative les émissions de gaz à effet de serre sur le poste « transport ».

L'utilisation rationnelle de l'énergie visant notamment la baisse des émissions de GES du projet passera par la mise en place de consignes de conduites des engins et des camions. Des explications et/ou formations seront dispensées aux conducteurs sur la conduite économique des véhicules (meilleures habitudes à adopter pour consommer le minimum de carburant).

7.9 AIR

7.9.1 Caractérisation des effets du projet sur l'air

L'exploitation de la carrière aura deux effets principaux sur la qualité de l'air :

- un dégagement de poussière liée aux activités d'extraction, de transport et de transformation des matériaux ;
- et dans une moindre mesure, un dégagement des gaz d'échappement par les camions et les engins.

Les effets sur la santé de ces émissions ont été détaillés l'évaluation quantifiée des risques sanitaires présentée au chapitre 10.

7.9.1.1 Les poussières

Les poussières, ou particules en suspension, sont définies et caractérisées par leur taille et par leur capacité à transporter (voire transformer) certains composés chimiques ou polluants (SO₂, HAP, ...). Dans les poussières totales en suspension, on peut ainsi distinguer :

- **Les poussières ou particules sédimentables** : de diamètres importants, elles se redéposent facilement sur le sol ou la végétation ;
- **Les poussières fines**, parfois appelées aussi alvéolaires car elles pénètrent profondément dans les poumons, et dont les diamètres sont inférieurs à 10 µm. On fait référence à deux classes de particules fines, les **PM10** (diamètres inférieurs à 10 µm) et les **PM2,5** (ou très fines particules dont les diamètres sont inférieurs à 2,5 µm) ;
- **La poussière alvéolaire siliceuse** est la fraction de poussière inhalable susceptible de se déposer dans les alvéoles pulmonaires lorsque la teneur en quartz excède 1% (définition extraite du code Minier). Le basalte « Pintade » est un basalte à feldspathoïdes très pauvre en silice.

Caractéristiques et propriétés

L'extraction de matériaux et la mise en œuvre d'installation de tri génèrent de la poussière (particules fines de roches) lors :

- des tirs de mines ;
- de l'extraction par raclement des matériaux par le godet ;
- du chargement des camions de transport dans lesquels les matériaux sont déversés ;
- des opérations de traitement effectuées au niveau de l'installation de tri (scalpeur, crible)
- et surtout du passage des camions sur les pistes qui remet en suspension les poussières accumulées sur le sol.

La distance de propagation des poussières dépend de plusieurs paramètres :

- l'état d'humidité du matériau : l'eau permet l'agglomération des particules de poussières en créant des tensions superficielles eau/interfaces des minéraux (cas des sables) et/ou des liaisons de type électrostatique à l'origine de la cohésion (cas des argiles) ;
- la hauteur de chute libre des matériaux : elle influence directement sur la quantité de fines s'échappant du matériau exploité et s'échappant dans l'air ambiant ;

- de la granulométrie des particules. Le tableau suivant montre en effet que la capacité de rétention de l'air est en rapport inverse de la dimension des poussières :

Dimension des particules (µm)	Vitesse de chute (cm/sec)
5 000	875
1 000	395
500	277
100	29,6
50	7,4
10	0,296
5	0,074
0,5	0,0035 (1,26 cm/h)
0,1	0,00035 (0,126 cm/h)

Tableau 40 - Vitesse de chute en fonction de la taille des particules

- les conditions atmosphériques : les précipitations humidifient le matériau exploité et font tomber les poussières dispersées dans l'atmosphère aux alentours de la carrière. Le vent a l'effet inverse en provoquant la dessiccation du matériau et une remise en suspension, par les turbulences éoliennes, des fines déposées au sol.

Au niveau de la carrière de la Ravine du Trou :

- le diamètre des poussières émises sera majoritairement supérieur à 50 µm (quasi-absence d'argiles et de limons)
- s'agissant d'une carrière en roche massive, l'hydrométrie des matériaux est faible
- la hauteur de chute des matériaux lors du remplissage des camions est inférieure à 3 m ;
- les vents dominants dans le secteur d'études sont de secteur sud-sud-est et de secteur est-nord-est.

A titre d'exemple, en considérant une chute de 4 m, une particule de 50 µm (parmi les plus petites sur la carrière) sera transportée sur 460 m avec un vent de 8 m/s (le plus fort sur le site) et sur 230 m pour un vent de 4 m/s.

Pour une même chute, une particule de 100 µm sera transportée sur 100 m par les vents les plus forts et sur 50 m par les vents moyens.

Sur le site, le mode d'exploitation en dent creuse permettra de ralentir les vents les plus violents et l'utilisation de sprinkler sur le site auront tendance à augmenter l'hygrométrie de l'air et à augmenter la vitesse de chutes des particules.

Incidence sur le milieu

Les poussières soulevées seront d'origine minérale et non toxiques pour la végétation et la faune. Tout au plus, elles peuvent réduire le bourgeonnement des arbres en provoquant le bouchage des stomates des feuilles et donc une baisse de la photosynthèse.

Sur la zone du projet, les cultures de canne périphériques font l'objet d'irrigation systématique par aspersion, ce qui « lave » régulièrement les cultures et permet d'optimiser la respiration et la photosynthèse. De plus les cultures les plus proches, qui sont situées en amont hydraulique du projet, ne se trouvent pas sous les vents dominants.

Les poussières n'impacteront donc pas les rendements culturels des parcelles voisines.

Toutefois, un état des lieux des exploitations agricoles dans le périmètre immédiat de la carrière sera réalisé pour estimer les rendements moyens de référence en cas d'impact. Cette référence servira de base à compensation des pertes éventuelles.

Dans les milieux naturels, les poussières pourront s'accumuler davantage sur les végétaux. Cet aspect est traité précédemment dans le chapitre 7.7 relatif au patrimoine naturel.

L'effet des poussières sur la santé humaine est détaillé dans le volet sanitaire de l'étude d'impact.

7.9.1.2 **Les gaz d'échappement**

La combustion d'un carburant diesel conduit à la formation de particules (carbone libre ou produits très riches en carbones : suies) et de gaz (monoxyde de carbone, oxydes d'azote, anhydride sulfureux, hydrocarbures polycycliques aromatiques).

Les particules diesel retrouvées dans l'atmosphère, de taille de l'ordre de 1 µm, proviennent de l'agrégation des particules carbonées sur lesquelles s'adsorbent les hydrocarbures polycycliques aromatiques, des hydrocarbures imbrûlés et des composés organiques oxygénés (aldéhydes, cétones, phénols, alcools,...).

Les engins d'extraction et les camions en rotation sur le site seront donc à l'origine d'émissions de gaz d'échappement. Cependant, ceux-ci resteront dans des proportions tout-à-fait acceptables et ne provoqueront pas de nuisances particulières, s'agissant d'une carrière à ciel ouvert.

Le nombre de camions fréquentant le site sera compris entre 400 et 530 rotations par jour réparties sur 15h soit au maximum 35 camions par heure.

7.9.2 **Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts**

7.9.2.1 **Les poussières**

Mesures de réduction des émissions de poussières au niveau du site

Durant l'exploitation, des rampes d'aspersion semi-fixes ainsi que des sprinklers seront installés sur les plateformes de tri et connectés au réseau d'irrigation.

■ Les pistes de circulation sur la carrière feront l'objet d'un arrosage par camion asperseur. La fréquence de passage du camion asperseur sera au minimum de 2 à 7 fois par jour. L'eau potentiellement présente dans les bassins de décantation aménagés sur le site sera utilisée pour ravitailler le camion asperseur. Si les bassins sont à sec, l'eau du réseau d'irrigation viendra suppléer les eaux des bassins.

- Un laveur de roues couplé à portique d'aspersion sera installé en sortie de chaque plateforme de tri :
 - pour les poids lourds sortant de la plateforme basse, cet équipement permet de limiter les dépôts de poussières sur la voirie lourde aménagée sur le site. Les poids rejoignent ensuite le pont bascule situé sur la base-vie haute
 - pour les poids lourds sortant de la plateforme haute, le passage au poste rotolève se fera préalablement au passage sur le pont bascule.

Ainsi, les dépôts de fines par les poids lourds en sortie du site (au niveau de la RN1) seront limités.

Ce dispositif fonctionnera en circuit fermé avec une récupération des fines de lavage.

La vitesse sera limitée à 20 km/h sur le site pour réduire le soulèvement de poussières.

A la réception de l'arrêté préfectoral d'autorisation, SCPR réalisera des mesures de poussières trimestriellement. Elles seront comparées à l'état initial réalisé sur le site ainsi qu'au seuil d'émission retenu. Elles permettront de juger de l'efficacité des mesures mises en place sur son site.

- Rampes d'aspersion et sprinklers seront également mis en place.

Les installations de maîtrise des émissions de poussières seront raccordées au réseau d'irrigation disponible sur la zone du projet. Une convention avec le fournisseur d'eau sera pour cela passée. La consommation d'eau sur ce poste peut être estimée de la manière suivante :

- Installation de sprinklage : un sprinkler consomme en moyenne 2 m³ d'eau par heure. Les sprinklers, espacés de 20 m, fonctionneront à raison de 1,5 min toutes les 12 min. Avec une consommation de 4,5 m³ d'eau par jour et par sprinkler, l'installation de sprinklage consommera en moyenne :
 - ↳ 70 200 m³ d'eau par an soit 280 800 m³ pour toute la durée de fonctionnement des installations de tri (soit 4 ans) équipée de 25 têtes de sprinklage par plateforme.
- Laveur de roue : 70 m³ d'eau consommé hebdomadairement soit 29 120 m³ sur toute la durée d'exploitation du site, soit 4 ans.
- Portique d'arrosage des camions : la consommation mensuelle sur ce poste est estimée à 150 m³ soit une consommation 14 400 m³ pour toute la durée de fonctionnement de la carrière (4 ans).
- Camion asperseur : d'une capacité de 22 m³ à raison de 7 rotations par jour (1 rotation toute les 2h), ce poste sera à l'origine d'une consommation de 154 m³ d'eau par jour. La consommation hebdomadaire est estimée à 847 m³ d'eau soit 176 176 m³ sur toute la durée de l'exploitation. Pour ce poste, on estime que 50% des besoins en eau seront satisfaits par les eaux stockées au niveau des bassins de décantation

Ainsi, la consommation d'eau visant à maîtriser les rejets de poussières de l'installation est estimée à 412 408 m³ arrondi à 413 000 m³ d'eau sur toute la durée de fonctionnement du site soit en moyenne 360 m³ d'eau par jour dont 250m³ dédié au deux plateformes de tri.

L'eau utilisée pour la maîtrise des envols de poussières sera prélevée majoritairement sur le réseau d'irrigation de la SAPHIR qui a indiqué dans son courrier du 25 août 2014 (cf. Annexe 1 - pièce 10) que les parcelles du projet étaient raccordables. Comme indiqué par mail en date du 26 novembre 2014, le débit disponible sur ce réseau au droit du projet est de 25 à 30m³/h (Cf. Annexe 1 - Pièce 10)

Mesures de réduction des émissions de poussières lors du transport par route

Une balayeuse passera régulièrement sur la RN1 pour nettoyer la chaussée des éventuelles dépôts de boues générés par les sorties de camions sur la voie publique.

Des consignes de transport seront par ailleurs définies pour le transport de matériaux jusqu'au chantier de la nouvelle route du littoral.

Les chargements devront être arrosés avant leur sortie du site. Un portique sera pour cela installé au niveau du poste de lavage des roues pour limiter les envols de poussières éventuellement à la surface des matériaux. Par ailleurs, la mise en place d'une bâche sur les bennes contenant des graves sera systématique.

Suivi des impacts des poussières sur l'environnement

Les activités de la carrière seront l'origine de retombées de poussières dans l'environnement.

Les dispositifs et mesures mises en place sur le site permettront de réduire significativement ces retombées. Toutefois, un contrôle périodique sera mis en place pour évaluer les performances de cette mesure et s'assurer du respect du seuil réglementaire applicable à l'installation.

Pour cela, un réseau de point de mesure sera installé. Ce réseau comportera 6 points distincts équipés de plaquettes enduites pour la mesure des retombées de poussières.

Ces points ont été sélectionnés en tenant compte des vents dominants, de l'activité et notamment de la localisation des infrastructures et de la plateforme de tri ainsi que de l'emplacement des cibles potentiellement impactées par les émissions de poussières.

Ces points de mesures sont présentés sur la planche suivante.

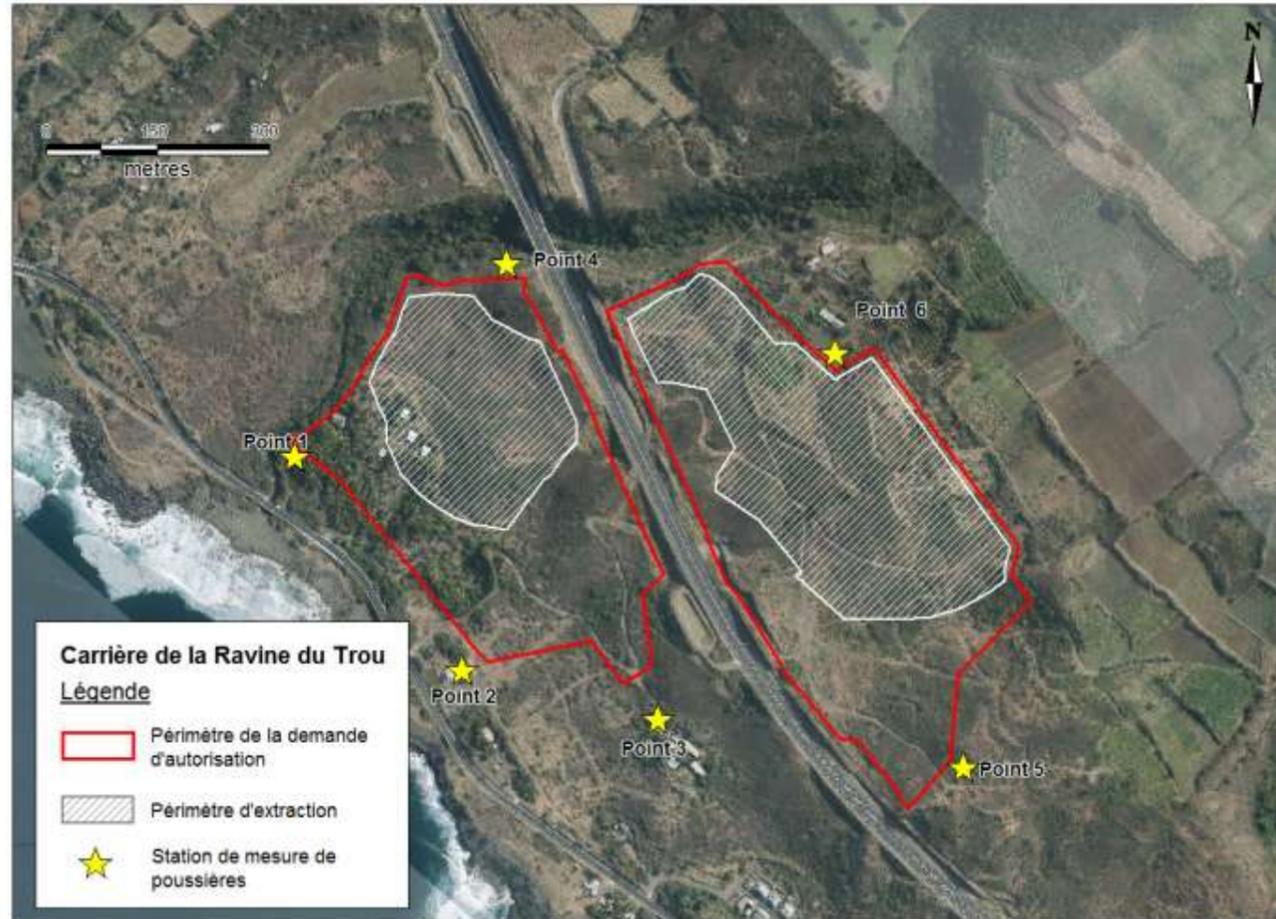


Planche 129 : Localisation des stations de mesure de retombées de poussières

Les analyses seront effectuées conformément à la norme NFX 43-007 relative à la mesure des retombées de poussières atmosphériques. Les mesures seront effectuées avec une périodicité trimestrielle. Les rapports d'empoussièrement seront commentés et adressés annuellement aux services de l'inspection des installations classées.

La norme NF X43-007 de décembre 1973 définit une valeur de dépôt de 30 g/ m² /mois comme étant la valeur de référence permettant de classer les zones contrôlées :

- Fortement pollué : > 30 g/m²/mois
- Faiblement polluée : < 30 g/m²/mois

Les résultats seront donc comparés à ce seuil.

Les éventuelles non conformités détectées feront l'objet de mesures correctives immédiates qui seront présentées dans le rapport de suivi annuel. Une mesure complémentaire de retombées de poussières sera alors réalisée pour s'assurer de l'efficacité de la mesure corrective.

7.9.2.2 Les gaz d'échappement

Les camions benne et les engins d'extraction seront régulièrement entretenus. De plus, l'exploitation de la carrière étant réalisée à ciel ouvert, les gaz d'échappement n'entraînent aucune nuisance particulière.

Le site présente également l'avantage de comporter in situ la zone de traitement des matériaux extraits. De plus, SCPR mettra en place un demi-échangeur au niveau de la RN1, ce qui permettra de réduire également les distances parcourues par les poids lourds. Ces mesures vont dans le sens d'une réduction significative de l'incidence du projet sur les émissions de gaz de combustion.

Enfin, dans le cadre d'une utilisation rationnelle de l'énergie (participant également à la réduction des émissions de gaz à effet de serre) SCPR mettra en place des consignes de conduites des engins et tombereaux.

7.9.3 Coûts des mesures prévues

	Coût de la mesure	Délai de mise en application
Mise en place des rampes d'aspersion	85 000 €	Phase d'aménagement
Entretien des rampes d'aspersion	20 000 €	En phase d'exploitation
Consommation d'eau : 360 m ³ /jour	300 000 €	En phase d'exploitation
Campagne périodique de mesures d'émission de poussières	50 000 €	Trimestriellement en phase d'exploitation
Installation de laveur de roues et portique d'aspersion	150 000 €	Phase d'aménagement
Canon brumisateur	50 000 €	En phase d'exploitation

7.10 ODEUR

La carrière et son unité de tri n'engendrera aucune odeur particulière.

Aucune mesure compensatoire ou de réduction d'impact n'est à envisager.

7.11 BRUIT

De manière à évaluer l'impact du projet sur le niveau sonore, le projet a fait l'objet d'une modélisation acoustique. Cette modélisation a été réalisée le bureau d'études A2MS Acoustique. La globalité de son étude est

7.11.1 Modélisation des émissions sonores du projet

Les cartographies sonores modélisées dans les parties suivantes sont obtenues à l'aide du logiciel IMMI 2014 qui permet de simuler la propagation du bruit sur une zone d'étude.

7.11.1.1 Méthodologie

Réalisation d'un modèle numérique de terrain

Un modèle 3D de la zone d'étude en prenant en compte la topographie du site et l'implantation des principaux bâtiments susceptibles de jouer un rôle dans la propagation du bruit émis par la carrière a été créé, et ceci pour chacune des phases du projet.

L'exploitation va modifier la topographie du site et l'organisation de l'activité selon un plan de phasage prédéterminé. L'étude s'articule autour de l'analyse de la situation sonore de 4 phases d'activité représentatives de la chronologie d'exploitation :

- phase 1 : à T0 + 1an
- phase 2 : à T0 + 2ans
- phase 3 : à T0 + 3ans
- phase 4 : à T0 + 4ans (solde d'exploitation)

A noter que l'exploitation se fait simultanément sur 2 fosses, la première située en contrebas de la Route des Tamarins, la seconde située juste au-dessus.

Identification des sources sonores

Sur la carrière, les sources de bruit sont nombreuses mais restent localisées sur deux grands secteurs qui correspondent globalement aux deux plateformes de tri. Ainsi les modélisations réalisées ont considéré les équipements suivants au niveau de chaque zone :

- 2 pelles hydrauliques assurant le chargement des dumpers sur la zone d'extraction.
- 3 dumpers faisant continuellement les rotations entre la zone d'extraction et la zone de tri.
- 2 chargeurs qui alimentent le trommel ainsi que le chargement des camions.
- 1 trommel qui effectue un premier tri des matériaux et es répartie en fonction de leur taille.
- 1 scalpeur et 1 convoyeur la suite du trommel : ils permettent de finaliser le tri et de déposer les matériaux en pile.
- 1 pelle positionnée à proximité de la plateforme de tri. Cette pelle sert à charger les camions en gros enrochement ou à façonner les blocs lorsque leurs dimensions le nécessitent.
- 2 chargeurs placés dans la zone de tri assurant la reconstitution des piles de matériaux ou de stériles en périphérique de l'installation.
- 1 niveleuse utilisée pour maintenir les fosses dans un bon état de praticabilité. Cette niveleuse est unique sur la carrière. Les modélisations considèrent qu'elle est placée sur la carrière basse (la plus défavorable pour les équipements placés en fond de fosse).
- 225 trajets de poids lourds par jour et par site (haut et bas). Les camions amènent les matériaux extraits de la carrière jusqu'au chantier.

On notera que l'impact sonore des tirs de mines est traité à part dans les simulations (cf. Annexe 14). Les prévisions de tirs sont de un par jour et par fosse, réalisés de manière concomitante.

Ces sources sonores ont été positionnées par A2MS, en concertation avec SCPR, pour chacune des phases du projet.

Les niveaux sonores considérés pour chaque type de source sont ceux fournis par le constructeur. Ils sont rappelés dans un tableau de synthèse dans le rapport établi par A2MS.

Identification des récepteurs

Les récepteurs considérés correspondent aux 7 ZER identifiées lors de l'état initial.



Planche 130 : Situation des limites du projet par rapport au voisinage (ZER)

La suite de l'étude est basée pour chaque emplacement sur la situation la plus contraignante en termes d'objectif et de limitation de bruit.

Les objectifs de bruit particulier pour l'ensemble des secteurs habités périphériques sont rappelés ci-dessous :

Bruit particulier admissible retenu dB(A)	
ZER 1	49,0
ZER 2	49,0
ZER 3	45,8
ZER 4	47,8
ZER 5	49,0
ZER 6	45,8
ZER 7	49,0

Tableau 41 - Objectifs de bruit particulier pour l'ensemble des secteurs habités en dB(A)

7.11.1.2 Situation sonore sans traitement spécifique

Les calculs de propagation réalisés par A2MS ont permis de qualifier les dépassements des objectifs de bruits particuliers fixés et de calculer les émergences résultantes pour chacune des ZER identifiées. Elles sont reprises dans des tableaux de synthèse dans l'étude A2MS (cf. Annexe 14- pièce 1).

Les images suivantes présentent ces résultats de calcul de propagation du niveau de bruit particulier à une hauteur d'oreille (1,50m) en prenant en compte le fonctionnement simultané de toutes les sources de bruit énumérées précédemment.

Cartographies de la contribution sonore de la carrière - sans traitement

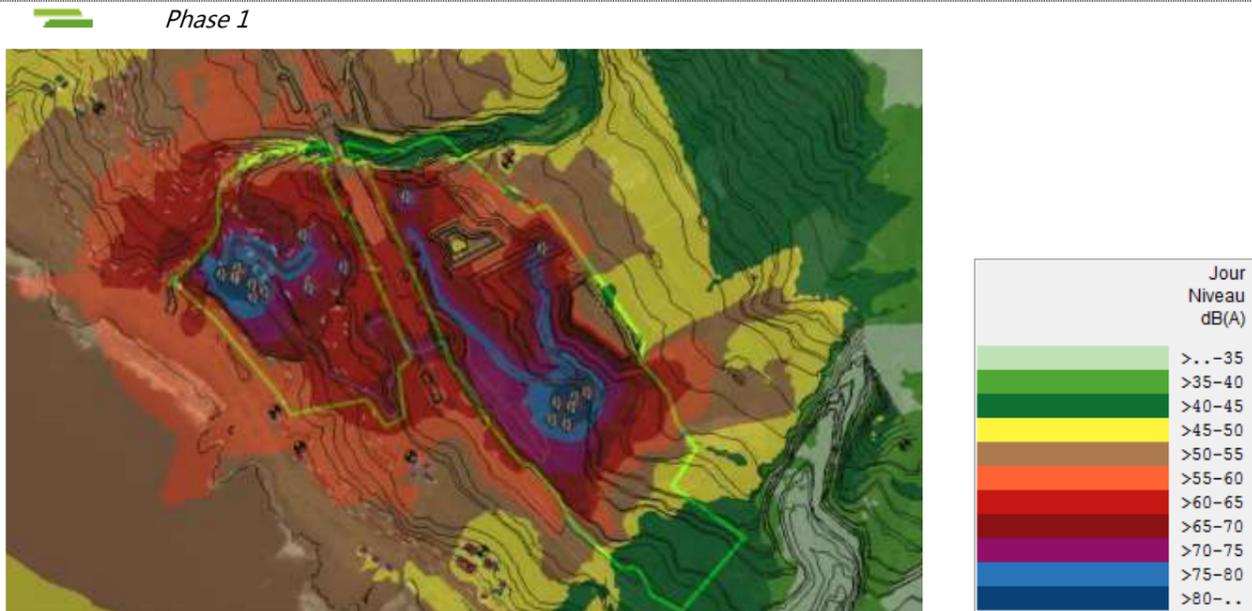


Planche 131 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 1 sans traitement

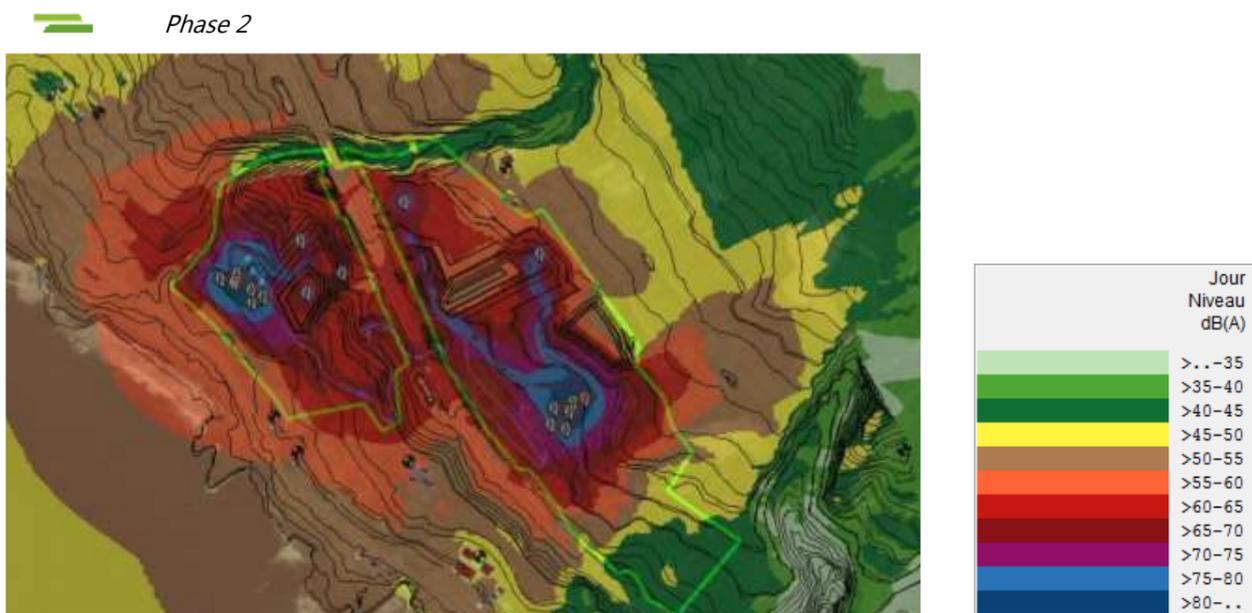


Planche 132 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 2 sans traitement

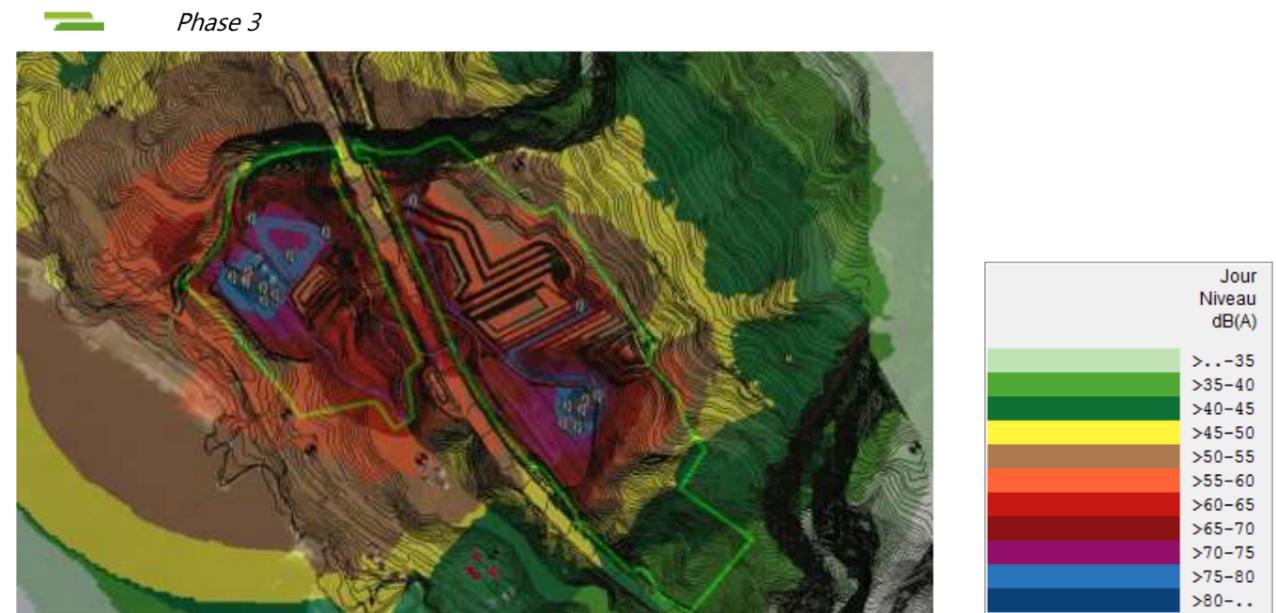


Planche 133 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 3 sans traitement

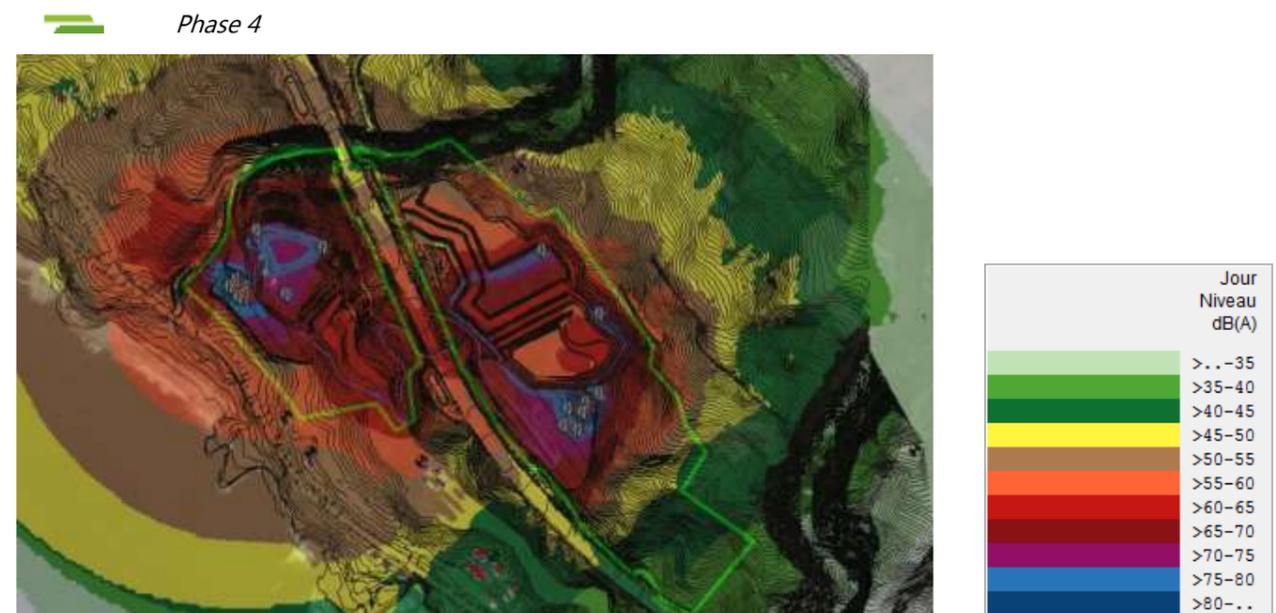


Planche 134 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 4 sans traitement

Tonalité marquée

Aux vus des spectres larges bandes du bruit émis par les différents équipements de la carrière, la situation sonore ne présente pas de tonalité marquée au sens de l'arrêté du 23 janvier 1997. Seuls les bips de recul des engins sont susceptibles d'être perçus comme tel. Mais leur caractère impulsionnel rend difficile le calcul du temps d'apparition global de ces bruits afin de vérifier s'ils dépassent 30% de la durée d'activité quotidienne.

Quoiqu'il en soit, l'intermittence, la répétitivité et le timbre des bips de recul constituent un ensemble de facteurs pouvant être perçus comme un désagrément par les riverains.

Par mesure de précaution et dans un souci de préserver la tranquillité du voisinage, il est préférable de considérer les bips de recul comme un élément perturbateur

Synthèse de l'impact acoustique sans traitement spécifique

L'analyse des cartographies montrent qu'en limite de propriété, le niveau de bruit ne dépasse jamais le niveau de 70dB(A). Cette exigence réglementaire est donc respectée même sans aucun traitement spécifique des équipements bruyants.

Par contre, sur une large partie sud de l'exploitation (Sud-Ouest, Sud et Sud-Est), le niveau de bruit est compris entre 60 et 65dB(A). Il y a donc un dépassement du niveau sonore admissible lors de l'exploitation nocturne.

La situation sonore pour chaque phase d'exploitation a fait également apparaître des dépassements des émergences admissibles. Ces émergences atteignent au maximum pour les ZER les plus impactées (1 et 4) :

- 12,0 à 13,5dB(A) en journée de 7h à 20h,
- 9,0dB(A) la nuit de 5h à 7h,

La situation sonore de la carrière sans traitement ne peut respecter l'ensemble des dispositions réglementaires. Des traitements et/ou aménagements ont donc été prévu pour que l'activité puisse se dérouler en accord avec son environnement sonore.

7.11.2 Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts

7.11.2.1 Caractérisation des aménagements à prévoir

Traitements et aménagements prévus

Au vue de l'incidence sonore des différents équipements envisagés sur la carrière, le bureau A2MS préconise les traitements et aménagements suivants :

1/Modification du modèle de tambour des trommels : le type MDS M820R est préconisé en remplacement des tambours M820 car il est équipé d'un capot métallique qui permet de réduire le niveau sonore. De plus, la partie ouverte des tambours doit être orientées à l'opposé des ZER les plus proches

2/Mise en place de rideaux lourds à lanières pour compléter l'insonorisation des trommels. De façon générale, les trommels devront être positionnés perpendiculairement par rapport aux habitations les plus sensibles de telle sorte que ni la trémie principale, ni l'extrémité du cône ne soient orientées vers ces habitations.

3/ Choix de grilles des équipements de tri en polyuréthane ou caoutchouc afin d'apporter une réduction significative des bruits de contact matériaux / grille.

4/ Amortissement des trémies et des bennes : mise en place de feuilles de caoutchouc ou d'un blindage en caoutchouc vulcanisé sur tôle pour limiter le bruit généré par la chute des matériaux au niveau des bennes de dumpers trommels, scalpeurs et convoyeurs.

5/ Limitation du niveau de puissance acoustique des chargeurs à 107dB(A)

Le niveau de puissance LwA des chargeurs devra être réduit à 107dB(A) au lieu des 109dB(A) pris en compte dans les simulations initiales.

Les chargeurs CAT 980 M prévus devront donc être remplacés par un modèle d'engin aux performances équivalentes mais présentant un niveau sonore à l'émission moins important.

6/ Limitation du niveau de puissance acoustique des dumpers à 110dB(A)

Le niveau de puissance LwA des dumpers devra être réduit à 110dB(A) au lieu des 116dB(A) pris en compte dans les simulations initiales.

Les dumpers CAT 770 G prévus devront donc être remplacés par un modèle d'engin aux performances équivalentes mais présentant un niveau sonore à l'émission moins important.

7/ Mise en place d'avertisseurs à fréquences mélangées type Cri du Lynx

Les engins mobiles devront être équipés individuellement d'un système d'avertissement de recul type cri du lynx. Cet avertisseur à fréquences mélangées présente l'avantage d'être parfaitement audible sur site tout en agissant sur un domaine fréquentiel où l'oreille humaine est moins sensible que les bips de recul traditionnels. La réduction de la gêne induite pour les populations riveraines est importante.

8/ Mise en place d'un merlon de 5m de haut à proximité des habitations les plus proches du projet (ZER 1 et 2). Il est proposé en variante des murs écrans individuels de 2,50m de hauteur.

9/ Mise en place d'un merlon de 4m de haut à proximité des habitations de la ZER 4.). Il est proposé en variante des murs écrans individuels de 2,50m de hauteur.

Autres mesures relevant de l'organisation de l'exploitation et non de l'insonorisation des équipements.

1/ Trajet des dumpers : la distance de parcours de ces engins sera pensée pour que ces derniers les dumpers puissent accéder aux zones d'extraction en parcourant un minimum de distance. Les pistes en fond de fosse devront être préférentiellement tracées le long des fronts de taille pour bénéficier d'un effet écran vis-à-vis du voisinage, sans toutefois border les limites de propriété de l'exploitation.

2/ Piles de matériaux : à positionner préférentiellement entre les installations de tri et les riverains les plus exposés (ZER 1, 2 et 4) pour bénéficier d'un effet d'écran complémentaire et limiter ainsi la propagation du bruit vers le voisinage.

3/ Limitation de la vitesse de circulation sur le site à 20 km/h

4/ Campagne de mesure

La société prévoira, 3 mois après le démarrage de l'installation, puis annuellement, une campagne de mesures de ses émissions sonores.

7.11.2.2 Situation sonore avec la prise en compte de ces traitements

Les calculs de propagation réalisés par A2MS, après prise en compte des mesures de réduction des émissions sonores ont permis d'estimer les émergences résultantes pour chacune des ZER identifiées. Elles sont reprises dans des tableaux de synthèse dans l'étude A2MS (cf. Annexe 14- pièce 1).

Les images suivantes présentent ces résultats de calcul de propagation du niveau de bruit particulier à une hauteur d'oreille (1,50m) en prenant en compte les différents traitements énumérés précédemment.

Cartographies de la contribution sonore de la carrière - avec traitement

Phase 1

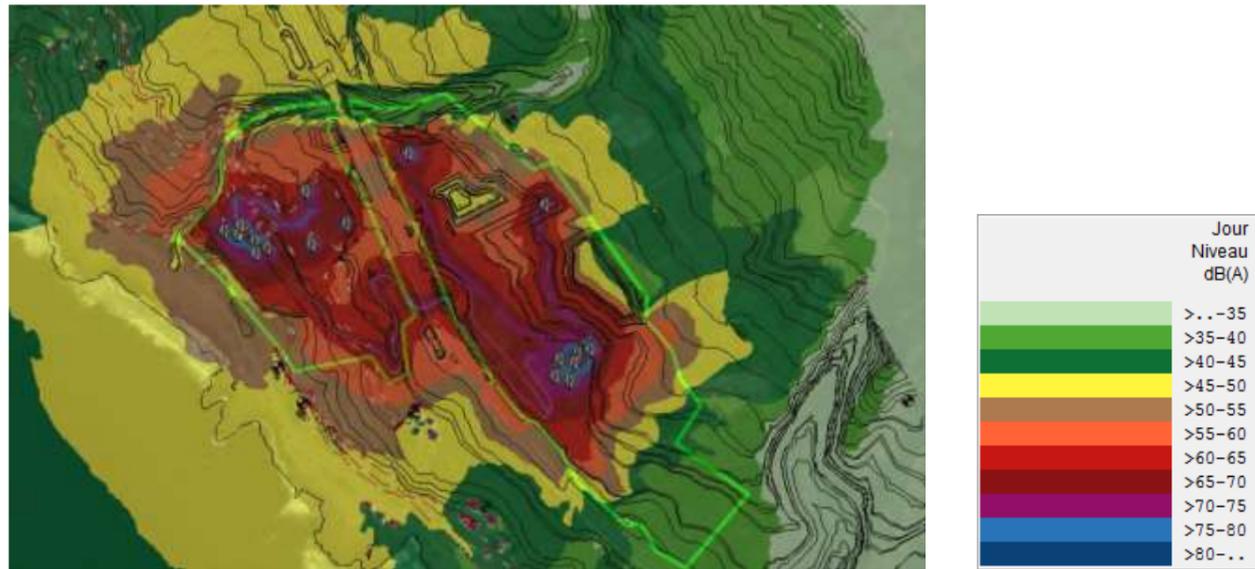


Planche 135 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 1 avec traitement

Phase 2

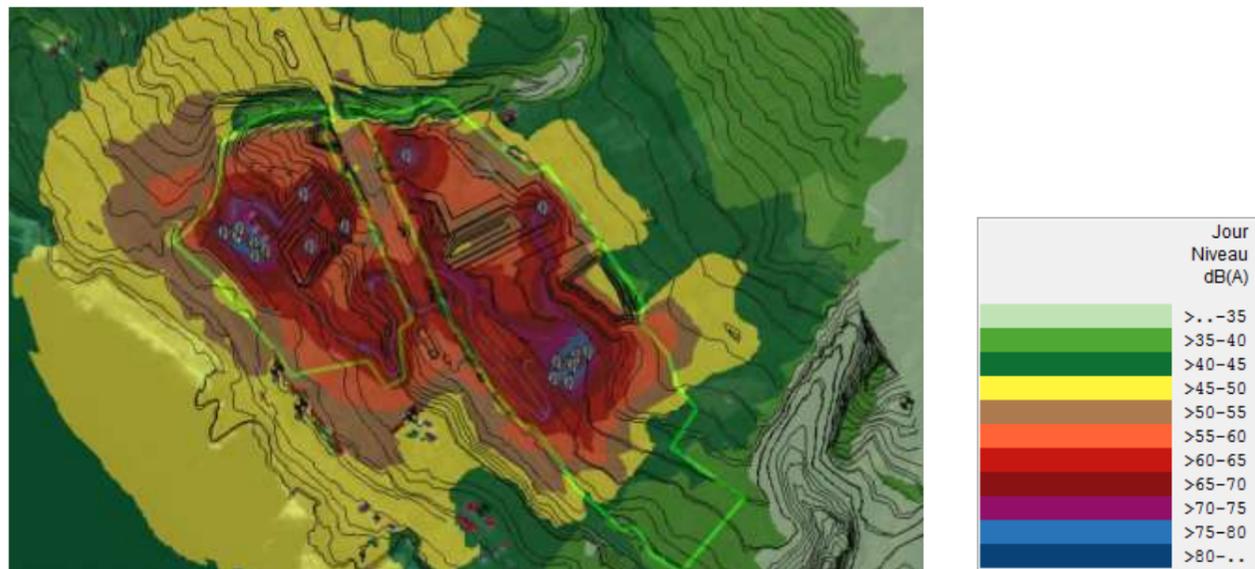


Planche 136 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 2 avec traitement

Phase 3

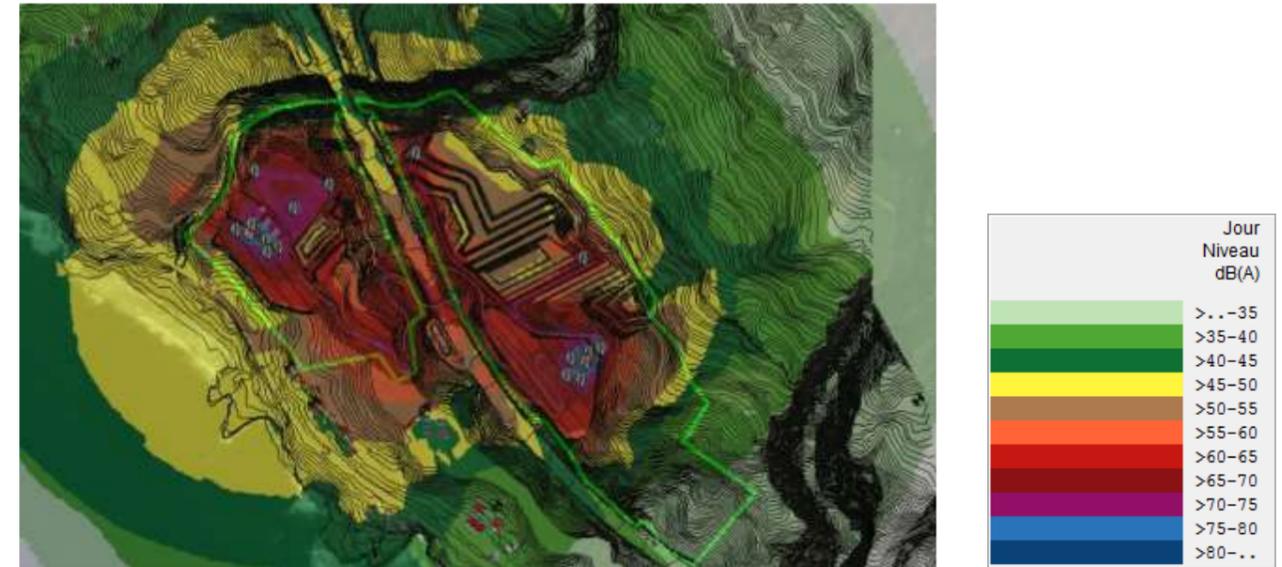


Planche 137 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 3 avec traitement

Phase 4

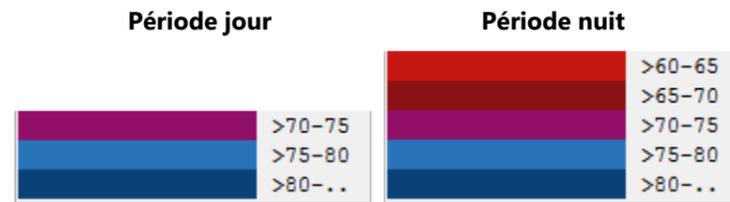


Planche 138 : Cartographie de la contribution sonore de la carrière en phase 4 avec traitement

Synthèse de l'impact acoustique avec traitement spécifique

L'échelle de niveau sonore donnée en marge des cartographies permet de vérifier le respect des niveaux de bruit admissibles en limite de propriété. Pour rappel, ces niveaux sont fixés par l'arrêté ministériel à 60dB(A) pour la période nuit et à 70dB(A) pour la période jour.

De la même façon qu'en partie G.2.2, un dépassement de l'objectif réglementaire peut être constaté lorsque le code couleur ci-dessous se trouve au-delà des limites de propriété.



Le niveau de bruit admissible de jour fixé à 70dB(A) était déjà respecté pour la configuration de l'exploitation sans traitement. Il en est donc de même pour la situation avec traitement.

Pour la période nocturne, les dépassements constatés sans traitement au nord-ouest de la carrière basse et à l'est de la carrière haute lors des phases 1 et 2 sont comblés par la mise en place des protections acoustiques.

Avec l'application de l'ensemble des mesures de protection décrites, la situation sonore en limite de propriété respectera les dispositions réglementaires en période nocturne

Les nouveaux résultats de calcul du niveau de bruit particulier reçu au niveau de chaque ZER en prenant en compte le fonctionnement simultané de toutes les sources de bruit mettent en évidence que les traitements prévus permettent de limiter les émergences dans le voisinage en dessous des émergences admissibles (cf. Annexe 14 - pièce 1).

Par rapprochement des niveaux de bruit particulier admissibles (cf Tableau 41), il apparaît que la situation sonore respecte les objectifs fixés.

La situation sonore avec traitements respecte donc les dispositions réglementaires relatives à la limitation de l'impact sonore sur le voisinage.

Tonalité marquée

La mise en place des avertisseurs à fréquences mélangées type cri du lynx sur les engins mobiles permet de s'affranchir efficacement des problèmes occasionnés par les bips de recul traditionnels.

Dans ces conditions, aucune tonalité marquée ne résultera de l'exploitation de la carrière.

7.11.3 Étude particulière des tirs de mine

Pour rappel, la réglementation relative aux exploitations de carrières (arrêté du 22 septembre 1994 modifié par les articles 3 et 4 de l'arrêté ministériel du 24 janvier 2001) exclut la prise en compte des tirs de mine dans l'évaluation de l'impact sonore de l'activité.

Toutefois la SCPR a souhaité procéder à une estimation de la situation sonore spécifique aux tirs de mine.

A noter, qu'en dehors de certaines recommandations ou retours d'expérience, aucun cadre normatif ou réglementaire ne précise le contexte et les éléments à considérer dans une telle évaluation. L'approche proposée est donc entièrement expérimentale et n'a d'autre valeur que d'apporter une estimation de situation sonore.

7.11.3.1 Méthodologie de quantification

Le bruit résultant des tirs de mine se compose des bruits de détonation et des bruits de mouvement de terrain lié au volume de roche à dégager.

Lors d'un tir de mine, il n'y a pas une seule détonation mais une série de déflagrations très rapprochées dans le temps. Beaucoup de paramètres sont susceptibles d'interagir dans la composition du niveau de bruit émis (type d'explosif, grammage, nombre de trous, profondeur...). Le niveau de surpression mesuré lors d'un tir représente le niveau instantané maximum généré par l'onde sonore. Il pourrait s'agir en quelque sorte du niveau maximum reçu par la détonation la plus importante. Logiquement ce niveau pourrait être en premier lieu associé au type de charge et à son grammage calculé selon le volume à extraire.

Le bruit occasionné par le mouvement du terrain est également multifactoriel. Il dépend de la hauteur du front et du volume de roche à dégager, lui-même directement dépendant des charges mises en place.

L'évaluation de l'impact sonore des tirs de mine a été menée sur la base de tirs effectués à la carrière ETPC de Koungou à Mayotte les 16 et 17 novembre 2015. Pour la réalisation des modélisations, il a été retenu comme base de calculs, le tir du 16 novembre 2015, présentant des niveaux de puissance acoustique plus importants.

L'étude des tirs de mine se poursuivra donc sur la base des niveaux émis par le tir du 16/11, soit :

- LwA tir = 130,3dB(A)
- LwA terrain = 124,5dB(A)
- Niveau de surpression = 120,6dB à 175m

7.11.3.2 Extrapolation à la carrière de la Ravine du Trou

Simulation des niveaux de surpression

Les simulations réalisées par A2MS présentent les résultats et cartographies de propagation du niveau de surpression émis par la détonation d'un tir sur les fosses basse et haute. L'ensemble des cartographies sont consultables en annexe 14 - pièce 1. Un exemple est présenté ci-dessous pour un tir en phase 1, sur la fosse haute :

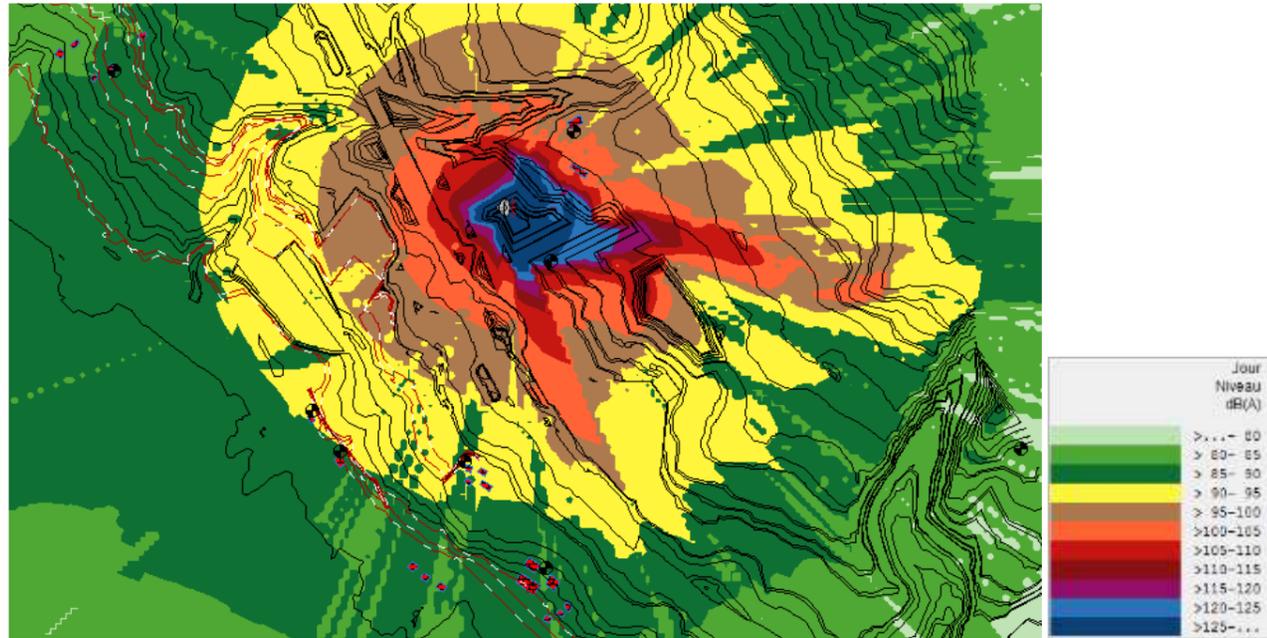


Planche 139 : Cartographie du niveau de surpression généré par un tir de mine dans la fosse haute en phase 1

Les cartographies montrent que dans les conditions de tir présentées précédemment, les zones où le niveau de surpression est supérieur à 125dB reste relativement confinées dans ou aux abords directs des fosses d'extraction.

Le tableau suivant présente les niveaux de surpression reçus dans le voisinage, au niveau des ZER, pour chaque configuration.

	Niveau de surpression reçu lors des tirs de mine							
	Phase 1		Phase 2		Phase 3		Phase 4	
	Fosse basse	Fosse haute	Fosse basse	Fosse haute	Fosse basse	Fosse haute	Fosse basse	Fosse haute
ZER 1	105,0	90,4	99,2	89,5	98,9	97,3	98,1	88,1
ZER 2	106,9	89,8	96,6	89,2	97,2	96,0	97,9	88,2
ZER 3	93,3	101,1	91,7	94,2	97,2	104,4	90,4	97,5
ZER 4	100,6	91,5	92,4	92,3	98,7	96,9	92,8	92,1
ZER 5	91,6	85,8	89,7	88,3	94,1	96,3	93,1	87,5
ZER 6	79,0	81,6	78,7	83,6	78,3	82,8	77,5	86,0
ZER 7	99,0	83,1	87,2	88,9	95,5	89,8	84,7	90,3

Les résultats montrent que pour chaque situation étudiée le niveau de surpression résultant à proximité des habitations les plus proches :

- est inférieur à la valeur maximum de 125dB recommandée par la réglementation,
- est inférieur à la valeur de 115dB définie par différentes littératures spécialisées comme niveau « de confort » à ne pas dépasser pour le voisinage.

Ce constat reste estimatif au regard des conditions de tir considérées et de la méthodologie mise en place à titre expérimental.

Simulation du niveau sonore moyen reçu lors d'un tir de mine

Les simulations effectuées par A2MS permettent d'estimer la propagation du niveau sonore moyen reçu lors d'un tir de mine. Le niveau à l'émission est dans ce cas de figure composé :

- du bruit de tir avec un niveau de puissance Lw de 132,5dB(A) émis pendant 1,4s
- du bruit de terrain avec un niveau de puissance Lw de 129,3dB(A) émis pendant 4,14s.

Les cartographies sont consultables en annexe 14 - pièce 1. L'emplacement des zones de tir correspond à ceux pris en compte pour l'étude de propagation du niveau de surpression en partie précédente. Un exemple de résultat cartographique est présenté ci-dessous pour un tir en phase 3, sur la fosse basse :

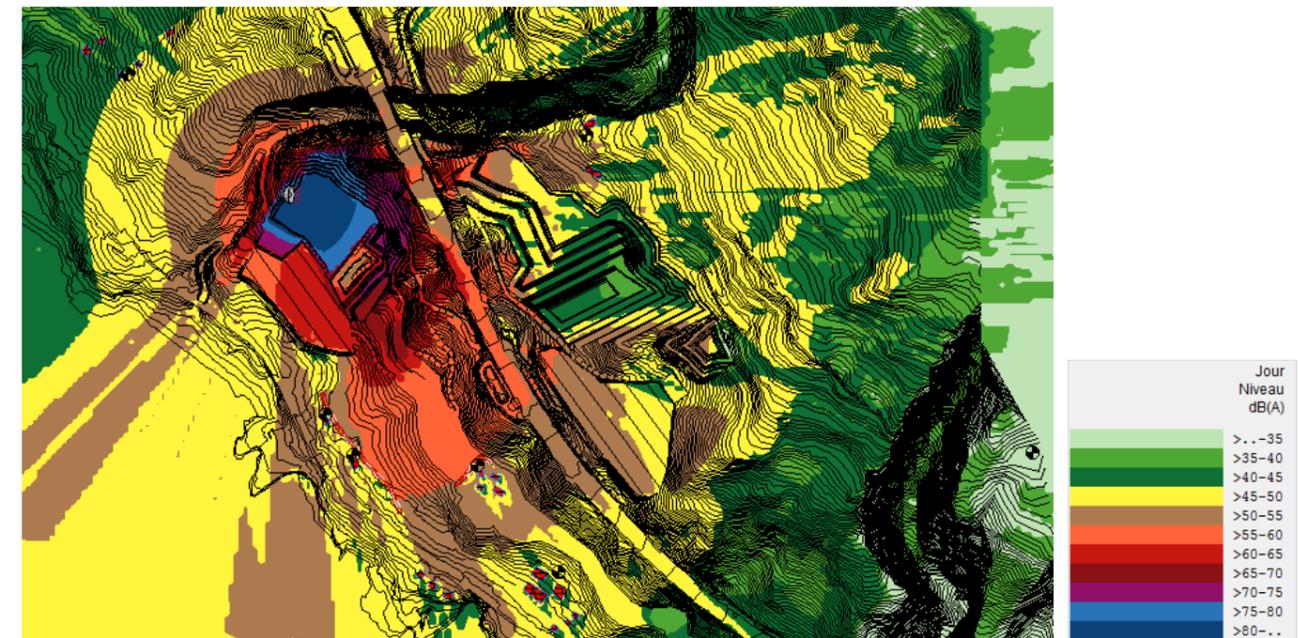


Planche 140 : Cartographie du niveau sonore moyen généré par un tir de mine dans la fosse basse en phase 3

Le tableau suivant présente les niveaux sonores moyens reçus dans le voisinage pour chaque situation.

	Niveau sonore moyen Leq en dB(A) reçu lors d'un tir de mine							
	Phase 1		Phase 2		Phase 3		Phase 4	
	Fosse basse	Fosse haute	Fosse basse	Fosse haute	Fosse basse	Fosse haute	Fosse basse	Fosse haute
ZER 1	57,5	41,7	51,3	41,0	52,0	47,8	50,2	39,8
ZER 2	58,3	41,2	48,9	40,9	50,3	52,2	50,2	39,7
ZER 3	45,4	49,9	42,8	45,2	49,7	59,1	41,9	47,2
ZER 4	52,6	42,9	43,6	43,4	50,7	50,4	45,1	43,4
ZER 5	47,1	37,6	41,1	41,0	45,2	50,1	44,2	40,3
ZER 6	31,0	33,3	30,5	35,2	30,4	34,9	29,4	37,4
ZER 7	51,0	34,9	38,8	40,2	47,6	42,3	37,1	41,6

Ces résultats montrent que les événements de tir considérés sur une durée totale 5,54s restent relativement perceptibles dans le voisinage.

Les situations les plus impactantes sont :

- Le tir dans la fosse basse en phase 1 pour les ZER 1, 2 et 4
Lors de cette phase d'exploitation le site n'est pas encore creusé en profondeur. Le tir est donc réalisé proche de la surface du terrain naturel. L'exploitation est relativement ouverte ce qui favorise la propagation de bruit dans l'environnement de la carrière.
- Le tir dans la fosse haute en phase 3 pour la ZER 3
La zone de tir a été placée sur un front orienté vers la ZER. L'exposition de l'habitation dans cette configuration est donc maximale.

A noter que la topographie du site sur les phasages précédents ne permettait pas forcément de reproduire cette situation avec une exploitation plus ouverte.

7.11.4 Coûts des mesures prévues

	Coût de la mesure	Délai de mise en application
Mise en place de merlons ou écrans acoustiques	90 000€	Au démarrage de l'exploitation
Équipements acoustiques sur matériel et engins	300 000 €	Au démarrage de l'exploitation
Campagnes annuelles de mesures d'émissions sonores	15 000 €	Avant et pendant le fonctionnement
Klaxon de recul à fréquence mélangée	70 000 €	A l'achat des machines

7.12 ONDES VIBRATOIRES DES TIRS DE MINE

7.12.1 Généralités sur les vibrations des tirs de mines

7.12.1.1 Origine des vibrations et propagation

Les exploitations des carrières existantes sur ces types de matériaux n'engendrent pas de vibrations perceptibles en dehors des phases de tirs de mines. Les vibrations liées aux équipements d'extraction (engins et camions) et de concassage ne seront perceptibles que dans un rayon de quelques mètres autour et ne généreront pas de gênes auprès des riverains du projet.

Les tirs de mines sont la source principale à l'origine de vibrations.

L'abattage à l'explosif de roches massives utilise l'énergie délivrée lors de la détonation de la charge explosive placée à l'intérieur du massif rocheux. L'énergie de l'explosif est ainsi utilisée sous deux formes complémentaires : l'énergie de choc (liée à l'énergie cinétique des gaz libérés) qui fissure la roche et l'énergie des gaz, qui en se détendant, ouvrent des fissures et disloquent le massif.

Toutefois, lors des tirs de mines, seule une partie de l'énergie des explosifs est utilisée à la réalisation de l'objectif initial. Le reste de cette énergie est consommé sous forme :

- d'échange thermique avec le milieu environnant,
- d'énergie cinétique excessive d'éléments rocheux (plus communément appelé projections),
- d'énergie vibratoire dans le milieu connexe. Cette énergie vibratoire se propage dans les milieux solides : il s'agit du phénomène de vibrations accompagnant les tirs de mines. Mais elle se propage également dans l'atmosphère sous forme de surpression aérienne.

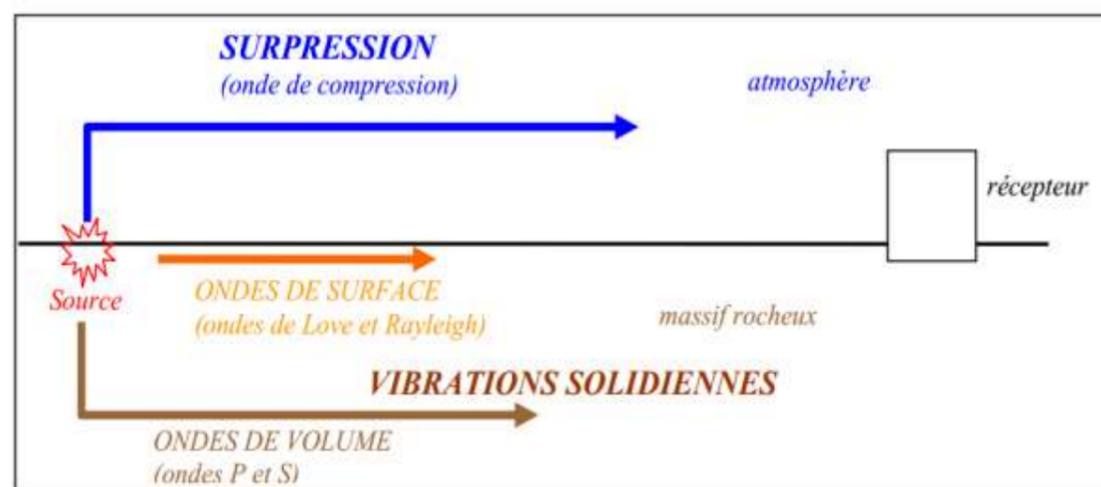


Planche 141 : Mode de transmission et de dissipation de l'énergie d'un tir de mine

Les vibrations solidiennes

Les vibrations dans le sol sont des phénomènes mécaniques de décompression, traction ou cisaillement qui se propage dans le matériau leur servant de support. On identifie deux mouvements distincts :

- Le mouvement particulier qui correspond au déplacement d'un point du milieu au moment du passage de l'onde (vitesse particulière de quelques mm/s)

- Le front d'onde constitué par l'ensemble des points atteints au même moment par l'onde, possédant un mouvement particulier distinct de celui des particules, qui dépend du milieu des propagations et de la position de la source (vitesse de 2000 à 4500m /s)

Le mouvement particulière s'amortit rapidement au cours de la propagation en raison de l'absorption de l'énergie vibratoire par le milieu. L'augmentation ou la diminution de la vitesse particulière est sensiblement proportionnelle à la charge unitaire. C'est la vitesse particulière maximale qui est prise en compte pour caractériser le signal provenant d'une vibration provoquée par un tir de mine.

La législation française impose une limite de vitesse particulière pondérée de 10 mm/s entre 1 Hz et 80 Hz sur les structures riveraines occupées.

Un tir de mine génère donc des vibrations transmises par le sol qui sont sources de nuisance pour les structures environnantes. Toutefois, la transmission des vibrations dépend largement de l'interface sol/ fondation existant entre la zone du tir de mine et la structure. On note, de façon générale, que les éléments de structure amplifient le signal autour de leur fréquence de résonance et l'atténuent en dehors.

Ainsi pour une habitation classique, la fréquence propre des éléments porteurs est généralement comprise entre 5 et 15 Hz. Les cloisons et autres panneaux de faible inertie présentent des fréquences propres plus élevées, jusqu'à 30 Hz environ.

La surpression aérienne

La surpression aérienne est une variation de la pression de l'air autour de la pression atmosphérique moyenne. Les origines de la surpression aérienne sont multiples :

- une des premières origines est constituée par le mouvement du front de taille qui se comporte, au cours du tir, comme la surface d'une immense enceinte acoustique. Cette source de la surpression, qui représente généralement la plus grande part de l'énergie du signal, conduit à un signal de très basse fréquence comprise en général entre 1 Hz et 10 Hz, inaudible.
- une deuxième origine de surpression est constituée par une détente brutale des gaz dans l'atmosphère, que ce soit le fait de charges explosives non confinées, comme par exemple du cordeau détonant en surface, ou du dégazage à travers des discontinuités du massif rocheux. Cette deuxième source, généralement moins énergétique voire dans certains cas négligeable, conduit à des signaux de fréquences plus élevées comprises généralement entre 50 Hz et 200 Hz, c'est-à-dire dans le domaine audible.
- une dernière origine enfin est constituée par la chute des matériaux, blocs rocheux en carrière et travaux publics ou panneaux en démolition. Cette dernière cause est généralement la moins énergétique. Elle conduit à des signaux dans le domaine audible.

La propagation de la surpression aérienne est entravée par la morphologie du site et l'occupation du sol (végétation, bâti) qui vont influencer sur la réflexion, la réfraction et la diffusion de l'onde.

A noter que la composante de l'onde en très basse fréquence de la surpression n'est par contre que faiblement modifiée par les obstacles « minces » comme des murs ou des rideaux de végétation.

De plus, l'onde de surpression se propage dans l'atmosphère sous l'influence non négligeable des conditions météorologiques :

- les surpressions sont plus élevées sous le vent ;
- la pluie, la neige voire même le brouillard atténuent les niveaux de surpression ;
- les inversions thermiques avec l'altitude (par exemple par temps d'orage) constituent des réflecteurs pour les ondes de surpression et modifient donc leur propagation. On peut assister dans des cas exceptionnels à des « mirages de surpression » équivalents aux fameux « mirages optiques ».

Malgré tous ces facteurs environnementaux, il est possible de définir des lois de propagation pour prévoir le niveau de surpression, à l'instar des vibrations dans le sol. L'équation générique des lois de propagation de la surpression est donnée ci-dessous, avec P la surpression exprimée en Pa, D la distance du tir au récepteur en m, Q la charge unitaire du tir en kg et le coefficient n'est généralement pris par défaut égal à -1,2 :

$$P = K \cdot \left[\frac{D}{\sqrt[3]{Q}} \right]^{-n}$$

Ainsi, on estime que les vibrations solidiennes correspondent à l'énergie de choc de l'explosif alors que les surpressions aériennes sont plutôt associées à l'énergie des gaz du tir. A noter cependant que dans un rayon de 300m autour du tir, les ondes vibratoires de surpression aérienne sont souvent confondues avec les vibrations transmises par le sol.

7.12.1.2 Impact des vibrations

Les nuisances associées à un tir de mine se répartissent entre les surpressions aériennes et les projections qui leur sont nettement corrélées ainsi que les vibrations transmises par le sol.

Dans le domaine des carrières, les vibrations des tirs de mines transmises par le sol ont été étudiées et ont fait l'objet de la définition de seuils réglementaires (cf. planche ci-dessous) à l'instar des ondes vibratoires aériennes, plus méconnues et pour lesquelles la législation n'a pas définie de seuils réglementaires. Seule la circulaire d'application de l'arrêté du 22 septembre 1994 préconise un seuil maximum de 125 dBL (décibels linéaires) applicable aux carrières sans toutefois préciser le mode de mesure ni d'affectation à la protection des structures ou des personnes.

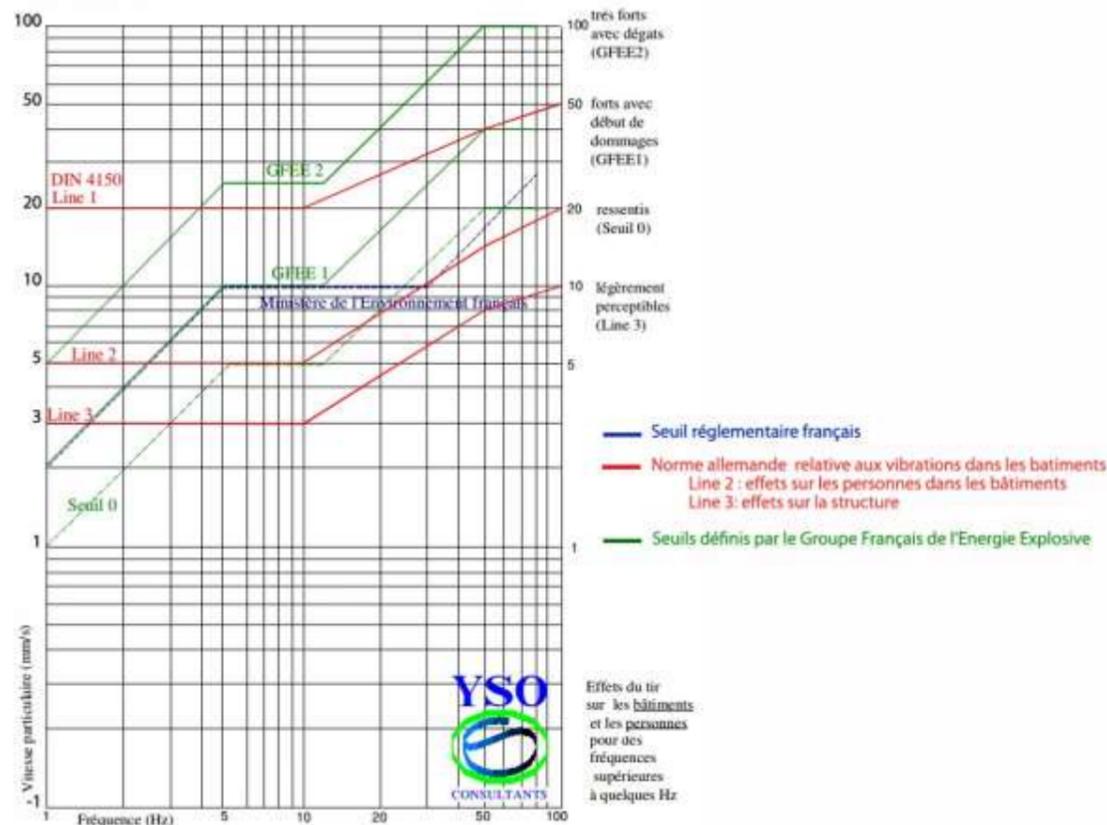


Planche 142 : Vibrations dues aux tirs de mines

Les ondes vibratoires aériennes émises par le tir de mines génère, outre les émissions de bruits directement perceptibles par les riverains (cf. Chapitre 6.10), un effet de souffle à l'origine d'une potentielle nuisance mécanique vis-à-vis des structures. Ces nuisances mécaniques sont souvent confondues par les riverains avec les vibrations transmises par le sol.

Le tableau suivant présente les effets progressifs de la surpression aérienne :

Amplitude de la surpression aérienne		Effets constatés et seuils applicables
Décibel linéaire	Pascal	
<100	<2	Surpression imperceptible
112	8	Apparition des premières plaintes
120	20	Les plaintes deviennent nombreuses, les vitres vibrent, les lustres oscillent....
125	35	Seuil conseillé par l'arrêté du 22/09/94 (carrières)
130	63	Seuil USBM- Vibrations sensibles des planchers
135	112	Premiers dégâts superficiels (fissures de plâtre et d'enduit, déplacement de tuiles)
139	180	Seuil maximum d'exposition des personnes (OMS)
140	200	Bris des vitres les plus fragiles
170	6000	Bris de toutes les vitres

Planche 143 : Effets progressifs de la surpression aérienne

Une analyse menée en 2002 par le CETE de Clermont Ferrand a mis en évidence que la modification d'un plan de tir dans le but de minimiser les seules vibrations conduit le plus souvent à augmenter le niveau de surpression aérienne et que l'existence de plaintes ponctuelles de riverains paraît plus liée aux surpressions aériennes sujet à de fortes variations contrairement aux vibrations solidiennes qui sont moins sensibles aux facteurs extérieurs (conditions météorologiques notamment).

Aussi, la prise en compte des nuisances issues d'un tir de mine doit donc comporter une réflexion sur le couple vibration-surpression, intégrant les effets de ces deux phénomènes sur les structures et sur les personnes.

Ainsi les effets cumulés des vibrations et de la surpression ont été étudiés par J. Boxho qui dresse l'abaque de corrélation suivant :

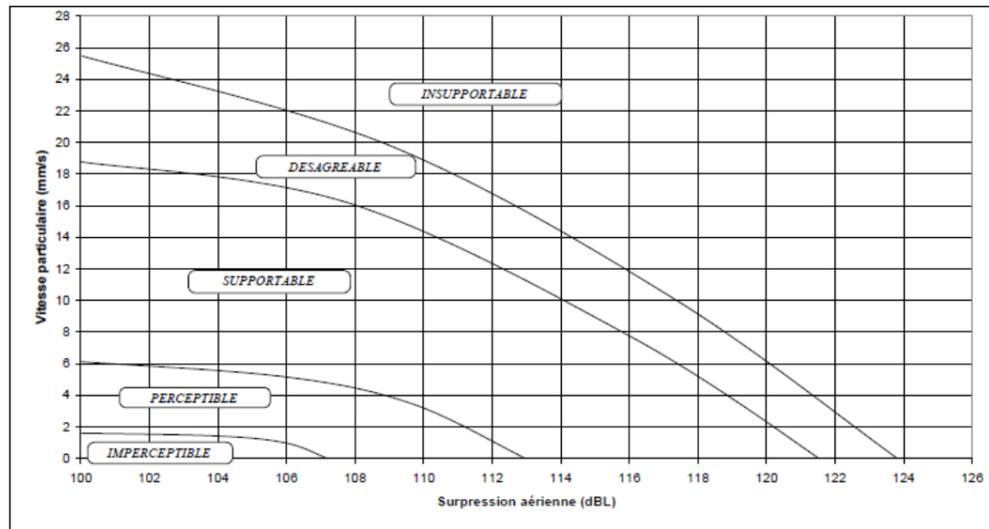
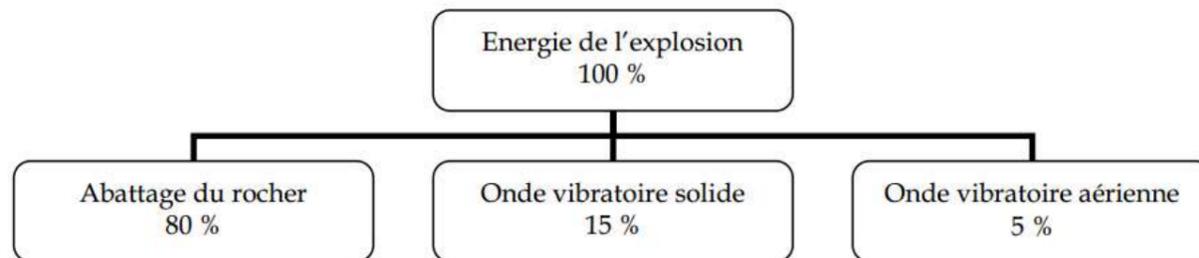


Planche 144 : Effets cumulés des vibrations solidienne et de la surpression sur les personnes (d'après J. Boxho, 1977)

7.12.2 Bruits émis par les tirs

Lors d'un tir de mine, seule une partie de l'énergie de l'explosif est utilisée pour l'abattage de la roche. Le reste de l'énergie est restitué sous forme d'ondes vibratoires solides et d'onde vibratoire aériennes :



Les fréquences de certaines de ces ondes vibratoires aériennes appartiennent au domaine de l'audible et sont donc à l'origine d'émissions sonores. Les bruits émis par les tirs de mines ont pour origine la libération brutale des gaz de tirs dans l'atmosphère et dans une moindre mesure la chute des matériaux.

L'onde acoustique ainsi générée présente une crête de surpression d'air très brève, suivie d'une série d'oscillations de pression.

Les bruits émis par les tirs de mines sont exclus de la réglementation relative aux bruits des ICPE. Toutefois, selon la circulaire n° 96-52 du 02/07/96 relative à l'application de l'arrêté du 22/09/94 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières, afin d'éviter la gêne due aux tirs des mines, il peut être nécessaire, dans certains cas, d'imposer une valeur limite niveau de pression acoustique de crête peut être limité à 125 décibels linéaires.

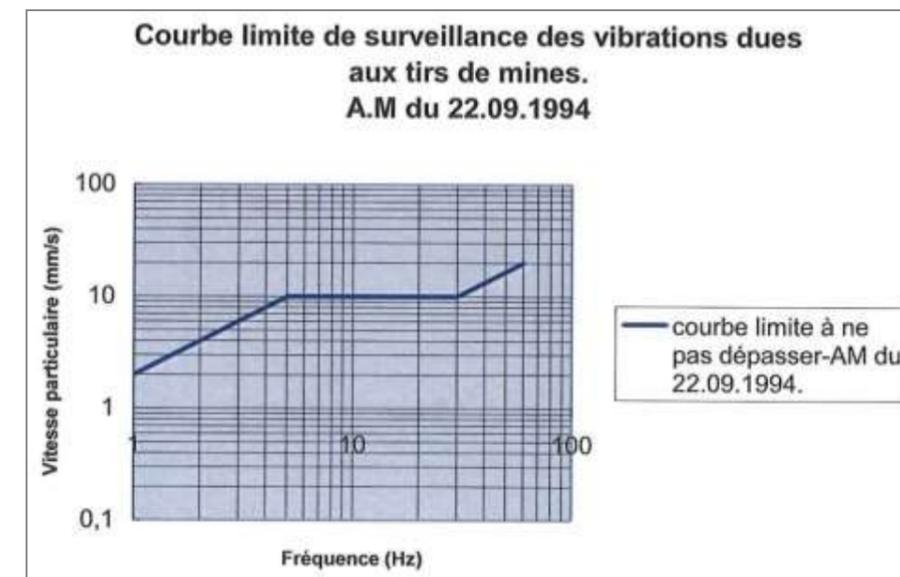
Les effets sonores d'un tir sont ponctuels. Bien que notable, le bruit émis est un bruit instantané de très courte durée. L'impact dépendra donc avant tout de la périodicité et de l'horaire des tirs.

Aussi les tirs auront lieu en journée, sur le créneau horaire 13h30 - 16h, créneau sur lequel le trafic routier est le moins important. Les tirs sont prévus par intervalles de 1 pour permettre d'alimenter les postes situés en aval du process.

Par ailleurs, c'est l'effet de surprise plus que le niveau sonore lui-même qui peut parfois perturber le voisinage. Aussi, l'exploitant veillera à ce que les tirs soient réalisés à des horaires réguliers. Une communication sera réalisée par SCPR sur la date et les heures prévues des tirs auprès de l'ensemble des riverains proches de l'installation. Lors de la réalisation des tirs, un avertissement préalable par sirène sera également mis en place pour réduire l'effet de surprise.

7.12.3 Vibrations et projections émises par les tirs

L'arrêté du 22/09/94 relatif aux exploitations de carrières et installations de premier traitement fixe le seuil à 10 mm/s à ne pas dépasser sur les bâtiments voisins des carrières, cette vitesse particulaire étant pondérée en fonction de la fréquence de la vibration. La même limite est retenue pour les ouvrages d'art de la Route des Tamarins, franchissement de la Ravine du Trou et de la Ravine des Avirons. Elle est schématisée sur le graphe ci-dessous :



Le respect de ce seuil permet d'assurer de la pérennité des constructions riveraines du projet. Il est toutefois rappelé que le dépassement de ce seuil ne signifie pas pour autant que l'apparition de dégâts sera systématique observés.

Les différents plans de tirs sont présentés en page suivante :

- Plan de tir N° 1 : basaltes sain – foration Ø 127
- Plan de tir N° 2 : basaltes scoriacés – foration Ø 127
- Plan de tir N° 3 : secteurs des habitations, de l'ouvrage d'art ou de la route des Tamarins – foration Ø 89
- Plan de tir N° 4 : basalte sain – foration Ø 89
- Plan de tir N° 5 : basalte scoriacés – foration Ø 89

Calcul théorique des distances de sécurité pour chaque plan de tir :

Plan de Tir	Charge	Distance minimale
N°1	80 kgs	170 ml
N°2	73 kgs	160 ml
N°3	30 kgs	100 ml
N°4	44 kgs	130 ml
N°5	33 kgs	110 ml

Le plan ci contre permet de visualiser l'implantation des différents tirs en fonction des distances de retrait par rapport aux habitations et aux ouvrages d'art. L'usage de détonateurs électroniques permettra de réduire l'impact des vibrations en maîtrisant plus finement les micros retards.

On rappellera toutefois que les calculs de distance de sécurité sont très conservateurs puisqu'ils prennent comme hypothèse que le massif rocheux est homogène et continu. Or, comme le montrent les reconnaissances géologiques réalisées pour le projet, le milieu est très hétérogène et discontinu. De plus, les deux grandes ravines qui bordent de part et d'autre le projet constituent des ruptures naturelles à la propagation des vibrations.

En fonction des résultats enregistrés sur le terrain, les plans de tir pourront être adaptés.

Pour rappel, SCPR réalisera avant le démarrage et à la fin de l'exploitation, un constat d'huissier pour toutes les habitations dans un périmètre de 500 mètres, ainsi qu'un constat contradictoire avec le gestionnaire des ouvrages d'art de la Route des Tamarins.

Chaque tir fera l'objet d'un contrôle de vibration sur la ou les structures les plus proches. Ces mesures seront réalisées avec des capteurs à 3 composantes étalonnés et contrôlés chaque année. Le positionnement des capteurs sera modifié au cours de l'exploitation afin de toujours être situé entre le tir et les structures les plus proches.

SCPR réalisera avant le démarrage et à la fin de l'exploitation un constat d'huissier pour toutes les habitations dans un périmètre de 500m, ainsi qu'un constat contradictoire avec le gestionnaire des ouvrages d'art de la Route des Tamarins.

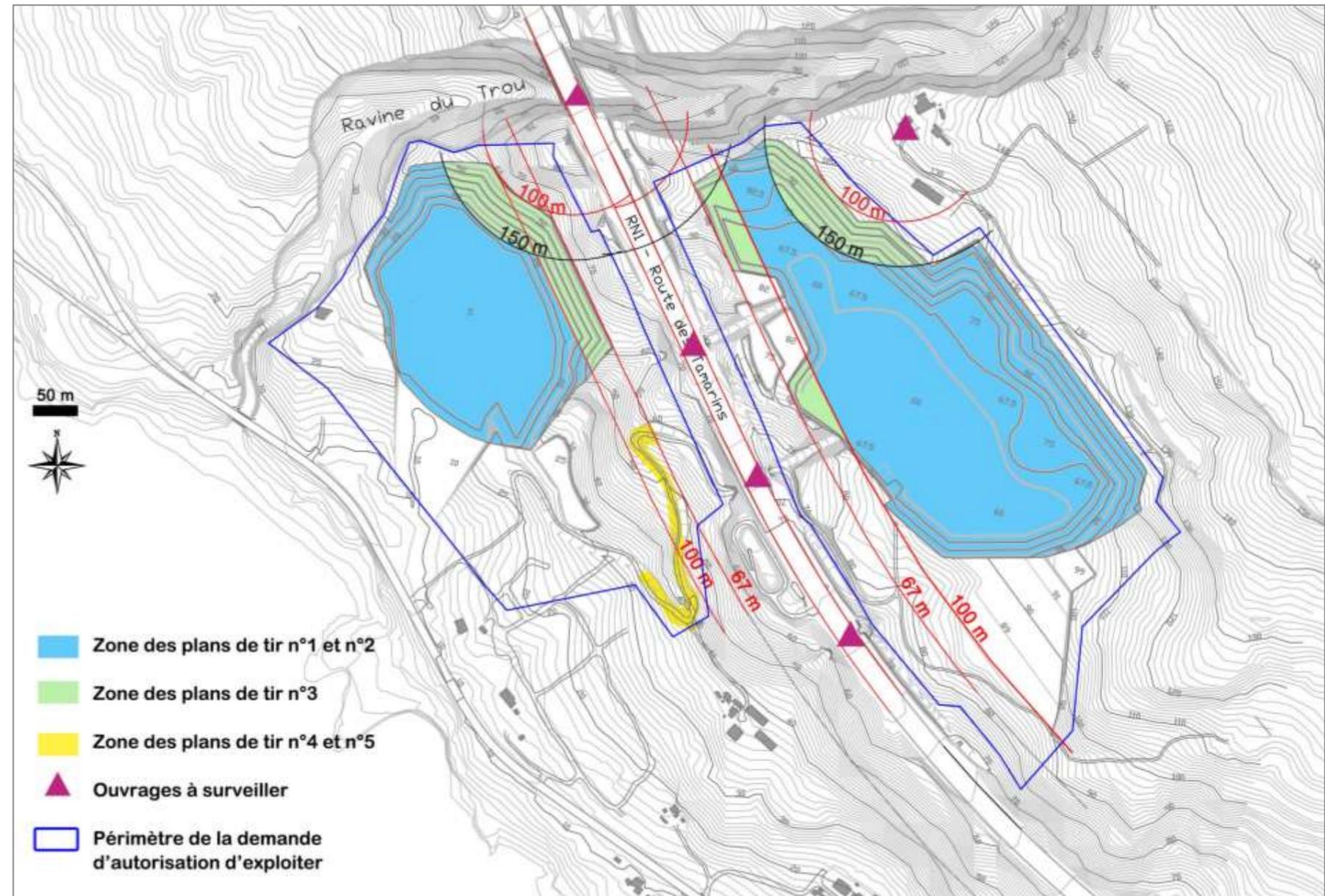


Planche 145 : Implantation théorique des différents plans de tirs

7.12.3.1 Plan de tir N° 1 : basaltes sain – foration Ø 127

Commune de St Leu - Ile de la Réunion

CARRIERE DE RAVINE DU TROU

Plan de tir N°1

TIR : _____ DATE : _____
 Site : _____ Palier : _____ Cote : _____ BASALTES SAINS

Tir à détonateurs électroniques

entre trous **32** ms
entre rangées **72** ms

↑ Sens d'abattage

608	576	544	512	480	448	416	384	352	320	288	256	224	192	160	128	96	64	32	0
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
680	648	616	584	552	520	488	456	424	392	360	328	296	264	232	200	168	136	104	72
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
752	720	688	656	624	592	560	528	496	464	432	400	368	336	304	272	240	208	176	144
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
824	792	760	728	696	664	632	600	568	536	504	472	440	408	376	344	312	280	248	216
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Contrôles

Plan de forage	
Profondeur des forages	
Sonde TEPEX	
Bourrage gravette	

Simulation des vibrations sur les structures avoisinantes

Coefficient K (de CHAPOT) retenu : 2000
 Seuil maximum autorisé par arrêté ministériel : 10 mm/s

Distance Tir - Ouvrage	Vitesse prévisionnelle	Coefficient K	Charge par déto
mètres	mm/s		(cu) kg
80	38,75	2000	80
90	31,35	2000	80
100	25,93	2000	80
110	21,84	2000	80
120	18,68	2000	80
130	16,17	2000	80
140	14,15	2000	80
150	12,50	2000	80
160	11,13	2000	80
170	9,98	2000	80
180	9,00	2000	80
190	8,17	2000	80
200	7,45	2000	80
210	6,82	2000	80
220	6,27	2000	80
230	5,79	2000	80
240	5,36	2000	80
250	4,98	2000	80
260	4,64	2000	80
270	4,34	2000	80
280	4,06	2000	80
290	3,82	2000	80
300	3,59	2000	80
310	3,38	2000	80
320	3,20	2000	80
330	3,02	2000	80
340	2,87	2000	80

COUPE D'UNE MINE

Bourrage : 3,30 ml
Gravette 10 / 14

79 kg Emulsion vrac
densité = 1,25

1 Booster 1 kg
Détonateur électronique

SCHEMA DE FORATION

Profondeur moyenne du trou	8,30	m
Sur profondeur	0,8	m
Hauteur moyenne du front	7,50	m
Diamètre de foration	127	mm
Inclinaison des trous	0	degré
Maille 4,6 x 4,6	21,25	m2
Cube par trou moyen	159	m3
Nombre de trous	80	unité

CHARGEMENT D'UNE MINE

Hauteur bourrage moyenne	3,30	m
Explosif booster	1	kg
Emulsion vrac	79	kg
Charge totale par trou	80	kg
Détonateurs par trou	1	unité
Cordeau détonant	0	ml

CARACTERISTIQUES DU TIR

Total Explosif	6374	kg
Total Linéaire	864	ml
Total Cube	12748	m3
Charge Spécifique	500	gr/m3
Charge Unitaire Instantanée Maxi.	80	kg
Nombre de détonateur	80	unité

Contrôle du niveau de vibrations
OBSERVATIONS :

Responsable du tir : _____
Signature : _____

Tir N°1

— Vitesse prévisionnelle mm/s

7.12.3.2 Plan de tir N° 2 : basaltes scoriacés – foration Ø 127

Commune de St Leu - Ile de la Réunion

CARRIERE DE RAVINE DU TROU

Plan de tir N°2

TIR : _____ DATE : _____
 Site : _____ Palier : _____ Cote : _____ ZONE SCORIACEES

Tir à détonateurs électroniques

entre trous **32** ms
entre rangées **72** ms

↑ Sens d'abattage

608	576	544	512	480	448	416	384	352	320	288	256	224	192	160	128	96	64	32	0
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
680	648	616	584	552	520	488	456	424	392	360	328	296	264	232	200	168	136	104	72
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
752	720	688	656	624	592	560	528	496	464	432	400	368	336	304	272	240	208	176	144
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
824	792	760	728	696	664	632	600	568	536	504	472	440	408	376	344	312	280	248	216
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Contrôles

Plan de forage	
Profondeur des forages	
Sonde TEPEX	
Bourrage gravette	

Simulation des vibrations sur les structures avoisinantes

Coefficient K (de CHAPOT) retenu : 2000
 Seuil maximum autorisé par arrêté ministériel : 10 mm/s

Distance Tir - Ouvrage	Vitesse prévisionnelle	Coefficient K	Charge par déto
mètres	mm/s		(cu) kg
80	35,68	2000	73
90	28,87	2000	73
100	23,88	2000	73
110	20,11	2000	73
120	17,20	2000	73
130	14,89	2000	73
140	13,03	2000	73
150	11,51	2000	73
160	10,25	2000	73
170	9,19	2000	73
180	8,29	2000	73
190	7,52	2000	73
200	6,86	2000	73
210	6,28	2000	73
220	5,78	2000	73
230	5,33	2000	73
240	4,94	2000	73
250	4,59	2000	73
260	4,28	2000	73
270	4,00	2000	73
280	3,74	2000	73
290	3,51	2000	73
300	3,31	2000	73
310	3,12	2000	73
320	2,94	2000	73
330	2,78	2000	73
340	2,64	2000	73

COUPE D'UNE MINE

Bourrage : 2,80 ml
Gravette 10 / 14

32 kg Nitrate Fuel
densité = 0,85

40 kg Emulsion vrac
densité = 1,25

1 Booster 1 kg
Détonateur électronique

SCHEMA DE FORATION

Profondeur moyenne du trou	8,30	m
Sur profondeur	0,8	m
Hauteur moyenne du front	7,50	m
Diamètre de foration	127	mm
Inclinaison des trous	0	degré
Maille 5,0 x 5,0	25,44	m2
Cube par trou moyen	191	m3
Nombre de trous	80	unité

CHARGEMENT D'UNE MINE

Hauteur bourrage moyenne	2,80	m
Explosif booster	1	kg
Explosifs vrac	72	kg
Charge totale par trou	73	kg
Détonateurs par trou	1	unité
Cordeau détonant	0	ml

CARACTERISTIQUES DU TIR

Total Explosif	5800	kg
Total Linéaire	664	ml
Total Cube	15263	m3
Charge Spécifique	380	gr/m3
Charge Unitaire Instantanée Maxi.	73	kg
Nombre de détonateur	80	unité

Tir N°2

Vitesse (mm/s) vs Distance (m)

Contrôle du niveau de vibrations
OBSERVATIONS :

Responsable du tir : _____
 Signature : _____

7.12.3.3 Plan de tir N° 3 : dans le secteur d'habitations, ouvrage d'art ou route des Tamarins - foration Ø 89

Commune de St Leu - Ile de la Réunion

CARRIERE DE RAVINE DU TROU

Plan de tir N°3

TIR
Site : _____ Palier: _____ Cote : _____ DATE : _____
BASALTES SAINS

Tir à détonateurs électroniques

entre trous **32** ms
entre rangées **72** ms

↑
Sens d'abattage

608	576	544	512	480	448	416	384	352	320	288	256	224	192	160	128	96	64	32	0
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
680	648	616	584	552	520	488	456	424	392	360	328	296	264	232	200	168	136	104	72
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
752	720	688	656	624	592	560	528	496	464	432	400	368	336	304	272	240	208	176	144
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
824	792	760	728	696	664	632	600	568	536	504	472	440	408	376	344	312	280	248	216
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Contrôles

Plan de forage

Profondeur des forages

Sonde TEPEX

Bourrage gravette

Simulation des vibrations sur les structures avoisinantes

Coefficient K (de CHAPOT) retenu : 2000
Seuil maximum autorisé par arrêté ministériel : 10 mm/s

Distance Tir - Ouvrage mètres	Vitesse prévisionnelle mm/s	Coefficient K	Charge par déto (cui) kg
50	37,35	2000	30
60	26,90	2000	30
70	20,38	2000	30
80	16,03	2000	30
90	12,64	2000	30
100	10,03	2000	30
110	8,81	2000	30
120	7,73	2000	30
130	6,69	2000	30
140	5,85	2000	30
150	5,17	2000	30
160	4,60	2000	30
170	4,13	2000	30
180	3,72	2000	30
190	3,38	2000	30
200	3,08	2000	30
210	2,82	2000	30
220	2,59	2000	30
230	2,40	2000	30
240	2,22	2000	30
250	2,06	2000	30
260	1,92	2000	30
270	1,79	2000	30
280	1,68	2000	30
290	1,58	2000	30
300	1,48	2000	30
310	1,40	2000	30

COUPE D'UNE MINE

SCHEMA DE FORATION

Profondeur moyenne du trou	8,00	m
Sur profondeur	0,5	m
Hauteur moyenne du front	7,50	m
Diamètre de foration	89	mm
Inclinaison des trous	0	degré
Maille 2,6 x 2,6	6,90	m2
Cube par trou moyen	52	m3
Nombre de trous	80	unité

CHARGEMENT D'UNE MINE

Hauteur bourrage moyenne	3,60	m
Explosif booster	1	kg
Emulsion vrac	29	kg
Charge totale par trou	30	kg
Détonateurs par trou	1	unité
Cordeau détonant	0	ml

CARACTERISTIQUES DU TIR

Total Explosif	2400	kg
Total Linéaire	640	ml
Total Cube	4138	m3
Charge Spécifique	580	grim3
Charge Unitaire Instantanée Maxi.	30	kg
Nombre de détonateur	80	unité

Contrôle du niveau de vibrations

OBSERVATIONS :

Responsable du tir : _____
Signature : _____

Tir N°3

7.12.3.4 Plan de tir N° 4 : basalte sain – foration Ø 89

Commune de St Leu - Ile de la Réunion

CARRIERE DE RAVINE DU TROU

Plan de tir N°4

TIR : _____ DATE : _____

Site : _____ Palier : _____ Cote : _____ BASALTES SAINS

Tir à détonateurs électroniques

entre trous **32** ms

entre rangées **72** ms

↑ Sens d'abattage

608	575	544	512	480	448	416	384	352	320	288	256	224	192	160	128	96	64	32	0
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
680	648	616	584	552	520	488	456	424	392	360	328	296	264	232	200	168	136	104	72
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
752	720	688	656	624	592	560	528	496	464	432	400	368	336	304	272	240	208	176	144
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
824	792	760	728	696	664	632	600	568	536	504	472	440	408	376	344	312	280	248	216
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Contrôles

Plan de forage	
Profondeur des forages	
Sonde TEPEX	
Bourrage gravette	

Simulation des vibrations sur les structures avoisinantes

Coefficient K (de CHAPOT) retenu : 2000

Seuil maximum autorisé par arrêté ministériel : 10 mm/s

Distance Tir - Ouvrage	Vitesse prévisionnelle	Coefficient K	Charge par déto
mètres	mm/s		(ou) kg
80	22,62	2000	44
90	18,30	2000	44
100	15,14	2000	44
110	12,75	2000	44
120	10,90	2000	44
130	9,44	2000	44
140	8,26	2000	44
150	7,30	2000	44
160	6,50	2000	44
170	5,83	2000	44
180	5,26	2000	44
190	4,77	2000	44
200	4,35	2000	44
210	3,98	2000	44
220	3,66	2000	44
230	3,38	2000	44
240	3,13	2000	44
250	2,91	2000	44
260	2,71	2000	44
270	2,53	2000	44
280	2,37	2000	44
290	2,23	2000	44
300	2,10	2000	44
310	1,98	2000	44
320	1,87	2000	44
330	1,77	2000	44
340	1,67	2000	44

COUPE D'UNE MINE

SCHEMA DE FORATION

Profondeur moyenne du trou	8,00	m
Sur profondeur	0,5	m
Hauteur moyenne du front	7,50	m
Diamètre de foration	89	mm
Inclinaison des trous	0	degré
Maille 3,2 x 3,2	10,06	m2
Cube par trou moyen	75	m3
Nombre de trous	80	unité

CHARGEMENT D'UNE MINE

Hauteur bourrage moyenne	2,50	m
Explosif booster	1	kg
Emulsion vrac	43	kg
Charge totale par trou	44	kg
Détonateurs par trou	1	unité
Cordeau détonant	0	ml

CARACTERISTIQUES DU TIR

Total Explosif	3502	kg
Total Linéaire	640	ml
Total Cube	6037	m3
Charge Spécifique	580	gr/m3
Charge Unitaire Instantanée Maxi.	44	kg
Nombre de détonateur	80	unité

Contrôle du niveau de vibrations

OBSERVATIONS : _____

Responsable du tir : _____
Signature : _____

Tir N°4

7.12.3.5 Plan de tir N° 5 : basalte scoriacés – foration Ø 89



Commune de St Leu - Ile de la Réunion

CARRIERE DE RAVINE DU TROU

Plan de tir N°5

Simulation des vibrations sur les structures avoisinantes

Coefficient K (de CHAPOT) retenu : 2000

Seuil maximum autorisé par arrêté ministériel : 10 mm/s

TIR : _____ DATE : _____

Site : _____ Palier : _____ Cote : _____ ZONES SCORIACEES

Tir à détonateurs électroniques

entre trous **32** ms

entre rangées **72** ms

Sens d'abattage

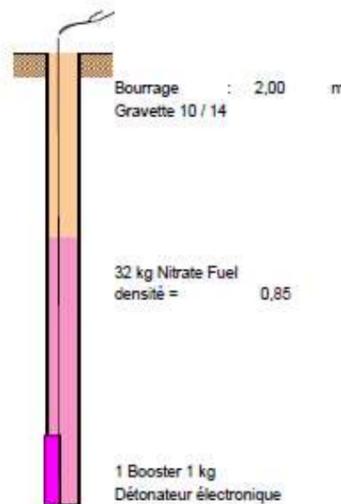
608	576	544	512	480	448	416	384	352	320	288	256	224	192	160	128	96	64	32	0
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
680	648	616	584	552	520	488	456	424	392	360	328	296	264	232	200	168	136	104	72
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
752	720	688	656	624	592	560	528	496	464	432	400	368	336	304	272	240	208	176	144
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
824	792	760	728	696	664	632	600	568	536	504	472	440	408	376	344	312	280	248	216
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Contrôles

Plan de forage	
Profondeur des forages	
Sonde TEPEX	
Bourrage gravette	

Distance Tir - Ouvrage mètres	Vitesse prévisionnelle mm/s	Coefficient K	Charge par déto (cu) kg
80	17,46	2000	33
90	14,13	2000	33
100	11,69	2000	33
110	9,84	2000	33
120	8,42	2000	33
130	7,29	2000	33
140	6,38	2000	33
150	5,63	2000	33
160	5,02	2000	33
170	4,50	2000	33
180	4,06	2000	33
190	3,68	2000	33
200	3,36	2000	33
210	3,07	2000	33
220	2,83	2000	33
230	2,61	2000	33
240	2,42	2000	33
250	2,25	2000	33
260	2,09	2000	33
270	1,96	2000	33
280	1,83	2000	33
290	1,72	2000	33
300	1,62	2000	33
310	1,52	2000	33
320	1,44	2000	33
330	1,36	2000	33
340	1,29	2000	33

COUPE D'UNE MINE



SCHEMA DE FORATION

Profondeur moyenne du trou	8,00	m
Sur profondeur	0,5	m
Hauteur moyenne du front	7,50	m
Diamètre de foration	89	mm
Inclinaison des trous	0	degré
Maille 3,4 x 3,4	11,58	m2
Cube par trou moyen	87	m3
Nombre de trous	80	unité

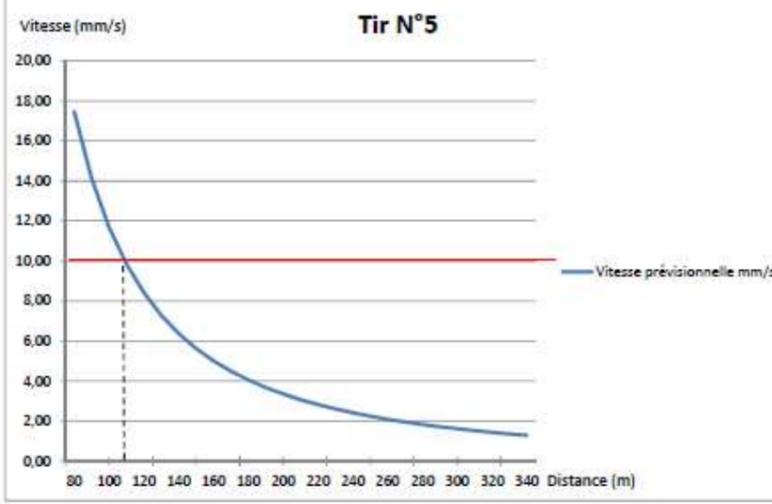
CHARGEMENT D'UNE MINE

Hauteur bourrage moyenne	2,00	m
Explosif booster	1	kg
Explosifs vrac	32	kg
Charge totale par trou	33	kg
Détonateurs par trou	1	unité
Cordeau détonant	0	ml

CARACTERISTIQUES DU TIR

Total Explosif	2640	kg
Total Linéaire	640	ml
Total Cube	6947	m3
Charge Spécifique	380	gr/m3
Charge Unitaire Instantanée Maxi.	33	kg
Nombre de détonateur	80	unité

Tir N°5



Contrôle du niveau de vibrations

OBSERVATIONS :

Responsable du tir :

Signature :

7.12.4 Projection

La technique d'abattage à l'explosif peut être à l'origine de projection de matériaux. La propulsion de fragments rocheux du fait de l'expansion non contrôlée des gaz, a pour origine :

- Fissuration du massif
- Épaisseur trop faible du banc par rapport au plan de chargement
- Présence d'une discontinuité du massif rocheux

La géologie hétérogène du gisement de la Ravine du Trou augmente le risque de projection. La hauteur des fronts a été ramenée le plus souvent de 15 mètres à 7,50 mètres pour réduire ce risque en s'adaptant plus précisément aux faciès rencontrés. Les paramètres de foration seront systématiquement enregistrés pour adapter les plans de chargement en fonction des discontinuités rencontrées.

Par mesure de précaution, les distances de retrait suivantes seront respectées :

- ✓ 100m par rapport aux maisons d'habitation et le pont de la Ravine du Trou
- ✓ 67 m par rapport à la route des Tamarins

De plus, vis-à-vis de la sécurité des usagers de la route des Tamarins RN1, lors des tirs de mines, la circulation sera coupée par le gestionnaire du réseau dans les cas suivants :

- ✓ Tir entre 67 et 100 ml : coupure systématique sur tous les fronts exploités
- ✓ Tir entre 100 et 150 ml : coupure systématique sur les 2 premiers fronts exploités

Les coupures de circulation sur la Route des Tamarins seront réalisées en période « creuse » entre 13h30 et 16h00. Elles seront réalisées sous la forme de ralentissements puis de relâchements de la circulation sous le contrôle de la Direction Régionale des Routes. Sur les 4 années d'exploitation, les coupures sont évaluées à moins de 80 soit une vingtaine de coupure par an.

Les dispositions prévues par SCPR pour garantir la sécurité des personnes et des ouvrages lors des opérations de tirs ont fait l'objet de plusieurs échanges avec la Direction Régionale des Routes (DRR)

Cf. Annexe 1 - Pièce 9 : Courriers de demande d'organisation des microcoupures de la circulation sur la route des Tamarins

Cf. Annexe 1 - pièce 11 : Courrier de réponse de la DRR du 11/09/2014

L'organisation des micro-coupures fera l'objet d'une procédure précise validée par les services gestionnaires du réseau routier et par les services de l'Etat.

Elles seront organisées depuis les échangeurs du Portail et de l'Etang Salé. Dans chaque sens de circulation, les véhicules suivants seront mobilisés : 2 véhicules FLU (Flèche Lumineuse d'Urgence) ralentiront la circulation sur chaque voie et 1 véhicule léger occupera la bande d'arrêt d'urgence. Une balayeuse sera également mobilisée pour intervenir sur les chaussées en cas de besoin.

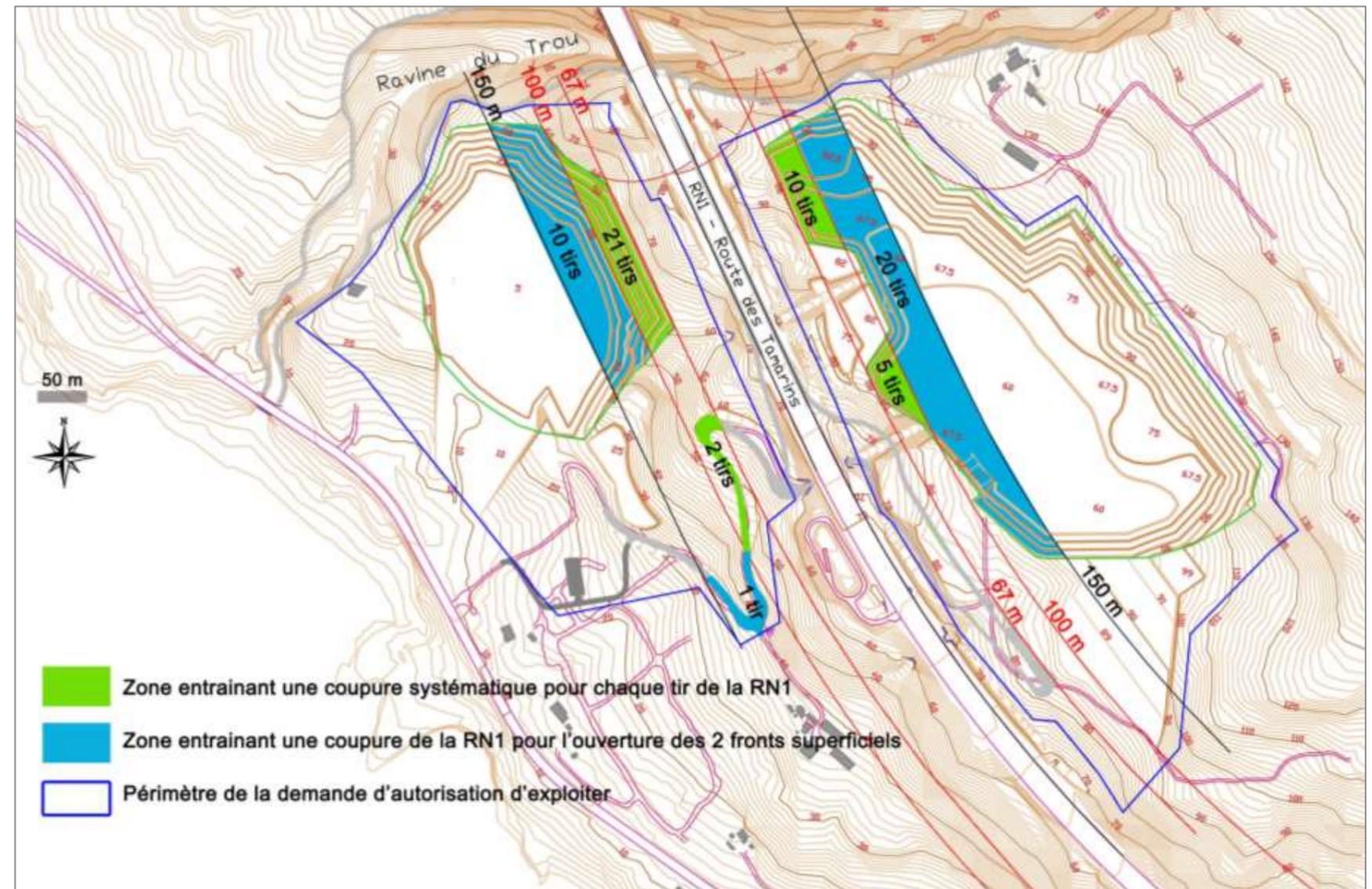


Planche 146 : Distance de sécurité retenue pour les plans de tirs

7.12.5 Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts

Plusieurs dispositions ont été prises par SCPR, dès la phase de définition du projet, de manière à limiter les risques de propagation des vibrations et projections susceptibles de nuire aux biens et aux équipements présents autour du projet.

Contrôle des accès

Le site sera entièrement clôturé. L'accès au site durant les heures d'ouverture fera l'objet d'un contrôle.

Les riverains présents sur la partie basse pourront accéder à leurs habitations par des cheminements indépendants, existant ou à créer, ne nécessitant aucun passage dans le périmètre de la carrière (voir DAT). Seul l'exploitant agricole positionné en partie haute sera autorisé en semaine à emprunter le 1/2 échangeur créé sur la Route des Tamarins afin de ne pas avoir de croisement avec les poids lourds de livraison de granulats. Les autres espaces de la carrière ne lui seront pas accessibles.

Par ailleurs, la procédure de tir mise en place sur le site s'assurera de l'absence des riverains à proximité de la zone de tir. Ces derniers seront régulièrement informés des heures de tirs.

Dispositions pour les vibrations

- Éloignement par rapport aux maisons d'habitation de 100 m
- Usage d'un plan de tir adapté (n°3) entre 67 m et 100 ou 150 m selon les secteurs
- Utilisation d'un détonateur électronique de plans de tir adaptés

Dispositions pour les projections

- Adaptation des tirs de mines
- Éloignement de 67 m par rapport à la route des Tamarins
- Éloignement par rapport aux maisons d'habitation de 100 m
- Hauteur des fronts ramenée le plus souvent de 15m à 7,50m
- Consignes de circulation sur la RN1 pour les tirs à proximité

Pour rappel, SCPR réalisera avant le démarrage et à la fin de l'exploitation, un constat d'huissier pour toutes les habitations dans un périmètre de 500 mètres, ainsi qu'un constat contradictoire avec le gestionnaire des ouvrages d'art de la Route des Tamarins.

Chaque tir fera l'objet d'un contrôle de vibration sur la ou les structures les plus proches. La société SCPR disposera de 2 appareils de mesures lui permettant de contrôler par phase 4 structures susceptibles d'être soumises aux vibrations des tirs. La localisation de ces postes de mesures de propagation des vibrations est fournie sur la planche ci-contre.

La localisation de ces postes de mesures de propagation des vibrations est fournie sur la planche ci-contre.

Seront ainsi contrôlés :

- le pont de la Ravine la Ravine du Trou
- les ouvrages hydrauliques de la route des Tamarins (PIOH 295 et OH 299)
- la conduite d'irrigation
- les habitations ou bâtiments d'élevage les plus proches

Ces mesures seront réalisées au moyen de capteurs à 3 composantes étalonnés et contrôlés chaque année. Le positionnement des capteurs sera modifié au cours de l'exploitation afin de toujours être situé entre le tir et les structures les plus proches.

Les valeurs devront respecter les critères de l'arrêté du 22/09/94 relatif aux exploitations de carrières et installations de premier traitement des matériaux de carrières. Le texte fixe à 10 mm/s la vitesse particulière à ne pas dépasser sur les bâtiments voisins des carrières, cette vitesse particulière étant pondérée en fonction de la fréquence de la vibration.

La procédure de tir sera la suivante :

- Implantation du tir.
- Foration des trous de mine.
- Remplissage en explosifs.
- Raccordements et contrôle
- Mise en sécurité des lieux et pose de sismographes sur les points sensibles
- Tir
- Temps de sécurisation.

Les tirs sont prévus de manière simultanée au rythme de 1 par jour et par fosse pour permettre d'alimenter les postes situés en aval du process.

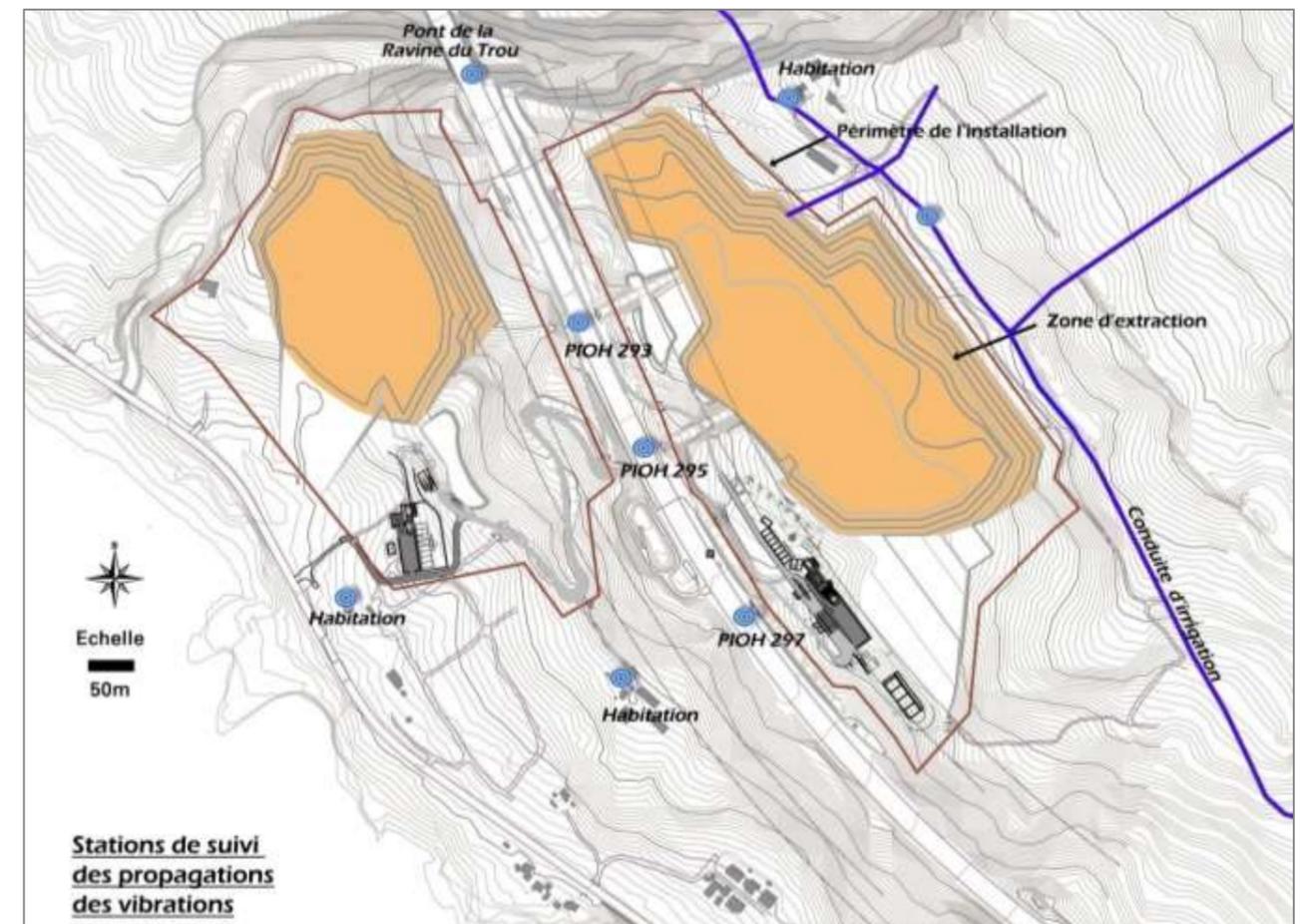


Planche 147 : Localisation des points de contrôle des émissions vibratoires de la carrière selon la phase d'exploitation

7.12.6 Coûts des mesures prévues

	<i>Coût de la mesure</i>	<i>Délai de mise en application</i>
Plan de tir à faible charge unitaire : surcoût en explosifs	1 000 000€	En phase d'exploitation
Mesures de vibrations	350 000 €	En phase d'exploitation
Micro coupure de la circulation	300 000 €	En phase d'exploitation

7.13 TRAFIC ROUTIER

7.13.1 Caractérisation des effets du projet sur le trafic routier

7.13.1.1 Conditions d'accès au site

L'accès à la carrière pour les engins et camions se fera grâce à l'aménagement par SCPR d'un demi échangeur au niveau de la RN1 à la hauteur de la carrière.

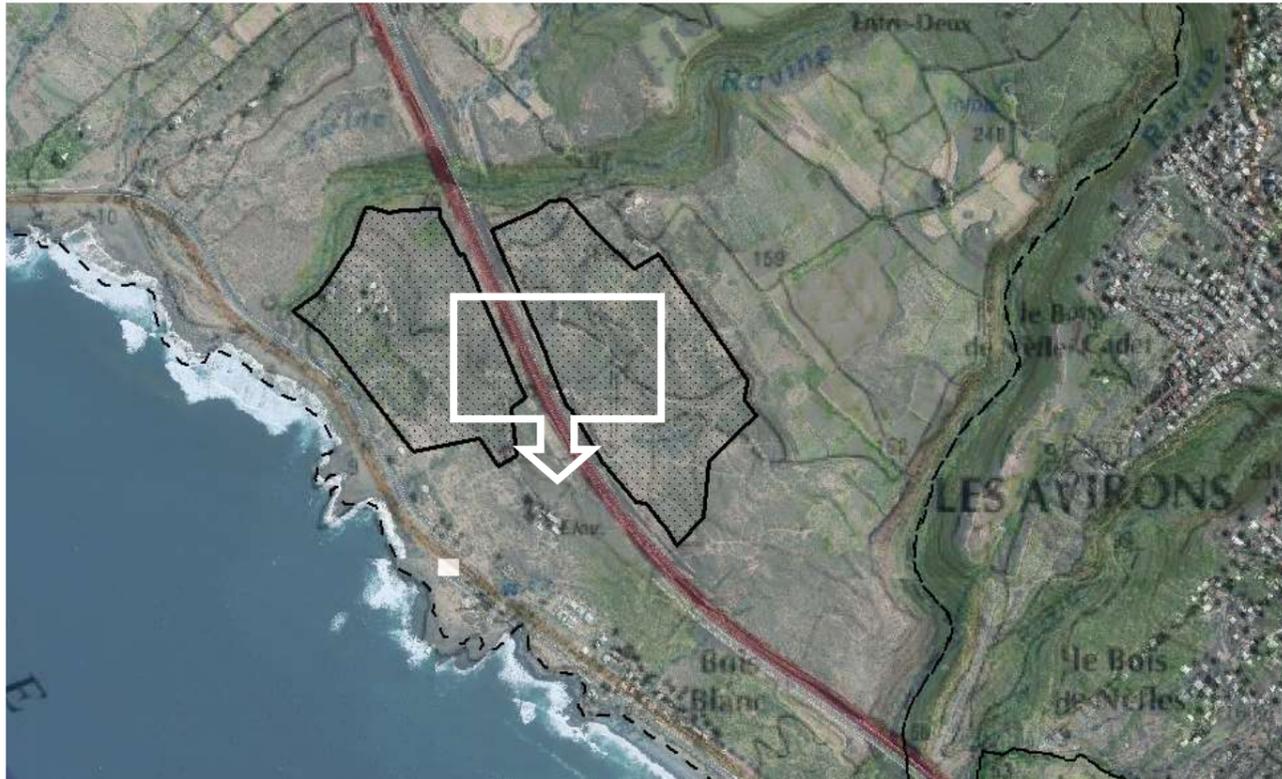


Planche 148 : Itinéraire d'accès à la carrière de la Ravine du Trou

Deux accès seront redessinés au niveau de la RN1 pour permettre aux poids lourds et aux véhicules légers d'accéder au site et d'en sortir sans impacter le trafic routier de la RN1a.

Ces accès seront aménagés de façon à garantir la sécurité des usagers de la RN1.

- ↳ une sortie PL depuis la RN1 dans le sens Saint Denis-Saint Pierre accessible également aux VL et permettant de rejoindre soit la plateforme basse de l'installation, soit d'accéder à la plateforme haute en empruntant le PIOH 295.
- ↳ une entrée PL vers la RN1 dans le sens Saint Pierre -Saint Denis établie à l'extrémité de la plateforme haute

Le site accueillera en moyenne 465 rotations de poids lourds par jour répartis sur les horaires suivants : 5h-20h. Les véhicules du personnel représenteront une cinquantaine de VL sur cette même tranche horaire. La fréquentation du site en période nocturne se limitera aux véhicules de l'équipe de maintenance.

Le fonctionnement de la future carrière augmentera donc la circulation sur la RN1 :

- Accroissement de l'encombrement et de l'usure de cet axe
- Impact sur le niveau sonore aux abords de cet axe

Les impacts sur les émissions atmosphériques du transport ont été traités dans les chapitres 7.7, 7.8 et 9.

Effet sur l'encombrement des routes empruntées par le personnel d'exploitation

L'exploitation du site

Effet sur l'encombrement des routes empruntées pour l'alimentation du chantier de la NRL

La RN1 est un axe classé en route à grande circulation en raison du niveau de trafic élevé. Cet axe est dimensionné pour recevoir le trafic de poids lourds généré par le projet. Les variations de trafic induites par la carrière seront les suivants :

Tronçon	Nombre de véhicules par jour en 2015 (en véh/jrs - source DRR)	% d'augmentation lié au transport des matériaux vers le chantier de la NRL*
Echangeur Etang Salé	39 120	+ 2,3%
Piton Saint Leu	42 410	+ 2,1%
Saint Paul	85 690	+ 1,08%
La Possession	59 820	+ 1,5%

* ne tient pas compte du trafic lié aux véhicules du personnel

Tableau 42 : Augmentation du trafic sur la RN1

Dans les secteurs régulièrement soumis à des pics importants de trafic (Saint Paul et Le Port), l'augmentation du trafic sur la RN1 restera inférieure à 2%.

Il est à noter que l'encombrement accentue le risque d'accidentologie routière.

Effet sur la sécurité routière

Le projet de la carrière de la Ravine du Trou sera à l'origine d'une augmentation du trafic sur la route des Tamarins.

Cette augmentation de trafic s'accompagne d'un accroissement :

- du risque d'occurrence d'un accident dont les causes sont principalement liées à des erreurs d'inattention des conducteurs (il est rappelé que cette route offre plus points de vue remarquables ou bien le littoral) susceptibles de distraire les automobilistes
- et de leur degré de gravité, l'accident mettant en cause un poids lourds

Effet sur l'usure du revêtement

Le trafic des véhicules lourds ainsi que les variations thermiques sont les principales causes de dégradation d'une route. Les chaussées sont donc dimensionnées en fonction du nombre de poids lourds qu'elles vont supporter durant leur durée de vie.

Diverses catégories de poids lourds seront utilisées pour le transport des matériaux extraits (32T, 38T, 40T, ...). Cette prestation sera sous-traitée à des entreprises de transport. Les balances mises en place sur la base-vie haute permettront de contrôler que le poids du chargement respecte le poids total autorisé pour l'engin de transport.

On peut évaluer le nombre de poids lourds que supportera une route à partir du trafic moyen journalier annuel (TMJA) au moment de sa construction.

La RN1 est axe classé en route à grande circulation en raison du niveau de trafic élevé. Cet axe est dimensionné pour recevoir le trafic de poids lourds généré par le projet. Il ne devrait donc pas générer une usure prématurée de la chaussée

Incidence sur les émissions sonores des axes routiers empruntés par les camions

L'augmentation du trafic sur la RN1 s'accompagnera d'une augmentation du niveau sonore perceptible autour de ces axes. On relève ainsi dans la bibliographie qu'un accroissement de 5% du trafic routier est à l'origine d'une augmentation des émissions sonores de l'ordre de 0,2 dB(A)³

Avec une augmentation inférieure à 3% du trafic routier sur la RN 1, l'augmentation du bruit au niveau de ces axes sera très nettement inférieure à 0,2 dB(A). Les courbes isophones établies le long de cet axe ne seront pas modifiées.

7.13.1.2 Circulation sur le site

L'ouverture de la carrière de la ravine du Trou va modifier les conditions d'accès pour les riverains du projet empruntant le chemin de Grande Terre.

On recense 2 exploitations en bordure de la carrière et accessibles uniquement par le chemin de Grande Terre traversant le site.



Planche 149 : Identification des usagers du chemin de Grande Terre

Pour garantir l'accès à ces habitations en toute sécurité, SCPR prévoit :

- Pour le riverain en partie basse : la création d'une voie dédiée reliant l'habitation à la voie d'accès au groupe d'habitations situées plus au sud
- Pour l'exploitant agricole en partie haute, son chemin d'accès sera rétabli en dehors du périmètre de la carrière sur lequel un portail sera mis en place. En semaine, les entrées et sorties de l'exploitant se feront par le 1/2 échangeur créé sur la Route des Tamarins permettant ainsi de ne jamais être dans le sens opposé des poids de livraison de granulats. Le week-end, l'exploitant sera autorisé à emprunter la voirie PL jusqu'à la RN1a.

³ Bruit du trafic routier, Département de la sécurité et de l'environnement du Canton de Vaud (Suisse) -avril 2007

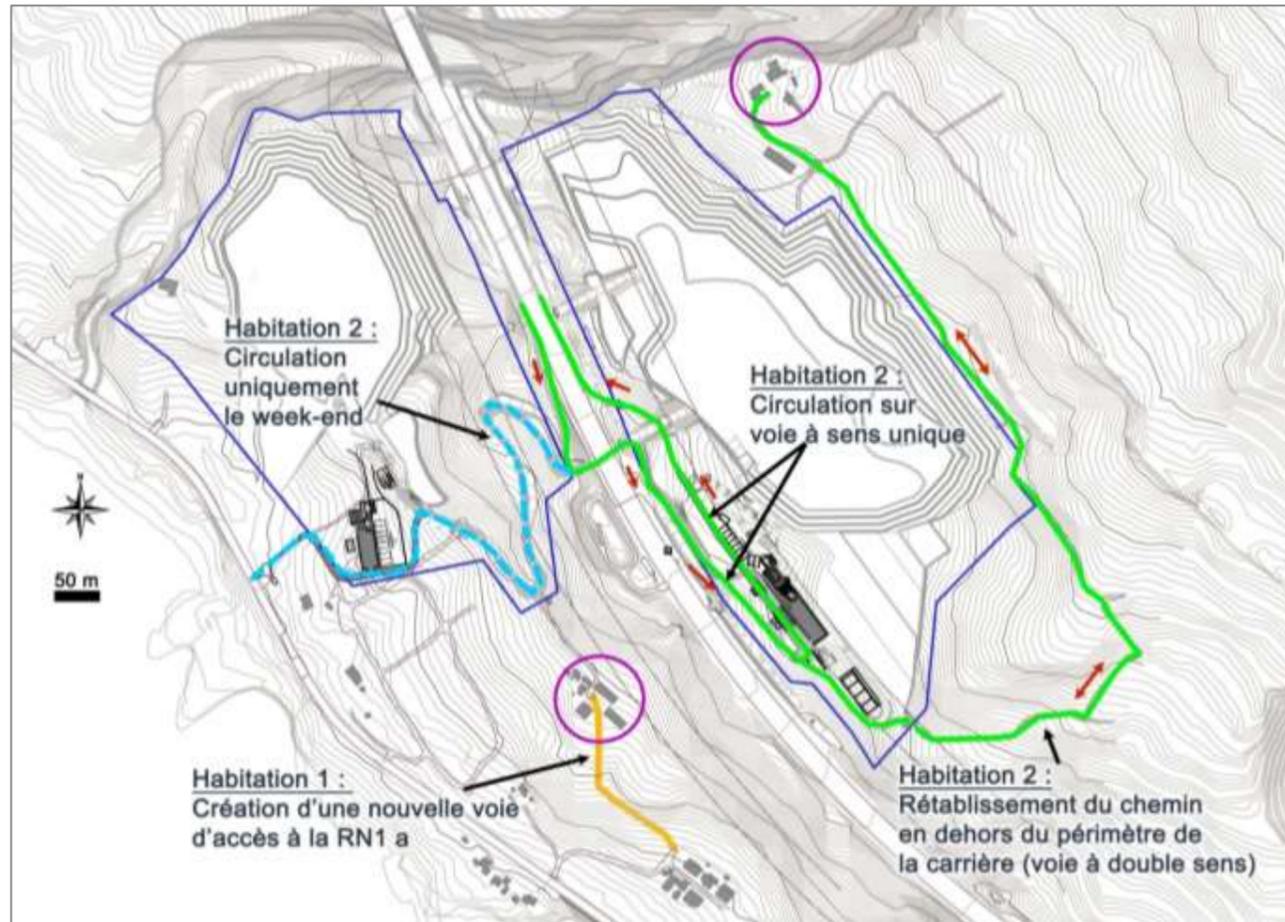


Planche 150 : Aménagement des voies d'accès aux deux habitations riveraines du projet

A noter que l'organisation de la carrière permet la circulation des engins de carrière sur des voies dédiées. La circulation des VL des riverains ne croisera jamais les engins de carrière (dumpeurs, .

7.13.2 Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts

Un plan de circulation et la mise en place d'une signalisation appropriée seront prévus dès la phase d'aménagement sur du site.

SCPR veillera à minimiser les perturbations et la gêne pour la circulation sur la route actuelle. De manière à restreindre les risques d'accidents au niveau de cette voie, il sera appliqué les mesures suivantes :

- une entrée et une sortie depuis la route des Tamarins par la création d'un demi-échangeur en accord avec le gestionnaire de la route (cf. annexe 1 - pièce 9)
- Mise en place d'une signalétique verticale en bord de chaussée de part et d'autre de la carrière. Le plan de cette signalétique est présenté sur le plan réglementaire.
- Passage régulier d'une balayeuse au niveau de la RN1 pour maintenir la propreté de cette dernière et de ses accotements

- Mise en place de laveurs de roues en sortie de chaque plateforme de tri afin de ne pas salir les voies de circulation revêtue et la Route des Tamarins

Les pistes d'exploitation seront construites avec une pente maximale de 10% et une largeur de 15 mètres.

Ces pistes seront réservées exclusivement aux engins de la carrière.

Les occupants des 2 habitations riveraines du projet utilisent un chemin d'accès qui est intercepté par le périmètre du projet.

Dans la zone basse du projet, une voie spécifique sera aménagée pour contourner la base vie basse et permettre à ces riverains l'accès à la voirie lourde aménagée pour les poids lourds. Cette voie, qui s'inscrit sur le tracé de la voie existante, et reliant la plateforme basse avec la base vie-haute permettra aux riverains de rejoindre leur habitation via une voie carrossable.

Il n'est donc pas prévu de croisement entre ces particuliers et les engins de la carrière du site.

7.13.3 Coûts des mesures prévues

	Coût de la mesure	Délai de mise en application
Aménagement du demi-échangeur sur la RN1	2 922 000 €	En phase d'aménagement
Création d'une voirie lourde sur le site pour permettre aux poids lourds d'accéder à la plateforme basse sans passer par la RN1a	1 385 000 €	En phase d'aménagement

8. ANALYSE DES EFFETS CUMULES

8.1 IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS POUVANT AVOIR UN EFFET CUMULÉ SUR LE PROJET

Conformément à l'article R.122-5 II 4 du Code de l'Environnement, le recensement des installations susceptibles d'avoir des effets cumulés avec le projet de carrière doit être réalisé. Ainsi dans le secteur du projet de carrière de la Ravine du Trou, on recense le projet de la ZAC RHI de Bois Blanc. Ce projet consiste en la réalisation d'une ZAC sur la commune de Saint Leu, dans le secteur de Bois Blanc dans le cadre d'une opération de Résorption de l'Habitat Insalubre (RHI).

Une délimitation de ce projet est donnée ci-dessous. Le projet de ZAC se situe au plus près à 200m du périmètre du projet de carrière de la Ravine du Trou.



Planche 151 : Localisation du projet de la carrière SCPR par rapport au projet de la ZAC RHI de Bois Blanc

Par ailleurs, bien que le chantier de la Nouvelle Route du Littoral (NRL) n'en soit plus au stade de projet, ses effets cumulés avec le projet de la carrière de la Ravine du Trou sont également étudiés.

En effet, dans la DUP de la NRL, l'autorité environnementale a précisé que « l'analyse détaillée des impacts cumulés liés à la construction et à l'exploitation de la Nouvelle Route Littoral sécurisée et à l'extraction et à l'approvisionnement des matériaux doit être réalisée par le Maître d'ouvrage lorsque toutes les informations nécessaires à cette évaluation seront disponibles, c'est-à-dire au stade des études de détails.

Ainsi, lorsqu'elles seront réalisées, les études des impacts cumulés 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 (codifiant la Loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, dite « loi ICPE ») nécessaires pour l'ouverture en carrières des sites retenus pour l'extraction des matériaux. »

A notre connaissance, il n'existe pas d'autres installations susceptibles d'être concernées par l'analyse des effets cumulés.

8.2 ANALYSE DES EFFETS CUMULÉS AVEC LE PROJET DE ZAC RHI DE BOIS-BLANC

L'analyse des effets cumulés du projet avec celui de la ZAC de Bois-Blanc a été basée sur les données publiques disponibles sur internet ainsi que sur l'avis de l'autorité environnementale (cf. Annexe 9- Pièce 2)

8.2.1 Présentation du projet de ZAC

Le projet de création de la ZAC de Bois Blanc a pour vocation la résorption de l'habitat insalubre :

- Démolition des quelques cases éparpillées sur le site, la rénovation de certaines et la construction de 38 nouveaux logements
- Réaménagement de la zone en conservant l'ambiance « village de pêcheur » avec des gabarits de voies adaptés et des constructions peu volumétriques (en RDC ou RDC + combles) pour le relogement des familles éparpillées sur le site



Planche 152 : Projet d'aménagement de la ZAC de Bois-Blanc de Saint Leu.

8.2.2 Effets cumulés sur l'hydrologie et les risques naturels.

Le projet de la carrière est construit globalement sur le principe de la transparence hydraulique. Le périmètre des bassins versants ne sont quasiment pas modifiés. Un système de circulation des eaux de la carrière en exploitation et lors de la remise en état respecte majoritairement l'organisation des bassins versants initiaux.

En exploitation, les eaux amont seront déviées pour ne pas transiter par la carrière. De plus les rejets de la carrière seront nuls pour toute pluie inférieure à une pluie décennale de plus d'une heure. Il n'y aura donc pas d'effets cumulés, notamment en matière de MES, avec les eaux de la ZAC.

A la remise en état, on relève une légère augmentation de la surface du bassin versant dont les eaux transitent par l'ouvrage OH295 au détriment du bassin versant dont les eaux transitent par l'OH 301 qui se situe en amont de la ZAC de Bois Blanc. Par ailleurs, le débit de pointe sera être diminué en raison des grandes parcelles agricoles subhorizontales réaménagées après l'exploitation. Les ruissellements seront moindres par l'infiltration de l'eau dans les sols.

Une fois remis en état, le projet n'aura pas d'effets cumulés sur les eaux de la ZAC

8.2.3 Effets cumulés sur l'écologie

Les éléments listés dans l'avis de l'autorité environnementale indique que le projet de ZAC aura un impact sur l'avifaune marine en phase de chantier et de fonctionnement et sur la flore par la destruction d'espèces ornementales. Des mesures de limitation des éclairages et le remplacement des espèces végétales détruites par des espèces endémiques sont proposées par le maître d'ouvrage.

Concernant l'avifaune marine, il a été démontré dans cette étude d'impact que les incidences de la carrière resteraient limitées au vu des mesures prévues lors des différentes phases de fonctionnement de l'installation :

- respect du calendrier de coupure des éclairages établi par la SEOR,
- mise en place d'un éclairage spécifique et orienté vers le sol,
- réalisation de pré-trous dans les fronts de taille pour permettre la nidification des oiseaux marins

La carrière n'aura donc pas d'effet cumulé avec la ZAC sur les populations d'oiseaux marins.

L'Autorité Environnementale ne liste pas de mesures concernant les chiroptères dans son avis relatif au projet de ZAC. La présence de ce taxon sur le périmètre de la ZAC semble toutefois très probable, étant donné des relevés réalisés sur le secteur par Biotopie dans le cadre du projet de carrière et au vu de la configuration des terrains de la ZAC (habitations susceptibles de fournir des niches multiples pour de petites colonies de chauve-souris). Les deux projets pourraient donc avoir un effet cumulé sur les chiroptères. Les mesures prévues par SCPR (création de nouvelles zones de gîte) devraient permettre de limiter l'incidence de l'effet cumulé identifié.

Enfin, dans le projet d'aménagement de la ZAC, il est prévu une remise en état naturel des terrains libérés des constructions insalubres et situés dans la ravine et le long de la RN1a. La revégétalisation est assurée par le Conservatoire du Littoral. Cette mesure entre en résonance avec la réhabilitation de près de 6 ha d'espaces naturels sur les terrains de la carrière situés en aval de la route des Tamarins. Les deux projets auront donc un effet cumulé positif.

8.2.4 Effets cumulés sur le paysage

Dans le cadre du projet d'aménagement de la ZAC de Bois Blanc, la réflexion paysagère menée par le cabinet ZONE UP a visé la conservation des paysages remarquables constitués de petites cases en bois bordant un paysage de savane. La remise en état d'une zone naturelle semi ouverte (savane xérophylle ceinturée par des cordons boisés d'espèces endémiques) dans le secteur en aval de la route des Tamarins permettra de mettre les deux projets en cohérence.

Le projet de la carrière de la carrière va également conduire à la destruction définitive de 4 cases en bordure du littoral, réduisant ainsi la pression de l'habitat humain sur le milieu naturel et sa dispersion. L'effet cumulé sera positif.

8.2.5 Effets cumulés sur l'ambiance sonore

S'agissant d'une ZAC à vocation résidentielle, seule la phase de travaux d'aménagement de la ZAC est susceptible d'avoir des effets cumulés avec le projet de la carrière de la Ravine du Trou.

La modélisation cartographique des niveaux sonores de la carrière lors de ses différentes phases d'exploitation indiquent que la portance des bruits émis par l'installation n'atteindra pas la ZAC de Bois Blanc.

Même si les travaux de la ZAC étaient concomitant avec l'exploitation de la carrière, il n'y aura pas d'effet cumulé des bruits émis par la ZAC en phase d'aménagement avec ceux de la carrière de la Ravine du Trou.

8.2.6 Effets cumulés sur le trafic routier

Dans l'avis de l'autorité environnementale, la question relative au trafic n'est pas rapportée. Le projet de ZAC devrait toutefois légèrement accroître le trafic sur le secteur.

Avec l'aménagement d'un demi échangeur provisoire sur la RN1, le projet de carrière n'aura pas d'incidence sur le trafic routier de la RN1a. Les deux projets n'auront donc pas d'effet cumulé sur le trafic routier.

8.3 ANALYSE DES EFFETS CUMULÉS AVEC LE PROJET DE LA NOUVELLE ROUTE DU LITTORAL

L'analyse des effets cumulés du projet avec celui de la NRL a été basée sur les données publiques disponibles sur internet ainsi que sur l'avis de l'autorité environnementale.

Les effets cumulés du projet de carrière de la Ravine du Trou avec celui de la NRL sont donc présentés ci-après :

8.3.1 Présentation du projet de la Nouvelle Route du Littoral

Les études réalisées sur le projet de la NRL ont permis de proposer plusieurs variantes. La solution retenue 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 2.4 : réalisation d'une digue de 1 200 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 2.4 au PK 7.7 : réalisation d'un viaduc d'une longueur de 5 300 m environ.
Le choix d'un parti viaduc est justifié par la bathymétrie. En effet pour éviter les colonies coralliennes identifiées aux environs des PK 4.5 et aux environs du PK 7,0 et pour sortir de la zone à risque qui se situe plus loin en mer, le tracé en plan s'est éloigné du rivage et se retrouve dans des profondeurs supérieures à 8 m où la digue est aussi plus pénalisée en terme de besoin en matériaux et financièrement.
- du PK 7.7 au PK 13.4 : réalisation d'une digue de longueur 5 700 m environ.
Ce choix trouve sa justification dans la bathymétrie moins profonde (< 8 m) et du fait de la présence des échangeurs de la Grande Chaloupe et de la Possession (RD41).

L'optimisation de la solution de tracé en mer a conduit à privilégier les sections en digue dans les zones où les fonds marins étaient moins importants, et en viaduc là où, du fait de l'éloignement de la falaise, la bathymétrie est plus importante. En effet, sur ces sections, les volumes de matériaux nécessaires pour construire une digue seraient beaucoup plus conséquents.

Le projet comprend trois échangeurs en passage inférieur : un à chaque extrémité (Saint-Denis et La Possession – RD41) et un demi assurant la desserte de la Grande Chaloupe aux environs du PK 8.5.

Le projet intègre 2 voies spécifiques réservées pour des bus situées de chaque côté des voies routières, entre la Voie Lente et la BAU (Bande d'Arrêt d'Urgence) ou la BDD (Bande Dérasée de Droite).

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 contribuer ainsi au ralentissement de son effondrement ;
- constituer une voie de service fermée à la circulation publique ;
- constituer une voie de secours en cas de problème grave sur le viaduc (choc de navires...).

Pour les sections en digue, la route actuelle est déconstruite. Les matériaux sont réutilisés dans le cadre de la construction de la nouvelle digue (pour l'essentiel dans l'aménagement des remblais du piège à cailloux, après mise en service de la digue).

8.3.2 Synthèse des impacts du projet de la NRL

IMPACTS DE LA NRL	MESURES
Pas d'impact sur les risques de submersion marine, sur la houle et sur la stabilité des littoraux environnants	Pas de mesure spécifique
Impact localisé sur les mouvements sédimentaires (au niveau des piles)	Pas de mesure spécifique
Pas de trafic supplémentaire en phase d'exploitation, Fluidification du trafic → pas d'émissions de GES supplémentaire voire une diminution En phase de chantier : augmentation des émissions	Pas de mesure spécifique
Risque d'entraînement de matériel et de produits de chantier dans le milieu naturel en cas d'aléas et risques liés aux conditions maritimes	- arrêt de chantier pour cause d'intempéries (état de la mer) ; - protection des ouvrages provisoires ; - adaptation du projet en cours de chantier.
Modification localisée du relief sous marin	Pas de mesure spécifique relatif au milieu physique, concernant la morphologie, réalisation de mesures permettant à la vie sous marine de reprendre rapidement ses droits (béton immergé favorable au développement de la faune et de la flore sous marin, projet d'éco récif – trame bleu marine)
Pas d'interception de captage AEP et de périmètre de protection associé	Pas de mesure spécifique
Pas d'impact quantitatif permanent sur les eaux souterraines, le projet se déroulant en grande partie en milieu marin, sans interface directe avec les aquifères concernées dans ses parties terrestres Impact quantitatif temporaire lié à la consommation d'eau pour la fabrication des bétons	Gestion raisonnée de la consommation d'eau
Effet de coupure hydraulique pour les écoulements naturels (cours d'eau et ravines)	Prolongement des ouvrages de continuité hydraulique dans les sections en digue : ouvrages hydrauliques pour les écoulements moins importants, ouvrages d'art pour la Ravine des Tamarins, Grande Chaloupe et Petit Ruisseau
Accentuation des risques inondation dans les zones de raccordement à Saint Denis et la Possession	
Modification de la frange littorale par remblaiement de matériaux sur le milieu marin	
Risque de pollutions susceptibles atteindre les nappes d'eau ou le milieu marin (chronique liée à la circulation des véhicules, accidentelle (accident de circulation), saisonnière (liée à l'entretien) ou organique (liée aux aménagements connexes - sanitaires, douches...).	Mise en place d'un assainissement provisoire en phase de chantier Maintien des conditions hydrauliques pendant toute la durée du chantier

IMPACTS DE LA NRL	MESURES
Dispersion importante de Matière En Suspension (MES) dans la mer du fait des remblaiements de matériaux dans le milieu marin lors de la construction de la digue et des piles du viaduc	Mise en place de bassins d'assainissement pour la phase d'exploitation Moyens de prévention contre l'altération de la qualité des eaux (pas d'intervention à risque en dehors des zones aménagées à cet effet.) Procédure d'urgence en cas de pollution accidentelle Isolement des zones de mise en œuvre de remblais non dénués de fines par la mise en place d'une digue provisoire imperméable aux sédiments Evacuation des eaux souillées contenue dans les bassins d'assainissement provisoire Suivi des MES avec mesures spécifiques en cas de dépassement
Incidence indirecte sur l'écosystème terrestre de part l'éloignement du trait côtier et en perturbant leur habitat	Dépose partielle des filets de protection de la falaise Protocole sur les éclairages du chantier, ramassage des oiseaux échoués
Potentiel risque de collision avec l'avifaune en phase de chantier, notamment nocturne, et en exploitation (choc avec des véhicules)	Suivi des écosystèmes terrestres (habitats/faune/flore) avant et dès le commencement des travaux et se prolongeront après la mise en service de l'infrastructure Elaboration et mise en œuvre de PNA (Plan national d'actions) d'espèces floristiques et faunistiques remarquables Contribution à l'effort d'acquisition foncière de terrains du CELRL sur le plateau Malheur et gestion de ces terrains avec le CELRL (avec lutte contre les EEE sur 5 ans) Etude du fonctionnement physique et biologique de la falaise ; Financement d'actions de restauration d'habitats de valeur patrimoniale équivalente (continuité de la planèze du plateau Malheur et autres sites) ; Compensation à l'effort de soin de l'avifaune sensible impactée / compensations en moyens aux organismes agréés en charge de la protection des espèces cibles ; Participation financière d'études/programme d'approfondissement scientifique permettant de mieux appréhender la patrimonialité des habitats et espèces cibles et impacts potentiels associés.

IMPACTS DE LA NRL	MESURES
Impact sur le milieu marin : - les impacts liés à la destruction mécanique et au recouvrement des habitats par les remblais et les particules fines terrigènes de chantier (ensevelissement et panaches turbides) ; - les impacts liés aux pollutions chimiques liés au lessivage des ouvrages en phase d'exploitation du projet (hydrocarbures, métaux lourds, déchets divers, etc.) ; - les impacts de pollution sonore sur les populations de cétacés résidentes ou présentes saisonnièrement.	Installation de dispositifs de confinement des particules fines Mise en œuvre d'un dispositif de rétention et traitement / décantation des eaux pluviales de lessivage des infrastructures Phasage saisonnier des travaux, associés à une phase de "ramping" Création d'une trame bleue marine écologique ; Transplantation des colonies coralliennes menacées sur des sites en cours de restructuration ; Suivi scientifique régulier des habitats périphériques, dans le cadre d'un suivi de chantier à moyen long terme ; Définition d'une zone de protection d'habitats marins remarquables (récifs) et mise en œuvre d'outils de protection et de gestion. Concernant les espèces protégées (mammifères marins et tortues marines) : - élaboration et mise en œuvre de PNA pour la Baleine à Bosse, le Grand Dauphin de l'Indo-Pacifique et la Tortue verte et financement d'actions prioritaires existants sur 10 ans ;
Impact faible sur le foncier Pas de contrainte majeure liée aux servitudes	Mise en compatibilité des documents d'urbanisme
Incidences socio-économiques positives en améliorant les déplacements en phase d'exploitation → impacts positifs pour le tourisme, l'image de la Réunion	Pas de mesure spécifique
Impact limité sur la qualité de l'air en phase de chantier (poussières, gaz d'échappement) Impact positif en phase d'exploitation	Prescriptions dans les cahiers des charges de mesures spécifiques à mettre en œuvre par les entreprises en charge du chantier
Nuisances acoustiques temporaires pour les habitations les plus proches	Mise en place d'un dossier Bruit de chantier établi 1 mois avant l'ouverture du chantier
Nuisances acoustiques permanentes pour 5 secteurs	Dimensionnement des protections acoustiques : 3 murs antibruit nécessaires ainsi que 155 isolations de façade
Perturbation du trafic en phase de chantier	Mise en place d'un plan de circulation et d'une signalisation de chantier Nettoyage des voies empruntées par les entreprises assurant le chantier (y compris pour l'acheminement des matériaux)
Pas d'impact sur l'agriculture	Pas de mesure spécifique

IMPACTS DE LA NRL	MESURES
Impact sur le Patrimoine historique (Caserne Lambert à Saint Denis, Gare de la Grande Chaloupe et Les Lazarets)	Consultation de l'ABF afin de veiller à la valorisation et à l'intégration de l'infrastructure par rapport à ce patrimoine Signalisation pédagogique de découverte du territoire aménagée le long de l'infrastructure pour permettre à l'usager de découvrir le patrimoine présent
Impact sur le paysage	Réaménagements (plantations et terrassements) pour améliorer l'intégration paysagère de la Nouvelle Route du Littoral et de ses échangeurs ; Préservation ou mise en valeurs des éléments intéressants ; Réaménagement de certains espaces et de leur accessibilité ; Aménagement des délaissés ; Aménagements paysagers de l'infrastructure et intégration architecturale de l'ouvrage.
Impact sur la santé - nuisances acoustiques au niveau des zones de raccordements - pollution des eaux : risque important ; - la pollution de l'air : le projet n'induit pas d'exposition supplémentaire de personnes aux principaux polluants issus du trafic routier, par rapport à la situation de référence. - les pollutions accidentelles : si le risque n'est pas nul, celui-ci sera réduit par	- mise en place de protections acoustiques à la source réduira fortement cette gêne sonore - mise en place de dispositifs d'assainissement adaptés à la sensibilité des milieux - pas de mesure relative à l'air envisagée - Mise en place de dispositifs et de plans d'intervention adaptés. La nouvelle liaison sera aussi plus sûre que l'actuel itinéraire qui ne dispose pas d'assainissement (rejet en mer direct).

8.3.3 Effet cumulés sur le milieu physique

Le projet de carrière ne présente pas d'effet cumulé au niveau de la topographie du projet de la Nouvelle Route du Littoral. L'impact cumulé est réduit à la multiplication de carrières pour l'approvisionnement de matériaux nécessaires aux constructions, sans qu'il puisse être perçu si elles ne se trouvent pas en covisibilité. Avec un gisement de plus de 9 MT, la carrière SCPR permet de fournir une grande partie des matériaux de la NRL limitant ainsi les recours à une multitude de sites d'emprunts.

Le projet SCPR ne présente également pas d'effet cumulé au niveau quantitatif et qualitatif des eaux superficielles, souterraines et littoral avec le projet de Nouvelle Route du Littoral. Le projet de carrière de la Ravine du Trou ne prévoit en effet aucun rejet d'eau pour des événements pluvieux inférieurs à une pluie décennale horaire.

8.3.4 Effet cumulés sur le milieu naturel

Étant donnée la distance entre le projet de la Nouvelle Route du Littoral et le projet de carrière RDT, ce dernier n'aura pas d'effet cumulé vis-à-vis des milieux naturels, de la faune et de la flore, qu'elle soit terrestre ou marine. La mise en place de laveurs de roues en sortie de plateforme de tri permettra de limiter la dissémination d'espèces envahissantes depuis l'extérieur ou l'intérieur la carrière.

8.3.5 Effet cumulés sur le milieu humain

L'ouverture de la carrière pour fournir en matériaux le chantier de la NRL est synonyme de création de 50 à 70 emplois directs et beaucoup d'emplois indirects qui viennent compléter les créations d'emplois générés par le chantier NRL lui-même. L'effet cumulé est donc positif sur le tissu socio-économique.

De plus, les roches massives extraites pour les enrochements permettent de préserver la ressource en matériaux alluvionnaires, plus nobles, ce qui permet également de préserver l'activité des industries extractives sur le territoire.

Concernant les déplacements et les infrastructures, la carrière peut être à l'origine d'un certain nombre d'impacts directs et indirects liés au transport et aux stockages de ces matériaux entre la carrière et le chantier :

- ✓ accentuation des risques d'accidentologie routière liés à la circulation des véhicules de type poids lourds sur des infrastructures non réservées au chantier ;
- ✓ usure accélérée des chaussées routières provenant du trafic poids lourds.

Les dimensionnements de la chaussée de la Route des Tamarins permettent d'absorber l'augmentation de trafic envisagée par la mise en exploitation de la carrière. L'effet cumulé du chantier de la NRL et du trafic induit par la carrière peut être considéré comme faible.

L'impact du projet sur l'agriculture est également très largement positif. La surface perdue en phase d'exploitation de la carrière est faible au regard du gain en nouvelles surfaces agricoles.

Étant donnée la distance entre le projet de la Nouvelle Route du Littoral et le projet de carrière RDT, ce dernier n'induirait pas d'effet cumulé vis-à-vis du tourisme et des loisirs, d'autant plus que les aménagements proposés dans ce nouveau projet suppriment la circulation des poids lourds sur la RN1a, la route touristique du sud-ouest.

8.3.6 Effet cumulés sur les nuisances

Les poussières constituent la principale source de pollution de l'air lors de l'exploitation des carrières. Elles sont occasionnées par le transport et le traitement des matériaux et, dans le cas de carrières de roches massives, par le forage des trous de mine et l'abattage de la roche. L'importance des émissions poussiéreuses dépend de la climatologie du secteur, de la topographie et de la granulométrie des éléments véhiculés.

Les émissions de poussières peuvent avoir des conséquences sur la sécurité publique, la santé des personnes, l'esthétique des paysages et des monuments, la faune et la flore.

Ces nuisances restent toutefois ressenties principalement sur les voies d'accès aux sites d'extraction. Le climat sec, la présence de vent quasi-permanente sont des facteurs aggravants. L'impact des carrières restera localisé autour de la carrière.

Étant donnée la distance entre le projet de la Nouvelle Route du Littoral et la carrière de la Ravine du Trou, il n'y aura pas d'effet cumulé vis-à-vis des émissions de poussières. De plus des mesures sont prévues pour limiter les émissions de poussières au niveau de l'extraction, de l'installation de tri des matériaux et pour les opérations de tirs de mines nécessaires à l'abattage de roches massives.

Le projet NRL a été estimé un total de 32 kT équivalent CO₂ pour le transport des matériaux depuis 6 carrières. Avec quelques 13,9 kT EqC estimés pour le transport des matériaux de la carrière de la RDT, son impact est donc conforme à celui déterminé pour l'approvisionnement en matériaux du chantier NRL.

Enfin, étant donnée la distance entre le projet de la Nouvelle Route du Littoral et le projet de carrière RDT, le projet de carrière n'induirait pas d'effet cumulé direct vis-à-vis des nuisances sonores. Seuls les camions apportant les matériaux auront un impact temporaire identifié dans l'étude d'impact du chantier NRL.

8.3.7 Effet cumulés sur le paysage et le patrimoine

On peut distinguer l'atteinte portée pendant la phase d'exploitation de la carrière et l'atteinte liée à la modification de l'état initial lors de la réhabilitation du site.

Pendant la période d'activité de la carrière, le paysage est modifié à la suite des opérations de décapage des sols et d'extraction, par l'apparition d'engins, d'installations de traitement, de stocks de matériaux et de fronts d'exploitation (front de taille). La perception des paysages évolue au fur et à mesure de l'avancement des extractions jusqu'au stade ultime de la réhabilitation définitive du site.

L'impact définitif, après la phase de réhabilitation sera atténué par un réaménagement et une mise en valeur des terrains, créant ainsi un nouveau paysage.

Étant donnée la distance entre le projet de la Nouvelle Route du Littoral et le projet de carrière RDT, le projet de carrière n'induirait pas d'effet cumulé vis-à-vis du patrimoine et du paysage.

8.3.8 Effet cumulés sur la santé

De même que pour le bruit, l'air et les eaux, étant donnée la distance entre le projet de la Nouvelle Route du Littoral et le projet de carrière RDT, le projet de carrière n'induirait pas d'effet cumulé vis-à-vis des effets sur la santé.

9. ETUDE DECHETS

9.1 DESCRIPTION DE LA SITUATION EXISTANTE EN MATIÈRE DE GESTION DES DÉCHETS DANS L'ENTREPRISE

9.1.1 Déchets liés aux activités d'extraction et de stockage transitoire de matériaux sur le site

Les activités qui seront menées sur le site ne généreront qu'une très faible quantité de déchets. Il s'agit :

Origine	Désignation	Code nomenclature	Qté	Composition	Mode de gestion et niveau correspondant
Entretien des engins de la carrière	Huiles hydrauliques usagées	13 01 00	Faible	Huiles usagées	Récupération et valorisation énergétique
	Huiles moteurs usagées	13 02 00	Faible	Huiles usagées	Récupération et valorisation énergétique
	Pièces usagées	20 01 40	Faible	Pièces métalliques défectueuses	Récupération et valorisation
Séparateur d'hydrocarbures	Boues de séparateur d'hydrocarbures	13 05 02 *	Faible	Boues d'hydrocarbures	Récupération par une entreprise agréée et traitement
Locaux sociaux	Déchets domestiques assimilés en mélange	20 03 01	Très Faible	Déchets municipaux assimilés en mélange	Enfouissement
Couverture végétale du site	Déchets verts	20 02 01	Moyenne	Végétation agricole et rudérale	Compostage pour la remise en état du site : valorisation matière
Sanitaires	Boues de la fosse de récupération des eaux usées	20 03 04	Faible	Matières organiques	Récupération par une entreprise agréée et traitement en station d'épuration
Déversement accidentel	Matériaux absorbants et terres pollués	15 02 02 *	Très Faible	Sables, terres et hydrocarbures	Récupération par une entreprise agréée et dépollution par traitement
Décapage du site	Stériles et découverte	01 03 06	Importante	Terres	Réemploi pour la réalisation des talus et remblaiement du site in fine : valorisation matière
Tirs de mines	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus	15 01 10*	Faible	Emballages des constituants utilisés en UMFE Emballage des produits d'amorçage	Elimination par une entreprise agréée

Curage des bassins de décantation	Boues de curage des bassins de décantation	19 08 99	Faible	Sables et limons à faible teneur en toxiques	Recyclage pour le remblaiement de la carrière (après analyse)
Niveau 0	réduction à la source de la quantité et de la toxicité des déchets produits				
Niveau 1	recyclage ou valorisation des sous-produits de fabrication				
Niveau 2	traitement ou prétraitement des déchets (y compris l'incinération)				
Niveau 3	mise en décharge ou enfouissement en site profond				

Tableau 43 : Caractérisation des déchets de l'activité SCPR sur le site de la Ravine du Trou

9.1.2 Déchets liés à la nature du terrain

Aux déchets générés par l'activité d'extraction s'ajoutent les déchets déjà présents sur le terrain. Par ailleurs, la démolition de 4 habitations construites sur le site générera elle aussi des déchets.

Désignation	Code nomenclature	Origine	Mode d'élimination ou mesures prises
Béton	17 01 01	Démolition	Recyclage
Bois, huisseries	17 02 01	Démolition	Récupération et recyclage dans une filière agréée, par exemple Métal Réunion (Le Port), Castor Distrib. Réunion (Saint Paul)
Céramique	17 01 03	Démolition	Recyclage
Matières plastiques	02 01 04 17 02 03	Agriculture Démolition	Récupération et recyclage dans une filière agréée, par exemple Cyclea (Le Port), SNRCI (Le Port)
Métaux	17 04 00	Démolition, déchets présents sur le site	Récupération et recyclage dans une filière agréée, par exemple CUB (Saint Paul), Métal Réunion (Le Port)
Terres et cailloux	17 05 04	Démolition, dépierrage	Recyclage pour le remblaiement de la carrière
Verre	17 02 02	Démolition	Recyclage

Tableau 44 : Gestion des déchets présents sur le terrain

SCPR mettra en place sur son site une organisation permettant la gestion séparative des déchets : Déchets Inertes / Déchets Industriels Banals / Déchets Industriels Dangereux.

L'évacuation de ces déchets respectera les dispositions réglementaires applicables à ces matériaux. Un registre de suivi des déchets sera notamment mis en place afin de tracer avec exactitude l'ensemble des déchets produits et traités par l'installation.

Des sensibilisations régulières du personnel viseront à garantir la bonne gestion des déchets par les bonnes filières tout en recherchant à diminuer les volumes produits.

9.1.3 Description des opérations de recyclage ou de valorisation

Les opérations de valorisation des déchets envisagées sont la valorisation en compost de la couverture végétale si cela est possible. Les matériaux bétons issus de la démolition des habitations seront quant à eux valorisés sur les plateformes spécialisées. Les autres déchets de démolition seront pris en charge par des filières de recyclage agréées.

9.1.4 Description des filières de traitement et de prétraitement

L'installation a retenu pour son fonctionnement 2 catégories de filières pour le traitement de ses boues :

- Boues du système d'assainissement autonome : récupération par un transporteur agréé et traitement en station d'épuration.
- Boues, sables et terres souillées par des hydrocarbures (pollution accidentelle ou séparateur hydrocarbures) : récupération par une entreprise agréée et dépollutions du média par traitement biologique

9.1.5 Description des filières d'élimination par mise en décharge

La société SCPR prendra toutes les dispositions nécessaires pour réduire la quantité de ses déchets. Malgré ces mesures, la production de déchets sur site paraît inévitable.

Ces déchets seront donc enfouis en ISDND ou en ISDI selon leur nature.

9.2 JUSTIFICATION TECHNIQUE-ÉCONOMIQUE DES SOLUTIONS ALTERNATIVES POUR LA GESTION DES DÉCHETS DANS L'ENTREPRISE

Il semble difficile d'envisager d'autres filières économiquement acceptables pour le traitement des déchets classés en mode de gestion de niveau 3 (déchets domestiques assimilés en mélange).

En effet, le volume des déchets produits par la société et destinés à l'enfouissement sera très faible.

Il n'existe par ailleurs pas de filières à la Réunion pour la valorisation énergétique de ces déchets. Les coûts environnementaux et financiers très élevés liés à une exportation et un traitement dans l'union européenne de ces déchets ne permettent pas d'envisager d'autres solutions à l'heure actuelle et justifient donc leur maintien sur l'île.

9.3 PLAN DE GESTION DES TERRES NON POLLUÉES ET DES DÉCHETS INERTES DE L'INSTALLATION

9.3.1 Cadre réglementaire

La Directive 2006/21/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 mars 2006 concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive a été transposée en droit français. Elle est à l'origine de la publication de l'arrêté du 5 mai 2010 modifiant l'arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrière pour la prise en compte des dispositions de la directive européenne concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive.

Le nouveau décret 2015-1614 du 9 décembre 2015 art 20 impose désormais que le plan de gestion des déchets d'extraction figure au dossier de demande d'autorisation.

Cet arrêté précise que les terres de découverte, les stériles et les résidus inertes issus du traitement des matériaux extraits des carrières sont considérés comme des déchets inertes et des terres non polluées, au sens du présent arrêté, s'ils satisfont aux critères suivants :

Terre non polluée :

Une terre est considérée comme non polluée dès lors que ses caractéristiques sont cohérentes avec le fond géochimique naturel local.

Déchets inertes :

A)- Sont considérés comme déchets inertes, au sens de cet arrêté, les déchets répondant, à court terme comme à long terme, à l'ensemble des critères suivants :

1. les déchets ne sont susceptibles de subir aucune désintégration ou dissolution significative, ni aucune autre modification significative, de nature à produire des effets néfastes sur l'environnement ou la santé humaine ;
2. les déchets présentent une teneur maximale en soufre sous forme de sulfure de 0,1 %, ou les déchets présentent une teneur maximale en soufre sous forme de sulfure de 1 % et le ratio de neutralisation, défini comme le rapport du potentiel de neutralisation au potentiel de génération d'acide et déterminé au moyen d'un essai statique prEN 15875, est supérieur à 3 ;
3. les déchets ne présentent aucun risque d'autocombustion et ne sont pas inflammables ;
4. la teneur des déchets, y compris celle des particules fines isolées, en substances potentiellement dangereuses pour l'environnement ou la santé humaine, et particulièrement en certains composés de As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V et Zn, est suffisamment faible pour que le risque soit négligeable pour la santé humaine et pour l'environnement, tant à court terme qu'à long terme. Sont considérées à cet égard comme suffisamment faibles pour que le risque soit négligeable pour la santé humaine et pour l'environnement les teneurs ne dépassant pas les seuils fixés au niveau national pour les sites considérés comme non pollués, ou les niveaux de fond naturels nationaux pertinents ;
5. les déchets sont pratiquement exempts de produits, utilisés pour l'extraction ou pour le traitement, qui sont susceptibles de nuire à l'environnement ou à la santé humaine.

B)- Des déchets peuvent être considérés comme inertes sans qu'il soit procédé à des essais spécifiques dès lors qu'il peut être démontré à l'autorité compétente, sur la base des informations existantes ou de procédures ou schémas validés, que les critères définis au paragraphe 1 ont été pris en compte de façon satisfaisante et qu'ils sont respectés.

9.3.2 Plan de gestion sur le site SCPR de la Ravine du Trou

En application de l'article 16 de l'arrêté du 22 septembre 1994, le plan de gestion doit contenir au moins les éléments suivants :

- la caractérisation des déchets et une estimation des quantités totales de déchets d'extraction qui seront stockés durant la période d'exploitation ;
- la description de l'exploitation générant ces déchets et des traitements ultérieurs auxquels ils sont soumis ;
- en tant que de besoin, la description de la manière dont le dépôt des déchets peut affecter l'environnement et la santé humaine, ainsi que les mesures préventives qu'il convient de prendre pour réduire au minimum les incidences sur l'environnement ;
- a description des modalités d'élimination ou de valorisation de ces déchets ;
- le plan proposé en ce qui concerne la remise en état de l'installation de stockage de déchets ;
- les procédures de contrôle et de surveillance proposées ;
- en tant que de besoin, les mesures de prévention de la détérioration de la qualité de l'eau et en vue de prévenir ou de réduire au minimum la pollution de l'air et du sol ;
- une étude de l'état du terrain de la zone de stockage susceptible de subir des dommages dus à l'installation de stockage de déchets ;
- les éléments issus de l'étude de danger propres à prévenir les risques d'accident majeur en conformité avec les dispositions prévues par l'arrêté du 19 avril 2010 relatif à la gestion des déchets des industries extractives et applicable aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation et aux installations de gestion de déchets provenant des mines ou carrières.

Le plan établi par SCPR de gestion des déchets inertes relatif à son projet de carrière sur la ravine comporte l'ensemble de ces éléments. Il est présenté en annexe 9, pièce 3.

A noter que le plan de gestion doit être révisé par l'exploitant tous les cinq ans et dans le cas d'une modification apportée aux installations, à leur mode d'utilisation ou d'exploitation et de nature à entraîner une modification substantielle des éléments du plan. Au vu de la durée d'exploitation de la carrière (4 ans et 6 mois), la mise à jour ne devrait pas être requise.

Les terres de découverte ne présenteront pas de pollution particulière. Elles proviennent du site et y seront utilisées dans le cadre du réaménagement.

Les stériles issus de l'exploitation de la carrière sont des matériaux inertes qui seront intégralement valorisés dans le cadre de la remise en état de la carrière, en remblaiement des zones d'extraction.

Il n'y aura donc pas de déchets inertes provenant d'activités extérieures. Seules les fines issues du lavage des matériaux alluvionnaires produits sur les sites SCPR du Port et de Saint Louis pourront être utilisées pour amender les terres arables du site.

9.4 CONFORMITÉ AU PLAN DÉPARTEMENTAL D'ÉLIMINATION DES DÉCHETS MÉNAGERS ET ASSIMILÉS

Le projet de plan révisé d'élimination des déchets ménagers et assimilés prévoit le renforcement de la gestion collective des déchets industriels banals et recommande la mise en place d'une collecte sélective.

La société SCPR sera conforme à cette orientation, l'entreprise s'engageant à mettre en place une collecte sélective de ses déchets.

9.5 CONFORMITÉ AU PLAN RÉGIONAL D'ÉLIMINATION DES DÉCHETS INDUSTRIELS

Le plan régional d'élimination des déchets a défini plusieurs priorités d'actions parmi lesquelles la mise en place d'un programme de prévention sur les quantités et la qualité des déchets industriels spéciaux.

Pour répondre à ces objectifs, un tri des déchets à la source sera réalisé par SCPR et ses sous-traitants pour ne pas mélanger les déchets dangereux avec les déchets non dangereux.

Enfin, dans le cadre de la création des nouvelles filières locales de valorisation prévues par le PREDIS, l'entreprise s'engage à revoir ses choix de filières d'élimination de ses déchets si une solution technico-économique acceptable lui est proposée.

10. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Afin d'évaluer l'impact de son projet sur la santé, une évaluation quantifiée des risques sanitaires a été réalisée par le cabinet TECHNISIM CONSULTANT. Cette étude est disponible en annexe 14 - pièce 2. Elle fait l'objet d'une synthèse dans les paragraphes qui suivent.

10.1 MÉTHODOLOGIE DE L'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

L'Évaluation des Risques Sanitaires vise à prévenir et à gérer, sur le long terme, le risque potentiel encouru par une population vivant à proximité d'une source de pollution.

La méthodologie mise en œuvre dans la présente étude est celle proposée par l'INERIS [Institut National de l'Environnement Industriel et des RISques] et par l'InVS [Institut de Veille Sanitaire].

D'une manière générale, une évaluation des risques sanitaires comprend :

- l'**état initial** qui servira de base à l'appréciation des risques sanitaires ;
- l'**identification** et la **caractérisation** des émissions (ou rejets) de l'installation concernée par l'étude ;
- la **modélisation** de la dispersion de ces rejets dans l'environnement ;
- l'**évaluation** de l'exposition des populations selon un schéma conceptuel établi ;
- l'**appréciation** du risque sanitaire à l'aide d'indicateurs sanitaires.

10.2 IDENTIFICATION DES ÉMISSIONS GÉNÉRÉES PAR L'EXPLOITATION DE LA CARRIÈRE

Pour chaque activité, il a été identifié les composés émis, ainsi que les éventuelles mesures compensatoires mises en œuvre.

Les émissions générées par l'installation sont de plusieurs ordres :

- Les émissions **atmosphériques** : il s'agit de rejets de poussières et/ou de gaz à l'atmosphère qui se dispersent dans l'environnement par les vents ;
- Les émissions **aqueuses** : il s'agit des rejets des eaux usées (sanitaires, de process) liées au fonctionnement du site (eaux sanitaires, pluviales, de process) ;
- Les émissions **sonores** (bruit) ;
- Les **vibrations**.

Pour chaque activité, il a été identifié les composés émis, ainsi que les éventuelles mesures compensatoires mises en œuvre.

L'ensemble de ces émissions ont donc été étudiées.

10.2.1 Émissions atmosphériques

Par temps sec, certaines opérations peuvent être à l'origine d'envols de poussières, comme notamment :

- Le décapage des couches de terre supérieures ;
- L'utilisation ponctuelle d'explosifs (foration et explosion de la charge) ;
- L'extraction du gisement ;
- Les opérations de manipulation et de triage des matériaux ;
- La circulation des engins sur des voies non pavées.

Les émissions de poussières sont localisées en majorité au niveau de l'exploitation. Seules les poussières les plus fines sont susceptibles de s'envoler.

L'exploitation de la carrière va générer également des gaz de combustion. Ceux-ci proviennent des moteurs thermiques des engins de chantier ainsi que des moteurs de camions. À l'exception des camions de transport des matériaux, ces émissions sont localisées au niveau de l'installation.

Malgré les mesures prévues afin de réduire les émissions, l'exploitation du site entraînera des émissions atmosphériques, notamment des poussières.

10.2.2 Émissions aqueuses

Les rejets aqueux générés par l'exploitation de la carrière sont composés des eaux sanitaires, des eaux de pluies et de ruissellement et des eaux de process. L'exposition des populations *via* les rejets aqueux du site dépend des possibilités de transfert vers les eaux souterraines ou de surface.

SCPR a prévu la mise en place des mesures de gestion des rejets aqueux de l'installation. Ces mesures permettront d'éviter toute contamination des milieux naturels et des ressources en eaux du secteur. Également, des mesures de protection seront prévues en cas de déversement accidentel.

Par conséquent, l'exploitation de la carrière ne va pas entraîner de rejet d'eau souillée vers l'extérieur.

10.2.3 Bruit et vibrations

RAPPEL : Les effets des émissions sonores sont étudiés en détail dans l'étude acoustique.

L'exploitation d'une carrière entraîne des émissions sonores et des vibrations, de par :

- l'utilisation d'outils/engins constituées de parties vibrantes ;
- la fracturation de la roche massive à l'explosif (dans le cadre de l'exploitation des carrières de roches massives, le premier objectif d'un tir à l'explosif est de fracturer le massif rocheux de manière à le réduire à des blocs de roche de dimension aussi appropriée que possible aux objectifs et aux moyens d'exploitation).

L'exploitation de la carrière s'accompagne d'émissions sonores qui sont réduites en conformité avec les seuils réglementaires par la mise en place de mesures spécifiques.

10.3 IDENTIFICATION DES VOIES D'EXPOSITION

L'identification des sources montre que seuls les rejets atmosphériques peuvent exercer un impact difficilement maîtrisable malgré les moyens spécifiques mis en place.

Il faut retenir que les polluants atmosphériques peuvent :

- Soit être inhalés par les populations ;
- Soit être ingérés par les populations *via* les dépôts sur le sol et les cultures consommées.

La figure suivante présente le schéma conceptuel des voies de contamination.

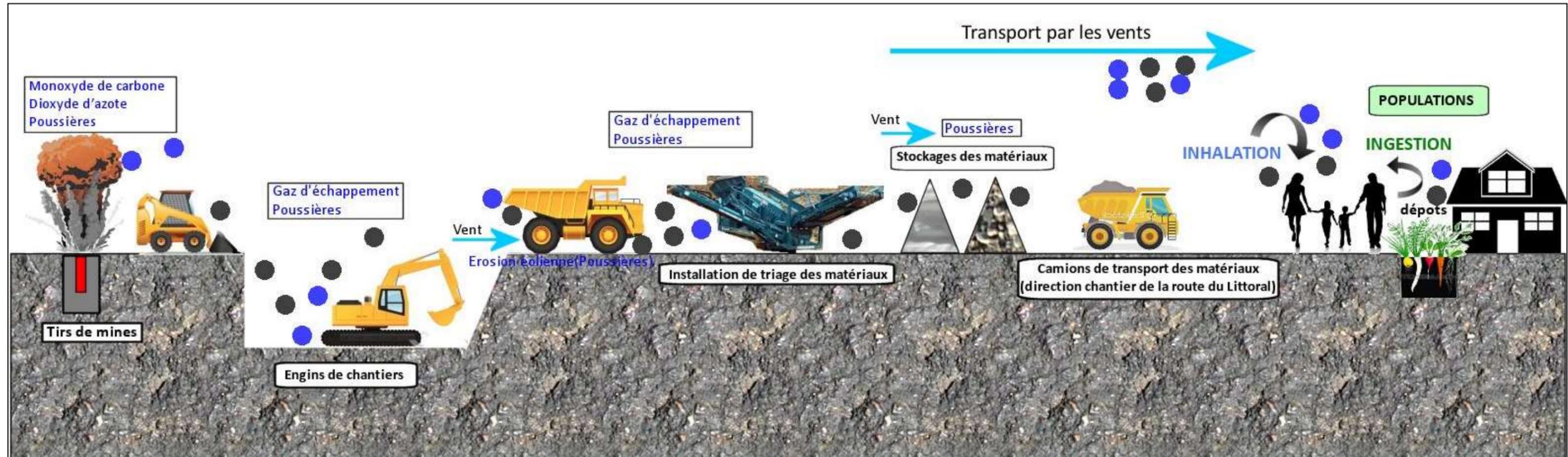


Planche 153 : Schéma conceptuel de l'exposition des populations aux émissions de l'installation

10.4 ÉVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS SUR LES POPULATIONS

Une fois les émissions identifiées, l'étape suivante consiste en la caractérisation de leurs impacts. Cette caractérisation nécessite :

- La quantification des sources identifiées : soit à l'aide de mesures sur des sites/engins équivalents, soit à l'aide d'inventaires d'émission.
- La modélisation de la dispersion des émissions dans l'environnement à l'aide de modèles numériques ;
- L'évaluation de l'impact au niveau des populations à l'aide de seuils réglementaires, des normes de l'OMS et/ou d'indicateurs sanitaires.

10.4.1 Les émissions sonores

Concernant les effets du bruit et des vibrations, la société TECHNISIM CONSULTANT s'est appuyée sur le rapport d'expertise du Cabinet A2MS pour caractériser les mesures à mettre en œuvre en vue de protéger la santé des riverains. En outre, des campagnes de surveillance sont planifiées en vue d'assurer que l'installation ne génère aucune nuisance.

Afin de réduire les effets anxigènes liés aux tirs de mine, une communication sera réalisée auprès des riverains, en amont des opérations de tirs. Les jours et heures prévisionnels des tirs seront communiqués pour limiter l'effet de surprise. La sirène déclenchée au préalable des tirs visant à prévenir le personnel de carrière pourra également être perçue par les riverains qui seront également alertés de la sorte.

Enfin, la commission locale d'information et de concertation permettra également d'écouter les riverains et d'enregistrer leur éventuelles demandes ou plaintes sur différents sujets dont les tirs de mines.

10.4.2 Lutte anti-vectorielle

Dans le cadre de la lutte anti-vectorielle SCPR veillera à respecter les recommandations de l'Agence Régionale de Santé pour réduire la présence de gîtes larvaires sur l'ensemble de son périmètre.

Les fossés et bassins d'assainissement seront régulièrement entretenus pour éviter la stagnation d'eau. Lors des épisodes pluvieux, le principe d'assainissement mis en place sur la carrière conduit à un remplissage des bassins d'assainissement. Toutefois, cette eau sera très rapidement pompée pour être utilisée sur l'ensemble du site pour lutter contre les émissions de poussières. En cas de volume d'eau trop important pour être pompé en moins d'une semaine (correspondant au cycle de développement de la larve de moustique dans l'eau), un système d'agitation par pompage et refoulement permettant de ne pas créer d'eau stagnante et un traitement spécifique par la dispersion de *Bacillus thuringiensis israelensis* (BTi) sera envisagé comme moyen préventif contre la prolifération de moustiques dans ces ouvrages.

10.4.3 Les émissions atmosphériques

Concernant les émissions atmosphériques, leurs impacts ont été évalués dans un premier temps à l'aide des normes de la qualité de l'air, puis à l'aide d'une évaluation quantitative des risques sanitaires.

10.4.3.1 Quantification des émissions et comparaison aux normes

Les quantifications des émissions atmosphériques ont été réalisées à l'aide d'inventaires d'émissions, les documents de l'AP42 de l'US EPA et la méthodologie COPERT.

Afin d'appréhender les effets du terrain de la dispersion atmosphérique, il a été utilisé un modèle de simulation numérique de type Lagrangien, en l'occurrence le modèle AUSTAL2000. Ce modèle a été développé pour le compte du Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Ministère Fédéral allemand en charge de l'Environnement et de la sûreté nucléaire) et répond aux exigences techniques présentées dans l'annexe III du TA-LUFT [Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft]. Enfin, les données météorologiques pris en compte pour les modélisations sont celles de la station Météo-France Réunion « Saint-Pierre/Aéroport de Pierrefonds ».

En définitive, il a été calculé les concentrations ainsi que les dépôts en polluants générés par le projet de carrière au niveau des habitations environnantes du site (récepteur 1 à 6).



Planche 154 : Emplacements de récepteurs pour les calculs de modélisation

Regardant les polluants réglementés, les résultats obtenus ont été comparés avec les normes de la qualité de l'air en vigueur.

Dioxyde d'azote

Le tableau ci-après indique les concentrations maximales obtenues à l'aide des modélisations sans bruit de fond sur l'ensemble des phases.

	Moyenne annuelle	Maximum horaire
Maximum	6,85	153,10
Médiane	0,81	27,39
Récepteur N°1	2,04	55,27
Récepteur N°2	1,60	31,83
Récepteur N°3	3,52	24,00
Récepteur N°4	3,22	19,78
Récepteur N°5	2,29	17,05
Récepteur N°6	2,16	14,93
Valeurs limites	40	200 à ne pas dépasser plus de 18 heures par an (percentile 99,8)
Seuil de recommandation et d'information		200
Seuils d'alerte		400 dépassé sur 3 heures consécutives 200 si dépassement de ce seuil la veille et risque de dépassement le lendemain
Objectif de qualité	40	

Tableau 45 : Comparaison des résultats avec les seuils réglementaires – Dioxyde d'azote [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Ces comparaisons n'ont pas mis en évidence de dépassement imputable à l'exploitation de la carrière au niveau des habitations alentour.

Particules PM₁₀ et PM_{2.5}

Le tableau ci-après indique les concentrations maximales obtenues à l'aide des modélisations sans bruit de fond sur l'ensemble des phases.

Les concentrations maximales sont calculées à l'intérieur du site.

	Particules PM ₁₀		Particules PM _{2.5}
	Moyenne annuelle	Maximum sur 24 heures	Moyenne annuelle
Maximum	22,61	47,07	3,38
Médiane	2,98	6,79	0,44
Récepteur N°1	8,98	20,32	1,34
Récepteur N°2	7,63	17,29	1,14
Récepteur N°3	14,71	32,90	2,20
Récepteur N°4	14,51	34,23	2,17
Récepteur N°5	10,70	24,72	1,60
Récepteur N°6	8,92	18,72	1,33
Valeurs limites	40	50 à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	25
Seuil de recommandation et d'information		50	
Seuils d'alerte		80	
Objectif de qualité	30		

Tableau 46 : Comparaison des résultats avec les seuils réglementaires – Particules PM₁₀ et PM_{2.5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Pour ce qui concerne les habitations, les niveaux sont inférieurs aux valeurs réglementaires.

Monoxyde de carbone et benzène

Le tableau ci-après indique les concentrations maximales obtenues à l'aide des modélisations sans bruit de fond sur l'ensemble des phases.

De manière conservatrice, il est considéré que tous les COVNM émis sont assimilés à du benzène.

	Monoxyde de carbone		Benzène
	Moyenne annuelle	Maximum horaire	Moyenne annuelle
Maximum	10,72	239,69	0,77
Médiane	1,27	42,88	0,09
Récepteur N°1	1,34	36,31	0,23
Récepteur N°2	1,14	22,70	0,18
Récepteur N°3	2,20	14,98	0,39
Récepteur N°4	2,17	13,31	0,36
Récepteur N°5	1,60	11,87	0,26
Récepteur N°6	1,33	9,20	0,24
Valeurs limites		Maximum journalier de la moyenne sur 8heures : 10 000	5
Objectif de qualité			2

Tableau 47 : Comparaison des résultats avec les seuils réglementaires – Monoxyde de carbone et benzène [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Au niveau des habitations, les niveaux sont très inférieurs aux valeurs réglementaires.

Analyses des résultats pour les polluants non réglementés

Le tableau ci-après présente l'analyse des résultats pour les polluants ne faisant pas l'objet d'une réglementation.

POLLUANTS	Analyse
Particules Totales en Suspension (TSP)	<p>Il s'agit de toutes les particules sans distinction de leur diamètre aérodynamique. Les particules ayant un diamètre aérodynamique supérieur à $10\ \mu\text{m}$ ne pénètrent pas dans les poumons et les bronches et donc celles-ci ne présentent pas de risques sanitaires.</p> <p>Niveau de déposition des particules inhalées dans l'appareil respiratoire selon leur taille</p> <p>Source: DRS Nord-Pas-de-Calais</p>
Particules diesel	<p>Bien que leur effets sanitaires soient connus, les teneurs dans l'air ambiant en particules diesel ne sont pas encore réglementées. Il est constaté que la contribution de l'installation est très faible.</p>
Composés organiques volatils	<p>En fonction du composé, les effets sanitaires divergent. Seul le benzène fait l'objet d'une réglementation pour l'air ambiant.</p>

Tableau 48 : Analyses des résultats pour les polluants non réglementés

La dispersion des polluants émis par l'installation a donc fait l'objet de modélisations cartographiques qui tiennent compte des conditions climatologiques et des phases d'exploitation de la carrière. L'ensemble des modélisations est présenté dans le rapport de TECHNISIM CONSULTANTS fourni en annexe 14 - pièce 2. La planche ci-après synthétise les résultats de la modélisation pour les particules en suspension PM10.

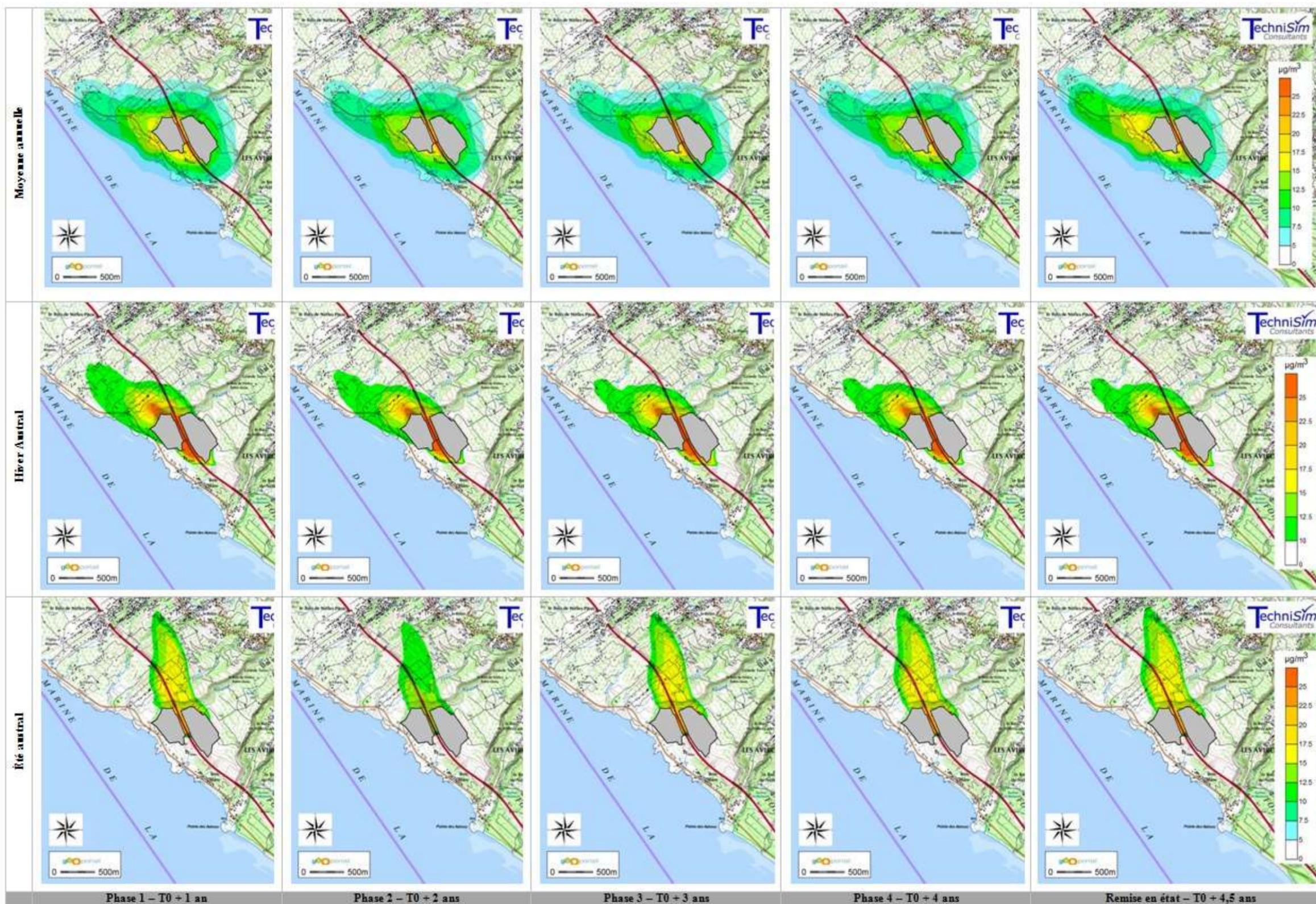


Planche 155 : Concentration en Particules PM10 – Moyenne en fonction de la phase d'exploitation et de la période considérée (année complète ou été austral ou hiver austral)

10.4.3.2 Évaluation quantitative des risques sanitaires

Selon les matériaux ou minéraux exploités, les substances susceptibles d'être émises dans l'environnement ne présentent pas toutes des dangers pour la santé et ne sont pas toutes réglementées. Afin de considérer la totalité des effets potentiels des rejets de l'installation, une Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires [EQRS] a été réalisée. Cette méthode utilisée par l'INERIS et l'InVS consiste à juger de l'impact sanitaire *via* le calcul d'indicateurs sanitaires (Quotient de Danger et Excès de Risque Individuel).

Identification des dangers et choix des VTR

Les chapitres précédents ont permis d'identifier les polluants pouvant être rejetés dans l'atmosphère. Il est distingué :

- Les polluants émis par les engins et véhicules motorisés : Oxydes d'azote dont le NO₂, le dioxyde de soufre, les COV dont le benzène, le monoxyde de carbone, les particules provenant de la combustion des carburants.
- Les poussières émises par le traitement et de la manutention des produits pondéreux⁴, de la circulation sur les pistes non enrobées, des envols sur les stocks de matériaux.

Il convient maintenant d'examiner l'impact potentiel de ces composés sur la santé des populations.

Évaluation des effets des polluants émis par les engins et véhicules motorisés

Le tableau suivant présente les VTR retenues pour les composés émis par le trafic (gaz d'échappement).

Les COV sont assimilés de manière conservatrice à du benzène (composé dont les effets cancérogènes sont connus et avérés).

Composés	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	Valeur de référence	Source	Année de révision de VTR	Effet critique
Oxydes d'azote	Pas de VTR disponible					
Monoxyde de carbone	Pas de VTR disponible					
Dioxyde de soufre	Pas de VTR disponible					
Particules diesel	Inhalation (chronique)	30	RfC = 5 µg/m ³	US EPA	2003	Effets respiratoires
Benzène	Inhalation (chronique)	10	MRL = 10 µg/m ³	ATSDR	2005	Diminution du nombre de lymphocytes

Tableau 49 : VTR retenues pour les composés émis par le trafic (gaz d'échappement) – Effets sans seuils

⁴ Matières de densité élevée utilisées dans l'industrie

Composés	Organe cible	ERU	unité	Source	Année de révision
<i>Benzène</i>	Sang	2.60E-05	[µg/m ³] ⁻¹	ANSES	2013
<i>Particules diesel</i>	Poumon	3.40E-05	[µg/m ³] ⁻¹	OMS	1996

Tableau 50 : VTR retenues pour les composés émis par le trafic (gaz d'échappement) – Effets à seuils

Évaluation des effets des poussières engendrées par l'installation

Selon les matériaux ou minéraux exploités, les substances susceptibles d'être émises dans l'environnement ne présentent pas toutes des dangers pour la santé.

Dans le cas présent, les poussières émises contiennent du dioxyde de silicium ou silice. L'élément silice [Si] est un composant majeur de la croûte terrestre (environ 25%). Il existe principalement sous différentes formes :

- La silice libre ou dioxyde de silicium (SiO₂);
- Les silicates qui sont des minéraux contenant une combinaison de silice avec divers oxydes métalliques.

La silice peut se trouver sous forme amorphe ou sous forme cristalline qui est sa forme la plus dangereuse.

La figure suivante présente les différentes formes de silice existantes.

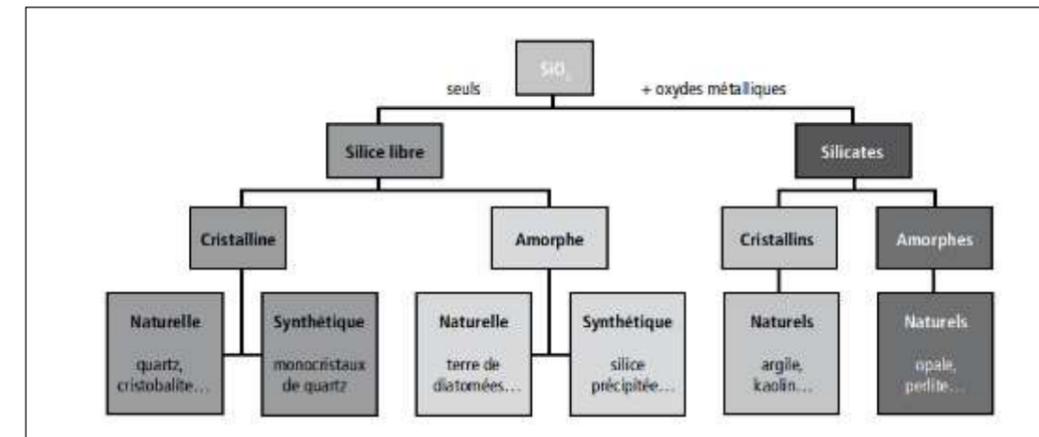


Planche 156 : Les différentes formes de silice (source INVS)

Il existe huit polymorphes de silice cristalline libre. Ils ont la même composition chimique mais ont des structures spatiales différentes. Ces structures dépendent des conditions de température et de pression dans lesquelles ils se sont formés. On distingue notamment :

- Le quartz (N° CAS : 14808-60-7) : il représente 12 % de la croûte terrestre. Il est le composant principal de roches ignées comme le granit et de roches sédimentaires comme le sable.
- La cristobalite (N° CAS : 14464-46-1) : ce minéral est beaucoup plus rare que le quartz dans la nature. Seules certaines roches volcaniques et certaines météorites sont susceptibles d'en contenir.
- La tridymite (N° CAS : 15468-32-3) : comme la cristobalite, ce minéral se trouve uniquement dans certaines roches volcaniques et météorites.

Les particules de silice les plus fines (d'un diamètre inférieur à 5 microns) pénètrent par les voies respiratoires jusqu'aux alvéoles pulmonaires et s'y déposent. L'organisme réagit en produisant une substance aboutissant à la constitution de nodules (nombreux petits nœuds) qui vont se concentrer jusqu'à obstruer et détruire peu à peu le poumon (maladie de la silicose).

C'est un processus lent (il existe un temps de latence de plusieurs années entre l'inhalation de poussières et la formation de nodules) et évolutif (le processus se poursuit même après la cessation d'activité : le retrait du poste de travail ne suffit pas à stopper l'évolution de la maladie).

Les poussières de silice peuvent provoquer une irritation des yeux et du tractus respiratoire en exposition aiguë.

L'exposition chronique à la silice peut induire une silicose. Il s'agit d'une pneumoconiose fibrosante secondaire à l'inhalation de particules de silice libre. Les manifestations sont tardives et fonction de la durée d'exposition ainsi que de la concentration en silice dans l'air. En outre, le lien entre l'exposition à la silice et la survenue de certaines affections auto-immunes est envisagé dans de nombreux cas.

La silice cristalline joue un rôle certain dans l'apparition de certains cancers, en particulier le cancer broncho-pulmonaire. En 1996, la silice cristalline inhalée sous forme de quartz ou de cristobalite de source professionnelle a été classée comme cancérigène pour l'homme (groupe 1) par le CIRC.

Le tableau suivant présente les VTR retenues pour la silice cristalline libre.

Composés	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	Valeur de référence	Source	Année de révision de VTR	Effet critique
Quartz	Inhalation (chronique)	Non précisé	REL = 3 µg/m ³	OEHHA	Non précisé	Effet sur le système respiratoire
Tridymite						
Cristobalite						

Tableau 51 : VTR retenue pour la silice libre

En vue d'évaluer les risques liés à la présence de silice, des analyses microstructurales et chimiques d'échantillons de roches provenant du site, ont été réalisées au LERM en août 2015⁵.

Les différentes analyses réalisées avec les différents échantillons de roche ne mettent pas en évidence la présence de silice cristalline de type : quartz, cristobalite et tridymite.

Par conséquent, les risques sanitaires liés à la présence de silice libre sont écartés.

⁵Les résultats des rapports d'analyse sont disponibles en annexe.

Calcul des indices sanitaires

Effets avec seuils

Les tableaux suivants présentent les quotients de dangers obtenus sur le domaine.

Pour les calculs, il a été utilisé la concentration la plus élevée sur les trois phases d'exploitation.

	Benzène	Particules diesel	Additionné
Maximum	7,68E-02	3,98E-03	8,08E-02
Médiane	9,07E-03	4,71E-04	9,55E-03
Récepteur N°1	2,29E-02	1,19E-03	2,41E-02
Récepteur N°2	1,79E-02	9,30E-04	1,89E-02
Récepteur N°3	3,95E-02	2,05E-03	4,15E-02
Récepteur N°4	3,61E-02	1,87E-03	3,80E-02
Récepteur N°5	2,57E-02	1,34E-03	2,71E-02
Récepteur N°6	2,43E-02	1,26E-03	2,55E-02

Tableau 52 : Quotients de dangers obtenus sur le domaine

Il est constaté que les quotients de danger sont tous inférieurs à 1. Par ailleurs, lorsque l'on additionne les quotients de dangers pour les organes cibles, on constate qu'ils restent également inférieurs à 1.

Par conséquent et au regard des connaissances actuelles, les effets critiques n'apparaîtront pas *a priori* au sein de la population exposée.

Effets sans seuil

Les tableaux suivants présentent les excès de risque individuel obtenus sur le domaine.

	Benzène	Particules diesel	Cumulé
Maximum	1,31E-06	2,61E-07	1,57E-06
Médiane	1,55E-07	3,09E-08	1,86E-07
Récepteur N°1	3,58E-07	7,13E-08	4,30E-07
Récepteur N°2	1,63E-07	3,25E-08	1,96E-07
Récepteur N°3	9,81E-08	1,95E-08	1,18E-07
Récepteur N°4	7,09E-08	1,41E-08	8,50E-08
Récepteur N°5	5,73E-08	1,14E-08	6,87E-08
Récepteur N°6	4,36E-08	8,69E-09	5,23E-08

Tableau 53 : Excès de risque individuel obtenus sur le domaine – Voie inhalation

Les ERI sont tous inférieurs à 10^{-5} . Cet indice correspond à la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu développe un effet associé à une exposition pendant sa vie entière à une unité de dose (ou de concentration) d'un agent dangereux. On considère qu'un ERI au-dessous de 10^{-5} représente un risque acceptable.

Par conséquent, le risque sanitaire représenté par l'installation est jugé acceptable.

10.5 CONCLUSION

L'impact des émissions du projet sur la santé des populations a été réalisé selon la méthode préconisée par le Guide de l'INERIS de 2013 « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires ». Les étapes de cette expertise ont été les suivantes :

- 1/ Identification et caractérisation des sources d'émissions de l'installation ;
- 2/ Définition des données météorologiques de la zone ;
- 3/ Simulations de la dispersion de rejet dans l'environnement à l'aide d'un modèle numérique ;
- 4/ Exploitation des résultats.

Dans une première analyse, les résultats des simulations numériques ont été comparés avec aux seuils réglementaires définis par le décret N°2010-1250 du 21 octobre 2010.

Ensuite, afin de considérer tous les effets potentiels des rejets de l'installation, une Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires [EQRS] a été réalisée. Cette méthode utilisée par l'INERIS et l'InVS consiste à juger de l'impact sanitaire *via* le calcul d'indicateurs sanitaires (Quotient de Danger et Excès de Risque Individuel).

Ainsi, il a été successivement présenté :

- 1/ Une identification des dangers liés aux substances « traceurs » retenues ;
- 2/ Une identification et une sélection des VTR ;
- 3/ Une caractérisation des risques sanitaires pour la voie inhalation pour différents scénarios d'exposition ;
- 4/ Une identification des facteurs d'incertitude liés à l'évaluation menée.

Il a été examiné en sus l'effet de la saisonnalité sur l'impact des rejets atmosphérique de la carrière.

En définitive et pour les différents scénarios d'expositions examinées, les risques sanitaires ont été jugés acceptables. En effet, les quotients de dangers (individuels et cumulés) sont tous inférieurs à 1. De même, les excès de risques individuels et cumulés sont inférieurs au seuil de 10^{-5} .

Du point de vue des nuisances sonores, la mise en place de moyens de réduction spécifiques au site permettra un respect des seuils réglementaires. Aucun risque pour la santé humaine n'est ainsi à prévoir durant l'exploitation de la carrière.

Au regard des mesures prises en vue de réduire les émissions générés par l'exploitation de la carrière, l'installation n'aura donc pas d'impact significatif sur la santé des populations environnantes.

11. SYNTHÈSE DES IMPACTS

Tableau 54 : Tableau de synthèse des impacts et mesures du projet de carrière de la Ravine du Trou

Thème	Description des impacts & risques	Temporaire Permanent	Mesures de E vitement, de R éduction et de C ompensation	Impact brut	Impact net	Impact après la carrière	Moyens de mesure et de surveillance
Faune	Destruction d'habitats et perturbation	P	E Adaptation du périmètre d'exploitation par rapport aux habitats à fort valeur et à l'EBC R Passage d'un expert préalablement aux opérations de défrichage R Défrichage selon calendrier adapté. R Stockage 24h minimum sur site des déchets verts issus du débroussaillage pour permettre la fuite des espèces présentes. C Mise en place de gîtes artificiels pour chiroptères (ouvrage cadre préfabriqué « paysagers ») C Mise en place d'un suivi des chiroptères sur le site	faible	faible	favorable	Suivi de la colonisation des gîtes artificiels et des populations en place
Faune	Dérangement des survols de puffins ou de pétrels en première partie de soirée (pollution lumineuse)	T	E Horaires d'activités modifiées en période sensible (5h – 19h). R Mise en œuvre d'un éclairage adapté sur l'installation	moyen	faible	neutre	Nombre d'échouage enregistrés dans le périmètre de l'installation par la SEOR
Habitat et flore	Création d'habitats	P	C Fronts de taille modelés pour le développement d'un habitat favorable aux oiseaux marins C Contrat de culture dès le démarrage de l'exploitation pour la réintroduction d'espèces indigènes et endémiques. R Opération de transplantation d' <i>Adiantum rhizophorum</i> (espèce remarquable mais non protégée) et <i>Doryopteris pilosa</i> (espèce indigène inscrite sur la future liste des espèces protégées) en dehors des zones de travaux (étude de la faisabilité technique de la transplantation et des facteurs de réussite/accueil). C Mise en place d'un suivi des plantations	neutre	neutre	favorable	Inventaire comparatif habitats, faune, flore pendant et après exploitation (n+2).
Trame Verte et Bleu	Création de fonctionnalité écologique	P	C Création de nouveaux habitats par la remise en état avec la réalisation de haies et de zones boisées + développement d'une biodiversité végétale favorable à la diversité faunistique. C Création de corridors écologiques liaisons hauts – bas au droit des ouvrages hydrauliques de la Route des Tamarins	neutre	neutre	favorable	Inventaire comparatif habitats, faune, flore pendant et après exploitation (n+2).
Habitat et flore	Espace naturels remarquable et protégés	T	E Périmètre intégrant l'ensemble des enjeux et évitant les zones sensibles	fort	faible	neutre	Implantation topo et plan de recollement
Habitat et flore	Invasion d'espèces exotiques envahissantes	T	R Mise en place d'un laveur de roues et bas de châssis pour éviter la dispersion éventuelle d'EEE vers l'extérieur. R Suivi effectué durant toute l'exploitation et intervention dès l'apparition d'espèces exotiques envahissantes. R Destruction du couvert végétal contenant des EEE.	Moyen	faible	favorable	Suivi pendant et après exploitation
Habitat et faune marine	Effets du projet sur le peuplement marin	T	E Mise en place de monitoring et surveillance actives des cétacés C Suivi des peuplements	faible	faible	neutre	Suivi pendant et après exploitation

Thème	Description des impacts & risques	Temporaire Permanent	Mesures de E vitement, de R éduction et de C ompensation	Impact brut	Impact net	Impact après la carrière	Moyens de mesure et de surveillance
Vibrations et risques de projections	Vibrations liés aux tirs de mine	T	<ul style="list-style-type: none"> R Plans de tirs adaptés R Adaptation du minage en fonction des caractéristiques de la roche et de la loi d'amortissement des vibrations du site R Amorçage avec détonateur électroniques permettant une parfaite maîtrise des séquences de tirs E Adaptation du périmètre d'exploitation pour s'éloigner des zones sensibles 	fort	faible	neutre	Constat d'huissier au niveau habitation avant ouverture de la carrière et en fin d'exploitation. Contrôle des vibrations générées par les tirs au niveau des habitations les plus proches.
Vibrations et risques de projections	Projections liés aux tirs de mine	T	<ul style="list-style-type: none"> R Mise en place d'un périmètre de sécurité de 100 m autour de la zone de tir avec interdiction à tout tiers d'y pénétrer pendant le tir. R Annonce du tir par un signal spécifique connu des riverains. R Information préalable des jours et horaires de tir à la mairie et aux riverains E Microcoupure à la circulation de la RN1 « Route des tamarins » pour les tirs entre 67 et 100 ml ainsi que pour les tirs des deux premiers fronts entre 100 et 150ml E Adaptation du périmètre d'exploitation 	faible	neutre	neutre	Suivi incident de tir
Bruit	Nuisances sonores créées par les travaux d'extraction, traitement des matériaux transport et remise en état	T	<ul style="list-style-type: none"> R Réduction de la durée d'exploitation de 6 ans à 4,5 ans R Entretien préventif et régulier des engins de chantier, R Fonctionnement du lundi au vendredi de 5 h à 19 h, le samedi de 5h à 12h R Limitation de la vitesse sur la carrière et sur les pistes. R Installation de feu de recul « cri du lynx » sur les engins E capotage du trommel E mise en place de protection caoutchouc et de grilles polyuréthane R Ecran ou merlon antibruit pour protéger les habitations les plus proches 	moyen	faible	neutre	Contrôle des niveaux de bruit généré par l'activité Création d'un Comité Local d'Information et de suivi
Emissions lumineuses	Gêne créée par la lumière (trouble du sommeil)	T	<ul style="list-style-type: none"> R Exploitation de carrière diurne (5h-19 h) : utilisation des phares en début et fin de journée en période hivernale ou en cas de faible visibilité E Implantation optimisée de la plateforme de tri 	faible	faible	neutre	Création d'un Comité Local d'Information et de Concertation
Circulation	Circulation des camions de transports sur les routes nationales	T	<ul style="list-style-type: none"> E Création d'un demi échangeur sur la RN1 R Respect du code de la route R Procédure de contrôle du chargement des camions (double pesage) R Dispositif de lavage des roues et portique d'aspersion 	fort	moyen	neutre	Sensibilisation chauffeur
Circulation	Circulation des engins sur les chemins d'accès aux fosses	T	<ul style="list-style-type: none"> R Piste permettant le croisement de tombereau R Pentas des voies d'exploitation d'un maximum de 10% R Installation de panneaux de signalisation 	moyen	faible	Neutre	
Circulation	Perturbation de la circulation sur RN1	T	<ul style="list-style-type: none"> R Mise en place de microcoupure de 20' maximum réalisée entre 13h30 et 16h réalisées sous le contrôle de la Direction Régionale des Routes lors des opérations de tirs de mine à proximité 	moyen	faible	Neutre	Protocole de tir Encadrement DRR
Poussières	Envol de poussière et dépôt à l'extérieur du site	T	<ul style="list-style-type: none"> R Limitation de la vitesse à 20 km/h sur la carrière et sur les pistes. R Arrosage des pistes et de la zone d'extraction par temps sec et venté. E Manchons dépoussiéreurs sur la foreuse E Capotage de l'installation de tri E Canon brumisateur avec produit fixant pour traiter les stocks 	moyen	faible	Neutre	Réseau de plaquettes de dépôts réparties sur et autour du site.
Poussières	Utilisation de l'eau d'irrigation pour la maîtrise des envols de poussières	T	<ul style="list-style-type: none"> R Suivi des consommations d'eau d'irrigation pour détecter une éventuelle fuite sur le réseau R Utilisation du réseau d'irrigation pour préserver la ressource AEP 	moyen	faible	Neutre	Procédure de relevé des consommations

Thème	Description des impacts & risques	Temporaire Permanent	Mesures de E vitement, de R éduction et de C ompensation	Impact brut	Impact net	Impact après la carrière	Moyens de mesure et de surveillance
Poussières	Dépôt de poussière sur le réseau routier	T	R Remplissage adéquat des camions R Mise en place d'un laveur de roues et bas de châssis. R Mise en place d'un portique d'aspersion des chargements avant sortie du site R Bâchage des bennes de transport de graves	faible	neutre	Neutre	Suivi quotidien de l'état des chaussées
Odeurs et Fumées	Gaz d'échappement des engins et camions	T	R Engins respectant les normes de rejets entretenus régulièrement E Arrêt des engins en cas d'anomalie de gaz d'échappement	faible	faible	Neutre	
Activité économique	Création d'emplois	T	C Mise en place d'une cellule d'embauche en concertation avec la mairie pour les 70 emplois directs dont 10% sous contrat d'insertion C 280 emplois indirects : terrassement, plantation, transport...	faible	favorable	Neutre	Indicateur RH création d'emplois
Bois Blanc	Gestion de la proximité de la carrière	T	C Création d'un comité de suivi avec les riverains du quartier Bois Blanc	moyen	favorable	neutre	
Bois Blanc	Poussière	T	R Mise en œuvre de moyens de maîtrise de la poussière, arrosage, canon brumisateurs, sprinklers, capotage...	moyen	Faible	neutre	Mesures poussière Comité Local d'Information et Conciliation
Bois Blanc	Paysage	T	R Traitement paysagers des lisières et des co-visibilités du projet avec le lotissement E Modification du périmètre pour conserver la végétation autour de la plateforme basse afin de conserver une barrière visuelle	moyen	favorable	neutre	
Activité économique	Approvisionnement du projet de nouvelle route du littoral	T	R Solution économique locale	fort	favorable	neutre	Suivi de production
Activité touristique	Création d'un centre d'intérêt pour la population	T	C Tourisme industriel : Mise en place de visites de l'exploitation les samedis après midi	neutre	favorable	neutre	
Hygiène, salubrité et sécurité publique	Déchets	T	R Maintien du site et de ses abords en bon état de propreté R Gestion des eaux de ruissellement E Gestion des déchets	faible	neutre	neutre	
Hygiène, salubrité et sécurité publique	Sécurité en général	T	R Clôture physique et affichage à la périphérie de l'installation. R Respect de la réglementation et des consignes de sécurité R Formation et information permanente du personnel R Vérification technique préventive du matériel et des engins R Mise à disposition permanente de moyens d'intervention en cas de blessure R Affichage des consignes en cas d'accident ou d'incendie et des coordonnées téléphoniques des centres de secours R Information des riverains par panneaux interdiction d'accès à toute personne étrangère à l'exploitation	moyen	faible	Neutre	Exercices de situation d'urgence

Thème	Description des impacts & risques	Temporaire Permanent	Mesures de E vitement, de R éduction et de C ompensation	Impact brut	Impact net	Impact après la carrière	Moyens de mesure et de surveillance
Hygiène, salubrité et sécurité publique	Risque d'incendie à l'extérieur du site	T	<ul style="list-style-type: none"> R Débroussaillage de la bande des 10m en limite de propriété R Consignes lors du ravitaillement sur la carrière R Etablissement d'un « permis de feu » réglementaire pour tous travaux par points chauds R Brûlage interdit R Interdiction de fumer sur secteurs sensibles (UMFE, carburant, chargement de tirs...) R Présence d'extincteurs vérifiés annuellement R Respect des recommandations INRS R428 concernant les dispositifs incendie R Contrôle thermographique des installations électriques 	moyen	faible	Neutre	Vérification périodique des extincteurs Formation et exercice de situation d'urgence Identification des zones sensible
Hygiène, salubrité et sécurité publique	Risque de pollution accidentelle vers l'extérieur du site	T	<ul style="list-style-type: none"> R Voir mesures eaux souterraines 	moyen	faible	Neutre	
Hygiène, salubrité et sécurité publique	Risque d'explosion	T	<ul style="list-style-type: none"> E Pas de stockage d'explosifs sur le site R Production d'explosifs à l'aide de 2 UMFE R Surveillance constante des explosifs par une personne désignée (le boutefeu) R Fabrication et manutention des produits explosifs uniquement en présence du personnel concerné par cette opération R Interdiction de fumer à proximité des produits explosifs pendant leur manipulation, leur transport et leur mise en œuvre R Interdiction de transporter dans un même récipient des détonateurs et d'autres produits explosifs R transport des détonateurs en sécurité (court-circuit) 	moyen	faible	neutre	Audit sécurité
Air et climat	Rejets de substances dans l'atmosphère	T	<ul style="list-style-type: none"> R Engins récents, entretien régulier, respect des normes concernant les gaz d'échappement R Formation des conducteurs à l'éco-conduite (engins, VI-Vu) R Prise en compte de critères de performance énergétique dans les choix de matériel Voir mesures poussières 	faible	faible	Neutre	Suivi des consommations en carburant
Sol et sous-sol	Perturbation physique, chimique et organique du sol et du sous-sol	T	<ul style="list-style-type: none"> R Décapage progressif R Stockage sélectif des stériles conservés pour la remise en état (stocks compactés) et de la terre végétale sous forme de dépôt d'une hauteur limitée (2m) et végétalisés. C Reconstitution d'un sol agricole lors de la remise en état du site : mise en place des stériles surmontés de la terre végétale et au besoin amendé de compost ou de fines. 	moyen	faible	favorable	Mesure physico chimiques des sols
Sol et sous-sol	Risque de pollution du sous-sol ou du sol reconstitué lors de la remise en état	T	<ul style="list-style-type: none"> S Pas d'apport de matériaux extérieurs autres que fines de lavage. 	Faible	neutre	neutre	Contrôle des entrants avec agriculteur.
Topographie	Modification de la topographie du secteur	P	<ul style="list-style-type: none"> C Remblaiement de l'excavation avec reconstitution d'une zone favorable à l'agriculture et au milieu naturel R Reprofilage des talus entre le terrain naturel et le sol reconstitué lors de la remise en état. C Traitements paysagers ciblés des fronts de taille 	Fort	moyen	favorable	
Stabilité des Terrains	Risque d'instabilité des fronts	P	<ul style="list-style-type: none"> R Adaptation des profils des talus et des fronts. R Réduction des hauteurs de fronts à 7.5m R Purges régulières R Consignes concernant le traitement des zones présentant des instabilités 	Moyen	faible	faible	Contrôle permanent durant l'exploitation

Thème	Description des impacts & risques	Temporaire Permanent	Mesures de E vitement, de R éduction et de C ompensation	Impact brut	Impact net	Impact après la carrière	Moyens de mesure et de surveillance
Paysage	Impact global du projet sur le paysage : modification de la topographie, contraste de couleurs, activité	P	<ul style="list-style-type: none"> R Traitement paysagers des abords des installations dès le démarrage et remise en état S Projet de remise en état s'appuyant sur les grandes lignes du paysage environnant. C Traitement des fronts de taille et remblaiement des fosses d'exploitation pour remis en état agricole ou naturelle. C Traitement paysagers des lisières et des co-visibilités du projet avec le lotissement Bois Blanc 	Fort	moyen	Moyen	Remise en état défini dans l'arrêté, suivi de l'intégration paysagère post réaménagement
Agriculture	Destruction de zones agricoles	T	<ul style="list-style-type: none"> C Remise en état avec remblaiement et reconstitution d'un sol agricole permettant la création de nouvelles surfaces exploitables et mécanisables (9,5 ha) C Recréation d'un réseau de chemins d'exploitation qui seront revêtus de tout-venant compacté C Compensation financière des pertes agricoles pour l'agriculteur touché directement puis compensation de surface 	faible	neutre	favorable	Etat des lieux avant et après et comparaison des rendements sur les terrains actuellement cultivés Surface agricole mis en culture post exploitation. Convention de suivi avec les acteurs du monde agricole
	Impact sur les cultures voisines (dépôt de poussières)	T	<ul style="list-style-type: none"> R Voir mesures contre l'envol des poussières 	faible	faible	neutre	Suivi par plaquettes de dépôt
Patrimoine culturel, historique et archéologique	Impact sur le patrimoine archéologique	P	<ul style="list-style-type: none"> E Modification du périmètre ICPE pour éviter le patrimoine historique identifié sur le site R Prescription par la DAC OI d'un diagnostic archéologique dans le cadre de l'archéologie préventive défini par un arrêté préfectoral R Déclaration de découverte fortuite intervenant en cours de l'exploitation C Mise en place d'une stèle rappelant la « révolte des esclaves » de 1811. 	faible	neutre	Favorable	Rapport de la DAC OI
Biens matériels, servitudes et réseaux	Destruction de chemins d'exploitation.	P	<ul style="list-style-type: none"> C Rétablissement des chemins pendant et après exploitation 	faible	faible	neutre	
Biens matériels, servitudes et réseaux	Réseau d'irrigation	P	<ul style="list-style-type: none"> C Développement de l'ensemble des antennes secondaires et tertiaire sur toutes les parcelles faisant l'objet d'une remise état agricole 	faible	faible	favorable	Surveillance du réseau d'irrigation en place dans le cadre des tirs de mines
Utilisation d'énergie et de ressources	Utilisation de carburant	T	<ul style="list-style-type: none"> R Information et sensibilisation du personnel aux économies d'énergie et formation éco-conduite R Prise en compte du critère consommation > dans le choix des équipements R Entretien régulier des engins 	fort	moyen	Neutre	Suivi mensuel des consommations carburant
	Utilisation d'électricité	T	<ul style="list-style-type: none"> R Entretien régulier des installations électriques 	moyen	faible	Neutre	Suivi mensuel des consommations d'électricité
Utilisation d'énergie et de ressources	Utilisation d'eau	T	<ul style="list-style-type: none"> R Faible besoin en eau (arrosage préventif, brumisation sur l'installation de traitement, eau potable et domestique du personnel) S Pas de lavage des matériaux R Sensibilisation du personnel 	faible	faible	Neutre	Suivi mensuel des consommations d'eau
Déchets	Déchets produits sur la carrière	T	<ul style="list-style-type: none"> R Tri et stock (dans l'atelier et sur rétention pour les produits dangereux) S Collecte régulière par des sociétés agréées pour leur traitement et leur recyclage, en conformité avec la réglementation 	faible	neutre	neutre	Registre de suivi des déchets

Thème	Description des impacts & risques	Temporaire Permanent	Mesures de E vitement, de R éduction et de C ompensation	Impact brut	Impact net	Impact après la carrière	Moyens de mesure et de surveillance
Eaux superficielles internes	Modification des bassins versants de la zone de projet (condition d'écoulement, infiltration...)	T	<ul style="list-style-type: none"> R Gestion des eaux pluviales par des bassins de rétention de décantation dimensionnés pour une pluie décennale d'une heure (capacité de stockage suffisante) R Création d'un réseau de fossés pour détourner les eaux des BV amont R Dimensionnement des fossés interne adaptés à la période de retour souhaitée 	Moyen	faible	favorable	Suivi du bon fonctionnement lors de l'exploitation
Eaux superficielles externes	Pollution par les matières en suspension et hydrocarbures dans les eaux de ruissellement	T	<ul style="list-style-type: none"> R Création de bassins de décantation en aval des zones d'extraction R Abaissement du seuil réglementaire de concentration en MES dans les rejets pour limiter l'impact du projet sur le milieu marin (passage de 35 à 20 mg/l) R Installation de séparateurs hydrocarbures R Ensemble de mesures limitant le risque de pollution et mise en place d'une procédure en cas de pollution accidentelle (Obturation des bassins, produits dangereux sur rétention, etc.) 	Moyen	faible	Neutre	Suivi des paramètres physico-chimique des rejets
Eaux Souterraines	Augmentation de la vulnérabilité de la nappe sous-jacente	P	<ul style="list-style-type: none"> S Fond de fouille calé au-dessus de la nappe pour conserver une épaisseur importante de terrains non saturés en couverture. S Remblaiement des fosses d'extraction avec les matériaux stériles du site 	Faible	Faible	neutre	Suivi piézométrique
Eaux Souterraines	Risque de pollution pendant l'exploitation incidence sur la ressource en eau du secteur	T	<ul style="list-style-type: none"> E Pas de captage AEP à l'aval hydraulique de l'ensemble du projet R Approvisionnement et distribution sur aire étanche relié à un séparateur hydrocarbure R Parking VL raccordé à un séparateur hydrocarbure R Stockage en cuves double enveloppe R Achat matériel récent et aux normes R Procédure et équipement adapté pour le ravitaillement des engins peu mobiles (pelles & foreuses) sur site R Stockage d'huile, d'hydrocarbures et déchets d'entretien et dangereux sur rétention R Entretien et réparation des engins de la carrière dans les ateliers R Formation des personnels à la situation d'urgence « fuite et déversement » R Mise à disposition de moyens d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures (kit antipollution) 	Moyen	faible	Neutre	Suivi piézométrique dès le démarrage de la carrière Analyse physico chimique et hydrocarbure par prélèvement durant la durée du projet tous les 3 mois

FORT	Impact nécessitant des opérations spécifiques et/ou des moyens de mesure continu tout au long de l'exploitation. La surveillance pourra être prolongée après la remise en état de la carrière.
MOYEN	Impact nécessitant des opérations spécifiques et/ou des moyens de mesure périodiques durant l'exploitation de la carrière.
FAIBLE	Impact ne nécessitant pas d'opérations spécifiques ; suivi ou non par moyens de mesure périodique tout au long de l'exploitation.
NEUTRE	Pas d'impact spécifique
FAVORABLE	Impact apportant un bénéfice direct ou indirect, durant l'exploitation ou à partir de la remise en état de la carrière.

12. ANALYSE DES METHODES

Conformément aux articles R 512-2 à R 512-9 du code de l'environnement, relatif aux études d'impact, une analyse des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées pour évaluer les effets du projet sur l'Environnement a été réalisée.

Les méthodes utilisées pour effectuer l'étude d'impact s'appuie sur :

- une recherche bibliographique concernant les études réalisées dans le secteur de l'installation,
- des visites du site de l'installation et de son environnement,
- des visites d'installations similaires.

Personnes à contacter pour tout renseignement complémentaire :

- Monsieur Thierry SCHANTZ : Responsable Qualité Sécurité Environnement - SCPR Tél. : 02.62.43.58.58
- Madame Béatrice DANIEL, Chef de projet - EMC² Environnement -Tél. : 02.62.21.54.71

Personnes ayant réalisé le dossier de demande d'autorisation et l'étude d'impact :

- Madame Béatrice DANIEL, Ingénieur Environnement - EMC² Environnement -Tél. : 02.62.21.54.71

Intervenants ayant contribué à la réalisation du dossier de demande d'autorisation :

- Monsieur Eric ANTEMI, Hydrogéologue - ANTEA GROUP
- Messieurs Yves CAPON, Yanick GILOUX, Cédric HOARAU et Madame Emilie CAZAL, Ecologues - BIOTOPE
- Monsieur Jean-Sébastien PHILIPPE, Ecologue et Madame Manon CONDET, Expert acoustique Mammifères marins - BIOTOPE
- Dr Thomas FOLEGOT et Dr Dominique CLORENNEC, Acousticiens pour le milieu marin - QUIET OCEAN
- Monsieur Rémi GARNIER, Ecologue marin - PARETO Ecoconsult
- Madame Laurence BREGENT, Paysagiste - Zone UP Paysage
- Monsieur Jérémy PETIT, Acousticien - A2MS Acoustique
- M. Mathieu COLLART, Chargé d'affaire Rivière - HYDRETTUDES
- M. E. GIMBERT, Plans d'exploitation de la carrière - CORALIS
- Monsieur Pascal JOLION, Etudes géophysiques - IDDOI
- Madame Cécile LESAGE, Sondages carottés - FORINTECH
- Monsieur Gabriel DUCANDAS, Géomètre - AUSTRAL CONSULTING
- Monsieur Aymeric THOMASSIN - Cabinet VRD OMEGA
- Monsieur Yves DURAND - SAFER

12.1 GÉOLOGIE ET HYDROGÉOLOGIE

L'analyse des contextes géologique et hydrogéologique du site du projet a été effectuée sur la base :

- des données renseignées sur la carte géologique à l'échelle 1/50 000^e, feuille de Saint-Pierre,
- des informations communiquées par la DAF et le BRGM de SAINT-DENIS concernés par l'alimentation en eau potable des communes de Saint Leu et des Avirons,

Les données sur les niveaux des nappes dans le secteur ont été collectées à l'OLE (Office de l'Eau de la Réunion) qui effectue régulièrement des relevés dans un réseau de piézomètres de surveillance des conditions de recharge, en particulier en période cyclonique complétées par la réalisation d'un piézomètre sur site.

Elles ont été complétées par la réalisation de deux piézomètres sur le site.

La connaissance de la nature géologique du site a été obtenue par des études bibliographiques et des investigations géologiques menées par IDDOI (panneaux électriques) et FORINTECH (sondages carottés) pour le compte de la société SCPR.

L'expertise hydrogéologique a été menée par le cabinet ANTEA.

12.2 HYDROLOGIE

L'étude hydraulique visant à définir les mesures à mettre en place pour limiter voire supprimer l'incidence du projet sur le milieu a été réalisée par le cabinet HYDRETTUDES qui s'est appuyé sur les préconisations Guide Réunionnais sur les modalités de gestion des eaux pluviales (DEAL, 2012).

La modélisation des scénarii a été réalisée à l'aide de Infoworks 2D qui utilise des algorithmes performants basés sur une méthode type volumes finis pour résoudre l'équation complète de St-Venant utilisant le solveur de Riemann particulièrement adapté aux régimes hydrauliques rapidement variés tels que ceux à travers les rues escarpées, les carrefours et ceux qui sont associés aux submersions de digues. Les moteurs 1D et 2D tournent en même temps permettant l'échange d'eau entre les modèles à chaque pas de temps. Les échanges se font au niveau des déversements (spills).

L'espace est discrétisé sous forme d'un maillage non structuré. Le module 2D d'InfoWorks est basé sur un maillage de surface, donnant un maximum de flexibilité pour le modéleur et en veillant à ce que le système soit inspiré de la topographie du site d'étude de façon aussi précise que possible.

Pour les besoins spécifiques du projet, la zone à enjeux étant l'emprise de l'extraction, HYDRETTUDES a choisi de réaliser un modèle hydraulique totalement en 2D, afin d'y déterminer les champs de hauteurs et de vitesses d'écoulement (valeur, direction).

12.3 ANALYSE DU PAYSAGE ET PROJET DE REMISE EN ÉTAT

L'analyse de la sensibilité paysagère du projet s'est appuyée sur le diagnostic établi dans l'atlas des paysages de la Réunion, l'intervention des paysagistes de l'Agence ZONE UP et par l'évaluation des intervisibilités (logiciel SAGA mis en œuvre par la SAFER). Des visites de terrain ont complété cette évaluation. La liste des Monuments historiques présents autour du projet a été établie à partir de la base de données Mérimée du Ministère de la Culture et de la Communication.

Le projet de remise en état lui-même a été établi en associant les compétences et savoirs de ZONE UP, SAFER et BIOTOPE

12.4 ANALYSE DE LA FAUNE ET DE LA FLORE TERRESTRE

Le diagnostic du milieu naturel terrestre a été réalisé par le bureau d'étude BIOTOPE

12.4.1 Méthodes et outils du diagnostic milieux naturels, flore et faune

L'étude du patrimoine naturel sur la zone s'est appliquée au périmètre d'influence globale, d'une superficie approximative de 110ha, concerne des parcelles situées sur la commune de Saint-Leu, entre la ravine du Trou et la ravine des Avirons, de part et d'autre de la route des Tamarins depuis le bord de mer jusqu'aux terres cultivées en amont de la route. Elle s'étend au-delà de la zone d'emprise stricte du projet pour une bonne prise en compte des besoins écologiques des habitats et des espèces directement adjacents au projet.

Les relevés se sont déroulés en 2013 et 2014 selon la méthodologie décrite ci-après :

12.4.1.1 Référentiel taxonomique des noms d'espèces

Les inventaires réalisés respectent les méthodologies décrites dans le chapitre III. Le référentiel taxonomique utilisé est celui diffusé par le service du Patrimoine Naturel (Muséum National d'Histoire Naturelle) : TAXREF 5 (version du 18 juillet 2012 ; Gargominy et al. 2012).

Les noms scientifiques utilisés pour les espèces citées dans le présent rapport sont ceux correspondant au « Nom Valide » du référentiel et les noms vernaculaires correspondent au premier nom cité de la liste « Nom Vernaculaire » (Annexe 7). Concernant la faune invertébrée, de très nombreuses espèces ne portent pas de nom commun ni de nom vernaculaire.

Les inventaires faune se sont déroulés les 9,10, et 11 Octobre 2013 et les 6 et 7 novembre 2013. Ils ont été complétés par des investigations supplémentaires au premier et deuxième trimestre 2014. Ils s'inscrivent dans les périodes préconisées par la DEAL pour la réalisation des inventaires faune-flore :

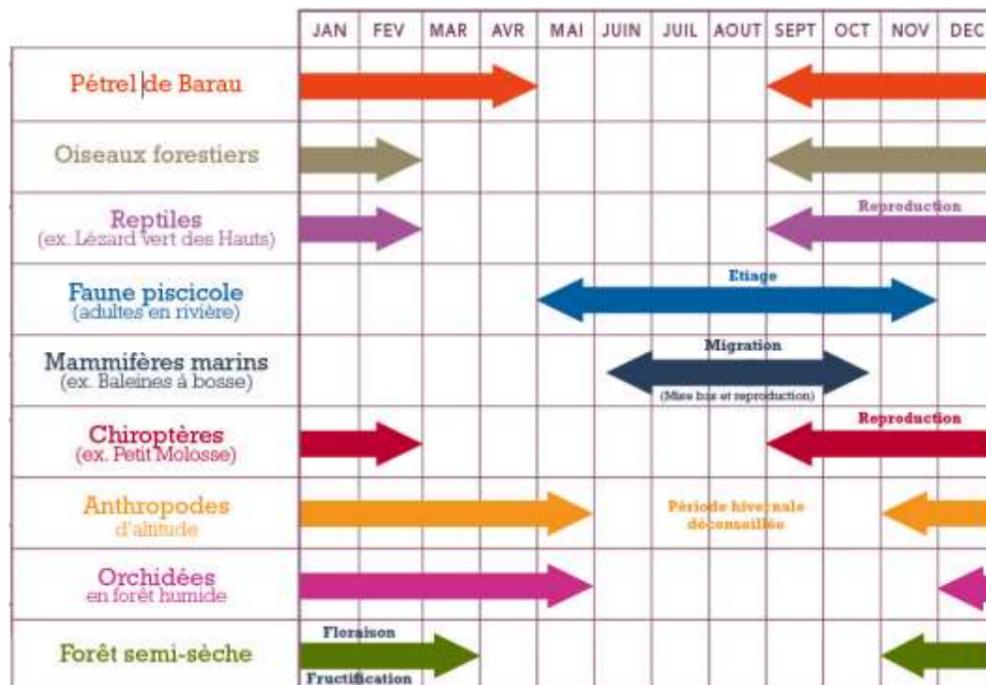


Planche 157 : Calendrier des inventaires faune et flore préconisés par la DEAL Réunion

12.4.1.2 Inventaire des habitats et des espèces végétales

Les prospections ont eu pour objectif de dresser une cartographie précise et fonctionnelle des unités de végétation d'une part, et de faire l'inventaire des espèces végétales présentes sur les zones de projet et à proximité, d'autre part. Les inventaires ont été notamment axés sur la recherche d'espèces rares, remarquables et/ou protégées. Les espèces végétales ont été, dans la mesure du possible, déterminées au rang de sous-espèce.

La nomenclature des plantes à fleurs et des fougères utilisée est celle de l'Index commenté de la flore vasculaire de La Réunion (Trachéophytes) du Conservatoire Botanique National de Mascarin (C.B.N.M., 2010).

En ce qui concerne les habitats, la nomenclature utilisée est la Typologie des Milieux Naturels de La Réunion 2010 version d'Avril validée par le C.S.R.P.N. pour les habitats porteurs d'activités anthropiques, en l'absence de typologie propre à La Réunion, nous avons conservé celle du Corine Biotope.

Les inventaires, sur le terrain, se sont déroulés aux dates suivantes :

Groupes inventoriés	Dates	Expert
Habitat et flore	24-25 septembre 2013	
	05 octobre 2013	
	20 et 24 mars 2014	Nelly Folgoat
	30 avril 2014	
Avifaune marine	09-10 octobre 2013	
	06-07 novembre 2013	Yannick Giloux
	18 mars 2014	Cédric Hoarau
	20 mai 2014	
Avifaune terrestre	09 au 11 octobre 2013	
	07 novembre 2013	Yannick Giloux
	18 et 21 mars 2014	
Reptiles	20 mai 2014	
	10 octobre 2013	Yannick Giloux
Chiroptères	8 novembre 2013	Cédric Hoarau
	10 octobre 2013 (acoustique)	
Invertébrés	7-8 novembre 2013 (recherche gîte)	Yannick Giloux
	18 et 21 mars 2014	Cédric Hoarau
	29 avril 2014	
	20 mai 2014	
Invertébrés	09 au 11 octobre 2013	Yannick Giloux
		Cédric Hoarau

12.4.1.3 Inventaire de la flore et effort de prospection apporté à l'étude

Pour la réalisation du diagnostic de la flore présente sur la zone de projet, il a été préféré d'appliquer une méthode exhaustive axée sur la recherche de stations d'espèces protégées et patrimoniales plutôt qu'un échantillonnage établi à partir de transects et de relevés phytosociologiques (qui s'utilisent généralement avec des indices d'abondance/dominance dans des milieux homogènes en donnant une vision globale du type de végétation et de la représentativité des espèces).

Les raisons qui ont amené à ce choix méthodologique sont :

- La présence en grande majorité d'habitats secondaires fortement envahis dont la faible patrimonialité ne nécessite pas d'analyse phytosociologique.
- La possibilité de présence de stations d'espèces protégées ou patrimoniales mais réparties de manière très dispersée dans ces habitats de faible intérêt écologique pour La Réunion.
- La détectabilité assez faible de ces espèces protégées et patrimoniales faiblement représentées lors de méthodes d'échantillonnage.

Il n'a donc pas été procédé à des transects au sens strict de la méthodologie (attribuant une surface d'échantillonnage de part et d'autre du parcours), mais à une prospection importante et suffisante de la zone de projet, y compris dans des secteurs de fourrés denses comme le montre la carte d'effort de prospection.



Les épis (prospections hors du tracé principal) ont été gommés pour une meilleure lisibilité.

Planche 158 : Matérialisation de l'effort de prospection à partir des traces GPS simplifiées

Seules les zones privées exploitées fermées par des barrières et les zones cultivées en canne à sucre notamment n'ont pas été prospectées.

12.4.1.4 Inventaire de l'avifaune

Les oiseaux marins

Les inventaires, pour les oiseaux marins, se sont attachés à étudier :

- les zones de nidification du Phaéton à bec jaune (ou Paille en queue), du Puffin de Baillon (sous-espèce du Puffin d'Audubon *Puffinus lherminieri*) et du Puffin du Pacifique par écoute nocturne ;
- les déplacements, les flux et l'utilisation de la zone d'étude par les oiseaux marins par interprétation des images radar.

En complément, une observation visuelle des oiseaux en vol à partir d'un point fixe a également été réalisée sur le secteur de la ravine des Avirons.

La détection et le comptage des flux d'oiseaux marins, et tout particulièrement des Procellariidés (quatre espèces de puffins et pétrels se reproduisent dans l'île dont deux endémiques) a été effectuée à l'aide d'un radar dédié aux études avifaune et adapté aux spécificités de l'île (AVISCAN II).

Les plages horaires prises en considération vont de 19h00 à 5h00, soit des phases nocturnes, pour éviter les confusions avec d'autres espèces.

Les passereaux et associés

Les expertises de terrain se sont attachées à étudier :

- la répartition et l'abondance relative des passereaux » et autres espèces associées indigènes et introduites;
- la composition spécifique des différents points d'écoute et d'observation de la zone d'étude (réduite et élargie).



Traquet de La Réunion
(*Saxicola tectes*) - BIOTOPE

Méthode

Indices Ponctuels d'Abondance (Blondel et al. 1970 ; Bibby et al. 1993).

Descriptif

Les Indices Ponctuels d'Abondance (I.P.A.) décrivent la structure du peuplement d'oiseaux et permettent de comparer les résultats dans le temps, ou entre les sites suivis (abondance relative). Cette méthode est particulièrement adaptée aux passereaux. L'observateur immobile répertorie tous les contacts auditifs et visuels durant 10 minutes (2 périodes de 5mn). Au total, 9 points (ont été réalisés sur la zone d'étude en octobre 2013. Cette période correspond à la période de reproduction pour ces espèces.

Indicateurs

Compte tenu de la faible diversité et de la faible patrimonialité des espèces recensées, nous avons uniquement conservé le nombre de contacts, sans appliquer l'indice ponctuel donnant l'estimation du nombre de couples reproducteurs sur la zone d'étude.

Contexte particulier à La Réunion, ou aux espèces étudiées

L'avifaune de La Réunion se compose seulement d'une quarantaine d'espèces d'oiseaux nicheurs dont les chants sont aisément identifiables. La méthode des I.P.A. a donc été adaptée pour s'effectuer sur une durée de deux fois cinq minutes.

Limites du protocole

L'I.P.A. est un échantillonnage à un instant « t » et non un comptage exhaustif des couples reproducteurs. Aisément reproductible, il sera fort utile pour le suivi des impacts éventuels sur les populations d'oiseaux en phase de réalisation.

Chaque point d'I.P.A. doit être séparé d'au moins 300m du précédent pour éviter les doubles comptages. La carte ci-après permet de visualiser les points d'écoutes ainsi que la zone auditive et visuelle considérée.

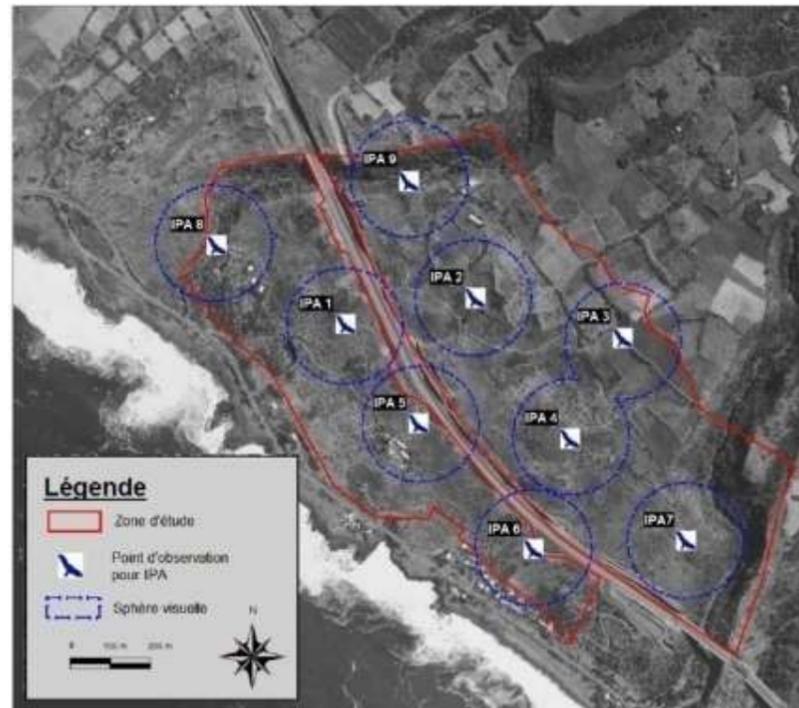


Planche 159 : Localisation des points d'observation (IPA)

Recherche des domaines vitaux du Busard de Maillard (*Circus maillardi*)

Le Plan De Conservation du Busard de Maillard (Grondin et Philippe 2011) validé en mai 2011 par le C.S.R.P.N. établit la répartition des domaines vitaux, propose une estimation des effectifs et cartographie les zones sensibles pour l'espèce en fonction de facteurs tels que la pente, la couverture végétale, la proximité d'activités humaines, l'existence de zones protégées, etc.

Ce travail récent peut être considéré comme actualisé. Les observations de Busard de Maillard réalisées lors des différents protocoles de recensement des oiseaux ont toutefois été notées en vue d'apporter, si besoin, des compléments et d'aborder l'importance de certains secteurs en termes de continuités écologiques.

12.4.1.5 Inventaire des Chiroptères

Les connaissances relatives aux Chiroptères de La Réunion sont très fragmentaires. Les compléments d'expertise ont permis de déterminer la localisation des zones d'activité principales de Tadaride de La Réunion (*Mormopterus francoismoutou*) et de Taphien de Maurice (*Taphozous mauritanus*);

Les observations destinées à déterminer d'éventuelles zones de reproduction dans des secteurs urbanisés et secondaires ont également été réalisées lors des passages en plus de la détection acoustique réalisée à l'aide de matériel d'enregistrement d'ultrasons (SM2 Bat) et d'un logiciel de reconnaissance automatique (SonoChiro). La disposition des enregistreurs est donnée sur la cartographie ci-après :

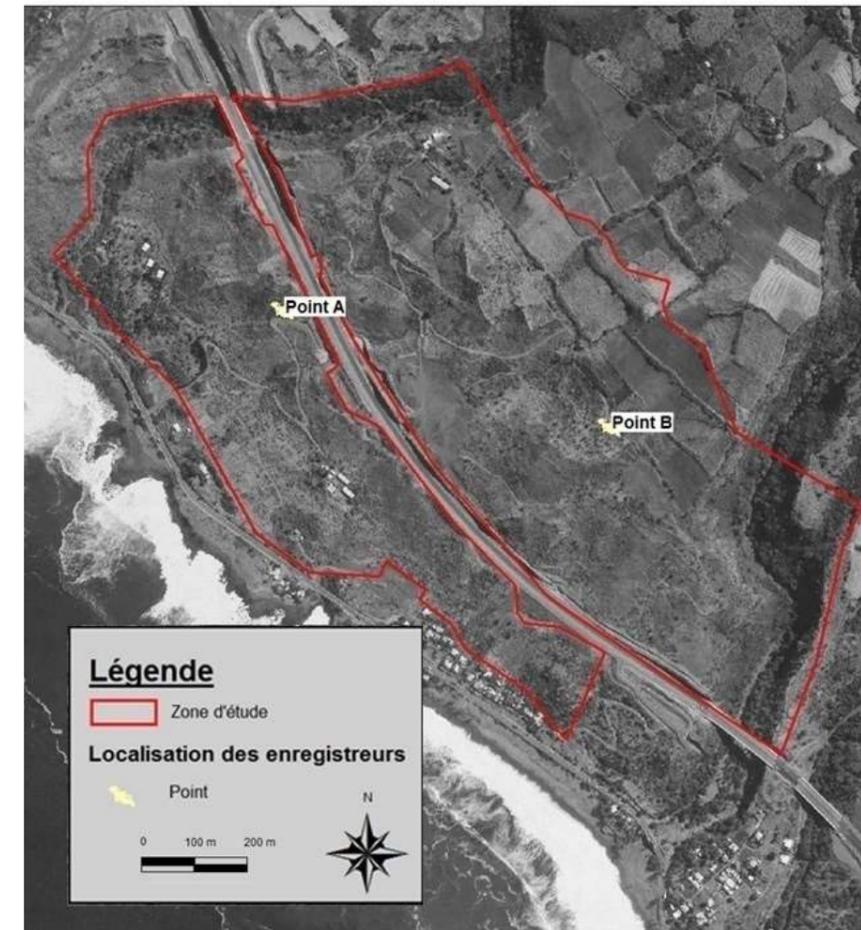


Planche 160 : Localisation des enregistreurs SM2Bat

12.4.1.6 Inventaire des insectes

Pour les lépidoptères, les recherches se sont portées sur les rhopalocères diurnes (papillons de jour) avec la recherche des différents indices de présence des espèces (adultes en vol, plantes hôte, chenilles, chrysalides...). Sur la zone d'étude, une attention particulière a été portée sur une espèce endémique et protégée : la Papillon la Pâture (*Papilio phorbanta*), et notamment la recherche de sa plante hôte (famille des Rutacées).

Pour les odonates, les recherches se sont portées sur toutes les espèces susceptibles d'être présentes aux abords des zones humides. Tous les indices de présence ont été relevés (larves, adultes en vol...).

Pour les autres invertébrés, toutes les autres espèces d'invertébrés ont été inventoriées dans la mesure du possible par des techniques dites de fauchage (filet de 0.1 mm d'épaisseur), de capture, de piégeage ou d'observation.

De manière générale, une attention particulière a été portée aux espèces remarquables.

12.4.1.7 Inventaire des reptiles

Une seule espèce patrimoniale de reptile est connue ou inventoriée dans la zone d'étude : le Caméléon panthère (*Furcifer pardalis*). Cette espèce protégée, bien que non indigène, peu présenter un enjeu écologique non négligeable par rapport au projet.

Méthode
Transects linéaires.
Descriptif
Les points d'échantillonnage ont été choisis dans des milieux propices aux reptiles et en particulier le Caméléon panthère. L'objectif est d'échantillonner des milieux favorables et de recenser les individus.
Indicateurs
La présence/absence de l'espèce détermine l'existence d'une population.
Contexte particulier à La Réunion, ou aux espèces étudiées
Seules trois espèces indigènes de reptiles continentaux existent à La Réunion. Les populations de Gecko vert de Manapany <i>Phelsuma inexpectata</i> (Sanchez & Cacères 2011) et de Scinque de Bouton <i>Chrysolepharus boutonii</i> (Probst 1999) sont très éloignées de la zone d'étude ou trop peu renseignées.
Limites du protocole
La taille des populations ne peut pas être établie ici.

12.4.2 Évaluation et hiérarchisation des enjeux naturels (Bioévaluation)

12.4.2.1 Principe général

A partir des inventaires réalisés dans l'état des lieux, nous avons procédé, pour chaque groupe inventorié, à une bioévaluation des espèces. L'évaluation de la valeur patrimoniale des différentes espèces et différents habitats recensés a été réalisée à l'aide de tous les référentiels existants.

Une synthèse globale des enjeux rattachés à la zone d'étude a été effectuée à partir du croisement des différentes bioévaluations. Elle comporte :

- une bioévaluation des espèces observées, réalisée à partir des listes d'espèces protégées, des atlas de répartition, des livres/listes rouges, des référentiels internationaux (U.I.C.N...) et locaux (index de la flore des Mascareignes), des listes d'espèces déterminantes de Z.N.I.E.F.⁶... Le degré de rareté (mondiale ou régionale) et la nature de la rareté (niveau local, départemental en fonction du nombre de station(s) ou couple(s) connu(s), importance numérique des populations, superficie actuelle par rapport à la superficie d'origine) des espèces et des habitats rencontrés ont été ainsi évalués ;
- une synthèse de la sensibilité écologique et de la valeur patrimoniale des différents éléments d'intérêt identifiés.

⁶ Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique : secteur du territoire particulièrement intéressant sur le plan écologique, participant au maintien des équilibres naturels ou constituant le milieu de vie d'espèces animales et végétales rares, caractéristiques du patrimoine naturel régional. C'est un outil de connaissance et d'aide à la décision en matière d'aménagement du territoire, pour la préservation de la biodiversité.

Le niveau d'enjeu est ensuite donné selon 4 classes :

- ☞ Fort
- ☞ Modéré
- ☞ Faible
- ☞ Négligeable

La bioévaluation est basée sur la « valeur patrimoniale » d'une espèce ou d'un habitat (son état de conservation ; son statut d'indicateur de milieux naturels bien conservés ou à surveiller). Son statut de protection éventuel ne lui confère donc pas de valeur supplémentaire, dans cette approche.

Seules les espèces indigènes (ou celles dont le statut d'indigénat est soumis à discussion) font l'objet de cette bioévaluation, dans la mesure où les espèces introduites ne portent pas de réelle valeur patrimoniale pour La Réunion.

Cette évaluation objective des enjeux écologiques liés au site permet de dégager les éléments majeurs à prendre en compte dans le cadre du projet. Les enjeux, pour tous les groupes étudiés, sont hiérarchisés selon quatre niveaux (fort, modéré, faible, négligeable). Ils découlent de l'intérêt écologique, que ce soit sur le plan patrimonial ou fonctionnel. L'approche cartographique complémentaire permet de localiser les différentes unités hiérarchisées selon la sensibilité écologique des espèces et des milieux en présence.

12.4.2.2 Indicateurs

Les éléments pris en compte dans la démarche de bioévaluation de la faune sont :

- la caractérisation du niveau de patrimonialité de l'espèce sur l'aire d'étude (rareté et menaces aux différentes échelles géographiques) ;
- la caractérisation de l'utilisation de l'aire d'étude (distribution reproduction, alimentation...);
- la caractérisation de la représentativité de la population de l'espèce sur la zone d'étude ;
- la caractérisation de la viabilité de la population sur l'aire d'étude ;
- la caractérisation du contexte écologique (degré de dégradation des milieux naturels) de l'aire d'étude.

12.4.2.3 Outils

La bioévaluation des espèces est basée sur quelques référentiels scientifiques ou réglementaires listés dans le paragraphe suivant et notamment :

- Espèces déterminantes et complémentaires de Z.N.I.E.F.F de La Réunion (D.I.R.E.N., 2008) ;
- L'Index commenté de la flore vasculaire de la Réunion (Trachéophytes) du Conservatoire Botanique National de Mascarin (C.B.N.M., 2010) et notamment les statuts d'endémicité, de rareté régionale et internationale, de menace régionale. Par ailleurs, cet index regroupe également toutes les informations concernant les classements internationaux, nationaux et régionaux cités ci-dessus : C.I.T.E.S., Liste U.I.C.N., Protection régionale (arrêté du 6 février 1987) ;
- Les Listes Rouges des espèces menacées (U.I.C.N. 2010) ;
- Les études, atlas ou inventaires régionaux...

12.4.3 Cartographie des données recueillies

Toutes les données recueillies lors des prospections ont été géolocalisées. Les données générales sont présentées sur des cartes thématiques, les données particulières et plus ponctuelles (station d'espèce rare) ont été reportées sur la carte de localisation de la zone d'étude du projet (S.I.G. – QGIS).

12.4.4 Limites des inventaires

Les inventaires réalisés ont été mis en œuvre en veillant à apporter les meilleurs résultats possibles, compte-tenu des périodes d'études, des délais de réalisation, des surfaces à couvrir et de l'accessibilité des sites.

Ils tiennent compte des cycles biologiques et des heures favorables aux observations, mais ils ne peuvent prétendre à l'exhaustivité des espèces recensées, en particulier dans les secteurs les plus inaccessibles (ravines encaissées, cavités souterraines profondes par exemple).

A La Réunion, les niveaux des connaissances scientifiques sur les espèces sont très variables, de nombreux groupes restant encore très méconnus comme les Chiroptères ou certains invertébrés.

De même pour les habitats, les fonctionnalités écologiques nécessiteraient encore de nombreuses études complémentaires.

12.4.5 Ouvrages consultés

- ❖ BARATAUD M. et GIOSSA S., 2009 – *Identification et Ecologie Acoustique des Chiroptères de la Réunion* : 62 p.
- ❖ BARRE, N. BARAU, A. & JOUANIN, C., 1996 - *Oiseaux de La Réunion* - Réédition, Editions du Pacifique, Paris : 207 pp.
- ❖ BIBBY C. J., BURGESS N. D. et D. A. HILL, 1993. *Bird Census Techniques*. 3^{ème} édition, The University Press, Cambridge, U.K. : 257 p
- ❖ BIOTOPE, 2012 – Projet de Nouvelle Route du Littoral : étude de la faune vertébrée et invertébrée terrestre. Expertise faunistique complémentaire. Région Réunion. 172p + Atlas cartographique.
- ❖ BRETAGNOLLE, V. ATTIE, C. and MOUGEOT F., 2000a - Audubon's Shearwaters Puffinus Iherminieri on Reunion Island, Indian Ocean: behaviour, census, distribution, biometrics and breeding biology – *Ibis* 142 : 399-412.
- ❖ BRETAGNOLE V., et ATTIE C., 2000b - Status of Reunion Marsh Harrier Circus maillardi on Reunion island. Raptors at risk : 669-676pp.
- ❖ BRETAGNOLE V., GHESTEMME T., THIOLLAY J.-M. et ATTIE C. 2000c - Distribution, population size and notes on the Reunion Marsh Harrier, Circus maillardi maillardi. The raptor Research Foundation, INC. 34 (1) : 8-17pp.
- ❖ BLONDEL J., FERRY C. et FROCHOT B., 1970 - Méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par station d'écoute. *Alauda*, Vol. 38 : 55-70.
- ❖ C.E.B.C., 1998 - Programme d'étude et de conservation des oiseaux marins de La Réunion. D.I.R.EN Réunion, CNRS. 144p.
- ❖ C.B.N.M., 2010 – Index commenté de la flore vasculaire de La Réunion (Trachéophytes) ; C.B.N.M.
- ❖ C.B.N.M., 2013 - Mascarine cadetiana II. Base de données www.Mascarine.cbnm.org consultée le 04/09/2013. C.B.N.M.
- ❖ CADET T., 1980 – La végétation de l'île de La Réunion. Etude phytoécologique et phytosociologique. Université d'Aix-Marseille III. 362p.
- ❖ D.E.A.L. RÉUNION, 2008 – Liste des espèces déterminantes des Z.N.I.E.F.F.
- ❖ D.E.A.L. REUNION, 2008 – Cartographie des milieux naturels. Cartographie issue des données de T. Cadet, réalisée par J. Dupont, M. Rouget, D. Strasberg, S. Baret, D. Richardson et R. Cowling (2004) actualisée par J.-C. Notter, J. Dupont et E. Lagabrielle (2006) et par O. Tesseydre et J.-C. Notter (2007) à l'aide de données du CBNM et du Parc national de La Réunion (milieux vulnérables) de données de l'ONF, et de la BDTOPO et BDORTHO.
- ❖ DUPONT J., 1989 – ZNIEFF de type I et ZNIEFF de type II, 1ère génération. SREPEN. Validation C.S.R.P.N. 2000.
- ❖ GRONDIN, V. et PHILIPPE J.-S., 2011 – *Plan de conservation du Busard de Maillard Circus Maillardi* – SEOR / BIOTOPE : 85 p.
- ❖ JOUVENTIN P., 1998 – *Programme d'Etude et de Conservation des Oiseaux Marins de la Réunion* – DIREN Réunion, CNRS : 144 p.
- ❖ KEITH P., VIGNEUX E., BOSC P., 1999. Atlas des poissons et crustacés d'eau douce de la Réunion. Patrimoines naturels (MNHN/SPN), 39 : 136 p.
- ❖ KON-SUN-TACK A., 2006 – *L'Avifaune Endémique de la Réunion: Etat des Lieux et Enjeux* – Thèse pour le doctorat vétérinaire : 200p.
- ❖ LOWE S., BROWNE M., BOUDJELAS S. et DE POORTER M., 2007 – 100 Espèces Exotiques Envahissantes parmi les plus néfastes au monde. Une sélection de la Global Invasive Species Database. ISSG U.I.C.N. 12p.
- ❖ MACDONALD I.A., 2010 – Final report on the 2010 resurvey of alien plants invaders on the island of Reunion. ECOMAR/Parc national de La Réunion. 43p.
- ❖ MARTIRÉ D., 2010. Les Libellules et Ephémères de La Réunion. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 72 p.
- ❖ MARTIRE D. et ROCHAT J., 2008 – *Les Papillons de la Réunion et leurs chenilles* – Biotope, Mèze (Collection Parthénope) – Muséum national d'Histoire naturelle de Paris : 496 p.
- ❖ MOULTSON N., 2007 – Paramètres démographiques, phénologie de la mue et influence de certains facteurs environnementaux sur la Salangane des Mascareignes, Aerodrama francica. Rapport de Master I, Université de La Réunion/S.E.O.R. 26p.
- ❖ PINET P, JAQUEMET S., PINAUD D., WEIMERSKIRCH H., PHILLIPS R.A. et LE CORRE M., 2011. Migration, wintering distribution and habitat use of an endangered tropical seabird, Barau's petrel *Pterodroma baraui*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 423 : 291-302.
- ❖ PINET P., 2012 – Biologie, écologie et conservation d'un oiseau marin endémique de La Réunion : le Pétrel de Barau (*Pterodroma baraui*). Thèse de doctorat de l'Université de la Réunion. 304p.
- ❖ PROBST J.-M., 1998 - Essai d'une carte de répartition des deux taxons endémiques du Gecko vert des forêts : *Phelsuma b. borbonica* et *P. b. mater*. *Bull. Phaethon*, 8 : 109-110.
- ❖ PROBST J.-M., 1999 – Redécouverte d'un reptile considéré comme disparu depuis plus de 130 ans à La Réunion, le Scinque de Bouton *Cryptoblepharus boutonii*. *Bull. Phaethon* 9 : 1-3.
- ❖ PROBST J.-M., 2002 – *Faune indigène protégée de l'île de la Réunion. Un patrimoine naturel à préserver avec une description des oiseaux, des mammifères, des reptiles et des papillons inscrits sur la liste des espèces protégées* – Association Nature et Patrimoine – Nouvelle Imprimerie Dyonisienne : 111 p.
- ❖ REPUBLIQUE FRANCAISE, 1987 - Arrêté du 6 février 1987 fixant la liste des espèces végétales protégées dans le département de La Réunion. J.O.R.F. du 19/06/1987.
- ❖ REPUBLIQUE FRANCAISE, 1989 – Arrêté du 17 février 1989 fixant les mesures de protection des espèces animales représentées dans le département de La Réunion. J.O.R.F. du 24/03/1989.
- ❖ REPUBLIQUE FRANCAISE, 2007 – Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. J.O.R.F. du 06/05/2007.
- ❖ SALAMOLARD M. 2008 – *Plan de conservation du Pétrel de Barau* – SEOR / ECOMAR : 60 p.
- ❖ SALAMOLARD M. et GHESTEMME T., 2003 – Synthèse des premiers éléments de connaissance de la faune des vertébrés et des macrocrustacés indigènes des Hauts de la Réunion pour une stratégie de conservation à développer dans le projet du Parc National des Hauts de la Réunion – 1^{ère} partie : SEOR – 52 p. In : Collectif – *Mission de création du Parc National des Hauts de la Réunion - Premiers éléments de connaissance du Patrimoine naturel indigène des Hauts de la Réunion* : 256p.
- ❖ SANCHEZ M., 2012 – Le Gecko vert de Bourbon, *Phelsuma borbonica* Mertens 1966, atlas de répartition, écologie et

conservation. Rapport N.O.I. 64p + annexes.

- ❖ SANCHEZ M. et CACERES S., 2011 – *Plan national d'actions en faveur du Gecko vert de Manapany* Phelsuma inexpectata. Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement / Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de La Réunion / NOI / ONCFS : 137p.
- ❖ SOUBEYRAN Y., 2008 – Espèces exotiques envahissantes dans les collectivités françaises d'outre-mer. Etat des lieux et recommandations. U.I.C.N.
- ❖ TANGUY A. et GOURDAIN P., 2011 – Guide méthodologique pour les inventaires faunistiques des espèces métropolitaines terrestres (volet 2) – Atlas de la biodiversité dans les communes (ABC). MNHN – MEDDTL : 195p.
- ❖ U.I.C.N., 2010a – Gestion des espèces exotiques envahissantes. Guide pratique et stratégique pour les collectivités françaises d'outre-mer. U.I.C.N. 66p.
- ❖ U.I.C.N., 2010b - Liste rouge des espèces menacées en France. Premiers résultats pour la faune de La Réunion. U.I.C.N./M.N.H.N. 27p.
- ❖ U.I.C.N., 2010c - Liste rouge des espèces menacées en France. Flore vasculaire de La Réunion. U.I.C.N./M.N.H.N. 26p.
- ❖ IUCN 2011 - *IUCN Red List of Threatened Species - Version 2011.2*
- ❖ VEICHT C.R., CLOUT M.N., et TOWNS D.R., 2011 – Island Invasives: Eradication and Management. Proceedings of the International Conference on Island Invasives. Gland, Switzerland. I.U.C.N. 542p.
- ❖ Williams D. McB., 2001. Impacts of terrestrial Run-off on the great barrier Reef World Heritage Area. Townsville : CRC Reef Research Center, Australian Institute of Marine Science, 52pp.
- ❖ Bouchon C., 1990. La grande encyclopédie de la Caraïbe. Le Monde Matin. Fort-de-France; Sanoly, 207 p.
- ❖ Gabrié C., 1985. L'érosion des plages balnéaires de la Réunion. Contrat, Université de la Réunion.

12.5 EXPERTISE ACOUSTIQUE EN MILIEU MARIN

L'expertise visant à identifier les potentielles incidences sonores sous-marines des opérations de minage effectuées à terre mais sur la bande littorale a été réalisées par :

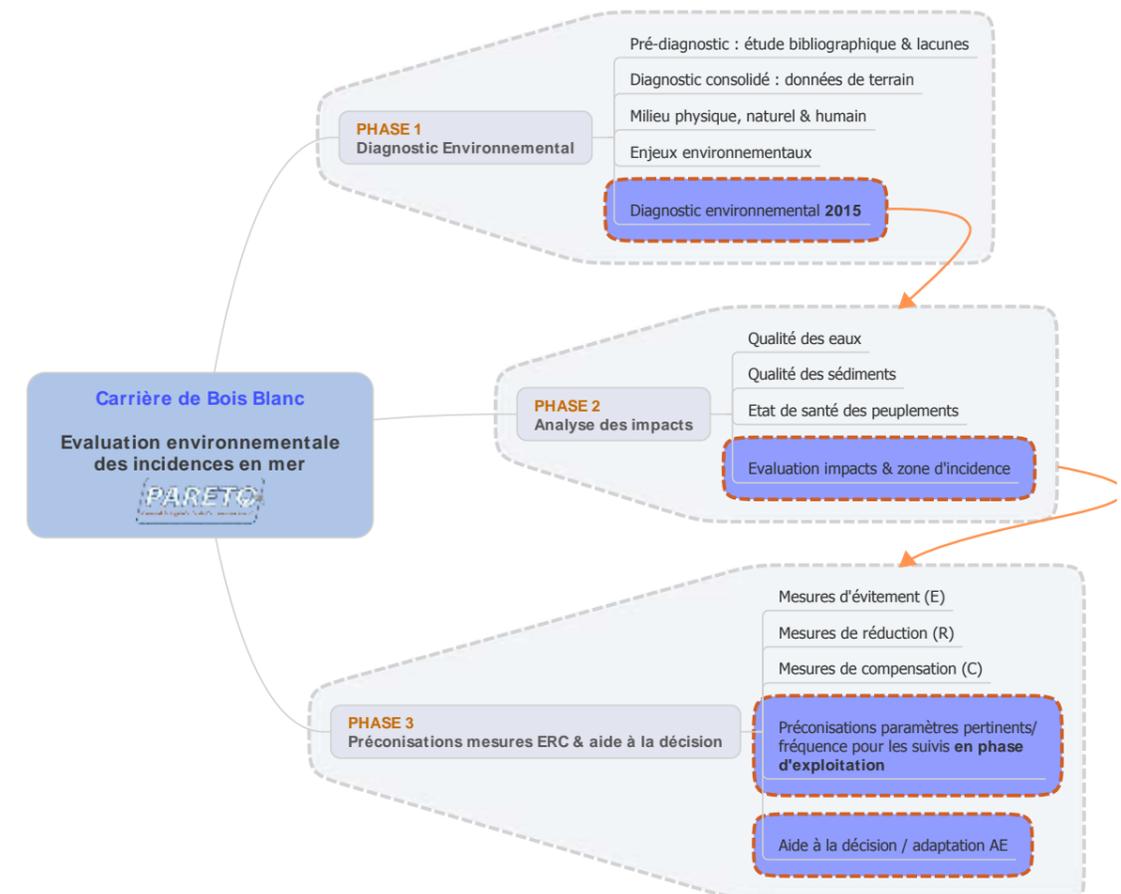
- BIOTOPE a coordonné la mission de façon générale, a assuré l'acquisition des données acoustiques dans le cadre de la mission à Mayotte, ainsi que l'analyse des données en lien avec la sensibilité des cétacés
- QUIET OCEANS s'est chargé du volet acoustique physique et notamment de l'évaluation et l'analyse des bruits marins physique en lien avec l'opération de minage. Cela va se traduire par une certification des niveaux acoustiques sous-marins engendrés par les travaux de tir de mines effectués dans la carrière de Koungou (Mayotte).
- La société STMM a assuré la logistique en mer, permettant la bonne réalisation de la mission à Mayotte (bateau, petit matériel...), et le déploiement des enregistreurs sous-marins.

Cette expertise s'est étalée sur les mois de novembre et décembre 2015. La mission d'acquisition des données acoustiques s'est tenue à Mayotte entre les 07 et 09 novembre 2015.

12.6 DIAGNOSTIC DU MILIEU MARIN

L'expertise du milieu marin a été réalisée par le cabinet PARETO. Elle s'est déroulée en 3 étapes :

- La réalisation d'un diagnostic environnemental,
- L'évaluation des impacts potentiels,
- La préconisation de mesures d'optimisation environnementale.



Les moyens mobilisés pour la mise en oeuvre de l'étude sont de 2 ordres :

- **Des ressources humaines dédiées** : des experts en environnement marin et en aménagements industriels littoraux connaissant le secteur, accompagnés d'un cartographe et d'un expert sur les problématiques environnementales liées aux rejets en mer à la Réunion.
- **Des supports bibliographiques circonstanciés** : les ingénieurs de Pareto, forts de leur expérience de plus de 20 ans à la Réunion, disposent d'une base de données de références unique à la Réunion et d'une connaissance du secteur littoral et marin de Saint-Leu.

12.7 CIRCULATION

Les données ont été fournies par la direction régionale des routes (DRR) du Conseil Régional.

12.8 BRUIT

Les mesures de bruit et la modélisation ont été effectuées par A2MS à l'aide du logiciel IMMI 6.3

La chaîne de mesure utilisée est la suivante :

- 4 sonomètres, de marque 01 dB Metravib, type Solo master. Chaque sonomètre est équipé d'un préampli de type PRE 21 S et d'un micro de type MCE212.
- 1 Calibreur de type CAL 21 de classe 1, de marque 01 dB Metravib.

12.9 AIR

Les données relatives à l'état initial sur l'air ont été fournies par l'ORA (Office Réunionnais de l'Air).

Un état initial de la concentration en poussière au droit du site a été par ailleurs réalisé au niveau de l'habitation la plus proche et située sous les vents dominants.

La quantification des poussières a été confiée au laboratoire Eurofins.