

6. JUSTIFICATION DES CHOIX DU PROJET

Face aux besoins importants en matériaux dans l'île liés notamment aux grands travaux (nouvelle route du littoral, etc.), à la pression foncière et aux risques de pénurie en granulats, l'exploitation des carrières est indispensable pour assurer la satisfaction des besoins sur le long terme.

Pour établir son projet et choisir la meilleure des solutions, la SORECO a examiné initialement plusieurs variantes. La présentation des variantes envisagées et des raisons pour lesquelles le projet a été retenu, sont exposées ci-après. Le scénario choisi et les mesures mises en place privilégient en premier lieu l'évitement de l'impact, puis la réduction et enfin la compensation des impacts résiduels le cas échéant.

C'est dans cette optique que le projet et le plan de phasage d'exploitation ont été conçus.

6.1 LE CHOIX DU TYPE DE MATÉRIAUX

Sur l'île de la Réunion, il existe plusieurs types de matériaux naturels pouvant répondre aux besoins du marché des granulats, qui nécessite des modalités d'exploitations spécifiquement adaptées.

Les gisements marins présentent essentiellement des sables ne permettant pas la fabrication d'une gamme complète de granulats et nécessitent un dessalement. Des infrastructures de transport spécifiques et très coûteuses sont nécessaires.

Deux principaux types ont été étudiés :

- Les matériaux massifs, dont l'exploitation nécessite l'utilisation d'explosifs. Ce type de carrière permet de fournir des enrochements et des granulats. **La complexité relative, à la gestion des explosifs, le degré de technicité et le matériel nécessaire et la qualité des matériaux des espaces carrière du SDC, implique que ce choix n'a pas été retenu.**
- Les carrières de roches alluvionnaires dont l'exploitation ne nécessite pas la mise en place de procédés complexes et qui permettent la production de gammes complètes de granulats. **Ce type d'exploitation est connu de l'exploitant. Le matériel dont il dispose déjà est bien adapté et l'aspect financiers maîtrisé. Ce type de gisement correspond au marché visé, il a donc été retenu.**

6.2 LE CHOIX DU SITE DU PROJET

La SORECO possède une carrière autorisée à Pierrefonds, ainsi qu'une installation de traitement des matériaux, également à Pierrefonds. Ces installations permettent de fournir des granulats pour tous travaux de maçonnerie, de routes ou d'aménagements extérieurs.

Les objectifs principaux du projet sont de pouvoir assurer la pérennité des activités de la SORECO et d'approvisionner le marché sud de l'île de la Réunion.

L'exploitant a tout d'abord étudié les potentialités d'implantation dans les différents bassins de l'île de la Réunion :

Bassin	Caractéristiques	Choix de l'exploitant
Est	<ul style="list-style-type: none"> - coût d'acheminement des matériaux vers les marchés du sud prohibitif et impact environnemental lourd ; - ressource en matériaux alluvionnaires importante ; - aléas transport importants (circulation, délai d'acheminement) compte-tenu de la distance (éloigné du marché). 	Variante Rejetée
Ouest	<ul style="list-style-type: none"> - ressource réservée aux marchés de l'ouest et du sud-ouest, - ressource rare, - foncier difficilement maîtrisable. 	Variante Rejetée
Sud	<ul style="list-style-type: none"> - nombre important de client dans le secteur sud ; - Installation historique de la SORECO - ressource disponible et unité foncière conséquente identifiée dans le SDC ; - foncier maîtrisé ; - accessibilité du site ; - carrière autorisée déjà en place - superficie importante de l'espace carrière RE04, qui permet de continuer son exploitation ; - travaux à venir dans le secteur : développement de la ZAC Roland Hoareau, développement de l'ISDND, déviation du Tampon, etc. 	Variante retenue

Tableau 59 : Etude des potentialités d'implantation dans l'île de la Réunion

Au vu de la localisation des différents travaux à venir, la poursuite et l'extension de l'exploitation de la carrière actuellement autorisée sur le site même, au niveau du bassin sud permettra de limiter les transports de matériaux depuis l'ouest et l'est, diminuant ainsi les émissions de gaz à effet de serre (GES). De plus, l'installation de concassage est également située à Saint-Pierre (site des Trois Cheminées). D'un point de vue environnemental, le choix du site dans ce bassin est donc pleinement justifié. L'activité sera locale comme à l'heure actuelle.

Suivant une logique de développement durable, le projet s'inscrit dans un secteur où les enjeux environnementaux y sont moins importants qu'ailleurs sur l'île. L'étude d'impact montre en effet que les enjeux environnementaux sont compatibles avec l'installation projetée.

Ensuite, l'occupation des sols du site est à vocation agricole. Lors de la remise en état du site, un épierreage de la surface des terrains permettra la mécanisation des cultures et une amélioration des caractéristiques agronomiques des sols, permettant d'envisager ou non une diversification. La réalisation d'une plateforme de faible pente à l'échelle des projets de la SORECO et de TERALTA, améliorera les conditions de culture et rendra la remise en état cohérente et homogène sur le secteur.

6.3 JUSTIFICATION DES BESOINS EN MATÉRIAUX

6.3.1 Besoin global et répartition des besoins

Dans le rapport du BRGM sur la révision du Schéma Départemental des Carrières, les besoins annuels en granulats sur l'île sont évalués à environ 6 600 kT par an jusqu'en 2020. Ces besoins s'expliquent par la mise en œuvre de travaux routiers (notamment le chantier de la Nouvelle Route du Littoral), la construction de 180 000 logements à La Réunion d'ici 2030, et les constructions publiques.

Le projet est situé dans le bassin sud de l'île (de Saint-Leu à Saint-Joseph). Ce bassin présente des besoins importants en matériaux avec une ressource possible en matériaux alluvionnaires qui devient de plus en

plus limitée, estimée par le Schéma Départemental des Carrières à 19,7 Mt pour un besoin évalué à 2,4 Mt/an.

6.3.2 Adéquation entre les besoins et les ressources

La microrégion sud doit être regardée dans son ensemble vis-à-vis des ressources autorisées dans ce secteur :

- PREFABLOC AGREGATS à Saint-Pierre (Pierrefonds), autorisée pour 219 kT/an en moyen annuel,
- SORECO à Saint-Pierre (Pierrefonds), autorisée pour 517 kT/an en moyen annuel,
- SOCIETE DE CONCASSAGE ET DE PREFABRICATION DE LA REUNION (SCPR) à Saint-Pierre (Pierrefonds), autorisée pour 440 kT/an en moyen annuel,
- TERALTA à Saint-Pierre (Pierrefonds), autorisée pour 440 kT/an en moyen annuel,
- Société Concassage Beau Rivage à Saint-Pierre (Pierrefonds), autorisée pour 136 kT/an en moyen annuel,
- SOCIETE DE CONCASSAGE ET DE PREFABRICATION DE LA REUNION (SCPR) à Saint-Pierre (Pierrefonds - Chemin Charrette), autorisée pour 230 kT/an en moyen annuel
- SBTPL à Saint Pierre (Syndicat) autorisée pour 59 kT/an en moyen annuel,

Ces sept sites autorisés représentent une moyenne de 2172 kT/an.

Le volume moyen annuel d'extraction de la SORECO ne va pas augmenter suite à l'extension et restera à 517 kT/an.

Le besoin estimé par le SDC est de 2 400 kT par an, soit un déficit de production moyenne de 228 kT/an. Ce déficit est en partie couvert aujourd'hui par des flux de matériaux provenant d'autres bassins. Le SDC est en cours de révision et permettra de recalculer les projections du marché par rapport à la réalité.

Dans ce contexte, étendre l'exploitation de la carrière Dijoux 2 permettrait :

- D'une part de limiter les flux de granulats entre les autres microrégions et donc de :
 - o limiter les impacts sur l'environnement (émissions réduites de gaz à effet de serre) ;
 - o limiter les flux de matériaux entre l'ouest et le sud.
- Et d'autre part de préserver les gisements de l'ouest, gisements très limités et rares, tout en assurant l'approvisionnement du secteur sud.

En tonnage annuel moyen, la carrière fournira la même quantité qu'actuellement, mais cela permettra de rallonger la durée d'approvisionnement du marché.

6.3.3 Adéquation du projet avec les marchés existants

Afin de répondre au marché, l'extraction de l'extension est prévue pour une durée de 10 ans, avec une production moyenne de 517 000 tonnes par an. La dernière année et demie étant exclusivement réservée à la remise en état du site.

Le marché visé est constitué des besoins courants de la microrégion sud principalement, en particulier vis-à-vis des travaux à venir tels que le développement de la ville de Saint-Pierre (ZAC Roland HOAREAU) et Saint-Joseph, l'endiguement de rivières (Rivière Saint-Etienne), déviation du Tampon, etc.

6.3.4 Conclusion sur la justification des besoins en matériaux

Du fait de la proximité du marché, le projet aura un réel bénéfice environnemental et économique, permettant aux professionnels d'exploiter et d'optimiser une ressource en matériaux existante proche des besoins actuels et futurs du sud.

Par ailleurs, le site a aussi été choisi pour plusieurs raisons d'ordre économique et technique :

- la quantité des réserves de matériaux à extraire étant moyenne, elle permet ainsi de prévoir l'implantation d'une unité de traitement de matériaux, sans avoir recours à une installation fixe, plus impactante et soumise au droit de l'urbanisme ;
- la proximité de la carrière autorisée simplifie la mise en place du projet ;
- l'extraction de matériaux alluvionnaires est un processus simple contrairement à l'extraction en roches massives qui requiert l'utilisation d'explosifs ou l'extraction marine, qui nécessite des matériels spécifiques.

Les tonnages demandés dans le cadre de la présente demande sont donc en concordance avec les besoins du bassin sud.

6.4 ANALYSE DES CONTRAINTES ET JUSTIFICATION DE L'EMPRISE D'EXTRACTION RETENUE

La définition des limites du projet résulte du croisement entre la capacité à maîtriser le foncier, les analyses techniques, administratives et environnementales du site, les contraintes réglementaires et les résultats des investigations géologiques.

6.4.1 Analyse des servitudes et des contraintes environnementales

Les contraintes réglementaires impactant le projet et retenues pour définir les limites du projet 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 modifié ;
- la servitude des réseaux d'irrigation, nécessitant un dévoiement en concertation avec le gestionnaire et le propriétaire du réseau ;
- les servitudes de passage ;

auxquelles s'ajoutent des contraintes liées :

- au contexte environnemental du projet ;
- au réaménagement du site envisagé.

Ces différentes contraintes ont été présentées tout au long de l'étude d'impact.

A la vue de la configuration des terrains, du type de réaménagement envisagé, les limites du projet ont été définies de manière à harmoniser le plus possible ces contraintes.

Une synthèse de l'ensemble des contraintes identifiées sur la zone d'étude est présentée en planche et le tableau ci-après. Elles ont été caractérisées selon le degré suivant :

- **Contrainte forte** : rend l'exploitation impossible (évitement) ;
- **Contrainte moyenne** : nécessite des mesures importantes de réduction des impacts ou des mesures compensatoires ;

- **Contrainte faible** : n'impacte pas directement le périmètre mais se situe à proximité immédiate et ne doit pas être négligée ;
- **Contrainte nulle** : ne concerne pas le périmètre, 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			x	
Code minier		x		
Code forestier (défrichement)				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
Faune			x	
Flore			x	
Captage AEP				x
Monuments historiques				x
Sites archéologiques			x	
Réseaux d'irrigation	x			
Servitudes de passage			x	
Aménagement sur les parcelles (habitation, bâtiments agricole, retenue d'eau, etc.)				x

Tableau 60 : Caractérisation des contraintes identifiées sur la zone d'étude

Sur la base de cette analyse, plusieurs variantes ont été étudiées et sont présentées dans le paragraphe suivant.

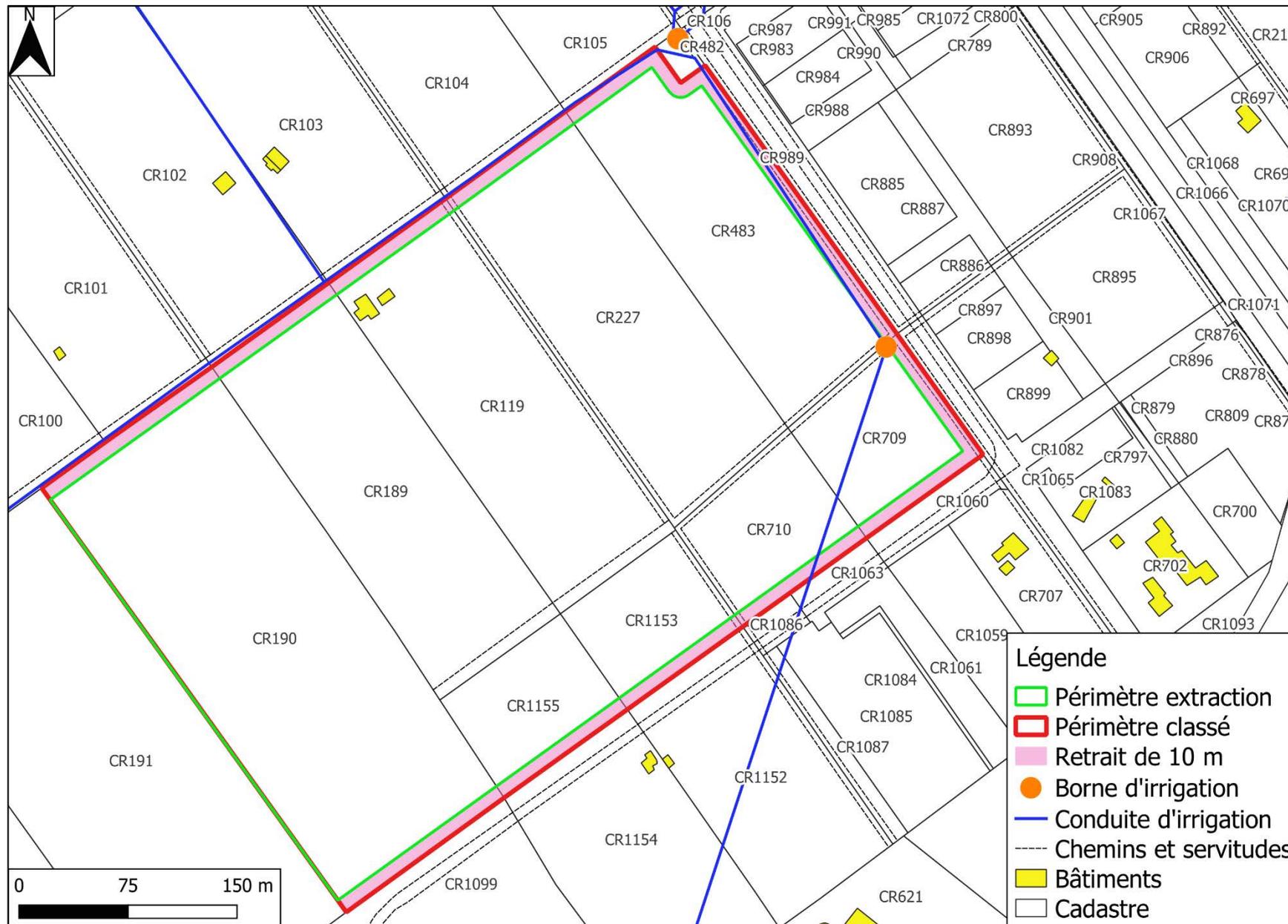


Planche 107 : Limites du projet par rapport aux contraintes administratives, techniques et environnementales

6.4.2 Analyse des variantes du projet

L'identification des contraintes majeures a permis d'établir plusieurs variantes en ce qui concerne la définition du périmètre du projet.

	Variante 1 : Ouverture d'une carrière sur un autre espace carrière	Variante 2 : Extension de la carrière sur le site sans installation de traitement	Variante 3 : Extension de la carrière sur les parcelles voisines et mise en place d'une installation de traitement à proximité.
Présentation des variantes	Cette variante consiste en l'ouverture d'une nouvelle carrière de matériaux alluvionnaires sur un autre espace carrière du secteur de Pierrefonds ou dans les hauts de Saint-Pierre (ERM-01) et Saint-Louis (EC 14-01), en utilisant l'installation de traitement existante aux Trois Cheminées.	Cette variante consiste à modifier les conditions d'exploitation de la carrière actuellement autorisée en utilisant uniquement l'installation de traitement existante aux Trois Cheminées.	Cette variante consiste à modifier les conditions d'exploitation de la carrière actuellement autorisée en ajoutant une installation de traitement des matériaux et de l'étendre sur les parcelles voisines.
Foncier	Aucune maîtrise foncière sur d'autres parcelles des espaces carrières disponibles.	Maitrise foncière sur l'ensemble des parcelles du site.	Maitrise foncière sur l'ensemble des parcelles du site.
Exploitation	Les espaces carrières de Pierrefonds sont déjà exploités en majorité. De plus, la ZAC Roland Hoareau s'est mise en place sur l'espace EC 16-07. Le transport des matériaux, surtout depuis les hauts, devra emprunter des itinéraires susceptibles de traverser des zones habitées. De plus, les espaces carrières des hauts de Saint-Pierre et Saint-Louis concernent des roches massives et non des alluvions. L'exploitation des carrières de roches massives nécessite l'utilisation de foreuses, d'explosifs qui sont difficiles à maîtriser et représentent un danger important pour l'utilisateur et les milieux alentours.	Le transport des matériaux devra emprunter des itinéraires susceptibles de traverser des zones habitées. De plus, cela va engendrer des coûts de transport de matériaux bruts entre la carrière et l'installation de traitement.	La mise en place d'une installation de traitement de matériaux sur le site va permettre de diminuer légèrement le nombre de trajet jusqu'à l'installation des Trois Cheminées.

<p>Enjeux environnementaux</p>	<p>Les espaces carrières de la zone de Pierrefonds ne présentent pas d'enjeux important concernant les habitats la faune et la flore, excepté au regard de l'avifaune marine. La zone est située dans un couloir aérien de migration.</p> <p>Les espaces carrière des hauts de Saint-Pierre et Saint-Louis sont situés à proximité du Bras de la Plaine et du Bras de Cilaos, les enjeux environnementaux sont donc non négligeables.</p> <p>De plus, les installations de traitement de matériaux se situant toujours à Pierrefonds (Trois Cheminées), cela impliquerait des déplacements, créant une incidence sur le trafic routier et les émissions de GES. Cet impact sera plus important, de par un itinéraire plus long et passant dans des zones habitées, si la carrière se situe dans les hauts.</p>	<p>Enjeux sur le site de la carrière concernant la faune et la flore terrestre faibles, sauf pour l'avifaune.</p> <p>Gestion des eaux pluviales sur la zone par un réseau de fossés et des zones d'infiltration permettant de diminuer les vitesses de ruissellement et de tamponner les eaux.</p> <p>Le transport de matériaux bruts entre la carrière et l'installation de traitement génèrera des GES. Le site du projet est éloigné des premières habitations d'environ 60 mètres. Les incidences du projet sur les populations sont donc modérées.</p>	<p>Enjeux sur la faune et la flore terrestre faibles, sauf pour l'avifaune.</p> <p>Gestion des eaux pluviales sur la zone par un réseau de fossés et des zones d'infiltration permettant de diminuer les vitesses de ruissellement et de tamponner les eaux.</p> <p>Remise en état avec implantation d'une couche à forte valeur agronomique qui permettra :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une augmentation des rendements, - une mécanisation possible de l'exploitation agricole, - une diversification des cultures. <p>Le site du projet est éloigné des premières habitations d'environ 60 mètres. Les incidences du projet sur les populations sont donc modérées.</p> <p>Le nombre de trajet entre la carrière et l'installation de traitement est diminué.</p> <p>Pas d'émission de GES supplémentaire ou surplus de trafic routier avec l'installation de traitement des matériaux à proximité immédiate. La diminution du trafic entraîne une diminution du bruit et des poussières émis.</p>
<p>Enjeux sur le paysage</p>	<p>L'ouverture d'une carrière sur un autre espace carrière de Pierrefonds aura un impact faible sur le paysage : en effet, la zone est déjà concernée par des carrières, des chantiers de la ZAC, l'ISDND, des champs et un aéroport. L'enjeu est donc faible.</p> <p>L'ouverture d'une carrière dans les hauts aurait un impact plus important, car les espaces se situent</p>	<p>Remise en état agricole avec restitution d'une plateforme homogène entre les parcelles des projets de carrière de la SORECO et celle de TERALTA permettant une mécanisation des cultures et donc une diversification.</p> <p>Végétalisation des talus remis en état.</p> <p>Possibilité d'une remise en état cohérente de la zone après exploitation des parcelles voisines</p>	<p>Remise en état agricole avec restitution d'une plateforme homogène entre les parcelles des projets de carrière de la SORECO et celle de TERALTA permettant une mécanisation des cultures et donc une diversification.</p> <p>Végétalisation des talus remis en état.</p> <p>Possibilité d'une remise en état cohérente de la zone après exploitation des parcelles</p>

	au milieu des champs, à proximité du Bras de Plaine et du Bras de Cilaos.	du site (CR 104 et 105 également dans l'espace carrière).	voisins du site (CR 104 et 105 également dans l'espace carrière).
Décision de l'exploitant	Variante rejetée	Variante rejetée	Variante retenue

Tableau 61 : Variantes étudiées dans le cadre de l'élaboration du projet

Le périmètre qui a été retenu tient compte de toutes les contraintes réglementaires et environnementales énoncées ci-dessus, auxquelles il faut rajouter celles d'ordre technique (Cf. paragraphe ci-après).

6.5 JUSTIFICATION DES CHOIX D'EXPLOITATION

6.5.1 Phasage et organisation

Le projet prévoit l'exploitation du site de l'extension en 2 phases quinquennales, en plus des 4 phases déjà autorisées, incluant la remise en état. Cette configuration avec un mode d'extraction par carreau glissant permettra de réduire au maximum les surfaces découvertes à un instant t. De plus, cette technique s'adapte au terrain de l'ancien cône alluvionnaire de la Rivière Saint-Etienne qui présente une pente douce et permettra une extraction en fosse.

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 talus latéraux provisoires (lors de l'exploitation) présenteront une pente générale de 1V/1H.

Les talus en dessous des rampes d'accès au fond de fouille seront aménagés de façon à garantir leur stabilité avec une pente de 1V/1H maximum.

Les talus remis en état seront quant à eux aménagés avec une pente de 2V/3H, entrecoupé de risbermes de 3 m de large tous les 8 m de haut, de façon à garantir leur stabilité dans le temps.

6.5.2 Choix de la remise en état

Afin de faciliter l'intégration du site dans le paysage et d'offrir un retour rapide à l'agriculture, les zones déjà exploitées seront réaménagées au fur et à mesure de l'avancement, par le remblaiement partiel de la fosse avec des terres de terrassement et des remblais, surmontée d'une couche de terre de bonnes qualités agronomiques composée des terres de découverte (terres végétales) du site amendées par l'ajout de matière organique (compost de déchets verts, etc.), suivant le type de plantation.

La couche de remblais atteindra plusieurs mètres d'épaisseur à certains endroits (4 mètres maximum) garantissant ainsi une protection satisfaisante de la nappe.

L'ensemble de l'exploitation du gisement génère une quantité de terres de découverte qui sera intégralement réutilisée dans le réaménagement du site.

L'altimétrie des terrains remis en état sera légèrement différente par rapport à celle observée actuellement. En effet les terrains présentent une inclinaison de 3% vers l'Océan Indien. Lors de la remise en état, le remblaiement de la fosse sera réalisé de manière partielle en formant une plateforme homogène avec une pente de 1% allant de la cote de 6,5 m NGR en aval en remontant en amont jusqu'à la cote 11 m NGR. Le but de cette remise en état est de limiter l'apport de remblais et de faciliter l'utilisation de la surface pour l'activité agricole tout en conservant un ruissellement suffisant.

Les talus seront remblayés en 2V/3H, avec des risbermes de 3 m de large, tous les 8 m de haut. Ces risbermes seront plantées avec des arbres à forte valeur patrimoniale et à croissance rapide. Les talus de la carrière autorisée, initialement prévus sans risbermes, vont s'harmoniser avec la zone de l'extension et adopter la même remise en état.

La topographie finale a été étudiée conjointement avec la carrière de TERALTA au sud-ouest du site afin de maintenir une homogénéité paysagère sur la zone. Ce choix de remise en état a été défini suite à une analyse de différentes variantes résumées dans le tableau en page suivante.

	Variante de remise en état n°1 : Pas de remblaiement de la carrière, maintien des talus remis en état en 1V/1H	Variante de remise en état n°2 : Remblaiement de la carrière avec des terres de terrassement et remblais aux cotes du terrain naturel suivant une pente régulière.	Variante de remise en état n°3 : Remblaiement partiel de la carrière avec création d'une plateforme de faible pente et remblaiement des talus en 2V/3H avec risbermes.
Quantité de matériaux de remblais nécessaires et évaluation par rapport à leur disponibilité sur le secteur sud-ouest de l'île de la Réunion	<p>Cette variante ne nécessite pas de remblais, uniquement de la terre végétale pour la couche de 50 cm.</p> <p>Le risque d'observer un manque de matériaux disponibles pour la remise en état est très faible pour cette variante. En effet, les volumes que l'exploitant sera susceptible de capter couvriront largement les besoins.</p>	<p>Le remblaiement total de la carrière aux cotes du terrain naturel nécessite une quantité importante de remblais.</p> <p>Le risque d'observer un manque de matériaux disponibles pour la remise en état est très élevé pour cette variante. L'exploitant devra élargir son secteur de récupération des matériaux et augmenter les distances de transport, ce qui entrainera une augmentation des émissions de GES.</p> <p>Par ailleurs, ce principe de remise en état posera problème à la jonction avec la carrière de TERALTA, qui elle ne sera pas remblayée complètement.</p>	<p>Pour cette variante, la quantité de matériaux de remblais nécessaire reste modérée.</p> <p>Le risque d'observer un manque de matériaux pour la remise en état est faible.</p>
Agriculture	<p>Une fois la carrière remise en état, la hauteur importante des talus et leur pente rendra la mise en place de culture impossible</p>	<p>La remise en état de la carrière avec remblaiement aux cotes du terrain naturel créera une plateforme de pente identique à celle actuellement observée. Dans ces conditions, la mécanisation de l'exploitation agricole serait toujours possible.</p> <p>La mise en œuvre de la reprise progressive de l'activité agricole de manière coordonnée à l'exploitation de la carrière est possible.</p> <p>La surface cultivable sera augmentée grâce à la suppression des friches.</p>	<p>La remise en état avec création d'une plateforme de faible pente (proche de 1%) permettra d'envisager une mécanisation de l'exploitation agricole.</p>

Paysage	Cette remise en état créera une fosse de 35 mètres de profondeur environ. Le paysage sera donc fortement impacté et les terrains voisins ne seront plus en cohérence avec la zone. La mise en place de plante (arbres/arbustes) pour l'insertion paysagère sur les talus sera difficile.	Cette remise en état permettra d'obtenir une plateforme de pente régulière mais en incohérence avec les terrains voisins de TERALTA.	Après remise en état, la plateforme de faible pente et les talus resteront en cohérence avec les terrains voisins, notamment avec celui de la société TERALTA.
Hydraulique	La création d'une fosse après l'exploitation de la carrière nécessitera de mettre en place un dispositif d'infiltration des eaux sur le fond de forme. L'emprise de cet ouvrage entraînera une consommation de la surface agricole et devra être entretenu régulièrement. La transparence hydraulique ne sera pas conservée.	La plateforme remise en état avec une pente moyenne de 3% entraînera une vitesse d'écoulement des eaux comparable à celle observée aujourd'hui. La transparence hydraulique sera conservée. Néanmoins, l'absence de fosse ne permettra pas l'infiltration des eaux en amont de l'aéroport et donc la diminution du risque d'inondation sur celui-ci.	La remise en état permettra la création d'une zone d'infiltration des eaux et ainsi diminuer la vitesse des écoulements et leur quantité. Le risque d'inondation, notamment sur l'aéroport, sera diminué.
Compatibilité de la remise en état avec des projets d'extraction sur le reste de l'espace carrière RE05	Cette remise en état ne sera pas vraiment compatible avec la remise en état de la carrière de TERALTA en aval, bien que la consommation du talus avec celle-ci permette de créer une seule plateforme : les cotes de fond seront différentes.	Le remblaiement total de la carrière nécessitera de laisser une bande de matériaux non exploitée entre les surfaces extraites (entre TERALTA et SORECO). La consommation des talus limitrophes ne sera donc pas envisageable. Les carrières devront être remblayées totalement pour conserver la cohérence paysagère du secteur.	Pour cette variante, le talus limitrophe entre SORECO et TERALTA sera consommé. Le remblaiement partiel (pente de 1%) se fera dans la continuité de la remise en état de TERALTA en aval, afin d'obtenir une plateforme homogène de faible pente, favorisant l'exploitation agricole.
Décision de la SORECO	Variante rejetée	Variante rejetée	Variante retenue

Planche 108 : Variantes étudiées dans le cadre de l'élaboration du projet de remise en état du projet de la SORECO

6.5.3 Choix du site de l'installation de traitement des matériaux

Le concassage in situ est une solution plus intéressante d'un point de vue économique et environnemental, qu'un site de traitement placé à distance de la carrière et ce pour plusieurs raisons :

- la surface d'emprise des machines d'environ 1000 m² maximum est compatible avec le phasage de l'extraction (l'installation de traitement sera positionnée sur une zone déjà extraite),
- l'impact environnemental et économique lié au transport interne est moindre.

De plus, l'implantation de l'installation de traitement sur le site a été choisie pour les raisons suivantes :

- La proximité de la route nationale n°1 qui permet un accès relativement rapide, surtout grâce au nouvel échangeur de Pierrefonds.
- La future mise en place de la voie des carriers.
- Les infrastructures sont présentes et le réseau routier est dimensionné pour recevoir ce trafic.
- Le Schéma d'Aménagement Régional indique dans sa prescription n°21.2 que « les installations de concassage d'importance régionale seront implantées dans les emplacements prévus dans le « schéma de synthèse ». En dehors et dans la mesure où elles respectent les prescriptions n°2.1 et 4.1, elles doivent être situées à proximité des sites d'extraction sous réserve de garantir un retour à la vocation initiale des sites. ».
- la mise en place d'une installation est facilement démontable en fin d'exploitation.

Bien que la SORECO dispose d'une installation complète pour le traitement des matériaux au niveau de son site des Trois Cheminées (commune de Saint-Pierre), l'envoi de la totalité des matériaux extraits sur ce site, en plus des impacts environnementaux présentés ci-avant, diminuerait la rentabilité de l'exploitation de la carrière. Le traitement in situ diminue le nombre de trajets à réaliser. Néanmoins, la majorité des matériaux seront concassés là-bas.

6.5.4 Choix du mode de traitement

Le traitement des matériaux sera réalisé à l'installation fixe située au Trois Cheminées en majorité ou ponctuellement sur site à l'aide d'un groupe de traitement, pendant toute la durée de l'exploitation.

Le recours à une installation de traitement sur site se justifie par :

- le traitement exclusif des matériaux issus de la carrière et non de matériaux provenant d'autres sites et l'épierrage des remblais;
- le diminuer le besoin de transport des matériaux vers une installation lointaine ;
- l'installation pourra s'adapter facilement à l'évolution de l'exploitation si nécessaire,
- l'installation pourra être déplacée après exploitation de la carrière vers un autre site sans laisser derrière elle un génie civil important.

7. ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LES MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

L'analyse des différents effets (ou impacts) du projet sur l'environnement doit considérer les impacts temporaires et permanents, les effets directs et indirects.

Pour chacun des impacts, la distinction temporaire/permanent et direct/indirect est explicitée dans le tableau de synthèse de chaque thématique.

La hiérarchisation des impacts permet de mettre en évidence les impacts les plus importants pour une meilleure définition des mesures et une réponse proportionnée à l'ampleur des effets.

Pour chaque thématique, les effets ou impacts caractérisés prennent en compte la sensibilité relative évaluée dans l'état initial. De même, la caractérisation de l'impact sera modulée par les caractéristiques intrinsèques du projet étudié.

Ainsi, une prise en compte à priori des sensibilités du site dans la conception du projet permettra d'abaisser le niveau d'impact caractérisé, illustrant les dispositions prises pour une meilleure maîtrise des impacts.

La hiérarchisation et la quantification des impacts s'effectuent notamment par une échelle de valeurs :

Positif
Nul
Faible
Moyen
Fort

La hiérarchisation des impacts permettra alors de dégager des mesures adaptées. Enfin, ces mesures permettront de dégager et de hiérarchiser d'éventuels effets résiduels (qui persistent après la mise en place des mesures).

L'analyse des effets temporaires et permanents tient compte des différentes étapes du fonctionnement de l'installation. C'est-à-dire :

- la phase travaux,
- la phase d'exploitation,
- la phase de remise en état.

Les mesures envisagées pour éviter, réduire, voire compenser les impacts sont présentées à la suite de chaque thématique.

7.1 MILIEU HUMAIN

7.1.1 *Activité agricole*

7.1.1.1 **Caractérisation des effets du projet au regard des critères agronomiques**

Effet du projet en période d'extraction

En période d'extraction, les opérations de décapage seront réalisées de manière séquentielle. La partie humifère du sol représentant environ les 20 premiers centimètres sera séparée. Elle sera stockée en merlons périphériques ou directement repositionnée sur les zones en cours de remise en état. En moyenne, les 80 centimètres suivant seront décapés, criblés, puis suivront la même procédure que pour la couche humifère.

Le projet aura donc pour effet de déstructurer le sol, de le stocker momentanément et de l'épierrer. L'épierrage sera réalisé juste avant l'utilisation des terres pour la remise en état, afin de conserver leurs propriétés agronomiques.

Effet du projet après remise en état

Les sols seront repositionnés sur la matrice terreuse (terres de remblaiement) qui aura été préalablement décompactée au riper ou à la sous-soleuse. Sur cette base, les horizons pédologiques seront déposés suivant leur ordre inverse de décapage en ayant préalablement été épierrés.

Ces matrices initiales seront, si nécessaires, amendées par l'adjonction de matière organique (compost de déchets verts, etc.), suivant le type de plantation.

Le volume de terre végétale épierrée nécessaire à la remise en état de la totalité de la carrière sera de 82 321 m³. En considérant la mise en place de minimum 0,5 mètre de terres de bonnes qualités agronomiques et la disponibilité de la totalité des terres de découverte, il sera nécessaire d'apporter sur le site environ 20 253 m³ de terre végétale pour compléter.

Les terres végétales apportées sur le site feront l'objet d'un suivi par un ingénieur agronome et devront présenter, *a minima*, les mêmes qualités agronomiques que celles présentes sur le site.

La remise en état sera conforme aux préconisations en matière de remise en état des parcelles agricoles spécifiées dans le protocole pour la prise en compte des enjeux agricoles dans les projets d'exploitation de carrières (Cf. Tableau ci-après).

Préconisation du protocole agricole	Disposition envisagée par l'exploitant du projet
Objectif d'une exploitation agricole exclusive et satisfaisante	La remise en état des surfaces exploitées sera dédiée à l'activité agricole.
Une épaisseur minimale du sol arable	Environ 0,5 à 1 m d'épaisseur de terre végétales formeront le sol reconstitué (au-dessus de 0 à 6 mètres remblais).
Une fertilité du sol au moins égale à celle initiale avec une « pierrosité » peu élevée	L'état initial de la qualité agronomique des sols a été réalisée. Avant leur réutilisation pour la remise en état, les terres de découvertes seront épierrées et amendées (si nécessaire) en matière organique en fonction du type de plantation. Les qualités agronomiques des sols seront donc améliorées.
Restructuration du sol par l'ajout en mélange de fines de décantation de lavage de matériaux. Les résultats de l'expérimentation prévue peuvent préciser les méthodologies applicables	Aucun lavage des matériaux n'est prévu sur le site. Néanmoins les terres végétales seront amendées avec des fines de lavage des matériaux issues de l'installation des Trois Cheminées.
Un aplanissement du terrain, éventuellement précédé d'un remblaiement, avec des pentes limitées compatibles avec la remise en culture, tout en intégrant les contraintes d'écoulement des eaux issues du bassin versant.	Les pentes (fond de fouille) après la remise en état seront légèrement plus faibles que celles du terrain naturel actuel (environ 1%) avec l'enlèvement des friches qui permettra d'utiliser ces surfaces pour le moment incultivables. Grâce à l'épierrage de la couche agronomique de 0,5 à 1 mètre d'épaisseur, une mécanisation de l'exploitation agricole sera possible.
Un découpage parcellaire adapté	La remise en état a tenu compte du parcellaire actuel en minimisant les pertes pendant l'exploitation et après la remise en état.
Une portance minimale du sol garantissant le passage des engins agricoles	La mise en place des terres végétales lors de la reconstitution de la couche agronomique sera effectuée de façon à permettre une portance suffisante des engins agricoles (conservation d'une fraction pierreuse).
La remise en état des chemins d'accès, fossés ou drains, réseau d'irrigation... adaptée à la nouvelle configuration des terrains	La mise en place des ouvrages hydrauliques pendant l'exploitation a été élaborée de façon cohérente avec les parcelles agricole du projet. Le bassin d'infiltration des eaux a été pensé de manière à être cultivé. Le terrain de l'extension ne comportant qu'un seul agriculteur, la clôture sera positionnée sur l'intégralité du périmètre du projet. Une convention de passage sera établie entre la SORECO et l'agriculteur pour conserver un accès libre, durant la période d'extraction, au reste de la surface non encore extraite ainsi qu'à la surface remise en état. Des rampes seront mises en place à la remise en état pour l'accès au fond du site.
L'implantation éventuelle de haies brise-vent ou antiérosives	Des alignements d'arbres sur les risbermes des talus seront mis en place, ce qui jouera un rôle de brise-vent. Les merlons en périphérie de l'extraction resteront en place plusieurs années et seront végétalisés en canne à sucre.

Tableau 62 : Compatibilité du projet envisagée par l'exploitant au regard des préconisations du protocole agricole

7.1.1.2 Effets du projet au regard des surfaces cultivées

Le projet aura pour effet d'immobiliser des surfaces cultivées durant plusieurs années. Ces surfaces immobilisées qui peuvent être temporaires ou définitives sont détaillées ci-après.

Perte définitive après remise en état

La perte définitive de surface agricole concernera les talus remis en état avec une pente globale de 30 ° et les rampes d'accès au fond du site, pour environ 7,3 ha, soit une perte d'environ 37% par rapport à la surface cultivable initiale (surface du périmètre classé).

Section de la parcelle	N° de parcelle	Superficie de la parcelle (m ²)	Emprise du projet sur la parcelle (m ²)	Surface cultivable (m ²)	Surface non cultivable (m ²)
CR	227	29 193	29 193	21462	7 731
CR	483	25 441	25 041	7858	17 183
CR	710	9 188	9 188	3612	5 576
CR	709	9 181	9 007	2488	6 519
CR	1153	8 074	8 074	1594	6 480
CR	1155	8 441	8 441	1721	6 720
CR	119	27 507	27 507	22149	5 358
CR	189	28 000	28 000	22813	5 187
CR	190	50 250	50 250	37849	12 401
TOTAL			194 701	121 546	73 155

Tableau 63 : Récapitulatif des surfaces cultivables ou non, par parcelle, après remise en état

Au regard de la SAU de la commune de Saint-Pierre et de la Réunion (2020), cette perte représente 0,22%.

Nota : la surface perdue définitivement étant supérieure à 1 ha, le projet est soumis à la réalisation d'une étude préalable au sens de l'article D.112-1-18 du code rural et de la pêche maritime.

Impact sur la surface cultivable après remise en état

A l'état initial, sur les 19,47 hectares de la carrière actuelle et du projet d'extension, quasiment toute la surface était exploitée. Après remise en état du site 12,1 hectares seront exploitables pour l'agriculture. Le projet ne permet pas le gain de surface cultivable. L'impact sur les surfaces cultivables est **donc négatif**.

Cependant, la mise en place d'une couche de terre de bonnes qualités agronomiques et épierrée plus favorable aux cultures permettra d'augmenter les rendements, la mécanisation et d'envisager si nécessaire une diversification (Maraîchage, canne à sucre, etc.).

Les surfaces remises en état seront directement exploitables.

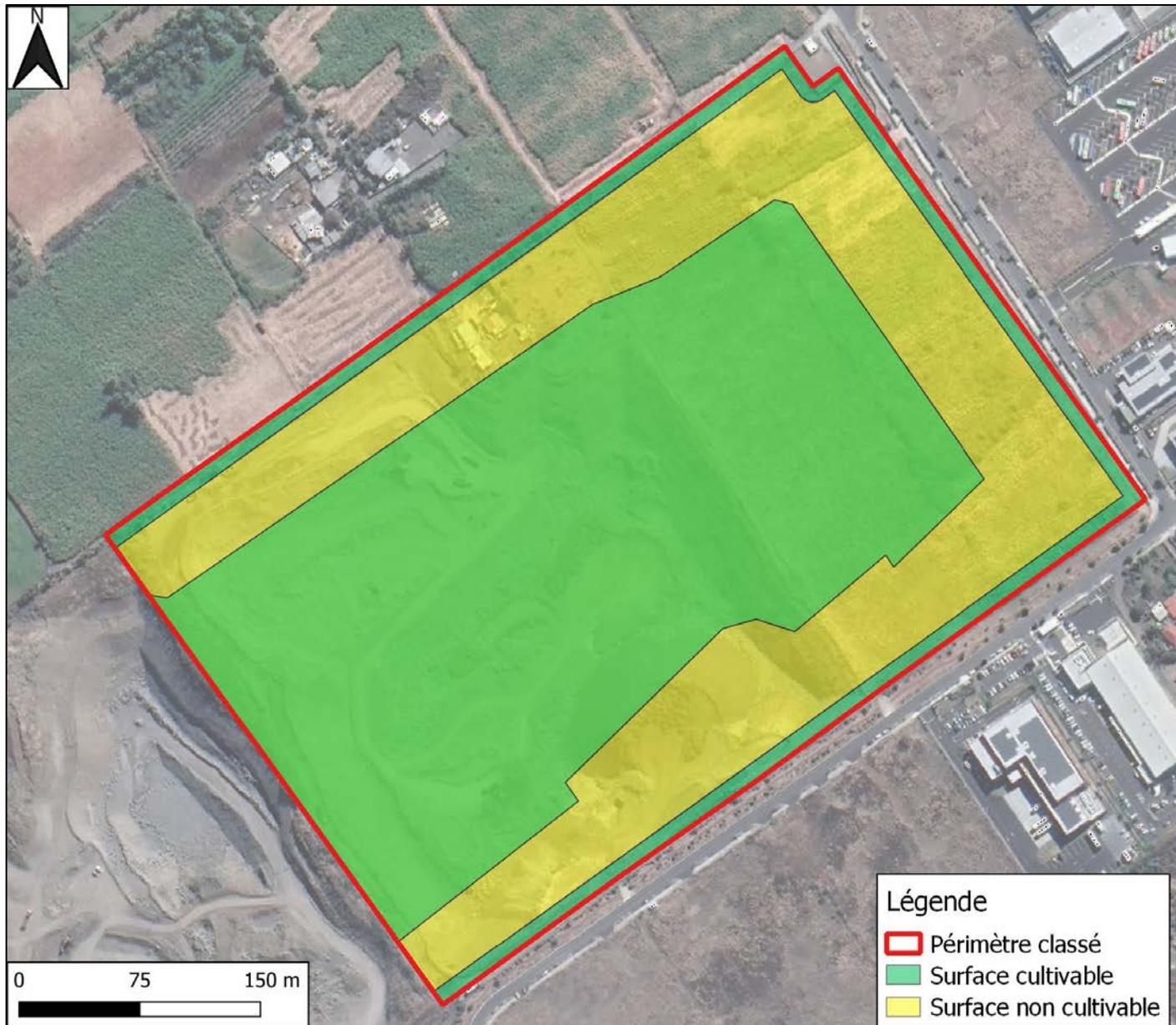


Planche 109 : Surfaces exploitables pour l'agriculture après remise en état des terrains

Perte temporaire en période d'extraction

Les agriculteurs exploitant les parcelles auront accès à la surface non exploitée ainsi qu'à celle remise en état pendant la durée de l'exploitation.

Le décapage et l'exploitation de la carrière, impliquent une perte momentanée de surface cultivée. Cette surface « ouverte » sera comprise entre 7 et 9 ha (environ) soit plus du tiers de la surface du projet. Cette surface prend en compte la surface des aires de transit et des installations connexes (plateforme étanche, cuve de GNR, piste des camions, etc.), la surface en extraction et celle laissée ouverte pour la gestion des eaux. Cette surface est sensiblement la même au cours des deux phases.

La perte temporaire des surfaces agricoles sera de l'ordre de 40 % pendant la totalité de la période d'exploitation de la carrière.

7.1.1.3 Effets du projet sur les exploitations agricoles

Plusieurs exploitations agricoles sont impactées par le projet.

Au cours de l'exploitation, la surface impactée par le projet, correspond aux pertes temporaires présentées dans le paragraphe précédent.

A la fin du projet, la surface cultivable sera d'environ 12,15 ha.

L'impact du projet sur l'activité agricole est donc modéré pendant l'exploitation et fort après la fin de la remise en état.

7.1.1.4 Mesures de réduction des impacts

Perte de surface agricole définitive

Mesures de réduction :

La remise en état du site avec une épaisseur de sol dont les caractéristiques agronomiques permettent la mise en culture des sols est une mesure de réduction. Le coût des mesures relatives à la remise en état agricole est intégré dans la remise en état générale de la carrière (conditions d'exploitation).

Des analyses de sol seront réalisées lors de la rétrocession et du récolement de la carrière. La remise en état fera l'objet d'un suivi par un ingénieur agronome ou cabinet d'études spécialisé. Les paramètres agronomiques suivants seront à minima égaux à ceux existants avant exploitation.

- pH identique à supérieur à celui existant, ne pouvant dépasser 8 ;
- CEC identique à supérieure à celle existante ;
- C/N compris entre 8 et 12,5 ;
- taux de matière organique identique à supérieur à celui existant ;
- portance du sol suffisante pour le passage des engins en période ressuyée ;
- épierrage sur le premier mètre ;
- Structure et textures du sol si possible grumeleuse et non compactée (passage d'une soussoleuse ou d'un riper).

Les intrants standards (N, P, K, etc.) seront à la charge de l'agriculteur.

L'horizon agronomique (terres de découverte épierrées) sera de 0,5 à 1 mètre et les pentes du fond de la carrière seront entre 1 et 6%. Cette terre végétale sera amendée de fines de lavage qui, comme expliqué au chapitre 7.2.2, permet d'augmenter la Capacité d'Échange Cationique (CEC), la capacité de rétention d'eau et la portance du sol.

La qualité agronomique du sol sera donc améliorée permettant une diversification des cultures. La principale problématique des terres cultivables de Pierrefonds est la pierrosité importante. L'épierrage de la terre végétale pour la remise en état permettra une mécanisation des cultures, jusque-là très limitée.

Le talus latéraux et leur végétalisation rendront les cultures moins soumises aux vents et donc diminuera l'apport de poussière et de graines extérieures.

Perte de surface agricole temporaire

Mesures de réduction :

La diminution des surfaces d'exploitation en différentes phases (carreau glissant) et l'exploitation en profondeur du gisement sont des mesures de réduction des impacts.

Le stockage des terres de découverte (terres végétales) tant que possible sur des hauteurs peu importantes représente également une mesure de réduction des impacts qui permet une bonne conservation de l'activité biologique du sol.

Accès aux surfaces non exploitées et remise en état

Au cours de l'exploitation de l'extension, les agriculteurs auront accès à la surface non extraite et à celle remise en état.

Les parcelles CR 227 et 483 ne seront pas cultivées durant l'exploitation de l'extension. Elles seront néanmoins entretenues par l'agriculteur à raison de 2 fauches par an, avant leur exploitation. Celui-ci n'empruntera pas les rampes d'exploitation. Il accèdera aux parcelles via le chemin Bovalo, avec une ouverture dans le merlon de terre végétale.

Le reste des parcelles sera accessible via la rampe située au sud de la carrière.

7.1.2 Trafic routier

7.1.2.1 Caractérisation des effets du projet sur le trafic routier

Fréquence de passage et itinéraire des camions du projet

La circulation entre le site d'extraction et l'installation de traitement s'effectuera par des camions, si besoin, équipés de systèmes anti-retournement et anti-écrasement, appartenant à l'exploitant ou à un sous-traitant de l'exploitant. Seule l'expédition de produits bruts vers l'installation de traitement des Trois Cheminées, des produits finis et l'apport de remblais peut avoir un impact sensible sur la circulation routière.

Le transport des matériaux bruts ou traités se feront majoritairement par des camions de la SORECO ou par des camions d'un sous-traitant direct. De manière ponctuelle, des camions clients pourront venir s'approvisionner.

Que les camions soient à la SORECO, au sous-traitant ou à des clients, ils seront tous de type 44 tonnes, avec 27 tonnes de charge utile. Le volume maximal annuel de granulats ou de matériaux bruts à transporter sera de 800 000 t/an en considérant 240 jours travaillés, soit 3 334 tonnes par jour. Le nombre maximal de rotations de camions transportant les granulats ou matériaux bruts sera donc de 124 par jour. En considérant que 20% des matériaux bruts seront traités sur place :

- 25 rotations de camions par jour seront observées pour le transport de granulats (soit 50 passages),
- 99 rotations de camions par jour seront observées pour le transport de matériaux bruts (soit 198 passages).

D'après le volume maximum, les besoins en remblais et les paramètres de transport (240 jours travaillés, 27 tonnes de charge utile, 12 ans d'autorisation), actuellement le nombre de rotations de camions transportant les matériaux bruts est de 102 par jour soit 204 passages. Le projet entrainera donc une augmentation de 44 passages (maximum) par jour de camions transportant les matériaux bruts et les granulats. Cependant, le nombre de rotation de camions transportant les matériaux bruts sera diminué de 31 par jour (soit 62 passages), ce qui permettra de modifier le trafic sur certains axes routier (RD26 en particulier, Cf. ci-après).

Au démarrage de la phase 5 (début de l'extension), environ 320 000 m³ de remblais sont déjà stockés sur site. La terre végétale issue de la découverte sera également stockée sur le site avec un volume total de 62 068 m³. Les remblais et la terre végétale nécessaires pour compléter la remise en état de la carrière seront acheminés par camions. Le volume global restant à transporter vers la carrière a été estimé à 416 262 m³, soit un tonnage d'environ 624 393 tonnes (avec une densité d'1,5). Ce volume est obtenu en soustrayant au volume à remblayer total, le volume des terres végétales criblées restant sur site additionné du volume de remblais déjà sur site. Ce remblai sera transporté avec des camions de 20 t de charge utile en moyenne. Le volume maximum annuel de remblais à transporter sera de 64 439 t/an (sur 10 ans) et sur 240 jours travaillés, 260 tonnes par jour.

En moyenne, 13 rotations de camions acheminant les remblais seront observées par jour.

Au maximum il sera donc observé par jour :

- 25 rotations pour le transport des granulats soit 50 passages,
- 99 rotations pour le transport de matériaux bruts, soit 198 passages ;
- 13 rotations pour l'acheminement des remblais, soit 26 passages.

A ce trafic, il faut rajouter celui engendré par les véhicules légers des employés de la SORECO, soit 8 passages par jour (4 employés).

Ainsi, le projet génèrera le passage de 282 véhicules par jour, dont 274 camions.

Sachant que la carrière actuelle génère 292 passages de camion par jour (transport de matériaux brut et remblais), le projet entrainera donc la diminution de 18 passages par rapport à la situation actuelle.

Effet sur l'encombrement et l'usure des routes

Le seuil de gêne sur une route à 2x1 voie est de 8 500 unités de voiture particulier (UVP), le seuil d'encombrement est de 15 000 UVP. A noter qu'un poids lourd correspond à 2 UVP. Le projet va entrainer un nombre de passages total de 548 UVP. Le nombre de passage de camion quotidien estimé dans le cadre de la carrière actuelle est de 292 (204 passages de transport de matériaux et 88 de transport de remblais). Le projet prévoit une diminution globale de 18 passages, l'impact est donc positif.

➤ **Augmentation du trafic sur la RN 1 :**

Les matériaux bruts seront envoyés sur l'installation de concassage de la SORECO localisée sur la zone d'activité des 3 Cheminées à Bois d'Olive. Les granulats seront envoyés directement chez les clients. En considérant de manière majorante que 100% des camions transiteront par la RN1 et que le nombre maximal de rotations sera plus faible que celui observé aujourd'hui, le projet n'entrainera pas d'augmentation du trafic sur cet axe routier. Le projet va entrainer une diminution de 36 UVP sur la RN1, l'impact peut être considéré comme positif.

➤ **Concernant la RN 2 :**

Les matériaux bruts étant dirigés vers l'installation de traitement de la SORECO aux 3 Cheminées, seule les granulats produits sur la carrière seront susceptible d'être transporté en empruntant la RN2. Afin de rester majorant, il est considéré que la totalité des camions transportant les granulats, soit 25 rotations, sont susceptibles d'emprunter cet axe. L'augmentation sur la RN2 (31 050 UVP/j en 2019) sera de l'ordre de 0,19%.

➤ **Concernant la RN3:**

Tout comme pour la RN2, la majeure partie des matériaux allant sur le site des Trois Cheminées, seule une faible partie pourra transiter par la RN3. Actuellement, les matériaux vont tous sur l'installation des Trois Cheminées, ce qui ne sera pas le cas lors de la mise en place du projet. Afin de rester majorant, il est considéré que 20% des camions sont susceptibles d'emprunter cet axe. L'augmentation sur la RN3 (61 900 UVP/j en 2019) sera de l'ordre de 0,09%

➤ **Concernant la RD26:**

Actuellement l'intégralité des camions transportant les matériaux bruts emprunte la RD26. Etant donné que 20% des matériaux extraits seront directement traités sur la carrière pour être envoyés chez les clients, le trafic de camions sur cet axe devrait diminuer. Le nombre de rotations de camions transportant les matériaux bruts étant réduit de 3 par jour, le projet entrainera une diminution de 12 UVP par jour sur la RD26. L'impact est donc a minima comparable à la situation actuelle.

➤ **Concernant le chemin de l'aérodrome:**

Ce chemin ne possède pas de comptage routier. Il est déjà utilisé par la SORECO pour le transport de matériaux bruts et de remblais dans le cadre de la carrière actuelle. Le projet engendrera une légère diminution du trafic sur cet axe routiers (88 passages en moins par jour). Une fois la voie des carriers en place, ce chemin ne sera quasiment plus utilisé.

La circulation liée à l'activité de la carrière correspondra aux horaires d'ouverture du site : de 6h à 19h du lundi au vendredi, sauf jours fériés.

Les effets éventuels du trafic engendré par la circulation de véhicules peuvent être les suivants :

- possibilité d'accidents de la circulation,
- possibilité de salissure de la chaussée par entraînement de matériaux via les pneus,
- possibilité d'envols de poussières sur la route,
- possibilité de chutes de matériaux depuis les véhicules,
- nuisances inhérentes à la circulation : émissions sonores, vibrations, gaz d'échappement, avertisseurs sonores de recul,
- possible détérioration de la chaussée.

Ces routes nationales sont des voies de grande circulation, construites pour supporter le trafic poids lourd.

La tenue de la chaussée dépend du nombre de passages de véhicules. Une fois celui-ci atteint, la bande de roulement est rénovée par le gestionnaire du réseau.

Plus une route est empruntée et plus elle joue son rôle de connecteur des acteurs économiques. C'est-à-dire qu'elle s'amortit en créant de l'activité grâce au désenclavement. C'est donc l'activité du projet qui contribuera aussi à la valorisation de la route.

Par ailleurs, les axes routiers au niveau du projet reçoivent un trafic assez comparable lors de la période de la coupe de la canne à sucre. En effet, des balances de cannes sont présentes à Saint-Louis et à Saint-Pierre, de part et d'autre du projet.

7.1.2.2 Mesures d'évitement et de réduction des impacts

Possibilité d'accidents de circulation

L'accès au site est aménagé de telle sorte qu'il présente le moins de risques possible pour les usagers de la route.

Mesures de réduction :

Afin de lutter contre le risque d'accident de circulation, plusieurs mesures seront prises comme la limitation de la vitesse sur le site ou la formation des conducteurs d'engins. Cependant, la mesure de sécurité la plus importante reste la dissociation des flux de circulations.

La **circulation des camions** (circulation lourde) se fera sur des pistes de 10 m de large, limitant fortement le risque de collision avec un véhicule venant en sens inverse. La circulation entre la zone d'extraction et les engins de traitement, lorsqu'elle sera nécessaire, s'effectuera par des camions appartenant à l'exploitant (camions anti-retournement, si besoin) ou appartenant à un sous-traitant direct (mêmes conditions de sécurité). Un ou deux dumpers pourront éventuellement évoluer sur site en cas de besoin mais ceci de manière ponctuelle : ils ne sont donc pas pris en compte dans les circulations.

Les engins (pelles et chargeuses) évolueront principalement sur les surfaces de stockage des matériaux, d'extraction et de remise en état. Ils n'emprunteront les pistes que si nécessaire (Ravitaillement en GNR, stock de l'autre côté d'une piste, etc.).

Étant donnée la configuration de la carrière, il est difficile de dissocier complètement les flux des camions de la SORECO ou de ses sous-traitants, de ceux des clients. Les chauffeurs des engins ont comme consigne de rester très vigilants en cas d'utilisation des pistes. De plus, la grande majorité des granulats ou matériaux bruts sera transportée par du personnel connaissant parfaitement le site (camions de la SORECO ou sous-traitant direct).

Les poids lourds venant s'approvisionner en matériaux (bruts ou traités) ou apporter des remblais entreront par l'accès nord-ouest (sous-réserve de la mise en place de la voie des carriers) sur une double voie de 10 m de large, limitant fortement le risque de collision. Durant environ 6 mois, à la fin de l'extraction, la rampe d'accès nord-ouest sera consommée et le talus remis en état et les camions passeront donc par l'accès sud pour sortir les matériaux issus de cette consommation. Sur cette durée, la piste passant devant le parking VL et l'élément modulaire ne faisant qu'environ 5 m (avec le respect du retrait de 2 m à partir du bord du talus), celle-ci ne permet pas le croisement des camions en toute sécurité. La priorité de passage sera donnée aux camions sortants, avec une signalisation adéquate.

La **circulation des véhicules légers** (circulation motorisée légère) sera, tant que faire se peut, dissociée de celle réservée aux poids lourds (voir planche ci-après). Les véhicules légers devront stationner sur le parking à proximité de l'élément modulaire et l'accès à la zone d'extraction sera strictement réservé aux camions (en dehors des véhicules d'intervention ou des véhicules légers d'exploitation).

La **circulation piétonne** sera réalisée sur un passage réservé situé entre le parking des VL et l'élément modulaire. Cet itinéraire permettra d'accéder au bureau sans croiser d'autres circulations et en restant en sécurité.

La **circulation des engins agricoles** se fera sur la piste présente dans le talus sud-est, qui ne sera empruntée par les camions que de manière temporaire (Jusqu'en 2024, en cas de mise en place de la voie des carriers et les 6 derniers mois d'exploitation). Elle sera large de 10 m (soit presque deux fois plus large qu'une route publique à double sens) avec une pente à 8%. La fréquence de passage des engins agricoles restera faible et ils ne traverseront pas la zone en extraction. Le croisement entre les engins agricoles et les camions ne se fera qu'au droit de la zone de traitement des matériaux, sauf en début (jusqu'en 2024) et fin d'exploitation (durant les 6 derniers mois) où les camions emprunteront également l'accès au sud.

Une signalétique spécifique prévenant du danger sera mise en place au niveau des zones de croisement. Il peut être précisé qu'après la mise en place de la voie des carriers, seuls les camions transportant les granulats seront susceptibles de croiser les engins agricoles sur la zone de traitement des matériaux. Étant donné que le transport de granulats ne représente que 20% du trafic de camions sur le site, le croisement entre les camions et les engins agricoles restera très limité.

Jusqu'en 2024 et durant les 6 derniers mois d'exploitation, les camions emprunteront la même rampe que les agriculteurs (rampe sud). Néanmoins celle-ci sera suffisamment dimensionnée pour le croisement en toute sécurité, d'un engin agricole et d'un camion (10 m de large).

De manière générale, la fréquence de passage des agriculteurs sera faible (période de coupe de la canne à sucre, campagne de fauche, ...).

Les parcelles CR 227 et 483 ne seront pas cultivées durant l'exploitation de l'extension. Elles seront entretenues par l'agriculteur à raison de 2 fauchages par an, jusqu'au démarrage de la phase 6. L'agriculteur accèdera aux parcelles via le chemin Bovalo, sans emprunter les rampes d'exploitation. Un accès spécifique sera prévu dans la clôture.

Ces différentes circulations sont présentées en planches suivantes.

Sur le site, la vitesse sera limitée à 20km/h et sera rappelée par plusieurs panneaux, dès l'entrée du site.

Le pont-bascule sera installé dans le fond de fouille. La piste passant devant l'élément modulaire et le parking VL ne faisant qu'environ 5 m de large, la circulation se fera de manière alternée sur cette portion et des panneaux indiquant la priorité au véhicule entrant dans l'installation seront installés.

Par ailleurs, des panneaux de signalisation routière (« danger - sortie de camions ») sont mis en place. Des panneaux « sorties de camions » au format de ceux de la signalisation routière seront disposés en amont et en aval de l'accès (prévenant ainsi les différents usagers). Des panneaux de limitation de la vitesse à 20 Km/h seront installés sur la carrière.

L'aménagement de l'accès à la carrière étant déjà mis en place, il ne sera pas modifié.

Un second accès sera mis en place au nord-ouest du site pour rejoindre la voie des carriers. Les aménagements sur cet accès seront les mêmes que sur l'existant.

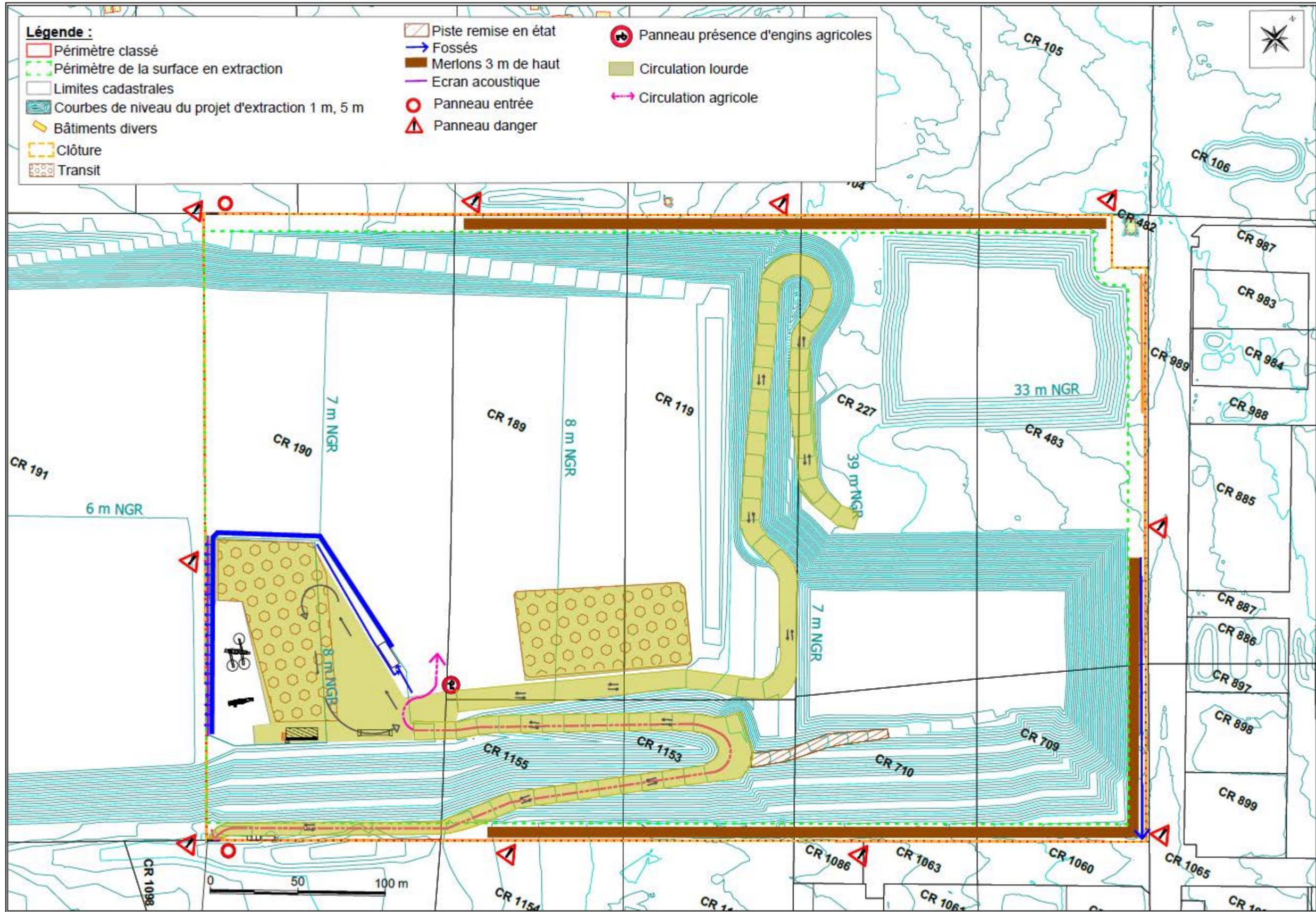


Planche 110 : Plan de la circulation lourde et agricole sur site avant la mise en place de la voie des carriers et en fin d'exploitation

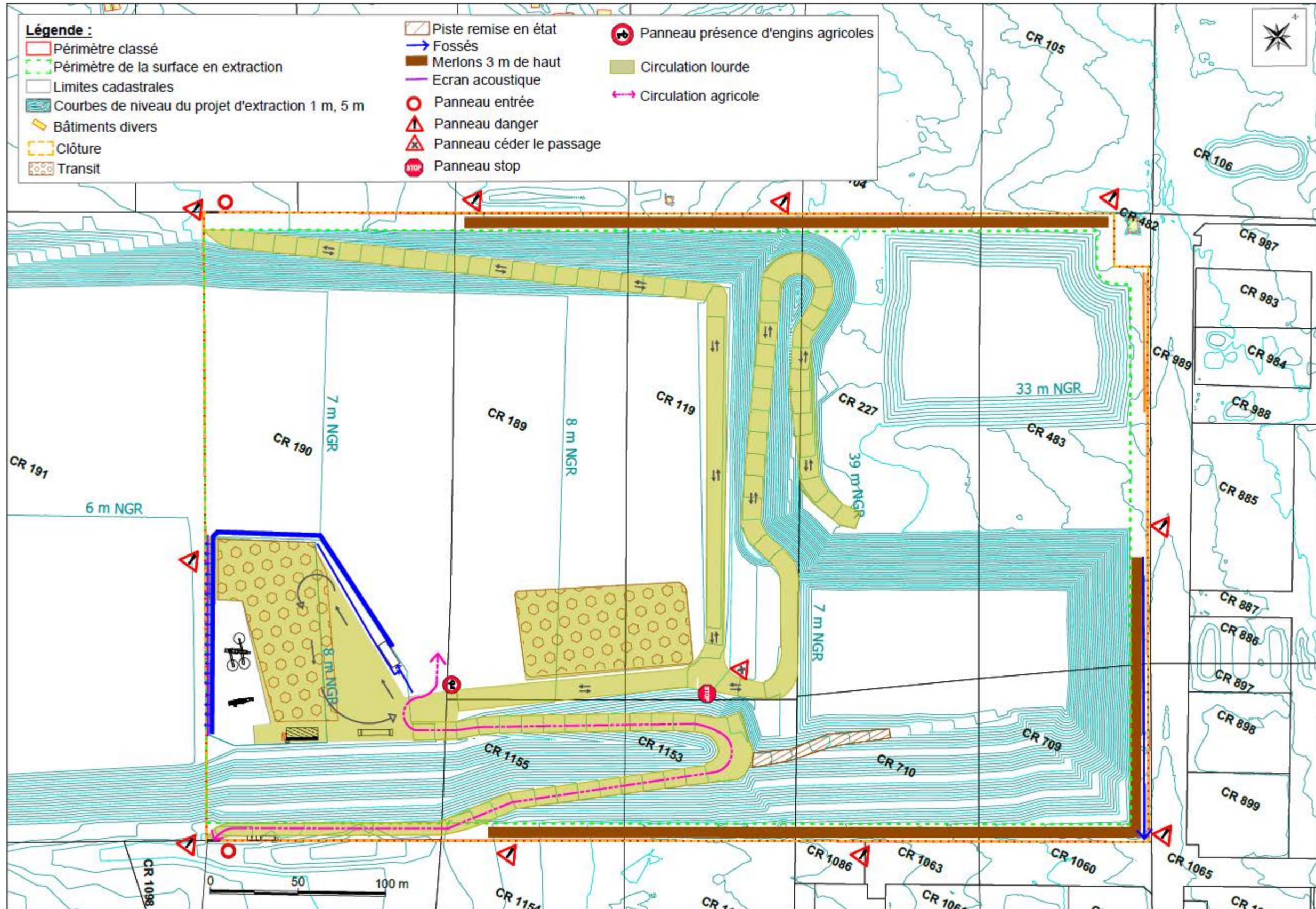


Planche 111 : Plan de la circulation lourde et agricole sur site durant le reste du temps

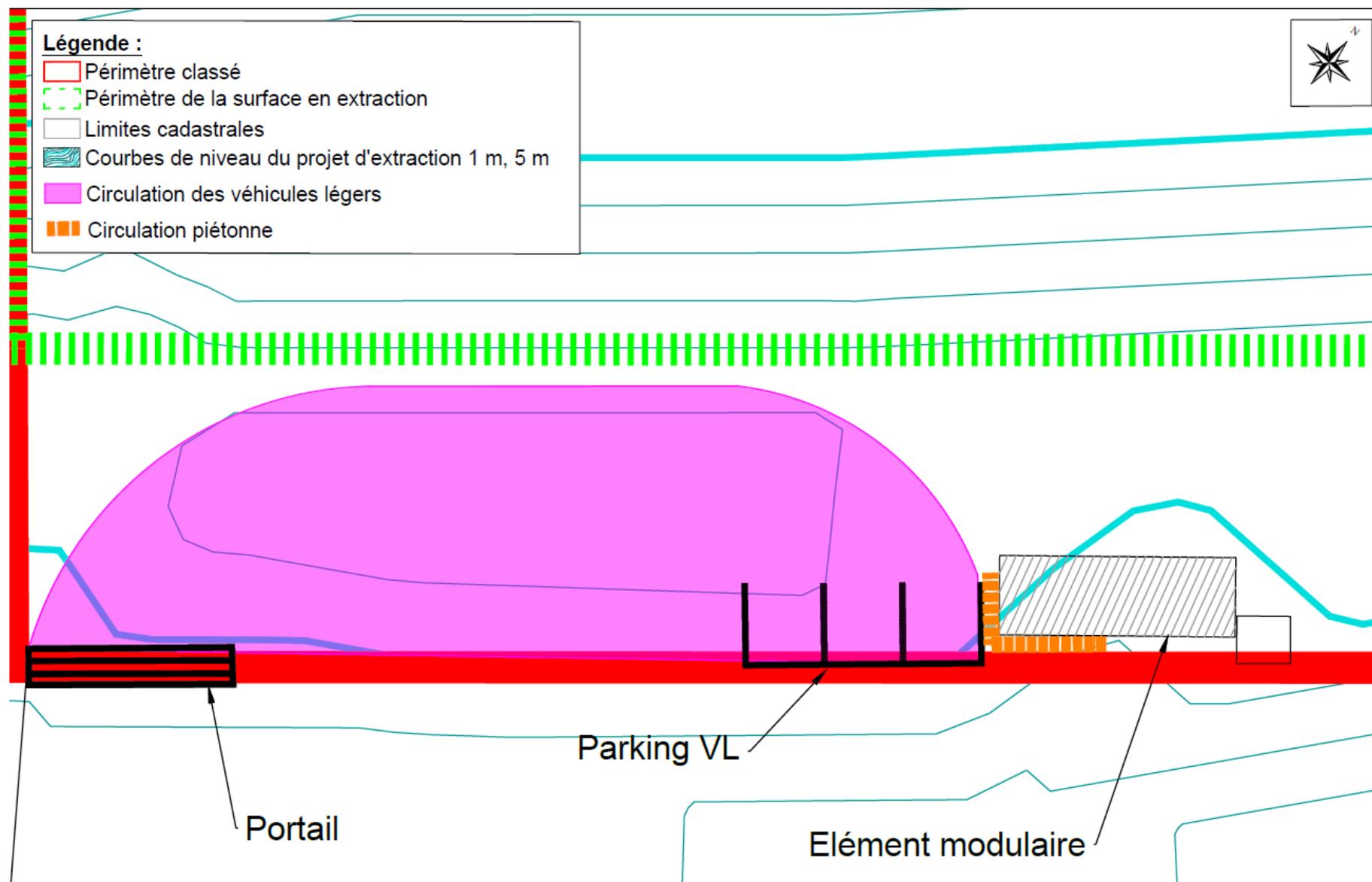


Planche 112 : Plan de circulation pour les véhicules légers et les piétons

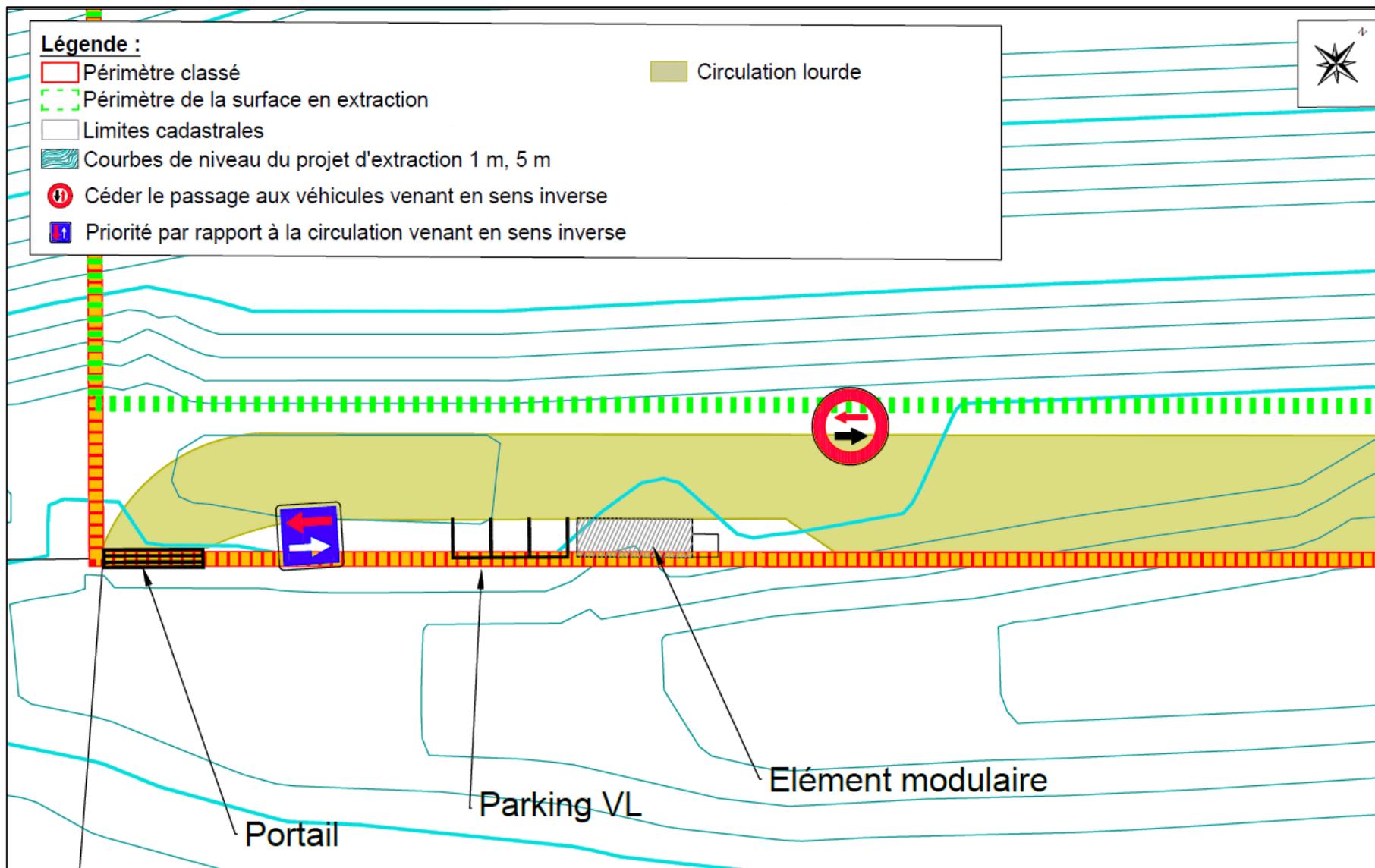


Planche 113 : Plan de circulation pour les véhicules lourds devant l'élément modulaire (circulation alternée)

Possibilité de salissure de la chaussée par entraînement de boues via les pneus

Les entraînements de boue sur la voie publique seront limités du fait de la nature du gisement (roche alluvionnaire).

De plus, la RD26 est balayée quotidiennement par la SORECO, à l'aide d'un camion balayeuse, au droit de l'accès de l'installation de traitement des matériaux localisée aux trois Cheminées.

Mesures de réduction :

Les mesures suivantes seront mises en place :

- installation d'un réseau d'arrosage sur les pistes des camions ou passage deux fois par jour d'un camion-citerne arrosant les pistes,
- positionnement d'un système de lavage des roues sur le chemin de l'aérodrome (non applicable lors de la mise en place de la voie des carriers, sauf si elle est équipée d'un revêtement),
- entretien régulier des pistes,
- si nécessaire un balayage de la route.

Possibilité de chutes de matériaux depuis les véhicules

Mesures de réduction :

Il ne sera jamais effectué de chargement au-delà du niveau des ridelles des bennes des véhicules. En sortie de carrière, il sera rappelé aux transporteurs leur obligation de bâcher leur véhicule.

Enfin, la voie publique est régulièrement entretenue par les administrations qui en ont la charge et ne présente pas de déformations flagrantes susceptibles d'engendrer des sauts pouvant entraîner la chute de matériaux.

L'exploitant réalisera un contrôle journalier du chemin de l'aérodrome lorsque celui-ci sera emprunté et fera un nettoyage de la route si nécessaire.

Possibilité d'envols de poussières sur la route et les pistes

L'entraînement de boues (bac de lavage des roues) sur la voie publique et la chute de matériaux depuis les véhicules étant limités, les quantités de matériaux susceptibles de se trouver sur la chaussée seront donc négligeables et par conséquent, les émissions de poussières le seront également.

Mesures de réduction :

A l'intérieur du site, les pistes principales seront arrosées en utilisant l'eau du réseau d'irrigation. Il en sera de même pour la piste menant au chemin de l'aérodrome en sortie de site durant son utilisation. Jusqu'à la mise en place de la voie des carriers, les roues des camions seront nettoyées par un rotolève avec portique d'aspersion du chargement, localisé à l'extérieur du site.

L'article 19.5 de l'arrêté du 22 septembre 1994 modifié prévoit que « *Les exploitants de carrières, à l'exception de celles exploitées en eau, dont la production annuelle est supérieure à 150 000 tonnes établissent un plan de surveillance des émissions de poussières. [...] Pour les installations de carrières implantées sur un site nouveau, une première campagne de mesures effectuée dans le cadre de l'étude d'impact avant le début effectif des travaux, permet d'évaluer l'état initial des retombées des poussières en limite du site* ». La SORECO prévoit une extraction maximale annuelle de 800 000 tonnes. Le projet est donc soumis à la réalisation d'un plan de surveillance des émissions de poussières au sens de l'AM du 22 septembre 1994.

La surveillance des émissions de poussières permettra de vérifier l'efficacité des dispositifs prévus et de mettre en place des actions correctrices le cas échéant.

Nuisances inhérentes à la circulation : émissions sonores, vibrations, gaz d'échappement, avertisseurs sonores de recul

Mesures de réduction :

Les véhicules sont soumis à la réglementation relative à la circulation routière et au transport de marchandises. Ils subiront notamment un contrôle technique régulier ; ce qui permettra de s'assurer de leur conformité.

De plus, à l'entrée de l'accès de la carrière se trouvera un panneau signalant l'interdiction de klaxonner, sauf en cas de danger imminent.

Possibilité de détérioration de la chaussée

La chaussée a été dimensionnée afin de pouvoir supporter le trafic affectant cette voie.

Étant donné que le volume de ce trafic restera le même de manière générale, sur les axes empruntés par les camions et sera diminué sur la RD26, et qu'en tout état de cause les voies sont dimensionnées pour supporter un tel trafic, celui-ci n'aura donc pas d'impact significatif sur la détérioration de la chaussée.

Mesure de réduction :

Sur le site, les pistes seront entretenues autant que nécessaire.

7.1.3 Réseaux

7.1.3.1 Caractérisation des effets du projet sur les réseaux

Le projet de d'extension carrière va induire le déplacement des canalisations du réseau d'irrigation présentes sur la surface en extraction. Cette mesure de déplacement répond aux prescriptions du Schéma Départementale des Carrières qui stipule une remise en état des moyens de production agricole et notamment du réseau d'irrigation sur les zones de classe 2 du SDC.

La borne étant positionnée dans la bande de retrait règlementaire des 10 mètres, elle ne devrait pas être déplacée (Sous réserve de la confirmation de la SAPHIR). La SORECO a pris contact avec l'exploitant et le propriétaire du réseau d'irrigation. Cette mesure de déplacement répond aux prescriptions du Schéma Départementale des Carrières qui stipule une remise en état des moyens de production agricole et notamment du réseau d'irrigation sur les zones de classe 2 du SDC.

Le déplacement de la conduite sera susceptible d'entraîner une coupure d'alimentation en eau des exploitations agricoles. Une coupure prolongée pourrait engendrer des pertes de rendement agricole (assèchement des cultures).

7.1.3.2 Mesures de réduction des impacts

La première mesure de réduction consistera à déplacer les conduites dès le début de l'exploitation. Cette mesure permettra de réaliser les travaux en une seule fois et de limiter leur impact.

La deuxième mesure consistera à réaliser au préalable les travaux de déplacement (mise en place des nouvelles canalisations), et à couper le réseau existant seulement au moment de leur raccordement. Cette mesure permettra de limiter le plus possible le temps sans alimentation (seulement quelques heures).

7.1.4 Synthèse des effets du projet sur le milieu humain et mesures associées

Chapitre	Thème	Description des effets du projet	Temporaire	Direct Indirect	Mesures d'Évitement et de Réduction	Impact brut	Impact résiduel	Mesure de surveillance, d'Accompagnement et de Compensation
Milieu humain	Agriculture	Diminution de la qualité agronomique des sols Destruction de surfaces exploitables pour l'agriculture	T et P	I	<p>R : Criblage des terres de découvertes</p> <p>R : Remise en état des surfaces par ajout de terre de découverte + amendements sur 0,5 m minimum, améliorant la qualité agronomique des sols</p> <p>R : Exploitation sous forme de carreau glissant permettant une remise en culture à l'avancement des surfaces exploitées.</p> <p>R : Stockage des terres de découvertes sur des hauteurs si possible faibles pour ne pas dénaturer l'activité biologique du sol</p> <p>R : Plantation sur les talus remis en état</p>	Fort	Moyen	
	Trafic routier	Augmentation du trafic routier sur les axes à proximité du site Augmentation des incidences engendrées par le trafic routier (accidents, poussières, bruit)	T	D	<p>R : La circulation piétonne s'effectuera par un passage réservé de façon à ne pas croiser un véhicule</p> <p>R : Mise en place de plusieurs panneaux le long des chemins d'accès</p> <p>R : Mise en place de panneaux limitant la vitesse à 20 km/h</p> <p>R : Mise en place de bâche sur les camions. Le volume de matériaux ne dépassera pas les ridelles des bennes</p> <p>R : Arrosage des pistes lors des périodes sèches et du chemin d'accès (uniquement chemin de l'aérodrome)</p> <p>R : Présence d'un rotoluve avec portique d'arrosage des chargements sur le chemin de l'aérodrome.</p> <p>R : Contrôles techniques réguliers des véhicules venant chercher les granulats et apporter les remblais</p>	Moyen	Faible	A : Mise en place d'un suivi régulier des retombées de poussières par jauges (fréquence d'analyses tous les 3 mois).

					<p>R : Utilisation majoritaire de poids-lourds appartenant à la SORECO</p> <p>R : Mise en place de clôtures, de portails et de signalisations autour du projet</p> <p>É : Diminution du nombre global de passages de camion (remblais à transporter en moins)</p>			
Réseaux	Coupe d'alimentation en eau des exploitations agricoles en aval du réseau	T	I	<p>R : Réalisation du déplacement du réseau en début d'exploitation</p> <p>R : Réalisation des travaux de déplacement avant coupure pour raccordement au réseau existant.</p>	Fort	Nul		

FORT	Impact nécessitant des opérations spécifiques et/ou des moyens de mesure continus tout au long de l'exploitation.
MOYEN	Impact nécessitant des opérations spécifiques et/ou des moyens de mesure périodiques durant l'exploitation.
FAIBLE	Impact ne nécessitant pas d'opérations spécifiques ; suivi ou non par moyens de mesure périodiques tout au long de l'exploitation.
NUL	Pas d'impact spécifique
POSITIF	Impact apportant un bénéfice direct ou indirect, durant l'exploitation ou à partir de la remise en état de la carrière.

Tableau 64 : Synthèse des effets du projet sur le milieu humain et des mesures associées pour éviter, réduire et compenser les impacts

7.1.5 Estimation des coûts des mesures envisagées pour le milieu humain

		Coût de la mesure	Total	Délai de mise en application
Mesure de réduction sur l'impact agricole	Remise en état des surfaces pour un réaménagement agricole	Coût d'exploitation	15 000 €	Exploitation et de remise en état
	Suivi de la qualité agronomique du sol	15 000 €		Exploitation et de remise en état
Mesure de réduction des impacts sur l'accidentologie	Coût de la signalisation supplémentaire	1520 €	1520 €	Phase travaux
Mesure de réduction des impacts du trafic sur les émissions de poussières	Coût du système d'arrosage	Coût d'exploitation		Exploitation
	Surveillance des émissions de poussières sur le site	Cf. Milieu Ambient		Exploitation
	Mise en place d'un bac de lavage des roues	Déjà en place		/
		Total	16 520 €	-

Tableau 65 : Synthèse des coûts des mesures envisagées pour le milieu humain

7.2 MILIEU PHYSIQUE

7.2.1 Topographie et Géomorphologie

7.2.1.1 Caractérisation des effets du projet

L'extension concerne une superficie de 7,2 ha, pour une surface de projet totale de 19,4 ha. L'extraction sera réalisée principalement sur des cultures de canne à sucre.

L'activité d'extraction utilisera les alluvions du site et modifiera la topographie et la géomorphologie de la zone, notamment par la mise en place de remblais et par l'amélioration agronomique de la couche de terre arable.

Les modifications attendues seront les suivantes :

En phase de chantier

La phase de chantier représente la période pendant laquelle les aménagements préliminaires sont mis en place, et sur laquelle la partie superficielle du site sera impactée.

Le décapage d'environ 0,5 m de terres de découvertes se fera au fur et à mesure de l'avancée de l'exploitation.

La terre végétale issue de ce décapage servira à la réalisation des merlons de 3 m de hauts autour des terrains en extraction. Ces merlons auront une pente de 1 (vertical) / 1 (horizontal) avec une tolérance de plus ou moins 0,5 mètre durant la phase d'exploitation soit une emprise au sol de 6 m de large en moyenne. Une végétalisation de ces merlons en canne à sucre permettra également de renforcer leur stabilité et de les insérer dans le paysage.

Les merlons seront maintenus durant toute l'exploitation de la phase en cours puis réutilisés pour la remise en état progressive des parcelles.

En phase d'exploitation et de remise en état

Les terrains dont la topographie ne sera pas ou peu modifiée sont la bande de 10 mètres entre la zone d'extraction et les terrains avoisinants.

Un merlon temporaire sera érigé et un fossé de collecte des eaux de ruissellement sera positionné dans la bande des 10 m au nord-est de l'extension. En limite nord-ouest et sud-est, des merlons temporaires seront également érigés.

Les terrains dont la topographie sera modifiée sont les terrains directement concernés par l'extraction. Les cotes d'extraction ont été établies en tenant compte du niveau des plus hautes eaux de la nappe superficielle. La cote d'extraction a été fixée à 6 m NGR en aval (au sud-ouest) et 7 m NGR en amont (au nord-est).

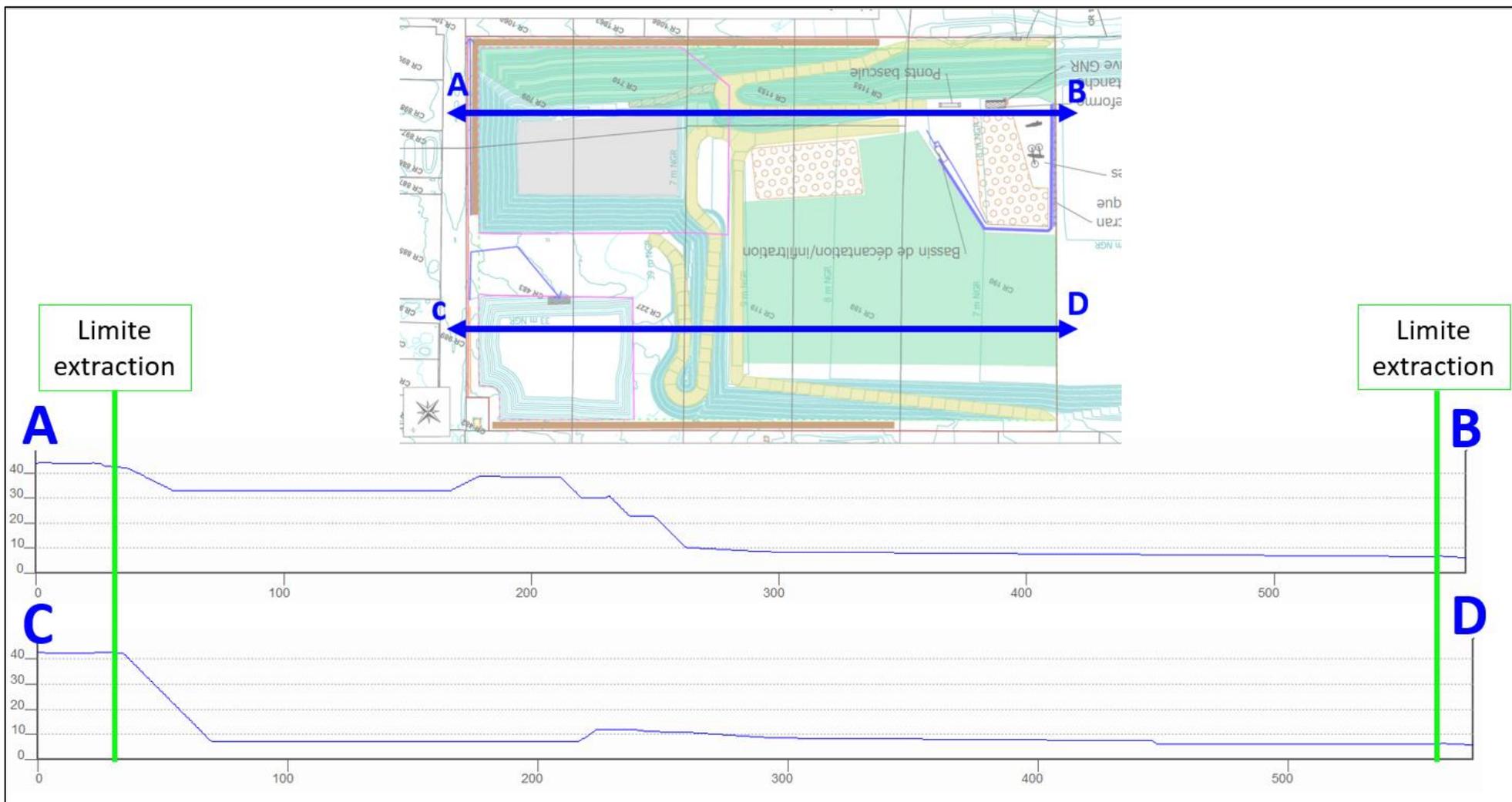


Planche 115 : Coupe topographique lors de la fin de la phase 5

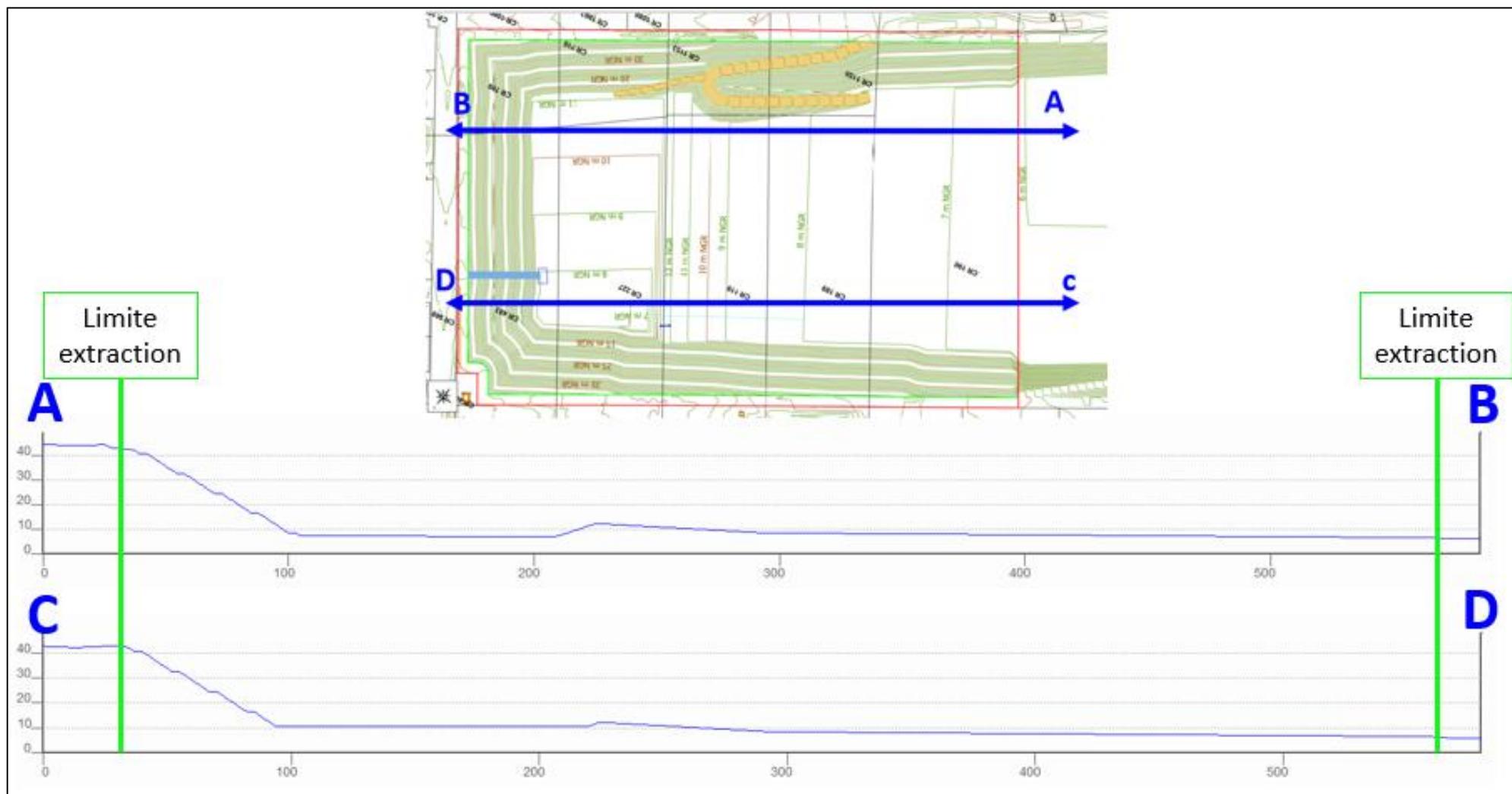


Planche 116 : Coupe topographique lors de la remise en état (fin de phase 6)

L'altimétrie des terrains remis en état sera différente par rapport à celle observée actuellement. En effet les terrains présentent une inclinaison de 3% vers l'Océan Indien. Lors de la remise en état, le remblaiement de la fosse sera réalisé de manière partielle en formant une plateforme homogène avec une pente de 1% allant de la cote 6 m NGR au sud-ouest en remontant au nord-est jusqu'à la cote 8 m NGR. Puis en pente à environ 6% ira de la cote 8 m NGR à la cote 12 m NGR afin de former une prairie permettant la gestion ponctuelle des eaux pluviales amont sur les parcelles de l'extension. Le but de cette remise en état est de limiter l'apport de remblais et de faciliter l'utilisation de la surface pour l'activité agricole, tout en gérant les eaux amonts

Des talus remis en état présenteront une pente de 2V/3H, entrecoupés de risbermes de 3 m de large, tous les 8 m de haut, et feront au maximum 35 m de hauteur.

La topographie finale a été étudiée conjointement avec la carrière de la société TERALTA au sud du site afin de maintenir une homogénéité paysagère sur la zone. Le réaménagement de la zone d'extraction permettra d'améliorer les conditions du travail de la terre sur une partie du secteur concerné par la carrière.

➤ Front de taille et talus

En période d'exploitation, les fronts de taille auront une hauteur maximale de 4 mètres et une pente quasi verticale (3V/1H).

Pour les talus, 2 situations sont à distinguer :

- Les talus latéraux de la carrière (extraction) réalisés dans le gisement, qui présenteront une pente générale de 1 (vertical) / 1 (horizontal). La stabilité de la configuration du talus a été vérifiée par un géotechnicien dont le rapport d'étude est disponible en annexe de l'Étude d'impact. Les talus des parties inférieures des rampes d'exploitation auront la même pente.
- Les talus latéraux de la carrière remis en état, qui présenteront une pente générale de 30 °, entrecoupés de risbermes de 3 m de large tous les 8 m de haut. Les talus des parties inférieures des rampes remise en état auront la même pente.

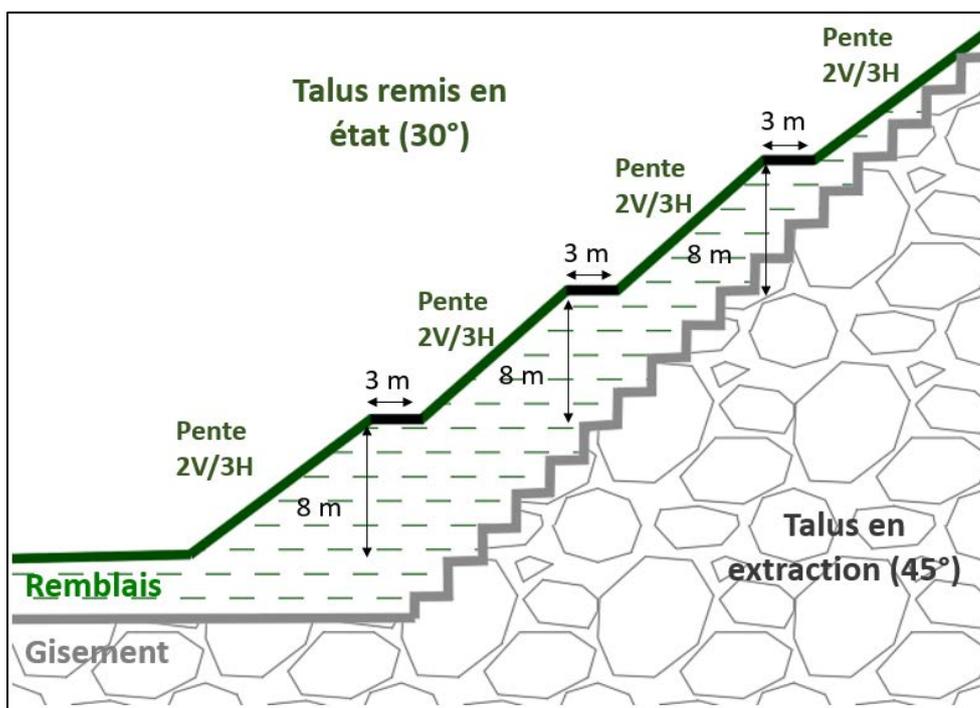


Planche 117 : Schéma des talus

➤ Zone de transit

Une aire dédiée au transit des matériaux bruts /granulats sera présente à proximité des machines sur 5000 m² et une autre dédiée aux remblais à proximité de la zone à remettre en état sur 4500 m² pour un total de 9500 m². Elles permettront de gérer les stocks de matériaux en attente pour le remblaiement et d'effectuer un contrôle ou gérer les stocks liés à l'activité de traitement.

7.2.1.2 Mesure de réduction des effets

La remise en état, avec le remblaiement partiel et la mise en place d'une couche de terre de bonnes qualités agronomiques, constitue une mesure de réduction qui permettra la reprise des activités agricoles sur tout le site.

Cette mesure étant inhérente à l'exploitation, son coût n'est pas comptabilisé dans les mesures chiffrées.

La pente globale du fond de la carrière après remise en état sera légèrement diminuée et son orientation restera comparable avec celle du site avant l'extraction. La diminution de la pente générale permettra d'augmenter le temps de transit des eaux de ruissellement et donc d'améliorer son infiltration, tout en limitant les effets du ruissellement. Ce phénomène sera amplifié avec l'ajout d'une prairie permettant l'infiltration des eaux sur les parcelles de l'extension.

Une rampe sera positionnée en partie sud-est du site de manière à pouvoir accéder sur la surface remise en état au niveau des parcelles CR 1153 et 1155. Un embranchement sera créé pour rejoindre les parcelles CR 710 et 709. La rampe présentera une largeur de 10 mètres et l'embranchement une largeur de 5 mètres, pour une pente de 8%.

Le principe de la remise en état a été élaboré en concertation avec la société TERALTA qui exploite la carrière au sud-ouest du projet. Cela permettra de disposer à terme d'une plateforme homogène entre les deux projets.

Afin de conserver une topographie harmonieuse et de retrouver un maximum de surfaces cultivables, les merlons de protection périphériques seront retirés puis utilisés sur la zone en cours de remise en état en fin d'exploitation.

7.2.2 Pédologie / Agronomie

7.2.2.1 Caractérisation des effets du projet

Le décapage, l'exploitation de la carrière implique une perte temporaire de surface cultivée et de sol cultivable occupés par les activités. Bien que le SDC recommande de ne pas dépasser une surface ouverte de l'ordre du quart du projet, afin de garder assez de surface pour infiltrer les eaux amonts (débits importants arrivant de la ZAC) et permettre la mise en place d'installations de traitement et connexes, la surface ouverte sera de l'ordre de 6 ha (30% de la surface du projet).

Toutefois, il est rappelé que conformément aux exigences du SDC, la superficie en exploitation restera inférieure au quart de la superficie du projet.

En phase de chantier et d'exploitation

Les horizons de terre végétale seront décapés, stockés puis criblés et réutilisés dans la remise en état. Leur volume sera ainsi diminué de l'ordre de 30%. L'épierrage des terres végétales permettra une moindre résistance à l'outil, une augmentation de la réserve utile tout en conservant la matrice sableuse afin d'assurer une stabilité physique pour la portance du sol.

L'horizon humifère et les stériles seront stockés séparément (merlons périphériques), dans les conditions appropriées pour limiter les entraînements terrigènes par les eaux pluviales et de ruissellement, et conservés intégralement pour la remise en état du site.

Durant ce temps il y aura une perte temporaire du sol cultivable.

En phase de remise en état

La zone d'extraction sera remblayée au fur et à mesure de l'exploitation avec la mise en place de terres de terrassements surmontées d'une couche de 0,5 mètre minimum de terres de bonnes qualités agronomiques. Ce remblaiement sera réalisé jusqu'aux cotes de remise en état prévues.

Le volume de terre végétale épierrée sur tout le projet sera de 62 068 m³. En considérant la mise en place de 0,5 mètre de terres de bonnes qualités agronomiques, il sera nécessaire d'apporter sur le site environ 20 253 m³ de terre végétale pour compléter.

Les terres végétales apportées sur le site feront l'objet d'un suivi par un ingénieur agronome et devront présenter, *a minima*, les mêmes qualités agronomiques que celles présentes sur le site. L'évaluation de la qualité agronomique de la terre végétale présente sur le site est présentée au chapitre 5.1.4.4.

Les remblais seront compactés et les sols remblayés seront restitués avec une portance permettant la pratique d'activités agricoles. Cette portance sera obtenue par la conservation de l'ancienne matrice sableuse en mélange avec les terres végétales.

Un décompactage des remblais sera cependant réalisé sur le dernier mètre avant mise en place de la terre végétale afin de permettre une bonne pénétration racinaire des cultures.

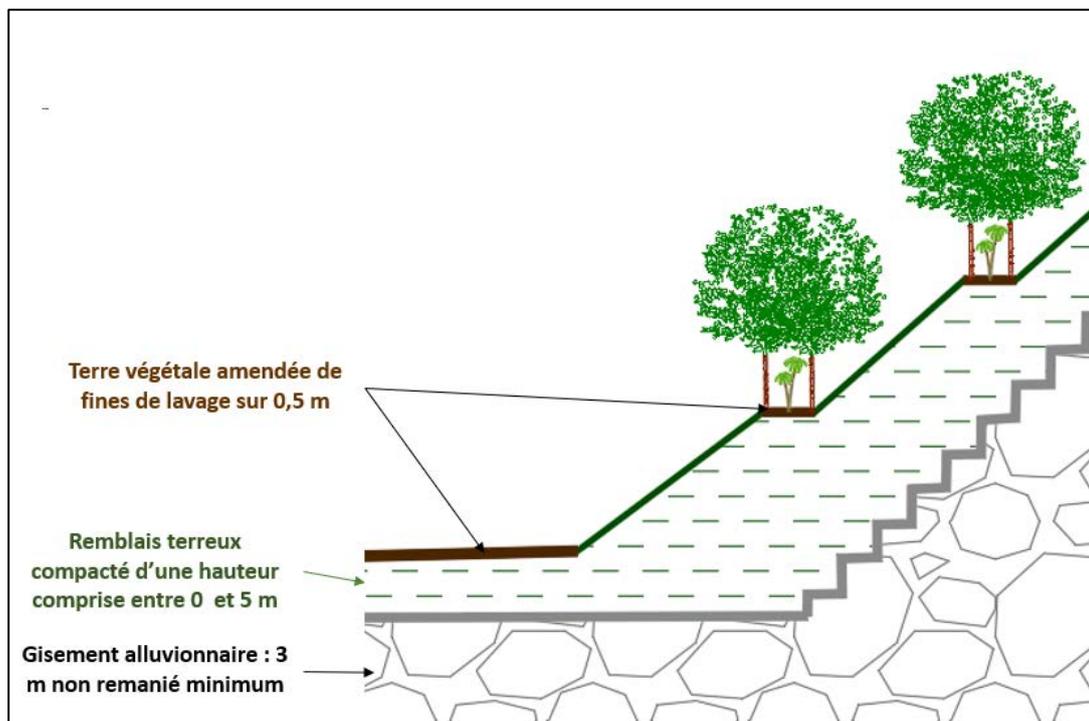


Planche 118 : Principe de la remise en état

Les terres végétales seront amendées en matière organique et en fines de lavage.

Les fines ou boues de lavage des matériaux alluvionnaires sont composées des particules en suspension dans l'eau de lavage qui décantent à l'aide d'un flocculant et d'un coagulant (fiches FDS fournies en annexe 3, pièce 1 et 2), ce qui permet à l'eau de se clarifier et de retourner dans le procédé de lavage.

Les particules en suspension représentent toutes les fines qui étaient dispersées sur le site d'extraction et qui ont été séparées des éléments plus grossiers par lavage et passage sur les cribles. L'addition de cette fraction de matériaux au sol a pour effet de créer une couche de sol dont la granulométrie est plus fine qu'auparavant et qui concentre les éléments organiques (3 à 4%) et minéraux.

Des études ont été menées par les carriers à la Réunion afin de valoriser ces boues. Des analyses et des essais réalisés par différents organismes (bureaux d'études, CIRAD, etc.) ont permis de connaître les caractéristiques de ces produits. Toutes les études montrent un intérêt en termes de valorisations agricoles ou horticoles avec des concentrations et rétentions intéressantes en minéraux assimilables.

Des essais de lixiviation suivant la norme NFX31-210 montrent en effet que pour des roches concassées, les fractions solubilisées sont de l'ordre de cent à mille fois plus faibles que les seuils fixés par les arrêtés de 1992, modifiés par ceux du 18/02/1994 pour l'admission des déchets ultimes stabilisés en centre de stockage.

Par ailleurs, une étude CIRAD⁶ sur l'utilisation agronomique des boues démontre qu'elles présentent des caractéristiques agricoles intéressantes, mais que les propriétés physiques liées au travail du sol (portance) et à la prise en masse peuvent présenter quelques difficultés.

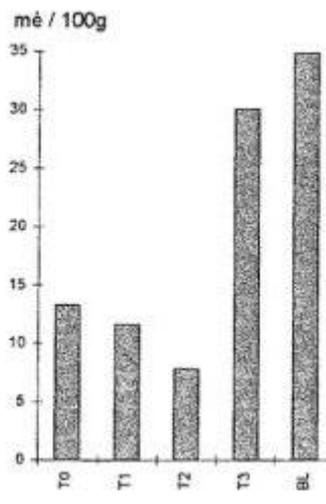
Cette fraction fine de matériaux aura pour effet de créer une couche de sol dont la granulométrie est plus fine que celle existante auparavant et donc de concentrer les éléments plus facilement assimilables pour la plante. La concentration en éléments organiques et minéraux sera beaucoup plus importante.

Cette recomposition de l'horizon agronomique a donc un effet positif sur la qualité des sols. Les expériences passées montrent en effet que l'utilisation de la terre de décapage (riche en humus) associée aux fines de lavage des matériaux (principalement constituées d'argile) est à l'origine d'une augmentation de la qualité agronomique des sols. L'humus de la terre et l'argile des boues participent effectivement à l'amélioration :

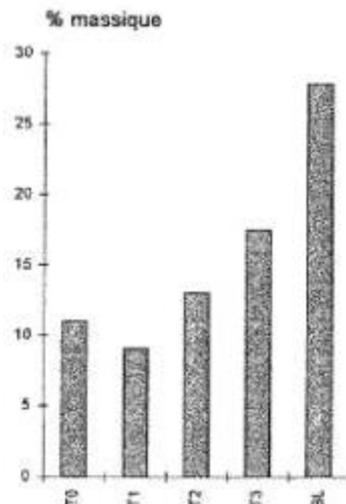
- De la capacité d'échange cationique (CEC) du sol qui détermine la capacité de stockage des éléments fertilisants cationiques tels que le magnésium (Mg^{2+}), le potassium (K^+), l'azote (NH_4^+) ou bien encore le calcium (Ca^{2+}) ; des essais ont été réalisés pour mesurer la CEC de différents. Les résultats sont présentés sur la planche en page suivante ;
- Parmi les échantillons testés, on constate que les boues de lavage ont la CEC la plus élevée. Les boues offrent donc davantage de sites de fixation des éléments fertilisants cationiques intéressants pour la croissance des plantes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+). En mélange avec la terre du site, elles permettront de retenir davantage les fertilisants amendés par l'agriculteur, réduisant ainsi les quantités d'amendements utilisés et limitant leur dispersion dans les sols et les nappes.
- De la capacité de rétention en eau du sol ayant pour effet de diminuer les arrosages : des tests réalisés sur différents sols mettent en évidence la forte capacité de rétention en eau des boues de lavage. Ces dernières présentent une réserve en eau utile pour les végétaux de près de 30%, soit près de deux fois supérieure aux sols réunionnais analysés dans l'essai.
- De la quantité de sol exploitable par les plantes grâce à la mise en place d'un sol d'épaisseur au moins identique à l'initial mais sans pierrosité élevée.

Légende : (BL = Boues de lavage), T = Terres témoins de l'île.

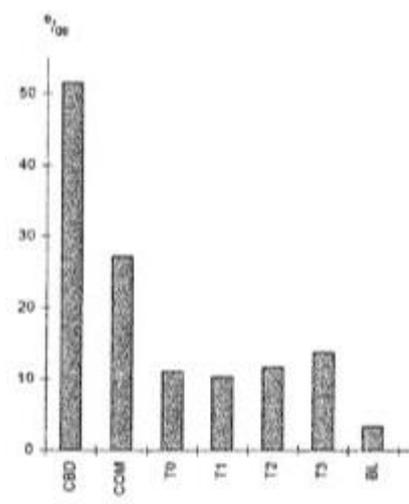
⁶ SOL ET PAYSAGE « Diagnostic agronomique pour l'utilisation de matériaux terreux » juillet 1997



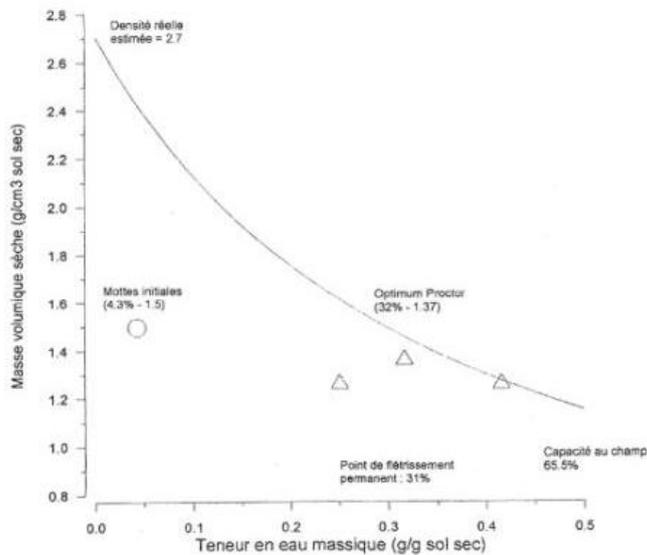
Capacité d'échange cationique



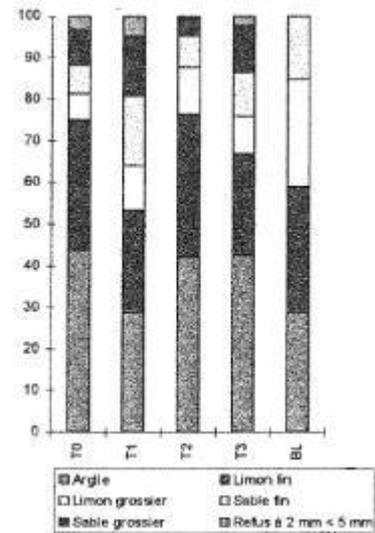
Capacité de rétention en eau



Matière organique



Tests hydromécaniques effectués sur des boues de concassage
 Densité /Teneur en eau et sur éprouvette compactées
 (énergie de compactage : 120kJ/m³)



Boues de lavage composées d'éléments très fins (Argile 30% - Limons 55% - Sables 15%)

Planche 119 : Analyses physicochimiques caractérisant les fines de lavage

La mise en place d'une meilleure CEC est une mesure forte visant à l'amélioration de la qualité des sols. Elle participe également à la réduction du volume des intrants habituellement utilisés pour la fertilisation, le sol ayant une réserve utile plus importante grâce à une meilleure rétention des engrais dans les sols (amélioration de la réserve utile). Le risque de lessivage vers la nappe (par la pluie ou les eaux d'arrosage) sera également diminué. Cette réduction des quantités d'amendements agricoles est une mesure en faveur de la diminution des pollutions d'origine agricole.



Boue prise en masse



Sol reconstitué à partir des terres de découvertes mélangées aux boues

Planche 120 : Reconstitution des sols agricoles

Les caractéristiques de terres agricoles ainsi reconstituées sont les suivantes

- matières organiques : 3 à 4% ;
- N : 0,45 mg/kg ;
- Mg : 12,5 mé/100 g ;
- pH 7 à 8 ;
- P2O5 : 0,1 mg/kg ;
- K : 0,09 mé/100 g ;
- conductivité : 0,2 ;
- Ca : 22 mé/100 g ;
- Na : 1,5 mé/100 g ;
- CEC : 35mé/100g

Enfin, l'adjonction des fines de concassage au sol agronomique permet d'obtenir une meilleure stabilité des sols à l'érosion.

Lors de la remise en état du site, ces fines seront donc mélangées à une partie de l'horizon organique existant (pour compenser l'épierrage des terres végétales à hauteur équivalent), ce qui lui confèrera une portance au-delà de 32% de teneur en eau ainsi qu'une prise en masse très limitée (hétérogénéité du mélange). Cet apport de fines aura pour effet d'amender le sol, tout en améliorant sa structure, et donc en lui conférant une bonne capacité d'échange cationique, une réserve utile et une réserve facilement utilisable par les plantes, supérieures à celles du sol actuel. La SORECO a fait réaliser des analyses agronomiques sur ses fines de lavage qui confirment leur intérêt agronomique. Celles-ci sont disponibles en Annexe 2, pièce 8.

Il est à noter que la présence du flocculant et du coagulant, dans les boues ne présente pas de risque toxique. De plus, afin de s'assurer de la compatibilité des fines avec le fond géochimique local, des analyses seront réalisées lors de leur production.

En fin d'exploitation, les terrains seront restitués au propriétaire dans un état permettant :

- de mécaniser les parcelles : l'arasement du site permettra d'obtenir de grandes surfaces aux pentes faibles et régulières ;
- d'augmenter le rendement et de diminuer les intrants : l'épierrage des terres végétales aura pour effet d'augmenter la réserve utile du sol ;
- de diminuer les risques de pollutions liés à l'agriculture : la moindre utilisation d'intrants entraîne la diminution des risques de pollution liés à l'agriculture.

La remise en état du site par des remblais et une couche de terre végétale épierrée et amendée constitue une mesure de réduction qui permettra la reprise de l'activité agricole sur ces terrains toujours cultivables.

Mise en œuvre de la couche de bonnes qualités agronomiques

Lors du décapage, l'horizon humifère (30 premiers centimètres environ) aura été séparé des terres de découverte (20 centimètres suivants) de manière à permettre la remise en place de la couche à forte valeur agronomique. Après stockage en merlon, leur criblage/épierrage lors de la remise en état aura permis de maintenir la matrice sableuse, mais aura entraîné une perte d'environ 30% du volume (galets et graviers présents dans ces sols).

Les remblais auront été préalablement décompactés par l'intermédiaire d'une sous-soleuse ou d'un engin équipé d'une griffe. Cette opération permettra d'ameublir le sol sans avoir recours à un retournement de celui-ci.

7.2.2.2 Mesures de réduction des effets

La reconstitution de l'horizon agronomique avec des terres végétales épierrées et amendées permettra d'améliorer sa capacité de rétention en eau et aussi 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 CEC globale plus importante. Cette réduction des quantités d'amendements agricoles est une mesure de réduction en faveur de la diminution des pollutions d'origine agricole.

Le criblage est une autre mesure de réduction des impacts à la perte de culture, il permet de diminuer la pierrosité du sol qui sera remis en place, et donc de faciliter à l'avenir la mécanisation des parcelles tout en conservant la structure du sol.

Enfin le nouvel horizon agronomique permettra une meilleure diversification des cultures dont en particulier le maraichage. Le sol permettra du fait de son épierrage, le passage d'engins (motobineuses, herses rotatives, etc.) sans présenter une résistance importante et donc un coup énergétique et mécanique important. La partie pierreuse de ce criblage sera concassée.

7.2.3 Géologie

7.2.3.1 Caractérisation des effets du projet

Sources potentielles de pollution

Les extractions de matériaux n'entraînent pas directement de risques de pollution des terrains. Le GNR sera localisé au niveau des installations connexes. Ce produit sera installé sur une cuvette de rétention de 100%, sur une plateforme étanche reliée à un séparateur déboureur d'hydrocarbures dimensionné de telle sorte qu'il puisse traiter un épanchement/débordement accidentel. Les mesures de précaution liées au stockage de produits potentiellement polluants sur le site, sont décrites au paragraphe 7.2.4 relatif à l'hydrogéologie.

Le risque potentiel réside principalement au niveau :

- des accidents liés aux fuites d'hydrocarbures ou d'huiles des engins et machines (Cf. § suivant) ;
- de la qualité des matériaux utilisés pour le remblaiement du site.

Ces risques sont présents au cours des phases d'aménagement, d'exploitation et de remise en état du site.

➤ **Impact des matériaux de remblais :**

Le remblaiement partiel de la carrière sera réalisé avec remblais terreux (terres de terrassement) et des déchets inertes issues des chantiers présents à proximité du site.

En cas de provenance de chantiers du BTP, les terres de terrassement seront considérées comme des déchets inertes sous le code 17 05 04 (selon l'AM du 12/12/2014), conformément à l'Annexe II de l'article R.541-8 du code de l'environnement. Des déchets municipaux composés de terres et pierres provenant uniquement des jardins et parcs pourront également être acceptés sous le code déchets 20 02 02.

Une procédure d'acceptation de type « procédure d'acceptation de déchets inertes » sera donc mise en place avec un contrôle à l'arrivée sur le site sur une plateforme spécifique. Ainsi, les quantités de matériaux admis sur le site et la capacité de stockage restante feront l'objet d'un suivi avec déclaration annuelle. Les bordereaux des chantiers de terrassement et lieux d'origines seront conservés.

En cas de présence inopiné d'éléments indésirables (métaux, plastiques, bois, ...) dans les apports de remblais, ces derniers seront envoyés vers les filières de valorisation disponibles à proximité.

Une partie des terres de terrassement entrantes pourra être criblée pour valoriser la partie pierreuse.

Note sur la toxicité des fines de lavage :

La SORECO projette l'utilisation des fines de lavage des matériaux, pour l'amélioration des caractéristiques agronomiques des terres arables du site. Ces fines seront issues de l'installation de traitement des matériaux des Trois Cheminées.

Les fines sont obtenues grâce à l'utilisation d'un floculant et d'un coagulant qui va précipiter les matières colloïdales en suspension contenues dans les eaux « sales » produites lors du lavage des matériaux. L'emploi de ces substances permet d'une part d'augmenter le taux de recyclage des eaux de procédés et de réduire les surfaces des bassins de décantation.

Les produits qui seront utilisés par la société est le Magnafloc® LT37 ou équivalent (coagulant) et le Zetag® 4139 ou équivalent (floculant), un polymère anionique composé de polyacrylamide, polymère synthétisé à partir d'acrylamide (Cf. annexe 3).

Données Fournisseur :

Le fournisseur du floculant et du coagulant est la société BASF. La société BASF est certifiée ISO 9001. Cette certification garantit, entre autres, le contrôle qualité systématique du produit fini et sa conformité par rapport aux spécifications correspondantes.

BASF effectue un contrôle de routine à 100% de tous les produits finis. Tous les lots fabriqués sont donc systématiquement contrôlés dans ses laboratoires d'analyses. Il n'y a pas de méthodes statistiques qui conduiraient à des séries d'échantillonnages aléatoires et donc à des risques de livraison de produit non conforme.

Données toxicologiques de la FDS :

Les données toxicologiques fournies dans la FDS du Magnafloc® LT37 indiquent que la substance à l'état solide n'est presque pas toxique chez les animaux (DL50 > 5000 mg/kg). Dans les milieux aquatiques, la substance peut être dangereuse pour l'environnement et les milieux aquatiques puisqu'elle présente une CL50 (96h) 10- 100 mg/l et CE 50 (48h) 10- 100 mg/l.

Les données toxicologiques fournies dans la FDS du Zetag® 4139 indiquent que la substance à l'état solide est peu toxique chez les animaux (DL50 > 2000 mg/kg). Dans les milieux aquatiques, la substance n'est pas dangereuse pour l'environnement et les milieux aquatiques puisqu'elle présente une CL50 (96h) > 100 mg/l.

Données bibliographiques sur la toxicité du flocculant :

Le flocculant est un polyacrylamide contient en quantité résiduelle de l'acrylamide substance classée comme cancérigène de niveau 2, mutagène de niveau 2 et toxique pour la reproduction de niveau 3. Le coagulant n'est pas un polyacrylamide.

La problématique environnementale n'est pas liée au polyacrylamide, considéré unanimement comme non-toxique, mais à l'acrylamide et aux produits de dégradation du polyacrylamide.

Dans son rapport de janvier 2013⁷, le BRGM indique qu'il n'existe aucune étude scientifique complète et multidisciplinaire qui puisse apporter des réponses quant aux risques liés à cet usage pour permettre de conclure à un éventuel impact.

Les premiers travaux réalisés sur cette question ont montré la difficulté d'estimer l'impact et les risques de pollution liés aux polyacrylamides. Ainsi dans les installations utilisant des polyacrylamides, il a été détecté la présence d'acrylamide dans certaines eaux sans toutefois atteindre les seuils de détection. Aussi la valeur maximale de 0,1 µg/l d'acrylamide résiduelle a été imposée aux fournisseurs de flocculants et coagulants.

Depuis 2013, des travaux de recherches ont été mené au sein du programme AQUAPOL⁸ (mars 2015) dont l'objectif est de mieux comprendre le comportement en termes de transfert et de biodégradation des flocculants à base de polyacrylamides et de leurs sous-produits dans les carrières de granulats.

L'étude est parvenue aux résultats suivants :

- Les essais en laboratoire montrent que le flocculant se biodégrade sur le moyen terme (3 mois) en voie aérobie, alors qu'aucune dégradation n'est observée sous l'action des UV en conditions de laboratoire.
- Le suivi des teneurs en acrylamide ont permis de montrer qu'il n'y avait pas d'accumulation d'acrylamide au sein du procédé et qu'il existait une faible dissémination de l'acrylamide résiduel vers les eaux souterraines et de surface. La réalisation d'une modélisation hydrogéologique a confirmé ce dernier point, en chiffrant la dissémination vers les eaux souterraines à 10 g/an.
- Par ailleurs, l'étude du comportement en laboratoire a montré que sur le site d'étude :
 - o l'acrylamide est majoritairement dégradé par les microorganismes présents dans le gisement du site en conditions aérobie et anaérobie dans les boues et les eaux de procédés,
 - o l'acrylamide n'est pas dégradé ou est dégradé lentement dans les eaux de nappe,
 - o l'acrylamide a un faible taux d'absorption sur les fines particules extraites du gisement (0.3 µg/kg).

L'acrylamide étant très hydrosoluble, la molécule est donc peu adsorbée sur les sols et sédiments. Plusieurs travaux ont en effet montré que l'adsorption dans les sols est très faible d'autant plus s'il s'agit de sols sableux. Cependant, la lixiviation de l'acrylamide est importante même dans des sols contenant de la matière organique et/ou argileux. La dégradation d'acrylamide conduit principalement au CO₂ et ce, en quelques jours, notamment en milieu aérobie (eaux ou sols de surface). En pratique l'acrylamide est considéré comme biodégradable selon les critères du test OCDE 301D à des concentrations inférieures à 2 mg/L. En effet, instable dans les sols, l'acrylamide se dégrade totalement en surface en une dizaine de jours. Son hydrosolubilité le rend relativement mobile, il peut donc être transporté à grande distance, et en profondeur puisque non adsorbé sur les sédiments. Dans de telles conditions sa stabilité ne dépasse pas 3 mois.

⁷ Rapport du BRGM n°BRGM/RP - 60760 - FR sur l'Amélioration des techniques de décantation des boues d'exploitation aurifère en Guyane, en vue de préserver les milieux aquatiques - Janvier 2013

⁸ <http://www.brgm.fr/projet/aquapol-collaboration-public-privé-mieux-comprendre-comportement-flocculants-base>

De cette manière, tout phénomène de concentration de l'acrylamide est peu probable, même dans les eaux souterraines et les végétaux.

Le principal risque d'exposition à l'acrylamide (résidu de polyacrylamide) est l'ingestion de fines de lavage en contenant.

Les valeurs toxicologiques de références sont résumées dans le tableau immédiatement suivant.

Composé	N° CAS	Voie d'exposition	Type d'effet	VTR		Effet(s) critique(s)	Source
Acrylamide	79-06-1	Inhalation	A seuils	6,0	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Dégénérescence nerveuse	US EPA (2010)
		Ingestion		0,002	[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$]		
		Inhalation	Sans seuils	0,0001	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ⁻¹	Tumeurs de la thyroïde et mésothéliomes	US EPA (2010)
		Ingestion		0,5	[$\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$] ⁻¹		

Tableau 66 : Valeurs toxicologiques de références pour l'acrylamide

Le tableau ci-dessous présente les quantités d'acrylamide que les sols doivent contenir pour que l'effet critique (Effets à seuils et sans seuils) se produise pour les différentes classes d'âge.

	Âge minimal de chaque classe d'âge	Masse de particules de sol ingérée par la cible humaine	Masse corporelle de la cible	Dose d'acrylamide à ingérer pour avoir un effet critique	Teneur d'acrylamide dans le sol pour qu'il y ait un effet critique
	[Année]	[Mg/jour]	[Kg]	[Mg/jour]	[Mg/Kg sol]
Effets à seuils					
Classe d'âge 1	0	30	7,6	1,52E-02	0,51
Classe d'âge 2	1	50	12	2,40E-02	0,48
Classe d'âge 3	3	50	18	3,60E-02	0,72
Classe d'âge 4	6	50	29	5,80E-02	1,16
Classe d'âge 5	11	20	47	9,40E-02	4,70
Classe d'âge 6	15	20	60	1,20E-01	6,00
Classe d'âge 7	18	20	70	1,40E-01	7,00
Effets sans seuils					
25 années d'exposition	Période d'exposition considérée : de 1 à 25 ans				0,7

Tableau 67 : Teneur d'acrylamide à avoir dans le sol pour qu'il y ait un effet critique

Ces valeurs calculées sont beaucoup plus importantes que le taux d'absorption sur les fines particules extraites du gisement observé dans les travaux de recherche menés au sein du programme AQUAPOLE (mars 2015) c'est-à-dire 3 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Cadre réglementaire :

Selon la circulaire du 22 août 2011 relative à la définition des déchets inertes pour l'industrie des carrières au sens de l'arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières : « Pour ce qui concerne les polyacrylamides, l'étude européenne sur l'évaluation des risques autour de l'acrylamide et ses composés de l'Institut pour la santé et la protection des consommateurs indique que les polyacrylamides ne se dégradent pas en acrylamide, substance cancérigène et mutagène.

Il pourra être considéré que des déchets produits à partir d'un floculant présentant un taux d'acrylamide suffisamment faible (dans les polyacrylamides de base) peuvent être considérés inertes. Un taux inférieur à 0,1% de monomère résiduel dans le polyacrylamide sera jugé acceptable.

Conclusion :

Les conclusions du projet AQUAPOL ont mis en évidence que l'acrylamide était majoritairement dégradée par les microorganismes présents dans le gisement du site étudié en conditions aérobie et anaérobie dans les boues et les eaux de procédés. La présence d'acrylamide dans les fines utilisées pour le remblaiement de la carrière devrait donc être faible.

Aussi, conformément à la circulaire du 22 août 2011 et au regard des données disponibles, il peut être considéré que les fines issues du traitement des eaux de lavage des matériaux seront inertes, un taux inférieur à 0,1% de monomère résiduel dans le polyacrylamide étant jugé acceptable. Les risques liés à l'utilisation de fines issues du procédé de lavage des matériaux dans la remise en état de la carrière apparaissent donc comme faibles.

Le retour d'expérience sur le sujet (Bilan des études menées sur l'utilisation de flocculants à base de polyacrylamides dans les carrières, UNICEM 2015) montre que les concentrations en acrylamides résiduels mesurés dans les boues et eaux de procédés sur des sites de carrières en activités, sont largement inférieures au seuil de 0,1%.

La SORECO a d'ailleurs fait faire des analyses sur ses fines de lavage en 2017 que le taux résiduel d'acrylamide est inférieur à 0,1% (Annexe 2, pièce 9).

D'autres type de flocculant existent sur le marché et disposent d'un agrément pour le traitement de l'eau potable en France. Ces flocculants alternatifs aux polyacrylamides sont réalisés à base d'Amidon (de pomme de terre notamment), d'Alginat et de Xanthane.

Ces flocculants présentent cependant plusieurs contraintes par rapport aux flocculants à base de polyacrylamides :

- les doses optimales à appliquer sont entre 1,5 et 10 fois supérieures à celles avec un flocculant polyacrylamide (BAUDINI et al) ;
- les boues concentrées obtenues à l'issue de l'étape d'épaississement ou de déshydratation présentent une siccité plus faible que dans le cas où on utilise du polyacrylamide. La manipulation des boues pour une remise en état agricole (en mélange avec de la terre végétale) est rendue difficile ;
- lors du transport et du stockage des flocculant à base d'amidon, un phénomène de dégradation microbienne peut être observée. Ces produits peuvent donc contenir certains constituants additionnels, tels que les agents biocides non compatibles avec un usage agricole.

Concernant le coagulant, celui-ci ne contient pas de polyacrylamide. Sa toxicité pour les milieux aquatiques ne présente pas de risque car les fines de lavage seront utilisées pour la mise en place de la couche de terre végétale sur le fond de la carrière et les talus, qui n'ont aucune connexion avec un milieu aquatique (rivière Saint-Etienne située à plus d'1 km et l'océan à environ 900 m).

Impact des matériaux extraits :

L'extraction impactera la puissance du gisement alluvionnaire et basaltique. Le volume de matériaux extrait sur le projet a été estimé à 4 546 564 m³.

L'extraction de matériaux entraînera, lors du décapage, la destruction de l'horizon agronomique du sol, quand celui-ci est présent. Cet horizon sera réutilisé pour la mise en place du talus de protection sur le pourtour de l'excavation puis repris, épierré et réutilisé dans le cadre de la remise en état pour la réalisation de la couche agronomique.

La totalité des matériaux du site pourra être concassée directement ou indirectement, néanmoins les plus gros blocs seront :

- 1 soit vendus comme enrochement ;
- 2 soit utilisés comme protection des voiries et rampes d'accès.

Caractéristiques des sols

Le décapage et l'exploitation de la carrière implique une perte temporaire de surface cultivée et de sol cultivable proportionnelle à la surface de la carrière en exploitation.

➤ **En phase de chantier et d'exploitation :**

Les horizons de terre végétale seront décapés, mis en merlons et réservés pour la remise en état du site. Durant ce temps il y aura une perte temporaire du sol cultivable. Lors de leur réutilisation pour la remise en état, ces horizons seront épierrés.

➤ **En phase de remblaiement :**

La zone d'extraction sera remblayée au fur et à mesure de l'exploitation jusqu'aux cotes de remise en état prévues. La couche de remblais composée de remblais sera au maximum de 6 mètres, avec 0,5 mètre minimum de terre de bonnes qualités agronomiques (cf. paragraphe précédent).

7.2.3.2 **Mesures d'évitement de réduction des effets**

Risque de pollution accidentelle lors des phases chantier, exploitation et remise en état

Afin de limiter au maximum le risque de pollution accidentelle, les mesures de réduction suivantes seront mises en place :

- Le remplissage en carburant des engins autres que les pelles utilisées pour l'extraction sera effectué sur l'aire étanche prévue à cet effet et équipée d'un séparateur débourbeur d'hydrocarbures. Une cuve aérienne de stockage de 10 m³ permettra le stockage de GNR pour le ravitaillement des engins d'extraction et de l'installation de traitement. Cette cuve sera implantée dans une cuvette de rétention étanche d'une capacité de 10 m³, soit égale à 100% du volume de la citerne qu'elle contiendra et sur la plateforme étanche.
- Le déplacement d'une pelle hydraulique et d'engins de traitement (concasseurs, cribles) sur chenilles sur de grandes distances pose plusieurs difficultés :
 - étant donné la faible vitesse de déplacement de l'engin, il est long en termes de durée,
 - il est coûteux en usure de trains de chenilles,
 - il entraîne une surconsommation de carburant,
 - il crée un trafic supplémentaire qui présente des risques,
 - il est générateur de nuisances sonores.

Par conséquent, le ravitaillement de la pelle hydraulique et des engins de traitement se fera au niveau de la zone d'extraction (ou à leur emplacement pour les machines) à l'aide d'une pompe intégrée à l'engin, de flexibles de sécurité et d'un engin de ravitaillement équipé d'une citerne répondant aux exigences de la réglementation. Le remplissage en carburant sera effectué sur le carreau de la carrière, sur un dispositif étanche amovible qui permettra de récupérer les éventuelles égouttures. L'engin disposera d'un kit de dépollution pour une intervention immédiate en cas de déversement.

- Le lavage et l'entretien courant des engins aura lieu sur la plateforme étanche, reliée au séparateur hydrocarbure.

Qualité et usage des sols

Mesure d'évitement :

Il n'y a pas de stockage d'huile (neuve ou usagée) ou d'autre produit dangereux, hormis le GNR, sur site.

Mesures de réduction :

Les mesures de réduction suivantes seront réalisées :

- **Recomposition d'un horizon agronomique, diminution des risques de pollution agricole, augmentation de la surface cultivable et limitation des effets de ravinement :**

La recomposition de l'horizon agronomique par des terres végétales épierrées et amendées permettra d'améliorer la capacité de rétention en eau et d'augmenter la quantité de sol exploitable par les plantes.

Cet effet positif du projet de remise en état participe à la réduction du volume des intrants habituellement utilisés pour la fertilisation, le sol ayant une réserve utile plus importante. Cette réduction des quantités d'engrais est une mesure en faveur de la diminution des pollutions d'origine agricole.

- **Criblage de l'horizon agronomique existant lors de la remise en état :**

Le criblage/épierrage est une mesure de réduction des impacts à la perte de culture, il permet de diminuer la pierrosité du sol qui sera remis en place, et donc de faciliter à l'avenir la mécanisation des parcelles.

Le sol ainsi rendu permettra du fait de son épierrage profond, le passage d'engins (motobineuses, hermes rotatives, etc.) sans présenter une résistance importante et donc un coup énergétique et mécanique important. La partie pierreuse de ce criblage sera concassée. Ce nouvel horizon agronomique permettra une diversification plus facile des cultures dont en particulier le maraichage. Pour rappel, l'important pierrosité des sols de Pierrefonds est la principale contrainte agronomique.

- **Modalités d'exploitation en carreau glissant :**

L'exploitation en carreau glissant, qui minimise la surface en chantier par une remise en état simultanée à l'extraction, est une mesure de réduction des impacts. Sur une surface exploitée de 19,4 ha durant 10 ans d'extension, l'étendue de la surface ouverte sera de l'ordre de 40 %.

Par ailleurs, la diminution de la productivité entraînée par la perte de surface cultivable temporaire sera en partie compensée par une meilleure rentabilité de la surface rendue en fin d'exploitation du carreau glissant.

- **Utilisation de remblais de bonne qualité :**

L'utilisation exclusive de terres de terrassement et de déchets inertes (selon l'AM du 12/12/2014) pour le remblaiement de la carrière, permet d'éviter les risques de pollution et de détérioration des sols. Dans un souci de traçabilité, un registre d'admission sera tenu à jour permettant d'identifier la date de réception, la quantité et l'origine des remblais ainsi que les résultats des différents contrôles réalisés au moment de l'arrivée sur site des remblais.

7.2.4 Hydrogéologie

7.2.4.1 **Caractérisation des effets du projet sur l'hydrogéologie**

Aspect quantitatif

En période d'extraction la perméabilité des sols sera augmentée. La couche minimale de matériaux toujours présents au-dessus de la nappe sera de 3 mètres. Au droit des fosses de dissipation de l'énergie des eaux en pied d'ouvrage de descente de eaux pluviales amont dans le talus, la couche de matériaux non remanié sera de 2 m sur une surface de 100 m².

Aussi, après la remise en état de la carrière par la mise en place de remblais et d'une couche de terre végétale de bonnes qualités agronomiques, l'imperméabilité du terrain augmentera. La réduction de la vitesse d'infiltration de l'eau dans les sols ne favorise pas la recharge de la nappe. Néanmoins, les pentes moins importantes et la prairie permettant la gestion ponctuelle des eaux pluviales amont viendront améliorer ce point. On note en effet que la nappe sous-jacente au projet, culminant à 3,1 m NGR, est alimentée en eau par des circulations souterraines d'altitude provenant de la planèze avec des axes d'alimentation secondaire. La surface étant relativement limitée et dans une zone de faible alimentation (faible pluviométrie), l'impact de la surface remise en état par rapport à l'ensemble de la surface alimentant la nappe est faible.

Le projet aura très peu d'incidence sur la recharge de la nappe.

Le site de la carrière est actuellement alimenté en eau :

- par le réseau de la SAPHIR pour l'abattage des poussières (comme c'est le cas actuellement), avec une consommation globale journalière variant entre 31 et 61 m³ (Système d'abattage des poussières interne, alimentation du rotoluve et système d'abattage sur le chemin d'accès externe),
- par le réseau AEP pour les sanitaires et douches, avec une consommation de 0,24 m³ par jour.

Le volume d'eau prélevé sur le réseau de la SAPHIR pour le projet sera comparable à la situation actuelle. Aucune augmentation de l'impact sur la ressource en eau et en partie lors des périodes d'étiage ne sera observée. La SORECO dispose d'une autorisation de la SAPHIR pour l'utilisation du réseau SAPHIR. L'exploitant du réseau d'irrigation a donc jugé compatible l'alimentation de la carrière avec la ressource disponible.

Le projet augmentera légèrement l'impact de la carrière sur la ressource en eau souterraine du fait de l'utilisation du réseau d'eau potable (pas le cas actuellement). Cependant, cet impact demeurera faible au regard de capacité de recharge de la nappe concernée.

Enfin, le principe de la remise en état avec le positionnement d'une couche de bonnes qualités agronomiques, permettra d'envisager une diminution des besoins en arrosage pour les cultures. La consommation en eau pour les parcelles devrait tendre à diminuer dans l'avenir.

➤ **Cotes d'exploitation du projet :**

D'après l'étude hydrogéologique du secteur du projet, la nappe se situe, au droit de la parcelle, pour les plus hautes eaux à 3,1 m NGR. Le fond d'exploitation a été défini à 6 m NGR en aval et 7 m NGR en amont, soit à environ 3 mètres minimum au-dessus de la ligne des plus hautes eaux de la nappe, excepté au niveau des fosses de dissipation où cette couche sera de 2 m.

Les fluctuations observées sur les piézomètres étant faibles (de l'ordre de 0,6 m à 0,85 m maximum), il a été choisi de caler le fond d'exploitation à une distance importante de la nappe afin de rester majorant.

Après exploitation et remise en état, le terrain du projet retrouvera des cotes comprises entre 6 et 12 m NGR (hors talus remis en état). La nappe sera alors protégée, au point le plus bas du site, par un minimum de 3 mètres de matériaux en place et d'une couche de 0,5 à 1 m de terres végétales épierrées et amendées. Au point le plus, une couche de 6 m de remblais comprenant 0,5 m de terre végétal sera mise en place.

Sur ces secteurs la protection de la nappe superficielle sera ainsi améliorée par rapport à l'état actuel.

➤ **Suivi de la nappe :**

Les eaux de la nappe au droit des piézomètres F7 et P12 sont actuellement suivies de manière trisannuelle dans le cadre de l'autorisation de la carrière SORECO, par le cabinet SEGC. Ce suivi sera poursuivi lors de la mise en place de l'extension.

Les paramètres mesurés seront l'altimétrie de la nappe, les hydrocarbures totaux et les principaux ETM (Pb, Cd, As, Ba, Cr total, Cu, Hg, Ni, Se, Zn) ainsi que les sulfates, les chlorures les fluorures, le pH, les organohalogénés, l'indice de phénols, le COT, les BTEX, les hydrocarbures totaux (ou C10-C40 et HAP) et la fraction soluble.

Concernant la qualité de la nappe, les seuils pris en compte seront la présence ou non de variation significative entre les mesures réalisées. Les valeurs de référence pour ces analyses seront celles présentées à l'annexe II de l'arrêté ministériel du 7 juillet 2009 relatif aux modalités d'analyse dans l'air et dans l'eau pour les ICPE et aux normes de référence.

Aspect qualitatif

La zone d'extraction se situe en dehors de l'emprise des périmètres de protection des ouvrages A.E.P. et de leur cône d'appel (ou de réalimentation).

Lors de la diminution de l'épaisseur des matériaux au niveau du carreau glissant, le risque de contamination potentielle de la nappe superficielle ne peut être que de nature accidentelle (fuite d'huile ou de GNR d'un camion ou d'un engin d'extraction).

Dans l'hypothèse d'une pollution accidentelle au niveau de la zone en extraction, la contamination ne concernerait que la partie supérieure du sol et ne toucherait pas la nappe. En outre, en l'absence de forage pour l'alimentation en eau potable dans le secteur d'étude, il n'y aurait aucune incidence sur la qualité des eaux alimentant la population.

Suite à la remise en état, la diminution de l'épaisseur des terrains non saturés n'augmentera pas la vulnérabilité de la nappe. Les matériaux utilisés pour la mise en place d'une couche de terre de bonnes qualités agronomiques composée de terre de découverte épierrée et amendée sur 0,5 mètre d'épaisseur seront davantage limoneux et argileux, donc moins perméables. Le sol aura une meilleure capacité de protection de la nappe superficielle car le temps de transit sera plus important. Les produits phytosanitaires seront mieux éliminés par la chimie et la biochimie du sol. L'activité agricole devrait être ainsi améliorée : les apports nécessaires en engrais, produits phytosanitaires et en eau devraient être diminués car « optimisés » pour la plante.

Dans l'hypothèse d'une pollution accidentelle au niveau de la zone en extraction, du sable sera répandu afin d'absorber les produits polluants. Le sable sera ensuite stocké sur la plateforme étanche et enlevé par une entreprise agréée (temps de stockage inférieur à 6 mois). Les terrains sous-jacents seront également décaissés à l'aide de la pelle et emportés afin d'être aussi stockés et dépollués.

Enfin, concernant la qualité des matériaux de remblaiement, il n'est pas attendu de risques de pollution chimique ou bactériologique de la nappe superficielle, étant donné le caractère inerte des matériaux employés.

➤ Risques de pollutions :

Matériaux :

Les risques de pollution par les matériaux extraits de la carrière et des remblais ont été étudiés au paragraphe précédent. Aucun risque n'a été identifié.

Les eaux souterraines ne pourront donc pas être affectées par une pollution due aux matériaux présents sur le site.

Hydrocarbures :

Les risques de pollution des eaux souterraines peuvent être liés à une fuite (accidentelle) d'hydrocarbures issus de la cuve de GNR ou d'huiles des engins.

Le stockage de GNR est associé à une cuve de rétention. L'aire de ravitaillement des engins (plateforme étanche) sera reliée à un séparateur déboureur d'hydrocarbures dimensionné de telle sorte qu'il puisse traiter un épanchement/débordement accidentel.

L'entretien courant et le lavage des engins sera également réalisé sur la plateforme étanche. L'entretien des engins nécessitant une intervention plus importante, sera réalisé en dehors du site du projet par une entreprise spécialisée.

Par ailleurs, le pouvoir de filtration du sol est nettement suffisant pour retenir les pollutions chroniques hydrocarburées (fines particules rejetées par les moteurs à combustion et éventuelles petites fuites de moteur ou de circuits hydrauliques) et empêcher leur transit. Ces composés hydrocarburés ont la particularité d'être adsorbés par les particules minérales qui restent dans les premiers centimètres du sol même lors de leur reprise par les eaux pluviales.

Le risque de pollution d'éventuelles eaux souterraines en cas de pollution chronique est donc négligeable, d'autant plus que des kits absorbants (anti-pollution) seront présents dans chaque engin. Une formation et des consignes précisant les instructions d'utilisation de ces kits seront mises en place dès le début de l'exploitation.

L'atteinte de la nappe ne pourrait provenir que d'un accident ou d'un incident lorsque les engins travaillent ou se déplacent ; incident pour lequel le personnel sera formé sur les consignes de sécurité et les mesures d'intervention rapides à appliquer dans cette situation. De plus, en dehors du stockage de GNR, les volumes en jeu sont faibles.

L'atteinte de la nappe superficielle ne pourra donc pas provenir :

- du ravitaillement en carburant car il sera réalisé sur une aire étanche (fixe ou amovible), munie d'une capacité de rétention suffisante, et reliée à un séparateur déboureur d'hydrocarbures ou à l'aide de matériels garantissant la sécurité et la propreté de l'opération ;
- des réparations importantes des engins car elles auront lieu en dehors du site de la carrière. L'entretien courant sera réalisé sur une aire étanche reliée à un séparateur déboureur d'hydrocarbures ;
- du stockage d'hydrocarbures car il sera placé sur une cuvette de rétention étanche.

Déchets :

Les déchets qui seront générés par le projet sont énumérés au chapitre 10 du présent document.

L'ensemble de ces déchets, qu'il s'agisse de DIB ou DIS seront stockés et traités par des filières agréées et feront l'objet de bordereaux de suivi. Les volumes en jeu seront faibles, d'autant plus que les pièces usagées et les déchets issus de l'entretien des engins de traitement par une société extérieure (filtres à air, filtre à huile, pneumatiques, batterie, etc.) seront récupérés par ce prestataire.

Les déchets ne pourront donc pas être à l'origine d'une pollution des eaux.

7.2.4.2 Mesures d'évitement et de réduction des effets

Aspect quantitatif

Le maintien d'une couche alluvionnaire non remaniée d'une épaisseur de 3 mètres au-dessus de la limite des plus hautes eaux de la nappe superficielle sous-jacente (sauf au niveau des fosses de dissipation de l'énergie des eaux), représente une mesure de réduction des impacts.

Cette mesure permettra de réduire significativement les risques d'incidence sur la nappe lors de l'extraction et de l'exploitation de l'installation de traitement des matériaux.

Aspect qualitatif

➤ **Mesures en faveur de l'amélioration de la qualité de la nappe :**

Mesure d'évitement :

L'utilisation exclusive pour le remblaiement de la carrière de déchets inertes (selon l'AM du 12/12/2014), permet d'éviter les risques de pollution de la nappe superficielle.

Mesure de réduction :

Toutes les dispositions seront prises pour éviter les pollutions accidentelles sur le site. Les mesures de réduction associées au stockage du GNR ont été présentées dans le paragraphe précédent.

Les eaux pluviales ruisselant sur la zone de traitement et des installations connexes seront dirigées vers un bassin de décantation/ infiltration.

Par ailleurs, tous les engins du site seront équipés de kits anti-pollution et le personnel sera formé afin de réagir rapidement en cas de fuite accidentelle d'hydrocarbure. Du sable sera répandu afin d'absorber les produits polluants. Il sera ensuite stocké pendant une durée inférieure à 6 mois sur une aire étanche et enlevé par une entreprise agréée pour le dépolluer et le stocker sur des sites adaptés. Les terrains pollués seront enlevés à l'aide de la pelle et emportés également par l'entreprise agréée pour être dépollués.

Autres mesures de réduction :

Dans le secteur d'étude, les agriculteurs sont les principaux pollueurs des nappes par l'utilisation et l'épandage des produits phytosanitaires (pesticides, fongicides, désherbants et engrais). En effet, les sols recouvrant la nappe au niveau du projet sont essentiellement constitués d'alluvions. Ces matrices sableuses jeunes ont des caractéristiques agronomiques peu intéressantes : transferts hydriques rapides (perméabilité de l'ordre 10^{-4} m/s) et remontées capillaires grossières. Les acides fulviques et humiques sont lessivés et l'absence (ou la faible quantité) de particules argileuses, limoneuses et de calcaire ne permettent pas la création d'un complexe d'échange. Cette propriété est confortée par le manque de texture et de structure du sol. La capacité d'échange cationique (CEC) de ces sols est (globalement) très faible, ce qui explique les phénomènes de dé-saturation rapide de la solution intrinsèque.

Ces caractéristiques réduisent de manière conséquente l'efficacité des traitements mis en œuvre par l'agriculteur. Ces traitements sont rapidement lessivés sans que la plante ait pu les utiliser en totalité. Les produits ne sont pas retenus au niveau des racines en raison de la faible CEC et migrent rapidement dans la nappe phréatique.

La remise en état du site consistera au comblement partiel de la carrière par des terres de terrassements composées de limons et d'argiles, et par des déchets inertes (selon l'AM du 12/12/2014). Les sols ainsi remis en place auront une matrice moins sableuse. La CEC de ce nouveau sol et sa capacité de rétention hydrique seront très supérieures à la situation initiale (notion de réserve utile et facilement utilisable). De plus, la capillarité de cette nouvelle structure sera très importante.

Ainsi, après la remise en état, les amendements agricoles en minéraux comme les cendres de bagasse se trouveront mieux piégés par le complexe d'échange du sol et stockés à disposition de la plante durant une période plus longue, favorisant l'assimilation des minéraux avant leur lessivage par les arrosages ou les pluies. De même, les possibilités de stockage en eau (réserve utile et facilement utilisable (RFU)) seront beaucoup plus importantes car l'association de la matière organique au complexe argile-calcaire crée des propriétés hygroscopiques. Les cultures sur ces sols auront besoin de moins d'engrais et de moins d'eau, minimisant ainsi les risques de pollution agricole de la nappe (Cf. paragraphe 7.2.2).

Enfin, la surface spécifique du sol pour un même volume sera plus importante, ce qui lui confèrera des qualités auto-épuratrices très supérieures.

L'impact sur la qualité de l'eau de la nappe sera surtout dépendant des techniques culturales adoptées sur les remblais et non les remblais eux même tout en sachant qu'ils auront indéniablement un effet tampon et donc protecteur.

L'exploitant effectuera une analyse de l'eau (ETM + hydrocarbures) des piézomètres les plus proches (P12 et F7), avant, pendant et après l'exploitation du site afin de certifier l'absence de pollution due à son activité sur le site. La fréquence d'analyse sera triennale puis une fois la remise en état finale réalisée.

Procédure de mise en remblai :

Mesure de réduction :

L'exploitant veillera de façon stricte à ce qu'aucun matériau extérieur au site, ne passant pas par la plateforme de réception et contrôle des remblais, ne soit utilisé pour réaliser le remblaiement. Aucun déchet, autre que les remblais listés ne sera accepté sur le site. Les risques de pollution de la nappe par un lessivage de remblais de mauvaise qualité seront donc maîtrisés (Cf. § précédent 7.2.3.2).

7.2.5 Hydrologie

La définition des ouvrages de gestions des eaux pluviales sur le site ainsi que l'étude des effets du projet sur les eaux de ruissellement ont été réalisées par le cabinet ARTELIA dont le rapport est disponible en Annexe 2 - pièce 3.

7.2.5.1 Effets du projet sur l'hydrologie

Aspect qualitatif

Les sources polluantes pour les eaux de ruissellements sont liées :

- à une fuite accidentelle d'hydrocarbures au niveau des engins ou d'un camion ;
- à la circulation des engins sur le site ;
- aux eaux de ruissellement sur le site ;
- au stockage de carburant dans la cuve de GNR.

Le déversement d'un de ces produits dans les eaux de surface pourrait entraîner une pollution. En effet, en fonction de l'état de saturation en eau du sol, une partie des eaux de surface souillées pourraient rejoindre les exutoires en aval du projet.

Aspect quantitatif

➤ **En phase de chantier (décapage et mise en place des merlons et fossés)**

La phase de chantier consiste en un décapage des surfaces (0,5 m de terre de découverte). Cette opération entraînera 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).

➤ **En phase d'exploitation**

Pendant la période d'extraction, les eaux amont seront interceptées et collectées par un fossé dimensionné pour recevoir une occurrence décennale, ou infiltrées dans un bassin sur le terrain naturel. Celles tombant sur la surface ouverte ou en cours de remblaiement s'infiltreront directement.

Au niveau de la zone de traitement des matériaux et des installations connexes, un réseau de fossés périphérique permettra de collecter les eaux pour les envoyer vers un bassin de décantation/infiltration.

La mise en place d'une plateforme étanche de 126 m², va augmenter localement l'imperméabilisation du sol et donc le débit de ruissellement des eaux pluviales. La surface étant faible, le déboureur/séparateur d'hydrocarbures permettra de tamponner l'augmentation de ce débit.

Conformément à la réglementation en vigueur, des mesures de réduction doivent être mises en place pour supprimer cet impact. En effet, le débit de fuite du bassin versant du projet en phase exploitation doit être au maximum égal au débit à l'état initial (avant imperméabilisation).

Lors de l'exploitation du projet aucune aggravation des risques naturels ne sera observée.

➤ **Après remise en état**

Les surfaces imperméables/semi imperméables seront supprimées. Ainsi, l'occupation du sol après remise en état sera similaire à celle de l'état initial (coefficients de ruissellement identiques).

L'impact hydraulique du projet après remise en état sera même positif puisque la diminution des pentes au niveau de la fosse augmentera considérablement le temps de concentration et diminuera donc le débit de pointe à l'exutoire (Carrière TERALTA, puis aéroport de Pierrefonds) par rapport à l'état initial.

7.2.5.2 Mesures de réduction des impacts

Aspect qualitatif

Mesures de réduction :

➤ **Gestion des eaux de ruissellement sur la surface d'extraction :**

Les eaux tombant sur la surface en extraction et les stocks de contiennent pas ou peu de substance polluante. Elles s'infiltreront directement dans le fond de la fosse.

➤ **Gestion des eaux de ruissellement sur la plateforme étanche :**

La zone accueillant une partie des stockages, l'installation de traitement des matériaux et les installations connexes est surélevée et en pente douce vers une bassin de décantation/infiltration.

Sur les surfaces étanches avec la manipulation de produits polluants (la plateforme étanche et la cuvette de rétention du GNR), un réseau de collecte dirigera les eaux pluviales vers un séparateur débourbeur d'hydrocarbures dimensionné pour un débit de pointe équivalent à une précipitation de 20% du Q10 (20% de l'occurrence décennale).

Ses caractéristiques seront :

- conformes aux normes NF EN 858-1 et 2 et NF P 16-442 ;
- de Classe I / teneur maximale hydrocarbure : 5 mg/L
- d'un débit de dimensionnement de 3 L/s
- d'un Facteur Fd de 1
- d'un volume minimal du débourbeur de $(300 \times TN)/Fd = 900 \text{ L}$

Le rejet du séparateur hydrocarbure s'infiltrera directement. La canalisation de rejet du séparateur débourbeur d'hydrocarbures permettra un prélèvement aisé en vue d'une analyse, par la pose d'un regard de prélèvement.

Il permettra de vérifier que les mesures de réduction mises en place par l'exploitant permettent de respecter les valeurs limites présentées au 18.2.3 de l'arrêté du 22 septembre 1994 modifié. Une analyse sera réalisée au minimum une fois tous les ans.

Étant donné la faible pluviométrie sur le secteur, les prélèvements d'échantillon d'eau en vue d'une analyse en laboratoire seront réalisés de manière ponctuelle et non sur une durée de 24 heures.

D'après les données bibliographiques (« Maîtrise de la pollution urbaine par temps de pluie » de F. VALIRON et J.P. TABUCHI, « L'eau et la route » étude SETRA), on peut estimer les concentrations en micro-polluants des eaux de ruissellement du premier lessivage. Celles-ci sont données dans le tableau suivant :

PARAMETRES	CONCENTRATION
Matière en suspension (MES)	100 mg/l
Demande biologique en oxygène (DBO5)	10 mg/l
Demande chimique en oxygène (DCO)	75 mg/l
Azote total (NTK)	2 mg/l
Nitrates + Nitrites (NO ₂ + NO ₃)	0,7 mg/l
Phosphore total (Ptot)	0,4 mg/l
Cuivre	33 µg/l
Plomb	144 µg/l
Zinc	135 µg/l
Hydrocarbures	0,2 à 0,7 mg/l

Tableau 68 : Concentration en micro-polluants après un premier lessivage des voiries

Le séparateur d'hydrocarbures traitera les eaux pluviales afin de limiter les charges polluantes.

Les rendements d'élimination de la pollution attendus sur ce type d'ouvrage de traitement sont :

Taux d'abattement des pollutions attendues	Concentrations traitées par un séparateur à hydrocarbures sur le premier lessivage (en mg/l)
MES : 90%	90
Métaux : 70%	0,218
DCO et DBO : 50%	37,5 et 5
Hydrocarbures : 40%	0,28

Tableau 69 : Taux d'abattement des pollutions attendues par les séparateurs à hydrocarbures

Lors des épisodes pluvieux intenses, la majeure partie des polluants aura été retenue par le séparateur d'hydrocarbures. La qualité des eaux rejetées sera donc conforme aux valeurs limites de l'arrêté du 22 septembre 1994 modifié.

La plateforme étanche de ravitaillement et entretien des engins sera légèrement rehaussée vis-à-vis du terrain naturel pour empêcher les eaux de ruissellement extérieures de venir lessiver cette surface.

Étant donné le manque d'informations disponibles concernant les quantités de polluants qui seront présents dans les eaux de ruissellement de la plateforme étanche, il est impossible de définir leur flux journalier. Les ouvrages de traitement ont été dimensionnés à partir des débits calculés sur les surfaces concernées. Cependant, l'efficacité du séparateur a été évaluée.

Le principe de la gestion des eaux pluviales envisagé sur le projet ne modifiera pas la qualité des eaux rejetées ni la quantité. Étant donné les caractéristiques du milieu récepteur du rejet (terrain agricole) le projet ne créera pas d'impact supplémentaire.

En fin de phase 6, les installations connexes, la plateforme étanche et le séparateur seront supprimés.

➤ **Gestion des eaux de ruissellement sur la zone de l'installation de traitement, des installations connexes et d'une partie du transit :**

Un bassin de décantation /infiltration sera mis en place pour traiter les eaux ruisselant sur la zone de l'installation de traitement, des installations connexes et d'une partie du transit d'environ 1,1 ha. Le bassin est dimensionné pour une occurrence décennale et permettra de faire décanter les MES.

Le bassin devra avoir une surface de 70 m² minimum, nous retiendrons 75 m² soit une longueur (L) de 15 m, une largeur (l) de 5 m et une hauteur (h) de décantation de 2 m. La zone ayant été extraite à 6 m NGR puis réhaussée à 7 m NGR, le bassin d'une profondeur de 2 m sera toujours situé 2 m au-dessus du niveau des plus hautes eaux connues déterminé à 3 m NGR (Cf forage Pierrefonds III), en prenant en compte une marge de sécurité.

Des fossés permettront de collecter les eaux de ruissellement de la zone et les amener dans le bassin de décantation. Le dimensionnement de ces fossés sera le suivant :

Caractéristiques des fossés intercepteurs vers le bassin										
Fossé n°	Q10 (en m ³ /s)	Longueur (en m)	Pente moyenne	Matériaux	Base (m)	Largeur (m)	Hauteur (en m)	Vitesse (en m/s)	Niveau de charge (en m)	Fruit de berges
1	0,16	90	3%	Terre enherbée	0,4	0,8	0,4	1,2	0,33	1H/1V
2	0,16	18	3%	Terre enherbée	0,4	0,8	0,4	1,2	0,33	1H/1V

Tableau 70 : Caractéristiques des fossés intercepteurs des ruissèlements sur la zone des installations de traitement et connexes

Une surverse sera mise en place afin de maintenir le niveau d'eau nécessaire à la décantation et évacuer le surplus.

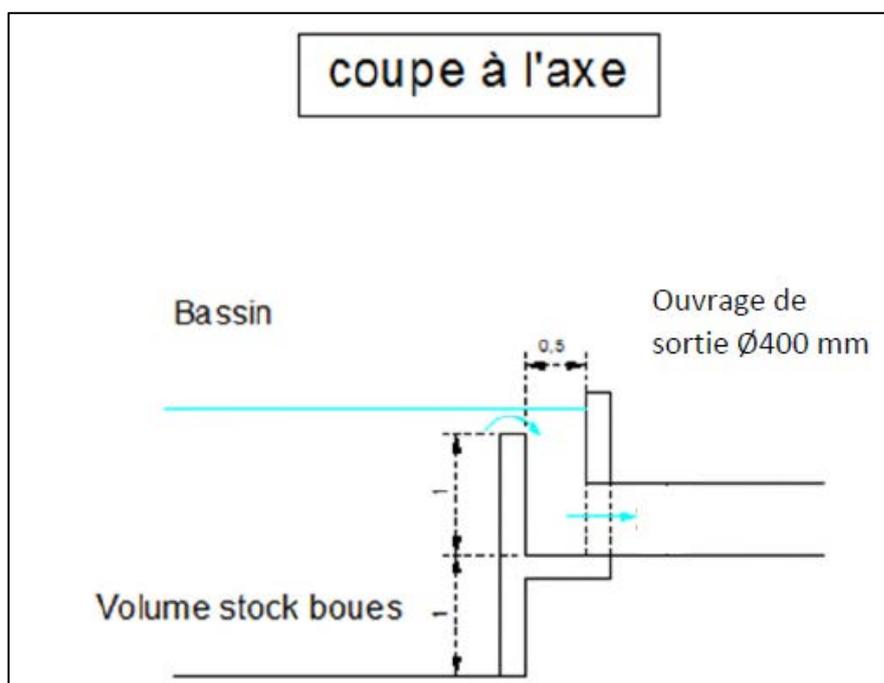


Planche 121 : Coupe de l'ouvrage de sortie du bassin (surverse)

En sortie d'ouvrage, les eaux sont dirigées vers un fossé (fossé 3) récupérant les eaux de la plateforme et les eaux de ruissellement de la surface remise en état en amont (estimé à 1 m³/s en crue décennale).

Ce fossé sera dimensionné comme suit :

Caractéristiques du fossé en sortie de surverse										
Fossé n°	Q10 (en m ³ /s)	Longueur (en m)	Pente moyenne	Matériaux	Base (m)	Largeur (m)	Hauteur (en m)	Vitesse (en m/s)	Niveau de charge (en m)	Fruit de berges
3	1	150	3%	Terre enherbée	1,5	2,5	0,5	1,7	0,5	1H/1V

Tableau 71 : Caractéristiques du fossé en sortie de surverse

Ce fossé se poursuivra ensuite en amont de l'écran acoustique. Des espaces seront laissés libres entre les gabions composant la base de cet écran pour permettre la diffusion des eaux en aval de l'installation et ainsi ne pas concentrer le rejet et éviter le risque d'érosion. Le fossé 3 sera un fossé diffuseur.

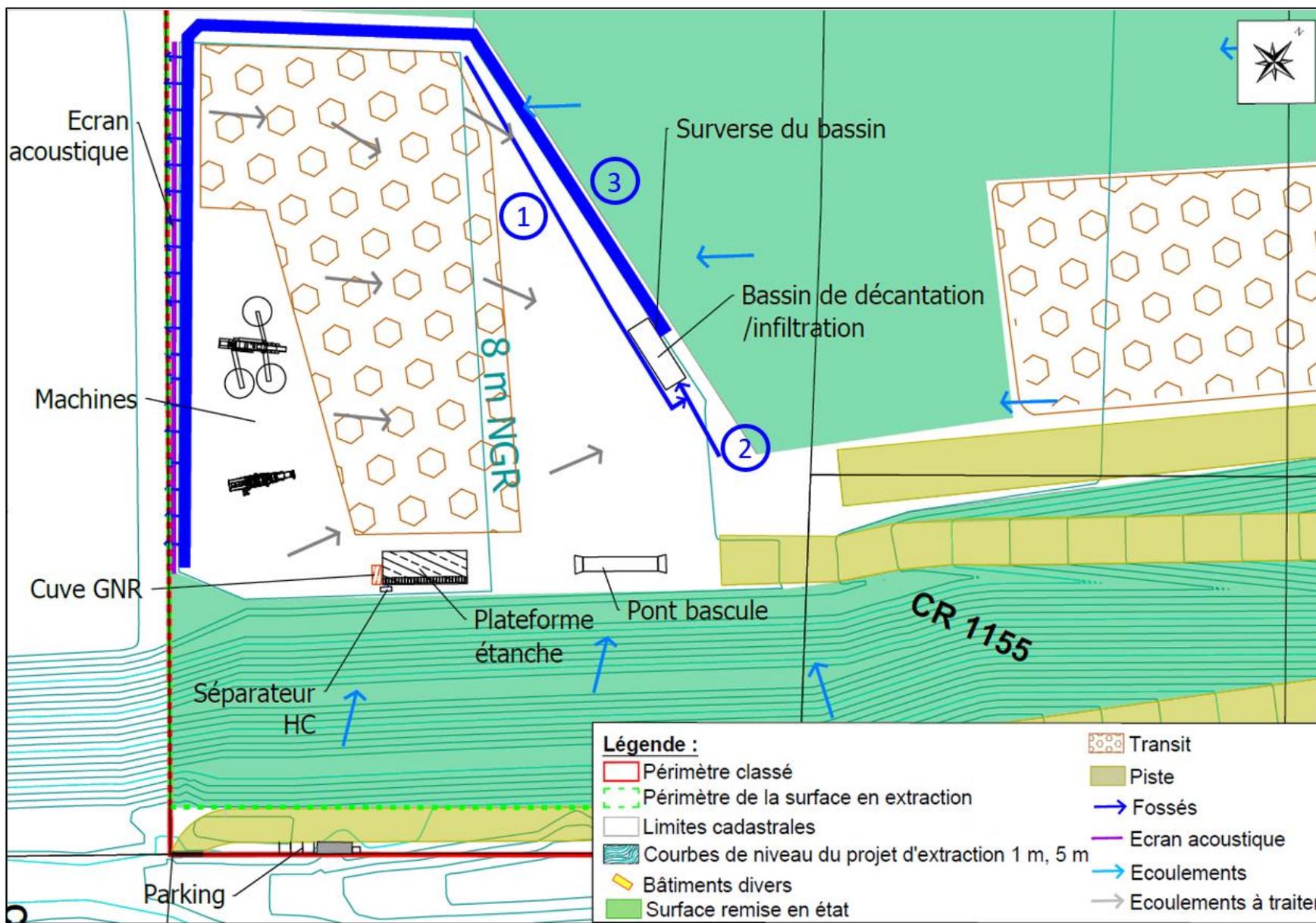


Planche 122 : Gestion des eaux de ruissellement sur la zone des installations de traitement et connexes

Aspect quantitatif

Mesures de réduction :

Conformément à l'article 6 de l'arrêté ministériel du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières, l'installation disposera d'un système de fossés, ou autre, permettant de dissocier les eaux amont des eaux ruisselant sur l'exploitation. Ainsi, les eaux de ruissellement amont ne seront jamais mélangées avec les eaux de la zone en exploitation.

Les ouvrages de gestion des eaux pluviales ont été dimensionnés, pour une période de retour décennale, selon la méthode de Manning-Strickler. Les coefficients de rugosité indiqués dans le « Guide sur les modalités de gestion des eaux pluviales à la Réunion » (DEAL, 2012) ont été utilisés dans ces calculs.

Le réseau de gestion des eaux amonts hors transparence hydraulique de la ZAC, ne comportera qu'un seul fossé qui sera positionné dès le début de l'exploitation de l'extension et ne sera plus modifié jusqu'à la fin de vie de la carrière. Des merlons seront cependant positionnés suivant l'avancement de l'exploitation pour limiter les ruissellements dans les talus en amont de la surface en cours d'extraction (Cf. Planche suivante.) Des zones d'infiltration des eaux seront créés au cours de l'exploitation pour l'infiltration des débit amonts.

Afin de limiter l'emprise de ces ouvrages dans la bande de retrait règlementaire des 10 mètres et de permettre le passage de camions, les caractéristiques de cet ouvrage hydraulique pourront être adaptées, à condition de maintenir le débit capable et la pente.

➤ La gestion des eaux pluviales amont :

En fin de phase 4 (fin de la carrière actuelle), seul un fossé de déviation des eaux pluviales est en place le long de la limite nord-est du site.

Au démarrage de l'extension, en début de phase 5, les modalités de gestion des eaux pluviales amont changent.

Deux apports potentiels d'eaux pluviales amont ont été déterminés :

- Eaux issue de la transparence hydraulique de la ZAC ;
- Eaux issues des ruissellements de la ZAC (lots 22).

Phase 5 :

Afin de gérer les eaux de ruissellement de la ZAC provenant de l'ilot 22, en complément des merlons mis en place limitant le ruissèlement, un fossé (fossé amont) est positionné en limite sud-est du site.

Il est important de préciser que, sauf en cas de défaillance totale du réseau de la ZAC, ce fossé n'est alimenté qu'au-delà de la crue vicennale et ne présente donc pas d'écoulements en deçà de ce débit.

Il est dimensionné en tenant compte de la capacité du réseau interne de la ZAC (capacité d'évacuation de 0,8 m³/s) à déduire du débit centennal (1,44 m³/s) soit environs 0,7 m³/s.

Caractéristiques du fossé en sortie de surverse										
Fossé n°	Q10 (en m ³ /s)	Longueur (en m)	Pente moyenne	Matériaux	Base (m)	Largeur (m)	Hauteur (en m)	Vitesse (en m/s)	Niveau de charge (en m)	Fruit de berges
Fossé amont	0,7	160	3%	Terre enherbée	0,5	1,7	0,6	1,7	0,6	1H/1V

Tableau 72 : Caractéristiques du fossé de gestion des eaux amonts (ilot 22)

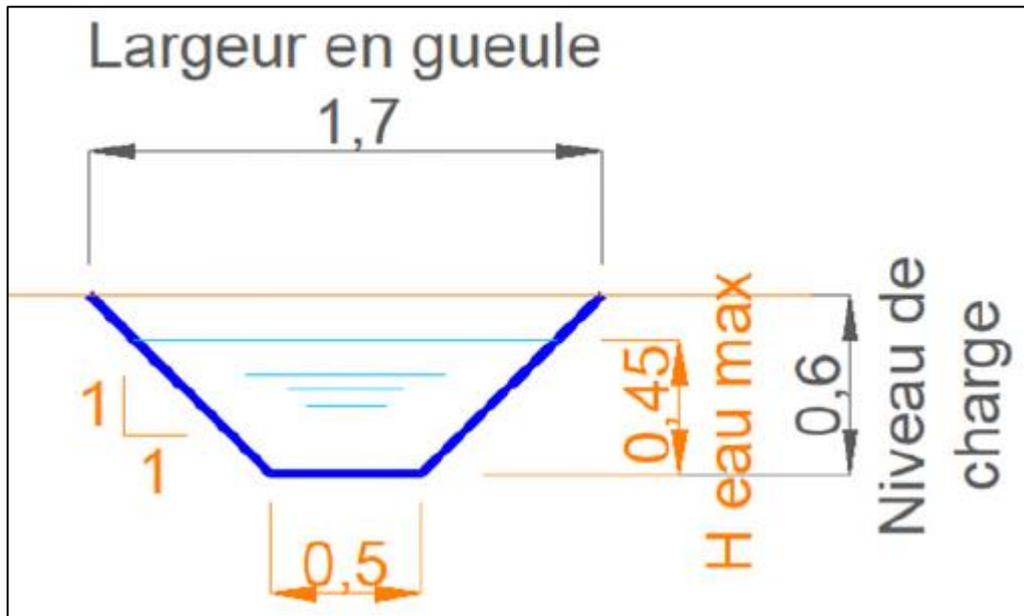


Planche 123 : Coupe du fossé de déviation des eaux provenant de l'ilot 22 de la ZAC

Comme dit précédemment, en plus des eaux issues de l'ilot 22, il y a les eaux issues de la transparence hydraulique n°3 de la ZAC. Ces eaux arrivent sur la surface du projet via un diffuseur.

Le débit pouvant être relativement important lors d'épisodes ponctuel, pendant l'extraction de la phase 5 au sud-est de la zone de l'extension, un bassin d'infiltration des eaux sera créé au nord-est. Le creusement de ce bassin fait partie de l'extraction de la phase 5 et représente environ 100 000 m³ de matériaux.

Ce bassin est calé entre 33 et 39 m NGR pour une surface variant entre 7 600 et 15 200 m² soit un volume de 68 000 m³.

Les tests de perméabilités réalisés à ce niveau indiquent une perméabilité d'environ 240 mm/h.

Les caractéristiques de fonctionnement du bassin en crue décennale sont les suivantes :

- Débit d'infiltration estimé : 0,667 m³/s ;
- Volume max stocké : 50 000 m³ ;
- Hauteur max : 5 m d'eau ;
- Temps de vidange : 86 000 s soit environ 24 h.

Afin de permettre le transfert des eaux entre le diffuseur actuel et le bassin d'infiltration, le diffuseur actuel doit être repris et canalisé. Cette reprise est dimensionnée pour une crue centennale soit 18/ m³/s.

Cette reprise sera soit en canal béton, soit en fossé végétalisé. Les dimensions de ces deux possibilités d'ouvrages sont les suivantes :

Caractéristiques du fossé en sortie de surverse										
Fossé n°	Q100 (en m ³ /s)	Longueur (en m)	Pente moyenne	Matériaux	Base (m)	Largeur (m)	Hauteur (en m)	Vitesse (en m/s)	Niveau de charge (en m)	Fruit de berges
5 (béton)	18	240	1%	Béton	3,5	3,5	2,5	5	2,4	/
5 (végétalisé)	18	240	1%	Terre enherbée	5	8,2	1,6	2,4	1,6	1H/1V

Tableau 63 : Caractéristiques du fossé de prolongation et canalisation du diffuseur actuel

La transition entre les zones bétonnées et le canal végétalisé se fera via une zone en enrochements libre (\emptyset moyen 0,7 m) d'une longueur minimale de 10 m posé sur un géotextile.

Entre le fossé et le bassin d'infiltration, une protection sera mise en œuvre afin de limiter le risque d'érosion sur le talus. Pour cette phase, la protection du talus pourra être réalisé en béton projeté sur une largeur au minimum équivalente au fossé amont. Une fosse de réception en enrochements libre de 10 m X 10 m X 2 m minimum sera mis en œuvre en pied de descente pour limiter les risques d'érosions.

Sur les planches suivantes, les machines et la plateforme étanche ne sont pas tout à fait aux bons emplacements, sans que cela influe les modalités de gestion des eaux proposées.

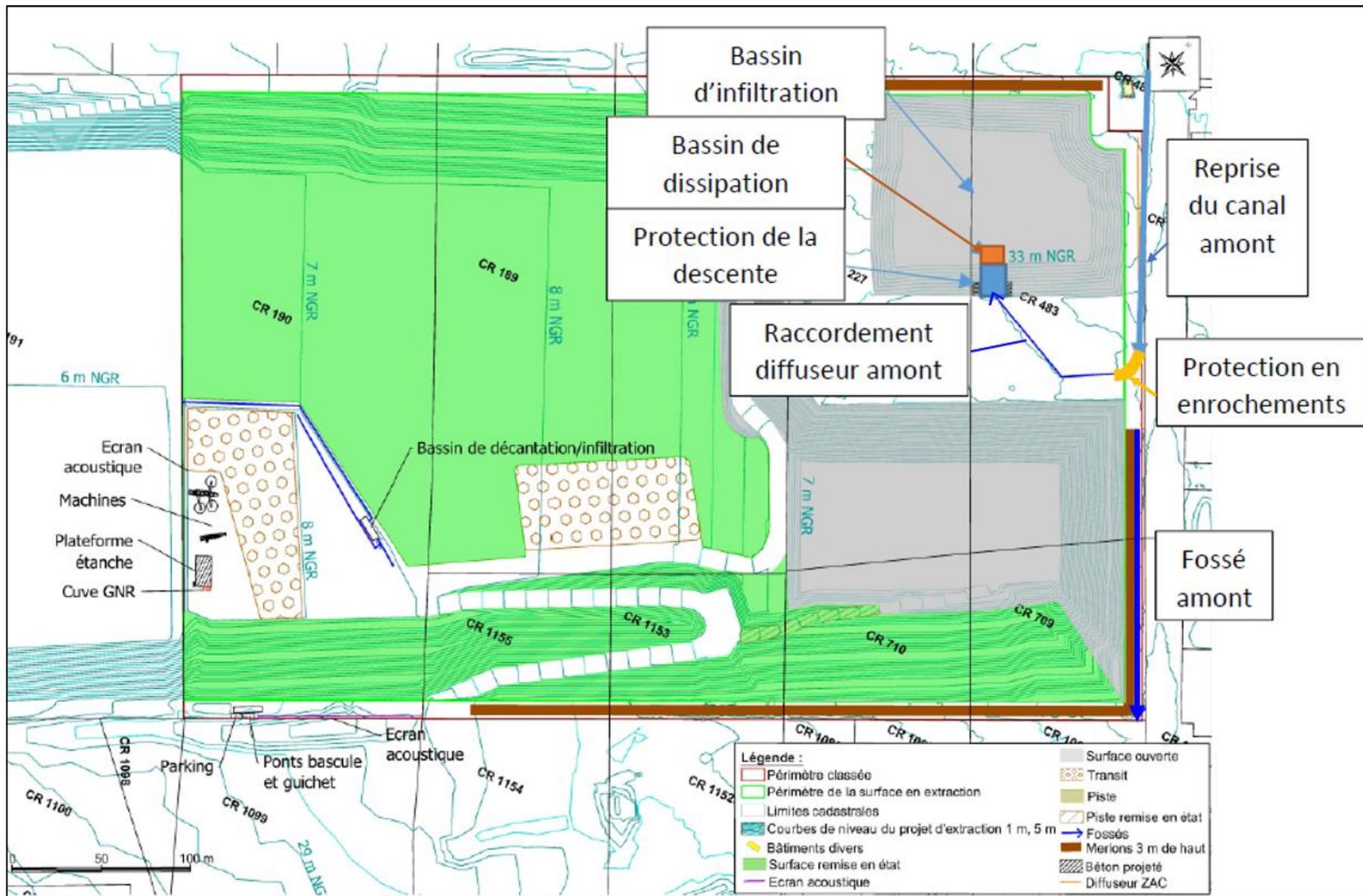


Planche 124 : Gestion des eaux amont durant la phase 5 (Source : ARTELIA)

Phase 6

A la fin de la phase 5, pour le début de la phase 6, les modalités de gestion des eaux issues de la transparence hydrauliques changent pour permettre la consommation de la zone nord de l'extension.

En fin de phase 5, le canal amont et la descente de protection sont basculés vers la zone sud qui devient alors la nouvelle zone d'infiltration des eaux pluviales amont, dimensionnée pour une occurrence décennale.

En phase 6, le bassin d'infiltration spécifique est mis en œuvre en partie sud-est de la zone de l'extension. Il correspond à l'ancienne zone d'extraction de la phase 5.

Ce bassin est calé entre 7 et 12 m NGR pour une surface variant entre 10 250 et 13 565 m² soit un volume de 59 500 m³.

Les caractéristiques de fonctionnement du bassin en crue décennale sont les suivantes :

- Débit d'infiltration estimé : 0,595 m³/s ;
- Volume max stocké : 50 725 m³ ;
- Hauteur max : 4,3 m d'eau ;
- Temps de vidange : 96 000 s soit environ 27 h.

Les autres aménagements mis en œuvre précédemment ne sont pas modifiés (reprise du diffuseur, canal de collecte des eaux du lot 22).

Une protection de la descente des eaux en béton projeté sera également mise en place, avec une fosse de dissipation de l'énergie des eaux avec les mêmes dimensions (10 m x 10 m x 2 m).

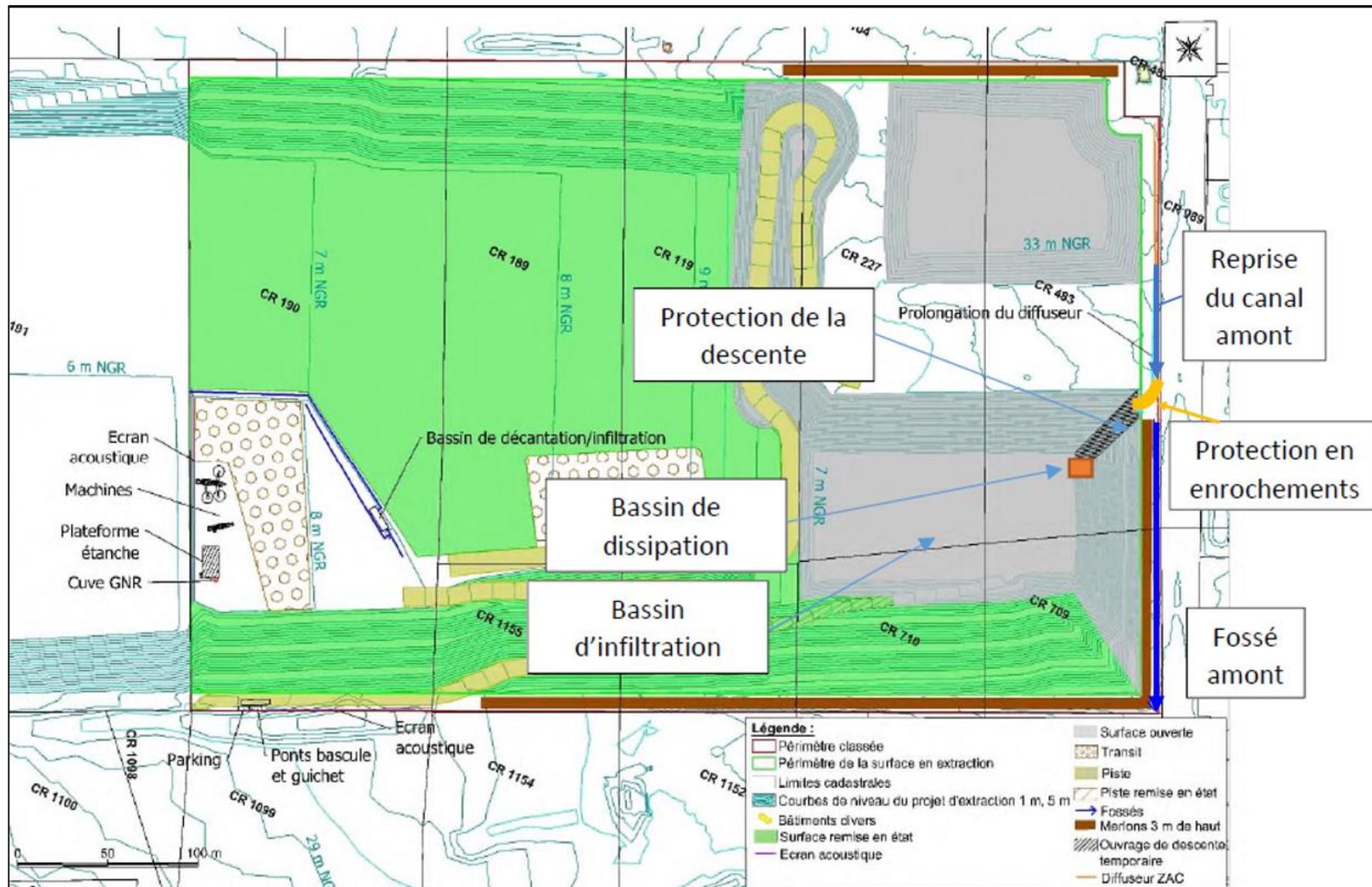


Planche 125 : Gestion des eaux amont en fin de phase 5, début de phase 6 (Source : ARTELIA)

Phase de remise en état (fin de phase 6)

En fin de phase 6 les aménagements définitifs sont mis en œuvre.

Le canal amont et la descente de protection est rebasculé vers la zone nord qui devient alors la zone d'infiltration des eaux amont définitives. Pour la création de l'ouvrage de descente définitif, au droit de cet ouvrage, l'extraction aura été réalisée selon une pente de 30 ° (et non 45°). Comme cela, l'ouvrage aura la même pente que les talus remis en état et reposera sur du gisement au lieu de remblais.

Le fossé de collecte des eaux issues de la ZAC (Lot 22) sera supprimé lors de la remise en état une fois que les talus aval auront été végétalisés.

La zone d'infiltration préférentielle est calée entre 7 et 12 m NGR pour une surface variant entre 500 et 28 000 m² soit un volume d'environ 68 000 m³.

La perméabilité du terrain remis en état est estimée à d'environ 180 mm/h.

Les caractéristiques de fonctionnement du bassin en crue décennale sont les suivantes :

- Débit d'infiltration estimé : 1,1 m³/s ;
- Volume max stocké : 45 400 m³ ;
- Hauteur max : 3,7 m d'eau (10,7 m NGR) ;
- Temps de vidange estimé : 50 500 s soit environ 14 h.

Afin de diminuer le temps de vidange, une buse Ø300 mm est positionnée à la cote 8 m NGR.

Le débit de fuite dans la buse varie en fonction de la hauteur d'eau dans le bassin ainsi, ce débit de fuite est de 110 l/s pour une hauteur d'eau de 0,4 m et de 350 l/s pour une hauteur de 2,7 m.

En considérant un débit de fuite moyen de 245 l/s, le temps de vidange du bassin plein est alors de 11 h et demi.

Pour la conduite de vidange, les coordonnées sont

Au nord : X= 336769.5
 Y= 7642470.8

Au sud (sortie) : X= 336648.5
 Y =7642388.3

Afin de maîtriser les débordements en cas de dépassement du débit de dimensionnement, une surverse est mise en œuvre au nord de la zone d'infiltration. Cette surverse est calée à 11,5 m NGR et permet d'évacuer un débit de 7,5 m³/s (Q100 - Q10 = 18 - 10,5).

Pour une hauteur d'eau maximale de 0,5 m cette surverse fera 16 m de long. Cette surverse sera végétalisée (vitesse estimée inférieure à 2 m/s).

Entre le fossé amont et le bassin d'infiltration, une protection sera mise en œuvre afin de limiter le risque d'érosion sur le talus. Pour cette phase, la protection du talus sera réalisée en enrochements libres ou liées entre deux murs moellons, selon la pente du talus, sur une largeur au minimum équivalente au fossé amont. Une fosse de réception en enrochements libre de 10 m X 10 m X 2 m minimum sera mis en œuvre en pied de descente pour limiter les risques d'érosions.

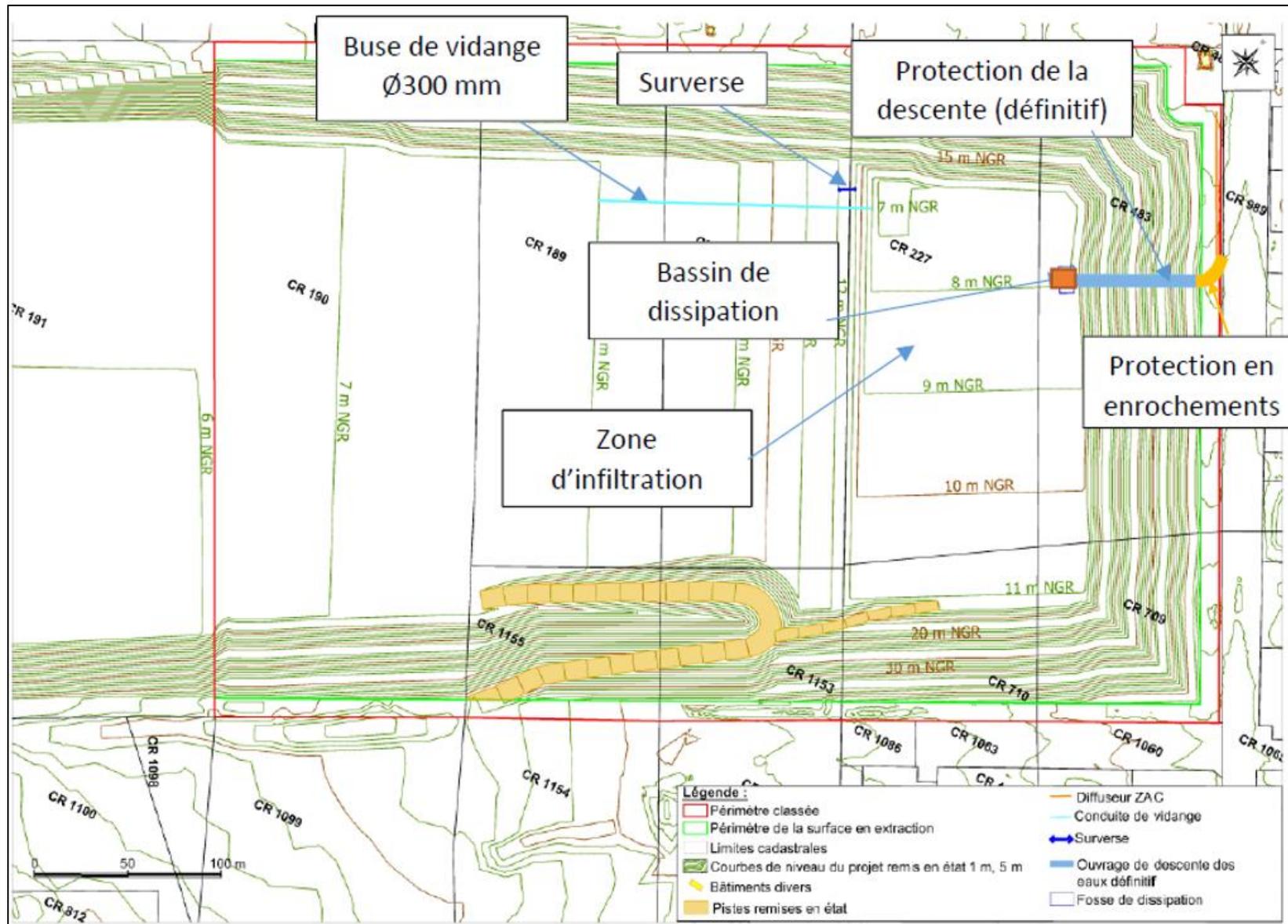


Planche 126 : Gestion des eaux lors de la remise en état (Source : ARTELIA)

7.2.6 Assainissement

7.2.6.1 Caractérisation des effets du projet

L'eau qui sera utilisée sur le site proviendra :

- du réseau d'irrigation de la SAPHIR présent sur le site, dont l'exploitant dispose d'une autorisation pour son utilisation,
- du réseau d'eau potable de RUNEO.

La consommation des installations a été estimée dans le tableau suivant :

Poste de consommation	Consommation par jour en m ³	Nombre de jours de fonctionnement	Consommation par an des eaux issues du réseau d'irrigation en m ³	Consommation par an des eaux issues du réseau AEP en m ³
Lavage des engins	0,2	240	48	0
Arrosage des pistes, zone en extraction et rotolue	60,5		14 520	0
Arrosage des pistes et de la zone en extraction après raccordement à la voie des carriers	31,5		7560	0
Sanitaires et douche	0,44		0	105,6
Total			14 568 puis 7608	105,6

Tableau 73 : Volumes d'eau consommés sur le projet

La consommation d'eau issue du réseau d'eau d'irrigation ASPHIR sera de l'ordre de **14 568 m³ par an, puis 7608 m³ par an** lorsque l'accès nord-ouest sera mis en place.

A cela s'ajoute une consommation annuelle de **105,6 m³** (0,44 m³ x 240 j) sur le réseau AEP Runéo pour les sanitaires et douche.

Eaux de ruissellement des surfaces étanches

Les eaux de la plateforme étanche seront collectées puis dirigées vers un séparateur déboureur d'hydrocarbures. Ce dernier a été dimensionné pour un débit de pointe équivalent à une précipitation de 20% du Q10 (20% de l'occurrence décennale).

Il possèdera une capacité de 3 L/s. Le rejet se fera par infiltration à proximité.

Les eaux issues des surfaces étanches seront traitées par des dispositifs permettant de limiter les risques de rejet d'eau polluée dans l'environnement.

Eaux de ruissellement sur la surface en extraction et la zone de transit des remblais/granulats

Les eaux tombant sur la surface en cours d'extraction, s'infiltreront directement dans le fond de la fosse. Ces eaux contiennent principalement des matières en suspension. La couche de matériaux en place de 3 mètres (2 m au droit des fosses de dissipation de l'énergie des eaux) minimum d'épaisseur entre le fond d'exploitation et les plus hautes eaux de la nappe, permettra une épuration des eaux de ruissellement.

Au niveau de la zone des installations de traitement et connexes, un réseau de fossés périphériques permettra de collecter les eaux non infiltrées pour les envoyer vers un bassin de décantation/infiltration.

Eaux de ruissellement sur les surfaces déjà remise en état

Les eaux ruisselant sur les zones remises en état s'infiltreront directement.

Eaux issues des sanitaires et douches

Les eaux seront traitées par un système d'assainissement autonome, régulièrement entretenu.

7.2.6.2 Mesures de réduction des impacts

Mesure de réduction :

Un séparateur-débourbeur d'hydrocarbures de 3 L/s sera installé. Il traitera les eaux provenant de la plateforme bétonnée. Le rejet se fera par infiltration.

La vidange et l'entretien du séparateur seront effectués chaque année par une société agréée, des bordereaux seront tenus à disposition de l'inspecteur des installations classées.

Les eaux issues des sanitaires seront traitées par un système d'assainissement autonome.

7.2.7 Synthèse des effets du projet sur le milieu physique et mesures associées

Chapitre	Thème	Description des effets du projet	Temporaire Permanent	Direct Indirect	Mesures d'Évitement et de Réduction	Impact brut	Impact résiduel	Mesure de surveillance, d'Accompagnement et de Compensation
Milieu physique	Topographie et Géomorphologie	Modification de la topographie du secteur	P	D	<p>R : Utilisation de terre de terrassement et déchets inertes (selon l'AM du 12/12/2014) pour le remblaiement de la carrière</p> <p>R : Mise en place d'une couche de terre de 0,5 mètre minimum (terre végétale épierrée et amendée) pour la remise en état</p>	Fort	Moyen	
	Pédologie / Agronomie	Perte de la couche cultivable	T	D	<p>R : Mise en place d'une couche de terre de 0,5 mètre minimum (terre végétale épierrée et amendée) pour la remise en état</p> <p>R : Criblage/épierrage des terres de découvertes</p>	Moyen	Nul	
	Géologie	Risque de pollution des sols par déversement d'hydrocarbures et/ou d'huiles des engins de l'exploitation	T	D	<p>R : Utilisation de terre de terrassement et de déchets inertes (selon l'AM du 12/12/2014) pour le remblaiement de la carrière et non d'autres types de déchets inertes</p> <p>R : Installation de la cuve de GNR de 10 m³ dans une rétention de 10 m³, avec aire de dépotage, ravitaillement étanche et reliée à un séparateur-déboureur d'hydrocarbures</p> <p>R : Ravitaillement des pelles mécaniques sur un dispositif étanche amovible</p> <p>R : Plateforme de ravitaillement des engins étanche et reliée à un séparateur déboureur d'hydrocarbures</p>	Moyen	Faible	
	Hydrogéologie	Risque de pollution des eaux souterraines suite à un	T	I	<p>R : Utilisation de terre de terrassement et de déchets inertes (selon l'AM du 12/12/2014) pour le</p>	Moyen	Faible	A : Entretien annuel du séparateur déboureur d'hydrocarbures.

	déversement accidentel d'hydrocarbure, d'huiles des engins, de produits flocculants/coagulants et des remblais du site.			<p>remblaiement de la carrière et non d'autres types de déchets inertes</p> <p>R: Maintien d'une couche de matériaux non remaniés d'une épaisseur de 3 mètres lors de l'extraction (2 minimum)</p> <p>R: Installation de cuvettes de rétention pour les hydrocarbures et d'une aire étanche reliée à un séparateur débourbeur d'hydrocarbures</p> <p>R: Mise en place d'une couche de terre de bonnes qualités agronomiques améliorant la qualité d'épuration des sols</p> <p>R: Réalisation d'un bassin de décantation/infiltration pour les eaux ruisselant sur les installations connexes</p> <p>R: Positionnement d'une couche de faible perméabilité sur le fond d'extraction</p>			A : Mise en place d'analyses régulières de la qualité des eaux de la nappe sous-jacente via les 2 piézomètres à proximité du site
Hydrologie	Risque de pollution des eaux de ruissellement	T	D	<p>R: Le fossé permettra de ne pas augmenter la quantité de MES lors d'épisodes pluvieux intenses</p> <p>R: Installation de la cuve de GNR de 10 m³ dans une rétention de 10 m³, avec aire de dépotage, ravitaillement étanche et reliée à un séparateur-débourbeur d'hydrocarbures</p> <p>R: Mise en place d'un séparateur-débourbeur d'hydrocarbures permettant de collecter les premières pollutions de la plateforme étanche</p>	Faible	Nul	
	Risque d'augmentation des débits et des vitesses d'écoulement des eaux de ruissellement. Risque d'augmentation du risque d'inondation	P	D et I	<p>R: Création d'un ouvrage hydraulique (fossé) dimensionné pour une occurrence décennale permettant de détourner les eaux amont au projet. Infiltration des eaux en sortie du diffuseur</p> <p>R: Mise en place d'un séparateur débourbeur d'hydrocarbures permettant de collecter les premières pollutions provenant de la plateforme étanche</p>	Faible	Faible	A : Entretien régulier des ouvrages (curage du fossé, curage du séparateur débourbeur d'hydrocarbures, etc.)

	Assainissement	Rejet d'eaux usées dans le milieu naturel	T	D	<p>R : Installation de la cuve de GNR de 10 m³ dans une rétention de 10 m³, avec aire de dépotage, ravitaillement étanche et reliée à un séparateur-déboureur d'hydrocarbures</p> <p>R : Toilettes et douches avec systèmes d'assainissement autonome</p>	Faible	Nul	<p>A : Entretien annuel du séparateur déboureur d'hydrocarbures.</p> <p>A : Entretien régulier du système d'assainissement autonome.</p>
--	----------------	---	---	---	---	--------	-----	--

Tableau 74 : Synthèse des effets du projet sur le milieu physique et des mesures associées pour éviter, réduire et compenser les impacts

7.2.8 Estimation des coûts des mesures envisagées pour le milieu physique

		Coût de la mesure	Total	Délai de mise en application
Mesures d'évitement des impacts sur la topographie, la géomorphologie, la pédologie et la géologie	Remblaiement partiel de la carrière avec des terres de terrassement et déchets inertes surmontés d'une couche agronomique de 0,5 mètre composée de terres végétales épierrées et amendées	Coût d'exploitation	-	Exploitation et de remise en état
	Plantation d'arbres et d'arbustes sur les risbermes	Cf. Paysage		
Mesures de réduction des impacts sur les sols et les eaux souterraines	Mise en place de rétentions pour les produits polluants (GNR)	Coût d'exploitation	30 500 €	Travaux et d'exploitation
	Mise en place d'une plateforme étanche pour le ravitaillement des engins	Coût d'exploitation		Travaux et d'exploitation
	Positionnement d'un séparateur débourbeur d'hydrocarbures (2 500 €), sa pose (1 000 €) et son entretien pendant 10 ans supplémentaires (550 € par an) Entretien du système d'assainissement des eaux (550 € pendant 10 ans)	14 500€		Travaux et d'exploitation
	Réalisation de prélèvements et d'analyses d'eaux les piézomètres P12 et F7 avec une fréquence triennale et une mesure supplémentaire après remise en état (5 campagnes). Le coût est estimé à 2000 € par campagne	16 000 €		Travaux et d'exploitation
Mesures d'évitement et de réduction des impacts sur les eaux de surface	Mise en place de fossés et d'un bassin de décantation/infiltration	Coût d'exploitation	4 000 €	Travaux et d'exploitation
	Mesure annuelle de la qualité des eaux au niveau du rejet du séparateur débourbeur d'hydrocarbures (400 € par analyse)	4 000 €		Travaux et d'exploitation
		Total	34 500 €	-

Tableau 75 : Synthèse des coûts des mesures envisagées pour le milieu physique

7.3 PAYSAGE

7.3.1 *Caractérisation des effets du projet sur le paysage*

L'analyse des effets du projet sur le paysage a été réalisée par le cabinet Esprit du Lieu, dont l'étude est consultable en Annexe 2 – pièce 4.

Le diagnostic paysager du site a démontré :

- que la perception des parcelles concernées par le projet au niveau des vues lointaines était excessivement faible,
- que la perception des parcelles concernées au niveau des vues rapprochées était particulièrement limitée,
- que les caractéristiques paysagères et singulières intrinsèques du site ne présentaient pas un caractère remarquable.

Les sites d'exploitation de carrière forment des espaces très artificiels dans le paysage. Les dénivelés créés par l'exploitation génèrent des fronts de taille dont la hauteur est importante et qui modifient le relief et l'aspect du site.

Le plan d'exploitation prévoit l'extraction des matériaux sur une épaisseur maximale d'environ 36 m. La perception du site sera de fait, modifiée.

Cependant, l'impact visuel du projet dépend de la distance, du relief et de la végétation. Le projet épouse le relief et permet de limiter très fortement les perceptions visuelles de l'extérieur.

Les parcelles cultivées en canne à l'ouest de la zone d'étude formeront des écrans visuels lors de l'exploitation du site. Les mesures de compensation mis en place pour l'exploitation de la carrière SORECO (merlons) serviront également à masquer les fronts de taille de la future extension.

De manière générale, le diagnostic paysager du site a démontré :

- que la perception des parcelles concernées par le projet au niveau des vues lointaines était excessivement faible,
- que la perception des parcelles concernées au niveau des vues rapprochées était particulièrement limitée,
- que les caractéristiques paysagères et singulières intrinsèques du site ne présentaient pas un caractère remarquable.

7.3.1.1 Phase d'aménagement et d'exploitation

En début d'exploitation et à chaque fois que le carreau glissant sera déplacé, la surface sera défrichée et décapée. La terre végétale (environ 0,5 m) sera criblée et séparée par horizon puis positionnée en merlons périphériques

La mise à nu des terres sera très perceptible depuis les points de vue les plus proches.

Les principes retenus pour le phasage d'exploitation visent à limiter l'impact visuel du projet et assurer une meilleure insertion paysagère du site :

- en optant pour une exploitation selon la méthode du carreau glissant,
- en définissant un avancement d'exploitation, qui permet un réaménagement coordonné aux travaux d'extraction, de manière optimum pour atténuer la perception du site,

- en privilégiant une limite d'extraction qui respecte les courbes de niveau et la limite des plus hautes eaux connues de la nappe.
- en réalisant le décapage et le défrichage par tranches successives selon les besoins de l'exploitation.

Au cours des phases d'extraction et d'exploitation de l'extension (phases 5 et 6), l'objectif recherché sera de préserver le paysage des espaces en limite de l'exploitation :

- préserver la qualité du cadre de vie des riverains par la limitation des nuisances de l'exploitation.

Cette préservation va bien au-delà des aspects paysagers puisqu'il est recherché au travers de différentes mesures la mise en place de protection contre les nuisances d'exploitation :

- protection phonique et protection contre les vents (poussières),
- intégration visuelle des ouvrages liés à l'exploitation (accès, installations, etc....).



Planche 127 : Vue aérienne de la carrière durant la phase 5 (Source : Esprit du Lieu)

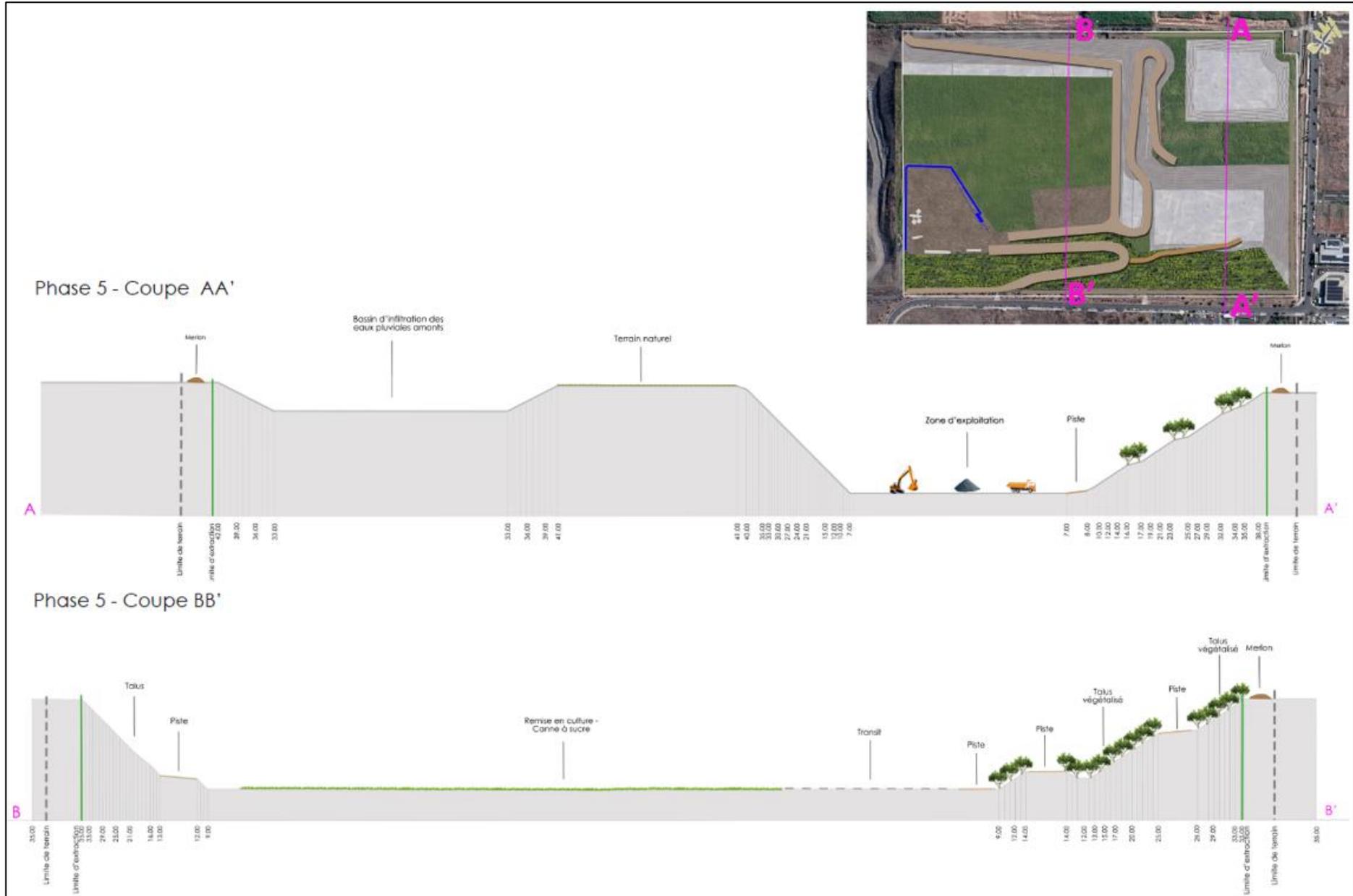


Planche 128 : Coupes de la carrière durant l'exploitation de la phase 5 (1)

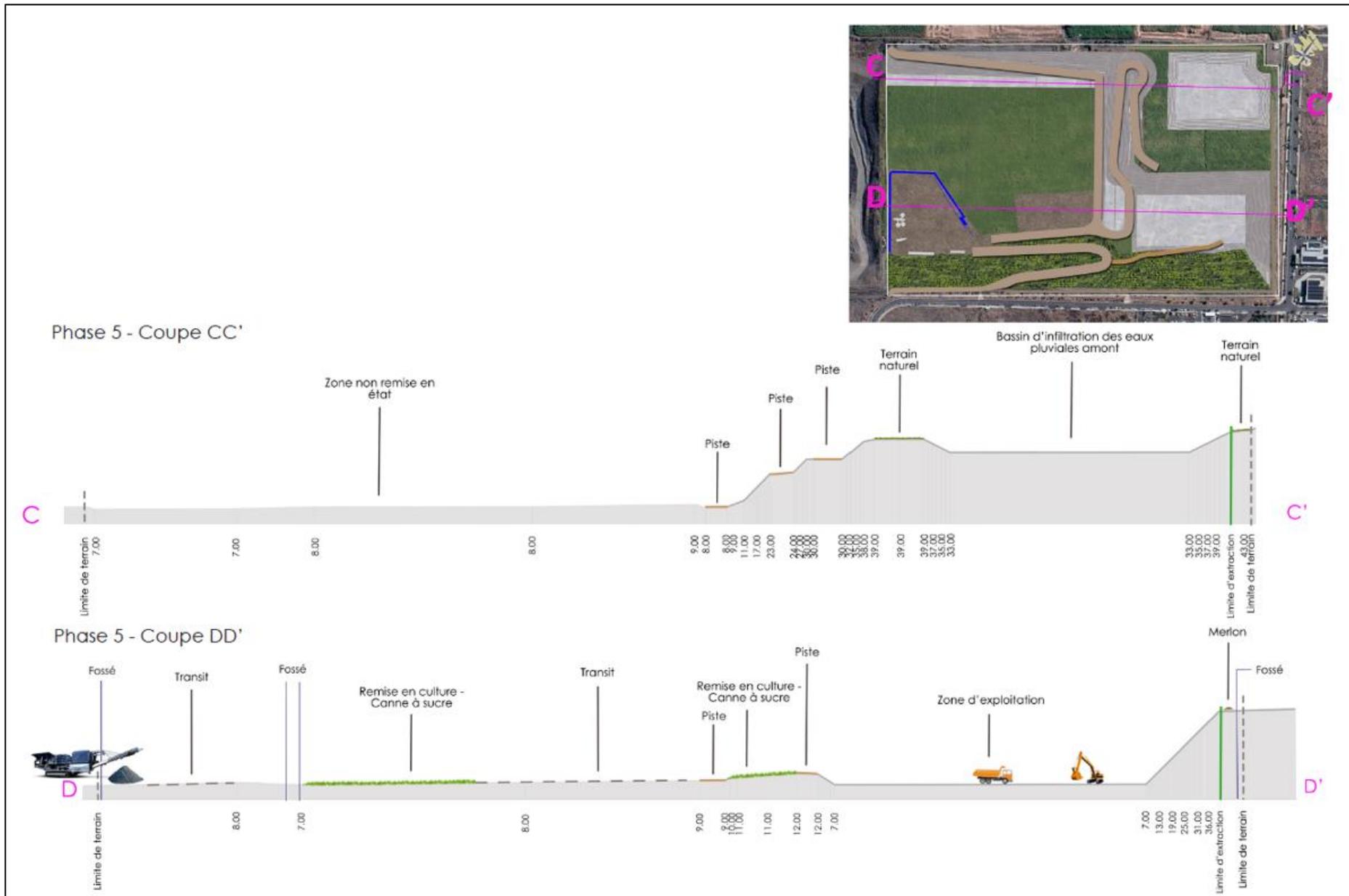


Planche 129 : Coupes de la carrière durant l'exploitation de la phase 5 (2)

Le photomontage ci-dessous permet d'apprécier l'efficacité des mesures de compensation et de réduction des impacts paysagers proposés.

L'implantation d'un merlon périphérique, planté de cannes, jouera parfaitement son rôle d'écran visuel sur la zone d'exploitation.

Cette insertion paysagère a été prise depuis le parking de la Poste de Pierrefonds, Rue Antoine Felix Leveneur qui donne une des perceptions visuelles des plus fortes sur le site de la future extension.



Merlon planté de
cannes à sucre

Zone d'exploitation de la carrière à
l'arrière du merlon

Planche 130 : Insertion paysagère de la carrière durant l'exploitation de l'extension, à une échelle rapprochée

A une échelle lointaine, ce photomontage indique que la carrière SORECO déjà en activité n'est pas perceptible et que la future extension ne sera également pas visible.



Extension de la carrière SORECO
lors de sa phase d'exploitation.

Planche 131 : Insertion paysagère de la carrière durant l'exploitation de l'extension, à une échelle lointaine

7.3.1.2 Phase de remise en état

Les enjeux paysagers liés à la remise en état sont les suivants :

Enjeux de valorisation :

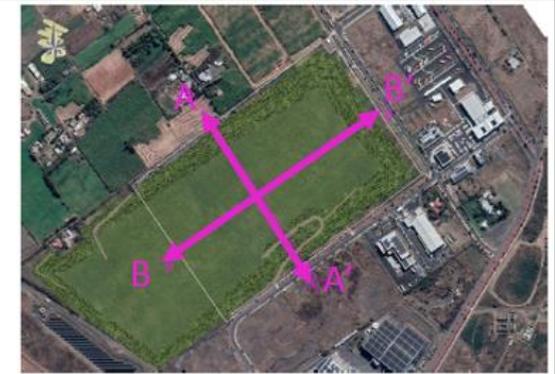
- Valorisation des espaces de la carrière en espaces agricoles,
- Valorisation des talus en vergers.

Enjeux de préservation :

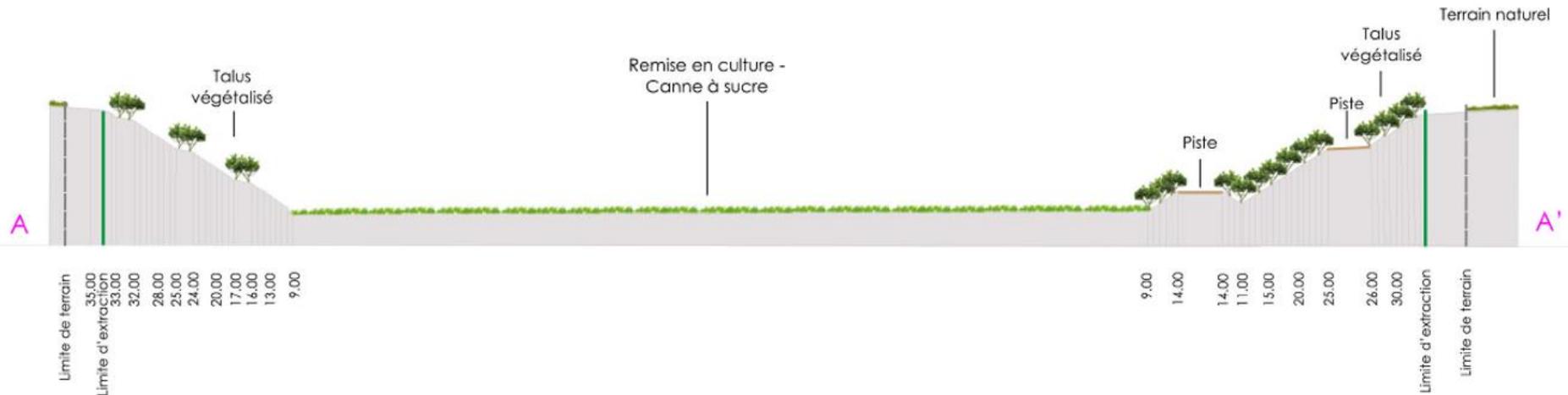
- préservation des continuités écologiques (trame verte et bleue),
- préservation du paysage homogène dû aux nombreux champs de canne à sucre et de vergers.



Planche 132 : Vu aérienne de la carrière remise en état (Source : Esprit du Lieu)



Phase REE - Coupe AA'



Phase REE - Coupe BB'



Planche 133 : Coupes de la carrière après la remise en état

7.3.2 Mesures de réduction des impacts sur le paysage

7.3.2.1 **Mesures en phases d'aménagement et d'exploitation**

Des mesures d'accompagnement environnemental viseront à réduire l'emprise et l'impact des travaux durant toute la phase d'exploitation de la carrière, comme la gestion des défrichements.

Les opérations de débroussaillage, de décapage seront anticipées et accompagnées. Des contrôles préalables seront engagés afin de repérer par exemple la présence de nids (oiseaux nicheurs, etc.), une planification devra être mise en place avec un principe de débroussaillage privilégiant dans un premier temps les interventions sur le centre de la zone à défricher pour se terminer par les extérieurs (Cf. Mesures en faveur du Milieu Naturel, Chapitre suivant). Ainsi la faune éventuellement présente disposera de temps pour fuir sur des espaces naturels situés à proximité.

En ce qui concerne les mesures prévues afin de limiter les impacts sur le paysage durant la phase d'exploitation, les mesures de réduction seront les suivantes :

1 Réalisation de merlons périphériques :

Des merlons périphériques seront mis en place d'une hauteur de 3 m qui éviteront toute perception directe sur les zones d'extraction pour les usagers du secteur. Ces merlons ne pourront être végétalisés définitivement car ils seront évolutifs au fur et à mesure de l'avancement de l'exploitation de la carrière. Ils pourront néanmoins être plantés en canne à sucre.

2 Remise en état des terrains à l'avancement :

La remise en état du site au fur et à mesure de l'avancement des travaux d'extraction permettra de limiter les espaces de la carrière à ciel ouverts et ainsi envisager une réaffectation des sols la plus rapide possible, avec notamment une végétalisation des espaces périphériques afin de constituer des écrans de protections visuelles et climatiques, ainsi qu'une végétalisation des talus pour limiter les phénomènes potentiels d'érosion.

Les installations de traitement des matériaux seront implantées en limite de terrain, sur le fond de fouille de la carrière SORECO en exploitation, à proximité de la carrière TERALTA. Elles seront encaissées à une profondeur d'environ 23 m par rapport au terrain naturel et seront ainsi invisibles au regard et permettront de limiter les émissions de poussières et les nuisances sonores.

3 Localisation optimum des installations de traitement

Les installations de traitement étant localisée au fond de la carrière, celles-ci ne sont pas visibles depuis l'environnement proche et lointain du site.

7.3.2.2 **Mesures lors de la remise en état**

Le parti d'aménagement paysager s'inscrit dans l'organisation du territoire et les évolutions du paysage en cours dans le secteur de Pierrefonds.

Il respecte la composition du paysage environnant. Ainsi, il se décline de la manière suivante :

- Suppression des merlons mis en œuvre lors de la phase d'exploitation.
- Réaménagement du site en respectant l'organisation du territoire avec notamment des zones agricoles type champs de canne à sucre.
- Retour à une vocation agricole sur la majorité des terrains, avec la mise en place d'une couche de terre de 0,5 m minimum d'épaisseur présentant de bonnes qualités agronomiques (épierrée et amendée de fines de lavage).

- Mise en place de bandes plantées arbustives sur les risbermes des talus.
- Inscription du site dans une démarche de valorisation de la biodiversité.

Le projet d'extension s'inscrivant dans le cadre de l'exploitation de la carrière SORECO existante, la remise en état des talus de cette dernière suivra le même modèle que celui préconisé ci-dessus. Cette démarche permettra la mise en cohérence paysagère du site et la prise en compte de la zone carrière SORECO comme une entité paysagère globale.

Le projet de remise en état du site consiste à mettre en place des espaces agricoles sur la majorité des terrains du projet.

Ces espaces agricoles seront réappropriés par les agriculteurs qui y cultiveront majoritairement de la canne à sucre ou éventuellement d'autres types de cultures.

Les talus seront plantés avec des arbres issus de liste du dispositif DAUPI (Démarche Aménagement Urbain et Plantes Indigènes) secteur n°1 « Savane ».

Au fur et à mesure de la remise en état de la carrière et selon les choix de plantations que feront les agriculteurs, le paysage constitué de parcelles aux dimensions variables devrait petit à petit se fondre dans le paysage global des pentes de Saint-Pierre.

La coupe de principe présentée ci-après schématise la végétalisation des talus avec risberme.

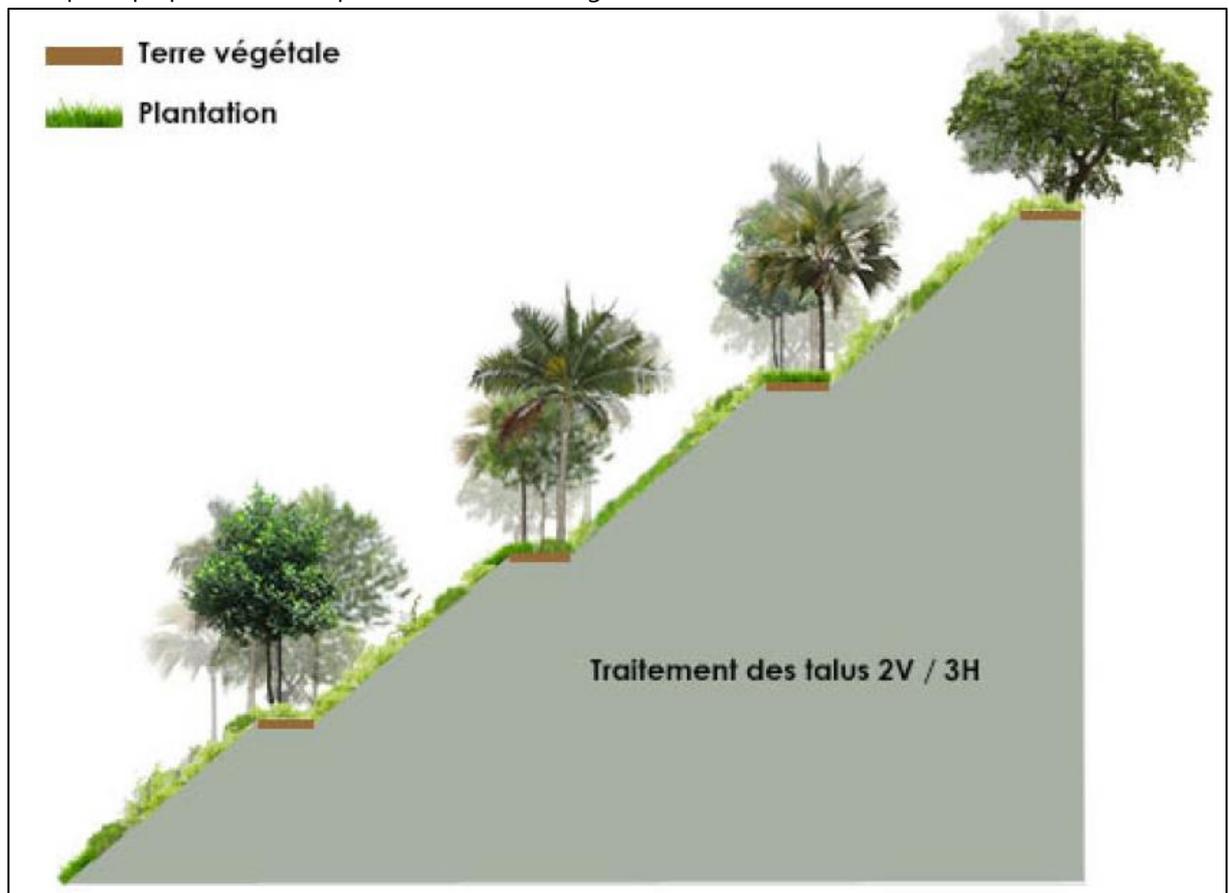


Planche 134 : Principe de traitement des talus (Source : Esprit du Lieu)

Le chemin permettant l'accès aux différentes parcelles agricoles sera remplacé via la rampe descendant dans le talus, se scindant en deux parties : une partie pour l'accès à la zone de la carrière existante et une partie pour l'accès à la zone de l'extension.

La remise en exploitation agricole, grâce notamment à la reconstitution des sols, permettra d'obtenir sur la parcelle concernée, un rendement supérieur à celui réalisé antérieurement. En effet, grâce aux travaux

d'épierrage et à l'apport de terre végétale amendée, la qualité agronomique du sol sera largement améliorée.

Les essences qui seront plantées sur les risbermes sont issues de la liste DAUPI et adaptées au climat de Pierrefonds. Ce sont des plantes indigènes et endémiques :

- *Dombeya populnea* - Bois de senteur bleu
- *Foetidia mauritiana lam* - Bois puant
- *Terminalia mantaly* - Benjoin blanc
- *Hibiscus columnaris* - Mahot rempart
- *Latania lontaroides* - Latanier rouge
- *Cassine orientalis* - Bois rouge
- *Doratoxylum apetalum* - Bois de gaulette
- *Terminalia bentzoe* - Benjoin
- *Ruizia cordata* - Bois de senteur blanc

Le substrat recomposé présentera de bonnes qualités physiques et granulométriques qui permettront une meilleure rétention de l'eau dans le sol.

7.3.3 Synthèse des effets du projet sur le Paysage et mesures associées

Chapitre	Description des effets du projet	Temporaire Permanent	Direct Indirect	Mesures d'Évitement et de Réduction	Impact brut	Impact résiduel	Mesure de surveillance, d'Accompagnement et de Compensation
Paysage	Modification des éléments structurant le paysage de la zone d'extraction et des installations connexes	T et P	D et I	<p>R : Réalisation d'écrans visuels par l'implantation de merlons de 3 m de haut, végétalisés en canne à sucre</p> <p>R : Élaboration de l'exploitation sous forme de carreau glissant permettant une remise en culture à l'avancement des surfaces exploitées</p> <p>R : Remise en état des surfaces par ajout d'un mélange de terre de découverte et de fines de lavage des matériaux, améliorant la qualité agronomique des sols</p> <p>R : Plantation d'arbres et d'arbuste à forte valeur patrimoniale sur les risbermes des talus</p> <p>R : Uniformisation de la remise en état de la carrière actuelle et de l'extension</p>	Moyen	Moyen	

FORT	Impact nécessitant des opérations spécifiques et/ou des moyens de mesure continus tout au long de l'exploitation.
MOYEN	Impact nécessitant des opérations spécifiques et/ou des moyens de mesure périodiques durant l'exploitation.
FAIBLE	Impact ne nécessitant pas d'opérations spécifiques ; suivi ou non par moyens de mesure périodiques tout au long de l'exploitation.
NUL	Pas d'impact spécifique
POSITIF	Impact apportant un bénéfice direct ou indirect, durant l'exploitation ou à partir de la remise en état de la carrière.

Tableau 76 : Synthèse des effets du projet sur le paysage et des mesures associées pour éviter, réduire et compenser les impacts

7.3.4 Estimation des coûts des mesures envisagées pour le paysage

		Coût de la mesure	Total	Délai de mise en application
Mesures de Réduction des impacts sur le paysage	Mise en place des merlons	Coût d'exploitation	228 514 €.	Phase travaux et d'exploitation
	Adaptation de la surface ouverte lors de l'exploitation.	Coût d'exploitation		Phase d'exploitation
	Remise en état de la carrière par remblaiement partiel et mise en place d'une couche à forte valeur agronomique.	Coût d'exploitation		Phase d'exploitation et de remise en état
	Plantation d'arbres et d'arbustes	228 514		Phase d'exploitation et de remise en état
Total			228 514 €	-

Tableau 77 : Synthèse des coûts des mesures envisagées pour le paysage

7.4 MILIEU NATUREL

Suite à l'état initial du milieu naturel présenté au chapitre 5.4, sur la zone d'étude par la société ECODDEN dont le rapport est disponible en Annexe 2 – pièce 5, les effets du projet ont été évalués et des mesures sont proposées.

7.4.1 *Caractérisation des effets du projet sur la faune, la flore et les habitats*

La phase préparatoire de défrichage et de décapage de la terre végétale recouvrant le site conduira à la destruction des différentes entités végétales recensées sur le secteur (cannes à sucre, friches). La pauvreté floristique mise en avant lors de l'état initial (absence d'espèce végétale endémique ou à forte valeur patrimoniale) limite toutefois la portée de la destruction de ce milieu agricole.

Conformément aux exigences du SDAGE, aucun produit phytosanitaire ne sera utilisé pour le défrichage et l'entretien des zones végétalisées du site.

Avec la suppression de la végétation, des sites de nourrissage et des gîtes vont disparaître. L'ouverture de la carrière provoquera donc une fuite de la faune vers les terrains alentours.

La suppression de la végétation sera réalisée de manière graduelle afin de limiter son incidence sur la faune occupant ces différents milieux. Il est donc attendu une fuite progressive sans incidence notoire sur les populations occupant ces milieux.

Les dépressions générées par les carrières sont également propices à la création de thermiques ascensionnels qu'affecte particulièrement le Papangue. Néanmoins, la présence importante du tissu urbain et des activités humaines réduit considérablement l'intérêt de la zone pour l'espèce. Celle-ci a déjà été observée sur le secteur de Pierrefonds, mais la fréquentation reste occasionnelle et concerne probablement des individus en marge de domaine vital.

Concernant les reptiles, le Caméléon panthère fréquente potentiellement le site bien qu'il n'y ait pas été recensé. Lors de l'exploitation de la carrière, cette espèce risque d'être impactée mais dans une moindre mesure puisque l'exploitation en carreau glissant laissera le temps aux individus de partir.

D'après la bibliographie existante, la zone du projet ne présente pas de site propice à la nidification de l'avifaune marine recensée sur la zone d'étude. Néanmoins, le site est localisé à proximité d'un des principaux corridors écologiques de ces espèces représenté par la Rivière Saint-Etienne. Lors de l'exploitation, des échouages d'individus seront susceptibles d'être observés. En effet, ces oiseaux sont sensibles aux émissions lumineuses et sont particulièrement vulnérables au stade juvénile. Les juvéniles, attirés par la lumière, risquent de heurter des obstacles ou encore d'être dévorés par les chats, les chiens ou les rats après s'être posés à proximité de la source lumineuse, car encore incapables de décoller du sol (ils ont besoin d'espace et des courants aériens des ravines pour assurer leurs premiers décollages). Il faut cependant rappeler que le site fonctionnant de 6h à 19h, le temps d'utilisation de l'éclairage extérieur sera limité à 1 heure le matin en période d'hiver austral et 1 h le soir. Les incidences sur ces espèces seront relativement modérées.

Dès la phase préparatoire, le trafic des camions sera à l'origine d'une gêne pour la faune et plus spécifiquement l'avifaune. Les bruits et poussières émis par les camions vont réduire la qualité des habitats naturels présents le long des chemins de desserte et générer une fuite de la faune.

La poussière soulevée par le passage des camions sera à l'origine d'une baisse du rendement photosynthétique de la flore présente le long du Chemin de l'aérodrome et sur les parcelles voisines cultivées en canne à sucre et maraichage. L'impact sur les cultures est toutefois considéré comme faible, ces dernières faisant l'objet d'une irrigation quotidienne qui permettra l'abattement des poussières. De plus des mesures d'abattement seront mises en place sur le site.

Lors de la remise en état, une couche de 50 cm d'épaisseur de terre de bonnes qualités agronomiques sera mise en place sur l'ensemble de la zone d'extraction. Elle permettra une revégétalisation des parcelles de manière agricole, par les propriétaires.

L'altimétrie des terrains remis en état sera légèrement différente de celle du terrain naturel, avec une surface relativement plane, la création d'une prairie permettant la gestion des eaux pluviales amonts, et la conservation de talus de pente 2V/3H de 30 mètres de haut environ qui seront végétalisés.

Les incidences du projet sur les différents groupes biologiques identifiés sur la zone d'étude sont résumées dans le tableau ci-après.

Habitat naturel ou groupe biologique concerné et enjeux de préservation	Effets dommageables prévisibles du projet	Type d'impact	Niveau d'impact
FLORE ET VÉGÉTATIONS			
Habitats fortement anthropisés (cultures) et semi-naturels dégradés Aucune espèce indigène protégée n'a été recensée sur le site ENJEU FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Destruction ou dégradation des habitats semi-naturels ou artificiels : Détérioration (coupe, débroussaillage) des habitats lors des opérations de préparation du chantier ou lors du dépôt des terres de découvertes en merlons périphériques. 	Phase de travaux Impact direct ou indirect, permanent (destruction) ou temporaire (dégradation)	FAIBLE
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prolifération d'Espèces Exotiques Envahissantes (EEE) : Cet impact est à considérer bien que la zone d'emprise du projet soit déjà détériorée (cultures, fourrés secondaires, etc.). Le risque de dissémination des espèces exotiques est à prendre en compte, notamment vis-à-vis de la flore littorale remarquable même si celle-ci se trouve éloignée du projet (trottoir littoral de l'Océan Indien). 	Phase de travaux Impact direct, permanent ou temporaire	FAIBLE
ENTOMOFAUNE			
Aucune espèce protégée ou leur plantes hôtes recensées ENJEU FAIBLE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Destruction d'individus : Potentiel risque de destruction d'individus notamment lors des travaux de débroussaillages, d'ouverture des milieux et de décapage, bien qu'aucun individu n'ai été recensé. 	Phase de travaux Impact direct et permanent	FAIBLE
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dégradation de tout ou d'une partie d'habitats d'espèces : Dégradation et diminution des zones d'alimentation et de reproduction potentielles. Il convient toutefois de relativiser cet impact du fait de l'absence de plante hôte ou d'individus appartenant à une espèce protégée 	Phase de travaux/Phase d'exploitation Impact indirect et permanent	FAIBLE
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fragmentation de l'habitat d'espèce avec discontinuité dans les corridors écologiques : Le projet s'inscrit dans un contexte naturel dégradé, principalement constitué de milieux secondaires ou anthropisés (cultures, etc.). En outre, il n'apparaît pas de corridor écologique majeur dans cette zone. L'impact du projet sur la fonctionnalité écologique reste donc mineur au regard des caractéristiques biologiques et écologiques des zones d'étude (réduite et rapprochée). 	Phase de travaux Impact indirect et permanent	FAIBLE
REPTILES			

Habitat naturel ou groupe biologique concerné et enjeux de préservation	Effets dommageables prévisibles du projet	Type d'impact	Niveau d'impact
<p>Présence potentielle du Caméléon (<i>Furcifer pardalis</i>)</p> <p>ENJEU FAIBLE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Destruction d'individus : Risque de destruction d'individus notamment lors des travaux de débroussaillage et d'ouverture des milieux 	Phase de travaux Impact direct et temporaire	FAIBLE
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dégradation de tout ou d'une partie d'habitats d'espèces : Dégradation et diminution des zones d'alimentation et de reproduction potentielles entraînant une diminution des surfaces favorables à cette espèce. Il convient toutefois de relativiser cet impact du fait de l'absence d'observation d'individus dans la zone d'étude. De plus, la surface du projet est faible au regard des habitats similaires favorables à proximité (et à l'échelle de La Réunion) 	Phase de travaux/Phase d'exploitation Impact indirect et permanent	FAIBLE
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dérangement d'espèces animales Cet impact reste possible lors des travaux de défrichements, avec présence de l'espèce. Les habitats restent dégradés, constitués principalement de milieux ouverts, peu favorables à l'espèce. 	Phase de travaux Impact direct et temporaire	FAIBLE
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fragmentation de l'habitat avec discontinuité des corridors écologiques : A l'instar de l'entomofaune, la fragmentation des habitats reste faible. 	Phase de travaux Impact indirect et permanent	FAIBLE
AVIFAUNE			
<p>Oiseaux terrestres indigènes : Oiseau à lunette gris (<i>Zosterops borbonicus</i>), Tourterelle malgache (<i>Streptopelia picturata</i>), Salangane des Mascareignes (<i>Aerodramus francicus</i>) et Hirondelle de Bourbon (<i>Phaedina Barbonica</i>)</p> <p>ENJEU MODERE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Destruction d'œufs, de nids et d'adultes d'oiseaux sensibles : Cet impact est à considérer durant les travaux (débroussaillages et ouvertures des milieux) en particulier pour l'Oiseau à lunette gris et la Tourterelle malgache en période de nidification. La période de nidification s'avère être une période critique pour les œufs et les nichées, car ils sont particulièrement exposés. Le nombre de couples concernés devrait être cependant limité, ces espèces étant présentes à des densités faibles dans l'emprise du projet. 	Phase de travaux Impact direct et permanent	MOYEN
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dégradation de tout ou d'une partie d'habitats d'espèces : Dégradation et diminution des zones d'alimentation et de reproduction potentielles entraînant une diminution des surfaces favorables à ces espèces. Il convient toutefois de relativiser cet impact dans la mesure où la surface du projet est faible au regard des habitats similaires favorables à proximité (et à l'échelle de l'île). 	Phase de travaux/Phase d'exploitation Impact indirect et permanent	FAIBLE

Habitat naturel ou groupe biologique concerné et enjeux de préservation	Effets dommageables prévisibles du projet	Type d'impact	Niveau d'impact
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dérangement d'espèces animales : Cet impact est à considérer principalement en période de nidification pour l'Oiseau à lunette gris et la Tourterelle malgache. À ce titre, un dérangement trop important peut entraîner l'abandon de la nichée. Toutefois, il convient de relativiser cet impact, ces deux espèces ubiquistes pouvant s'adapter aux activités humaines, et des mesures adaptées peuvent être proposées durant la gestion des travaux. 	Phase de travaux/Phase d'exploitation Impact indirect et permanent	MOYEN
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fragmentation de l'habitat d'espèce avec discontinuité dans les corridors écologiques : A l'instar de l'entomofaune, la fragmentation des habitats reste faible. 	Phase de travaux Impact indirect et permanent	FAIBLE
Oiseaux marins (déplacements nocturnes) : Pétrel de Barau (<i>Pterodroma barau</i>), Puffin de Baillon (<i>Puffinus bailloni</i>) et potentiellement le Pétrel noir de Bourbon (<i>Pseudobulweria aterrima</i>) ENJEU FORT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risques d'échouage des oiseaux marins durant les périodes sensibles (été austral, autour des nouvelles lunes) : Cet impact est moyen car l'installation sera amenée à fonctionner de 6 h à 19 h, bien que la majeure partie de l'activité se fasse en période diurne. 	Phase de travaux/Phase d'exploitation Impact indirect et permanent	FAIBLE
MAMMIFÈRES TERRESTRES			
Aucun gîte ou colonie identifiée, ni aucun individu recensé ENJEU MODERE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dégradation de tout ou d'une partie d'habitats d'espèces : Dégradation et diminution des zones d'alimentation potentielles pour les chiroptères entraînant une diminution des surfaces favorables à ces espèces. Il convient toutefois de relativiser cet impact dans la mesure où aucun individu n'a été rencontré. 	Phase de travaux/Phase d'exploitation Impact indirect et permanent	FAIBLE
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dérangement d'espèces animales Cet impact peut exister lors des travaux d'ouverture du milieu. La mobilité des espèces n'engendre pas de conséquences importantes, il est probable que les chauves-souris trouvent à proximité, des habitats favorables à leur alimentation. 	Phase de travaux Impact direct et temporaire	FAIBLE
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fragmentation de l'habitat d'espèce avec discontinuité dans les corridors écologiques : A l'instar de l'entomofaune, la fragmentation des habitats reste faible. 	Phase de travaux Impact indirect, permanent	FAIBLE

Tableau 78 : Synthèse des impacts attendus du projet sur les différents groupes biologiques identifiés sur la zone d'étude

7.4.2 Mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement des effets sur la faune, la flore et les habitats

Afin de supprimer ou réduire les impacts du projet sur les habitats et espèces patrimoniales et/ou protégées, un certain nombre de mesures seront mises en place.

7.4.2.1 Mesure de réduction des impacts

Planification des travaux de découverte en fonction des exigences écologiques des espèces

Pour supprimer au maximum le risque de destruction des individus et supprimer le dérangement, une mesure de réduction est envisagée en adaptant la période des travaux aux exigences écologiques des espèces. Cette mesure est particulièrement importante pour la phase de préparation et de travail des sols / défrichage en préalable au démarrage des travaux.

Il est cependant impossible de proposer un calendrier qui supprime complètement le dérangement et/ou le risque de destruction des espèces lors du chantier puisque la plupart sont présentes sur l'ensemble de l'année. Une minimisation des risques est toutefois tout à fait possible compte tenu du peu d'espèces indigènes remarquables identifiées. En effet, les périodes d'intervention peuvent être ciblées en dehors des périodes sensibles pour ces animaux (reproduction, élevage des jeunes ou période de léthargie). La montée en graine des espèces exotiques envahissantes (EEE) est également un paramètre à prendre en compte dans le cadre de l'optimisation du planning des travaux (défrichements).

Le tableau suivant synthétise les périodes favorables ou peu favorables à la réalisation des travaux pour tous les groupes d'espèces patrimoniales concernés par le projet (faune, flore) et vis-à-vis de la problématique liée aux espèces végétales invasives.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Flore : pas d'espèces ni d'habitats patrimoniaux sur le site Période de montée des graines pour les EEE												
Oiseaux												
Reptiles												

	Période favorable pour les travaux
	Période peu favorable pour les travaux
	Période à proscrire pour les travaux

Tableau 79 : Périodes favorables et peu favorables à la réalisation des travaux pour tous les groupes d'espèces patrimoniales concernés par le projet

Globalement, en intégrant l'ensemble des contraintes et la surface du projet étant principalement concernée par des terrains agricoles, la période la moins dommageable pour engager les travaux correspond à l'hiver austral (avril - septembre) pour la préparation et le travail des sols en préalable au démarrage des travaux ainsi que pour la phase de débroussaillage et d'abattages des arbres.

À cette période, la faune remarquable (oiseaux nicheurs et Caméléon panthère) a terminé sa reproduction et est suffisamment active pour fuir en cas de dérangement.

Cette mesure de réduction concerne l'adaptation des modalités de défrichage pour limiter l'impact

sur les espèces animales qui utilisent les zones arbustives au cours de leur cycle de vie (notamment pour le Caméléon panthère, l'Oiseau à lunette gris et la Tourterelle Malgache).

De façon à minimiser les impacts sur les communautés animales de la zone du projet, bien qu'elles soient de faible intérêt, il convient de respecter un certain nombre de modalités.

➤ **Préservation de la faune**

Cette mesure de précaution concerne les espèces animales remarquables et/ou protégées (oiseaux, mammifères, reptiles). Avant les travaux générant des incidences notables sur le milieu (débroussaillage/élagage de la végétation), les secteurs arbustifs seront inspectés en détail, par un écologue, pour repérer tous les indices témoignant de la présence d'espèces remarquables : nids avec œufs, des jeunes non volants et/ou des adultes couvant, etc. L'ensemble des nids, individus ou œufs seront matérialisés par piquetage afin d'être préservés.

➤ **La période de défrichement (voir également mesure précédente)**

Elle doit prendre place en dehors des périodes de nidification de l'avifaune. L'hiver austral est donc la période idéale pour mener à bien les défrichements en limitant au maximum l'impact sur la faune.

➤ **Modalités de défrichement**

Les défrichements se feront de façon **à toujours avoir une connexion avec une zone végétalisée.** Cette prescription permet à la faune de s'échapper vers l'extérieur, notamment le Caméléon panthère.

➤ **Gestions des déchets verts**

Les déchets verts, une fois coupés, seront entreposés sur site pour permettre à la faune de fuir (pour le Caméléon panthère en particulier) en leur permettant de s'extraire des andains constitués pour regagner d'autres zones non touchées par les travaux. En effet, il convient **de laisser à minima 4-5 jours** les déchets verts issus des débroussaillages à proximité de zones végétalisées, ce qui permet une fuite progressive des caméléons potentiellement présents (capacité de déplacement relativement limité).

Il conviendra ensuite d'évacuer les déchets verts selon la filière agréée (centre de compostage). Le risque étant la colonisation de milieux « sains » par des espèces exotiques envahissantes (EEE) susceptibles d'être présente dans ces déchets. Il faut donc limiter au maximum la dispersion des déchets verts.

Garantir l'absence de pollution accidentelle lors de l'exploitation du projet

Cette mesure de réduction a pour but de garantir l'absence de pollutions diffuses par des matériaux solides ou liquides vers les milieux périphériques (terrestres et aquatiques) du chantier. Elle s'adresse à la fois aux habitats, à la flore et également à la faune dont en particulier la faune marine.

Afin de lutter contre les risques de pollutions accidentelles lors de l'exploitation du projet, un certain nombre de mesures seront mises en place :

- les véhicules et engins de chantier devront justifier d'un contrôle technique récent ;
- le stockage de carburant se fera uniquement sur des emplacements réservés, loin de toute zone écologiquement sensible, sur bac de rétention et à l'abri des eaux de pluies ;
- l'accès au chantier et aux zones de stockage sera interdit au public ;
- les déchets seront stockés dans des contenants appropriés ;
- les vidanges, ravitaillements et nettoyages des engins et du matériel se feront dans une zone spécialement définie et aménagée (zone imperméabilisée, etc.) ;
- les inertes et autres substances ne seront pas rejetées dans le milieu naturel ;
- les eaux de ruissellement issues de la surface étanche seront canalisées et dirigées vers un séparateur déboureur d'hydrocarbures et sera régulièrement curé et entretenu ;

- le fossé périphérique et le bassin d'infiltration permettront de canaliser les eaux de ruissellement provenant du bassin amont et éviter leur mélange avec celles de la carrière.

Dans l'hypothèse d'une pollution accidentelle, les produits polluants répandus seront récupérés par l'intermédiaire :

- des kits de dépollution composés de matériels absorbants et de boudins de rétention (un kit par véhicules et engin de traitement),
- du sable étalé sur les produits polluants. Les terrains sous-jacents seront également décaissés à l'aide de la pelle.

Le sable et le matériel absorbant seront ensuite stockés sur la dalle bétonnée et enlevés par une entreprise agréée (temps de stockage inférieur à 6 mois).

Cette mesure peut être complétée par les autres dispositifs de limitation des pollutions accidentelles présentées dans le chapitre 7.2.4.2 sur l'hydrogéologie.

Limiter les émissions de poussières

Cette mesure de réduction vise à limiter la dégradation de la végétation par les dépôts des poussières émises par les activités d'extraction, de traitement et de transport.

Dans le procédé d'exploitation de la carrière alluvionnaire, il est prévu de limiter les émissions de poussières pouvant se déposer sur la végétation et gêner son métabolisme. Les différentes opérations d'exploitation vont donc prendre en compte cette problématique, en portant une attention particulière à la saison sèche. Un arrosage régulier des secteurs sensibles et une limitation de la vitesse des véhicules à 20 km/h sur le site sera mise en place.

L'ensemble des dispositifs de limitation des poussières est décrit dans le chapitre 7.5.3 Air.

Adaptation de l'éclairage sur le site

La pollution lumineuse, provoquée par l'éclairage nocturne, a des effets néfastes sur les oiseaux marins et les chauves-souris : modification des corridors de déplacement, perturbation du rythme de vie, dérangement, échouage des jeunes pétrels et puffins etc. L'objectif de cette mesure de réduction est d'atténuer les impacts potentiels de la pollution lumineuse.

Il faut dissocier les caractérisations du jour et de la nuit selon la réglementation bruit de la réalité à la Réunion :

Réglementation bruit

Au sens de l'Arrêté du 23/01/1997, relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les ICPE, la période diurne s'étant de 7h à 22h, et la période nocturne de 22h à 7h.

Cette caractérisation est valable en métropole, où en été, il fait effectivement jour entre 6h et 22h. En revanche, en hiver, il fait jour entre 8h30 et 17h.

Jour et nuit à la Réunion

La Réunion n'étant pas située à la même latitude que la métropole, les variations de durée de jour entre l'été et l'hiver ne sont pas aussi importantes : en hiver, le soleil se lève vers 6h30 et se couche vers 18h, alors qu'en été il se lève à 5h30 et se couche vers 19h (hors périodes d'aube et crépuscule, prolongeant la durée du jour).

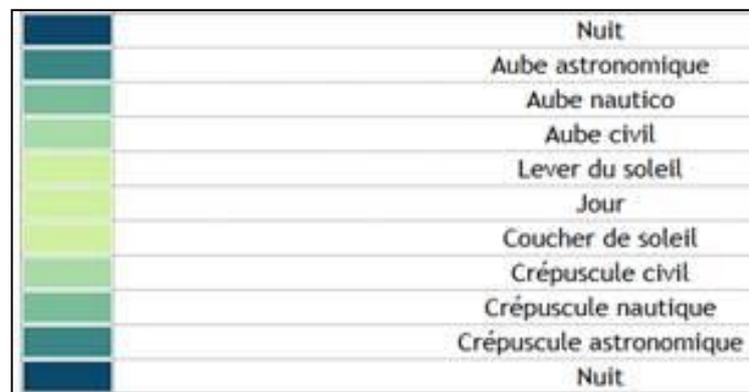
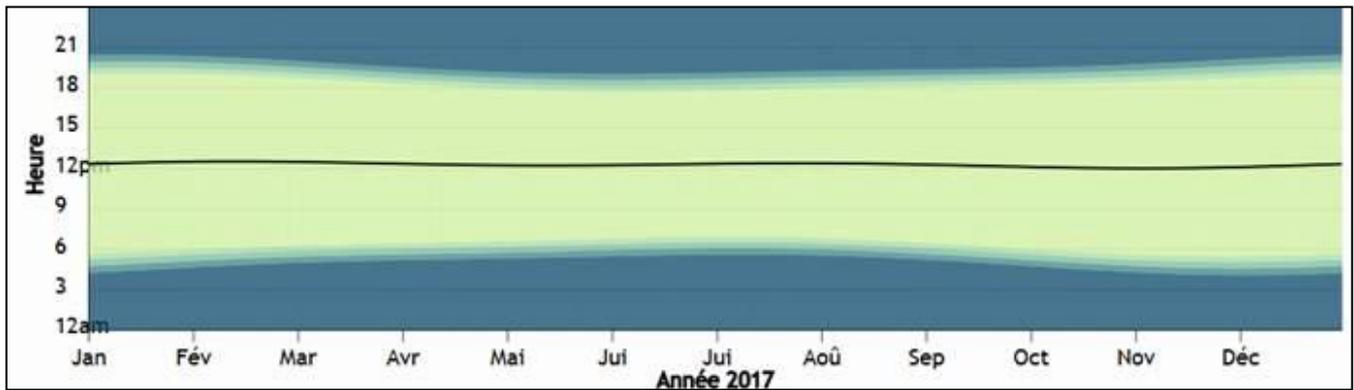


Planche 135 : Heure du lever du soleil, coucher du soleil, aube et crépuscule à Saint-Denis en 2017 (source : vercalendario.info)

Il est envisagé d'exploiter principalement le site sur le créneau horaire 6h-19h (avec seulement la livraison client entre 6h et 7h). La plage horaire où les risques seront les plus importants sera donc de 6h à 7h et de 18h à 19h. Le personnel du projet sera vigilant pendant ces heures, en particulier pendant la période d'envol massif.

Il peut être précisé que l'activité d'extraction, de remise en état et de traitement des matériaux, ne sera réalisée qu'entre 7h et 19h et seulement de jour. Aucun éclairage ne sera utilisé.

A noter que les phares des véhicules n'étant pas orientés vers le haut mais vers le bas, ils ne généreront à priori pas ces espèces.

Des mesures seront prises pour limiter ces incidences (adaptation des éclairages, orientation des faisceaux lumineux, etc.). Une procédure sera également définie pour la prise en charge des échouages d'oiseaux marins (en lien avec le centre de soins géré par la SEOR) :

- placement de l'oiseau dans un carton (toujours disponible sur le site),
- contacter la SEOR,
- ne pas nourrir l'oiseau.

Cette procédure sera affichée sur le site.

De manière générale, dans le cas où des éclairages sont à mettre en place, les principes suivants seront respectés :

- **Orientation du faisceau** : l'objectif étant toujours d'éclairer uniquement le strict nécessaire, il est prévu d'utiliser des projecteurs dont le faisceau est exclusivement dirigé vers le bas avec un angle d'éclairage de 70° (Cf. schéma ci-dessous).

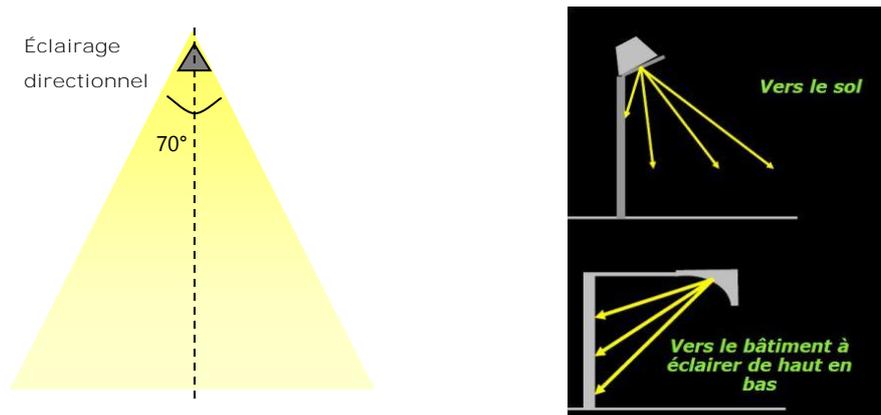


Planche 136 : Orientation des éclairages pour limiter les cas d'échouages, en privilégiant les lumières à « vapeur de sodium » (SEOR, 2010)

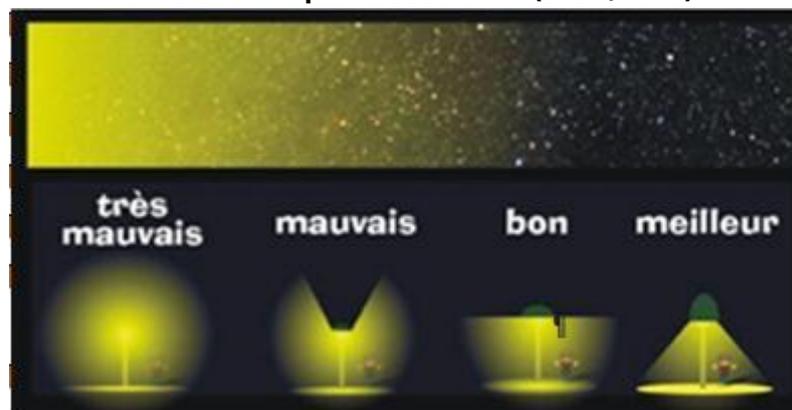


Planche 137 : Orientation des faisceaux lumineux à favoriser et à éviter en cas d'utilisation d'éclairage sur le projet

- **Utiliser des lampes peu polluantes** : la couleur de l'éclairage est un des facteurs qui participent grandement à l'impact de l'éclairage sur les populations animales. Les ampoules seront de type « vapeur à sodium » (jaune/jaune orangé) ou équivalent dans le domaine des longueurs d'ondes émises.

Type de Lumière	Ampoule correspondante	Attraction sur les péterels
Bleu ou Vert	Vap. Mercure	+++
Blanche	Iodure métallique	+
Jaune monochro.	Vap. Sodium BP	-
Jaune orangé	Vap. Sodium HP	-
Rouge		-

Planche 138 : l'incidence des lumières sur le comportement des péterels

- **Utiliser la bonne quantité de lumière** : ajuster la puissance des lampes et donc la valeur de l'éclairement en fonction des réels besoins, dans le temps et dans l'espace. Utiliser des systèmes de contrôle qui ne fourniront de la lumière que lorsqu'elle est nécessaire comme par exemple des détecteurs de présence et/ou des minuteries sur les zones ne nécessitant pas un éclairage permanent (parking, itinéraire de patrouille de surveillance). Le déclenchement de l'éclairage

- procéder aux défrichements en dehors des périodes de dissémination des graines d'EEE (Cf. mesure sur planification des travaux) ;
- gérer et éliminer des déchets verts, issus des défrichements préalables, en les exportant dans les filières adaptées ;
- réaliser une végétalisation rapide des terres mises à nu suite aux défrichements et terrassements ;
- nettoyer les engins de chantier entrant et sortant (pneus / chenilles en particulier) sur les plateformes destinées à cet effet ;
- contrôler l'état des clôtures pendant la phase d'exploitation pour éviter les intrusions sur le site et la récupération éventuelle de graines ou plants invasifs.

L'ensemble des dispositions définies pour la gestion et le traitement des EEE sera contenu et formalisé dans un plan de gestion des EEE. Celui-ci décrira les modalités de suivi, les espèces prioritaires à éradiquer, les moyens de lutte selon les configurations, etc. Il sera rédigé par un ingénieur-écologue.

7.4.2.2 Mesure d'accompagnement

De façon à accompagner au mieux l'exploitant dans sa réduction des effets du projet deux mesures d'accompagnement sont prévues :

- Réalisation d'une formation du personnel de terrain afin de le sensibiliser à la problématique des échouages des oiseaux marins et le former sur la procédure de secours à mettre en œuvre sur le site, en cas de découverte d'un oiseau en difficulté. Un carton dédié à la protection des oiseaux dans l'attente de leur récupération par la SEOR sera toujours disponible sur le site.
- La plantation d'espèces végétales issues de la liste DAUPI secteur « savane » au droit des risbermes des talus maintenus en fin d'exploitation. En plus d'améliorer l'insertion du projet dans le paysage, cette mesure permettra de développer la biodiversité du secteur relativement pauvre et de créer des nouveaux corridors écologiques.

7.4.3 Synthèse des impacts résiduels du projet et analyse du besoin de compensation

Les impacts résiduels de niveau « moyen », ou supérieurs, sont considérés comme « notables » au sens de l'article R.122-5 alinéa 8° du code de l'environnement, c'est-à-dire de nature à déclencher une démarche de compensation. Pour rappel, le niveau « moyen » d'impact résiduel correspond à un impact dont la portée est supra-locale.

Dans le cadre du projet, les impacts résiduels identifiés sont nuls, négligeables ou faibles sur les habitats naturels ou les espèces, grâce notamment au dimensionnement de différentes mesures de réduction des impacts.

In fine aucun impact résiduel notable n'a été identifié pour les habitats naturels, la flore, les insectes, les oiseaux, les chiroptères et les reptiles. Par conséquent, aucune mesure de compensation n'est requise au titre de la démarche ERC, puisque l'Évitement et la Réduction ont été priorités et que le niveau d'impact résiduel est très largement minimisé.

Par ailleurs, plus spécifiquement vis-à-vis des espèces protégées, les mesures d'évitement et de réduction permettent de s'assurer du respect de la réglementation liée aux espèces protégées. En effet, le projet, tel qu'il a été optimisé et tel qu'il prend en compte les enjeux de biodiversité, n'est pas de nature à remettre en cause le maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces protégées localement. Aucune démarche visant à déroger à l'article L.411-1 du code de l'Environnement n'apparaît ainsi requise.

7.4.4 Synthèse des effets du projet sur le milieu naturel et mesures associées

Chapitre	Thème	Description des effets du projet	Temporaire	Direct Indirect	Mesures d'Évitement et de Réduction	Impact brut	Impact résiduel	Mesure de surveillance, d'Accompagnement et de Compensation
Milieu naturel	Flore et Habitats	Destruction ou dégradation des habitats semi-naturels ou artificiels. Destruction d'individus. Prolifération d'Espèces Exotiques Envahissantes (EEE).	T et P	D	<p>R : Planification des travaux de défrichage et de découverte en fonction des exigences écologiques des espèces et passage d'un écologue</p> <p>R : Modalités environnementales à appliquer aux défrichements</p> <p>R : Garantir l'absence de pollution accidentelle en phase chantier</p> <p>R : Limiter les émissions de poussières</p> <p>R : Contrôler le développement des espèces végétales invasives</p>	Faible	Faible	A : Plantation d'arbres et d'arbustes à forte valeur patrimoniale sur les risbermes
	Insectes	Risque de destruction de larves et/ou d'œufs. Dégradation de tout ou d'une partie d'habitats d'espèces. Fragmentation de l'habitat d'espèce avec discontinuité dans les corridors écologique.	T et P	D et I	<p>R : Modalités environnementales à appliquer aux défrichements</p> <p>R : Garantir l'absence de pollution accidentelle en phase chantier</p>	Faible	Nul	A : Plantation d'arbres et d'arbustes à forte valeur patrimoniale sur les risbermes
	Reptiles	Destruction d'individus. Dégradation de tout ou d'une partie d'habitats d'espèces. Dérangement d'espèces animales. Fragmentation de l'habitat d'espèce avec discontinuité dans les corridors écologiques.	T et P	D et I	<p>R : Planification des travaux de défrichage et de découverte en fonction des exigences écologiques des espèces et passage d'un écologue</p> <p>R : Modalités environnementales à appliquer aux défrichements</p> <p>R : Garantir l'absence de pollution accidentelle en phase chantier</p>	Faible	Nul	A : Plantation d'arbres et d'arbustes à forte valeur patrimoniale sur les risbermes

	Oiseaux	Risques d'échouage des oiseaux marins durant les périodes sensibles (été austral, autour des nouvelles lunes). Destruction d'œufs, de nids et d'adultes d'oiseaux sensibles. Dégradation de tout ou d'une partie d'habitats d'espèces. Dérangement d'espèces animales. Fragmentation de l'habitat d'espèce avec discontinuité dans les corridors écologiques.	T et P	D et I	<p>R : Planification des travaux de défrichement et de découverte en fonction des exigences écologiques des espèces et passage d'un écologue</p> <p>R : Modalités environnementales à appliquer aux défrichements</p> <p>R : Garantir l'absence de pollution accidentelle en phase chantier</p> <p>R : Adaptation de l'éclairage sur le site</p>	Moyen	Faible	<p>A : Formation du personnel sur la procédure à adopter en cas d'échouage d'un oiseau.</p> <p>A : Plantation d'arbres et d'arbustes à forte valeur patrimoniale sur les risbermes</p>
	Chauves-souris	Dégradation de tout ou d'une partie d'habitats d'espèces. Dérangement d'espèces animales Fragmentation de l'habitat d'espèce avec discontinuité dans les corridors écologiques	T et P	I	<p>R : Planification des travaux de défrichement et de découverte en fonction des exigences écologiques des espèces</p> <p>R : Adaptation de l'éclairage sur le site</p>	Moyen	Faible	<p>A : Plantation d'arbres et d'arbustes à forte valeur patrimoniale sur les risbermes</p>

FORT	Impact nécessitant des opérations spécifiques et/ou des moyens de mesure continus tout au long de l'exploitation.
MOYEN	Impact nécessitant des opérations spécifiques et/ou des moyens de mesure périodiques durant l'exploitation.
FAIBLE	Impact ne nécessitant pas d'opérations spécifiques ; suivi ou non par moyens de mesure périodiques tout au long de l'exploitation.
NUL	Pas d'impact spécifique
POSITIF	Impact apportant un bénéfice direct ou indirect, durant l'exploitation ou à partir de la remise en état de la carrière.

Tableau 80 : Synthèse des effets du projet sur le milieu naturel et des mesures associées pour éviter, réduire et compenser les impacts

Dans ces conditions, et sous réserve de l'application des mesures prévues, le risque de destruction d'individus d'espèces protégées est totalement évité.

7.4.5 Coût des mesures prévues

		Coût de la mesure	Total	Délai de mise en application
Modalités environnementales à appliquer aux défrichements	Planification et modalités des travaux de défrichement en fonction des exigences écologiques des espèces	Coût d'exploitation	-	Phase travaux
	Passage d'un écologue	3000 €	3000 €	Phase travaux (avant décapage)
Contrôle de l'absence de pollution accidentelle		Coût d'exploitation	-	Phase travaux et d'exploitation
Limitation des émissions de poussières		Coût d'exploitation	-	Phase travaux et d'exploitation
Adaptation de l'éclairage sur le site		Coût d'exploitation	-	Phase travaux et d'exploitation
Contrôle du développement des espèces exotiques envahissantes (EEE)	Rédaction du plan de gestion des EEE	3 000 €	29 000 €	Phase travaux et d'exploitation
	Lutte contre les EEE sur 10 ans supplémentaires	26 000 €		
Mesure d'accompagnement	Formation initiale du personnel de la carrière	2 500 €	2 500 €	Phase travaux
	Plantation d'arbres et d'arbustes	Cf. Paysage	-	Phase d'exploitation et de remise en état
Total			34 500 €	-

Tableau 81 : Synthèse des coûts des mesures envisagées pour le milieu naturel

7.5 MILIEU AMBIANT

7.5.1 Utilisation rationnelle de l'énergie

Les engins d'extraction et de traitement des matériaux fonctionneront au GNR. Le pont-basculé et l'élément modulaire seront alimentés en électricité depuis le réseau présent à proximité.

7.5.1.1 Consommation en énergie fossile

La consommation en énergie fossile (GNR) concerne les pelles excavatrices, les chargeuses et les engins de traitement des matériaux (Concasseur et crible).

La consommation maximale observée pendant la durée du projet sera :

Poste	Base de calcul	Nombre de jours travaillés	Consommation annuelle en litre de GNR
Concasseur à mâchoires	46 litres/heure pour une journée de 5 heures (230 L)	240	55 200
Crible	10 litres/heure pour une journée de 5 heures (50 L)		12 000
Chargeuse sur pneus	20 litres/h x 12h (240 L)		57 600
Chargeuse sur chenille	20 litres/h x 12h (240 L)		57 600
Pelle excavatrice (2)	40 litres/heure pour une journée de 10 heures x 2 (1200 L)		192 000
Total			374 400

Tableau 82 : Consommation maximale annuelle en litre de GNR par les équipements du projet

Les installations sur le site consommeront au maximum **374 400 litres de GNR** par an.

La consommation mensuelle de GNR est estimée au maximum à 31,2 m³, soit plus de trois fois le volume de la cuve. Celle-ci sera donc réalimentée 4 fois par mois.

7.5.1.2 Consommation électrique

La consommation électrique concerne l'alimentation de l'élément modulaire, le pont basculé et les vestiaires du personnel.

Poste	Base de calcul	Nombre de jours travaillés	Consommation électrique annuelle en KW
Locaux climatisés	Locaux climatisés avec 1 appareil (1 850 KW/an/ap ⁹)	240	1 850
Total			1 850

Tableau 83 : Consommation en électricité du projet

En dehors du petit matériel, les installations électriques du site consommeront environ **1 850 KW par an**.

⁹ KW par an et par appareil à la Réunion - source : Guide des émissions et consommation électrique ADEME 2008

7.5.1.3 Mesure d'évitement et de réduction des effets du projet sur la consommation énergétique

Mesure d'évitement :

La mise en place de l'installation de traitement à proximité de l'extraction représente une mesure d'évitement. Cette mesure implique une diminution des trajets nécessaires à l'acheminement des matériaux. Elle servira au criblage des terres de découverte, des remblais et ponctuellement, des matériaux bruts.

Mesures de réduction :

Les moteurs utilisés sur le site de l'installation seront dans la mesure du possible de type EFF1 afin de réduire leur consommation en gasoil. Des variateurs de vitesse pourront également être utilisés dans le même objectif.

Afin que la consommation des engins et camions soit optimale, des modalités de conduites seront mises en place. Les conducteurs assisteront à des formations relatives à la conduite économique des engins, expliquant les meilleures habitudes à adopter pour consommer le minimum de carburant. Pour obtenir ces résultats, il est nécessaire de prendre en compte les éléments suivants, selon les capacités du véhicule utilisé :

- la puissance du moteur,
- le couple du moteur,
- la consommation du moteur,
- le régime du moteur (compte-tours),
- l'utilisation des vitesses (boîtes),
- l'utilisation des systèmes d'économie de carburant,
- les techniques de conduite au compte-tours, en utilisant les rapports de boîte adaptés, suivant le profil du terrain.

Le conducteur doit maintenir le régime de rotation du moteur dans la plage du régime correspondant au couple maximum, il bénéficiera du meilleur rendement, ce qui se traduira par une consommation raisonnable, de bonnes performances et une diminution de l'usure des organes mécaniques.

Ainsi, on observe pour les engins une diminution de la consommation de l'ordre de 30%.

De plus, l'utilisation de rampes dont la pente n'excède pas 8% permet aux moteurs de moins travailler et ainsi de limiter les émissions de GES.

7.5.2 Incidence du projet sur le climat et vulnérabilité du projet au changement climatique

Le réchauffement climatique est sans équivoque. En 2014, le GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) a publié dans son 5^{ème} rapport, une hausse des températures de 0,3 à 4,8°C d'ici 2100. Même s'il est difficile de prévoir avec exactitude les conséquences climatiques pour chaque région du globe, il est maintenant acquis que les impacts globaux de cette évolution des températures sont nombreux et très préoccupants : fonte des glaciers et de la banquise, hausse du niveau de la mer, hausse des températures, affaiblissement du Gulf Stream, effet de serre, recrudescence d'événements exceptionnels, conséquences pour les Hommes.

7.5.2.1 Les constats et projections possible du climat sur l'île de la Réunion

Les impacts du changement climatique varieront fortement d'une région à l'autre du globe, et restent jusqu'à présent assez peu documentés pour la zone sud-ouest de l'Océan Indien et en particulier pour La Réunion. S'inscrivant dans le cadre de la Conférence de Paris sur le changement climatique (COP 21), la direction interrégionale de Météo France pour l'océan Indien a réalisé un certain nombre de travaux visant à affiner les constats et tendances actuelles, et les projections climatiques pour La Réunion d'ici la fin du siècle.

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.

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),
- l'ozone (O₃).
- 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).

Les émissions de gaz à effet de serre sont en augmentation de 13% à La Réunion sur la période 2004-2008 atteignant 4,3 millions de tonnes équivalent carbone (MtCO₂eq). Elles ont pour origine principale la hausse de 49% de la production électrique basée sur le charbon entre 2000 et 2009 et l'augmentation de la quantité de carburant consommée par le transport routier (+34%).

Avec le développement des axes routiers sur l'île ainsi que le maintien des centrales thermiques pour la production d'électricité dont une partie est réalisée à partir du charbon, l'augmentation de la quantité de GES rejetée devrait se poursuivre. Néanmoins, la France s'est fixée comme objectif de diviser par quatre les émissions de GES par habitant de 1990 à 2050 à travers le Plan climat et sa déclinaison dans les lois Grenelle. La Réunion doit y participer, en identifiant comment y parvenir de manière pertinente.

Les activités anthropiques de l'île de la Réunion ont engendré des émissions directes de gaz à effet de serre (GES) pour l'année 2017 à hauteur de 6,1579 MteqCO₂ (Observatoire Énergie Réunion), soit une stagnation depuis 2012. La production de GES au niveau mondiale a atteint 33,1 Giga Tonne équivalent carbone en 2018 (Source : Global Carbon Project).

Les températures

Les constats s'appuient sur les données issues de 6 stations météorologiques de Météo France et du CIRAD ayant des mesures de la température sur une période d'au moins 40 ans, situés à diverses altitudes et sur différents secteurs de l'île. Ces dernières mettent en évidence une augmentation moyenne des températures sur l'ensemble des 6 stations de 0,15°C à 0,20°C par décennie, soit environ 1°C en un demi-siècle. La planche suivante illustre cette augmentation mesurée sur deux stations homogénéisées (Gillot-Aéroport et Plaine des Cafres).

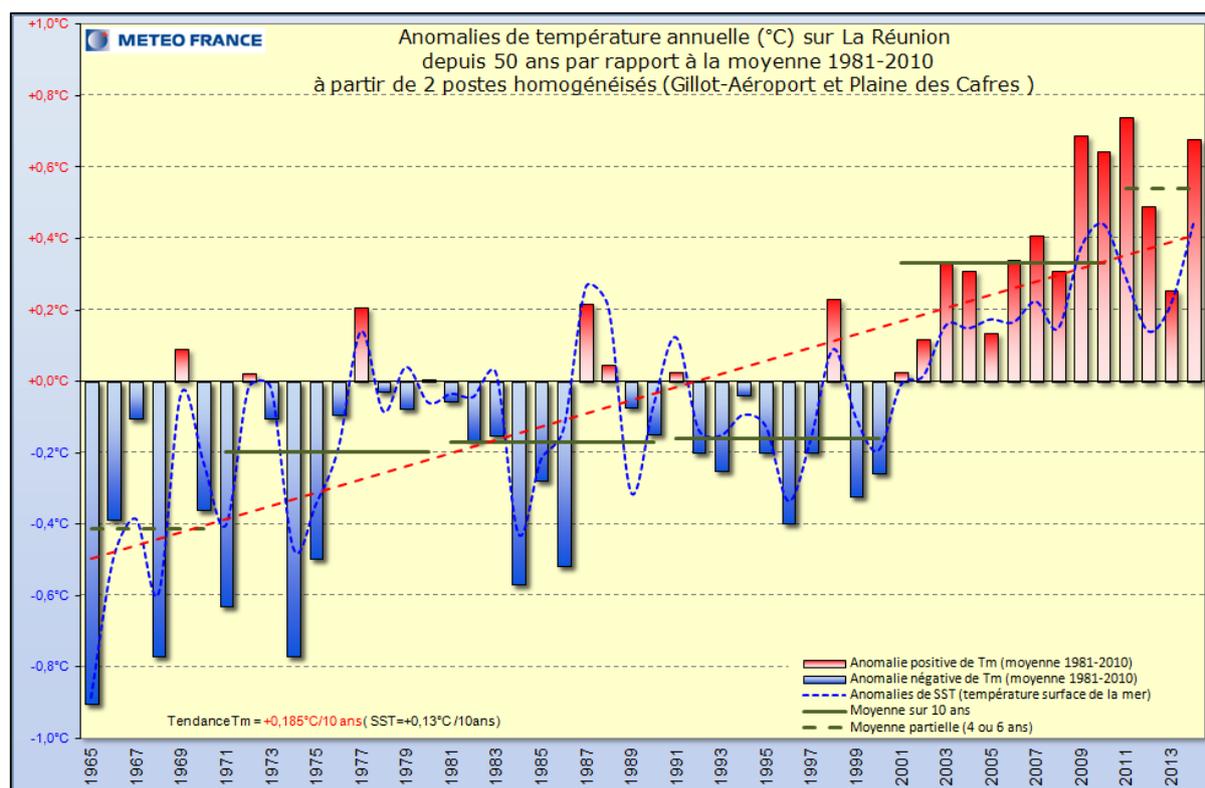


Planche 140 : Évolution des anomalies de température mesurées sur deux stations homogénéisées entre 1965 et 2013 (Source : Météo France)

Les scénarios envisagés par Météo France prévoient une augmentation des températures plus forte en Afrique et à Madagascar que sur de petites îles comme la Réunion, où la fourchette d'évolution serait comprise entre 1,7 et 2,6°C d'ici la fin du siècle. Cette estimation s'inscrit dans la fourchette basse du réchauffement global. La hausse des températures devrait être plus élevée pendant la saison chaude.

Météo France prévoit également des alizés plus importants en hiver.

Les précipitations

L'analyse des tendances sur 40 stations de mesure pluviométrique possédant des données sur au minimum 40 ans, montre une plus grande hétérogénéité spatiale que pour la température en raison du relief marqué de l'île. La planche suivante montre la tendance (en pourcentage par décennie) sur le cumul annuel des précipitations entre 1970 et 2014.

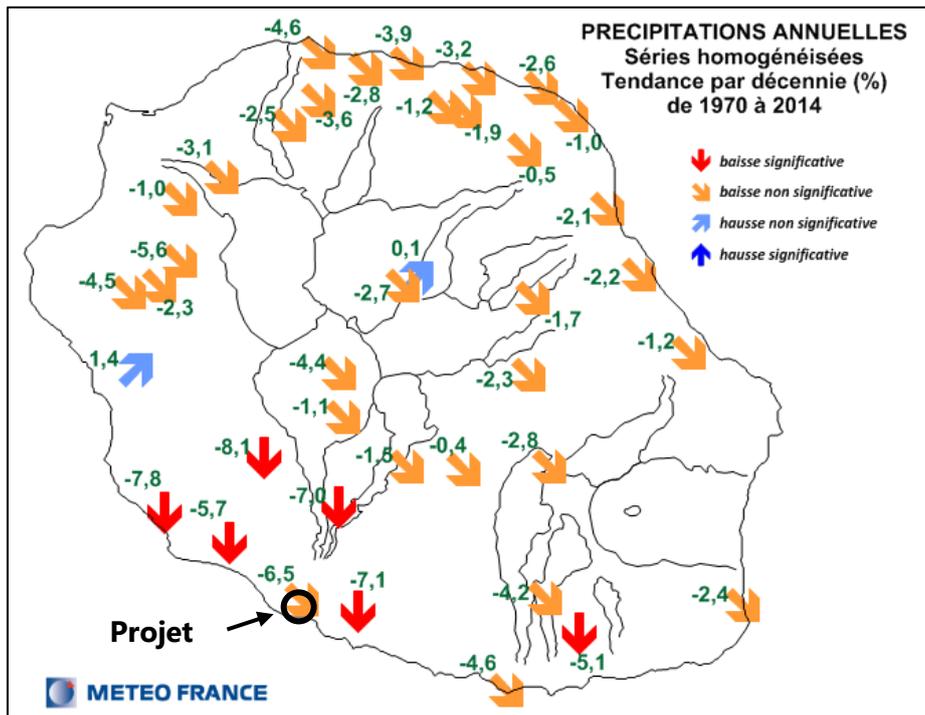


Planche 141 : Evolution des précipitations mesurées entre 1970 et 2014 sur les stations pluviométriques de l'île de la Réunion (Source : Météo France)

Seule la région sud-ouest subit une évolution statistiquement significative à la baisse (entre -6% et -8% par décennie). Sur les autres régions, on observe des tendances qui restent faibles et non significatives au regard de la variabilité propre du phénomène.

L'élaboration de tendances climatiques sur les phénomènes extrêmes tels que les fortes pluies ou encore les sécheresses est complexe du fait des échantillons trop limités marqués par une forte variabilité interannuelle et inter décennale. Pas de tendance visible sur l'occurrence des épisodes de pluies intenses à la Réunion (Cf. Planche suivante).

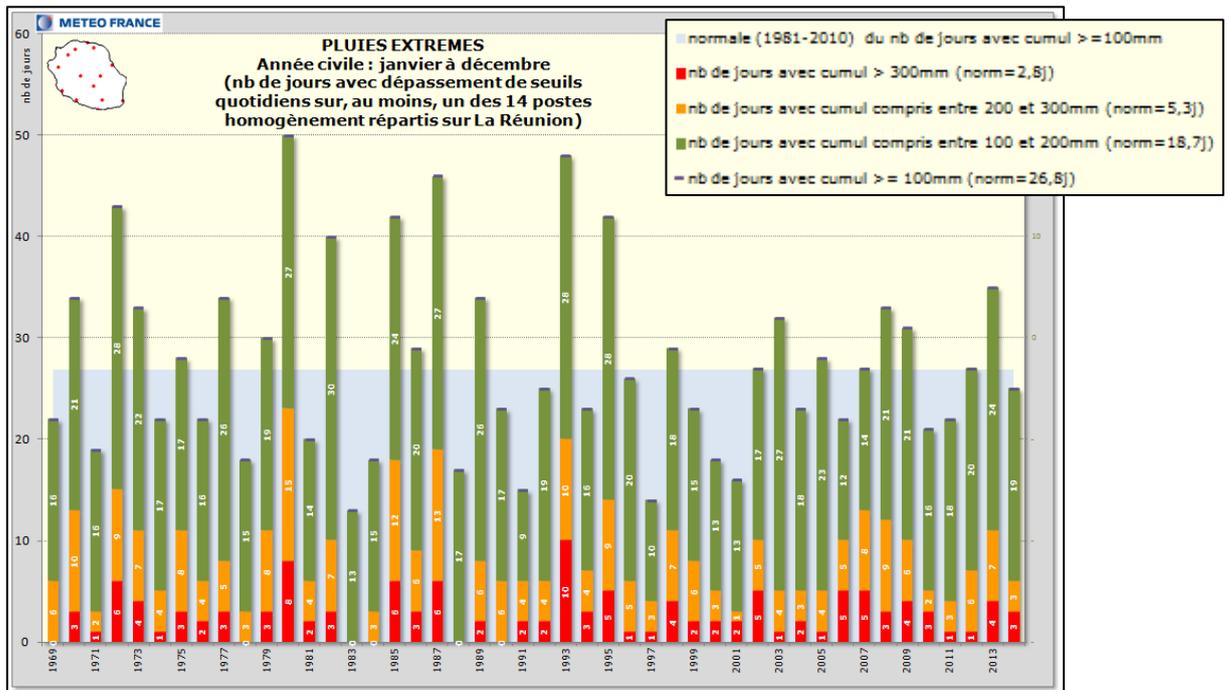


Planche 142 : Evolution du nombre de jours avec des dépassements de seuils quotidiens sur au moins un des postes réparties sur la Réunion entre 1969 et 2014 (Source : Météo France)

Dans ce contexte, il est difficile de prévoir de façon fiable les évolutions prévues en matière de précipitations, mais les modélisations de Météo France suggèrent :

- en été, une évolution relativement neutre, excepté un prolongement de la période concernée par les événements pluvieux extrêmes vers les mois d'avril et mai,
- en hiver, une baisse globale des précipitations, particulièrement sur la moitié ouest de l'île et un contraste saisonnier plus marqué entre les zones au vent et sous le vent.

Les microrégions du sud-ouest de l'île seront les plus impactées par ces changements avec une baisse des précipitations pendant une saison déjà très peu arrosée.

Les cyclones

L'activité cyclonique sur le bassin sud-ouest de l'Océan Indien présente une forte variabilité interannuelle et inter décennale. Aucune tendance n'est, dans l'état actuel des connaissances, décelable sur le nombre de systèmes tropicaux affectant la zone durant les 40 dernières années.

Comme le rappellent les scientifiques du GIEC, l'évolution des cyclones, à la fois en fréquence et en intensité, est incertaine. Les experts s'accordent toutefois sur une augmentation des précipitations associés à un système tropical et la possibilité que les cyclones les plus intenses puissent évoluer à des latitudes plus australes

Les travaux en cours à Météo-France Réunion mettent en évidence une migration significative des pics d'intensité des cyclones très intenses vers le sud sur les 30 dernières années au niveau du bassin du sud-ouest de l'Océan Indien. Le graphique en planche suivante permet de visualiser l'évolution de la distance par rapport à l'équateur du maximum d'intensité des cyclones de la zone entre 1980 et 2015.

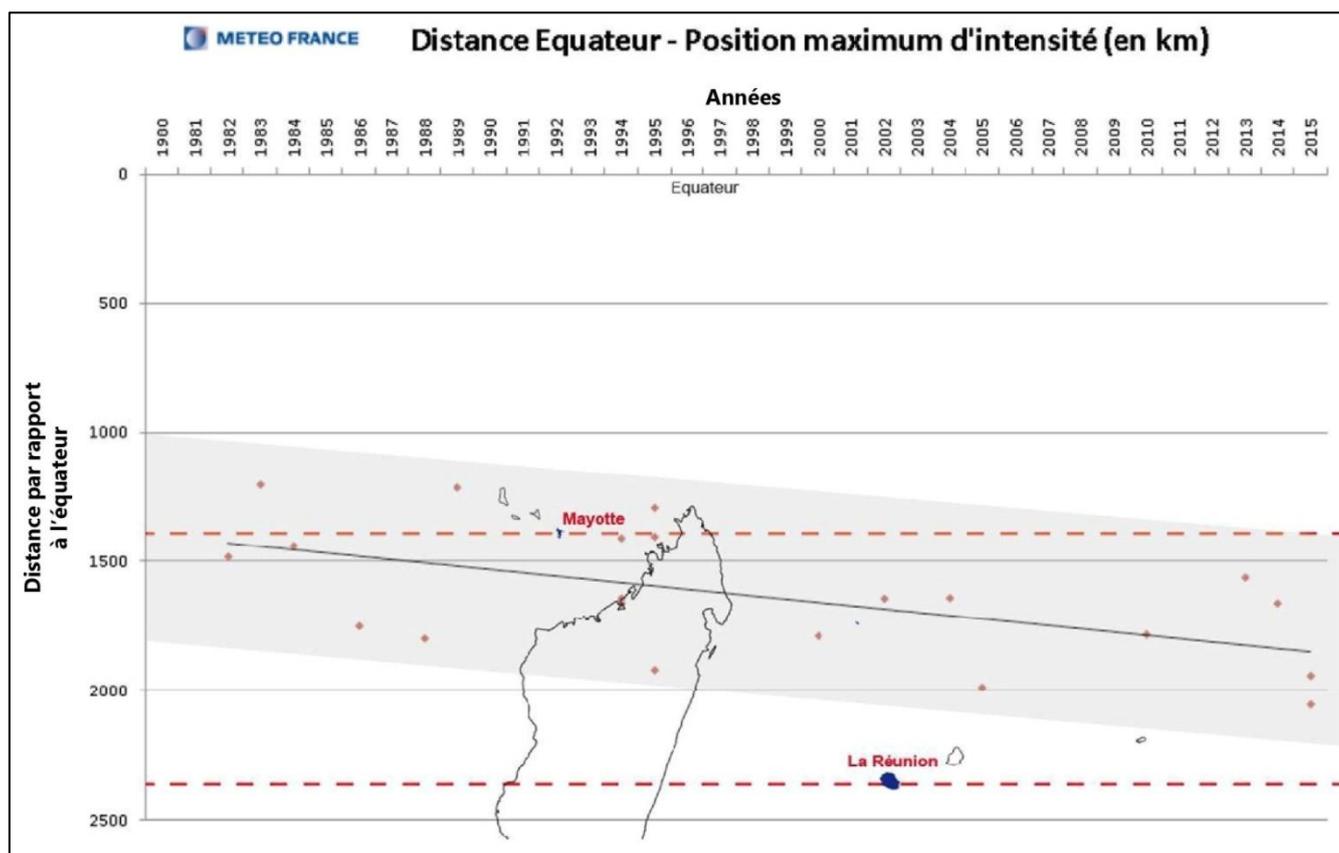


Planche 143 : Localisation des maximums d'intensité des cyclones du bassin sud-ouest de l'Océan Indien entre 1980 et 2015 (Source : Météo France)

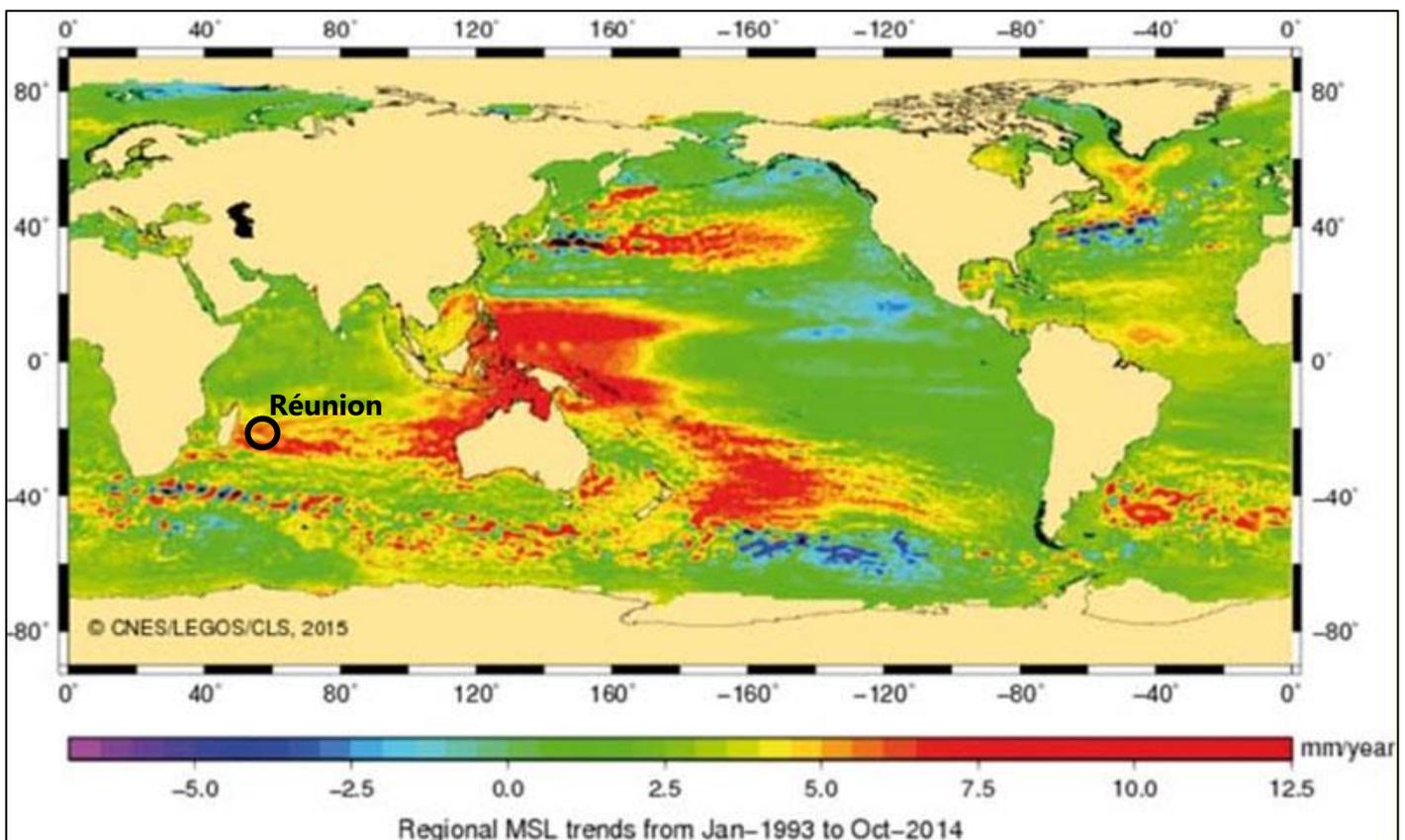
Le niveau de l'océan indien

Le niveau moyen des océans à l'échelle du globe s'est élevé de 0,19 m, selon une estimation reposant sur une tendance linéaire entre 1901 et 2010 établie sur la base de relevés de marégraphes complétés par des données satellitaires à compter de 1993. Les principaux facteurs de variation du volume des océans sont l'expansion du volume d'eau océanique due au réchauffement et l'écoulement dans les océans de l'eau stockée sur les continents, en particulier dans les glaciers et les nappes glaciaires.

Le niveau moyen mondial des mers continuera à s'élever au cours du XXI^e siècle. L'élévation moyenne du niveau des mers pour 2100 sera probablement comprise entre 30 cm et 1 m.

Les mesures réalisées par les satellites altimétriques depuis le début des années 1990 permettent de dresser une carte globale de la vitesse de hausse du niveau des océans, révélant ainsi que ce niveau n'augmente pas uniformément sur le globe. Dans certaines régions, le niveau a augmenté de 3 à 4 fois plus vite entre 1993 et 2013 que la moyenne globale. Ceci s'explique en grande partie par le fait que les océans ne stockent pas la chaleur qu'ils emmagasinent de manière homogène. Cette énergie accumulée est redistribuée par la circulation océanique propre à chaque région du globe, créant ainsi de fortes différences spatiales dans la structure thermique de l'océan et donc dans la hausse du niveau marin (effet de la dilatation).

La Réunion se situe à proximité d'une zone d'élévation rapide (Cf. Planche suivante).



**Planche 144 : Répartition des vitesses de hausse du niveau des océans à travers le globe
(Source : Météo France)**

7.5.2.2 Incidence du projet sur le climat et mesures envisagées

Caractérisation des effets du projet

➤ Gaz à effet de serre

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 seront les suivants :

- les rotations des camions entre l'extraction et l'installation de traitement,
- la mise en œuvre des engins pour le décapage, l'extraction des matériaux et la remise en état du site,
- les rotations des camions venant s'approvisionner en matériaux sur l'installation de traitement et apporter les remblais,
- les déplacements 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)).

Calcul des émissions annuelles de GES :

Calcul des émissions liées aux trajets des véhicules (hors site) :

Pour cette étude, nous nous sommes fondés sur le type de véhicule au départ et arrivant sur le site ainsi que la distance parcourue présentée dans le tableau suivant :

Type de poids-lourd (charge utile)	Matériaux transportés	Distance par rapport à la carrière
27T	Matériaux bruts vers les trois Cheminées	15 km aller/retour
27T	Matériaux traités	40 km aller/retour
20 T	Remblais	40 km aller/retour
< 1,5 T	-	30 km aller/retour

Tableau 84 : Caractéristique des types de véhicules et distances parcourues

On considère que 20% des matériaux traités seront récupérés sur site par les clients dans un rayon de 20 km.

Au maximum il sera donc observé par jour :

- 124 rotations (dont 25 pour le transport de granulats) pour le transport matériaux bruts et de granulats, soit 248 passages ;
- 13 rotations pour l'acheminement des remblais, soit 26 passages.

A ce trafic, il faut rajouter celui engendré par les véhicules légers des employés de la SORECO, soit 8 passages par jour (4 employés).

Ainsi, le projet générera le passage de 282 véhicules par jour, dont 274 camions.

La méthode utilisée pour mesurer l'effet sur le climat se base sur le Bilan Carbone du Guide ADEME. Les valeurs de référence issues du guide ADEME sont les suivantes :

Classe de PTAC	Litres aux 100 km ¹¹⁴	G équ. C par km	Incertitude sur consommation	Fabrication g équ. C/km	Incertitude sur fabrication	Soit g par véhicule.km	Incertitude totale
< 1,5 t essence	8,4	62,1	5%	9,0	40%	71,1	9%
< 1,5 t diesel	7,2	58,6	5%	6,8	40%	65,4	9%
1,5 à 2,5 t essence	9,5	70,2	5%	11,0	50%	81,2	11%
1,5 à 2,5 t diesel	8,4	68,4	5%	8,3	50%	76,6	10%
2,51 à 3,5 t essence	16,7	123,4	5%	12,8	70%	136,2	11%
2,51 à 3,5 t diesel	10,8	87,9	5%	10,2	70%	98,1	12%
3,5 t	12,4	100,9	5%	10,5	70%	111,4	11%
3,51 à 5 t	18,5	150,6	5%	11,9	70%	162,4	10%
5,1 à 6 t	14,5	118,0	5%	14,2	70%	132,2	12%
6,1 à 10,9 t	21,9	178,3	5%	16,2	70%	194,5	10%
11 à 19 t	29,6	240,9	5%	20,4	70%	261,3	10%
19,1 à 21 t	34,2	278,4	5%	21,1	70%	299,5	10%
21,1 à 32,6 tonnes	42,8	348,4	5%	23,6	70%	372,0	9%
tracteurs routiers	37,1	302,0	5%	30,0	70%	332,0	11%

Tableau 85 : Facteurs d'émission moyens par véhicule.km par classe PTAC (Source : ADEME)

A partir de ces données, le calcul des émissions d'équivalent Carbone a été effectué pour une durée de 10 années. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Type de véhicules	Activité	PTAC	Nombre de rotation par jour	Distance (aller)	Nombre de km estimés par an	Facteur d'émission (g/veh.km)	Émission d'équivalent Carbone (en tonnes par an)
Véhicule léger	Personnel d'exploitation	2 tonnes	4	15 km	4 x 2 x 15 km x 240 jours/an = 28 800	76,6	2,2
Camions bennes	Livraison de matériaux bruts	44 t	99	10 km	99 x 2 x 10 km x 240 jours/an = 475 200	372	176,8
	Livraison de granulats	44 t	25	20 km	25 x 2 x 20 km x 240 jours/an = 240 000	372	89,3
	Livraison de remblais	30 t	13	20 km	13 x 2 x 20 km x 240 jours/an = 124 800	372	46,4
Total							314,7

Tableau 86 : Calcul des émissions de gaz à effet de serre en équivalent Carbone des véhicules transportant les granulats et remblais à l'extérieur du site au cours de l'exploitation du projet

Le total des émissions de carbone dus aux transports routiers s'élève à **3147 tonnes équivalentes carbone** pour les 10 années d'exploitation supplémentaires.

Ce calcul a été réalisé avec des hypothèses moyennes majorantes sur les données suivantes :

- PTAC des camions,
- Prise en compte d'une livraison à 20 km (rayon maximum)

- trajets prenant en compte à chaque fois l'aller et le retour.
- un tonnage d'exploitation de la carrière maximum de 3 333 t/jour.

Calcul des émissions annuelles de GES produites sur le site du projet :

- Émissions dues à la consommation électrique :

Les installations sur le site du projet vont consommer **1 850 KW par an** d'électricité.

A la Réunion, en tenant compte des différentes sources de production de l'électricité (hydrocarbures, bagasse, charbon, hydraulique, photovoltaïque), l'ADEME estime que chaque kilowattheure produit est responsable d'une émission de 0,216 kg éq C.

Le matériel électrique (locaux administratifs) générera chaque année **0,4 tonne équivalent carbone** par an, soit **4 tonnes** équivalent carbone pour les 10 années d'exploitation supplémentaires du site.

- Émissions dues à la consommation d'énergie fossile :

Un litre de GNR émet environ 0,97 kg éq C.

Les installations consommeront 374 400 litres de GNR par an soit 363,5 tonnes équivalent carbone (3635 tonnes équivalent carbone pour 10 ans).

La consommation due aux énergies fossiles sera de **6786 tonnes équivalent carbone** pour les 10 années d'exploitation du site.

La quantité totale des émissions de GES induite par les installations et le transport des matériaux sera de 678,5 T.éq.C par an, soit environ 0,011% des émissions de GES observées sur la Réunion (donnée de 2017). A l'échelle mondiale, cette émission représentera environ 0,0000021%. L'impact du projet sur les émissions de GES sera donc faible.

➤ Température

Les incidences du projet sur l'évolution des températures au niveau de l'île de la Réunion sont étroitement liées à la quantité de GES produit par l'installation (circulation des engins, installation de traitement des matériaux, locaux, etc.). Étant données les mesures envisagées par le projet pour réduire au maximum ces émissions, dont la mise en place d'une conduite économique des engins, l'impact sur l'élévation de la température sera relativement faible. De plus, d'après les estimations de Météo France, cette élévation sera relativement modérée au niveau de la zone de l'île de la Réunion.

Les incidences du projet sur l'évolution des températures à la Réunion seront faibles.

➤ Précipitations

D'après les observations réalisées sur les 40 dernières années, les précipitations sur la zone du projet (sud-ouest) ont fortement diminué au cours de cette période. La réalimentation de la nappe superficielle au droit du projet est donc de plus en plus limitée, malgré des épisodes pluvieux intenses toujours présents. Du fait de cette diminution, une baisse du niveau de la nappe pourrait être observée à terme.

L'étude des incidences du projet sur la nappe a démontré que les impacts seront faibles et notamment concernant la recharge de celle-ci.

Les incidences du projet sur les conséquences d'une baisse de la pluviométrie sur la zone seront faibles, voir nuls.

➤ Cyclones

L'évolution des cyclones en termes d'intensité et de fréquence est incertaine d'après les experts en climatologie (GIEC). Néanmoins, la source de ces phénomènes météorologiques mettant en jeu des paramètres à l'échelle de tout l'Océan Indien voir planétaire, il semble peu probable que le projet est un quelconque impact sur la formation des cyclones.

Les incidences du projet sur l'évolution de la formation des cyclones dans le bassin sud-ouest de l'Océan Indien seront faibles, voir nuls.

➤ **L'élévation du niveau des océans**

Il a été démontré que le niveau des océans devrait augmenter de 30 cm et 1 mètre d'ici 2100. Afin de déterminer les conséquences de cette élévation sur la zone de Saint-Pierre, une étude sur les aléas littoraux a été réalisée en 2014 et un PPR relatif à ces aléas a été prescrit par le Préfet le 25 juin 2015. Celle-ci a permis de cartographier les zones concernées par le risque de submersion marine et du recul du trait de côte à l'horizon 2100 (Cf. Chapitre 3.9.3.2).

Le projet n'est pas concerné par ces deux types de zonage et n'augmentera pas les risques d'érosions sur la zone par l'océan.

Il peut donc être considéré que l'impact du projet sur l'élévation du niveau des océans sera faible, voire nul.

Mesures d'évitement et de réduction des impacts

➤ **Gaz à effet de serre**

Mesure d'évitement :

La mise en place de l'installation de traitement à proximité de l'extraction représente une mesure d'évitement. Cette mesure implique une diminution des trajets nécessaires à l'acheminement des matériaux, et donc l'émission des GES. Elle servira au criblage des terres de découverte, des remblais et ponctuellement, des matériaux bruts.

Mesure de réductions :

Les moteurs utilisés sur le site de l'installation seront dans la mesure du possible de type EFF1 afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Des variateurs de vitesse pourront également être utilisés dans le même objectif.

Afin que l'émission des engins et camions soit optimale, des conditions de conduites sont à respecter. Les conducteurs assisteront à des formations relatives à la conduite économique des engins, expliquant les meilleures habitudes à adopter pour consommer le minimum de carburant. Les éléments à prendre en comptes ont été présenté au paragraphe précédent (Cf. 7.5.1.3).

➤ **Autres paramètres**

Concernant les mesures en faveur de la limitation des incidences sur l'augmentation des températures, la diminution des précipitations, de l'évolution des cyclones et de l'élévation du niveau des océans, celles-ci sont globalement les mêmes que pour la limitation de l'émission de GES. En effet, les variations de ces paramètres sont étroitement liées à l'évolution de l'émission de GES dans l'atmosphère.

Les mesures de réduction étant inhérentes à l'exploitation, leurs coûts ne sont pas comptabilisés dans les mesures chiffrées.

7.5.2.3 Vulnérabilité du projet au changement climatique

Caractérisation des effets du changement climatique sur le projet

➤ Température

Les scénarios envisagés par Météo France prévoient une augmentation des températures sur la Réunion, comprise entre 1,7 et 2,6°C d'ici la fin du siècle. Néanmoins, cette augmentation sera beaucoup moins marquée que sur certaines régions du globe (Afrique et Madagascar notamment).

Cette évolution aura pour effet d'augmenter l'évapotranspiration sur la zone ainsi que la durée et la fréquence des périodes d'utilisation des climatisations. La période d'arrosage des voiries et des stocks pour limiter l'envol des poussières sera donc augmentée ainsi que la consommation électrique « domestique ».

La durée de la demande d'exploitation de la carrière est de 20 ans. Ainsi, l'évolution de la température pendant ce laps de temps sera beaucoup moins marqué (de 0,15 à 0,20°C par décennie).

Les effets de l'augmentation des températures induite par le changement climatique seront donc faibles.

➤ Précipitations

La diminution des précipitations sur la zone va entraîner plusieurs effets :

- diminution de la recharge de la nappe au droit du projet,
- diminution des périodes de fonctionnement des ouvrages de gestion des eaux de ruissellement. Il faut cependant préciser que la fréquence et l'intensité des événements pluvieux intenses ne seront pas modifiées,
- augmentation de la fréquence et de la durée des périodes sèches, favorisant l'envol de poussières sur le site,
- augmentation de l'érosion des sols.

Du fait de la durée moyenne du projet (20 ans), des mesures envisagées pour limiter les émissions de poussières sur le site et de la remise en état agricole par la mise en place d'une couche de 0,5 mètres de terre végétale, les incidences de la diminution des précipitations sur la zone seront faibles.

➤ Cyclones

Les travaux en cours à Météo-France Réunion mettent en évidence une migration significative des pics d'intensité des cyclones très intenses vers le sud sur les 30 dernières années au niveau du bassin du sud-ouest de l'Océan Indien.

Cette observation sous-entend que les cyclones passeront de plus en plus près de la Réunion, augmentant ainsi les risques de vent violent sur l'île.

Néanmoins, étant donnée l'incertitude des scénarios envisagés, il semble difficile d'estimer les incidences de l'évolution des cyclones sur le projet. Des mesures spécifiques à ces événements météorologiques extrêmes seront mises en place (Cf. Étude de dangers).

➤ Élévation du niveau des océans

La caractérisation des effets de l'élévation du niveau des océans a été illustrée dans les cartes de zonage des aléas submersion marine et recul du trait de côte à l'horizon 2100.

Le projet n'est pas concerné par ces zonages.

Les incidences de l'élévation du niveau de l'Océan Indien au niveau de l'île de la Réunion seront donc nulles au regard du projet.

Mesures de réduction des incidences du changement climatique sur le projet

Mesures de réduction sur la limitation des effets de l'augmentation des températures et la diminution des précipitations :

Les mesures de réduction vis-à-vis de l'augmentation des températures et de la baisse des précipitations concernent :

- Les équipements de limitations de l'envol des poussières sur le site. Ces derniers sont présentés au chapitre suivant 7.5.3.
- L'équipement par des systèmes de climatisation de tous les engins présents sur l'installation, ainsi que l'élément modulaire utilisé par le personnel.
- La mise en place d'une couche à forte valeur agronomique composé des terres de découvertes. En plus d'augmenter les rendements agricoles, cette mesure aura pour effet d'augmenter la stabilité du sol par rapport à la situation actuelle et donc de diminuer leur érosion. De plus, elle permet une meilleure réserve utile pour la plante pouvant supporter plus facilement l'hétérogénéité du manque de pluviométrie.

Mesures de réduction des effets des événements cycloniques :

Lors d'une alerte cyclonique (niveau orange du dispositif Orsec cyclone à la Réunion), l'exploitant se tiendra prêt à mettre son installation mobile de traitement de matériaux à l'arrêt et avec mise en place de mesures spécifiques : positionnement des pelles hydrauliques, de la chargeuse sur pneus et de celle sur chenille au niveau de l'aire étanche, repliement des engins de traitement (convoyeur), arrimage de certains éléments. En cas de passage au niveau rouge du dispositif Orsec cyclone à la Réunion, l'exploitant mettra en œuvre cette procédure et procédera à l'évacuation du site.

Mesures de réduction des effets de l'élévation des Océans :

Étant donné que le projet n'est pas concerné par les incidences de l'élévation du niveau de l'Océan Indien, aucune mesure n'est nécessaire.

7.5.3 Air

7.5.3.1 Caractérisation des effets du projet sur l'air

L'exploitation du projet aura deux effets sur la qualité de l'air :

- un dégagement de poussière liée aux activités d'extraction et de remise en état, au transit de granulats et remblais, au traitement des matériaux (concassage, criblage) et au transport ;
- un dégagement de gaz d'échappement par les camions et les engins.

Les paragraphes suivants résument les effets du projet sur l'air.

Émissions de poussières

➤ **Production des poussières**

L'exploitation d'une carrière produit de la poussière (particules fines de roches) lors :

- de l'extraction des matériaux et la remise en état (manipulation de matériaux et remblais) ;
- du transit de granulats et de remblais sur le site ;
- du fonctionnement des engins de concassage/criblage ;
- du passage des camions, véhicules légers, engins de manutention et d'extraction, sur les pistes qui remettent en suspension les poussières accumulées sur le sol.

➤ Propagation des poussières

La distance de propagation des poussières dépend de :

- la granulométrie des particules. La capacité de rétention de l'air est en rapport inverse de la dimension des poussières comme le montre le tableau suivant :

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 87 : Vitesse de chute des particules dans l'air selon leur dimension

- 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 la quantité de fines s'échappant du matériau exploité et s'échappant dans l'air ambiant ;
- 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 et de la zone de concassage :

- parmi les poussières émises on trouvera des particules fines, dont le diamètre est inférieur à 10 µm ;
- la hauteur de chute des matériaux lors du remplissage des camions est inférieure à 3 m ;
- compte tenu des vents dominants dans le secteur d'étude (Station de Pierrefonds aéroport) les éventuelles poussières soulevées depuis la carrière se propageront préférentiellement vers le nord et vers le nord-ouest. Les zones concernées par le déplacement des poussières sont donc en majorité, les habitations isolées à proximité du site, des exploitations agricoles et des champs.

➤ Incidence sur la végétation :

Les rejets de poussières d'origine minérale sont non toxiques pour les plantes. Néanmoins, ils ont plusieurs influences sur la végétation :

- une diminution de l'activité photosynthétique : l'accumulation de poussière sur les feuilles va former un écran qui diminuera, par effet de filtre, l'intensité lumineuse reçue sur les photorécepteurs. L'absorption de CO₂ pourra, elle aussi, être gênée par la présence des poussières ou par des encroûtements ;
- le dépôt des poussières peut affecter deux autres fonctions physiologiques importantes du feuillage : la respiration et l'évaporation ;
- l'activité photosynthétique dépend de l'état physiologique général dans lequel se trouve la plante : une plante affaiblie par une pollution chronique aura une activité photosynthétique moins efficace qu'une plante parfaitement saine ;
- la conséquence directe de la pollution sera une diminution des rendements et pourra entraîner des effets péjoratifs au niveau de la présentation des fruits notamment.

Ces mêmes poussières peuvent avoir, dans certains cas, un impact positif, soit par ajout d'amendement calcaire, soit en bloquant le développement de certains organismes parasites ou en favorisant la pollinisation.

En raison du manque de lien établi entre le taux de dépôt au sol et les effets sur la végétation, il est très complexe de se prononcer sur les impacts des poussières minérales émises par l'exploitation de la carrière sur la végétation environnante, bien que des zones de culture soient à proximité directe du projet. L'impact peut donc être qualifié de faible.

De plus, les précipitations sur la zone du projet, bien que peu régulières, permettront de laver les végétaux, limitant ainsi les effets des poussières sur la respiration et la photosynthèse.

➤ **Incidences sur les riverains :**

Vis-à-vis des riverains, les poussières peuvent représenter une gêne esthétique (recouvrement des véhicules par une pellicule de poussière par exemple) ou pratique. Elles peuvent d'autre part, pour celles riches en quartz et en cas d'inhalation prolongée, être à l'origine de maladies pulmonaires. Ceci est également valable pour les employés de la SORECO qui travailleront sur le site.

En effet, la silice peut se trouver sous forme amorphe ou sous forme cristalline qui est sa forme la plus dangereuse. A l'état naturel, bien que le silicium abonde dans la croûte terrestre (masse estimée à 25%), on ne le trouve jamais à l'état natif. Il est présent dans la plupart des roches courantes sous forme de silice (dioxyde de silicium, composant principal du sable) et de silicates complexes d'aluminium, de fer, de magnésium et d'autres métaux.

Le Quartz et la Cristobalite correspondent à des formes toxiques de la silice (cancérogènes pour l'homme). Leurs propriétés physiques présentent un danger compte tenu de leur petite taille ($\leq 50\mu\text{m}$) leur permettant de flotter dans l'air et des extrémités tranchantes de ces particules.

La principale maladie provoquée par l'inhalation excessive de ces variétés cristallines de la silice est la silicose, pathologie provoquant une invalidité respiratoire, voir cardiaque de façon irréversible. La silicose entraîne aussi des affections telles que la fibrose pulmonaire et l'emphysème.

Les mesures réalisées sur différents gisements pour la production de granulats (hors scories et pouzzolane) sur le territoire de la Réunion n'ont pas mis en évidence la présence de silice cristalline ou alors à des teneurs très faibles (<2%). Le taux de Quartz dans les poussières du site de la carrière est donc inférieur au seuil de 2%, seuil en-deçà duquel les risques de maladies pulmonaires en cas d'exposition prolongée sont possibles.

Selon les prospections géologiques menées sur le site, le gisement est relativement homogène (alluvions et basaltes). Les matériaux rencontrés possèdent donc des caractéristiques physico-chimiques et des taux de quartz sensiblement égaux. **Il ne sera donc réalisé qu'une mesure du taux de quartz par phase quinquennale.** La première mesure sera néanmoins réalisée au démarrage de l'exploitation.

Une consigne demandant aux conducteurs des camions de rester à l'intérieur de leur véhicule lors de leur passage sur le site sera mise en place et affichée au niveau de l'entrée. Elle a pour objectif de réduire les différents risques liés à la présence d'un piéton sur la zone de chargement en maintenant les conducteurs à l'abri à l'intérieur de leur cabine climatisée. Cette mesure permet également de diminuer leur exposition aux envols de poussière qui pourront être présents.

➤ **Incidences sur les parcs Photovoltaïques :**

On relève à proximité du projet la présence d'installations photovoltaïques en aval du projet, sur la zone de l'aéroport de Pierrefonds (en aval de TERALTA et en aval de la piste de l'aéroport).

Les panneaux photovoltaïques sont soumis aux conditions météorologiques et atmosphériques. Ainsi plusieurs paramètres autres que l'ensoleillement peuvent influencer l'efficacité de la production électrique :

- activités industrielles : fumées rejetées par les usines, carrières, gaz d'échappement des engins, etc. ;

- rejets dus au trafic routier ;
- activités agricoles : labours, moissons, épandages, etc. ;
- empoussièrément naturel : pollens, feuilles mortes, sable amené par le vent, déjections d'oiseaux, embruns marins, etc.

Ces facteurs peuvent amener à un encrassement des panneaux solaires, et donc à une diminution du rendement. L'effet de l'empoussièrément peut varier selon plusieurs critères :

- la quantité de particules (g/m^2) sur les panneaux ;
- la taille des particules ;
- la composition chimique des particules ;
- l'inclinaison des panneaux photovoltaïques ;
- les conditions météorologiques.

D'après la direction des vents dominants, l'impact du projet sur ces panneaux sera très faible. De plus, la carrière de TERALTA est située entre le projet SORECO et ces panneaux.

Une modélisation de dépôt de poussières autour du site a été réalisée par le bureau d'étude NUMTECH. Cette modélisation tient compte de la taille des particules émises et des vents dominants sur le secteur.

On constate que seule l'installation photovoltaïque à proximité directe de TERALTA sera légèrement impactée.

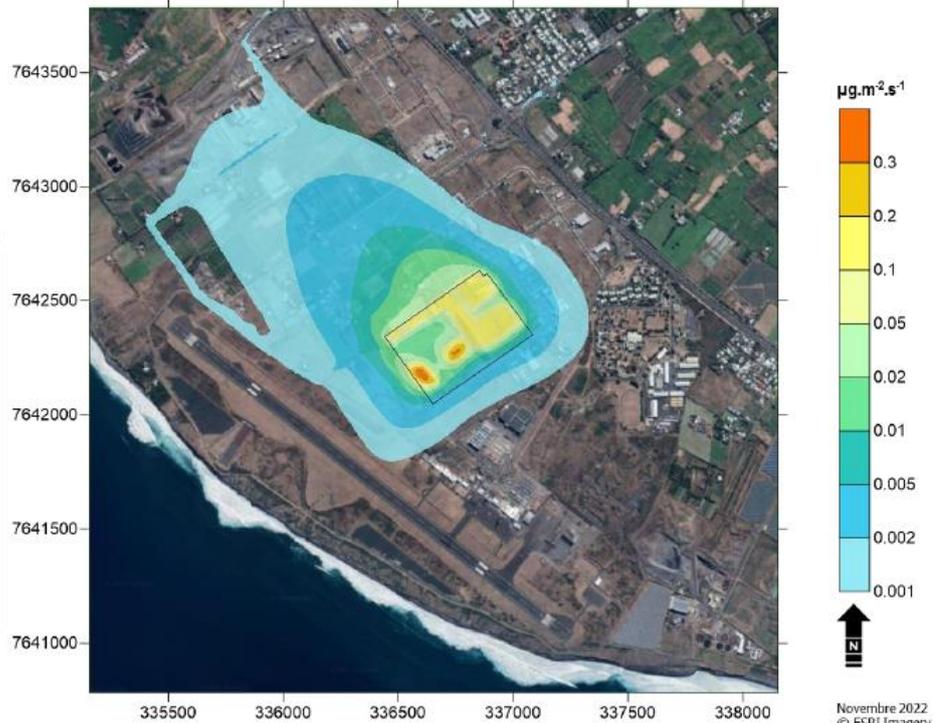
**Scénario d'exploitation phase 5
PM₁₀ – Flux de dépôt annuel moyen**

Site : Carrière SORECO
Saint-Pierre, Île de la Réunion
Réf. étude : 350.1022/EI v1.0

Grille de calcul :
3 x 3 km²
Résolution variable
Au sol

Météo :
Saint-Pierre
Année 2021
Pas horaire

▭ Limites d'autorisation

**Scénario d'exploitation phase 6
PM₁₀ – Flux de dépôt annuel moyen**

Site : Carrière SORECO
Saint-Pierre, Île de la Réunion
Réf. étude : 350.1022/EI v1.0

Grille de calcul :
3 x 3 km²
Résolution variable
Au sol

Météo :
Saint-Pierre
Année 2021
Pas horaire

▭ Limites d'autorisation

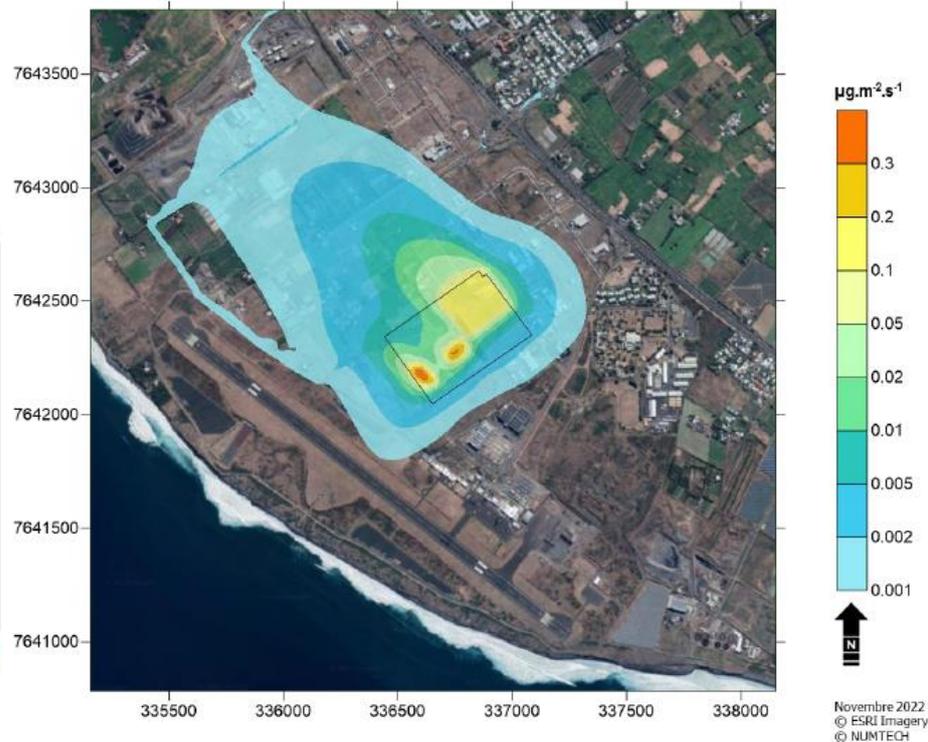



Planche 145 : Résultats des modélisations des flux de dépôt annuels moyens des PM₁₀ durant les phases 5 et 6 (Source : NUMTECH)

D'après les modélisations, la carrière va impacter les panneaux solaires avec un empoussièrément maximal de 0,002 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$. Reporté à l'année, l'impact de la carrière sera donc négligeable.

Les gaz d'échappement

Les rejets atmosphériques de gaz d'échappements ont plusieurs origines :

- la circulation des camions : rejets de CO/ CO₂ et NO_x liés aux gaz d'échappement à l'intérieur et à l'extérieur du site ;
- l'utilisation des engins : rejets dus à la combustion du carburant (GNR) de monoxyde et dioxyde de carbone (CO et CO₂), dioxyde de soufre (SO₂), oxydes d'azote (NO_x), hydrocarbures, vapeur d'eau et particules liées aux gaz d'échappement.

Dans le cadre du projet, l'impact est directement lié au nombre :

- au nombre d'engins présents sur le site, soit deux engins à l'extraction, 2 chargeuses sur pneus;
- du nombre de rotation des camions venant chercher les matériaux et apportant les remblais, soit un maximum de 137 rotations quotidienne,
- des engins de traitement des matériaux (concasseur et crible),

La quantification des gaz d'échappement émis sur le site par les engins de manutention et de traitement des matériaux, ainsi que les véhicules est présentée dans les tableaux suivants :

La quantification des gaz d'échappement émis sur le site par les engins est présentée dans le tableau suivant :

Sources émettrices	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NO ₂	SO ₂	BAP	Buta	Benz	As	Ni
	kg/an	kg/an	kg/an	kg/an	kg/an	g/an	kg/an	g/an	mg/an	mg/an
Concasseur à mâchoires	10.54	9.99	201.14	112.26	0.18	0.43	0.77	16.29	0.92	0.92
Crible	2.29	2.17	43.73	24.40	0.04	0.09	0.17	3.54	0.20	0.20
Chargeuse sur pneus	11.00	10.42	209.89	117.14	0.19	0.44	0.80	17.00	0.96	0.96
Chargeuse sur chenilles	11.00	10.42	209.89	117.14	0.19	0.44	0.80	17.00	0.96	0.96
Pelle excavatrice (2)	55.01	52.12	1049.45	585.71	0.96	2.22	4.01	84.99	4.79	4.79
Concasseur à mâchoires	10.54	9.99	201.14	112.26	0.18	0.43	0.77	16.29	0.92	0.92

Tableau 88 : Emissions quantifiées des rejets canalisés des engins non routiers et des installations de traitement (Source : NUMTECH)

➤ Quantification des émissions des véhicules :

Le nombre de rotations par jour des poids-lourd a été évalué à 137, soit 274 trajets/jour induits par la carrière, auxquels il faut ajouter 4 rotations de véhicules légers par jour des employés.

Afin de rester majorant, il a été considéré que tous les camions étaient des 44 tonnes (soit 27 T de charge utile).

Les émissions (gaz d'échappement) sont calculées à l'aide du logiciel COPERT, par la société NUMTECH. De manière conservatrice, il est considéré le trafic le plus important. Le tableau ci-après indique les émissions atmosphériques générées par les véhicules. L'ensemble des résultats liés aux émissions aériennes est disponible en annexe 2, pièce 10.

	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	NO ₂	SO ₂	BAP	Buta	Benz	As	Ni
	kg/an	kg/an	kg/an	kg/an	kg/an	g/an	kg/an	g/an	mg/an	mg/an
Transports externes	20.98	13.03	114.34	63.75	6.19	0.19	1.47	31.18	0.35	2.67
Transports internes	1.88	1.16	10.22	5.70	0.55	0.02	0.13	2.79	0.03	0.24
Total	22.86	14.19	124.57	69.45	6.74	0.21	1.60	33.96	0.38	2.91

Tableau 89 : Estimation des flux massiques de polluants atmosphériques générés par les véhicules (Source : NUMTECH)

Simulation de la dispersion des rejets atmosphériques

Les simulations de dispersion des rejets atmosphériques ont été réalisées par le cabinet NUMTECH dans son ERS dont les résultats exhaustifs sont disponibles en Annexe 2 - pièce 10.

Les calculs de dispersion atmosphérique permettent d'estimer la qualité de l'air aux alentours des sources des rejets atmosphériques. La répartition de la charge de polluants est calculée sur la base des taux d'émissions prévisionnels, des données météorologiques et la topographie.

Afin d'appréhender les effets du terrain sur la dispersion atmosphérique, il a été utilisé un modèle ADMS 5.2 (Cf. description dans l'ERS en Annexe 2 - pièce 10).

Les résultats permettent de dire que l'exploitation du projet va entraîner principalement une légère hausse des concentrations en poussières dans l'air ambiant (Cf. Planche suivante). Cette augmentation va intervenir globalement aux niveaux des zones présentant de faibles densités de population. De plus, les concentrations calculées aux niveaux des récepteurs sont inférieures aux normes réglementaires.

Les planches ci-après représentent graphiquement les concentrations maximales calculées en moyenne annuelle chaque phase pour les particules PM10, particules les plus émises par le site.

Les modélisations réalisées se sont également attachées à présenter l'incidence du trajet des camions jusqu'à la RD 26.

Il en résulte que les impacts sur la qualité de l'air liés à l'exploitation du site seront limités.

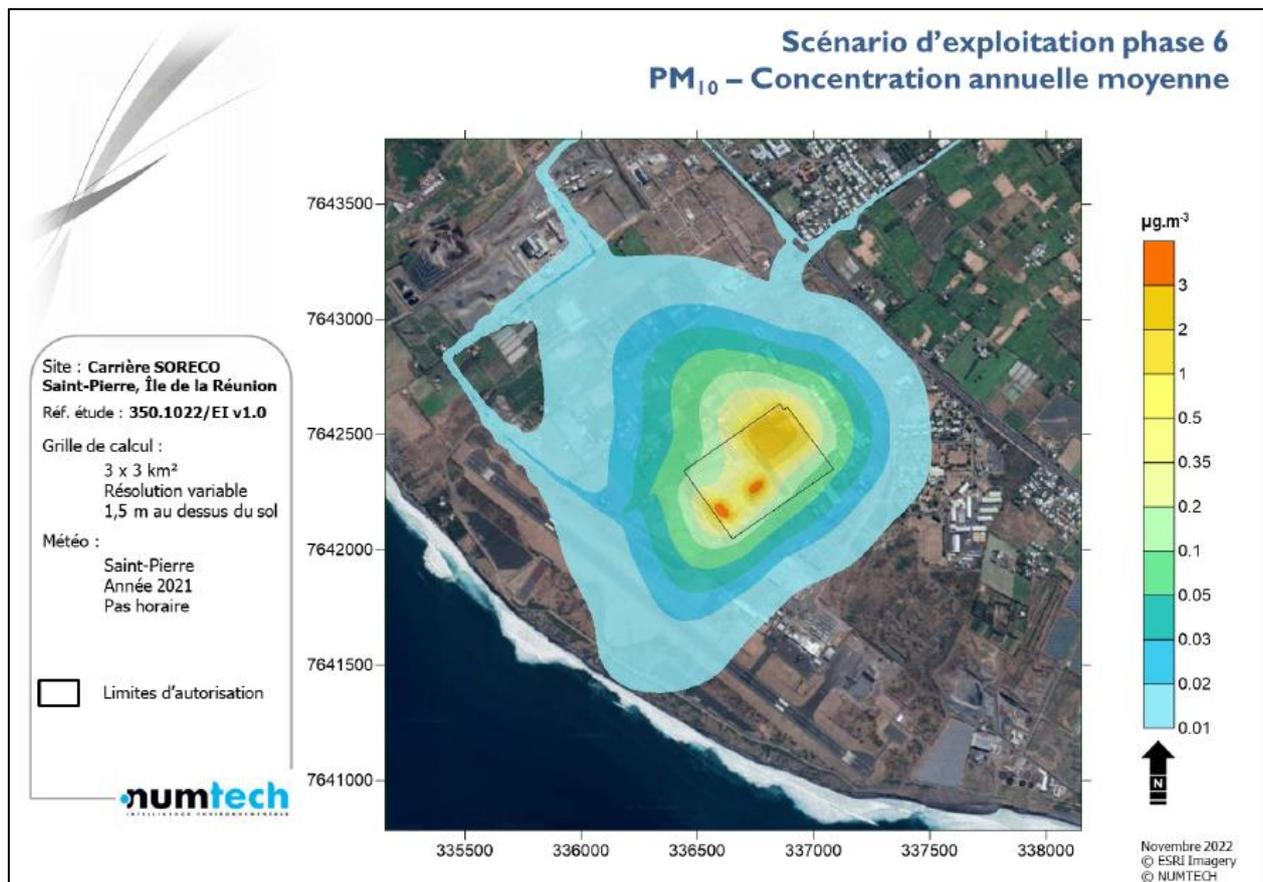
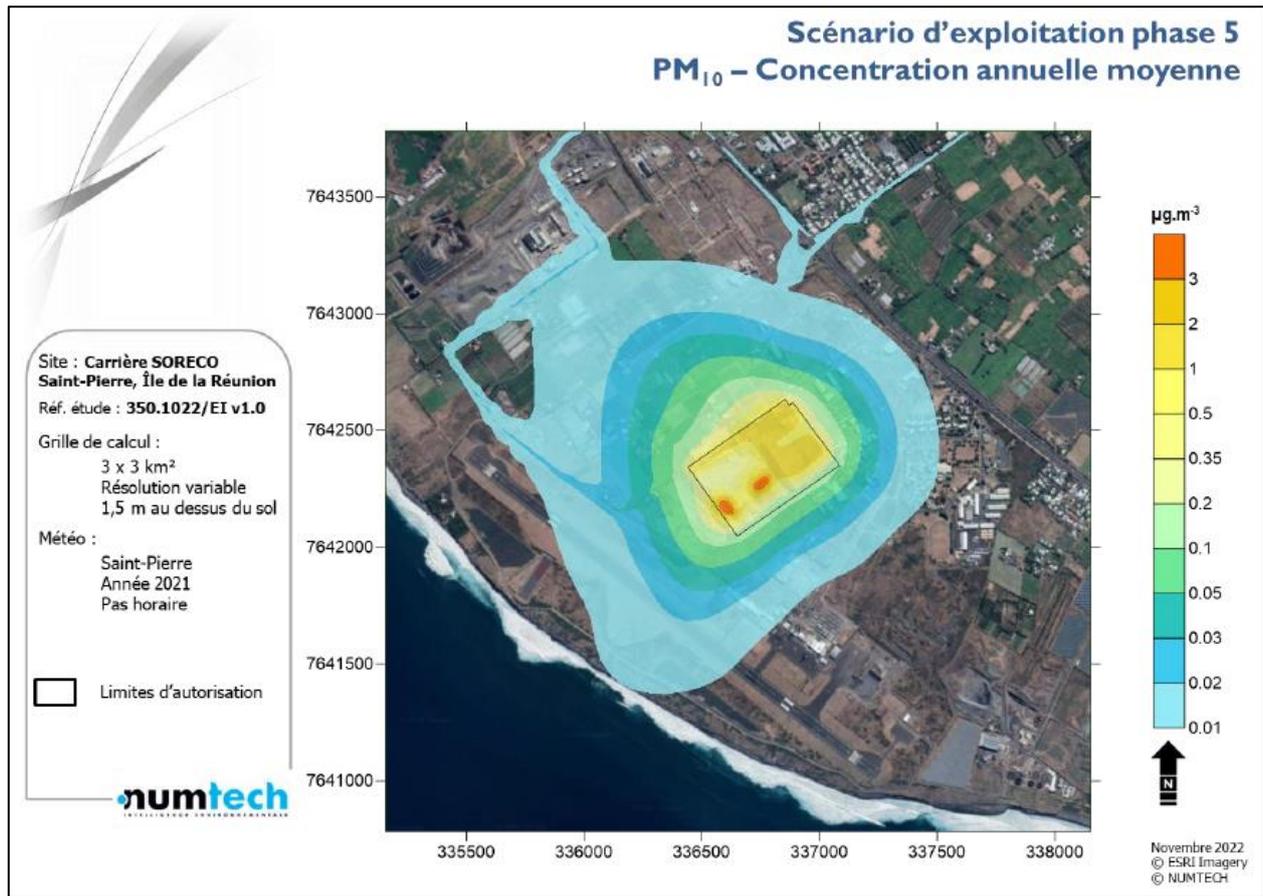


Planche 146 : Impacts de l'exploitation du site sur la qualité de l'air - concentrations de PM₁₀ maximale calculée en moyenne annuelle pour les phases 5 et 6 (Source : NUMTECH)

7.5.3.2 Mesures de réduction des impacts sur l'air

Mesures de réduction des émissions de poussières

Étant donné qu'il peut y avoir des risques d'inhalation de poussières par les employés travaillant sur le site, toutes les machines et les conducteurs d'engins disposeront de moyens de protection adéquats (cabines climatisées, équipements de protection individuels : lunettes, masques anti-poussières, etc.) ; ce qui permettra de réduire l'exposition des employés sur le site.

Les mesures de réduction prises pour limiter les émissions de poussières dans l'environnement sont les suivantes :

- Le concasseur et le crible seront équipés de rampes de brumisation au niveau de la chambre de concassage permettant de limiter les émissions de poussière lors de l'opération de traitement.
Dans le cas où ils n'en disposaient pas, un brumisateur mobile sera mis en place.
- L'aménagement et l'entretien des pistes de circulation empruntées par les véhicules seront réalisés afin de :
 - o limiter les dépôts de poussières sur celles-ci, dépôts qui seraient remis en suspension lors du passage des véhicules,
 - o limiter le pourcentage des pentes des pistes empruntées afin d'éviter les phénomènes de patinage en montée.
- Les pistes semi-perméables, les stocks et la surface en extraction seront arrosées soit par :
 - o un réseau d'arrosage :
 - o un camion-citerne qui passera deux fois par jour sur les pistes pour les arroser.
- un rotoluve avec portique est positionné sur le chemin de l'aérodrome pour nettoyer les pneus des véhicules quittant le site et arroser les chargements et éviter l'entraînement de poussières sur la route (Ce rotoluve sera retiré lorsque la SORECO utilisera la voie des carriers. Il ne sera pas repositionné si celle-ci n'est pas revêtue).
- La partie du chemin de l'aérodrome en sortir du site est également arrosée pour éviter l'envol des poussières. La SORECO utilisera la voie des carriers à sa mise en place et la gestion de l'envol des poussières est prévue par son gestionnaire.
- L'ensemble du site sera soumis à une limitation de vitesse de circulation fixée à 20 km/h.
- Les pelles hydrauliques destinées au chargement des véhicules assurant le transport déposeront les matériaux au plus près du fond de la benne, ce qui évitera les émissions de poussières générées par la hauteur de chute s'ils étaient déversés depuis le haut de la benne.
- Les camions seront également chargés sous le niveau des ridelles, ce qui évitera les éventuelles pertes de matériaux lors de leurs déplacements.
- Un panneau rappelant l'obligation de bâcher pour le transport de matériaux fins sera affiché en sortie de site.
- En de la zone d'extraction, des merlons d'une hauteur de 3 m seront positionnés de façon à représenter une barrière physique efficace pour limiter la dispersion des poussières.
- Mise en place de procédures de nettoyage du site (au minimum une fois par semaine).

La localisation du site en milieu rural limite les cibles potentielles liées aux émissions de poussières.

L'article 19.5 de l'arrêté du 22 septembre 1994 modifié prévoit que « *Les exploitants de carrières, à l'exception de celles exploitées en eau, dont la production annuelle est supérieure à 150 000 tonnes établissent un plan de surveillance des émissions de poussières. [...] Pour les installations de carrières implantées sur un site nouveau, une première campagne de mesures effectuée dans le cadre de l'étude*

d'impact avant le début effectif des travaux, permet d'évaluer l'état initial des retombées des poussières en limite du site ». La carrière de la SORECO prévoit une extraction maximale annuelle de 800 000 tonnes. Le projet est donc soumis à la réalisation d'un plan de surveillance des émissions de poussières au sens de l'AM du 22 septembre 1994.

La dernière campagne de mesure (2021) a permis de caractériser l'état initial. Les résultats sont présentés au chapitre 5.5.2.3. Ceux-ci sont conformes à la réglementation.

Trois jauges ont été disposées à plusieurs endroits (Cf. planche suivante) :

- 1 jauge témoin au sud-est du projet (Jauge de type a au sens de l'arrêté ministériel du 24 septembre 1994),
- 1 jauge à proximité d'une habitation au nord-ouest du site sous les vents dominants (Jauge de type b au sens de l'arrêté ministériel du 24 septembre 1994),
- 1 jauge en bordure du site (Jauge de type c au sens de l'arrêté ministériel du 24 septembre 1994).

Le plan de surveillance sera modifié avec le même nombre de jauge mais en déplaçant la jauge témoin à l'est du projet. Le plan de surveillance mis à jour est disponible en Annexe 1, pièce 2.

Les nouveaux points de mesures par jauges du plan de surveillance sont rappelés dans la planche suivante.

En cas de dépassement des valeurs seuils d'émission des poussières dans l'environnement, la SORECO pourra augmenter son arrosage, utiliser une solution agglomérante des poussières (Ce produit étant 100% biodégradable (certifié ECOCERT®), il n'est pas nécessaire de mettre en place une gestion particulière des boues), limiter le nombre de machines en fonctionnement simultané, ...

La configuration du site, les méthodes d'exploitation et les mesures prises par l'exploitant permettront de limiter les émissions de poussières dans l'environnement et de les restreindre à des valeurs inférieures aux seuils réglementaires de qualité de l'air.



Planche 147 : Localisation des jauges du plan de surveillance des émissions de poussières émises par le projet

Mesures de réduction des émissions de gaz d'échappement

Bien que les effets des gaz d'échappement des engins et véhicules fréquentant la carrière soient très faibles, l'exploitant souhaite encore les réduire en mettant en œuvre les points suivants :

- Les engins qui seront utilisés pour extraire les matériaux et les charger dans les camions respecteront les normes en vigueur concernant les rejets de gaz d'échappement dans l'atmosphère.
- Les engins seront entretenus de telle sorte qu'ils ne soient pas à l'origine d'un rejet plus important que celui généré par leur fonctionnement normal, rejet supplémentaire qui pourrait être dû à un mauvais entretien moteur.
- L'aménagement et l'entretien des pistes de circulation empruntées par les camions seront réalisés autant que de besoin et de telle sorte que les camions n'aient pas à augmenter leur régime moteur (qui conduit à une augmentation des rejets de gaz d'échappement) afin de passer un éventuel obstacle.
- Dans le même objectif, les pistes de la carrière ne présenteront pas de pente supérieure à 8%.

- L'ensemble du site est soumis à une limitation de vitesse de circulation fixée à 20 km/h.
- Les camions ne seront pas chargés au-delà de leur limite réglementaire, ce qui permettra de ne pas solliciter le moteur plus que la normale.
- Une consigne sera affichée à l'entrée du site demandant aux camions de couper leur moteur s'ils se trouvent dans une file d'attente pour le chargement de leur véhicule ou pour l'accès à la bascule.
- Les conducteurs d'engins d'extraction utiliseront, lorsqu'il existe, un mode de réglage du régime moteur automatique, afin d'éviter que leur engin ne fonctionne en permanence à pleine puissance.

L'impact des gaz d'échappements des engins fréquentant le site du projet sera considéré comme négligeable.

7.5.4 Odeur

Les activités d'extraction, de traitement et d'expédition de matériaux de carrière ne sont pas sources d'odeurs particulières.

Le projet n'aura pas d'impact sur la qualité olfactive de l'air.

Aucune mesure n'est donc à envisager.

7.5.5 Bruit

7.5.5.1 Rappel du cadre réglementaire et des caractéristiques du bruit

Seuils réglementaires applicables

En limites de propriété, le niveau sonore admissible ne doit pas dépasser : **70 dBA le jour et 60 dBA de nuit**. Il est rappelé que l'installation ne fonctionnera qu'une heure de nuit (entre 6h et 7h pour la livraison client) et le reste de jour (de 7h à 19h).

Par ailleurs, dans les zones à émergence réglementée, les émergences doivent respecter les valeurs suivantes :

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée (incluant le bruit de l'établissement)	Émergence admissible pour la période allant de 7h à 22h, sauf dimanches et jours fériés	Émergence admissible pour la période allant de 22h à 7h, ainsi que les dimanches et jours fériés
Supérieur à 35 dB(A) et inférieur ou égale à 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
Supérieur à 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Règles de dispersion du bruit

La propagation du bruit dans l'environnement dépend de nombreux facteurs (température, humidité, homogénéité des corps situés sur le passage des ondes, etc.), mais suit une loi générale de décroissance en fonction de la source d'émission.

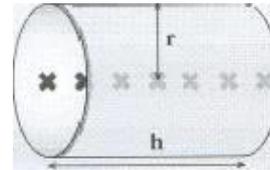
La propagation dépend avant tout de la position spatiale de la source émettrice.

Pour une source ponctuelle :

La propagation de l'onde suit la loi suivante :

$$L_p = L_w + 10 \log 1/4\pi r^2$$

Soit un doublement de la distance entraîne une atténuation de 6 dB.

Pour une source linéaire :

La propagation de l'onde suit la loi suivante :

$$L_p = L_w + 10 \log 1/2\pi r h$$

Soit un doublement de la distance entraîne une atténuation de 3 dB

Cette relation permet d'établir la table de corrélation suivante pour une source ponctuelle (atténuation de 6dB en fonction de la distance) :

**Règles d'addition de bruit**

Les décibels ne s'additionnent pas de façon arithmétique. L'addition se fait selon une formule logarithmique avec des niveaux sonores de même pondération. On se réfère pour cela à l'échelle ci-dessous.



Ainsi, lorsque deux bruits présentent une différence de niveau sonore supérieure à 10 dB, la majoration est négligeable et c'est le bruit le plus fort qui masque le bruit le plus faible.

7.5.5.2 Caractérisation des effets du projet sur le niveau sonore**Origine des nuisances sonores**

Le projet présentera plusieurs sources d'émissions sonores :

- des sources liées au travail des engins (extraction, transport, chargement) et à la circulation des camions,
- des sources dues au fonctionnement des engins de l'installation de traitement des matériaux.

Les sons générés par les engins, qu'il s'agisse des véhicules clients ou des engins liés à l'activité d'extraction et au chargement, sont les suivants :

- bruit des moteurs des engins d'extraction et des camions,
- bruit mécanique des chenilles des engins d'extraction,
- bip des avertisseurs sonores de recul,
- bruit de la chute des matériaux dans les bennes des véhicules de transport (interne ou clients),

- bruit lors du déchargement dans les trémies,
- bruit du trafic sur la ZAC, la RN1 et des activités présentes à proximité (construction sur la ZAC, activités agricoles, carrière TERALTA, ...).

Ces sources fonctionneront :

- du lundi au vendredi hors jours fériés de 6h à 19h pour les engins affectés à la vente et expédition des produits finis, en charge du chargement des camions,
- du lundi au vendredi de 7h à 19h pour les engins affectés à la carrière et l'installation de traitement de matériaux.

La fréquence du passage des camions sur les pistes du site a été évaluée à 11 rotations par heure.

La vitesse de ces camions est estimée à **20 km/h** sur le site.

Objectifs de niveaux de bruits maximaux

La définition des objectifs de niveau de bruit maximaux a été établie à partir des mesures de bruit réalisées dans le cadre de l'état initial (Cf. Paragraphe 5.5.3.4).

	Indice retenu	Niveau de bruit résiduel	Émergence	Objectif Ambiant maxi
Période diurne				
Point 1	LAeq	54,8 dBA	5	59,8 dBA
Point 2	LAeq	58,7 dBA	5	63,7 dBA
Point 3	LAeq	60,2 dBA	5	65,2 dBA
Point 5	LAeq	52 dBA	5	57 dBA
Point 6	LAeq	55 dBA	/	70 dBA
Point 7	LAeq	51,9 dBA	5	56,9 dBA
Point 8	LAeq	57,6 dBA	/	70 dBA
Période nocturne				
Point 1	LAeq	53,9 dBA	3	56,9 dBA
Point 3	LAeq	56,1 dBA	3	59,1 dBA
Point 5	LAeq	55,3 dBA	3	58,3 dBA

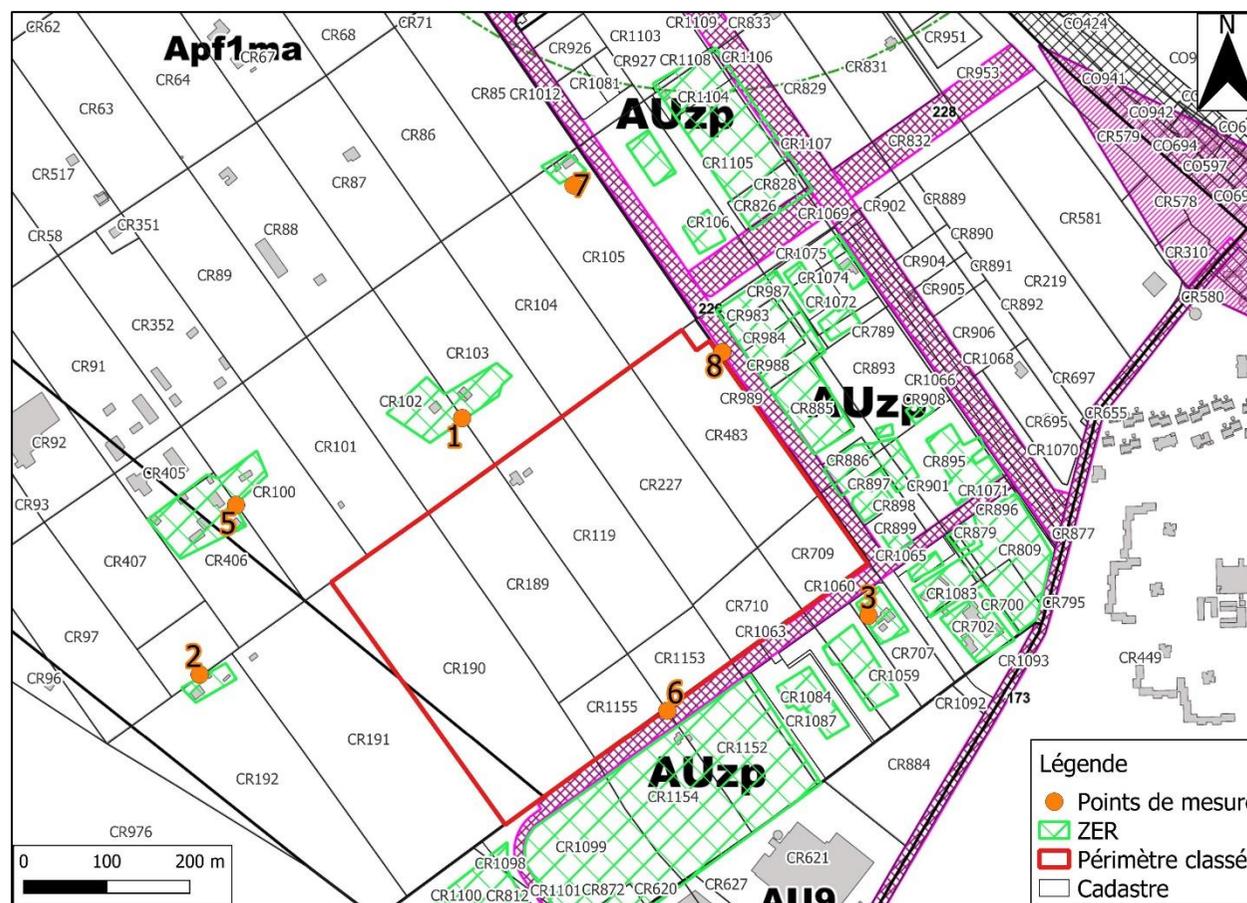


Tableau 90 : Niveau de bruit résiduel et objectif de niveau de bruit maximum

Les points de mesure de suivi de la carrière ont été positionnés le plus pertinemment possible. C'est pourquoi, le point 9 situé sur les terrains constructibles de la ZAC ne sera pas suivi dans le cadre de l'extension : la ZAC est en cours de construction et faire un point de mesure dans ces ZER aurait nécessité l'arrêt des constructions en cours. De plus, il n'est pas possible de prévoir où seront situés les futurs bâtiments de la ZAC.

7.5.5.3 Principe de l'étude des effets du projet sur les émissions sonores

De manière à évaluer l'impact du projet sur le niveau sonore, une modélisation acoustique a été réalisée par le cabinet A2ms dont le rapport complet est disponible en Annexe 2 - pièce 12.

Les modélisations ont été réalisées à partir des mesures faites à l'état initial en 2021 et 2022 par EMC² Environnement dont les résultats sont présentés au chapitre 5.5.3.4.

Méthodologie

Les valeurs des émissions sonores **en limite de propriété** seront calculées aux points 6 et 8, et plus généralement directement évaluées sur les représentations graphiques calculées.

Les **points en Zones à Émergence Réglementée** étudiés sont positionnés au droit des ZER les plus proches (points diurnes 1, 2, 3, 5, 7 et nocturnes, 1, 3, 5).

Le non-dépassement des valeurs limites présentées précédemment permet de juger de la conformité de l'installation étudiée par rapport à la réglementation applicable sur les émissions sonores, **mais uniquement aux points étudiés lors des mesures de terrain.**

Bien évidemment, l'étude de simulation numérique permet, au travers des représentations graphiques calculées, de visualiser l'étendue des zones de conformité et de non-conformité et d'émettre un jugement qui va au-delà des points de mesure de terrain.

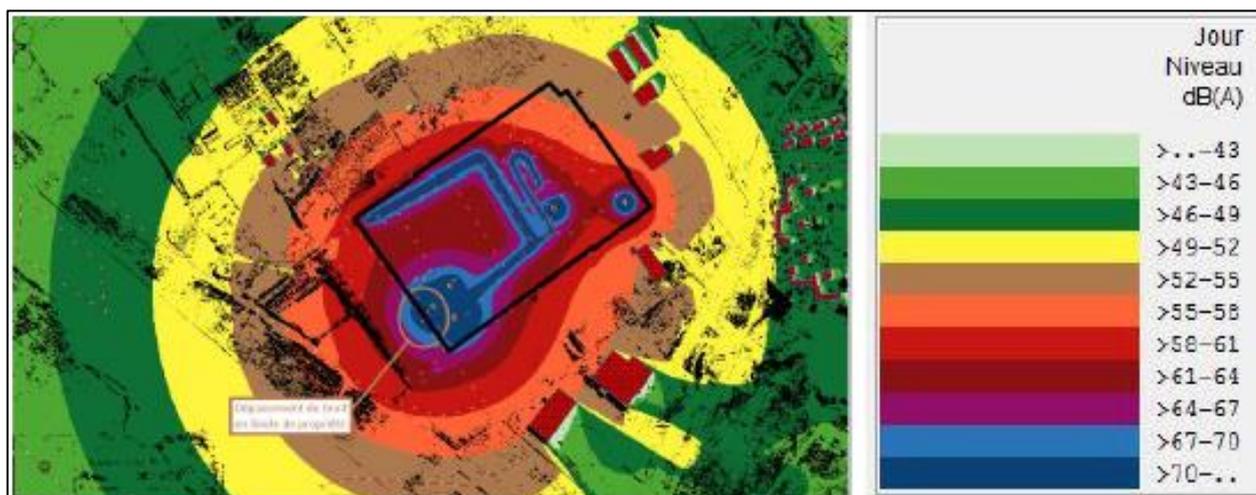
6 cas de simulation ont été étudiés :

- 1) Impact acoustique du site avec actions correctrices
 - o Scénario début de phase 5 (proche du TN), période diurne.
 - o Scénario fin de phase 5, période diurne.
 - o Scénario début de phase 6 (proche du TN), période diurne.
 - o Scénario fin de phase 6, période diurne.
 - o Scénario période nocturne : chargement de camion
- 2) Impact acoustique du site sans actions correctrices
 - o Scénario début de phase 5 (proche du TN), période diurne.

7.5.5.4 Etude du niveau sonore sans mesures correctrices

Situation sonore sans traitement spécifique

Les résultats de la modélisation est la suivante :



La non mise en place des dispositions acoustiques engendre un dépassement du bruit en limite de propriété au niveau de la plateforme de traitement. L'absence de merlons en périphérie des zones d'extraction peut engendrer un dépassement lorsque les pelles sont à proximité immédiate de la limite de propriété, notamment lors du début d'exploitation (Équipement au niveau du sol). En effet, le niveau limite (70 dB(A)) est dépassé sur une zone de 25 m autour de l'équipement.

Emergence (en dB(A))		Bruit résiduel	Début Phase 5	Fin Phase 5	Début Phase 6	Fin Phase 6
Point						
n°1	ZER Nord	54,8	4	4	4	4
n°2	ZER Teralta	58,7	1	1	1	1
n°3	ZER Sud Est	60,2	1	1	1	1
n°5	ZER Nord Ouest	52,0	4	4	4	4
n°7	ZER Nord	51,9	2	2	3	2

Période nocturne		Bruit résiduel	Bruit particulier	Bruit ambiant	Emergence
Point					
n°1	ZER Nord	53,9	54,6	57,3	3
n°3	ZER Sud Est	56,1	51,0	57,3	1
n°5	ZER Nord Ouest	55,3	50,5	56,5	1

Tableau 91 : Résultats de la simulation sans la prise en compte des actions correctrices au niveau des ZER en période diurne et nocturne (Source : A2ms)

La non mise en place des dispositions acoustiques ne semble pas engendrer de dépassements de l'émergence réglementaire.

Les impacts du projet sur les émissions sonores seront donc moyens et nécessitent des mesures de d'évitement/réduction.

7.5.5.5 Mesures d'évitement et de réduction des impacts

Mesures d'évitement :

La première mesure d'évitement consiste à ne démarrer les engins de traitement qu'à partir de 7h00. Le créneau de 6h à 7h sera exclusivement réservé à la livraison des granulats.

Mesures de réduction :

La principale mesure de réduction des impacts consiste à la mise en place des engins de traitement des matériaux au niveau de la fosse en extraction à proximité de la zone en exploitation. Un écran acoustique sera placé à l'ouest des installations de traitement, en limite de propriété. Il sera composé d'un mur de parpaing et son efficacité est démontée dans l'étude acoustique en annexe 2 pièce 12.

Des merlons de 3 m de haut seront positionnés en limite de l'extraction et en limite sud et nord-ouest de la carrière autorisée. Les merlons sont caractérisés par une bonne absorption acoustique.

Cette mesure de réduction s'accompagne également du positionnement des stocks de granulats à proximité immédiate des engins de traitement. Ces stocks, pouvant mesurer jusqu'à 6 mètres de haut, joueront le rôle d'écrans acoustiques.

Autre mesure de réduction : la vitesse des camions sera limitée à 20 km/h sur le site.

Les campagnes de mesures annuelles de bruit seront poursuivies jusqu'à la fin de la durée de vie de la carrière, extension comprise. Ces campagnes seront réalisées en période nocturne et diurne au niveau des points de mesures rappelés sur la planche précédente.

Situation sonore avec la prise en compte des mesures correctives

La mise en place combinée des différentes mesures techniques présentées ci-avant, permet aux niveaux sonores nominaux de ne pas dépasser les valeurs maximales autorisées et d'obtenir la conformité réglementaire.

Zones à émergence règlementée

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Emergence (en dB(A))		Bruit résiduel	Début Phase 5	Fin Phase 5	Début Phase 6	Fin Phase 6
Point						
n°1	ZER Nord	54,8	2	2	2	2
n°2	ZER Teralta	58,7	1	1	1	1
n°3	ZER Sud Est	60,2	1	0	1	0
n°5	ZER Nord Ouest	52,0	4	4	4	4
n°7	ZER Nord	51,9	2	1	2	1

Période nocturne		Bruit résiduel	Bruit particulier	Bruit ambiant	Emergence
Point					
n°1	ZER Nord	53,9	49,0	55,1	1
n°3	ZER Sud Est	56,1	49,6	57,0	1
n°5	ZER Nord Ouest	55,3	50,1	56,5	1

Tableau 92 : Résultats des simulations pour les 4 scénarios avec la prise en compte des actions correctrices en période diurne, puis nocturne (Source : A2MS)

Comme expliqué, le point 9 situé sur les terrains constructibles de la ZAC ne sera pas suivi.

Le plan de surveillance avec localisation des points de suivi et les modélisations sont présentés dans les planches suivantes.

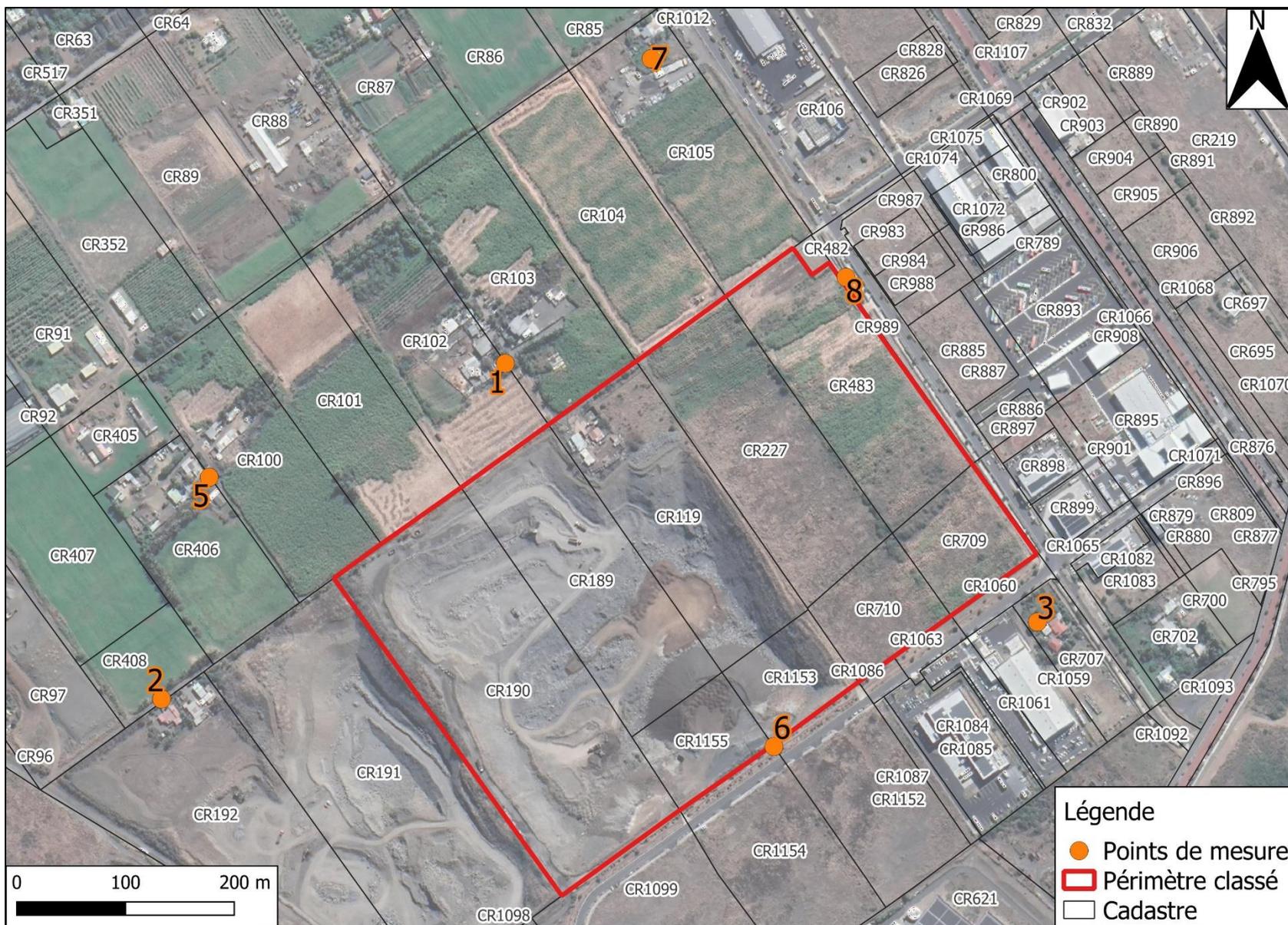


Planche 149 : Plan de surveillance des émissions sonores

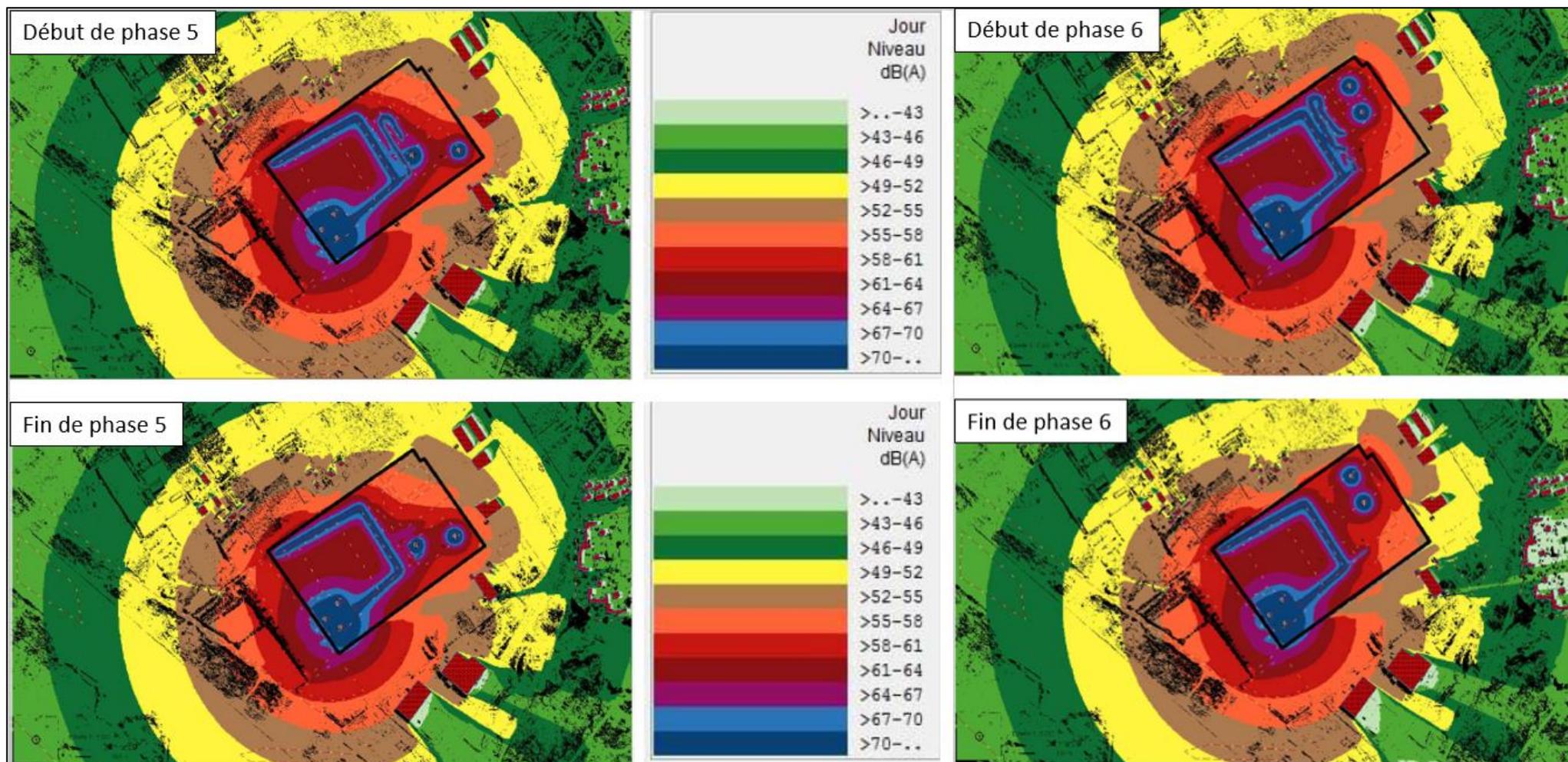


Planche 150 : Modélisations des niveaux de pression acoustique avec la mise en place des actions correctrices pour le début et la fin des phase 5 et 6 (Source : A2ms)

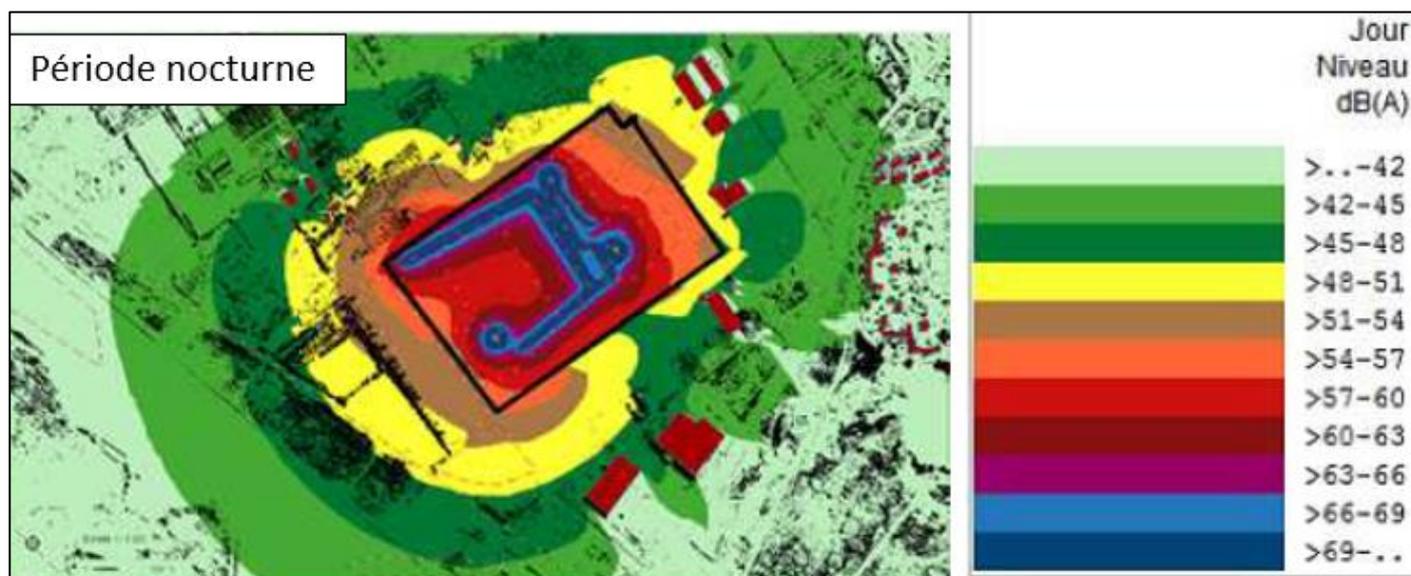


Planche 151 : Modélisations des niveaux de pression acoustique avec la mise en place des actions correctrices pour la période nocturne (Source : A2ms)

Limites de propriété

Le niveau objectif de 70 dB(A) en limite de propriété est atteint ou dépassé dans les zones du code couleur Bleu Foncé (sur les modélisations ci-dessus). Les zones concernées sont situées uniquement à l'intérieur du site. Pour confirmer cela, deux points de calculs en limite de propriété ont été insérés dans les modèles de simulation (Point n°6 et n°8). Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Bruit en LdP (En dB(A))		Début	Fin	Début	Fin
Point		Phase 5	Phase 5	Phase 6	Phase 6
n°6	LdP Sud	53,7	53,0	53,2	52,8
n°8	LdP Nord Est	53,0	52,2	56,1	57,1

Tableau 93 : Niveau de bruit en limite de propriété aux points de calculs (Source : A2ms)

En conclusion, avec les actions correctrices prévues, les modélisations montrent que l'émergence sera respectée aux points de surveillance définis, tout comme le niveau sonore en limite de propriété, que ce soit en période diurne ou nocturne.

7.5.6 Vibrations

7.5.6.1 **Rappel sur les vibrations**

Les vibrations transmises par les sols peuvent avoir plusieurs conséquences sur les constructions proches de la source. Tout d'abord, les vibrations imposent à la construction implantée sur un sol rigide des mouvements alternés susceptibles de l'endommager. Les vibrations mécaniques peuvent également tasser le sol sous la construction s'il est meuble (densification). Si cette densification est différentielle, la construction peut se fissurer.

Des phénomènes de liquéfaction comportant une perte significative de résistance peuvent être observés sous l'effet de vibrations continues de bas niveaux dans les sols tels que les limons, sables, limons argileux avec une teneur en eau de 30 à 45%. Ils peuvent être la cause de glissements lorsque la couche de terrain concernée est en pente. Toute installation possédant des pièces en mouvement est susceptible de provoquer des phénomènes vibratoires.

Deux types de mouvements caractérisent principalement les vibrations générées par les carrières :

- les mouvements stationnaires liés à l'activité des unités de traitement des matériaux,
- les mouvements transitoires liés aux tirs de mines, qui ne concernent que les carrières de roches massives.

De manière générale, les exploitations des carrières existantes sur les matériaux de type alluvionnaire n'engendrent pas de vibrations perceptibles.

7.5.6.2 Caractérisation des effets des installations

Les principaux effets nuisibles des vibrations émises par les carrières concernent les constructions. Ils peuvent être d'ordre directs résultant de la mise en résonance par vibrations entretenues ou par excitations répétées ou indirectes, par densification ou liquéfaction de certains sols. Le type d'exploitation envisagé pour ce projet **n'utilise pas d'explosifs**. Il n'y aura aucun équipement ou engin susceptible de générer des vibrations importantes dans les installations :

- L'ensemble des matériels de l'installation de traitement des matériaux susceptibles de créer des vibrations reposera sur des systèmes amortisseurs (Silent-blocks, ressorts, caoutchouc ou pneumatiques) régulièrement entretenus. Les engins de traitement des matériaux ne seront donc pas une source de vibrations susceptibles de se propager au voisinage du site.
- Les camions poids lourds chargés peuvent potentiellement engendrer des vibrations au sein du site. Les voies de circulation seront dimensionnées et réalisées pour supporter ce type de circulation. Ainsi, les engins d'extraction et de chargement n'engendreront pas de vibrations nuisibles à l'environnement proche du site.

Les activités d'extraction et de traitement de matériaux du site ne seront donc pas génératrices d'impact vibratoire sur le sous-sol. Par ailleurs, les engins de concassage seront situés à environ 300 mètres de la première habitation et plusieurs mètres en contrebas.

Aucun effet cumulé n'est à attendre avec les carrières en exploitation situées à proximité du site. En effet, aucun tir de mine n'est effectué.

7.5.6.3 Mesures de réduction des impacts

Les dispositions constructives des engins permettront de limiter les éventuelles vibrations qu'ils génèrent au sein même des matériels de ces installations (amortissement par ressorts, coussins pneumatiques ou caoutchouc, silent bloc).

7.5.7 Synthèse des effets du projet sur le milieu ambiant et mesures envisagées

Chapitre	Thème	Description des effets du projet	Temporaire Permanent	Direct Indirect	Mesures d'Évitement et de Réduction	Impact brut	Impact résiduel	Mesure de surveillance, d'Accompagnement et de Compensation
Milieu ambiant	Utilisation rationnelle de l'énergie	Consommations d'électricité et d'énergie d'origine fossile	T	I	R : Mise en place d'une installation de traitement à proximité de l'extraction R : Formation des conducteurs sur la conduite économique des engins	Moyen	Faible	
	Incidence du projet sur le climat	Émission de gaz à effet de serre par la circulation des engins, des camions et de l'installation de traitement des matériaux	T	D	R : Mise en place d'une installation de traitement à proximité de l'extraction R : Formation des conducteurs sur la conduite économique des engins R : Diminution du nombre de passage de camion (remblais à transporter en moins)	Moyen	Faible	
		Incidences du projet sur l'augmentation des températures, la diminution des précipitations, de l'évolution des cyclones et de l'élévation du niveau des Océan	T	I	Cf. Ci-dessus	Faible	Nul	
	Vulnérabilité du projet au changement climatique	Favorisation de l'envol des poussières et augmentation de l'érosion des sols	T	I	R Dispositifs de limitation de l'envol des poussières sur le site (Cf. Paragraphe Air) R : Équipement par des systèmes de climatisation de tous les engins présents sur l'installation de traitement des matériaux et de la carrière, ainsi que l'élément modulaire utilisé par le personnel R : Remise en état de la surface extraite par la mise en place d'une couche à forte valeur agronomique	Moyen	Faible	

					R : Diminution du nombre de passage de camion (remblais à transporter en moins)			
		Dégradation des installations par les fortes rafales de vent	T	D	R : Repliement des engins de traitement (convoyeur), arrimage de certains éléments pour éviter leur envol, mise en place des engins sur la plateforme étanche, évacuation du site en cas de passage à l'alerte rouge du risque cyclonique	Fort	Faible	
	Air	Émission de poussières par l'installation de traitement des matériaux, les camions et les engins d'exploitation	T	I	R : Entretien régulier des pistes sur le site R : Limitation de la vitesse à 20 km/h sur le site R : Bâchage des camions transportant des matériaux fins et le volume de matériaux ne dépassera pas les ridelles des bennes	Fort	Faible	A : Mise en place d'un plan de surveillances des émissions de poussières du projet par l'installation de jauges et d'analyses tous les 3 mois
		Émission de gaz d'échappement par les engins du site et les véhicules clients	T	D	R : Mise en place de merlons de 3 m de haut en périphérie de l'extraction R : Équipement des concasseurs de rampe de brumisation au niveau de la chambre de concassage ou mise en place d'un canon brumisateurs à proximité immédiate des engins R : Procédure de nettoyage du site R : Présence d'un rotoluve avec portique sur le chemin de l'aérodrome R : Arrosage des pistes, stocks et surfaces extraites avec un réseau d'arrosage R : En cas de panne sur le réseau d'irrigation, arrosage des pistes deux fois par jour avec un camion-citerne R : Diminution du nombre de passage de camion (remblais à transporter en moins)	Moyen	Faible	
	Odeur	Dégagement d'odeur	T	D	Aucun dégagement d'odeur ne sera observé sur le site	Nul	Nul	
	Bruit	Augmentation des niveaux sonores sur la zone de la carrière et au	T	D	E : Créneau de 6h00 à 7h00 réservé à la livraison de granulats. Pas de démarrage	Fort	Faible	A : Réalisation de mesures de bruit tous les ans. Si après

	niveau des ZER les plus proches, induite par les engins de traitement des matériaux, les engins d'extraction du site et les camions			des activités de concassage et d'extraction avant 7h R : Réalisation d'un merlon végétalisé de 3 m de haut en périphérie de l'extraction R : Réalisation d'un écran acoustique à proximité des engins en limite de propriété R : Positionnement des stocks de granulats à proximité des machines R : Engins de traitement en fond de fosse, à proximité de l'extraction R : Mise en place d'une limitation de la vitesse des camions à 20 km/h sur le site			2 campagnes successives les résultats sont conformes, la fréquence pourra être trisannuelle.
Vibrations	Émission de vibration par la circulation des engins du site et des camions	T	D	Les activités d'extraction et de traitement de matériaux du projet ne seront pas génératrices d'impact vibratoire sur le sous-sol	Nul	Nul	

Tableau 94 : Synthèse des effets du projet sur le milieu ambiant et des mesures associées pour éviter, réduire et compenser les impacts

7.5.8 Estimation des coûts des mesures envisagées pour le milieu ambiant

		Coût de la mesure	Total	Délai de mise en application	
Utilisation rationnelle de l'énergie	coûts des mesures envisagées inhérentes à l'exploitation				
Incidence du projet sur le climat	coûts des mesures envisagées inhérentes à l'exploitation				
Vulnérabilité du projet au changement climatique	Mesures de réduction sur l'augmentation des températures et diminution des précipitations	Mise en place des systèmes de limitation de l'envol des poussières	Cf. Émission de poussière	137 500 €	Phase d'exploitation
		Mise en place de climatisation	Inclus dans le coût de l'exploitation		Phase travaux et d'exploitation
		Remise en état par ajout d'une couche agronomique de 0,5 m	Inclus dans le coût de la remise en état		Phase exploitation et remise en état
	Mesure de réduction des effets engendrés par un cyclone	Repliement des engins de traitement (convoyeur), arrimage de certains éléments pour éviter leur envol, mise en place des engins sur la plateforme étanche, évacuation du site en cas de passage à l'alerte rouge du risque cyclonique	Inclus dans le coût de l'exploitation		Phase d'exploitation
Mesures de réduction des émissions de poussières	Mise en place du système d'arrosage		Coût d'exploitation	137 500 €	Phase d'exploitation
	Plan de surveillance des émissions de poussières sur le projet (10 000 € par an) sur 10 ans		100 000 €		Phase travaux et d'exploitation
	Mise en place d'un bac de lavage des roues		Déjà en place		Phase travaux et d'exploitation
Mesure de réduction des émissions sonores	Mise en place de merlons		Coûts d'exploitation	137 500 €	Phase travaux
	Écrans acoustiques de 110 m de long au total sur 5 m de haut (mur parpaing) à 50€/m ²		27 500 €		Phase travaux et d'exploitation
	Réalisation de mesures de bruit une fois par an pendant 2 ans, puis tous les 3 ans (2 500 € par campagne, avec 4 campagnes sur 10 ans).		10 000 €		Phase d'exploitation
Total			137 500 €	-	

Tableau 95 : Synthèse des coûts des mesures envisagées pour le milieu ambiant

8. ANALYSE DES EFFETS CUMULÉS

8.1 IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS POUVANT AVOIR UN EFFET CUMULÉ AVEC LE PROJET

Conformément au 5°-e) de l'article R.122-5 du Code de l'Environnement, le recensement des installations susceptibles d'avoir des effets cumulés avec le projet doit être réalisé.

Ne sont plus considérés comme projets, « ceux ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage ».

Ainsi dans le secteur du projet, on recense :

Nom du projet	Date	Commune	Avancement	Distance par rapport au projet
Syndicat mixte de Pierrefonds (SMP) Travaux de réaménagement et de mise en sécurité du réseau d'eaux pluviales et opérations connexes sur l'aéroport de Pierrefonds	Octobre 2020	Saint-Pierre	Avis de la Mission Régionale de l'Autorité environnementale	200 m
Société SCPR Exploitation d'une carrière sur les parcelles CR n°145 et n°146	Février 2019	Saint-Pierre	Arrêté d'autorisation	890 m à l'est du projet
Société TGBR Exploitation d'une carrière au lieu-dit Pierrefonds (parcelles CR n°191 et 192)	Juin 2018	Saint-Pierre	Arrêté d'autorisation	Limitrophe
Société SCPR Exploitation d'une carrière au lieu-dit Pierrefonds et son installation de traitement	Juin 2020 (AP complémentaire)	Saint-Pierre	Arrêté d'autorisation	Entre 800 et 1200 m au nord-ouest du projet
ILEVA Projet RUNEVA : pôle multi-filière de traitement de déchets non dangereux et son projet d'UVE	Juin 2021	Saint-Pierre	Arrêté d'autorisation	Entre 990 et 1235 m
Commune de Saint-Pierre : Aménagement de la ZAC de Pierrefonds aérodrome	Novembre 2012	Saint-Pierre	En cours d'aménagement	Limitrophe
Société PREFABLOC AGREGATS Extension d'une carrière de matériaux alluvionnaire sur la parcelle CR n°418	Janvier 2022	Saint-Pierre	Arrêté d'autorisation	1120 m
Société SBTPL Projet de carrière et d'installation de traitement sur la parcelle CR 177	Juillet 2022	Saint-Pierre	Arrêté d'autorisation	970 m
STROI Traitement et transit parcelle CR843 (déclaration)	Février 2022 (dernière modification)	Saint-Pierre	En fonctionnement	750 m
Concassage Beau Rivage	Janvier 2022	Saint-Pierre	Arrêté d'autorisation	1400 m

Tableau 96 : Recensement des projets à proximité du site

La localisation de ces projets par rapport à celui de la SORECO est présentée en planche suivante. A notre connaissance, il n'existe pas d'autres installations susceptibles d'être concernées par l'analyse des effets cumulés.

Une mutualisation de l'état initial de certaines études été réalisée entre la SORECO et EXFORMAN. Cependant, au jour de la rédaction de cette étude, aucune donnée n'est disponible quant à un projet de la société EXFORMAN.

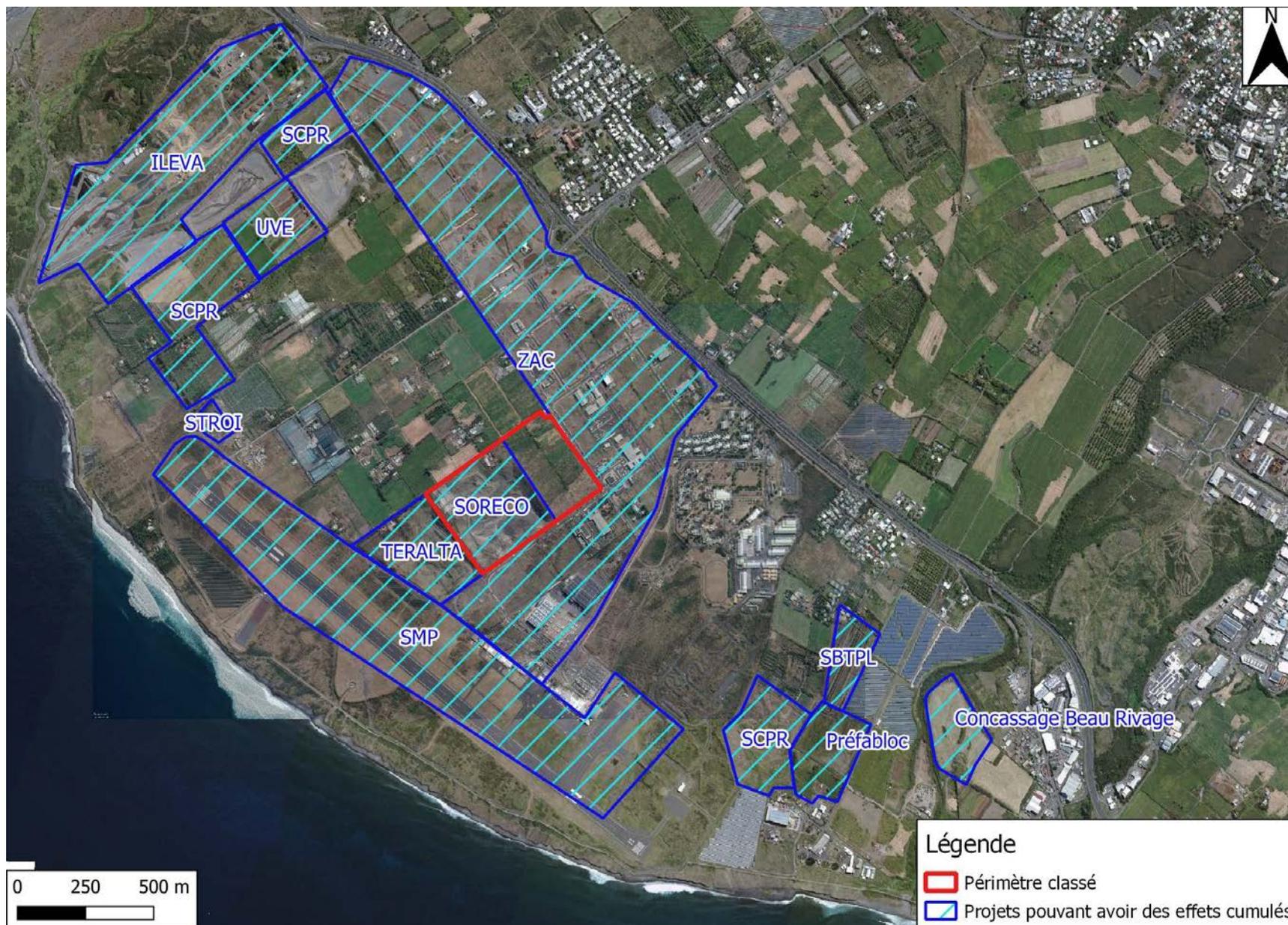


Planche 152 : Localisation des autres projets dans le cadre de l'étude des effets cumulés

8.2 DÉTERMINATION DES INTERACTIONS POSSIBLES DES PROJETS AVEC CELUI DE LA SORECO

Projet	Présentation du projet	Interactions possibles avec le projet de la SORECO
SMP	Le projet du Syndicat Mixte de Pierrefonds concerne la mise à niveau et la réorganisation de la gestion des eaux pluviales sur le côté amont de la piste de l'Aéroport de Pierrefonds. Environ 15 ha de terrain feront l'objet d'un affouillement par des sociétés à proximité, spécialisée dans l'extraction et le traitement des matériaux (SCPR, TGBR ou SORECO).	Au regard de la distance (200 m minimum) et des caractéristiques du projet, des effets cumulés sont envisageables concernant les émissions atmosphériques et le trafic routier. Les matériaux extraits seront envoyés par poids-lourds vers des installations de traitement autorisées du secteur. Néanmoins, le projet étant en cours et ne durant qu'un an, il sera terminé à la mise en place de l'extension de la SORECO. Il n'y aura donc pas d'effets cumulés.
SCPR	Le projet de la société SCPR, a fait l'objet d'un arrêté d'autorisation relatif à l'exploitation d'une carrière à ciel ouvert de roches alluvionnaires (durée : 10 ans), sur les parcelles au sud-ouest du projet (parcelles CR n° n°145 et n°146). Les matériaux extraits de la carrière ont pour objectif d'approvisionner une installation de concassage-criblage située sur la commune de Saint-Louis. Cette dernière alimente ensuite les chantiers de la région ainsi que les activités annexes de la société (Centrale BPE, etc.).	Au regard de la distance (890 mètres) séparant les deux carrières, les effets cumulés envisageables sont liés au trafic routier et à l'agriculture.
TGBR	Le projet de la société TGBR, a fait l'objet d'un arrêté d'autorisation relatif à l'exploitation d'une carrière à ciel ouvert de roches alluvionnaires (durée : 7 ans) en aval du projet, à proximité immédiate. Les matériaux extraits de la carrière ont pour objectif d'approvisionner une installation de concassage-criblage située sur la commune de Saint-Louis. Cette dernière alimente ensuite les chantiers de la région ainsi que les activités annexes de la société (Centrale BPE, etc.).	Au regard de la proximité immédiate des deux projets de carrière, les effets cumulés envisageables sont liés : <ul style="list-style-type: none"> • au trafic routier, • aux émissions atmosphériques, • au bruit, • à l'hydrogéologie, • à l'hydrologie, • au paysage, • à l'agriculture et • au milieu naturel.
SCPR	Le projet de la société SCPR, a fait l'objet d'un arrêté d'autorisation relatif à l'exploitation d'une carrière à ciel ouvert de roches alluvionnaires (durée : 15 ans). Les matériaux extraits de la carrière ont pour objectif d'approvisionner une installation de concassage-criblage située à proximité de la carrière sur Pierrefonds.	Au regard de la distance (800 à 1200 mètres) séparant les deux carrières, les effets cumulés envisageables sont liés au trafic routier et à l'agriculture.
ILEVA	Le projet d'ILEVA comporte la mise en place d'un casier supplémentaire ainsi que la création d'un pôle déchets multi-filières (projet Runéva) avec la construction d'une UVE (Unité de valorisation Énergétique)	Au regard de la distance (990 à 1235 mètres) séparant les deux projets, les effets cumulés envisageables sont liés au trafic routier (données non disponibles).
ZAC Pierrefonds	Le projet de la ZAC de Pierrefonds Aéroport se situe à l'entrée ouest de Saint-Pierre et concerne une superficie de 106 ha. Cette zone à fort potentiel économique a pour vocation d'accueillir un pôle d'activités logistiques, un pôle de services tertiaires et	La ZAC se situe à proximité immédiate du projet. Les travaux sur la ZAC sont maintenant terminés (terrassément, ouvrages de gestion des eaux, voirie, ...) et celle-ci est en cours d'aménagement.

	secondaires pour les petites et moyennes entreprises et des équipements touristiques dont un hôtel, un centre de congrès, un hall d'exposition et une grande salle de spectacle.	Il n'y aura donc pas d'effets cumulés, autre que le trafic, qui n'est pas quantifiable.
PREFABLOC AGREGATS	La SAS PREFABLOC AGREGATS envisage une extension de sa carrière « LAGARRIGUE » actuellement autorisée sur la parcelle CR n°418. Ce projet a fait l'objet d'une demande d'autorisation environnementale en cours d'instruction.	Au regard de la distance (1120 mètres) séparant les deux carrières, les effets cumulés envisageables sont liés au trafic routier et à l'agriculture.
SBTPL	La SBTPL envisage la création d'une carrière sur la parcelle CR 177 avec une installation de traitement des matériaux.	Au regard de la distance (970 mètres) séparant les deux carrières, les effets cumulés envisageables sont liés au trafic routier et à l'agriculture.
STROI	La STROI exploite une installation de concassage criblage et de transit de matériaux sous le régime de la déclaration.	Au regard de la distance (750 m), les effets cumulés envisageables sont liés au trafic routier (données non disponibles).
Concassage Beau Rivage	La société Concassage Beau Rivage met en place une carrière de matériaux alluvionnaires avec installation de traitement.	Au regard de la distance séparant les deux carrières, les effets cumulés envisageables sont liés au trafic routier et à l'agriculture.

Tableau 97 : Analyse des interactions possibles entre les projets identifiés et celui de la SORECO

8.3 ANALYSE DES EFFETS CUMULÉS DES PROJETS AVEC CELUI DE LA SORECO

Effets cumulés sur le trafic routier

Les camions transportant les matériaux et les remblais sur la carrière de la SORECO emprunteront le Chemin de l'aérodrome et l'Ancienne RN1 (jusqu'à la mise en place de la voie des carriers), puis la RN1 avec :

- 25 rotations de camions par jour pour le transport de granulats (soit 50 passages),
- 99 rotations de camions par jour pour le transport de matériaux bruts (soit 198 passages via la RD26),
- 13 rotations de camions par jour pour les remblais
- 4 rotations de voitures des employés de la carrière.

Actuellement, la carrière de la SORECO génère 292 passages de camions par jour au total (dont 204 sur la RD 26). La mise en place du projet entraîne une diminution globale de 18 passages de camion.

Certains projets ont été mis en place avant 2019, donc sont intégrés dans les comptages routiers. Certains projets ne mentionnent pas leurs impacts sur le trafic (ILEVA, STROI) et ne peuvent donc être intégrés quantitativement dans les effets cumulés sur le trafic.

Les projets mis en place avant 2019, entraînent actuellement le trafic routier suivant :

- 67 passages de camions par jour (soit 134 UVP) sur le Chemin Charrette, puis l'Ancienne RN1 et la RN1 pour le projet de la SCPR (parcelles CR 145 et 146),
- 372 passages de camions par jour (soit 744 UVP) sur la RN1 pour le projet de la SCPR (côté rivière Saint-Etienne),
- 210 passages de camions par jour (soit 420 UVP) sur la RN1, l'ancienne RN1 et le chemin de l'aérodrome pour le projet de TGBR,
- 292 passages sur le chemin de l'aérodrome (ou voie des carriers plus tard) puis la RN 1 pour la SORECO actuelle (soit 584 UVP) et 204 passages sur la RD 26 (408UVP).

Les projets mis en place après 2019, entraînent l'augmentation du trafic (par rapport aux comptages routiers) suivant :

- 156 passages (312 UVP) par jour sur le Chemin de la Balance puis la RN1 pour l'installation Concassage Beau Rivage.
- 50 passages de camions par jour (soit 100 UVP) sur le Chemin Charette, puis la RN1 via l'ancienne RN1 pour le projet de la société SBTPL,
- Diminution de 18 passages sur le chemin de l'aérodrome (ou voie des carriers plus tard) puis la RN 1 pour la SORECO projetée, soit 36 UVP et diminution de 8 passages sur la RD 26 (16 UVP).
- 50 passages de camions supplémentaires par jours (soit 100 UPV) pour le projet de la société PREFABLOC AGREGATS sur le Chemin Charrette et l'Ancienne RN1, 62 passages (soit 124 UVP) sur la RD26.
- 100 passages de camions par jours (soit 200 UVP) sur l'ancienne RN1, la RN1 et/ou la RD26 pour le projet du SMP (le trajet exact dépendra du carrier choisi),

Par rapport au trafic routier de 2019, l'effet cumulés des projet mis en place après cette année entrainera une augmentation du trafic sur la RN 1 de 0,8% (+594 UVP). Sur la RD 26, l'augmentation (+ 254 UVP) sera de 1 %.

Sur l'ancienne RN1, il y aura une augmentation de 400 UVP par rapport à 2019.

Concernant le RD 26 empruntée par le SORECO pour joindre son installation de traitement des Trois Cheminées, le projet va permettre d'éviter 3 rotations, soit environ 6 passages. Par rapport aux rotations de la carrière existante, la fréquence de passage est donc légèrement plus basse.

Le développement des activités sur la ZAC Roland HOAREAU se réalisera de manière échelonnée. L'exploitation des phases de la carrière devrait donc se dérouler en parallèle du développement de la ZAC. De plus, des aménagements supplémentaires seront réalisés sur le secteur pour fluidifier le trafic (avec notamment un aménagement de l'échangeur de la ZI n°4 et de celui de l'ISDND

On peut donc estimer qu'à l'échelle de l'ensemble des projets, les effets cumulés sur le trafic routier avec la carrière de la SORECO seront modérés, mais concerneront des axes routiers dimensionnés pour recevoir ce trafic. De plus, le projet de la SORECO diminue de 18 passages son trafic sur le réseau routier.

Effets cumulés sur les émissions atmosphériques

Les données de la station météorologique la plus proche (Pierrefonds aéroport) révèlent que le secteur des projets et de la carrière SORECO, subit des vents arrivant majoritairement du sud-est. Étant donné la direction des vents dominants (Alizées) sur la zone et du positionnement des autres sites, une observation d'un cumul des émissions atmosphériques est envisageable avec les projets :

- de la société TGBR (localisé au sud-ouest à proximité immédiate),
- les carrières SCPR, SBTPL et Préfabloc Agrégats (sud-est du site).

Avec les carrières à l'ouest du site

Le cabinet TECHNISIM a réalisé dans le cadre de l'EQRS de la carrière de SBTPL, une modélisation de la dispersion des poussières et des composés polluants rejetés, de manière cumulée, par les projets de carrière à proximité immédiate de la SCPR, de PREFABLOC AGREGATS et de la SBTPL. Ces modélisations se sont basées sur une quantification réalisée à partir des données d'exploitation précisées dans les dossiers des demandes d'autorisations des projets. Les résultats montrent que l'exploitation des 3 installations engendreront des rejets avec des concentrations très faibles et inférieures aux valeurs limites réglementaires fixées dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010, pour les particules PM₁₀, PM_{2,5} et le Dioxyde d'Azote). On peut donc voir que ces trois carrières impacteront légèrement le site de la SORECO (Cf. Planche suivante). Néanmoins, les quantités de poussières arrivant sur ces sites seront très faibles (+3,2 µg/m³ maximum) et inférieures aux objectifs de qualité de l'air fixés dans le décret susmentionné.

Par ailleurs, des dispositifs sont prévus pour limiter l'émission de poussières dont l'arrosage des voiries, l'abattement des poussières par pulvérisation d'eau et l'implantation de merlons périphériques.

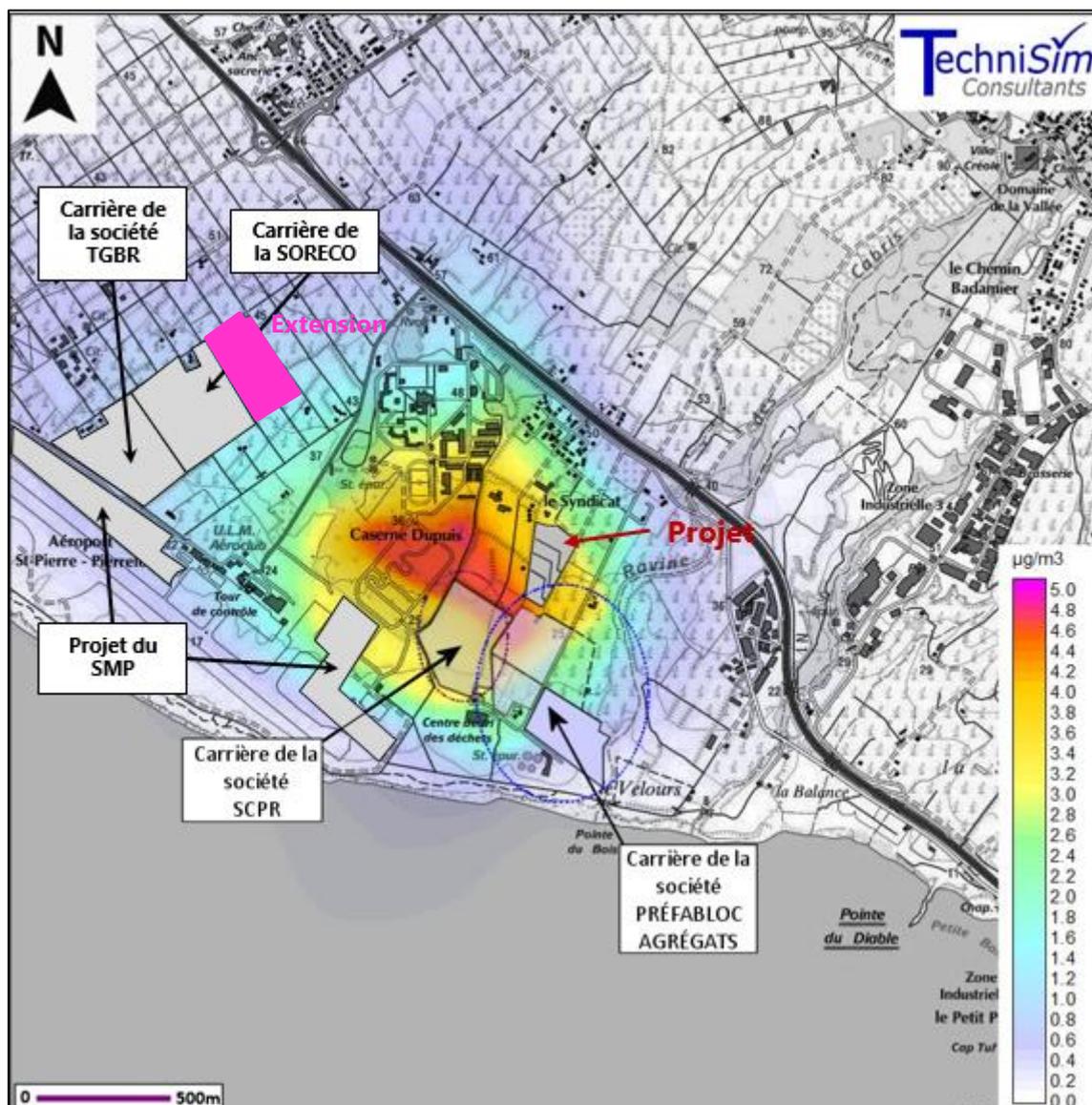


Planche 153 : Effets cumulés des carrières de PRÉFABLOC AGRÉGATS, SBTPL et SCPR vis-à-vis des émissions de poussières TSP en moyenne annuelle (Source : TECHNISIM, dossier SBTPL Syndicat)

Avec la carrière de TERALTA à proximité immédiate du site

Le site de TERALTA ayant lui-même fait l'objet d'une modélisation de la dispersion de ses émissions polluantes, une comparaison des émissions annuelles des deux sites et du cumul de leurs impacts a été réalisée.

Il est à noter que les méthodes de quantification des émissions utilisées dans le rapport de TERALTA sont différentes de celles utilisées par NUMTECH. La comparaison est donc donnée à titre indicatif.

	PM ₁₀ kg/an	NO ₂ kg/an	SO ₂ kg/an	BAP g/an
SORECO	4554	957	1.57	3.63
TERALTA	45460	2452	1.15	2.63

Tableau 98 : Comparaison des émissions annuelles quantifiées pour la carrière SORECO et la carrière TERALTA (Source : NUMTECH)

Site	Point récepteur	PM ₁₀	NO ₂	SO ₂	BAP
		mg/m ² /j	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
TERALTA	1	4.2	2.40 10 ⁻¹	1.03 10 ⁻⁴	2.25 10 ⁻⁷
	2	23.9	4.70 10 ⁻¹	2.05 10 ⁻⁴	4.51 10 ⁻⁷
	3	19.7	8.53 10 ⁻¹	3.52 10 ⁻⁴	7.50 10 ⁻⁷
	4	1.5	5.12 10 ⁻²	2.20 10 ⁻³	4.81 10 ⁻⁸
SORECO Phase 5	1	1.51	5.00 10 ⁻¹	4.85 10 ⁻²	1.76 10 ⁻⁶
	2	0.22	7.41 10 ⁻²	1.83 10 ⁻²	2.49 10 ⁻⁷
	3	0.10	6.27 10 ⁻²	8.38 10 ⁻²	1.94 10 ⁻⁷
	4	0.03	2.50 10 ⁻²	2.36 10 ⁻³	7.80 10 ⁻⁸
SORECO Phase 6	1	1.88	5.79 10 ⁻¹	4.86 10 ⁻²	2.04 10 ⁻⁶
	2	0.30	1.03 10 ⁻¹	1.84 10 ⁻²	3.49 10 ⁻⁷
	3	0.10	6.91 10 ⁻²	8.38 10 ⁻²	2.15 10 ⁻⁷
	4	0.03	2.94 10 ⁻²	2.37 10 ⁻³	9.19 10 ⁻⁸
Cumul	1	6.08	8.19 10 ⁻¹	4.88 10 ⁻²	2.27 10 ⁻⁶
	2	24.20	5.73 10 ⁻¹	1.86 10 ⁻²	8.00 10 ⁻⁷
	3	19.80	9.22 10 ⁻¹	8.42 10 ⁻²	9.65 10 ⁻⁷
	4	1.53	8.06 10 ⁻²	2.39 10 ⁻³	1.40 10 ⁻⁷

Tableau 99 : Comparaison et cumul de l'impact environnemental des deux sites (Source : NUMTECH)

Les résultats des calculs de concentrations cumulées sur les points d'impact identifiés montrent des résultats globalement faibles à la fois pour les dépôts moyens en poussières fines PM₁₀ et pour les concentrations moyennes annuelles en polluants gazeux.

On peut noter que globalement les contributions du site de TERALTA sont plus importantes pour les poussières et plus faibles pour les polluants gazeux. Ces comparaisons restent indicatives du fait que les résultats proviennent de deux études aux hypothèses différentes, aussi bien pour la quantification des émissions que pour la réalisation des calculs de dispersion

Une analyse de cumul des émissions atmosphériques entre les deux carrières au regard des risques sanitaires a été réalisée dans l'ERS par le cabinet EVADIES.

En l'absence de dépôts simulés pour les métaux et le benzo(a)pyrène, l'exposition par ingestion n'est pas étudiée. De même, le risque lié à l'inhalation de SO₂ n'est pas considéré, ses effets sanitaires étant liés à des expositions de courtes durées (information non disponible dans l'étude TERALTA).

Polluants	Point 1		Point 2		Point 4		Point 7	
	NO ₂	B(a)P						
Concentrations modélisées – étude SORECO	7,05E-01	2,49E-06	1,75E-01	6,00E-07	8,43E-02	2,58E-07	2,14E-02	6,58E-08
Concentrations modélisées – étude TERALTA	2,40E-01	2,25E-07	4,70E-01	4,51E-07	8,53E-01	7,50E-07	5,12E-02	4,81E-07
Concentrations modélisées cumulées	9,45E-01	2,72E-06	6,45E-01	1,05E-06	9,37E-01	1,01E-06	7,26E-02	5,47E-07
Concentrations inhalées selon scénarii d'exposition	9,45E-01	2,72E-06	6,45E-01	1,05E-06	9,37E-01	1,01E-06	7,26E-02	5,47E-07
VTR à seuil (µg/m ³)	10	0,002	10	0,002	10	0,002	10	0,002
VTR sans seuil (µg/m ³) ⁻¹	-	6,00E-04	-	6,00E-04	-	6,00E-04	-	6,00E-04
QD (risque à seuil)	9,45E-02	1,36E-03	6,45E-02	5,26E-04	9,37E-02	5,04E-04	7,26E-03	2,73E-04
ERI (risque sans seuil)	-	6,98E-10	-	2,70E-10	-	2,59E-10	-	1,41E-10

Tableau 100 : Estimation des risques cumulés liés aux émissions des carrières SORECO et TERALTA (Source : Evadies)

Ces calculs montrent que, pour des scénarii d'exposition communs, on observe une absence de risques sanitaires concernant le dioxyde d'azote et le benzo(a)pyrène sur les points récepteurs identifiés.

Conformément à l'article 19.5 de l'AM du 22 septembre 1994, un suivi des émissions de poussières via un plan de surveillance est mis en place sur les carrières. Le projet de la SORECO prévoit également des mesures de réduction des poussières (arrosage des pistes et des stocks, abattement des poussières par pulvérisation d'eau dans les engins de traitement, etc.) et fera l'objet d'un suivi des émissions de poussières.

Le risque d'observer un effet cumulé entre les projets identifiés et celui de la SORECO sur les émissions atmosphériques reste donc faible.

Effets cumulés sur le bruit

Concernant le bruit, seuls les projets localisés à proximité immédiate sont susceptibles d'entraîner une interaction avec celui de la SORECO, à savoir le projet de carrière de la TBGR et la mise en place de la ZAC Roland Hoareau.

Étude de l'impact cumulés des carrières SORECO et TERALTA sur le bruit

Le cabinet A2ms a réalisé dans le cadre du projet des modélisations des émissions sonores des activités de la SORECO. Le chapitre L de cette expertise s'est attaché à présenter les effets cumulés des 2 projets de carrières limitrophes. Cette modélisation a été réalisée à partir de l'étude d'impact sonore prévisionnelle disponible dans le dossier de TERALTA.

Le fonctionnement cumulé des deux carrières devrait avoir un impact uniquement sur le point n°5 (ZER), point suivi par les deux projets qui servira donc de référence. L'émergence est estimée avec les deux carrières en fonctionnement. L'impact sonore est présenté dans le tableau ci-dessous.

Emergence (en dB(A))	Bruit particulier		Bruit résiduel	Bruit ambiant	Emergence
Point					
Carrière Soreco	53,6	54,3	52,0	56,3	4
Carrière Teralta	46,0				

Tableau 101 : Emergence au point n°5 avec les deux carrières en fonctionnement (Source : A2ms)

L'impact sonore de la carrière TERALTA a été ajouté aux modélisation de la carrière SORECO afin de déterminer l'impact sonore supplémentaire sur les environs.

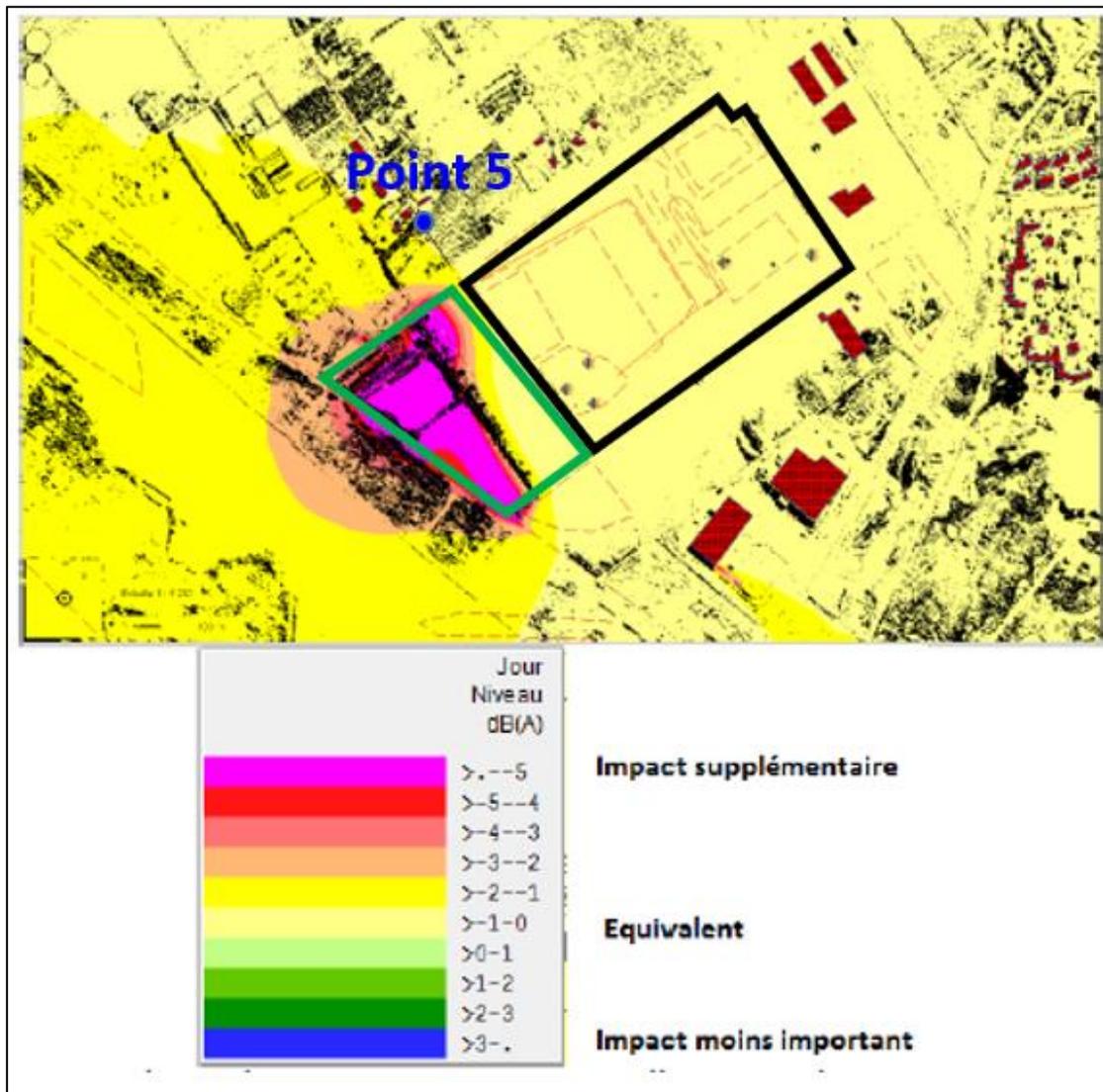


Planche 154 : Evolution de l'impact sonore avec les deux carrières en fonctionnement sur la zone d'étude (Source : A2ms)

La modélisation montre bien une augmentation de 1 à 2 dB maximum sur la zone au Nord-Ouest de la carrière TERALTA (liée principalement à l'activité de celle-ci). Le point n°5 se situe dans cette zone et montre une émergence de 4 dB. L'impact sonore cumulé des deux carrières ne semble pas engendrer de dégradations importantes sur les ZER les plus proches.

Sur la planche suivante, on remarque que le cumul sonore des deux carrières n'implique pas d'augmentation conséquente du volume sonore de la zone.

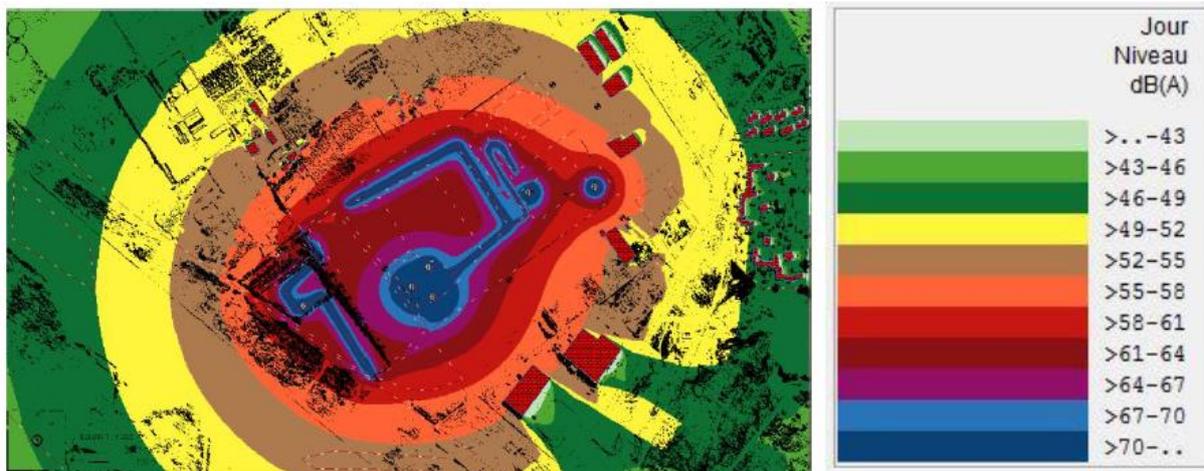


Planche 155 : Impact sonore cumulé des deux carrières en fonctionnement (Source : A2ms)

La carrière de TGBR sera terminée en 2026, date approximative de la mise en place de l'extension et des installations de traitement des matériaux de la SORECO. Après cette date, la carrière TGBR ne sera plus en activité (sauf prolongation) et de ce fait, l'ajout sonore provoqué par la mise en place de l'installation de traitement en fond de fouille devrait être compensée par l'arrêt de la carrière TGBR.

La ZAC étant déjà en cours de mise en place, l'ambiance sonore restera donc quasiment la même tout au long du projet SORECO. Celle-ci étant en constante évolution, elle n'a pas été intégrée à la modélisation des effets sonores cumulés.

Il peut être rappelé, que la dernière campagne de mesures du bruit sur le site de la SORECO montre que l'installation respecte les valeurs limites relatives aux ICPE.

Les effets cumulés des deux carrières sur les émissions sonores resteront faibles à modérés.

Effets cumulés sur l'hydrogéologie

Ici aussi, seule la carrière présente à proximité immédiate de celle de la SORECO est susceptible d'engendrer des effets cumulés.

Les projets sont établis principalement sur des formations alluviales anciennes provenant du cône de déjection de la Rivière Saint-Etienne. Le toit de la nappe d'eau a été évalué entre 3,25 et 2,75 m NGR (d'après dossier d'autorisation, très majorant) au droit du site de TGBR.

L'extraction des matériaux sur les 2 projets de carrière, se fera par carreau glissant et hors d'eau, de manière à limiter les impacts sur la nappe.

Les cotes minimales d'extraction des projets sont :

- de 6 à 7 m NGR pour la SORECO, soit au minimum 3 mètres de matériaux non remaniés au-dessus de la ligne des plus hautes eaux connues (excepté au niveau du bassin de décantation),
- de 6 m NGR pour TGBR, soit au minimum 2 mètres de matériaux non remaniés au-dessus de la ligne des plus hautes eaux connues,

En période d'extraction, la perméabilité des sols sera augmentée. Après remise en état et remblaiement partiel de la carrière SORECO, cette perméabilité sera très largement diminuée avec la mise en place de matériaux et déchets inertes beaucoup moins perméables, et de terre végétale. Cela favorisera l'absorption de l'eau par les cultures qui seront mises en place, mais ne favorisera pas la recharge de la nappe (augmentation du temps de percolation des eaux pluviales à travers l'épaisseur de matériaux). Cependant, les zones d'alimentation de la nappe étant localisées principalement en amont des projets, l'incidence sur le rechargement de la nappe sera négligeable.

Sur le plan qualitatif, un risque de pollution des eaux souterraines est envisageable en cas d'utilisation de matériaux de mauvaise qualité et/ou l'épanchement accidentel de produits polluants (hydrocarbures, huiles hydraulique). Les carrières vont mettre en place une procédure d'admission avec un contrôle systématique des remblais ou terre arrivant sur le site avant leur mise en place. Ce contrôle permettra de limiter significativement le risque de pollution par ces matériaux. Concernant les produits polluants, les sociétés vont mettre en place :

- une collecte des eaux pluviales issues des surfaces étanches avec traitement par des séparateurs d'hydrocarbures,
- des kits antipollution dans les engins.

Le risque de pollution des eaux souterraines par les produits polluants sur les sites est donc faible.

Les effets cumulés des 3 projets sur les eaux souterraines seront faibles.

Effets cumulés sur l'hydrologie

La SORECO et la TGBR ont et vont mettre en place un réseau périphérique de fossés, ou autre ouvrage, afin de détourner les eaux provenant des bassins versants amont et éviter leur mélange avec celles des surfaces en extraction.

Aussi, un effet cumulé avec entre les deux projets qui prévoient la déviation des eaux amont vers l'exutoire actuel, reste peu probable. Néanmoins, l'exutoire naturel des eaux sera légèrement modifié, ce qui réduit le risque d'inondation au niveau de l'aéroport.

Les effets cumulés des 2 projets sur les eaux superficielles seront donc négligeables.

Effets cumulés sur le paysage

Le projet de carrière à proximité immédiate de celui de la SORECO est susceptible d'engendrer des effets cumulés sur le paysage, tout comme le projet de la ZAC. Les autres projets sont suffisamment éloignés pour ne pas présenter de co-visibilité.

Lors de l'exploitation des 2 carrières, l'impact sur le paysage sera temporaire et relativement localisé grâce à une exploitation sous la forme de carreau glissant. Les points de vue rapprochés offriront une visibilité faible des projets, du fait de la topographie monotone de la plaine (pente de 3% en moyenne) et la mise en place de mesure (merlons).

Certains secteurs éloignés pourront permettre une visibilité des deux projets, mais qui sera largement atténuée par la distance.

La remise en état de la carrière TGBR et de la carrière autorisée de la SORECO ont été réfléchis conjointement afin de permettre une meilleure insertion paysagère. Le projet d'extension de la SORECO s'est également basé sur le même modèle de remise en état afin d'avoir une cohésion du paysage. La ZAC sera composée de bâtiments industriels plus ou moins haut mais a une obligation de végétalisation du site.

Les effets cumulés des 3 projets sur le paysage seront donc modérés. Néanmoins, bien que les deux carrières aient harmonisé leurs remises en état, l'impact relatif à l'altimétrie est relativement important.

Effets cumulés sur l'agriculture

Seuls les projets classés en zone agricole sur le PLU de Saint-Pierre sont à prendre en considération. Cela concerne les projets SCPR, SBTPL, TGBR, Préfabloc et Concassage Beau Rivage.

L'exploitation de ces carrières va entraîner une soustraction temporaire de surface agricole qui évoluera au cours de l'exploitation. Après remise en état les terrains retrouveront leur caractère agricole.

L'analyse des effets de ces différents projets sur l'agriculture sont résumés dans le tableau suivant :

Projets	Perte temporaire de surface agricole	Perte définitive de surface agricole
Société TGBR à « Pierrefonds »	4,2 ha en moyenne	2,6 ha de perte de surface agricole.
Société PREFABLOC AGREGATS	3,55 ha en moyenne	0,3245 ha de perte de surface agricole
Société SCPR (CR 145 et 146)	2,4 ha en moyenne	Pas de pertes définitive
Société SCPR (côté Rivière Saint-Etienne)	8,9 ha en moyenne	1 ha de perte de surface agricole
Société SBTPL	1,76 ha en moyenne	0,653 ha de perte de surface agricole
Société SORECO	6 ha en moyenne	7,3 ha de perte de surface agricole
Société Concassage Beau Rivage	2,67 ha en moyenne	Gain de 0,39 ha

Tableau 102 : Évaluation des impacts sur l'agriculture des projets pouvant présenter des effets cumulés avec celui de la SORECO

Lors de l'exploitation de ces projets, environ 29,09 ha ne seront plus disponibles pour l'agriculture soit environ 0,86% de la SAU de la commune de Saint-Pierre. Après remise en état des terrains la surface perdue définitivement sera d'environ 11,88 ha.

Ces résultats sont à relativiser puisque certains terrains sont actuellement occupés en partie par des friches. L'impact sur les activités agricoles sur ces sites sera faible, et la remise en état permettra la mise en place de terre de bonne qualité agronomique facilitant la diversification et la mécanisation grâce à l'épierrage.

Concernant l'utilisation du réseau d'irrigation, les projets de PREFABLOC AGREGATS, de la SORECO de la SCPR (Côté Rivière Saint-Etienne) et de la SBTPL vont nécessiter de déplacer les conduites dans les bandes de retrait règlementaire. Ces travaux peuvent entraîner des coupures temporaires et très courtes dans le réseau. En effet, les travaux de déplacement pour le raccordement sont réalisés avant la coupure. Au point de vue quantitatif, les 4 carriers utiliseront l'eau pour la réduction des émissions de poussières (principalement). Une augmentation de la consommation d'eau de ce réseau sera observée, mais dans une proportion restreinte puisque l'exploitation agricole sur les parcelles, l'utilise déjà.

Les effets cumulés des projets sur l'agriculture seront modérés voir positifs pour certains après remise en état.

Effets cumulés sur le milieu naturel

Le projet de la SORECO va entraîner une destruction d'habitats dégradés (friches et cultures principalement), car fortement anthropisés avec la présence de nombreuses espèces exotiques souvent envahissantes. Aucun corridor écologique majeur n'est présent sur le secteur. Par ailleurs, aucune espèce protégée n'a été recensée sur le secteur d'étude. Les impacts du projet sur le milieu naturel seront temporaires et faibles.

Un risque d'effet cumulé avec le projet de carrière de TGBR est cependant envisageable concernant la prolifération des Espèces Exotiques Envahissantes (EEE). La TGBR va mettre en place un plan de gestion des EEE, tout comme la SORECO. De cette manière, le risque sera contrôlé.

Les effets cumulés des projets de carrière sur le milieu naturel seront faibles.

9. DÉFINITION DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE ET ÉVOLUTION EN CAS DE NON RÉALISATION DU PROJET

La réforme de l'évaluation environnementale a modifié significativement le contenu de l'étude d'impact présenté à l'article R.122-5 du code de l'environnement.

L'étude d'impact doit ainsi comporter « *une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement, dénommée "scénario de référence", et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet ainsi qu'un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport au scénario de référence peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles* » (point 3° de l'article R.122-5 du code de l'environnement).

9.1 SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE : ÉTAT ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT

Les composantes environnementales de la zone du projet ont été décrites tout au long de l'état initial de l'étude d'impact.

De façon synthétique, la zone est concernée par :

- Plusieurs activités économiques dont une ZAC, une autre carrière, un aéroport et l'activité agricole avec principalement la culture de canne à sucre.
- Plusieurs habitations sont positionnées à proximité du projet (à 56 m, à 82 m, à 126 m du périmètre classé), les autres sont isolées et à une distance supérieure à 150 mètres du site.
- Une topographie relativement homogène avec des pentes inférieures à 3% en direction de l'Océan Indien.
- Des terrains composés d'alluvions grossières anciennes provenant du cône de déjection de la Rivière Saint-Étienne constituant la plaine de Pierrefonds. Ces alluvions présentent au droit du projet une granulométrie variée et alternée (limons, sables, graviers, galets blocs) s'étendant jusqu'à 38 mètres de profondeur.
- La nappe d'eau souterraine dont la limite des plus hautes eaux est évaluée à entre 2,5 et 3,11 m NGR.
- L'absence de cours d'eau à proximité, le plus proche étant la Rivière Saint-Etienne.
- Un paysage agricole de la plaine littorale des pentes du Sud. Le site présente une topographie naturelle légèrement en pente et est inséré sur un secteur en profonde mutation, peu homogène et sur des espaces où l'activité agricole tend à diminuer fortement. Il ne présente aucune sensibilité paysagère particulière. Le site étant extrêmement peu perceptible dans le paysage (dans le grand paysage comme dans le paysage rapproché), le projet de carrière ne devrait présenter qu'un impact visuel extrêmement faible. Le contexte environnemental du projet qui résulte des analyses du milieu physique, du milieu naturel et humain de l'aire d'étude fait donc apparaître un enjeu que l'on pourrait qualifier de « faible » à l'échelle des paysages concernés.
- Une végétation composée en majorité d'habitats anthropiques (cultures de canne à sucre ou autre), envahis le plus souvent par des espèces exotiques, sans intérêt phytocoenotique particulier. Les surfaces restantes sont concernées par des habitats secondaires (fourrés à Cassie et fourrés à Faux poivrier), fortement dégradés également. Les enjeux sont donc faibles.
- Une faune terrestre caractéristique des milieux secondaires fortement anthropisés, offrant ainsi des habitats d'espèces propices au développement d'espèces exotiques. L'envahissement par de nombreuses espèces exotiques et les milieux agricoles favorisent ce contexte. A noter toutefois la présence d'un axe majeur de transit des oiseaux marins (Pétrels de Barau et du Puffin de Baillon notamment).

- Un climat tropical comportant une saison chaude et humide, de novembre à mai, et une saison plus fraîche et sèche de juin à octobre. La zone est caractérisée par :
 - o une pluviométrie relativement faible par rapport au reste de l'île,
 - o des températures moyennes comprises entre 19 et 29°C et variant peu d'un mois sur l'autre,
 - o une évapotranspiration relativement importante (de l'ordre de 1 500 mm au total par an),
 - o l'ensoleillement le plus fort de l'île conduisant à un déficit climatique annuel relativement important (du fait d'une faible pluviométrie),
 - o des vents provenant du sud-est correspondant aux alizés, du nord-est correspondant à la brise de terre et de l'ouest correspondant à la brise de mer.
- Une qualité de l'air qualifiée de bonne. Il apparaît que les concentrations relevées sur les stations de surveillance de la qualité de l'air à proximité (station Atmo Réunion) sont bien en dessous des valeurs limites fixées par le décret 2002-2013 pour la protection de la santé humaine.
- Une quantité de particules de poussières considérée comme modérée aux abords du projet, d'après les mesures réalisées *in situ*.
- Un environnement sonore hétérogène suivant les points de mesures en limite de propriété et au niveau des Zones à Émergence Réglementée. La zone du projet est globalement impactée par les émissions sonores provenant de l'aéroport de Pierrefonds, des travaux sur la ZAC et des autres activités du secteur (exploitation agricole, carrière)

9.2 ÉVOLUTION PROBABLE DE L'ENVIRONNEMENT APRÈS MISE EN ŒUVRE DU PROJET ET EN L'ABSENCE DE MISE EN ŒUVRE DU PROJET

L'évolution des composantes environnementales en cas de réalisation et de non-réalisation du projet sont présentées dans le tableau suivant. L'évolution probable en cas de non-réalisation du projet s'est appuyée sur les documents d'urbanisme actuellement en vigueur ainsi que sur les différentes études spécifiques réalisées sur la zone du projet (Faune-Flore-Habitats, Hydrogéologique, etc.).

Composante environnementale	Mise en œuvre du projet	Non réalisation du projet
<p align="center">Activités économiques présentes sur la zone</p>	<p>L'extraction sur la zone de l'extension viendra conforter le caractère industriel qui se développe sur la zone lors de son exploitation, d'autant plus que cela présentera une continuité avec la carrière de TERALTA et celle autorisée de SORECO.</p> <p>Après remise en état progressive, l'activité agricole reprendra avec une amélioration des rendements et entraînant une possible diversification des cultures possible, bien que les surfaces cultivables soient diminuées (emprise des talus).</p> <p>La remise en état permettra également d'offrir une surface plane permettant une mécanisation des cultures et d'envisager une remise en état homogène avec le projet d'extraction du site voisin (TERALTA). Par ailleurs, plusieurs parcelles sont incluses dans l'espace carrière RE04 et seront susceptibles d'être exploitées.</p> <p>Le remblaiement partiel de la carrière avec la conservation de talus de 33 mètres de haut maximum, représentera un frein à la colonisation de la zone par des activités autres que celles liées à l'agriculture.</p>	<p>L'activité agricole existante sera poursuivie (cane à sucre). Les terrains du projet sont classés en zone agricole par le PLU de la commune de Saint-Pierre. La présence importante d'espèces exotiques restera sensiblement la même, voire augmentera si les terrains ne sont plus cultivés ou entretenus.</p> <p>De plus, la zone d'activités à proximité tend à prendre le pas sur les espaces agricoles. Si le projet n'est pas réalisé, la topographie du site pourrait permettre une colonisation plus importante de ces activités. La zone étant facilement accessible depuis l'ancienne RN1.</p>
<p align="center">Habitations</p>	<p>Lors de l'exploitation de la carrière, des incidences sur les habitations à proximité seront susceptibles d'être observées (émissions de poussières et de bruit), mais dans des proportions faibles étant donné les mesures fortes qui seront mises en place (merlons de 3 m de haut, positionnement des engins de traitement sur le fond d'extraction, etc.).</p> <p>Après remise en état, une amélioration des émissions de bruit et de poussières sera observée. En effet, l'exploitation des surfaces par l'activité agricole sera réalisée sur des terrains en contrebas du terrain naturel actuel.</p>	<p>Les habitations sont actuellement impactées par l'activité agricole (passage d'engin agricole, bruit des asperseurs du réseau d'irrigation, etc.), et par l'activité de la zone de manière générale (carrières, ZAC, aéroport). Il n'y aura pas de modification par rapport à l'état actuel, si l'activité agricole est maintenue sur cette parcelle.</p>
<p align="center">Topographie</p>	<p>Lors de l'exploitation, la topographie de la zone sera modifiée.</p> <p>La pente du fond remis en état sera légèrement différente par rapport à celle observée actuellement. En effet les terrains présentent une inclinaison de 3% vers l'Océan Indien. Lors de la remise en état, le remblaiement de la fosse sera réalisé de manière partielle en formant une plateforme homogène avec une pente de 1% allant de la cote de 12 m NGR en amont à 6 m NGR, de l'est au sud-ouest du projet. Sur la</p>	<p>La topographie actuelle ne sera pas modifiée.</p> <p>En cas d'extraction sur les parcelles voisines et non remblaiement, une hétérogénéité de la topographie de la zone pourrait être observée, représentant, à terme, un frein pour l'exploitation agricole.</p>

	<p>partie nord, une zone basse d'infiltration des eaux sera mise en place, cassant la pente homogène mais permettant tout de même l'agriculture. Le but de cette remise en état est de limiter l'apport de remblais et de faciliter l'utilisation de la surface pour l'activité agricole.</p> <p>Des talus présentant une pente de 2V/3H, avec des risbermes et une hauteur de 30 mètres en moyenne seront maintenus à la fin de l'exploitation, ce qui implique une modification relativement importante de l'altimétrie.</p> <p>La topographie finale a été étudiée conjointement avec le projet de carrière de TERALTA au sud-ouest du site afin de maintenir une homogénéité paysagère sur la zone.</p>	
Pédologie	<p>Au cours de l'extraction, la couche agronomique sera décapée et stockée en merlons de protection, puis criblée lors de la remise en état. Il y aura donc une perte de surface agricole temporaire.</p> <p>Lors de la remise en état progressive des terrains, l'horizon humifère et les terres de découvertes seront épierrés et amendés. Les terrains retrouveront des sols dont les capacités agronomiques seront bien meilleures qu'à l'état initial, bien qu'une partie de la surface agricole soit perdue à cause des talus. Une diversification des cultures ainsi qu'une mécanisation de l'exploitation seront possibles.</p>	<p>Sur les parcelles du projet il n'y aura pas de modification des caractéristiques des terrains actuels. La présence d'un horizon de blocs, limons marrons et graviers sur les premiers 130 mm en surface ne permet pas la mécanisation complète des cultures. De plus, ces sols nécessitent un fort apport en eau.</p>
Géologie	<p>Diminution des couches d'alluvions fluviales présentes au droit du projet.</p>	<p>La composition des sols des parcelles du projet ne sera pas modifiée.</p>
Hydrogéologie	<p>Pendant l'exploitation, la diminution de la couche d'alluvions rendra la nappe plus sensible aux pollutions. Néanmoins, toutes les précautions seront prises pour limiter les incidences (surface étanche pour le ravitaillement des engins, couche de matériaux non remaniés de 3 mètres minimum (2 m au niveau des fosses de dissipation de l'énergie des eaux), au-dessus de la ligne des plus hautes eaux, etc.).</p> <p>Après la remise en état de la parcelle, le remblaiement par des terres de terrassement et des déchets inertes, ainsi que la mise en place d'une couche à forte valeur agronomique, moins perméable que les matériaux actuels permettront d'augmenter la protection de la nappe.</p>	<p>Pas de modification des caractéristiques de la nappe au droit des parcelles du projet.</p> <p>Il peut être souligné que l'apport d'engrais et de produits phytosanitaires pour les cultures, du fait des sols très perméables et ayant une faible capacité de rétention de l'eau peut potentiellement entraîner à terme une pollution de la nappe sous-jacente.</p>

Hydrologie	<p>Les eaux de ruissellement provenant du bassin amont au projet seront détournées par un fossé dans la bande de retrait règlementaire des 10 mètres ou infiltrée sur le site.</p> <p>Les eaux tombant sur la surface étanche seront collectées, puis traitées par un séparateur déboureur d'hydrocarbures.</p> <p>Les eaux ruisselant sur la surface en cours d'extraction ainsi que sur les remblais, s'infiltreront directement dans le sol.</p> <p>Après remise en état, les eaux amont descendront dans le fond du site via un ouvrage et s'infiltreront dans la zone basse prévue pour.</p> <p>L'érosion par entrainement des matériaux du sol lors des pluies intenses sera diminuée.</p>	<p>Pas de modification des caractéristiques des écoulements actuels.</p> <p>A terme, ces eaux entraineront une érosion plus ou moins importante des sols.</p>
Paysage	<p>Les parcelles du projet seront progressivement remises en état pour l'agriculture après exploitation, conformément aux règlements du SDC et du PLU.</p> <p>Lors de l'exploitation de la carrière, des merlons périphériques seront positionnés afin de limiter la visibilité.</p> <p>Après remise en état, les surfaces extraites seront réhabilitées pour restituer les terres agricoles. La mise en place d'une couche à forte valeur agronomique permettra d'augmenter les rendements et de favoriser une diversification des cultures.</p> <p>Les talus (de pente 2V/3H) seront stables et végétalisés. Ils joueront un rôle de protection contre l'érosion éolienne des terrains agricoles et favoriseront les continuités écologiques et paysagères (cohérence avec la carrière TERALTA.</p> <p>La trame viaire actuelle sera conservée au nord et une rampe d'accès sera créée en limite sud-ouest qui permettra de desservir la zone de l'extension (parcelle CR 710) et la zone de la carrière actuelle (parcelle CR 1155).</p>	<p>En cas de non-réalisation du projet, la zone conservera son caractère agricole actuel. Néanmoins, s'il est non entretenu, cet espace aura tendance à être colonisé par les espèces exotiques envahissantes présentes sur les friches.</p>
Faune et Flore	<p>La végétation présente sur les surfaces du projet d'extension (canne à sucre et friches colonisées par des espèces exotiques) sera supprimée lors de l'extraction. Elle ne présente cependant pas d'enjeu important car aucune espèce protégée n'est présente.</p> <p>La faune potentiellement présente sur la zone devra se déplacer pour sortir de la surface en exploitation. Cependant, des mesures de</p>	<p>La végétation présente actuellement sur le site du projet est essentiellement composée de canne à sucre et d'espèces exotiques avec un fort caractère envahissant.</p> <p>En cas de non-réalisation du projet, les espaces agricoles, s'ils sont non entretenus, pourraient laisser place petit à petit à cette végétation relativement pauvre, ne permettant pas le développement d'espèces</p>

	<p>réduction des impacts seront réalisées pour permettre à la faune de quitter les lieux (végétation décapée laissée sur le site pendant 5 jours, travaux réalisés en dehors des périodes de reproduction, passage d'un écologue, etc.). Concernant l'avifaune marine, des mesures seront mises en place pour limiter les risques d'échouage lors du transit de ces espèces sur la zone du projet (éclairage limité au maximum et dirigé vers le bas).</p> <p>Après remise en état des surfaces extraites, les talus végétalisés permettront de favoriser les continuités écologiques, actuellement peu développées sur la zone, avec la plantation d'espèces de la liste Daupi. Une mesure spécifique sera réalisée pour contrôler le développement de ces espèces végétales lors de l'exploitation du projet.</p>	<p>endémiques. Si la culture de canne est maintenue, le développement d'espèces endémiques stagnera également.</p> <p>La faune ne sera à priori pas impactés.</p> <p>Les continuités écologiques sont très peu présentes sur la zone actuellement, en dehors de la Ravine des Cabris. En cas de non-réalisation du projet, cette situation restera inchangée.</p>
<p>Émission atmosphériques</p>	<p>L'utilisation d'engin fonctionnant au GNR va augmenter la production de GES sur les terrains. Des formations auprès des conducteurs des engins sont réalisées pour limiter les émissions de GES.</p> <p>Après remise en état des parcelles par le remblaiement partiel et la mise en place d'une couche à forte valeur agronomique ayant subi un épierreage, les machines agricoles travaillant la terre rencontreront une moins grande résistance. Les GES seront à terme plus faibles qu'actuellement.</p> <p>Les émissions de poussières induites par le passage des camions sur le site seront fortement limitées par la mise en place de mesures spécifiques (bac de lavage des roues, aspersion des pistes, etc.). Un suivi par jauges sera réalisé pendant l'exploitation du site.</p> <p>Après remise en état des surfaces extraites, les caractéristiques des terrains présenteront une résistance à l'érosion éolienne plus importante qu'actuellement. Les émissions de poussières seront donc diminuées.</p>	<p>En cas de non-réalisation du projet, les machines agricoles travaillant la terre continueront d'émettre des GES du fait de la résistance engendrée par la présence de galets. A ce niveau-là, aucune diminution des émissions ne sera réalisée.</p> <p>L'érosion actuelle des sols par le vent favorise naturellement le soulèvement de poussières. En cas de non-réalisation du projet, aucune diminution de ces émissions ne sera réalisée.</p>
<p>Bruit</p>	<p>Le projet va engendrer une augmentation du niveau sonore au niveau des terrains lors de l'exploitation. Cependant, des mesures seront mises en place pour limiter les impacts (merlon de 3 mètres de haut, positionnement des engins de traitement sur le fond d'extraction, limitation de la vitesse à 20 km/h sur le site...). Bien que les premières</p>	<p>En cas de non-réalisation du projet, le niveau sonore sur les parcelles du projet ne sera pas modifié étant donné que l'activité agricole continuera. Il sera potentiellement modifié avec la mise en place de la ZAC et ses activités.</p>

	<p>habitations et ZER soient proches, la carrière n'engendrera pas d'incidence significative.</p> <p>Les flux de camions étant en majoritairement existants (carrière autorisée de la SORECO et carrière de TERALTA), le projet entrainera une légère augmentation du niveau sonore sur certains axes routiers de façon temporaire. Bien que le volume extrait annuellement maximal augmente par rapport à la carrière autorisée, le nombre le trafic global de camions va diminuer de 18 passages.</p> <p>Après remise en état du site, la zone devrait retrouver son niveau sonore initial. Néanmoins, avec la mise en place de la ZAC, selon les nouvelles activités et le trafic généré, le niveau sonore pourra évoluer.</p>	
--	---	--

Tableau 103 : Comparaison de l'évolution des composantes environnementales de la zone en cas de réalisation et de non-réalisation du projet

10. ETUDE DÉCHETS/ PLAN DE GESTION DES DÉCHETS

10.1 DESCRIPTION DE LA SITUATION EXISTANTE EN MATIÈRE DE GESTION DES DÉCHETS

10.1.1 Déchets liés aux activités d'extraction et de transit des matériaux sur le site

Le tableau suivant synthétise la production de déchets des différentes activités du projet, en référence à la nomenclature suivant les articles R.541-7 à R.541-11 (Titre IV : Déchets) du Code de l'Environnement.

Les terres végétales et de découverte seront non polluées et seront gérées conformément à la directive 2003/21/CE du parlement Européen du 16 mars 2006 concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive et modifiant la directive 2004/35/CE, et conformément à l'arrêté ministériel du 22/09/94 modifié par l'arrêté ministériel du 30 septembre 2016.

Lors de l'entretien courant des engins, on opère :

- la vidange des moteurs, boîtes, ponts hydrauliques, ce qui génère des huiles moteurs, des huiles hydrauliques et des fûts métalliques vides, chiffons souillés, cartouche de graisse ou fûts vides,
- le remplacement de pièces défectueuses, ou de pièces usées, ce qui génère :
 - o des déchets de déconditionnement des pièces neuves (papiers, cartons, plastiques),
 - o des déchets métalliques (pièces usées),
 - o des pièces à base de caoutchouc (pneumatiques, flexibles, durites),
 - o des batteries.

La révision et l'entretien plus poussé des engins ne seront pas réalisés sur le site du projet, mais en dehors par une entreprise spécialisée.

En cas de fuites d'hydrocarbures, les terres polluées seront évacuées du site par une entreprise agréée pour leur traitement. L'évacuation fera l'objet d'un bordereau de suivi de déchets dangereux. Les engins de chargement seront équipés de kits antipollution.

D'un point de vue juridique, la gestion des déchets liés à la nature du terrain (éléments préexistants sur les parcelles du projet) incombe au propriétaire du terrain. Néanmoins, la SORECO réalisera si besoin le regroupement, le prétraitement et le traitement par le biais d'une filière agréée.

Les déchets verts seront soit traités sur place et réutilisés en amendement organique, soit envoyés en déchetterie ou sur une plateforme de compostage.

L'activité de traitement de matériaux génère deux types principaux de déchets :

- des déchets métalliques : toiles de criblage usagées, blindages usagés, mâchoires, etc.
- des déchets « caoutchouc » : bandes de convoyeurs, grilles PU, amortisseurs, blindages, etc.

A ces déchets viennent s'ajouter en faible quantité des cartons, papiers issus du guichet du pont bascule. Les activités qui seront menées sur le site ne généreront qu'une très faible quantité de déchets, il s'agit :

Origine	Désignation	Code nomenclature	Composition	Mode de gestion et niveau correspondant	Fréquence d'évacuation des déchets
Entretien courant des engins de la carrière et installations	Huiles hydrauliques usagées	13 01 00	Huiles usagées	Récupération et valorisation énergétique	Une fois le cubitainer plein.
	Huiles moteurs usagées	13 02 00	Huiles usagées	Récupération et valorisation énergétique	Une fois le cubitainer plein.
	Pièces usagées	20 01 40	Pièces métalliques défectueuses	Récupération et valorisation	Régulièrement.
	Fûts métalliques de 200 l	15 01 10	Huiles usagées	Récupération et valorisation énergétique	Une fois par an ou autant que de besoins.
	Chiffons souillés et autres déchets souillés par des huiles, GNR ou graisse	15 02 02	Déchets souillés par des hydrocarbures	Récupération et valorisation énergétique	Une fois par an ou autant que de besoins.
	Filters à huile, cartouches de graisse	13 02 08 16 01 07	Hydrocarbures	Cubitainer dédié puis récupération par une entreprise agréée pour valorisation énergétique	Une fois par an ou autant que de besoins.
	Métaux hors d'usage : - ferreux, - non ferreux	16 01 17 16 01 18	Métaux ferreux et non ferreux	Benne de 15m ³ dédiée et récupération pour valorisation	Une fois par an ou autant que de besoins.
	Déchets caoutchouc	01 04 99	Caoutchouc	Évacuation par une société de récupération qui les transforme, les dépollue ou les exporte vers une filière agréée	Une fois par an ou autant que de besoins.
	Pneus usagés	16 01 03	Caoutchouc	Récupérés immédiatement lors du remplacement par le fournisseur (REP)	À chaque intervention du prestataire (récupération).
Séparateur débourbeur d'hydrocarbures	Boues de séparateur débourbeur d'hydrocarbures	13 05 02 *	Boues d'hydrocarbures	Récupération par une entreprise agréée et traitement	Une fois par an au minimum.
Locaux sociaux	Emballages en : - papiers, cartons, - plastiques, - bois	15 01 02 15 01 01 15 01 03	Déchets municipaux assimilés	Valorisation par une filière agréée	Chaque semaine.
	Déchets domestiques assimilés en mélange	20 03 01		Enfouissement	Chaque semaine.
Couverture végétale du site	Déchets verts	20 02 01	Végétation agricole et rudérale	Utilisée pour la remise en état du site : valorisation matière	-
Déversement accidentel	Matériaux absorbants et terres pollués	15 02 02 *	Sables, terres et hydrocarbures	Récupération par une entreprise agréée et dépollution par traitement	Dans les 6 mois suivant un déversement d'hydrocarbures.
Décapage du site	Terres de découvertes	01 03 06	Terres	Réemploi pour la réalisation des talus et remblaiement du site : valorisation matière	Tout au long de l'exploitation de la carrière à partir de la phase 5.
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 104 : Caractérisation des déchets de l'exploitation et fréquence d'évacuation

10.1.2 Description des opérations de recyclage ou de valorisation

Lors du décapage, les terres de découverte seront intégralement conservées pour la remise en état.

Les déchets métalliques ne sont pas recyclés en interne.

Une partie des déchets de type « caoutchouc » le seront : les bandes des convoyeurs pourront entre autres servir de blindages.

Les autres déchets issus de cette activité seront évacués via des filières agréées.

Aucun recyclage interne ne sera réalisé pour l'ensemble des déchets générés par l'entretien courant des engins. Les révisions et entretien plus important des équipements seront réalisés à l'extérieur.

Les papiers issus des locaux administratifs sont recyclés tant que faire se peut en utilisant le verso de feuilles déjà imprimées. Le reste des déchets générés par cette activité est évacué vers des filières agréées.

10.1.3 Description des filières de traitement et de prétraitement

L'installation a retenu pour son fonctionnement 1 catégorie de filières pour le traitement de ses boues : Boues, sables et terres souillées par des hydrocarbures (pollution accidentelle ou séparateur débourbeur d'hydrocarbures) : récupération par une entreprise agréée.

10.1.4 Description des filières d'élimination par mise en décharge

L'exploitant 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.

10.1.5 Stockages intermédiaires - Modalités de transport

Les éventuels déchets souillés accidentellement par les hydrocarbures seront stockés sur la plateforme étanche, en attente de leur reprise par un transporteur agréé. Ils seront positionnés dans une benne ou un bac couvert, les protégeant des eaux météoriques.

Les déchets liés aux activités d'entretien courant seront directement récupérés et envoyés dans une filière adaptée.

Les déchets du séparateur débourbeur d'hydrocarbures et des sanitaires seront directement pris en charge in-situ par un collecteur agréé.

Les déchets industriels produits et gérés par l'exploitation du site feront l'objet d'un bordereau de suivi de déchet (BSD). Leur transport et leur élimination se fera dans des installations autorisées à cet effet. Une demande de certificat d'agrément sera systématiquement faite auprès de chacun de ses prestataires.

La prise en charge des déchets privilégiera l'évacuation des déchets vers des filières de récupération et de recyclage. Le traitement de niveau 3 (enfouissement) ne sera envisagé qu'en dernier recours.

10.2 JUSTIFICATION TECHNICO-ÉCONOMIQUE DES SOLUTIONS ALTERNATIVES POUR LA GESTION DES DÉCHETS SUR LE SITE

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 sur le site et destiné 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.

10.3 PLAN DE GESTION DES TERRES NON POLLUÉES ET DES DÉCHETS INERTES ISSUS DES ACTIVITÉS EXTRACTIVES

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 ministériel 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.

10.3.1 Terres non polluées

L'arrêté ministériel du 5 mai 2010 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 dès lors que ses caractéristiques sont cohérentes avec le fond géochimique naturel local.

Les terres de découverte et les stériles ne présenteront pas de pollution particulière. Elles proviennent du site et y seront utilisées, après épierrage, dans le cadre du réaménagement de la carrière.

Les stériles correspondront principalement aux refus de concassage dont en majorité des blocs d'une granulométrie supérieure à 700 mm de diamètre. Ceux-ci seront vendus comme enrochement, moellons, ou seront utilisés comme aménagement (exemple : délimitation bordure de piste). Étant donné la valorisation des stériles (vente ou utilisation), ils ne seront pas considérés comme tels.

Le stockage de la terre de découverte sera réalisé sous forme de talus de protection périphérique dans l'attente de leur réutilisation. Leur volume est estimé à 88 669 m³ (non épierrées) sur la totalité de la carrière, extension comprise).

Dans le cadre de la remise en état de la carrière, le remblaiement partiel se fera également au moyen de terres de terrassement (déblais terreux) ou de déchets inertes issues des divers chantiers de la zone. Leur approvisionnement sera toutefois non linéaire et pourrait intervenir à un moment où le phasage peut ne pas permettre leur mise en place immédiate. Il pourra alors être nécessaire de stocker durant quelques mois ces remblais. Le stockage provisoire se fera sur la zone de transit, dont 4500 m² sont dédiés aux remblais.

Il n'y aura pas d'autres terres non polluées provenant de l'activité d'extraction.

10.3.2 Déchets inertes

Au sens de l'annexe 1 de l'arrêté ministériel du 22 septembre 1994 modifié :

A/ sont considérés comme déchets inertes : 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'auto-combustion 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.

Les remblais apportés sur le site seront exclusivement constitués de terres de terrassement et de déchets inertes (selon l'AM du 12/12/2014) provenant des chantiers du BTP. Leur volume est évalué à 396 009 m³ (320 000 déjà sur place).

De la terre végétale sera également importée pour un volume de 20 253 m³.

La quantité de remblais entrants sera évaluée par l'intermédiaire du pont bascule et la valeur sera reportée sur un registre tenu à jours par l'exploitant.

En cas de provenance de chantiers du BTP, les terres de terrassement seront considérées comme des déchets inertes sous le code 17 05 04 (terres et cailloux ne contenant pas de substance dangereuse), conformément à l'Annexe II de l'article R.541-8 du code de l'environnement.

Une procédure d'acceptation de type « procédure d'acceptation de déchets inertes » sera donc mise en place avec un contrôle à l'arrivée sur le site sur une plateforme spécifique. Ainsi, les quantités de matériaux admis sur le site et la capacité de stockage restante feront l'objet d'un suivi avec déclaration annuelle. Les bordereaux des chantiers de terrassement d'origines seront conservés.

L'utilisation des terres de terrassement et de déchets inertes pour la remise en état de la carrière est considérée comme une valorisation de déchets inertes. L'installation de la SORECO n'est donc pas une installation de stockage de déchets inertes en vue de leur élimination. La rubrique ICPE 2760-3 (installation de stockage de déchets inertes) ne s'applique pas.

En cas de présence inopinée de déchets non inertes dans les apports de remblais, ces derniers seront envoyés vers les filières de valorisation disponibles à proximité.

10.4 PRÉSENTATION ET JUSTIFICATION TECHNICO-ÉCONOMIQUE DES CHOIX RETENUS POUR LA GESTION DES DÉCHETS SUR LE SITE

Les carrières sont spécialisés dans le concassage et la réutilisation des matériaux. Les gisements de matériaux étant spatialement finis, il est nécessaire de les préserver. Cette préservation passe par trois aspects liés au développement durable.

- Le premier implique une diminution de la consommation des matériaux par l'utilisation de techniques moins impactantes.
- Le deuxième implique un recyclage maximum des matériaux afin de leur apporter une plus-value et de n'utiliser les matériaux provenant des carrières qu'en dernière possibilité.
- La troisième est d'optimiser l'exploitation des gisements existants.

Les deuxième et troisième point sont fortement liés en raison de la nécessité de trouver des remblais pour le réaménagement du site et surtout pour en optimiser la puissance d'une part et d'autre part de pouvoir séparer les parties valorisables des remblais pour les transformer en granulats.

Cet objectif de tri et de séparation implique la mise en place d'une plateforme de réception et de contrôle des terres de terrassement. Sur cette plateforme les fractions non valorisables restantes seront séparées puis redirigées vers les filières agréées.

Les matériaux inertes résultant de ce tri sont soit orientés vers l'outil de traitement s'il est possible d'en sortir une réelle plus-value (pierres), soit orientés vers la carrière dans le cadre du réaménagement.

Enfin, l'exploitation du site sera menée de manière optimale.

11. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Afin d'évaluer l'impact de son projet sur la santé, une évaluation des risques sanitaires a été réalisée par le cabinet EVADIES en 2022. Cette étude est disponible en Annexe 2 - pièce 11.

Elle fait l'objet d'une synthèse dans les paragraphes qui suivent.

11.1 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 s'appuie sur un guide de l'INERIS [Institut National de l'Environnement Industriel et des RISques] et par l'InVS [Institut de Veille Sanitaire], la note d'information de la Direction Générale de la Santé DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 et les normes en vigueur des concertations des polluants.

D'une manière générale, l'évaluation des risques sanitaires comprend :

- L'identification des dangers ;
- La définition des relations dose-réponse ;
- L'évaluation de l'exposition humaine ;
- La caractérisation des risques.

11.2 IDENTIFICATION DES ÉMISSIONS GÉNÉRÉES PAR L'EXPLOITATION DE LA CARRIÈRE ET IDENTIFICATION DES SOURCES

Cette étape consiste à identifier l'ensemble des émissions potentielles dans l'environnement provenant des activités du site susceptibles d'être en contact avec les populations environnantes. Les émissions provenant du site peuvent être essentiellement de trois types :

- Chimiques ;
- Microbiologiques ;
- Physiques.

On ne s'intéresse ici, dans le cadre de cette étude d'évaluation des risques, qu'aux composés chimiques.

11.2.1 Identification et caractéristiques des sources

L'ERS s'applique aux effets potentiels sur la santé humaine liés à la toxicité des composés chimiques émis pendant le fonctionnement normal (non accidentel) des installations. Elle concerne l'impact des rejets atmosphériques (canalisés et diffus) sur l'homme exposé via le milieu air.

Les différentes sources ont été définies et quantifiées par la société NUMTECH. Ces travaux font l'objet d'un rapport spécifique fourni avec ce rapport.

Elles correspondent :

- Aux émissions de poussières liées aux projets d'extension en considérant la configuration du site dans deux phases successives (phases 5 et 6) ;
- Aux polluants émis par les engins de manutention sur les sites et les poids lourds de livraison hors sites dans le périmètre d'étude.

A ces sources, s'ajoutent les émissions de poussières liées à l'activité du site TERALTA. Les effets liés à ces émissions seront appréciés lors d'un chapitre spécifique exposé dans le chapitre 8.5.8.3 de l'ERS.

11.2.2 Identification des substances émises

Les émissions de poussières émises par les activités présentes sur la carrière (manipulation des terres, érosion éolienne, remise en suspension liée à la circulation, ...) ont été considérées comme des PM10 et des PM2,5. La silice a également été considérée.

Pour les émissions des moteurs des engins circulant sur le site et des poids lourds circulant hors site, les polluants quantifiés sont ceux considérés pour une étude de niveau II dans la note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routière.

Il s'agit des poussières PM10 et PM2,5, du monoxyde de carbone (CO), des oxydes d'azote (NOx), du 1,3-butadiène, du benzène, du dioxyde de soufre (SO2), de l'arsenic (As), du nickel (Ni) et du benzo(a)pyrène.

11.2.3 Sélection des traceurs de risque

D'après les données présentées ci-avant, toutes les substances modélisées et reprécisées dans le tableau suivant sont étudiées pour évaluer la nécessité de les intégrer dans l'évaluation des risques sanitaires.

Une évaluation de risque sanitaire ne peut se mener d'un point de vue quantitatif que s'il existe des valeurs toxicologiques de référence (VTR) éditées par des organismes internationalement reconnus. La

VTR représente la quantité maximale théorique pouvant être administrée à un sujet, issu d'un groupe sensible ou non, sans provoquer d'effet nuisible à sa santé.

Substances	N° CAS	Voie respiratoire		Voie digestive
		Exposition aiguë	Exposition chronique	Exposition chronique
SO ₂	7446-09-5	X	-	-
NO ₂	10102-44-0	X	X	-
CO	630-08-0	X	-	-
1,3-butadiène	106-99-0	X	X	X
Benzène	71-43-2	X	X	X
PM10	-	X	X	-
PM2,5	-	X	X	-
Arsenic	7440-38-2	-	X	X
Nickel	7440-02-0	-	X	X
Benzo(a)pyrène	50-32-8	-	X	X
Silice cristalline alvéolaire	-	-	X	-

Tableau 105 : Disponibilité des VTR pour les substances recensées à l'émission du site (Source : Evadies)

Les composés toxiques peuvent être rangés en 2 catégories en fonction de leur mécanisme d'action :

- Les toxiques à seuil, qui sont le plus souvent des toxiques systémiques (atteinte d'un organe ou d'un système d'organes), pour lesquels les effets sanitaires associés n'apparaissent qu'au-delà d'une certaine dose d'exposition. L'intensité des effets croît alors avec l'augmentation de la dose.
- Les toxiques sans seuil tels que certains produits cancérigènes génotoxiques, pour lesquels les effets sanitaires associés sont susceptibles d'apparaître quelle que soit la dose d'exposition. La probabilité de survenue de ces effets croît avec la dose et la durée d'exposition. La VTR des toxiques cancérigènes représente la probabilité de survenue d'un effet cancérigène pour une exposition vie entière à une unité de dose donnée applicable à tous les individus d'une population qu'ils appartiennent ou non à un groupe sensible. Elles sont exprimées sous forme d'Excès de Risque Unitaire (ERU).

11.2.4 Schéma conceptuel d'exposition des voies d'exposition

Compte tenu de la nature des rejets du projet (rejets atmosphériques), il est pertinent de retenir dans l'ERS la voie d'exposition respiratoire (aiguë et chronique) aux gaz et particules émis par les installations. Au regard du contexte local, la voie d'exposition digestive est aussi prise en compte. Pour cette voie d'exposition, les médias d'exposition retenus sont les suivants :

- L'ingestion de légumes et fruits ;
- L'ingestion de lait ;
- L'ingestion d'œufs et de viandes (porc, bœuf et volaille) ;
- L'ingestion de terre provenant des jardins potagers ou de zones cultivées. La figure suivante présente schématiquement les différents média et voies d'exposition pris en compte dans cette étude.



Planche 156 : Schéma conceptuel d'exposition autour du site (Source : Evadies)

11.3 ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES MILIEUX

L'évaluation de l'état des milieux est basée sur des mesures réalisées dans les milieux d'exposition et permet de définir l'état des milieux autour du site et d'apporter des indications sur une vulnérabilité potentielle vis-à-vis d'une ou plusieurs substances émises par l'installation.

Les substances et milieux pertinents sont habituellement définis en fonction des caractéristiques des émissions, de l'environnement et des activités à l'aide du schéma conceptuel.

Les composés gazeux et particulaires émis se dispersent dans l'air. Les composés particulaires se déposent au sol après dispersion. Par conséquent, le milieu impacté en premier est l'air.

Les exigences réglementaires sont données dans le tableau suivant.

La qualité de l'air dans la région est mesurée par l'association ATMO Réunion (<https://atmo-reunion.net/>). Le dispositif de mesure de la qualité de l'air comporte plusieurs stations de typologie « urbaine », « périurbaine », « industrielle », « trafic », « rurale ». Ces données ont été utilisées pour la caractérisation de l'état du milieu.

La qualité des sols a été caractérisée grâce à une étude du BRGM.

Polluants	Nature du seuil	Conditions de dépassements	Valeurs de référence en 2022
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Valeur limite et objectif de qualité	Moyenne annuelle	40 µg/m ³
	Valeur limite horaire	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	200 µg/m ³
	Seuil de recommandation et d'information ⁶	Moyenne horaire	200 µg/m ³
	Seuil d'alerte	Moyenne horaire dépassée sur 3 heures consécutives	400 µg/m ³
		Moyenne horaire si dépassement du seuil la veille et risque de dépassement de ce seuil le lendemain	200 µg/m ³
	Ligne directrice OMS	Moyenne annuelle	10 µg/m ³
PM _{2,5}		Moyenne journalière	25 µg/m ³
	Valeur limite	Moyenne annuelle	25 µg/m ³
	Valeur cible	Moyenne annuelle	20 µg/m ³
	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	10 µg/m ³
	Ligne directrice OMS	Moyenne annuelle	5 µg/m ³
PM ₁₀		Moyenne journalière	15 µg/m ³
	Valeur limite	Moyenne annuelle	40 µg/m ³
	Valeur limite	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	50 µg/m ³
	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	30 µg/m ³
	Seuil de recommandation et d'information	Moyenne journalière	50 µg/m ³
	Seuil d'alerte	Moyenne journalière	80 µg/m ³
	Ligne directrice OMS	Moyenne annuelle	15 µg/m ³
SO ₂		Moyenne journalière	45 µg/m ³
	Valeur limite	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an	350 µg/m ³
	Valeur limite	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	125 µg/m ³
	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	50 µg/m ³
	Seuil d'information et de recommandation	Moyenne horaire	300 µg/m ³
	Seuil d'alerte	Moyenne horaire (dépassement sur 3 heures consécutives)	500 µg/m ³
	Niveau critique	Moyenne annuelle et hivernale pour la protection de la végétation	20 µg/m ³
Arsenic	Valeur cible	Moyenne annuelle	6 ng/m ³
Nickel	Valeur cible	Moyenne annuelle	20 ng/m ³
B(a)P	Valeur cible	Moyenne annuelle	1 ng/m ³
Benzène	Valeur limite	Moyenne annuelle	5 µg/m ³
	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	2 µg/m ³

Tableau 106 : Seuils réglementaires en vigueur en 2022 (Source : Evadies)

11.4 ÉVALUATION DE L'IMPACT DES REJETS SUR LES POPULATIONS

L'évaluation de l'exposition humaine fait appel aux données de la caractérisation de l'état initial qui permettront d'identifier et de hiérarchiser les contraintes environnementales et sanitaires du projet en matière de qualité de l'air. Cette analyse environnementale a permis notamment de faire un recensement des points d'expositions sensibles dans la zone d'étude.

L'objectif de cette phase est d'estimer les concentrations environnementales liées aux émissions du projet, dans les milieux d'exposition sélectionnés à la suite de l'établissement du schéma conceptuel.

Pour cela, il a été mis en œuvre :

- Le modèle de dispersion ADMS 5.2., modèle gaussien spécialement développé pour évaluer l'impact des rejets atmosphériques d'une grande variété de sources industrielles sur des zones complexes. Ce logiciel va permettre de déterminer les concentrations des différentes substances dans l'air ambiant ainsi que les dépôts au sol (Étude de la dispersion atmosphérique réalisée par NUMTECH);
- L'estimation des transferts multi-compartiments à partir des principes de calcul donnés par l'outil de modélisation et de simulation MODUL'ERS afin de permettre de déterminer les concentrations des différentes substances retenues dans les autres milieux d'exposition.

Les données météorologiques prises en compte pour les modélisations sont celles de la station Météo-France Réunion « Pierrefonds aérodrome ».

11.4.1 Localisation des points récepteurs

La localisation des points d'exposition considérés est présentée sur en planche suivante. Ils correspondent exactement à des points de calculs dans le modèle de dispersion. Certains points ont également été retenus dans l'évaluation des risques sanitaires du site TERALTA (points 1, 2 4 et 7). Ces derniers permettront d'évaluer le cumul des risques.



Planche 157 : Emplacements de récepteurs des points récepteurs pour les calculs de modélisation (Source : Evadies)

11.4.2 Concentrations moyennes inhalées

Les tableaux suivants présentent les concentrations moyennes inhalées pour les expositions aiguës et chroniques qui découlent des concentrations dans l'air présentées dans les tableaux ci-avant et des scénarii d'exposition considérés.

Substances	Unité	Point 1	Point 2	Point 3	Phase 5			
					Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
SO ₂	µg/m ³	2,41E-01	1,34E-01	1,11E-01	8,59E-01	2,98E-01	8,47E-01	3,51E-02
NO ₂ horaire	µg/m ³	3,47E+01	2,17E+01	2,92E+01	8,97E+00	5,00E+00	5,64E+00	8,77E+00
NO ₂ journalier	µg/m ³	2,88E+00	1,08E+00	2,94E+00	1,07E+00	3,65E-01	4,95E-01	3,87E-01
PM10	µg/m ³	1,19E+00	3,22E-01	1,10E+00	2,09E-01	1,05E-01	1,40E-01	8,31E-02
PM2,5	µg/m ³	4,00E-01	1,47E-01	3,66E-01	1,01E-01	3,85E-02	5,71E-02	4,12E-02
CO	mg/m ³	6,22E-02	3,90E-02	5,26E-02	1,63E-02	8,99E-03	9,98E-03	1,57E-02
1,3-butadiène	µg/m ³	1,77E-02	8,95E-03	1,01E-02	2,79E-02	9,08E-03	2,46E-02	4,20E-03
Benzène	µg/m ³	3,22E-05	1,60E-05	1,43E-05	9,39E-05	3,00E-05	7,77E-05	4,12E-06

Substances	Unité	Point 1	Point 2	Point 3	Phase 6			
					Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
SO ₂	µg/m ³	2,40E-01	1,33E-01	1,10E-01	8,59E-01	2,98E-01	8,47E-01	3,50E-02
NO ₂ horaire	µg/m ³	4,25E+01	1,27E+01	2,56E+01	7,72E+00	5,98E+00	6,72E+00	8,63E+00
NO ₂ journalier	µg/m ³	3,17E+00	7,32E-01	2,13E+00	1,02E+00	3,98E-01	5,69E-01	3,78E-01
PM10	µg/m ³	1,14E+00	2,10E-01	7,40E-01	1,92E-01	1,16E-01	1,61E-01	7,44E-02
PM2,5	µg/m ³	4,16E-01	9,58E-02	2,57E-01	9,55E-02	4,16E-02	6,38E-02	3,72E-02
CO	mg/m ³	7,64E-02	2,28E-02	4,62E-02	1,41E-02	1,07E-02	1,19E-02	1,55E-02
1,3-butadiène	µg/m ³	1,77E-02	8,95E-03	1,01E-02	2,79E-02	9,08E-03	2,46E-02	4,20E-03
Benzène	µg/m ³	3,22E-05	1,60E-05	1,43E-05	9,39E-05	3,00E-05	7,77E-05	4,12E-06

Tableau 107 : Concentrations inhalées (CI) pour les expositions aiguës obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS- Scenarios Phase 5 et 6 (Source : Evadies)

Substances	Unité	Point 1	Point 2	Point 3	Phase 6			
					Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
1,3-butadiène	µg/m ³	1,55E-04	6,86E-05	2,07E-05	3,94E-04	9,09E-05	2,07E-04	4,76E-06
Benzène	µg/m ³	3,28E-06	1,45E-06	4,37E-07	8,36E-06	1,92E-06	4,37E-06	1,01E-07
Arsenic	ng/m ³	2,67E-05	1,35E-05	3,88E-06	8,91E-05	2,00E-05	4,80E-05	8,31E-07
Nickel	ng/m ³	1,79E-04	9,51E-05	2,47E-05	6,56E-04	1,50E-04	3,69E-04	5,74E-06
Benzo(a)pyrène	µg/m ³	1,07E-06	2,57E-07	2,58E-07	1,11E-07	2,57E-08	3,93E-08	2,82E-08

Substances	Unité	Point 1	Point 2	Point 3	Phase 6			
					Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
1,3-butadiène	µg/m ³	1,55E-04	6,86E-05	2,07E-05	3,94E-04	9,09E-05	2,07E-04	4,76E-06
Benzène	µg/m ³	3,28E-06	1,45E-06	4,37E-07	8,36E-06	1,92E-06	4,37E-06	1,01E-07
Arsenic	ng/m ³	2,64E-05	1,32E-05	3,68E-06	8,91E-05	2,00E-05	4,80E-05	8,23E-07
Nickel	ng/m ³	1,78E-04	9,47E-05	2,45E-05	6,56E-04	1,50E-04	3,69E-04	5,74E-06
Benzo(a)pyrène	µg/m ³	8,87E-07	1,49E-07	1,64E-07	1,02E-07	2,77E-08	4,09E-08	2,40E-08

Tableau 108 : Concentrations moyennes inhalées (CMI) pour les expositions chroniques obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances sans seuil retenues dans l'ERS- Scenarios Phase 5 et 6 (Source : Evadies)

Substances	Unité	Phase 5						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
NO ₂	µg/m ³	7,05E-01	1,75E-01	1,76E-01	8,43E-02	2,01E-02	3,09E-02	2,14E-02
PM10	µg/m ³	2,84E-01	6,66E-02	7,38E-02	2,88E-02	5,54E-03	8,00E-03	7,58E-03
PM2,5	µg/m ³	1,17E-01	3,67E-02	3,05E-02	1,82E-02	3,29E-03	5,32E-03	4,57E-03
1,3-butadiène	µg/m ³	3,61E-04	1,60E-04	4,82E-05	9,20E-04	2,12E-04	4,82E-04	1,11E-05
Benzène	µg/m ³	7,65E-06	3,38E-06	1,02E-06	1,95E-05	4,49E-06	1,02E-05	2,35E-07
Arsenic	ng/m ³	6,24E-05	3,14E-05	9,06E-06	2,08E-04	4,67E-05	1,12E-04	1,94E-06
Nickel	ng/m ³	4,17E-04	2,22E-04	5,77E-05	1,53E-03	3,51E-04	8,61E-04	1,34E-05
Benzo(a)pyrène	µg/m ³	2,49E-06	6,00E-07	6,03E-07	2,58E-07	6,00E-08	9,16E-08	6,58E-08
Silice cristalline	µg/m ³	5,68E-02	1,33E-02	1,48E-02	5,76E-03	1,11E-03	1,60E-03	1,52E-03

Substances	Unité	Phase 6						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
NO ₂	µg/m ³	5,89E-01	1,04E-01	1,14E-01	7,84E-02	2,14E-02	3,21E-02	1,82E-02
PM10	µg/m ³	2,31E-01	4,35E-02	4,83E-02	2,73E-02	5,99E-03	8,37E-03	6,80E-03
PM2,5	µg/m ³	9,90E-02	2,61E-02	2,10E-02	1,74E-02	3,49E-03	5,48E-03	4,20E-03
1,3-butadiène	µg/m ³	3,61E-04	1,60E-04	4,82E-05	9,20E-04	2,12E-04	4,82E-04	1,11E-05
Benzène	µg/m ³	7,65E-06	3,38E-06	1,02E-06	1,95E-05	4,49E-06	1,02E-05	2,35E-07
Arsenic	ng/m ³	6,15E-05	3,09E-05	8,59E-06	2,08E-04	4,67E-05	1,12E-04	1,92E-06
Nickel	ng/m ³	4,16E-04	2,21E-04	5,72E-05	1,53E-03	3,51E-04	8,61E-04	1,34E-05
Benzo(a)pyrène	µg/m ³	2,07E-06	3,48E-07	3,82E-07	2,38E-07	6,47E-08	9,54E-08	5,61E-08
Silice cristalline	µg/m ³	4,62E-02	8,70E-03	9,66E-03	5,46E-03	1,20E-03	1,67E-03	1,36E-03

Tableau 109 : Concentrations inhalées (CI) pour les expositions chroniques obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances à seuil retenues dans l'ERS- Scenarios Phase 5 et 6 (Source : Evadies)

11.4.3 Détermination des expositions par ingestion

Il convient de distinguer deux voies d'exposition potentielles par ingestion :

- L'une directe par le biais d'ingestion de poussières (mains, objets ou aliments souillés par de la terre et portés à la bouche). Des études expérimentales ont en effet permis d'estimer la part de poussières et de sols ingérés par les personnes exposées pour différentes tranches de la vie. Il est montré que les enfants, de par leurs jeux et comportements, ingèrent de plus grandes quantités de terre que les adultes.
- L'autre indirecte par le transfert de contaminants au travers de la chaîne alimentaire. Cette voie concerne les composés susceptibles de se redéposer et qui ont de plus un caractère bio-cumulatif, c'est-à-dire qui ont la possibilité de s'accumuler sans être dégradés dans les végétaux et animaux

Pour la voie d'exposition par ingestion, la quantité de composé chimique administrée via un milieu donné, correspond à la dose journalière d'exposition (DJE)

Le scénario retenu correspond à l'exposition d'un individu qui naît sur le site et qui est exposé pendant 30 ans aux émissions de l'installation correspondante. L'ensemble des classes d'âges ont été appréhendées entre la naissance et l'âge adulte. Dans le cas présent, le scénario retenu correspond au scénario le plus défavorable qui majore d'autres scénarios d'exposition, comme par exemple un scénario « adulte » correspondant à un adulte exposé pendant 30 ans aux émissions de l'installation, c'est pour cela qu'il est le seul scénario à être retenu dans l'étude.

Les points 1 et 4 sont d'abord retenus pour l'estimation des doses journalière d'exposition liées à l'ingestion de tous les médias d'exposition. Le choix d'étudier un scénario ingestion à partir de l'exposition à des produits animaux et végétaux issus de ces sites est majorant et fictif puisque l'ensemble des denrées alimentaires consommé localement ne peut pas être produit en ces seuls points. Cette hypothèse permettra de vérifier dans le cadre d'une première approche les niveaux attendus.

Le point 5 est également retenu pour l'estimation des doses journalières liées à l'ingestion potentielle de sol au niveau de l'école.

Les concentrations des médias d'exposition ont été calculées avec le logiciel MODUL'ERS avec :

- L'estimation des concentrations dans le sol (détermination via les résultats de dépôts au sol donnés par le logiciel ADMS)
- L'estimation des concentrations dans les végétaux
- L'estimation des concentrations dans les produits animaux

Résultats des doses journalières d'exposition

La prise en compte de l'ensemble des données permet de calculer les DJE liées à chaque média d'exposition et les DJE totales. Les résultats sont présentés pour les DJE totales pour chaque tranche d'âge (données servant au calcul des risques pour les effets à seuil) et pour la vie entière (données servant au calcul des risques pour les effets sans seuil) dans le tableau 35 pour les différents scénarios.

Quel que soit le paramètre, c'est la classe d'âge 1 à 3 ans qui est la plus exposée du fait notamment du poids corporel des enfants et des quantités consommées.

DJE TOUS MEDIA		Phase 5			Phase 6		
Substances	Arsenic	Nickel	B(a)P	Arsenic	Nickel	B(a)P	
Point 1							
0-1 an	4,25E-14	7,36E-13	2,43E-07	4,18E-14	7,36E-13	1,87E-07	
1-3 ans	7,65E-14	1,43E-12	5,20E-07	7,52E-14	1,43E-12	4,01E-07	
3-6 ans	5,23E-14	9,42E-13	3,64E-07	5,14E-14	9,42E-13	2,81E-07	
6-11 ans	3,32E-14	5,88E-13	2,26E-07	3,26E-14	5,88E-13	1,74E-07	
11-15 ans	1,95E-14	3,39E-13	1,65E-07	1,91E-14	3,39E-13	1,27E-07	
15-18 ans	1,55E-14	2,58E-13	1,29E-07	1,52E-14	2,58E-13	9,94E-08	
Adulte	2,05E-14	2,98E-13	1,31E-07	2,02E-14	2,98E-13	1,01E-07	
Vie entière	2,57E-14	4,16E-13	1,94E-07	2,53E-14	4,16E-13	1,50E-07	
Point 4							
0-1 an	1,06E-13	2,01E-12	2,04E-08	1,06E-13	2,01E-12	1,90E-08	
1-3 ans	1,90E-13	3,89E-12	4,37E-08	1,90E-13	3,89E-12	4,07E-08	
3-6 ans	1,30E-13	2,57E-12	3,06E-08	1,30E-13	2,57E-12	2,85E-08	
6-11 ans	8,23E-14	1,60E-12	1,90E-08	8,23E-14	1,60E-12	1,77E-08	
11-15 ans	4,83E-14	9,25E-13	1,39E-08	4,83E-14	9,25E-13	1,29E-08	
15-18 ans	3,84E-14	7,04E-13	1,08E-08	3,84E-14	7,04E-13	1,01E-08	
Adulte	5,10E-14	8,13E-13	1,10E-08	5,10E-14	8,13E-13	1,03E-08	
Vie entière	6,39E-14	1,13E-12	1,63E-08	6,39E-14	1,13E-12	1,52E-08	
Point 5							
0-1 an	9,64E-15	7,21E-14	9,37E-12	9,64E-15	7,21E-14	9,92E-12	
1-3 ans	9,85E-15	7,36E-14	9,57E-12	9,85E-15	7,36E-14	1,01E-11	
3-6 ans	6,86E-15	5,13E-14	6,67E-12	6,86E-15	5,13E-14	7,06E-12	
6-11 ans	4,26E-15	3,18E-14	4,13E-12	4,26E-15	3,18E-14	4,38E-12	
11-15 ans	1,04E-15	7,74E-15	1,01E-12	1,04E-15	7,74E-15	1,07E-12	
15-18 ans	8,14E-16	6,09E-15	7,91E-13	8,14E-16	6,09E-15	8,38E-13	
Adulte	6,94E-16	5,19E-15	6,74E-13	6,94E-16	5,19E-15	7,14E-13	
Vie entière	6,93E-16	5,18E-15	6,73E-13	6,93E-16	5,18E-15	7,13E-13	

Tableau 110 : Doses Journalières d'Exposition par ingestion par classe d'âge (en mg/kg/j) (Source : Evadies)

11.5 CARACTÉRISATION DES RISQUES SANITAIRES

La caractérisation des risques consiste à confronter les doses auxquelles les populations sont exposées avec les valeurs toxicologiques de référence retenues. Les risques sanitaires associés à une substance sont estimés de façon différente selon la voie d'exposition (inhalation ou ingestion), la durée d'exposition (aiguë ou chronique) et selon le type d'effet qu'engendre le composé considéré (effets cancérogènes ou non cancérogènes le plus souvent).

Comme recommandé dans la mise à jour du guide INERIS, la caractérisation des risques ne porte que sur les émissions de l'installation étudiée, par conséquent, les niveaux de fond ne sont pas exploités à ce stade de l'étude.

Quotients de danger pour les substances à effets à seuil de dose

Pour les polluants à effets à seuil de dose (principalement des effets non cancérogènes), le dépassement de la VTR sélectionnée suite à l'exposition considérée peut entraîner l'apparition de l'effet critique associé à la VTR. Ceci peut être quantifié en faisant le rapport entre la dose d'exposition (CMI ou DJE) et la VTR associée. Ce rapport est appelé quotient de danger (QD)

Si le QD est inférieur à 1, alors l'exposition considérée ne devrait pas entraîner l'effet toxique associé à la VTR. Un QD supérieur ou égal à 1 signifie que les personnes exposées peuvent développer l'effet sanitaire indésirable associé à la VTR

Excès de risque individuel pour les substances à effets sans seuil de dose

Pour les effets sans seuil de dose, on calcule un « excès de risque individuel » (ERI) de développer l'effet associé à la VTR (appelée aussi souvent ERU : excès de risque unitaire). L'ERI représente, pour les individus exposés, la probabilité supplémentaire de survenue de l'effet néfaste (comme un cancer) induit par l'exposition à la substance considérée durant la vie entière.

Pour la voie d'exposition respiratoire, l'ERI est calculé en multipliant l'excès de risque unitaire par inhalation (ERUi) par la concentration moyenne inhalée vie entière (ou pondérée sur une autre unité de temps). Pour la voie d'exposition orale, l'ERI est calculé en multipliant l'excès de risque unitaire par ingestion (ERUo) par la dose journalière d'exposition (DJE) durant la vie entière (ou pondérée sur une autre unité de temps).

L'OMS utilise un seuil de 10^{-5} (un cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées durant leur vie entière) pour définir les Valeurs Guides de concentration dans l'eau destinée à la consommation humaine (Guidelines for drinking water quality) (OMS, 2004). La circulaire du 8 février 2007 relative aux sites et sols pollués et aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués, du Ministère chargé de l'environnement, recommande le niveau de risque, « usuellement retenu au niveau international par les organismes en charge de la protection de la santé », de 10^{-5} .

11.5.1 Résultats pour la voie respiratoire pour les expositions aiguës

Des VTR ou des valeurs guides sont disponibles pour 7 des substances émises et appréhendées dans le cadre de cette étude. Un calcul de quotient de danger (QD) est réalisé. Les tableaux suivants présentent les résultats obtenus dans le périmètre d'étude pour les substances qui possèdent une VTR.

Substances	VTR	Phase 5						
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
SO ₂	30	8,03E-03	4,47E-03	3,70E-03	2,86E-02	9,93E-03	2,82E-02	1,17E-03
NO ₂ horaire	200	1,74E-01	1,09E-01	1,46E-01	4,49E-02	2,50E-02	2,82E-02	4,39E-02
NO ₂ journalier	25	1,15E-01	4,32E-02	1,18E-01	4,28E-02	1,46E-02	1,98E-02	1,55E-02
PM10	45	2,64E-02	7,16E-03	2,44E-02	4,64E-03	2,33E-03	3,11E-03	1,85E-03
PM2,5	15	2,67E-02	9,80E-03	2,44E-02	6,73E-03	2,57E-03	3,81E-03	2,75E-03
CO	30 000	2,07E-03	1,30E-03	1,75E-03	5,43E-04	3,00E-04	3,33E-04	5,23E-04
1,3-butadiène	660	2,68E-05	1,36E-05	1,53E-05	4,23E-05	1,38E-05	3,73E-05	6,36E-06
Benzène	29	1,11E-06	5,52E-07	4,93E-07	3,24E-06	1,03E-06	2,68E-06	1,42E-07

Substances	VTR	Phase 6						
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
SO ₂	30	8,00E-03	4,43E-03	3,67E-03	2,86E-02	9,93E-03	2,82E-02	1,17E-03
NO ₂ horaire	200	2,13E-01	6,35E-02	1,28E-01	3,86E-02	2,99E-02	3,36E-02	4,32E-02
NO ₂ journalier	25	1,27E-01	2,93E-02	8,52E-02	4,08E-02	1,59E-02	2,28E-02	1,51E-02
PM10	45	2,53E-02	4,67E-03	1,64E-02	4,27E-03	2,58E-03	3,58E-03	1,65E-03
PM2,5	15	2,77E-02	6,39E-03	1,71E-02	6,37E-03	2,77E-03	4,25E-03	2,48E-03
CO	30 000	2,55E-03	7,60E-04	1,54E-03	4,70E-04	3,57E-04	3,97E-04	5,17E-04
1,3-butadiène	660	2,68E-05	1,36E-05	1,53E-05	4,23E-05	1,38E-05	3,73E-05	6,36E-06
Benzène	29	1,11E-06	5,52E-07	4,93E-07	3,24E-06	1,03E-06	2,68E-06	1,42E-07

Tableau 111 : Quotients de danger (QD) pour les expositions aiguës obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS- Scenarios Phase 5 et 6 (Source : Evadies)

11.5.2 Résultats pour la voie respiratoire pour les expositions chroniques à seuil

Pour chaque traceur à effet à seuil retenu dans le cas d'exposition chronique respiratoire, un calcul de quotient de danger (QD) est réalisé. Les tableaux suivants indiquent si un dépassement de seuil est possible pour les deux scénarii.

Substances	VTR	Phase 5						
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
NO ₂	10	7,05E-02	1,75E-02	1,76E-02	8,43E-03	2,01E-03	3,09E-03	2,14E-03
PM10	15	1,89E-02	4,44E-03	4,92E-03	1,92E-03	3,69E-04	5,33E-04	5,05E-04
PM2,5	5	2,34E-02	7,34E-03	6,10E-03	3,64E-03	6,58E-04	1,06E-03	9,14E-04
1,3-butadiène	2	1,81E-04	8,00E-05	2,41E-05	4,60E-04	1,06E-04	2,41E-04	5,55E-06
Benzène	10	7,65E-07	3,38E-07	1,02E-07	1,95E-06	4,49E-07	1,02E-06	2,35E-08
Arsenic	0,015	4,16E-06	2,09E-06	6,04E-07	1,39E-05	3,11E-06	7,47E-06	1,29E-07
Nickel	0,09	4,63E-06	2,47E-06	6,41E-07	1,70E-05	3,90E-06	9,57E-06	1,49E-07
Benzo(a)pyrène	0,002	1,25E-03	3,00E-04	3,02E-04	1,29E-04	3,00E-05	4,58E-05	3,29E-05
Silice cristalline	3	1,89E-02	4,43E-03	4,93E-03	1,92E-03	3,70E-04	5,33E-04	5,07E-04

Substances	VTR	Phase 6						
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
NO ₂	10	5,89E-02	1,04E-02	1,14E-02	7,84E-03	2,14E-03	3,21E-03	1,82E-03
PM10	15	1,54E-02	2,90E-03	3,22E-03	1,82E-03	3,99E-04	5,58E-04	4,53E-04
PM2,5	5	1,98E-02	5,22E-03	4,20E-03	3,48E-03	6,98E-04	1,10E-03	8,40E-04
1,3-butadiène	2	1,81E-04	8,00E-05	2,41E-05	4,60E-04	1,06E-04	2,41E-04	5,55E-06
Benzène	10	7,65E-07	3,38E-07	1,02E-07	1,95E-06	4,49E-07	1,02E-06	2,35E-08
Arsenic	0,015	4,10E-06	2,06E-06	5,73E-07	1,39E-05	3,11E-06	7,47E-06	1,28E-07
Nickel	0,09	4,62E-06	2,46E-06	6,36E-07	1,70E-05	3,90E-06	9,57E-06	1,49E-07
Benzo(a)pyrène	0,002	1,04E-03	1,74E-04	1,91E-04	1,19E-04	3,24E-05	4,77E-05	2,81E-05
Silice cristalline	3	1,54E-02	2,90E-03	3,22E-03	1,82E-03	4,00E-04	5,57E-04	4,53E-04

Tableau 112 : Quotients de danger (QD) pour les expositions chroniques obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances à seuil retenues dans l'ERS - Scenarios Phase 5 et 6 (Source : Evadies)

11.5.3 Résultats pour la voie respiratoire pour les expositions chroniques sans seuil

Pour chaque traceur à effet sans seuil retenu dans le cas d'exposition chronique respiratoire, un calcul d'Excès de Risque Individuel (ERI) est réalisé sur l'ensemble du périmètre d'étude. Les tableaux suivants indiquent si un dépassement de seuil est possible pour les phases 5 et 6.

Substances	VTR	Phase 5						
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ¹	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
1,3-butadiène	3,00E-05	4,64E-09	2,06E-09	6,20E-10	1,18E-08	2,73E-09	6,20E-09	1,43E-10
Benzène	2,60E-05	8,52E-11	3,77E-11	1,14E-11	2,17E-10	5,00E-11	1,14E-10	2,62E-12
Arsenic	1,50E-04	4,01E-12	2,02E-12	5,82E-13	1,34E-11	3,00E-12	7,20E-12	1,25E-13
Nickel	2,60E-04	4,65E-11	2,47E-11	6,43E-12	1,70E-10	3,91E-11	9,59E-11	1,49E-12
Benzo(a)pyrène	6,00E-04	6,40E-10	1,54E-10	1,55E-10	6,63E-11	1,54E-11	2,36E-11	1,69E-11

Substances	VTR	Phase 6						
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ¹	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
1,3-butadiène	3,00E-05	4,64E-09	2,06E-09	6,20E-10	1,18E-08	2,73E-09	6,20E-09	1,43E-10
Benzène	2,60E-05	8,52E-11	3,77E-11	1,14E-11	2,17E-10	5,00E-11	1,14E-10	2,62E-12
Arsenic	1,50E-04	3,95E-12	1,99E-12	5,52E-13	1,34E-11	3,00E-12	7,20E-12	1,23E-13
Nickel	2,60E-04	4,64E-11	2,46E-11	6,37E-12	1,70E-10	3,91E-11	9,59E-11	1,49E-12
Benzo(a)pyrène	6,00E-04	5,32E-10	8,95E-11	9,82E-11	6,12E-11	1,66E-11	2,45E-11	1,44E-11

Tableau 113 : Excès de Risque Individuel (ERI) obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances sans seuil retenues dans l'ERS- Scenarios Phase 5 et 6 (Source : Evadies)

11.5.4 Résultats pour la voie digestive pour les effets à seuil

Dans le tableau suivant sont présentés les quotients de danger (QD) pour la voie orale en croisant les DJE estimées par classe d'âge et présentées dans le tableau 35 avec les VTR présentées dans le tableau 17 et selon l'équation (5).

D'après les résultats obtenus et présentés dans ce tableau, les retombées atmosphériques induites par le site ne sont pas susceptibles d'induire à elles seules des effets à seuil quel que soit le fonctionnement. Les indices de risque les plus élevés sont observés pour le benzo(a)pyrène pour la classe d'âge 1 à 3 ans.

QD	Phase 5			Phase 6		
	Substances	Arsenic	Nickel	B(a)P	Arsenic	Nickel
Point 1						
0-1 an	9,45E-11	2,63E-10	8,08E-04	9,28E-11	2,63E-10	6,23E-04
1-3 ans	1,70E-10	5,10E-10	1,73E-03	1,67E-10	5,10E-10	1,34E-03
3-6 ans	1,16E-10	3,36E-10	1,21E-03	1,14E-10	3,36E-10	9,36E-04
6-11 ans	7,37E-11	2,10E-10	7,53E-04	7,24E-11	2,10E-10	5,81E-04
11-15 ans	4,33E-11	1,21E-10	5,51E-04	4,25E-11	1,21E-10	4,25E-04
15-18 ans	3,44E-11	9,22E-11	4,30E-04	3,38E-11	9,22E-11	3,31E-04
Adulte	4,56E-11	1,06E-10	4,38E-04	4,49E-11	1,06E-10	3,38E-04
Point 4						
0-1 an	2,35E-10	7,17E-10	6,79E-05	2,35E-10	7,17E-10	6,33E-05
1-3 ans	4,22E-10	1,39E-09	1,46E-04	4,22E-10	1,39E-09	1,36E-04
3-6 ans	2,89E-10	9,17E-10	1,02E-04	2,89E-10	9,17E-10	9,50E-05
6-11 ans	1,83E-10	5,72E-10	6,33E-05	1,83E-10	5,72E-10	5,89E-05
11-15 ans	1,07E-10	3,30E-10	4,63E-05	1,07E-10	3,30E-10	4,31E-05
15-18 ans	8,54E-11	2,51E-10	3,61E-05	8,54E-11	2,51E-10	3,36E-05
Adulte	1,13E-10	2,90E-10	3,68E-05	1,13E-10	2,90E-10	3,43E-05
Point 5						
0-1 an	2,14E-11	2,57E-11	3,12E-08	2,14E-11	2,57E-11	3,31E-08
1-3 ans	2,19E-11	2,63E-11	3,19E-08	2,19E-11	2,63E-11	3,38E-08
3-6 ans	1,53E-11	1,83E-11	2,22E-08	1,53E-11	1,83E-11	2,35E-08
6-11 ans	9,46E-12	1,14E-11	1,38E-08	9,46E-12	1,14E-11	1,46E-08
11-15 ans	2,30E-12	2,76E-12	3,35E-09	2,30E-12	2,76E-12	3,55E-09
15-18 ans	1,81E-12	2,17E-12	2,64E-09	1,81E-12	2,17E-12	2,79E-09
Adulte	1,54E-12	1,85E-12	2,25E-09	1,54E-12	1,85E-12	2,38E-09

Tableau 114 : Quotients de danger (QD) calculés par classe d'âge pour l'ingestion- Scenarios Phase 5 et 6 (Source : Evadies)

11.5.5 Résultats pour la voie digestive pour les effets sans seuil

Dans le tableau suivant sont présentés les Excès de Risque Individuel (ERI) pour la voie orale en croisant les DJE estimées pour la vie entière.

ERI Substances	Phase 5		Phase 6	
	Arsenic	B(a)P	Arsenic	B(a)P
Point 1				
Vie entière	3,86E-14	1,94E-07	3,79E-14	1,50E-07
Point 4				
Vie entière	9,58E-14	1,63E-08	9,58E-14	1,52E-08
Point 5				
Vie entière	1,04E-15	6,73E-13	1,04E-15	7,13E-13

Tableau 115 : Excès de Risque Individuel (ERI) calculés pour la vie entière pour la voie digestive- Scenarios Phase 5 et 6 (Source : Evadies)

11.6 RISQUES CUMULÉS

Les risques cumulés correspondent aux effets sanitaires susceptibles d'être induits par l'exposition des populations à plusieurs substances simultanément. Actuellement, la démarche des ERS ne permet pas de prendre en compte la synergie ou l'antagonisme des effets. Par conséquent, comme indiqué dans les différents guides (InVS, INERIS) publiés en France, les risques cumulés sont appréhendés par une simple addition des risques déterminés pour différentes substances.

11.6.1 Les risques cumulés pour les effets à seuil

Parmi les différentes VTR prises en compte dans le cadre de cette étude, les systèmes respiratoire, nerveux, digestif, hématologique & immunitaire, reproductif & développemental et cutané sont susceptibles d'être atteints suite à une exposition à plusieurs substances considérées dans le cadre de cette étude aussi bien par voie respiratoire (noté R) que digestive (noté D). Pour ces différents systèmes cibles, des sommes de risques sont habituellement présentées. Eu égard aux résultats observés, même en sommant l'ensemble des QD toutes cibles confondues, aucun risque chronique cumulé, pour les deux voies d'exposition confondues (respiratoire et orale), n'atteint la valeur seuil de 1.

11.6.2 Les risques cumulés pour les effets sans seuil

Les risques cumulés pour des effets sans seuil de dose toutes voies d'exposition confondues correspondent à la somme d'ERI déterminés pour les voies respiratoire et orale. Le tableau suivant présente les résultats obtenus.

Voie d'exposition	Point 1	Point 1	Point 4	Point 4	Point 5	Point 5
	Phase 5	Phase 6	Phase 5	Phase 6	Phase 5	Phase 6
Respiratoire	5,42E-09	5,31E-09	1,23E-08	1,23E-08	2,83E-09	2,83E-09
Digestive	1,94E-07	1,50E-07	1,63E-08	1,52E-08	6,74E-13	7,14E-13
Somme	1,99E-07	1,55E-07	2,86E-08	2,75E-08	2,83E-09	2,83E-09

Tableau 116 : Estimation des risques cumulés sans seuil pour les deux voies d'exposition- Scenarios Phase 5 et 6 (Source : Evadies)

D'après les résultats obtenus pour le cumul des risques pour les effets sans seuil, aucun dépassement du seuil de 10⁻⁵ n'est observé.

11.7 CONCLUSION

Cette expertise présente l'évaluation de l'impact sur la santé des populations du projet de la carrière et de l'installation mobile de traitement des matériaux de la SORECO implantée dans la zone de Pierrefonds, sur le territoire de la commune de Saint-Pierre de la Réunion.

L'autorisation est sollicitée pour une durée de 20 années à partir de l'obtention de l'Arrêté Préfectoral d'autorisation.

Les simulations numériques de la dispersion atmosphérique des rejets indiquent que l'exploitation de la carrière et de l'installation mobile de traitement des matériaux va entraîner une hausse localisée et très modérée des concentrations en poussières, composés gazeux (gaz d'échappement) et, en moindre mesure, de métaux dans l'air ambiant.

Pour la voie respiratoire, 7 points d'exposition ont été étudiés. Malgré les hypothèses majorantes, aucun dépassement n'est constaté pour les effets aigus et chroniques à seuil et sans seuil. Pour toutes les substances, aucun effet sanitaire n'est donc attendu dans la population riveraine de l'installation. Concernant les substances pour lesquelles aucune VTR n'est disponible mais pour lesquelles il existe des valeurs-guides annuelles (PM10, PM2,5 et NO2), aucun dépassement des valeurs guides n'est observé. Les variations des indicateurs de risque ne sont significatives si l'on considère les phases 5 et 6.

Pour la voie digestive, 3 points d'exposition ont été étudiés. Sur deux points, il a été considéré dans une approche majorante qu'une large partie des aliments autoconsommés (fraction d'aliments produits sur place et consommés) étaient produits au niveau des sites où les dépôts de substances émises sont les plus importants avec potentiellement l'existence d'activités d'élevage. Les fractions d'autoconsommation appréhendées correspondent à des fractions d'autoconsommation d'agriculteurs qui ont l'habitude de consommer une large partie des aliments qu'ils cultivent eux-mêmes. Sur le dernier point, au niveau de l'école de Pierrefonds, seule l'exposition par ingestion de sol a été étudiée. Pour cette voie d'exposition, seule l'exposition chronique, c'est-à-dire sur une longue durée (au moins 1 an) a été appréhendée. A l'instar des résultats pour la voie respiratoire, pour les effets à seuil et sans seuil, les substances émises par l'installation et par le trafic associé appréhendées dans le cadre de cette étude ne devraient pas entraîner d'effet sanitaire néfaste suite à la consommation de denrées alimentaires produites localement et de sol.

Les risques cumulés à seuil et sans seuil ont également été estimés pour les deux voies d'exposition confondues pour les seules émissions du site. Une nouvelle fois, aucun dépassement des valeurs seuils sanitaires pour les riverains de l'installation pour les deux phases d'étude ne sont observés.

En somme, aucun effet significatif n'est à prévoir durant l'exploitation du site.

12. SYNTHÈSE DES IMPACTS, DES MESURES ASSOCIÉES ET DES COÛTS ESTIMÉS

12.1 SYNTHÈSE DES IMPACTS ET MESURES ASSOCIÉES

FORT	Impact nécessitant des opérations spécifiques et/ou des moyens de mesure continus tout au long de l'exploitation.
MOYEN	Impact nécessitant des opérations spécifiques et/ou des moyens de mesure périodiques durant l'exploitation.
FAIBLE	Impact ne nécessitant pas d'opérations spécifiques ; suivi ou non par moyens de mesure périodiques tout au long de l'exploitation.
NUL	Pas d'impact spécifique.
POSITIF	Impact apportant un bénéfice direct ou indirect, durant l'exploitation ou à partir de la remise en état de la carrière.

Chapitre	Thème	Description des effets du projet	Temporaire	Direct Indirect	Mesures d'Évitement et de Réduction	Impact brut	Impact résiduel	Mesure de surveillance, d'Accompagnement et de Compensation
Milieu humain	Agriculture	Diminution de la qualité agronomique des sols Destruction de surfaces exploitables pour l'agriculture	T et P	I	R : Criblage des terres de découvertes R : Remise en état des surfaces par ajout de terre de découverte + amendements sur 0,5 m minimum, améliorant la qualité agronomique des sols R : Exploitation sous forme de carreau glissant permettant une remise en culture à l'avancement des surfaces exploitées. R : Stockage des terres de découvertes sur des hauteurs si possible faibles pour ne pas dénaturer l'activité biologique du sol R : Plantation sur les talus remis en état	Fort	Moyen	
	Réseaux	Coupe d'alimentation en eau des exploitations agricoles en aval du réseau	T	I	R : Réalisation du déplacement du réseau en début d'exploitation	Fort	Nul	

					R : Réalisation des travaux de déplacement avant coupure pour raccordement au réseau existant.			
	Trafic routier	Augmentation du trafic routier sur les axes à proximité du site Augmentation des incidences engendrées par le trafic routier (accidents, poussières, bruit)	T	D	R : La circulation piétonne s'effectuera par un passage réservé de façon à ne pas croiser un véhicule R : Mise en place de plusieurs panneaux le long des chemins d'accès R : Mise en place de panneaux limitant la vitesse à 20 km/h R : Mise en place de bâche sur les camions. Le volume de matériaux ne dépassera pas les ridelles des bennes R : Arrosage des pistes lors des périodes sèches et du chemin d'accès (uniquement chemin de l'aérodrome) R : Présence d'un rotolue avec portique d'arrosage des chargements sur le chemin de l'aérodrome. R : Contrôles techniques réguliers des véhicules venant chercher les granulats et apporter les remblais R : Utilisation majoritaire de poids-lourds appartenant à la SORECO R : Mise en place de clôtures, de portails et de signalisations autour du projet É : Diminution du nombre global de passages de camion (remblais à transporter en moins)	Moyen	Faible	A : Mise en place d'un suivi régulier des retombées de poussières par jauges (fréquence d'analyses tous les 3 mois).
Milieu physique	Topographie et Géomorphologie	Modification de la topographie du secteur	P	D	R : Utilisation de terre de terrassement et déchets inertes (selon l'AM du 12/12/2014) pour le remblaiement de la carrière R : Mise en place d'une couche de terre de 0,5 mètre minimum (terre végétale épierrée et amendée) pour la remise en état	Fort	Moyen	

	Pédologie / Agronomie	Perte de la couche cultivable	T	D	<p>R : Mise en place d'une couche de terre de 0,5 mètre minimum (terre végétale épierrée et amendée) pour la remise en état</p> <p>R : Criblage/épierrage des terres de découvertes</p>	Moyen	Nul	
	Géologie	Risque de pollution des sols par déversement d'hydrocarbures et/ou d'huiles des engins de l'exploitation	T	D	<p>E : Utilisation exclusive de terre de terrassement et de déchets inertes (selon l'AM du 12/12/2014) pour le remblaiement de la carrière et non d'autres types de déchets inertes</p> <p>R : Installation de la cuve de GNR de 10 m³ dans une rétention de 10 m³, avec aire de dépotage, ravitaillement étanche et reliée à un séparateur-déboureur d'hydrocarbures</p> <p>R : Ravitaillement des pelles mécaniques sur un dispositif étanche amovible</p> <p>R : Plateforme de ravitaillement des engins étanche et reliée à un séparateur déboureur d'hydrocarbures</p>	Moyen	Faible	
	Hydrogéologie	Risque de pollution des eaux souterraines suite à un déversement accidentel d'hydrocarbure, d'huiles des engins, de produits floculants/coagulants et des remblais du site.	T	I	<p>E : Utilisation exclusive de terre de terrassement et de déchets inertes (selon l'AM du 12/12/2014) pour le remblaiement de la carrière et non d'autres types de déchets inertes</p> <p>R : Maintien d'une couche de matériaux non remaniés d'une épaisseur de 3 mètres lors de l'extraction (2 minimum)</p> <p>R : Installation de cuvettes de rétention pour les hydrocarbures et d'une aire étanche reliée à un séparateur déboureur d'hydrocarbures</p> <p>R : Mise en place d'une couche de terre de bonnes qualités agronomiques améliorant la qualité d'épuration des sols</p> <p>R : Réalisation d'un bassin de décantation/infiltration pour les eaux ruisselant sur les installations connexes</p>	Moyen	Faible	<p>A : Entretien annuel du séparateur déboureur d'hydrocarbures.</p> <p>A : Mise en place d'analyses régulières de la qualité des eaux de la nappe sous-jacente via les 2 piézomètres à proximité du site</p>

					R : Positionnement d'une couche de faible perméabilité sur le fond d'extraction			
Hydrologie	Risque de pollution des eaux de ruissellement	T	D	R : Le fossé permettra de ne pas augmenter la quantité de MES lors d'épisodes pluvieux intenses R : Installation de la cuve de GNR de 10 m ³ dans une rétention de 10 m ³ , avec aire de dépotage, ravitaillement étanche et reliée à un séparateur-déboureur d'hydrocarbures R : Mise en place d'un séparateur-déboureur d'hydrocarbures permettant de collecter les premières pollutions de la plateforme étanche	Faible	Nul		
	Risque d'augmentation des débits et des vitesses d'écoulement des eaux de ruissellement. Risque d'augmentation du risque d'inondation	P	D et I	R : Création d'un ouvrage hydraulique (fossé) dimensionné pour une occurrence décennale permettant de détourner les eaux amont au projet. Infiltration des eaux en sortie du diffuseur R : Mise en place d'un séparateur déboureur d'hydrocarbures permettant de collecter les premières pollutions provenant de la plateforme étanche	Faible	Faible	A : Entretien régulier des ouvrages (curage du fossé, curage du séparateur déboureur d'hydrocarbures, etc.)	
	Rejet d'eaux usées dans le milieu naturel	T	D	R : Installation de la cuve de GNR de 10 m ³ dans une rétention de 10 m ³ , avec aire de dépotage, ravitaillement étanche et reliée à un séparateur-déboureur d'hydrocarbures R : Toilettes et douches avec systèmes d'assainissement autonome	Faible	Nul	A : Entretien annuel du séparateur déboureur d'hydrocarbures. A : Entretien régulier du système d'assainissement autonome.	
Paysage	Modification des éléments structurant le paysage de la zone d'extraction et des installations connexes	T et P	D et I	R : Réalisation d'écrans visuels par l'implantation de merlons de 3 m de haut, végétalisé en canne à sucre R : Élaboration de l'exploitation sous forme de carreau glissant permettant une remise en culture à l'avancement des surfaces exploitées	Moyen	Moyen		

					<p>R : Remise en état des surfaces par ajout d'un mélange de terre de découverte et d'amendement agricole, améliorant la qualité agronomique des sols</p> <p>R : Plantation d'arbres et d'arbuste à forte valeur patrimoniale sur les risbermes des talus</p> <p>R : Uniformisation de la remise en état de la carrière actuelle et de l'extension</p>			
Milieu naturel	Flore et Habitats	Destruction ou dégradation des habitats semi-naturels ou artificiels. Destruction d'individus. Prolifération d'Espèces Exotiques Envahissantes (EEE).	T et P	D	<p>R : Planification des travaux de défrichement et de découverte en fonction des exigences écologiques des espèces et passage d'un écologue</p> <p>R : Modalités environnementales à appliquer aux défrichements</p> <p>R : Garantir l'absence de pollution accidentelle en phase chantier</p> <p>R : Limiter les émissions de poussières</p> <p>R : Contrôler le développement des espèces végétales invasives</p>	Faible	Faible	A : Plantation d'arbres et d'arbustes à forte valeur patrimoniale sur les risbermes
	Insectes	Risque de destruction de larves et/ou d'œufs. Dégradation de tout ou d'une partie d'habitats d'espèces. Fragmentation de l'habitat d'espèce avec discontinuité dans les corridors écologique.	T et P	D et I	<p>R : Modalités environnementales à appliquer aux défrichements</p> <p>R : Garantir l'absence de pollution accidentelle en phase chantier</p>	Faible	Nul	A : Plantation d'arbres et d'arbustes à forte valeur patrimoniale sur les risbermes
	Reptiles	Destruction d'individus. Dégradation de tout ou d'une partie d'habitats d'espèces. Dérangements d'espèces animales.	T et P	D et I	<p>R : Planification des travaux de défrichement et de découverte en fonction des exigences écologiques des espèces et passage d'un écologue</p> <p>R : Modalités environnementales à appliquer aux défrichements</p> <p>R : Garantir l'absence de pollution accidentelle en phase chantier</p>	Faible	Nul	A : Plantation d'arbres et d'arbustes à forte valeur patrimoniale sur les risbermes

		Fragmentation de l'habitat d'espèce avec discontinuité dans les corridors écologiques.						
	Oiseaux	Risques d'échouage des oiseaux marins durant les périodes sensibles (été austral, autour des nouvelles lunes). Destruction d'œufs, de nids et d'adultes d'oiseaux sensibles. Dégradation de tout ou d'une partie d'habitats d'espèces. Dérangement d'espèces animales. Fragmentation de l'habitat d'espèce avec discontinuité dans les corridors écologiques.	T et P	D et I	<p>R : Planification des travaux de défrichement et de découverte en fonction des exigences écologiques des espèces et passage d'un écologue</p> <p>R : Modalités environnementales à appliquer aux défrichements</p> <p>R : Garantir l'absence de pollution accidentelle en phase chantier</p> <p>R : Adaptation de l'éclairage sur le site</p>	Moyen	Faible	<p>A : Formation du personnel sur la procédure à adopter en cas d'échouage d'un oiseau.</p> <p>A : Plantation d'arbres et d'arbustes à forte valeur patrimoniale sur les risbermes</p>
	Chauves-souris	Dégradation de tout ou d'une partie d'habitats d'espèces. Dérangement d'espèces animales Fragmentation de l'habitat d'espèce avec discontinuité dans les corridors écologiques	T et P	I	<p>R : Planification des travaux de défrichement et de découverte en fonction des exigences écologiques des espèces</p> <p>R : Adaptation de l'éclairage sur le site</p>	Moyen	Faible	<p>A : Plantation d'arbres et d'arbustes à forte valeur patrimoniale sur les risbermes</p>
Milieu ambiant	Utilisation rationnelle de l'énergie	Consommations d'électricité et d'énergie d'origine fossile	T	I	<p>R : Mise en place d'une installation de traitement à proximité de l'extraction</p>	Moyen	Faible	

					R : Formation des conducteurs sur la conduite économique des engins			
Incidence du projet sur le climat	Émission de gaz à effet de serre par la circulation des engins, des camions et de l'installation de traitement des matériaux	T	D		R : Mise en place d'une installation de traitement à proximité de l'extraction R : Formation des conducteurs sur la conduite économique des engins R : Diminution du nombre de passage de camion (remblais à transporter en moins)	Moyen	Faible	
	Incidences du projet sur l'augmentation des températures, la diminution des précipitations, de l'évolution des cyclones et de l'élévation du niveau des Océan	T	I		Cf. Ci-dessus	Faible	Nul	
Vulnérabilité du projet au changement climatique	Favorisation de l'envol des poussières et augmentation de l'érosion des sols	T	I		R Dispositifs de limitation de l'envol des poussières sur le site (Cf. Paragraphe Air) R : Équipement par des systèmes de climatisation de tous les engins présents sur l'installation de traitement des matériaux et de la carrière, ainsi que l'élément modulaire utilisé par le personnel R : Remise en état de la surface extraite par la mise en place d'une couche à forte valeur agronomique R : Diminution du nombre de passage de camion (remblais à transporter en moins)	Moyen	Faible	
	Dégradation des installations par les fortes rafales de vent	T	D		R : Repliement des engins de traitement (convoyeur), arrimage de certains éléments pour éviter leur envol, mise en place des engins sur la plateforme étanche, évacuation du site en cas de passage à l'alerte rouge du risque cyclonique	Fort	Faible	
Air	Émission de poussières par l'installation de traitement	T	I		R : Entretien régulier des pistes sur le site R : Limitation de la vitesse à 20 km/h sur le site	Fort	Faible	A : Mise en place d'un plan de surveillances des émissions de poussières du

	des matériaux, les camions et les engins d'exploitation			<p>R : Bâchage des camions transportant des matériaux fins et le volume de matériaux ne dépassera pas les ridelles des bennes</p>			projet par l'installation de jauges et d'analyses tous les 3 mois
	Émission de gaz d'échappement par les engins du site et les véhicules clients	T	D	<p>R : Mise en place de merlons de 3 m de haut en périphérie de l'extraction</p> <p>R : Équipement des concasseurs de rampe de brumisation au niveau de la chambre de concassage ou mise en place d'un canon brumisateurs à proximité immédiate des engins</p> <p>R : Procédure de nettoyage du site</p> <p>R : Présence d'un rotolève avec portique sur le chemin de l'aérodrome</p> <p>R : Arrosage des pistes, stocks et surfaces extraites avec un réseau d'arrosage</p> <p>R : En cas de panne sur le réseau d'irrigation, arrosage des pistes deux fois par jour avec un camion-citerne</p> <p>R : Diminution du nombre de passage de camion (remblais à transporter en moins)</p>	Moyen	Faible	
Odeur	Dégagement d'odeur	T	D	Aucun dégagement d'odeur ne sera observé sur le site	Nul	Nul	
Bruit	Augmentation des niveaux sonores sur la zone de la carrière et au niveau des ZER les plus proches, induite par les engins de traitement des matériaux, les engins d'extraction du site et les camions	T	D	<p>E : Créneau de 6h00 à 7h00 réservé à la livraison de granulats. Pas de démarrage des activités de concassage et d'extraction avant 7h</p> <p>R : Réalisation d'un merlon végétalisé de 3 m de haut en périphérie de l'extraction</p> <p>R : Réalisation d'un écran acoustique à proximité des engins en limite de propriété</p> <p>R : Positionnement des stocks de granulats à proximité des machines</p> <p>R : Engins de traitement en fond de fosse, à proximité de l'extraction</p> <p>R : Mise en place d'une limitation de la vitesse des camions à 20 km/h sur le site</p>	Fort	Faible	<p>A : Réalisation de mesures de bruit tous les ans. Si après 2 campagnes successives les résultats sont conformes, la fréquence pourra être trisannuelle.</p>

	Vibrations	Émission de vibration par la circulation des engins du site et des camions	T	D	Les activités d'extraction et de traitement de matériaux du projet ne seront pas génératrices d'impact vibratoire sur le sous-sol	Nul	Nul	
--	------------	--	---	---	---	-----	-----	--

Tableau 117 : Synthèse des impacts et des mesures envisagées du projet

12.2 SYNTHÈSE DE L'ESTIMATION DES COÛTS DES MESURES ENVISAGÉES

			Coût de la mesure	Total	Délai de mise en application
Milieu Humain	Mesure de réduction sur l'impact agricole	Remise en état des surfaces pour un réaménagement agricole	Coût d'exploitation	15 000 €	Exploitation et remise en état
		Suivi de la qualité agronomique du sol	15 000 €		
	Mesure de réduction des impacts sur l'accidentologie	Coût de la signalisation supplémentaire	1520 €	1520 €	Phase travaux
	Mesure de réduction des impacts du trafic sur les émissions de poussières	Coût du système d'arrosage	Coût d'exploitation		Exploitation
		Surveillance des émissions de poussières sur le site	Cf. Milieu Ambient		Exploitation
		Mise en place d'un bac de lavage des roues	Déjà en place		/
				Sous total	16 520 €
Milieu Physique	Mesures d'évitement des impacts sur la topographie, la géomorphologie, la pédologie et la géologie	Remblaiement partiel de la carrière avec des remblais surmontés d'une couche agronomique de 0,5 mètre composée de terres végétales épierrées et amendées	Coût d'exploitation	-	Exploitation et remise en état
		Plantation d'arbres et d'arbustes sur les risbermes	Cf. Paysage	-	Exploitation et remise en état
	Mesures de réduction des impacts sur les sols et les eaux souterraines	Mise en place de rétentions pour les produits polluants (GNR)	Coût d'exploitation	30 500€	Travaux et d'exploitation
		Mise en place d'une plateforme étanche pour le ravitaillement des engins	Coût d'exploitation		Travaux et d'exploitation
		Positionnement d'un séparateur déboureur d'hydrocarbures (2 500 €), sa pose (1 000 €) et son entretien pendant 10 ans supplémentaires (550 € par an) Entretien du système d'assainissement des eaux (550 € pendant 10 ans)	14 500€		Travaux et d'exploitation
		Réalisation de prélèvements et d'analyses d'eaux les piézomètres P12 et F7 avec une	16 000 €		Travaux et d'exploitation

		fréquence triennale et une mesure supplémentaire après remise en état (5 campagnes). Le coût est estimé à 2000 € par campagne				
	Mesures d'évitement et de réduction des impacts sur les eaux de surface	Mise en place de fossés et d'un bassin de décantation/infiltration	Coût d'exploitation	4000 €	Travaux et d'exploitation	
		Mesure annuelle de la qualité des eaux au niveau du rejet du séparateur débourbeur d'hydrocarbures (400 € par analyse)	4 000 €		Travaux et d'exploitation	
	Sous total			34 500 €	-	
Paysage	Mesures de Réduction des impacts sur le paysage	Mise en place des merlons	Coût d'exploitation	228 154 €.	Phase travaux et d'exploitation	
		Adaptation de la surface ouverte lors de l'exploitation.	Coût d'exploitation		Phase d'exploitation	
		Remise en état de la carrière par remblaiement partiel et mise en place d'une couche à forte valeur agronomique.	Coût d'exploitation		Phase d'exploitation et de remise en état	
		Plantation d'arbres et d'arbustes	228 514		Phase d'exploitation et de remise en état	
	Sous total			228 154 €	-	
Milieu Naturel	Contrôle de l'absence de pollution accidentelle		Coût d'exploitation	-	Phase d'exploitation	
	Limitation des émissions de poussières		Coût d'exploitation	-	Phase d'exploitation	
	Adaptation de l'éclairage sur le site		Coût d'exploitation	-	Phase travaux et d'exploitation	
	Modalités environnementales à appliquer aux défrichements	Planification et modalités des travaux de défrichement en fonction des exigences écologiques des espèces		Coût d'exploitation		
		Passage d'un écologue		3000 €	3000 €	Phase travaux (avant décapage)
	Contrôle du développement des	Rédaction du plan de gestion des EEE		3 000 €	29 000 €	Phase travaux et d'exploitation
Lutte contre les EEE sur 10 ans supplémentaires		26 000 €				

	espèces exotiques envahissantes (EEE)					
	Mesures d'accompagnement	Formation initiale du personnel de la carrière		2 500 €	2 500 €	Phase d'exploitation
		Plantation d'arbres et d'arbustes sur les risbermes		Cf. Paysage		Phase d'exploitation et de remise en état
	Sous total				34 500 €	-
Milieu Ambiant	Utilisation rationnelle de l'énergie	coûts des mesures inhérentes à l'exploitation				
	Incidence du projet sur le climat	coûts des mesures inhérentes à l'exploitation				
	Vulnérabilité du projet au changement climatique	Mesures de réduction sur l'augmentation des températures et diminution des précipitations	Mise en place des systèmes de limitation de l'envol des poussières	Cf. Émission de poussière	-	Phase d'exploitation
			Mise en place de climatisation	Inclus dans le coût de l'exploitation		Phase travaux et d'exploitation
			Remise en état par ajout d'une couche agronomique de 0,5 m	Inclus dans le coût de la remise en état		Phase exploitation et remise en état
		Mesure de réduction des effets engendrés par un cyclone	Repliement des engins de traitement (convoyeur), arrimage de certains éléments pour éviter leur envol, mise en place des engins sur la plateforme étanche, évacuation du site en cas de passage à l'alerte rouge du risque cyclonique	Inclus dans le coût de l'exploitation		Phase exploitation et remise en état
	Mise en place du système d'arrosage	Coût d'exploitation	137 500 €	Phase d'exploitation		

	Mesures de réduction des émissions de poussières	Plan de surveillance des émissions de poussières sur le projet (10 000 € par an) sur 10 ans	100 000 €		Phase travaux et d'exploitation
		Mise en place d'un bac de lavage des roues	Déjà en place		Phase travaux et d'exploitation
Mesure de réduction des émissions sonores	Mise en place de merlons	Coûts d'exploitation			Phase travaux et d'exploitation
	Écrans acoustiques de 110 m de long au total sur 5 m de haut (mur parpaing) à 50€/m ²	27 500 €			Phase travaux et d'exploitation
	Réalisation de mesures de bruit une fois par an pendant 2 ans, puis tous les 3 ans (2 500 € par campagne, avec 4 campagnes sur 10 ans).	10 000 €			Phase d'exploitation
Sous total			137 500 €		-
Total des coûts de l'ensemble des mesures			451 174 €		

Tableau 118 : Synthèse de l'estimation des coûts des mesures envisagées

Les mesures présentées dans ce tableau représentent un engagement de la part du demandeur. Pour autant et bien qu'ils aient été estimés au plus juste, les montants présentés ne représentent pas un engagement financier de la part de l'exploitant.

13. MODALITÉS DE SUIVI DES MESURES D'ÉVITEMENT DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION DES IMPACTS DU PROJET

Afin de maîtriser les émissions de ses installations (carrière et installation de traitement des matériaux) et de suivre leurs effets sur l'environnement, la SORECO a défini et s'engage à mettre en œuvre un programme d'auto-surveillance de ses émissions et de leurs effets. Les mesures et moyens de surveillance permettant de s'assurer de la bonne gestion de l'exploitation de la carrière et de l'installation de traitement des matériaux sont résumés dans le tableau ci-dessous. Ce tableau précise, pour chaque thème, les mesures d'auto-surveillance, les modalités de réalisation (moyens matériels et humains, fréquence éventuelle, etc.), les modalités de transmission ou de mise à disposition des résultats.

Thème	Mesure d'autosurveillance	Modalités de réalisation		Modalités de transmission
		Moyens matériels et humains	Fréquence d'application	
Suivi de l'avancement de la carrière	Bilan annuel des volumes et tonnages extraits sur la carrière.	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable : Responsable exploitation. - Intervenants : <ul style="list-style-type: none"> o Responsable environnement. o Cabinet de géomètre. 	Annuelle	Envoi au cours du 1 ^{er} trimestre de l'année suivante par télédéclaration (GEREP).
	Mise à jour annuelle des plans topographiques de la carrière.	<ul style="list-style-type: none"> - Rendu <ul style="list-style-type: none"> o Télédéclaration. o Plan topographique. 		Envoi au cours du 1 ^{er} trimestre de l'année suivante à l'attention de l'inspecteur des installations classées.
Suivi des opérations de remise en état de la carrière	Bilan annuel des surfaces remises en état.	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable : Responsable exploitation. - Intervenants : <ul style="list-style-type: none"> o Responsable environnement. o Cabinet de géomètre. 	Annuelle à partir de la date de remise en état	Envoi au cours du 1 ^{er} trimestre de l'année suivante par télédéclaration (GEREP).
	Suivi du remblaiement partiel de la carrière	<ul style="list-style-type: none"> - Rendu : <ul style="list-style-type: none"> o Réalisation d'une note ou d'un rapport de suivi annuel 		Mise à disposition sur le site de la carrière.
Stabilité des fronts de taille	<ul style="list-style-type: none"> Vérifications visuelles des fronts de taille. Purge des fronts de taille si nécessaire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable : Responsable exploitation. - Intervenants : <ul style="list-style-type: none"> o Chef de carrière. o Personnel de la carrière pour les purges (conducteurs des pelles). o Cabinet géotechnique. 	Vérification visuelle régulière : <ul style="list-style-type: none"> - mise en place de nouveaux gradins, - travail à proximité des fronts de taille ou 	Mise à disposition sur le site de la carrière.

	Nouvelle étude géotechnique en cas de découverte de matériaux non conformes ou non attendus.	<ul style="list-style-type: none"> - Rendu : <ul style="list-style-type: none"> o Registre de suivi des purges et études réalisées. 	<ul style="list-style-type: none"> - talus de grande hauteur, - après chaque épisode pluvieux. Purge et étude si nécessaire suite à vérification.	
Plan de gestion des déchets d'extraction résultant du fonctionnement de la carrière	Réalisation d'un plan de gestion des déchets d'extraction conformément à l'article 16 bis de l'arrêté ministériel du 24 septembre 1994 modifié.	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable : Responsable exploitation. - Intervenants : Responsable environnement. 	Avant le début de l'exploitation, puis tous les 5 ans	Envoi à la Préfecture. Mise à disposition sur le site de la carrière.
Rejet d'eau dans le milieu naturel	Entretien du séparateur débourbeur d'hydrocarbures (vidange).	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable : Responsable exploitation. - Intervenants : <ul style="list-style-type: none"> o Société agréée - Rendu : <ul style="list-style-type: none"> o Registre de suivi d'entretien des séparateurs hydrocarbures. o Registre de suivi des déchets dangereux. o Bordereau de Suivi de Déchet Dangereux (BSDD). 	Vérification visuelle trimestrielle et vidange en fonction du résultat de la vérification visuelle et annuelle au minimum	Mise à disposition sur le site de la carrière
	Analyse de la qualité de l'eau au niveau du rejet du séparateur à hydrocarbures.	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable : Responsable exploitation. - Intervenants : <ul style="list-style-type: none"> o Chef de carrière. o Laboratoire agréé. - Rendu : <ul style="list-style-type: none"> o Analyses de la qualité de l'eau. 	Annuelle	Registre mis à disposition sur le site de la carrière Analyses transmises au cours du 1 ^{er} trimestre de l'année suivante à l'attention de l'inspecteur des installations classées
Suivi des ouvrages hydrauliques de gestion des eaux pluviales	Surveillance des fossés, du bassin de décantation et du séparateur débourbeur d'hydrocarbures Curage si nécessaire.	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable : Responsable exploitation. - Intervenants : Chef de carrière. - Rendu : <ul style="list-style-type: none"> o Registre des visites de surveillance des ouvrages hydrauliques avec précision des mesures curatives prises le cas échéant (curage, etc.). 	Mensuelle ou autant que de besoin (après un épisode cyclonique notamment)	Mise à disposition sur le site de la carrière.

Suivi de la qualité des eaux de la nappe	Réalisation de prélèvement et d'analyse d'eau sur le piézomètre P12 et le F7	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable : Responsable exploitation. - Intervenants : <ul style="list-style-type: none"> o Chef de carrière. o Bureau d'études spécialisé. o Laboratoire agréé. - Rendu : <ul style="list-style-type: none"> o Prise de prélèvements sur les piézomètres du site par un bureau d'études et envoi en laboratoire pour analyses. o Résultats reportés sur le registre de suivi de la qualité des eaux souterraines. 	Trisannuelle	Registre mis à disposition sur le site de la carrière Résultats transmis au cours du 1 ^{er} trimestre de l'année suivante à l'attention de l'inspecteur des installations classées
Mesures en faveur du milieu naturel	Suivi du développement des espèces végétales exotiques envahissantes.	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable : Responsable exploitation. - Intervenants : <ul style="list-style-type: none"> o Responsable environnement o Bureau d'étude ou personne formée - Rendu : <ul style="list-style-type: none"> - Réalisation d'un plan de gestion des EEE. - Production d'une note de synthèse et de préconisation. 	Annuelle	Plan de gestion ainsi que les notes de synthèse et de préconisation mis à disposition sur le site de la carrière
	Formation du personnel de la SORECO à la problématique des échouages des oiseaux marins et sur la procédure de secours à mettre en œuvre sur le site, en cas de découverte d'un oiseau en difficulté	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable : Responsable exploitation. - Intervenants : <ul style="list-style-type: none"> o Responsable environnement. o Bureau d'étude ou société spécialisée (SEOR). - Rendu : <ul style="list-style-type: none"> o Formation du personnel sur site. o Rapport avec présentation des consignes. 	Lors de la phase travaux.	Rapport mis à disposition sur le site de la carrière.
Suivi des émissions de poussières	Suivi des émissions de poussières par la mise en place d'un plan de surveillance et de la silice cristalline dans ces poussières.	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable : Responsable exploitation. - Intervenants : <ul style="list-style-type: none"> o Responsable environnement. o Bureau d'étude spécialisé. - Rendu : <ul style="list-style-type: none"> o Réalisation de mesures des retombées de poussières par jauges conformément au plan de surveillance. Production d'un rapport interprété. 	Avant le début de l'exploitation (état initial) puis trimestrielle (semestriel à partir de 8 campagnes conformes). Tous les 5 ans pour la silice cristalline.	Résultats transmis au cours du 1 ^{er} trimestre de l'année suivante à l'attention de l'inspecteur des installations classées.

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Actions correctives à proposer par l'exploitant le cas échéant. 		
Suivi des émissions de bruit	Suivi des émissions de bruit par la réalisation de mesures afin de vérifier la conformité aux valeurs limite de l'arrêté ministériel du 23 janvier 1997.	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable : Responsable exploitation. - Intervenants : <ul style="list-style-type: none"> ○ Responsable environnement. ○ Bureau d'étude spécialisé. - Rendu : <ul style="list-style-type: none"> ○ Campagne de mesure des émissions de bruit de l'installation et des émergences par une société compétente. Production d'un rapport interprété. ○ Actions correctives à proposer par l'exploitant le cas échéant. 	Avant le début de l'exploitation (état initial) puis tous les ans. Si pendant deux campagnes successives les résultats sont conformes aux valeurs limites du 23 janvier 1997, la fréquence deviendra trisannuelle	Résultats transmis au cours du 1 ^{er} trimestre de l'année suivant la réalisation de la campagne de surveillance à l'attention de l'inspecteur des installations classées
Suivi des déchets	Mise en place d'un suivi des déchets non dangereux (DND) et des déchets dangereux (DD) pour l'environnement en accord avec la réglementation.	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable : Responsable exploitation. - Intervenants : <ul style="list-style-type: none"> ○ Chef de carrière ○ Responsable environnement. - Rendu : <ul style="list-style-type: none"> ○ Registre de suivi des DND et DD et archivage des bordereaux de suivi de déchets dans le classeur environnement. 	Mensuel et autant que nécessaire	Mise à disposition sur le site de la carrière.
Suivi des fines de lavage	Mise en place d'une analyse des fines de lavage pour assurer le suivi du taux d'acrylamide et vérifier le caractère non pollué de celles-ci	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable : Responsable exploitation. - Intervenants : <ul style="list-style-type: none"> ○ Chef de carrière. ○ Laboratoire agréé. - Analyses des fines de lavage 	Tous les 5 ans	Analyses transmises à l'attention de l'inspecteur des installations classées.
Suivi de l'ouvrage de traitement autonome des eaux usées issues des sanitaires	Contrôle de la bonne efficacité du traitement de la fosse septique.	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable : Responsable exploitation. - Intervenants : Chef de carrière. - Rendu : Registre des contrôles de la fosse septique 	Annuelle	Registre mis à disposition sur le site de la carrière.

Tableau 119 : Synthèses des mesures de surveillance sur l'environnement de la bonne gestion de l'exploitation

14. REMISE EN ÉTAT DU SITE

Le site sera remis en état au fur et à mesure de l'exploitation. Le réaménagement a pour objectif le retour à une vocation agricole et consistera au remblaiement partiel de la zone par des terres de terrassement et déchets inertes surmontés d'une couche agronomique de 0,5 à 1 mètre d'épaisseur sur l'ensemble des terrains exploités, ainsi que sur les talus.

La pente des terrains remis en état en fond de fosse sera légèrement différente par rapport à celle observée actuellement. En effet les terrains présentent une inclinaison de 3% vers l'Océan Indien. Lors de la remise en état, le remblaiement de la fosse sera réalisé de manière partielle en formant une plateforme homogène avec une pente de 1% allant de la cote de 6,5 m NGR en aval jusqu'à la cote de 9 m NGR en amont. Puis le remblaiement aura une pente de 6% jusqu'en haut de la prairie permettant la gestion ponctuelle des eaux. Les talus (sauf sur la limite avec la carrière TERALTA) seront maintenus à la fin de l'exploitation sur une hauteur d'environ 30 mètres et une pente globale de 30° avec des risbermes de 3 m de large tous les 8 m de haut.

La couche de remblais attendra plusieurs mètres d'épaisseur (6 mètres au maximum) garantissant une protection satisfaisante de la nappe. De plus, l'utilisation notamment de terre de terrassement pour le remblaiement de la carrière, dont les caractéristiques d'imperméabilités sont supérieures à celles des alluvions actuelles, permettra également d'augmenter de façon significative la protection de la nappe.

Les talus définitifs seront réaménagés avec une plantation d'arbres à forte valeur patrimoniale issus de la liste DAUPI. Une rampe, se divisant en deux, sera mise en place pour l'accès au fond de fouille remis en état, vers les parcelles CR 709 et 710 et vers la parcelle CR1155.

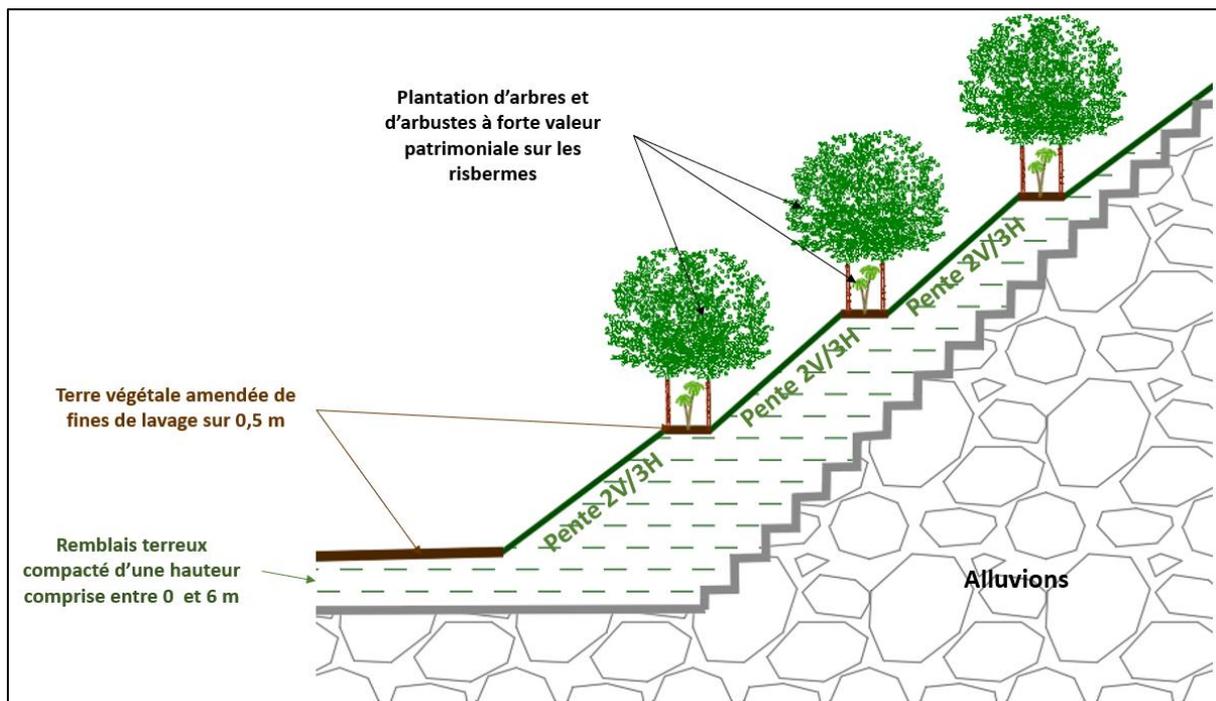


Planche 158 : Schéma des talus remis en état

L'horizon agronomique sera composé de la matrice pédologique existante et préalablement décapée et stockée temporairement en merlons ou en stocks mobile sur le carreau glissant. Cette terre végétale sera épierrée et amendée.

Afin d'éviter au maximum les manipulations et chargements, les camions apporteront les terres végétales directement sur la zone de leur réutilisation (zone de remise en état). Seule une plate-forme de stockage de terre de terrassement sera être mise en place au niveau de la zone en cours de remise

en état pour permettre un réaménagement des terrains au fur et à mesure de l'avancement de l'exploitation, sur 4500 m².

La mise en place d'une couche agronomique de 0,5 mètre d'épaisseur permettra à l'agriculteur :

- d'augmenter son rendement grâce à une amélioration de la qualité agronomique des sols ;
- de limiter l'usure de ses outils et la consommation de carburant grâce à l'épierrage du sol ;
- de diversifier sa production (maraîchage) ;
- de diminuer les intrants ;
- de diminuer les risques de pollutions liés à l'agriculture.

Les coûts présentés ci-après sont les coûts estimés, que devra déboursier la SORECO en tant qu'exploitant, pour remettre en état sa carrière. Les remblais (hors terre végétale) ne sont pas achetés ni transportés par la SORECO. Seul le coût de mise en place est comptabilisé.

Le coût de la remise en état du projet, au démarrage de l'extension, a été estimé à :

Conditions de remise en état :		TOTAL
Remise en état sur 10 ans	Surface remise en état	177 338 m ²
Coûts variables		
Mise en place de remblais (716 009 m ³) sur le site (0,5 €/m ³)		358 004,5 €
L'achat, le transport des terres végétales (20 253 m ³) sur le site et de leur mise en place (8 €/m ³)		162 024 €
Mise en place des terres végétales (62 068 m ³) déjà présentes sur site (0,5 € m ³)		31 034 €
Plantation des arbres et arbustes sur les risbermes avec 1117 plants d'arbres à 150 € l'unité et 2087 arbustes à 20 € l'unité + 6 €/plant		228 514 €
Coûts fixes (qui ne dépendent pas du volume de terre végétale)		
Une plateforme de réception et de contrôle des déblais (pont bascule mise en place sur le site)		Inclus dans le coût d'exploitation
L'utilisation d'une chargeuse pour la remise en état, excepté pour les remblais et terres importés, dont le coût de mise en place est inclus		30 000 €
Étude préalable géotechnique (Source : Géolithe)		15 000 €
Coût de la mise en place de la rampe d'accès		50 000 €
TOTAL		874 576,5 €

Tableau 120 : Détails des coûts de la remise en état du site de la SORECO

La gestion des remblais et de la terre végétale sur site (réception, acceptation, utilisation d'engins), la constitution de la couche arable de 50 cm et la plantation des arbres et arbustes représentent un coût total de **874 576,5 €** sur 10 ans d'exploitation.

Conformément au 11° de l'article D.181-15-2 une demande d'avis sur le projet de remise en état de la carrière va être transmise à Monsieur le Maire de la commune de Saint-Pierre et aux propriétaires des parcelles. Les copies des courriers sont consultables en annexe du document de description du projet.

15. ANALYSE DES MÉTHODES ET DES DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

Conformément à l'article R.122-5 du code de l'environnement, relatif au contenu de l'étude d'impact, une description des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées pour évaluer les effets du projet sur l'Environnement a été réalisée. Celle-ci présente également les noms, qualités et qualifications du ou des experts qui ont préparé l'étude d'impact et les études ayant contribué à sa réalisation.

Les méthodes utilisées pour effectuer l'étude d'impact s'appuient 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.

15.1 ANALYSE DES MÉTHODES

15.1.1 Personnes à contacter et auteurs de l'étude d'impact

Personnes à contacter pour tout renseignement complémentaire :

- M. Dimitri LOSFELT: Directeur général de la SORECO Tél. : 02.62.49.90.94

Personnes ayant réalisées le dossier de demande d'autorisation environnementale et l'étude d'impact :

- Monsieur Stéphane RAUX : Gérant - EMC2 Environnement Tél. : 02.62.21.54.71
- Madame Tifenn LE GOFFIC, Chargée d'études Environnement - EMC² Environnement -Tél. : 02.62.21.54.71

Intervenants ayant contribué à la réalisation du dossier de demande d'autorisation :

- Réalisation des forages carottés : FORINTECH (2022)
- Profils géophysiques : STRATAGEM (2021)
- Étude Faune-Flore-habitats : Bureau d'études Ecodden (2022),
- Plans et phasage d'exploitation : AUSTRAL CONSULTING (2022),
- Orthophotographie et topographie (MNT) : VEYLAND (2021)
- Étude hydraulique : Bureaux d'études ARTELIA (2022),
- Étude acoustique : EMC2 Environnement (2021),
- Étude paysagère : Esprit du Lieu (2022),
- Mesures des retombées de poussières : Cabinet Agéox (2021),
- Mesures de la qualité des eaux souterraines : Cabinet SEGC (2016, 2018, 2021),
- Analyses agronomiques des sols : Laboratoire AUREA (2022),
- Analyses de pollution des sols (test de lixiviation) : Laboratoire EUROFINS (2022),
- Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires et modélisations atmosphériques : Numtech et Evadies (2022)
- Modélisations acoustiques : A2MS (2022).

15.1.2 Topographie et Orthophotographie

Le Modèle Numérique de Terrain (MNT) a été utilisé dans diverses parties de cette étude d'impact, et est en particulier une composante d'entrée importante pour les résultats :

- de l'étude hydraulique et hydrologique,
- de l'étude géologique,
- de définition du phasage d'exploitation,
- de l'étude EQRS.

Le MNT a été construit à partir de différentes méthodes qui ont été couplées afin d'obtenir la meilleure résolution.

Le relevé topographique initial a été réalisé par Veyland en 2021 avec une acquisition LIDAR.

15.1.3 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,
- des comptes-rendus des forages carottés de FORINTECH,
- des profils géophysiques de STRATAGEM,
- du suivi piézométrique réalisé sur les ouvrages à proximité,
- des informations communiquées par la DAAF, la DRR, et le BRGM de la Réunion.

Les données sur les niveaux des nappes dans le secteur ont été collectées à l'OLE Réunion (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.

15.1.4 Hydrologie et hydraulique

Les caractéristiques des eaux de surface au niveau de la zone d'étude ont été apportées par l'ORE (Observatoire Réunionnais de l'Eau).

Les caractéristiques de l'hydrologie du projet ont été établies par la société ARTELIA dans le cadre de son étude hydraulique. Cette dernière a permis de définir les débits pour différentes périodes de retour des bassins versants et ainsi de dimensionner les mesures à mettre en place pour gérer les eaux de ruissellement, dans l'optique de ne pas aggraver le risque d'inondation. Les dimensionnements se sont notamment appuyés sur les préconisations du Guide Réunionnais sur les modalités de gestion des eaux pluviales (DEAL, 2012).

15.1.5 Paysage et projet de remise en état

L'analyse de la sensibilité paysagère du projet a été réalisée par le cabinet Esprit du Lieu.

Cette expertise s'est notamment appuyée sur le diagnostic établi dans l'atlas des paysages de la Réunion, complété avec des visites de terrain et une analyse des photographies aériennes.

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 a été établi par EMC² Environnement, en intégrant les résultats des différentes études. Ce projet a été pensé en prenant en compte la carrière TERALTA. La remise en état permet donc d'obtenir un projet cohérent entre les deux carrières.

15.1.6 Faune, flore et habitats

L'état initial du milieu naturel sur la zone du projet a été réalisé par le bureau d'étude Ecodden en 2021 et a été complété avec les données existantes dans leur base de données.

15.1.6.1 Méthodes et outils du diagnostic milieux naturels, flore et faune

Afin d'évaluer les enjeux écologiques sur les espaces naturels et les espèces, un état initial fiable a été réalisé. A cette fin, trois sources de données ont été exploitées : la bibliographie (incluant les bases de données), les personnes ressources (experts reconnus, personnes possédant une connaissance particulière de la zone d'étude, ...) et les expertises de terrain.

Les sources bibliographiques utilisées

Toutes les sources bibliographiques, disponibles et mises à notre disposition, nécessaires à la réalisation de cette étude ont été consultées et exploitées. Celles-ci ont notamment permis d'orienter, de compléter et de renforcer les expertises menées.

Les sources bibliographiques utilisées sont présentées de manière exhaustive dans la partie sources bibliographiques en fin du rapport.

Les expertises de terrain

Les expertises de terrain avaient pour principal objet de dresser un état des lieux complet des milieux et espèces susceptibles d'être affectées par le projet. Par ailleurs, ces expertises ont permis de confirmer et de compléter les données recueillies aux phases précédentes sur les différentes thématiques à analyser et de réaliser un reportage photographique des sites.

Les expertises ont été aussi exhaustives que possible sur l'aire d'étude immédiate du projet. Cf. aires d'étude.

Méthodologie d'expertise par groupe et espèce

L'aire d'étude intègre l'ensemble des unités fonctionnelles des espèces, habitats en présence sur tout ou partie du site d'étude.

L'utilisation du SIG nomade a été dans ce cadre mis à profit afin de réaliser les relevés cartographiques et d'inventaires en direct.

Cette méthodologie mise en œuvre par EcoDDen consiste à utiliser une technologie de SIG nomade couplée avec un GPS permettant de réaliser directement sur le terrain, les inventaires, la saisie et la digitalisation cartographique des habitats.

La construction de la carte en temps réel et la visualisation de la carte sur le terrain permet d'augmenter la productivité et la qualité du résultat.

☉ Inventaire de terrain : groupes et espèces visées selon l'objectif :

Règne	Groupe	Objectif/cible	Méthodologie
Végétal	Flore vasculaire	Inventaire des espèces végétales présentes Recherche d'espèces rares, patrimoniales, protégées et/ou hôtes d'une espèce animale (papillon)	Relevés directs en présence, absence avec géo-localisation

Règne	Groupe	Objectif/cible	Méthodologie
Animal	Habitat	Caractériser les habitats et leur fonction Caractérisation phytosociologique des habitats afin de les recouper avec la typologie utilisée et de déterminer la valeur patrimoniale de l'habitat et son état sanitaire (taux de recouvrement par les espèces exotiques envahissantes). Réaliser une cartographie précise et fonctionnelle des unités de végétation	Relevés phyto-sociologiques simplifiés Géo localisation des unités de végétation et délimitation cartographique
	Avifaune Oiseaux forestiers Rapaces Passereaux actifs	Déterminer les cortèges en présence, leur aire d'influence et leur interrelation avérée ou potentielle avec le site d'étude : alimentation, refuge, nidification, reproduction, passage, ... Mettre en évidence les potentialités du site pour les espèces nicheuses	IKA (Indice Kilométrique d'Abondance) et/ou IPA (Indice Ponctuel d'Abondance) (I.P.A., Blondel, Ferry&Frochot, 1970) le long de transects Identification des comportements, recherche d'indices de présence de couples d'espèces nichant, ... Réalisation de focale papangue et Paille en queue
	Oiseaux marins	Identifier les axes de passages des puffins et pétrels Evaluer leurs interférences avec le site d'étude.	Récolte de données bibliographique
	Chiroptères	Identifier les espèces présentes et leur interrelation avec le site d'étude	Recherche des gîtes diurnes et ceux propices à l'installation de colonies d'hivernage ou de reproduction
	Reptiles	Identifier les espèces présentes et leur interrelation avec le site d'étude Recherche des espèces remarquables et protégées et notamment du <i>Phelsuma inexpectata</i> et de <i>Furcifer pardalis</i> potentiellement présent	Relevés de terrain selon la méthode Sanchez 2020 – Recherche d'indice Identification des comportements Synthèse bibliographique et consultation
	Insectes	Identifier les papillons de jour et les plantes dont se nourrissent leurs chenilles (« plantes hôtes »), les papillons étant à ce jour les seules espèces protégées d'entomofaune concernées. Identifier les espèces les plus simples à identifier (papillons protégées, libellules, charançons, Phasmes, ...) et leur interrelation avec le site d'étude	Relevés de terrain au cours des prospections sur les autres groupes (pas de protocole d'étude particulier) Synthèse bibliographique par comparaison avec les relevés floristiques notamment et la qualité des habitats recensés

Tous les relevés réalisés lors des expertises de terrain ont été géo-localisés à l'aide d'un GPS : localisation des points d'écoute, des transects, des espèces végétales patrimoniales, des sites de nidification, des contours d'habitat, ...

Les dates de prospections

Date	Objet	Expert	Site/Secteur prospecté	Conditions météorologiques
08/06/2021	Tous groupes	A. CHAUVRAT	Ensemble du site	Beau temps
15/12/2021	Chiroptère	A. CHAUVRAT	Ensemble du site	Beau temps

Evaluation de la valeur patrimoniale des habitats et espèces recensées

Les habitats et espèces inventoriés ont été analysés au regard des listes et autres critères et référentiels visant à évaluer leur statut et patrimonialité à l'échelle régionale, nationale et internationale : rareté, endémicité, protection, menace, ...

Le degré de rareté (mondiale ou régionale) et la nature de la rareté des espèces et des habitats rencontrés (niveau local, départemental en fonction du nombre de station(s), importance numérique des populations, superficie actuelle par rapport à la superficie d'origine, a ainsi été évalués.

De la même manière la qualité des habitats et notamment leur état sanitaire en comparaison avec les descriptions (cahier des habitats) existants permet de pondérer l'évaluation.

L'analyse et la démarche d'évaluation de l'intérêt des habitats sont présentés dans le corps du rapport en préambule des cartes illustratives.

☉ La typologie et les référentiels utilisés :

Les derniers référentiels taxonomiques seront bien évidemment utilisés pour identifier précisément les espèces et habitats recensés.

La flore

Les espèces végétales ont été dans la mesure du possible déterminées au rang de sous-espèces.

Concernant la taxonomie et les noms scientifiques validés, nous nous référerons à l'Index de la flore vasculaire de la Réunion réalisé par le CBNM et régulièrement mis à jour (<http://flore.cbnm.org>). Cet index donne également des informations essentielles pour l'évaluation patrimoniale de l'espèce.

Les habitats

Les habitats ont été identifiés et caractérisés selon :

- La typologie des habitats de la Réunion (Strasberg et al. 2000) validée par le CSRPN (2010 ou version ultérieure) – Corine BOTOPE 2010 – à 2 ou 3 décimales selon l'importance des enjeux
- La typologie descriptive des habitats naturels et semi-naturels de La Réunion, version de décembre 2011.
- Les cahiers d'habitats de La Réunion du CBNM, 2011 - 2014.

Faune

Les derniers référentiels et nomenclatures des différents groupes d'espèce seront utilisés dont le dernier référentiel taxonomique (TAXREF V4.0) de l'INPN.

Les listes patrimoniales suivantes ont été mises à profit :

- La liste des espèces protégées selon les arrêtés en vigueur.
- La liste des espèces en voie de protection (selon disponibilité par la DEAL).
- Les listes des espèces déterminantes de ZNIEFF.
- La liste rouge des espèces végétales menacées à La Réunion, IUCN 2010.
- La liste rouge de la Faune à La Réunion, IUCN 2010.
- La liste des espèces et habitats REDOM (Réseau Ecologique des DOM).

La cartographie des données recueillies

L'ensemble des données et informations recueillies lors des campagnes de terrain ainsi que leur analyse et synthèse ont été cartographiés à l'échelle la plus appropriée.

Géo-référencement des photographies :

De même, les photos d'illustration des espèces et habitats patrimoniaux ont d'une manière générale été géo-référencées.

Format, projection et unité des données

Les fichiers ont été transmis au maître d'ouvrage aux formats souhaités et pris en charge par le logiciel de cartographie Quantum GIS, le format de fichier vecteur standard étant le Shape file ESRI (.shp, .dbf, .shx, ...).

Le système de projection géographique utilisé a été le système RGR 92 – UTM 40 Sud (WGS 84).

Numérisation

La digitalisation des cartes a été réalisée à l'échelle la plus appropriée et souhaitée par le maître d'ouvrage (1/5000, 1/2500, ...).

Précisions sur les données cartographiques produites :

Les données cartographiques dont le pointage des espèces végétales patrimoniales au GPS, ont une précision comprise entre 1 et 5 m selon l'importance du couvert forestier, de la couche nuageuse ou de la présence de remparts à proximité.

Aussi, les données cartographiques ne peuvent être utilisées de la même manière qu'un plan et relevé de géomètre. Il est recommandé pour les formations d'intérêt ou espèces végétales patrimoniales éventuellement concernées par le projet de les faire localiser par le géomètre de l'opération, afin que le géo-référencement soit adapté et identique au plan topo.

15.1.7 Agriculture

L'état initial des qualités agronomiques spécifiques de la zone du projet a été réalisé en 2022 par EMC2 Environnement avec des visites sur site et une analyse de la bibliographie existante (DAAF Réunion, RGA 2012, etc.).

15.1.8 Circulation

Les données ont été fournies par la commune de Saint-Pierre (pour l'ancienne RN1) et le Conseil Régional de la Réunion en 2019.

15.1.9 Bruit

Les mesures de bruit ont été effectuées par EMC² Environnement en 2021 et 2022.

La chaîne de mesure utilisée est la suivante (Cf. Annexe 1 - pièce 1) :

- un sonomètre intégrateur de classe 1, modèle SC310 de Cesva, n° de série : T-226281 ;
- un calibre acoustique, modèle CB-5 de Cesva.

Les mesures ont été réalisées conformément à la norme NF S 31-010 sans déroger à aucune de ses dispositions.

L'analyse des effets du projet sur le milieu sonore a été réalisée à partir des modélisations acoustiques du cabinet A2ms Consultants (Cf. Annexe 2 - pièce 12). Cette expertise a permis de définir la contribution de chaque élément des installations du projet et ainsi de proposer des mesures adaptées.

L'analyse prévisionnelle a été réalisée à l'aide d'un logiciel de propagation sonore dans l'environnement, IMMI 6.3. selon la norme ISO 9613 « Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre.

La détermination des niveaux sonores à grande distance implique de prendre en compte de nombreux paramètres impactant la propagation des ondes sonores entre les différents émetteurs et récepteurs, et particulièrement : la topographie, la présence d'écrans ou de réflecteurs, de bâtiments, les caractéristiques d'absorption du sol, les effets météorologiques.

Les modélisations ont été effectuées selon la méthodologie suivante :

- récapitulatif des résultats de la campagne de mesures et détermination des niveaux de bruit résiduel aux alentours du site ;
- construction de la topographie du site et de ses alentours pour les différentes phases d'exploitation ;
- définition des sources d'émissions sonores (activités du site, engins de chantier, etc.) ;
- calcul des niveaux sonores engendrés par le projet aux points de réception du niveau sonore ambiant avec les mesures correctrices ;
- calcul de l'émergence sonore et comparaison à la réglementation en vigueur ;
- analyse du bénéfice apporté par les mesures correctrices.

15.1.10 Air et Évaluation des Risques Sanitaires

Les données bibliographiques se sont appuyées sur les stations de surveillance de l'ATMO Réunion existantes à proximité du projet. Elles ont permis d'avoir des informations sur l'état initial de la qualité de l'air à proximité du projet.

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 des Risques Sanitaires (ERS). Cette étude s'appuie sur le guide de l'INERIS relatif à la démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques provenant des ICPE (INERIS, 2021) et conformément à la circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.

Une modélisation de la dispersion atmosphérique réalisée par NUMTECH a permis d'évaluer les concentrations et les dépôts atmosphériques prévisibles au niveau des principaux points d'intérêt pour deux scénarios, les phases 5 et 6. Elle a ensuite été couplée avec l'outil MODUL'ERS permettant d'estimer les concentrations attendues dans les différents médias d'exposition choisis.

Ce sont les données météorologiques de la station Météo France Réunion de Pierrefonds Aéroport qui ont été utilisées. Concernant la rose des vents, cette dernière a été calée sur celle indiquée dans l'étude d'impact (Pierrefonds Aéroport).

L'article 19.5 de l'arrêté du 22 septembre 1994 modifié prévoit que « Les exploitants de carrières, à l'exception de celles exploitées en eau, dont la production annuelle est supérieure à 150 000 tonnes établissent un plan de surveillance des émissions de poussières. [...] Pour les installations de carrières implantées sur un site nouveau, une première campagne de mesures effectuée dans le cadre de l'étude d'impact avant le début effectif des travaux, permet d'évaluer l'état initial des retombées des poussières en limite du site ».

La carrière de la SORECO prévoit une extraction maximale annuelle de 800 000 tonnes. Le projet est donc soumis à la réalisation d'un plan de surveillance des émissions de poussières au sens de l'AM du 22 septembre 1994.

La carrière de la SORECO a donc mis en place ce plan de surveillance des retombées de poussières.

15.2 ANALYSE DES DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

Globalement la présente étude d'impact n'a pas présenté de difficulté majeure, compte-tenu de la faible surface et de la présence de seulement deux propriétaires. Néanmoins, l'évolution réglementaire récente de l'autorisation environnement et notamment la prise en compte des nouveaux aspects dans la réalisation de l'étude d'impact a présenté certaines difficultés (peu de données existantes, modification de nombreux articles du code de l'environnement, procédure encore non mise en place, etc.).

15.2.1 Trafic routier

Le gestionnaire du Chemin de l'Aérodrome et de l'Ancienne RN1 étant la commune de Saint-Pierre, aucun suivi régulier du trafic routier n'est réalisé. Les seules données disponibles sont celles datant de 2011 qui ont été réalisées dans le cadre du projet de la ZAC Pierrefonds aérodrome.

Pour le Chemin de l'Aérodrome, comme aucune donnée n'est disponible, il n'a pas été possible de quantifier précisément l'impact de l'augmentation du trafic routier induit par le projet sur cet axe. Néanmoins, l'augmentation du trafic routier reste relativement modérée.

15.2.2 Topographie

La topographie a été réalisée par méthode aérienne (stéréo restitution) puis complétée ultérieurement par relevés topographiques de terrain ainsi que par du LIDAR. Le LIDAR trouve aussi ses limites.

15.2.3 Hydrogéologie

L'étude hydrogéologique du secteur d'étude s'est appuyée sur les mesures réalisées au niveau de différents ouvrages présents à proximité de la zone d'étude, couplés à la carte des niveaux piézométriques établie à partir des moyennes basses eaux par L'OLE.

La définition des plus hautes eaux de la nappe à 3,11 m NGR s'est donc basée sur des données majorantes. En effets, cette cote a été mesurée sur l'ouvrage présent au nord du projet et ayant fait l'objet d'un suivi. En suivant les isopièzes définis par l'OLE, la cote des plus hautes au droit de la carrière devrait être plus basse. Le maintien d'une couche de 3 mètres minimum (2 m au niveau du bassin) de matériaux non remaniés permet de disposer d'une protection suffisante de la nappe.

15.2.4 Hydrologie et hydraulique

L'étude hydraulique a été réalisée afin de fournir les éléments nécessaires à la quantification de l'impact sur les bassins versants en particulier les rejets d'eaux pluviales vers l'aval.

La complexité est venue du fait de nombreux projets dans la zone et de nombreuses installations (ZAC et Aéroport) qu'il a fallu prendre en compte. La gestion des eaux s'est donc adaptée à l'environnement hydraulique complexe, tout en conservant la transparence.

15.2.5 *Étude faune, flore, habitats*

La saisonnalité biologique et phénologique et l'identification des espèces :

A noter que certains groupes ou certaines familles d'espèces nécessitent la réalisation d'investigation de terrain à certaines périodes jugées favorables pour leur identification. C'est le cas notamment de certaines orchidées, poacées mais également des oiseaux marins, de certaines espèces marines, des chiroptères... D'une manière générale il est recommandé de réaliser les prospections sur un cycle annuel. Par ailleurs, la période la plus favorable à l'identification de l'ensemble des groupes d'espèces est globalement concentrée en été de novembre à mars.

Sur la zone d'étude compte tenu des dates de prospection, la saisonnalité biologique et phénologique n'a pas été un facteur limitant à l'exception des expertises concernant les chiroptères. Des écoutes nocturnes supplémentaire ont été programmées entre novembre et décembre pour confirmer l'absence d'enjeu sur la zone.

L'accessibilité :

Pas de problème d'accessibilité à noter sur le site d'étude.

15.2.6 *Air et Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires*

Toute démarche d'évaluation des risques sanitaires s'accompagne d'un certain nombre d'incertitudes, dont l'influence sur les résultats finaux est plus ou moins significative. Le détail des incertitudes est précisé dans le rapport de l'ERS, en annexe 2, pièce 11.

ANNEXES

ANNEXE 1	PIÈCES JUSTIFICATIVES
	PIÈCE 1 : CHAÎNE D'ACQUISITION DES MESURES DE BRUIT
	PIÈCE 2 : PLAN DE SURVEILLANCE DES ÉMISSIONS DE POUSSIÈRES
ANNEXE 2	ÉTUDES TECHNIQUES INDÉPENDANTES
	PIÈCE 1 : COMPTES-RENDUS DES FORAGES RÉALISÉS SUR LE SITE (FORINTECH, 2022)
	PIÈCE 2 : PANNEAUX ÉLECTRIQUES RÉALISÉS SUR LE SITE (STRATAGEM 974, 2021)
	PIÈCE 3 : ÉTUDE D'INCIDENCE HYDRAULIQUE DU PROJET (ARTELIA, 2022)
	PIÈCE 4 : ÉTUDE PAYSAGÈRE DU PROJET (ESPRIT DU LIEU, 2022)
	PIÈCE 5 : ÉTAT INITIAL DU VOLET FAUNE/FLORE/HABITATS DE LA ZONE DU PROJET (ECODDEN, 2021)
	PIÈCE 6 : CAMPAGNES DE MESURES DE RETOMBÉES DE POUSSIÈRES SUR LE SITE (AGEOX, 2021)
	PIÈCE 7 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DU PROJET (GEOLITHE, 2022)
	PIÈCE 8 : ANALYSES AGRONOMIQUES DES FINES DE LAVAGE (2017 ET 2022)
	PIÈCE 9 : ANALYSE CHIMIQUE DES FINES DE LAVAGE (2017)
	PIÈCE 10 : MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE (NUMTECH, 2022)
	PIÈCE 11 : ERS (EVADIES, 2022)
	PIÈCE 12 : MODÉLISATIONS ACOUSTIQUES (A2MS, 2022)
ANNEXE 3	DOCUMENT TECHNIQUE
	PIÈCE 1 : FICHES TECHNIQUES DU FLOCCULANT
	PIÈCE 2 : FICHES TECHNIQUES DU COAGULANT