

## ANNEXE 2 - Pièce 5

---

État initial du volet Faune/Flore/habitats de la zone du  
projet (ECODDEN, 2021)



Ecologie - Développement Durable - Environnement

# EVALUATION DES ENJEUX ECOLOGIQUES SUR PARCELLES AGRICOLES EN VUE D'UN PROJET DE CARRIERE

---

MARCHE D'ÉTUDE ENVIRONNEMENTALES

**PHASE 1 : DIAGNOSTIC ECOLOGIQUE**

RAPPORT V4 DU 24/01/2022



# EcoDDen

Ecologie - Développement Durable - Environnement

Référence				
REDACTEUR - NOM / ORGANISME	DATE	REFERENCE	Motif révision	REVISION
Antoine CHAUVRAT / ECODDEN	17/06/2021	DiagEcologique_PIERREFONDS_EcoDDen_V1		0
Renaud MARTIN / ECODDEN	18/06/2021	DiagEcologique_PIERREFONDS_EcoDDen_V1	Visé	0
Antoine CHAUVRAT / ECODDEN	16/08/2021	DiagEcologique_20210601PIERREFONDS_EcoDDen_V2	Retour EMC2 Environnement	1
Antoine CHAUVRAT / ECODDEN	06/01/2022	DiagEcologique_20210601PIERREFONDS_EcoDDen_V3	Complément Chiroptère décembre	2
Antoine CHAUVRAT / ECODDEN	24/01/2022	DiagEcologique_20210601PIERREFONDS_EcoDDen_V4	Retour EMC2 Environnement	3

## Avant-propos

La présente étude est réalisée dans le cadre de deux projets de carrière contiguës. Les exploitants, à savoir la SORECO et EXFORMAN, ont souhaité mutualiser les études techniques et réaliser notamment un diagnostic écologique, à l'échelle de l'ensemble des parcelles concernées.

## Précisions 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 sensibles 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.*

# Table des matières :

---

PHASE 1 –DIAGNOSTIC ECOLOGIQUE .....	5
I.    PRESENTATION DE L’AIRE D’ETUDE ECOLOGIQUE .....	5
II.   OUTILS DE PROTECTION ET PORTES A CONNAISSANCE RELATIFS AUX MILIEUX NATURELS ET AUX ESPECES.....	7
LES ESPACES NATURELS AU SAR .....	7
LE PARC NATIONAL DE LA REUNION.....	8
LES ZONES NATURELLES D’INTERETS ECOLOGIQUE, FAUNISTIQUE ET FLORISTIQUE (ZNIEFF) .....	8
LES ZONES HUMIDES .....	9
III.  LES FORMATIONS ET ESPECES TERRESTRES – TRAME TERRESTRE .....	11
III.1.  Les formations végétales .....	11
III.2.  Les espèces végétales .....	19
III.3.  Conclusion et synthèse des formations et espèces végétales recensées .....	2
O	
III.4.  Les oiseaux terrestres .....	22
III.4.1.  Les oiseaux forestiers.....	22
III.5.  Les mammifères .....	24
III.6.  L’entomofaune (Approche) .....	25
III.8.  Les reptiles et batraciens.....	27
III.8.1.  Etat des connaissances sur les reptiles.....	27
III.8.2.  Résultat des Inventaires .....	28
III.2.  Les continuités écologiques – la trame terrestre .....	31
Sous trame – Gecko vert de Manapany .....	31
III.3.  Synthèse de l’interet des milieux naturels terrestres .....	33
IV.   LES ESPECES DE LA TRAME AERIENNE .....	35
IV.1.  Le busard de Maillard – Circus maillardi .....	35
IV.1.1.  Etat des connaissances sur le Busard de Maillard .....	35
IV.1.2.  Le busard de Maillard sur la zone d’étude.....	36
IV.1.3.  Les continuités écologiques – la trame Aérienne – Le Busard de Maillard.....	37
IV.2.  Les oiseaux marins.....	39
IV.2.1.  Le Pétrel de Barau - Pterodroma barau (Jouanin, 1964).....	39
IV.2.2.  Le Pétrel Noir de Bourbon - Pseudobulweria aterrima.....	41
IV.2.3.  Les Puffins.....	43
IV.2.4.  Le Paille en queue à bec jaune – Phaethon lepturus .....	44
IV.2.5.  Les continuités écologiques – la trame Aérienne – Les Pétrels et les Puffins.....	44
V.    SYNTHESE DE L’INTERET PATRIMONIAL/ECOLOGIQUE DE LA ZONE D’ETUDE .....	47



## Liste des annexes

---

Annexe 1 : Liste des espèces végétales recensées sur la zone d'étude .....	50
Annexe 2 : Présentation et analyse des méthodes utilisées .....	54

## Liste des cartes

---

Carte 1 : Localisation de L'aire d'étude .....	6
Carte 2 : Cartographie du zonage du SAR .....	8
Carte 3 : Cartographie des périmètres de protection et portés à connaissance .....	10
Carte 4 : Cartographie des habitats recensés dans la bibliographie au droit de la zone d'étude et de sa zone rapprochée .....	13
Carte 5 : Cartographie des formations et des espèces végétales .....	21
Carte 6 : Intérêt des milieux pour la faune et des observations réalisées .....	30
Carte 7 : Cartographie des continuités écologiques – Trame terrestre (Asconit, EcoDDen, DEAL, 2014) .....	32
Carte 8 : Intérêt de conservation des milieux terrestres .....	34
Carte 9 : Cartographie des continuités écologiques – Sous-trame aérienne : Le Busard de Maillard (Asconit, EcoDDen, DEAL, 2014) et des observations et données recensées .....	38
Carte 10 : Cartographie des continuités écologiques – Sous-trame aérienne : Les oiseaux marins (Asconit, EcoDDen, DEAL, 2014).....	46
Carte 11 : Cartographie de l'intérêt écologique des milieux : synthèse croisée de l'intérêt des formations végétales recensées et de l'intérêt des milieux vis-à-vis de la faune et des continuités écologiques.....	49

## Liste des tableaux

---

Tableau 1 : Tableau de présentation des formations concernées et de leur évaluation patrimoniale	15
Tableau 2 : liste, statut écologique et bioévaluation des espèces d'oiseaux forestiers et rupestres recensées ou susceptibles d'être présentes sur la zone d'étude élargie (données bibliographiques et d'inventaires).....	23
Tableau 3 : liste, statut écologique des espèces exotiques recensées ou susceptibles d'être présentes sur la zone d'étude élargie (données bibliographiques et d'inventaires).....	23
Tableau 4 : liste, statut écologique et bioévaluation des espèces de mammifère recensées ou susceptibles d'être présentes sur la zone d'étude élargie (données bibliographiques et d'inventaires) .....	25
Tableau 5 : liste, statut écologique et bioévaluation des espèces de lépidoptères recensées ou susceptibles d'être présentes (plante hôte) .....	26
Tableau 6 : liste, statut écologique et bioévaluation des espèces de reptiles et de batraciens recensées ou susceptibles d'être présentes sur la zone d'étude élargie (données bibliographiques et d'inventaires).....	28



# PHASE 1 – DIAGNOSTIC ÉCOLOGIQUE

L'objectif de cette première étape est :

- De dresser un état des lieux complet des milieux et espèces susceptibles d'être affectées par le projet,
- De comprendre la fonctionnalité écologique de ces milieux et espèces et leur interaction avec le site d'étude,
- D'identifier, de synthétiser et de hiérarchiser les enjeux écologiques.

## I. PRESENTATION DE L'AIRE D'ETUDE ECOLOGIQUE

La zone d'étude est localisée sur la commune de Saint Pierre, à 40 mètres d'altitude, dans la ZAC de Pierrefonds sur des terrains agricoles. La zone est bordée à l'Est et au Sud par la rue Antoine Felix Leveueur, au Nord par le chemin Bovalo. A l'ouest, un grillage détermine la limite des parcelles.

### L'aire d'étude immédiate – zone d'étude :

L'aire d'étude retenue pour ce projet correspond à la maîtrise foncière des deux projets de carrières à savoir les parcelles cadastrales codées CR 0709, CR 0710, CR 0227, CR 0483, CR 0104, CR 0105 d'une superficie cumulée d'environ 13 ha. Ce périmètre est appelé dans le document zone d'étude.

Afin d'intégrer les enjeux relatifs aux continuités écologiques dont principalement les couloirs de déplacement des oiseaux marins et pour prendre en compte l'ensemble des unités fonctionnelles des espèces, habitats en présence conformément aux guides en la matière, une aire d'étude rapprochée et élargie ont également été définies.

### L'aire d'étude rapprochée :

Elle doit prendre en compte les zones susceptibles d'être affectées directement par le projet : espaces et milieux limitrophes à la zone d'implantation envisagée, milieux naturels et de nature ordinaire alentours, ainsi que les « continuités écologiques » (corridors de propagation) et milieux récepteurs.

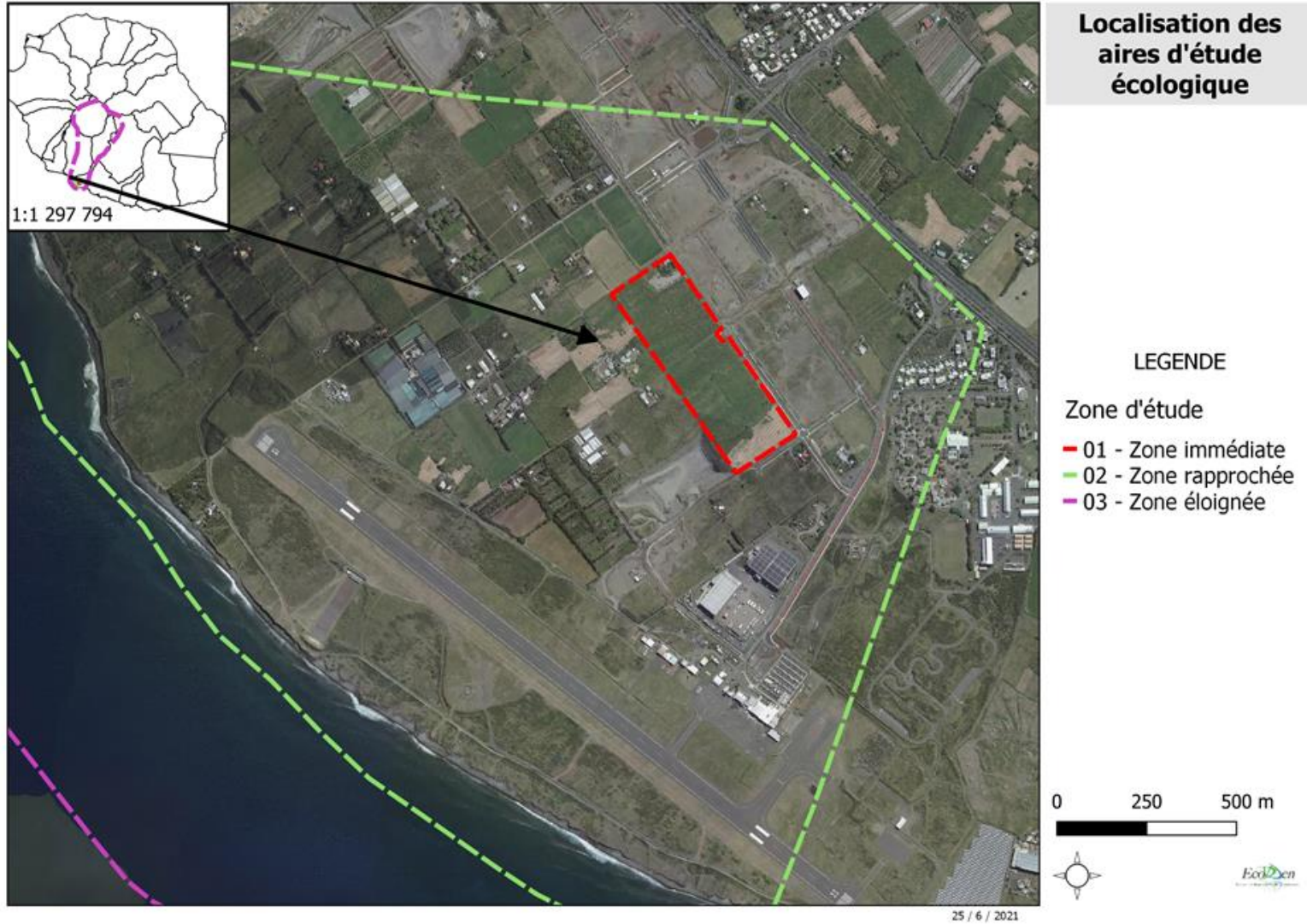
**L'aire d'étude rapprochée retenue concerne les milieux urbains et agricoles limitrophes, présents de part et d'autre des parcelles et au sud, les milieux naturels « homogènes » littoraux de Pierrefonds.**

### L'aire d'étude éloignée ou lointaine :

Il s'agit de la zone d'influence large du projet, bien souvent caractérisée par l'ensemble du bassin versant dans lequel s'intègre le projet – entité écologique globale et cohérente pouvant potentiellement être plus ou moins affectée par le projet de manière directe ou indirecte. Cette aire intègre principalement les enjeux relatifs à la faune et à leur déplacement.

**Cette aire éloignée est caractérisée par le bassin versant dans lequel s'insère le projet en intégrant les ravines et remparts proches dont notamment le cirque de Cilaos et les remparts du Bras de la Plaine et de Grand Bassin, qui sont des zones de reproduction ou domaine vitaux d'oiseaux majeurs. Ces oiseaux à grande capacité de vol étant susceptibles de survoler le site d'étude.**

Carte 1 : Localisation de L'aire d'étude



## II. OUTILS DE PROTECTION ET PORTES A CONNAISSANCE RELATIFS AUX MILIEUX NATURELS ET AUX ESPECES

L'aire d'implantation du projet **n'est pas directement concernée par des milieux naturels remarquables** identifiés à ce titre par, des portés à connaissances (ZNIEFF), des protections foncières, des classements et des orientations stratégiques de préservation de l'espace (espaces remarquables, continuité écologique au SAR, ...).

### LES ESPACES NATURELS AU SAR

#### *LE SAR = Continuité écologique*

Selon le Schéma d'Aménagement Régional (SAR) de La Réunion en vigueur (décret interministériels N° 2011-1609 du 22 novembre paru au JO du 24 novembre 2011), **la zone d'étude est en espace agricole**. Elle est entourée d'espaces agricoles et urbains de référence. Sur le littoral, à environ 1400 mètres à l'ouest, se trouve un étroit couloir de continuité écologique d'une trentaine de mètre de large, puis la zone classée espace littoral naturel remarquable de Pierrefonds au sud. Également, en limite de zone rapprochée, se trouve l'espace naturel remarquable de l'embouchure de la rivière Saint Etienne et ses continuités écologiques associées.

A La Réunion le SAR sert de Schéma Régional de Cohérence Ecologique SRCE. En effet, la version actuelle du SAR a anticipé la mise en place de la démarche TVB. Des continuités écologiques ont été définies et répondent partiellement à la méthodologie nationale.

#### **Les continuités écologiques du SAR :**

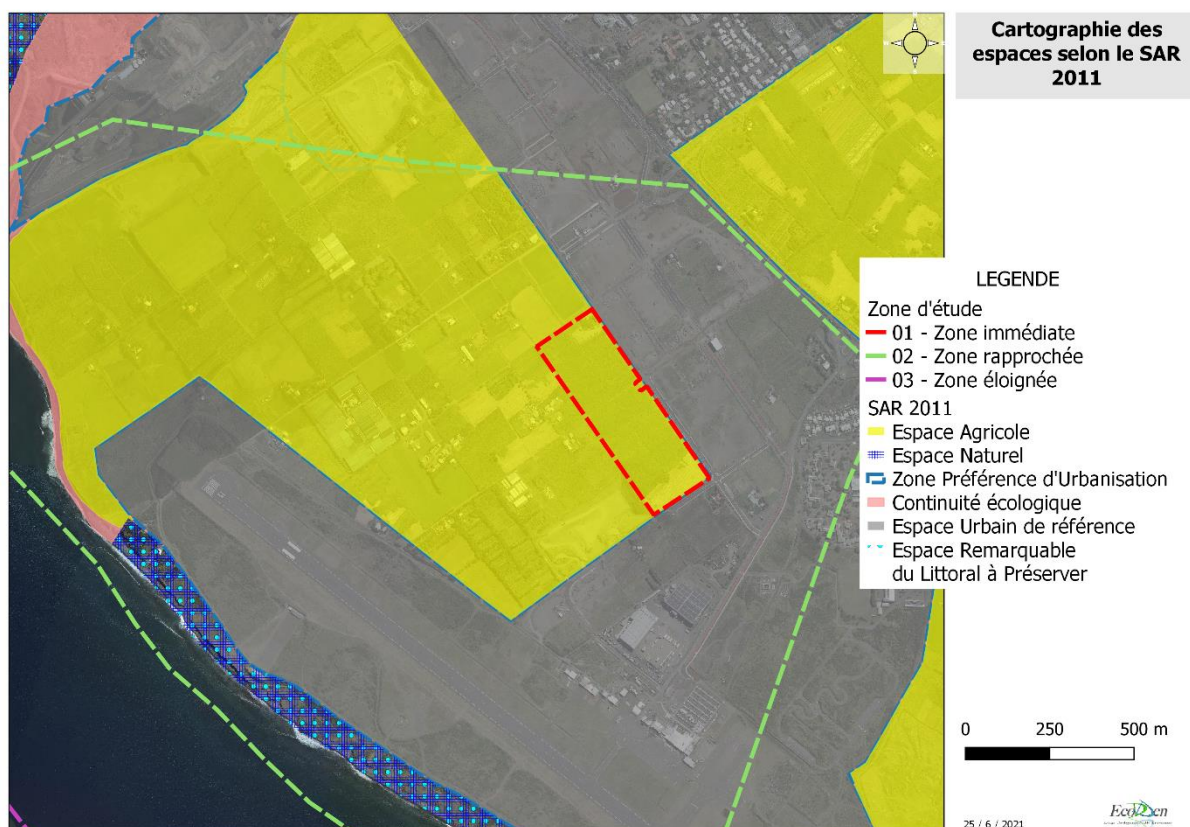
Les espaces dits «de continuité écologique» ont vocation à relier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité, essentiellement les espaces naturels de protection forte : ils forment des «corridors écologiques» à l'échelle de l'île facilitant les échanges et déplacements nécessaires à la survie des espèces de la faune et de la flore sauvage, permettant ainsi de diminuer la vulnérabilité de la faune et de la flore qui résulte de la fragmentation des habitats naturels et des habitats d'espèces. Les espaces ainsi considérés sont, d'une part, les principales ravines qui constituent le trait d'union entre le littoral et le centre de La Réunion et, d'autre part, les abords du Cœur du Parc National. Ils représentent une superficie de 41 383 hectares et sont matérialisés en vert clair. Cette cartographie a été réalisée à l'échelle de la Réunion est reste peu précise à une échelle plus locale. Les prescriptions relatives à ces espaces, devront dans ce cadre être respectées. A noter principalement :

« N°2. Prescriptions relatives aux espaces de continuité écologique - Prescriptions applicables à tous les espaces de continuité écologique : Les espaces de continuité écologique identifiés dans la « carte de destination générale des sols » doivent être maintenus dans leur vocation.

**Les aménagements doivent respecter ces prescriptions et législations.**



Carte 2 : Cartographie du zonage du SAR



## LE PARC NATIONAL DE LA REUNION

Le Parc national de la Réunion a été créé par le décret n°2007-296 du 5 mars 2007. Il s'inscrit dans une volonté forte et partagée d'adapter l'outil qu'il représente aux conditions et aux contextes locaux, et de concilier les impératifs de conservation du patrimoine et de développement local pour une population en forte croissance. Il comprend un cœur protégé de 105 000 ha, aux limites fixées par le décret de création et ses cartes annexes, et une aire d'adhésion évolutive qui sera redéfinie tous les dix ans à l'intérieur d'un périmètre maximal, lors de la révision de la charte du Parc. La réglementation du Parc National ne s'applique que dans le cœur du Parc. En dehors du cœur, le Parc n'exerce aucun pouvoir réglementaire.

La charte du Parc national de La Réunion a été approuvée le 23 janvier 2014 par le décret n°2014-49.

**La zone d'étude n'est pas concernée par le Parc National de La Réunion.**

**La limite de l'aire d'adhésion la plus proche se trouve à environ 1200 mètres au nord-ouest à savoir l'embouchure de la rivière Saint Etienne et ses espaces de fonctionnalités.**

## LES ZONES NATURELLES D'INTERETS ECOLOGIQUE, FAUNISTIQUE ET FLORISTIQUE (ZNIEFF)

Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique (ZNIEFF) sont des inventaires qui identifient, localisent et décrivent les secteurs particulièrement intéressants sur le plan écologique, notamment en raison

de l'équilibre ou de la richesse des écosystèmes qu'ils constituent, de la présence d'espèces végétales ou animales rares et menacées. On distingue deux types de ZNIEFF :

- Les ZNIEFF de type I : elles correspondent à des secteurs d'une superficie en général limitée, caractérisés par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables, ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional.
- Les ZNIEFF de type II : elles correspondent à de grands ensembles naturels (massif forestier, vallée, plateau, estuaire, etc.) riches et peu modifiés, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes. Dans ces zones, il importe de respecter les grands équilibres écologiques, en tenant compte, notamment, du domaine vital de la faune sédentaire ou migratrice.

**La zone d'étude n'est pas concernée par ce zonage.**

Les ZNIEFF les plus proches se situent à environ 1000 mètres au sud-ouest. Il s'agit de la ZNIEFF de type 1 N° 040030123, intitulée « PIERREFONDS » (<https://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/040030123>) et la ZNIEFF de type 2 N°040030020, intitulée « CILAOS ET VALLEE » (<https://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/040030020>) à environ 1200 mètres au nord-ouest.

Les ZNIEFF n'ont pas de valeur juridique directe et ne constituent pas un instrument de protection réglementaire des espaces naturels. Toutefois, leur prise en compte est souhaitable dans les documents de planification et les projets d'aménagement dans la mesure où elles informent de la qualité écologique et biologique des sites (Art. L 411-5 du Code de l'Environnement).

## LES ZONES HUMIDES

Les zones humides sont des espaces de transition entre les milieux terrestres et aquatiques. L'article 20 de la Loi sur l'Eau du 30 décembre 2006 définit une zone humide comme des « terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

La politique de préservation des zones humides est à la croisée des préoccupations liées à la préservation du patrimoine naturel et de celles liées à la gestion des eaux en terme notamment de circulation superficielle. Une zone humide, c'est en effet à la fois un habitat naturel et un élément fonctionnel de l'hydrosystème qui va de la ligne de partage des eaux aboutir dans les eaux côtières, via le réseau hydrographique en lien avec les eaux souterraines.

A La Réunion, il existe à l'heure actuelle un inventaire des petites zones humides (DEAL, 2010) qui propose une évaluation patrimoniale d'une trentaine de sites. Un cahier d'habitat, comportant un descriptif précis de ces milieux et des préconisations de gestion est disponible (CBNM, 2011).

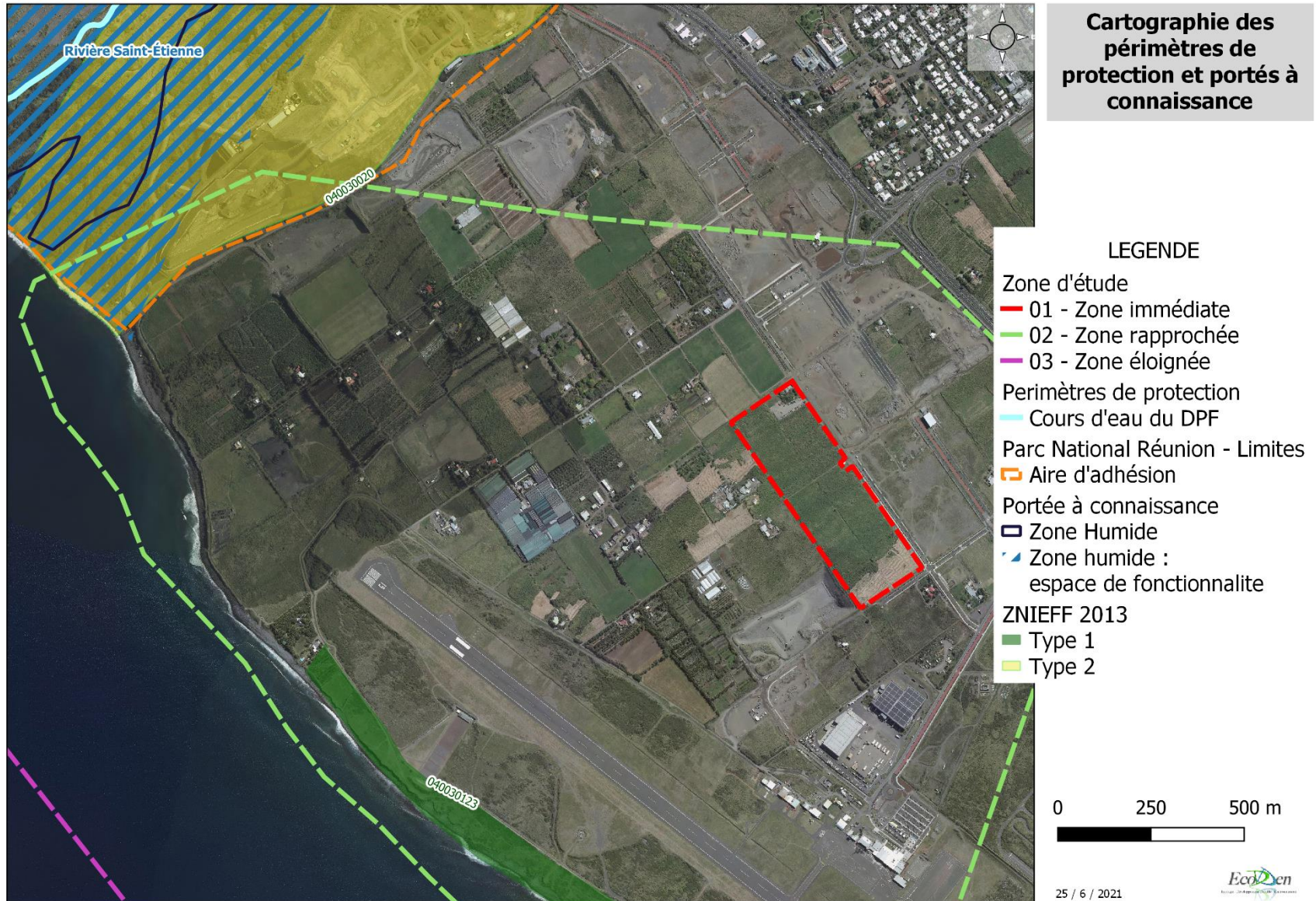
Ce travail a été réalisé dans un souci de prise en compte de ces milieux dans l'aménagement du territoire. L'identification de ces sites ne constitue pas de contraintes réglementaires mais les milieux humides représentent des zones dont l'intérêt écologique est reconnu.

Par ailleurs, une liste indicative des espèces végétales caractéristiques des zones humides est ébauchée. Elle offre une clé de lecture synthétique des habitats concernés et constituera, après précisions de son utilisation, un outil majeur de détermination de la sensibilité de ces espaces naturels particulièrement sensibles.

**Le site d'étude n'est pas concerné par une zone humide identifiée à ce titre. La zone humide la plus proche se situe dans l'aire rapprochée, à l'embouchure de la Rivière Saint Etienne à environ 1800 mètres au nord-ouest.**



Carte 3 : Cartographie des périmètres de protection et portés à connaissance



### III. LES FORMATIONS ET ESPECES TERRESTRES – TRAME TERRESTRE

#### III.1. LES FORMATIONS VEGETALES

##### Synthèse des données bibliographiques

Cette partie vise à synthétiser les données bibliographiques récoltées sur le périmètre d'étude rapproché.

##### Description générale du contexte et de la composante écologique

###### Phytogéographie (Cadet, 1980) :

Située sur le littoral de la côte Sud sous le vent, à une altitude comprise entre 0 et 45 m, la zone d'étude s'implante au sein de l'étage des savanes à Lataniers et Benjoins selon Thérésien Cadet. Il ne reste aujourd'hui que de très rares vestiges de cette végétation dans la région de Saint Pierre, aujourd'hui largement anthropisée.

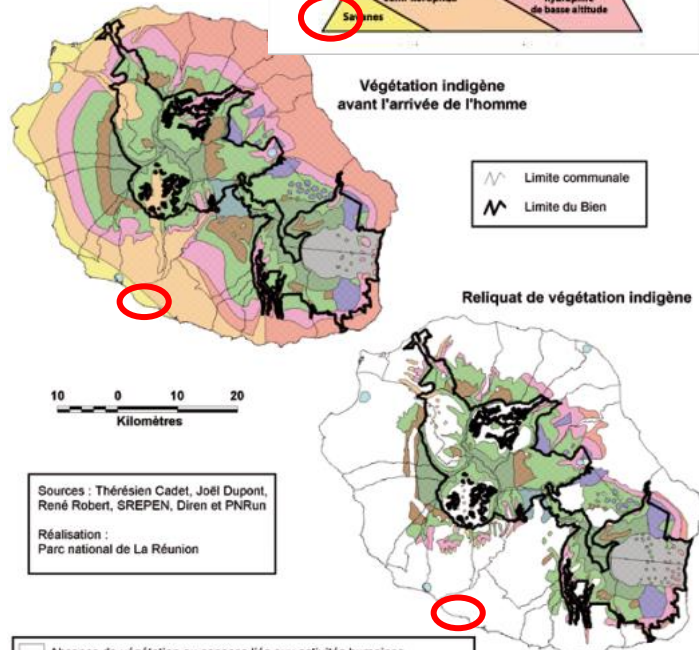
###### L'occupation actuelle du sol :

La zone d'étude est en grande partie constituée de zones agricoles et largement anthropisées. La Canne à sucre - *Saccharum officinarum* y est cultivée. La zone d'étude rapprochée comprend un des milieux littoraux les plus rares de La Réunion avec la zone naturelle remarquable du littoral de Pierrefonds. Trois espèces végétales protégées et endémiques de La Réunion y sont référencées à savoir : la Lavangère – *Delosperma napiforme*, *Indigofera diversifolia* et l'Euphorbe du Gol - *Euphorbia goliata*.

###### La topographie et l'hydrographie :

Le relief des parcelles inspectées est caractérisé par un terrain plat en pente douce de 4% en moyenne en direction de la mer.

Les parcelles ne sont traversées par aucun cours d'eau, permanent ou éphémère. Le littoral se situe à environ 1300 mètres au sud-ouest, le court de la Rivière Saint Etienne étant à environ 1500 mètres au nord.



Sources : Thérésien Cadet, Joël Dupont, René Robert, SREPEN, Diren et PNRUN  
Réalisation : Parc national de La Réunion

□	Absence de végétation ou espaces liés aux activités humaines
■	Végétation marécageuse
■	Coulées de lave
<b>Etage chaud (mégatherme) de type tropical</b>	
■	Savanne à Lataniers et Benjoins
■	Forêt semi-sèche complexe dite "Forêt de Bois de Couleur des Bas"
■	Forêt humide dite "Forêt de Bois de Couleur des Bas"
■	Forêt humide complexe, de transition de moyenne altitude
<b>Etage frais (mésotherme) de type subtropical</b>	
■	Forêt humide d'altitude dite "Forêt de Bois de Couleur des Hauts"
■	Fourrés à bruyère arborescente à <i>Philippia</i> de type avoune
■	Forêt à Tamarin des hauts ou "Tamarinaie"
■	Fourrés très humides à Pandanus
<b>Etage très frais (oligotherme) de type tempéré</b>	
■	Fourrés (plus ou moins dense) à bruyère, prairie altimontaine et groupement à Petit tamarin des hauts



### Le climat :

La zone d'étude se situe dans une zone chaude et sèche de l'île. La station météorologique de référence utilisée est la station météo de Pierrefonds CIRAD, altitude 61 m.

La température mensuelle moyenne varie de 18,8°C à 30°C.

La moyenne des précipitations annuelle est de l'ordre de 671 mm pour environ 58 jours de précipitation et 307 jours sec dans l'année. La saison sèche, peu marquée, advient entre les mois de mai et novembre.

### Le sol :

De type andosol, le sol de la zone d'étude est homogène. L'horizon humifère y est dégradé et appauvri.

### Occupation ancienne – analyse d'anciennes ortho-photographies aériennes :

A l'analyse des photographies aériennes prises dans les années 50 (<https://remonterletemps.ign.fr>) on constate que la zone d'étude est déjà occupée par des parcelles agricoles, vraisemblablement de canne à sucre. D'une manière générale les formations naturelles en place sont déjà largement dégradées et semblent être exploitées.

**Comparaison de l'Orthophotographie de 2017 à gauche et 1950 à droite. La zone d'étude est figurée par l'encadré rouge.**



### Les formations et espèces végétales recensées dans la bibliographie :

Selon la cartographie des milieux naturels de La Réunion (PNR, STRASBERG, DUPONT et all., 2012), la zone d'étude immédiate n'est pas identifiée comme espace naturel ou semi-naturel.

Aucune espèce végétale patrimoniales n'a été mise en évidence au sein de la zone d'étude immédiate dans la bibliographie consultée.

Carte 4 : Cartographie des habitats recensés dans la bibliographie au droit de la zone d'étude et de sa zone rapprochée





## Les formations végétales inventoriées lors de cette mission

Les expertises de terrain sur les formations végétales ont été réalisées le 08 juin 2021 par Antoine CHAUVRAT.

Les parcelles de la zone d'étude sont principalement composées de champ de Canne à sucre – *Saccharum officinarum* (71%). Les autres formations végétales sont des friches herbacées à exotiques diverses, principalement dominées par la fataque - *Megathyrsus maximus*, issues de l'abandon des cultures (19,9 %). Également, quelques fourrés arbustifs constitués d'espèces à caractère exotique dominés par le Cassi - *Leucaena leucocephala* ou le Faux poivrier - *Schinus terebinthifolia*, forment de petites poches de boisements plus ou moins dense au sein des parcelles notamment au centre et au sud-est de la zone d'étude (2,8%).

Aucune espèce végétale rare ni protégée n'est présente. La zone d'étude présente une diversité spécifique moyenne avec 44 espèces recensées, dont seulement une espèce indigène véritable (2%) et cinq cryptogène, pour lesquelles le statut d'indigénat est incertain (11,5%).

## Photos d'illustrations



*Friche herbacée au contact des parcelles cultivées*





*Fourré arbustif haut à Leucaena et Schinus*






*Friche exotique et parcelles cultivées*

**Tableau 1 : Tableau de présentation des formations concernées et de leur évaluation patrimoniale**

Les habitats identifiés lors des prospections sont décrits et évalués sur la base de la typologie des milieux naturels de La Réunion (CBNM, 2011), des cahiers des habitats de La Réunion (CBNM, 2011 – 2015) ainsi que des études et référentiels en la matière.

TYPOLOGIE			BIOEVALUATION REGIONALE				BIOEVALUATION INTRINSEQUE AU SITE		
Typologie des formations	code CH CBNM	Code THNR	Statut	Intérêt patrimonial	Déterminant ZNIEFF	REDOM Habitats d'intérêt éco-régional	Espèces caractéristiques	Etat de conservation / Menace	Intérêt patrimonial
<p><i>Saccharum officinarum</i> cultivé</p> 	Non codé	82.1	Exotique	NA	NON	NON	<i>Saccharum officinarum</i>	Champ typique de canne à sucre accompagné d'un cortège d'espèces exotique rudérales. On constate un appauvrissement et un tassement des sols, dont l'horizon humifère est nul.	Très faible
<p>Fourré arbustif à <i>Leucaena leucocephala</i></p> 	3.2.2.3	87.1933	Exotique	Très faible	NON	NON	<i>Leucaena leucocephala</i>	Végétation arbustive (2 à 3 mètres de hauteur en moyenne), homogène, paucispécifique largement dominée par <i>Leucaena leucocephala</i> . La strate herbacée est peu dense et constituée d'espèces rudérales exotiques.	Faible

TYPOLOGIE			BIOEVALUATION REGIONALE				BIOEVALUATION INTRINSEQUE AU SITE		
Typologie des formations	code CH CBNM	Code THNR	Statut	Intérêt patrimonial	Déterminant ZNIEFF	REDOM Habitats d'intérêt éco- régional	Espèces caractéristiques	Etat de conservation / Menace	Intérêt patrimonial
<b>Fourré arbustif haut à <i>Schinus terebinthifolia</i> et <i>Leucaena leucocephala</i></b> 	3.2.2.14	87.1936	Exotique	Très faible	NON	NON	<i>Schinus terebinthifolia</i> Flore compagne : <i>Leucaena leucocephala</i> <i>Litsea glutinosa</i>	Végétation arbustive haute (4 mètres de hauteur en moyenne), paucispécifique, dense (80% de recouvrement total moyen) et physionomiquement homogène. La strate herbacée est peu dense et constituée d'espèces rudérales exotiques. Ces fourrés jouent un rôle dans le maintien des continuités écologiques, notamment pour l'avifaune indigène au. Ils abritent par ailleurs des colonies de Tisserin - <i>Ploceus cucullatus</i> .	Faible
<b>Fourré arboré à <i>Cocos nucifera</i> et <i>Acacia longifolia</i></b> 	Non codé	87.193	Exotique	NA	NON	NON	<i>Cocos nucifera</i> <i>Acacia longifolia</i>	Situé au centre des parcelles, ce fourré arboré de très faible surface est composé d'un individu de Coco - <i>Cocos nucifera</i> et de quelques individus d' <i>Acacia longifolia</i> . Ces fourrés jouent un rôle dans le maintien des continuités écologiques, notamment pour l'avifaune indigène. Ils abritent par ailleurs des colonies de Tisserin - <i>Ploceus cucullatus</i> .	Faible
<b>Friche herbacée exotique à <i>Megathyrsus maximus</i> et <i>Paspalum dilatatum</i></b> 	3.2.1.7	87.1912	Exotique	NA	NON	NON	<i>Megathyrsus maximus</i> Flore compagne : <i>Paspalum dilatatum</i> <i>Chloris barbata</i> <i>Sida rhombifolia</i>	Friche herbacée occupant une grande surface issue de l'abandon des cultures, composées d'espèces exotiques envahissantes et dominée principalement par la Fataque - <i>Megathyrsus maximus</i> et l'herbe sirop - <i>Paspalum dilatatum</i> .	Faible

TYPOLOGIE			BIOEVALUATION REGIONALE				BIOEVALUATION INTRINSEQUE AU SITE		
Typologie des formations	code CH CBNM	Code THNR	Statut	Intérêt patrimonial	Déterminant ZNIEFF	REDDOM Habitats d'intérêt éco- régional	Espèces caractéristiques	Etat de conservation / Menace	Intérêt patrimonial
<b>Friche exotique à <i>Ricinus communis</i></b> 	Non codé	87.10	Exotique	NA	NON	NON	<i>Ricinus communis</i>	Friche arbustive de très faible surface issue de l'abandon des cultures, paucispécifique, dominé par <i>Ricinus communis</i> .	Très faible
<b>Friche herbacée à exotiques diverses</b> 	Non codé	87.10	Exotique	NA	NON	NON	<i>Megathyrus maximus</i> Flore compagne : <i>Leucaena Leucocephala</i> <i>Ipomea obscura</i> <i>Ricinus communis</i>	Friche herbacée en cours d'embroussaillage située en limite de parcelle cultivée et des zones de stockage et parking. Ces friches sont principalement composées d'espèces exotiques envahissantes diverses.	Très faible
<b>Jardins et fruitiers exotiques</b> 	Non codé	83.00	Exotique	NA	NON	NON	<i>Manguifera indica</i> <i>Cocos nucifera</i>	Abords de la zone d'habitation située au nord de la parcelle cadastrale CR 0105. Le couvert végétal est composé d'espèces exotiques d'ornement et d'arbres fruitiers.	Faible

## Diversité des habitats :

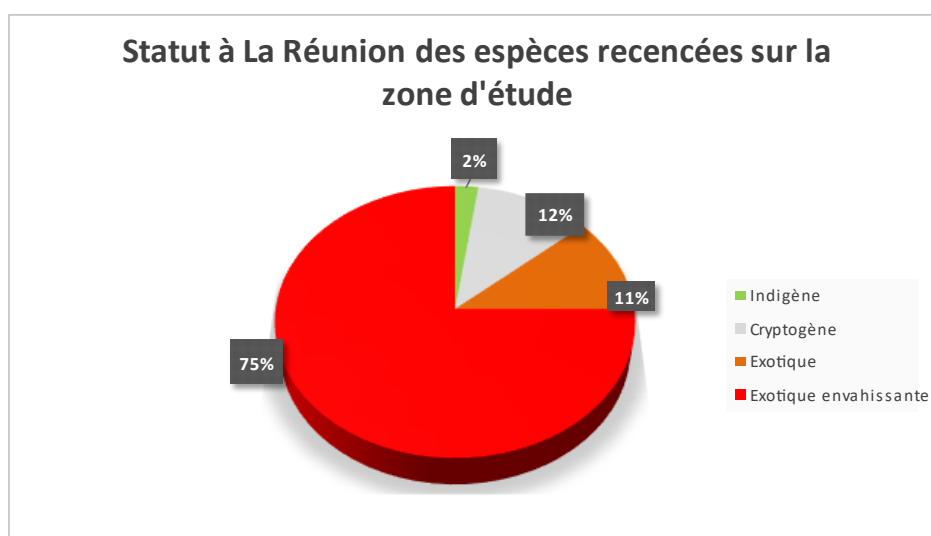
Le tableau ci-dessous synthétise les principaux habitats cartographiés au droit de la zone d'étude ainsi que leur surface.

Code CH CBNM	Habitat	CODE THNR CORINE BIOTOPE	Surface m <sup>2</sup>	% / zone d'étude
Non codé	Terrains agricoles et paysages artificialisés	80.00		
Non codé	Habitation, parking et zone de stockage	80.00	3847	2,9
Non codé	Culture intensive d'un seul tenant de <i>Saccharum officinal</i>	82.10	92903	71,6
Non codé	Vergers de hautes tiges et plantation d'arbres	83.10	2679	2
3.1	<b>Végétations semixérophiles de la série alluvionnaire (lits et cônes de déjection de la Rivière Saint Etienne)</b>			
3.1.1	<b>Végétations semixérophiles alluvionnaires herbacées</b>			
	<b>Exotique</b>			
Non codé	Terrains en friche	87.10	1628	1,3
3.2.1.7	Jachère mégatherme à <i>Megathyrsus maximus</i>	87.1912	25977	19,98
	<b>3.1.2 Végétations semixérophiles alluvionnaires arbustives</b>			
	<b>Exotique</b>			
Non codé	Fourrés secondaires de diverses espèces exotiques à tendance semi-xérophile ( <i>C.nucifera</i> , <i>A. longifolia</i> )	87.193	54	0,04
3.1.2.2	Fourrés secondaires à <i>Leucaena leucocephala</i>	87.1933	2484	1,91
3.2.2.14	Fourrés secondaires arbustifs haut à <i>Schinus terebinthifolius</i>	87.1935	1204	0,92
	<b>TOTAL</b>		125240	100
	Surface de la zone d'étude immédiate		129087	

## III.2. LES ESPECES VEGETALES

Les relevés floristiques ont été réalisés de manière à rechercher en priorité les espèces indigènes patrimoniales. L'ensemble de l'aire d'étude immédiate a, à cet effet, été prospecté.

44 espèces végétales dont 6 espèces indigènes ou assimilées indigènes (14%) ont été recensées sur et à proximité de l'aire d'étude immédiate.



cf. Annexe 1 : liste des espèces végétales recensées sur la zone d'étude

Parmi les espèces indigènes, aucune espèce sauvage protégée<sup>1</sup> n'a été recensée au sein de la zone d'étude immédiate. Toutes les espèces sauvages indigènes recensées sont non menacées (LC) selon l'IUCN. L'enjeu de conservation est donc très faible.

### LES ESPECES PATRIMONIALES

#### Les espèces protégées

Aucune espèce sauvage protégée<sup>1</sup> n'a été recensée sur l'emprise immédiate de la zone d'étude.

#### Les autres espèces remarquables

Aucune espèce patrimoniale remarquable n'a été recensée sur l'emprise immédiate de la zone d'étude.

<sup>1</sup> Arrêté ministériel du 27 octobre 2017, publié, au Journal Officiel de la République Française, le 3 décembre 2017



## LES ESPECES EXOTIQUES ENVAHISSANTES (EEE)

Le secteur est dominé par les espèces exotiques dont certaines ont un fort pouvoir envahissant. Sur les 44 espèces exotiques recensées, 34 (77%) sont considérées comme fortement envahissantes (indice 3 à 5) avec des abondances et dominances marquées pour certaines.

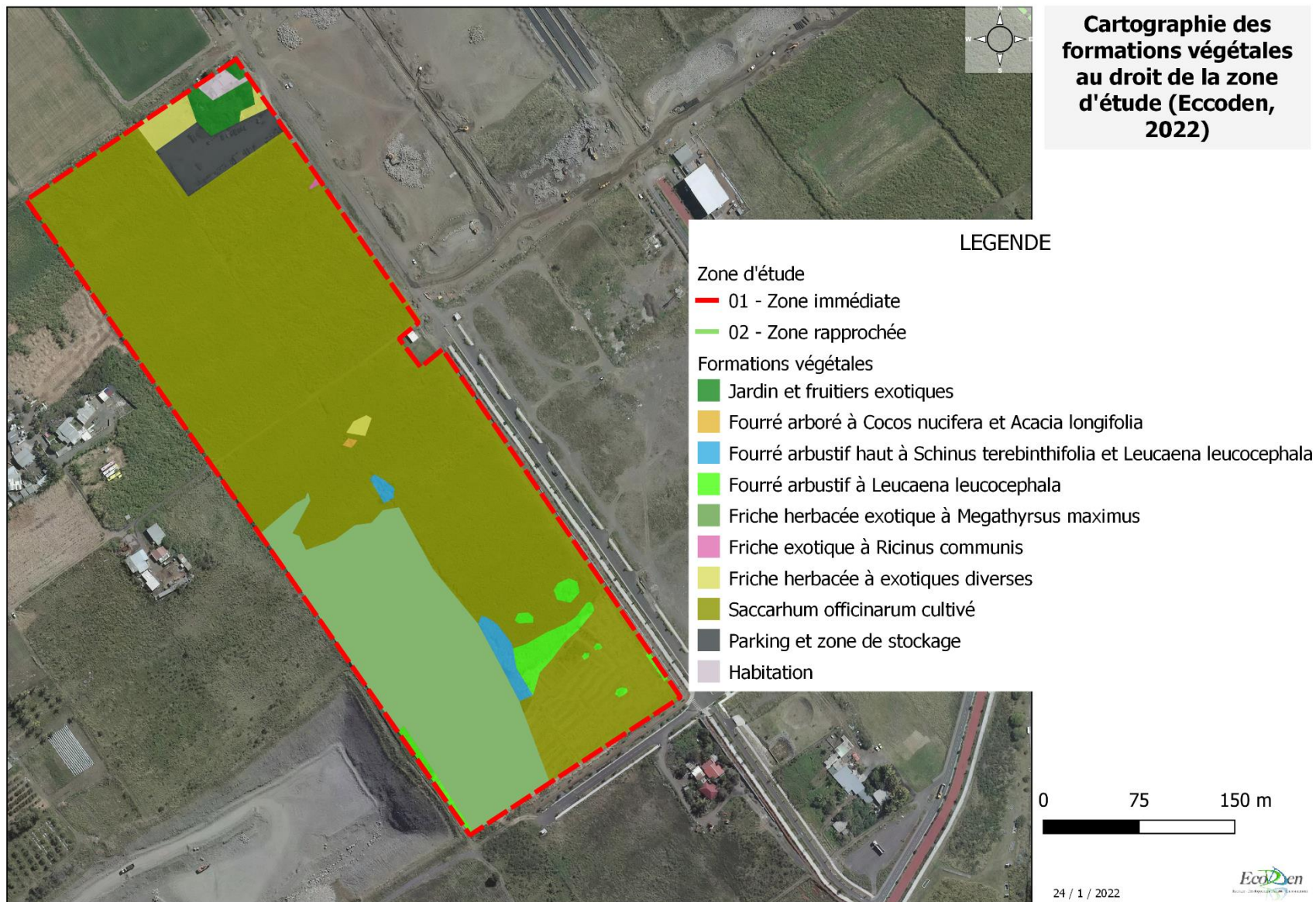
### III.3. CONCLUSION ET SYNTHÈSE DES FORMATIONS ET ESPECES VEGETALES RECENSEES

Les parcelles inspectées sont majoritairement composées de champs de canne à sucre typiques ainsi que de friches herbacées à exotiques diverses issues de l'abandon récente des cultures, **d'un intérêt patrimonial respectivement très faible à faible.**

Aussi on trouve au sein et en bordure de parcelles des formations de type fourrés arbustifs à *Leucaena leucocephala* et *Schinus terebinthifolia* ainsi que des formations arborées à *Cocos nucifera* et *Acacia longifolia* occupant de faible surface. **L'intérêt patrimonial de ces formations est faible.**

**Aussi aucune espèce réglementairement protégée n'est présente sur la zone d'étude immédiate.**

Carte 5 : Cartographie des formations et des espèces végétales



## III.4. LES OISEAUX TERRESTRES

### III.4.1. LES OISEAUX FORESTIERS

#### Résultat des expertises

L'aire d'étude immédiate accueille 2 types de milieux utilisés par l'avifaune indigène protégée, à savoir :

- des fourrés arbustifs et arborés utilisés potentiellement par des oiseaux forestiers ubiquistes dont l'Oiseau blanc – *Zosterops borbonica borbonica* et la Tourterelle malgache - *Nesoenas picturata*, comme territoire de chasse et de reproduction.
- des espaces plus ouverts, constitués de friches herbacées et de champ de cannes surtout favorables à la chasse pour diverses espèces.

A noter que le jardin privé, non évalué dans l'étude, peut également être fréquenté par l'avifaune. Étant donné la taille des arbres qui le compose, il est considéré comme une zone favorable à la reproduction de la Tourterelle malgache.

- **L'Oiseau blanc - *Zosterops borbonica borbonica***

L'Oiseau blanc, est un petit passereau forestier endémique de La Réunion, protégé et de préoccupation mineure selon l'IUCN (LC).

Cet oiseau ubiquiste est potentiellement présent sur la zone d'étude, cependant il n'a pas été observé.

Les fourrés arbustifs sont des milieux favorables à la chasse et à la reproduction de cette espèce.

**Cette espèce protégée a un statut reproducteur possible. L'enjeu de conservation est faible à modéré.**

- **La Tourterelle malgache - *Nesoenas picturata***

La Tourterelle malgache est une espèce indigène, protégée, de préoccupation mineure selon l'IUCN (LC) et très abondante à La Réunion.

Cet oiseau a été observé à une reprise au sein des fourrés arborés à *Acacia longifolia*.

Les fourrés arborés sont des milieux peu favorables à la reproduction de cette espèce. Ils peuvent en revanche constituer des territoires de chasse.

**Cette espèce protégée a un statut de chasseur constaté sur la zone d'étude et de reproducteur possible. L'enjeu de conservation est faible à modéré.**

- **Les oiseaux forestiers exotiques**

Le site est également fréquenté par les oiseaux exotiques, le Foudi - *Foudia madagascariensis*, le Bec rose - *Estrilda astrild* présent en grand nombre, le Merle pays – *Pycnonous jocosus*, le Martin – *Acridotheres tristis*. La friche exotique principale de la zone d'étude étant visiblement un territoire de chasse pour ces espèces. De très nombreux nids de Tisserin - *Ploceus cucullatus* sont présents au sein des fourrés arbustifs à Faux poivrier – *Schinus terebinthifolia* au centre des parcelles.

**Tableau 2 : liste, statut écologique et bioévaluation des espèces d'oiseaux forestiers recensées ou susceptibles d'être présentes sur la zone d'étude élargie (données bibliographiques et d'inventaires)**

Nom scientifique	Nom français	Endémicité	Protection	Patrimonialité Réunion	Période de nidification	Statut sur la zone d'étude	Enjeux / Vulnérabilité
<b>Oiseaux Terrestres Forestiers</b>							
<i>Nesoenas picturata</i>	Tourterelle malgache Pigeon ramié	Pantropical	Protection	LC: Préoccupation mineure	Juin à avril	Chasse constatée dans l'aire immédiate au sein des fourrés arbustifs et friche herbacée. Reproduction peu probable.	Faible
<i>Zosterops borbonicus borbonicus</i>	Zostérops des Mascareigne Oiseau blanc	Réunion	Protection	LC: Préoccupation mineure Espèce commune	Août à janvier	Chasse probable dans l'aire immédiate au sein des fourrés arbustifs et friches herbacées. Zone de reproduction possible au sein des fourrés.	Faible à modéré

**Tableau 3 : liste, statut écologique des espèces exotiques recensées ou susceptibles d'être présentes sur la zone d'étude élargie (données bibliographiques et d'inventaires)**

Nom scientifique	Nom français	Statut à La Réunion	UICN France, 2010	Statut sur la zone d'étude
<i>Acridotheres tristis</i>	Martin triste (Int.)	Nicheur exotique	NA: Non applicable	Observé dans la zone d'étude. Zone de chasse certaine. Nicheur possible
<i>Estrilda astrild</i>	Astrild ondulé (Int.)	Nicheur exotique	NA : Non applicable	Nombreuses observations dans la zone d'étude. Zone de chasse et vol grégaire. Nicheur possible
<i>Foudia madagascariensis</i>	Foudi rouge (Int.)	Nicheur exotique	NA: Non applicable	Non observé dans la zone d'étude Nicheur possible
<i>Geopelia striata</i>	Géopélie zébrée (Int.)	Nicheur exotique	NA: Non applicable	Non observé dans la zone d'étude Nicheur peu probable
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique (Int.)	Nicheur exotique	NA: Non applicable	Non observé dans la zone d'étude. Nicheur peu probable
<i>Ploceus cucullatus</i>	Tisserin gendarme (Int.)	Nicheur exotique	NA: Non applicable	Nombreuses observations dans la zone d'étude. Nicheur certain.
<i>Pycnonotus jocosus</i>	Bulbul orphée (Int.)	Nicheur exotique	NA: Non applicable	Observé dans la zone d'étude. Nicheur possible.
<i>Turnix nigricollis</i>	Hémipode de Madagascar	Nicheur exotique	NA: Non applicable	Non observé dans la zone d'étude Nicheur peu probable
<i>Vidua macroura</i>	Veuve dominicaine (int.)	Nicheur exotique	NA: Non applicable	Non observé dans la zone d'étude Nicheur possible.
<i>Coturnix coturnix</i>	Caille des blés (Int.?)	Nicheur exotique	NA: Non applicable	Quelques observations dans la zone d'étude. Nicheur possible.

### III.4.2. LES OISEAUX RUPESTRES

#### Résultat des expertises

La Salangane des Mascareignes - *Aerodramus francicus* ou plus occasionnellement l'Hirondelle de Bourbon - *Phedina borbonica*, espèces endémiques de La Réunion, protégées et considérées comme vulnérable (VU) selon l'IUCN, peuvent potentiellement chasser de manière opportuniste le long du site.

Aucun individu n'a pu être observé durant la phase de terrain. Aucune colonie ou site favorable à la reproduction pour ces espèces n'ont été recensés sur la zone d'étude immédiate.

**Le site peut potentiellement être utilisé comme territoire de chasse par la Salangane des Mascareignes et l'Hirondelle de Bourbon. L'enjeu de conservation de cette espèce sur le site est considéré comme faible.**

**Tableau 4 : liste, statut écologique et bioévaluation des espèces d'oiseaux rupestres recensées ou susceptibles d'être présentes sur la zone d'étude élargie (données bibliographiques et d'inventaires)**

Nom scientifique	Nom français	Endémicité	Protection	Patrimonialité Réunion	Période de nidification	Statut sur la zone d'étude	Enjeux / Vulnérabilité
<b>Oiseaux Terrestres Rupestres (Cavernicoles, Remparts, Grottes, Cavités)</b>							
<i>Aerodramus francicus</i>	Salangane des Mascareignes Z'hirondelle	Mascareignes	Protection	VU: Vulnérable Espèce commune Déterminante de ZNIEFF	Juin à Janvier	Aucune colonie au sein de l'aire immédiate ou rapprochée. Chasse possible mais non observée sur la zone d'étude.	Faible
<i>Phedina borbonica</i>	Hirondelle des Mascareignes	Mascareignes	Protection	VU: Vulnérable Espèce rare Déterminante de ZNIEFF	Septembre à Décembre	Aucune colonie au sein de l'aire immédiate. Non observé sur la zone d'étude. Chasse possible mais non observée sur la zone d'étude.	Faible

### III.5. LES MAMMIFERES

5 espèces de chiroptère sont présentes à La Réunion. Un mégachiroptère, la Roussette des Mascareignes – *Pteropus niger*, cantonnée dans l'Est de l'île pour le moment à Sainte-Suzanne et 4 microchiroptères dont seuls 2 sont clairement identifiés à ce jour, le **Taphien de Maurice** (*Taphozous mauritanus*) et le Petit Molosse (*Mormopterus francoismoutoui*), toutes deux protégées.

Ces espèces sortent à la tombée de la nuit et utilisent les milieux ouverts et semi-ouverts comme territoire de chasse.

Les gîtes connus les plus proches (*Mormopterus francoismoutoui*) se situent à 4 kilomètres environ.

## Résultat des expertises

Aucune colonie n'a été identifiée sur la zone d'étude et les expertises réalisées n'ont pas mis en évidence la présence de gîte favorable à leur constitution. L'enjeu de conservation de cette espèce sur le site est considéré comme faible.

Des écoutes nocturnes complémentaires ont été réalisées en décembre afin de couvrir le cycle biologique de l'espèce et ont confirmé l'absence d'enjeux sur la zone (aucun contact).

Tableau 5 : liste, statut écologique et bioévaluation des espèces de mammifère recensées ou susceptibles d'être présentes sur la zone d'étude élargie (données bibliographiques et d'inventaires)

Nom scientifique	Nom créole	Statut à La Réunion	Protection	Patrimonialité Réunion	Statut sur la zone d'étude	Enjeux
<i>Mormopterus francoimoutoui</i>	Le petit molosse	Endémique Réunion	Protection	Espèce Déterminante de ZNIEFF LC : Préoccupation mineure (IUCN, 2017)	Non observé. Pas de gîte favorable. Le site est potentiellement utilisé comme territoire de chasse.	Faible
<i>Taphozus mauritanus</i>	Taphien de Maurice	Indigène	Protection	Espèce Déterminante de ZNIEFF LC : Préoccupation mineure (IUCN, 2017)	Non observé. Pas de gîte favorable. Le site est potentiellement utilisé comme territoire de chasse	Faible
<i>Rattus rattus</i>	Rat	Exotique		NA : Non applicable	Nuisible à la faune indigène	Nulle
<i>Suncus murinus</i>	Musaraigne musquée	Exotique		NA : Non applicable		Nulle
<i>Felis catus</i>	Chat haret	Exotique		NA : Non applicable	Nuisible à la faune indigène	Nulle
<i>Canis familiaris</i>	Chien	Exotique		NA : Non applicable	Nuisible à la faune indigène	Nulle

## III.6. L'ENTOMOFAUNE (APPROCHE)

A La Réunion, nous estimons l'entomofaune entre 4000 et 5000 espèces dont un tiers endémique de l'île (Insectarium de La Réunion). Cette diversité diminue avec l'altitude et, est maximale dans les habitats indigènes bien conservés (Source : Insectarium de La Réunion, 2011). Ce groupe faunistique est difficile à prendre en compte dans les expertises écologiques courantes des projets d'aménagement, compte tenu notamment des difficultés d'identification de ces espèces (intervention de plusieurs spécialistes, manque de connaissance à La Réunion), du budget et du temps nécessaire à cette prestation qui ne sont pas en adéquation avec les objectifs des projets et missions.

L'approche proposée par habitat et inventaire floristique permet d'une manière générale de mettre en évidence les enjeux de conservation sur ce groupe. C'est cette approche qui est ici retenue.



### Les espèces d'insectes protégés à La Réunion, ne concernent que 3 lépidoptères diurnes.

✓ Le **Papillon de la pâte** (*Papilio phorbanta*), endémique de La Réunion, se développe dans des biotopes répartis dans toute l'île, dans des altitudes comprises entre 300 m et 1200m. Ces plantes hôtes, sont essentiellement caractérisées par des rutacées.

✓ La **Vanesse de Bourbon** (*Antanartia borbonica borbonica*), endémique, affectionne particulièrement les clairières des forêts indigènes de basse et moyenne altitude (500 m à 1000 m), notamment le long des ravines où poussent ses plantes hôtes de la famille des Urticacées (Martiné M. & Rochât J., 2008).

✓ Le **Salamide d'Augustin** (*Salamis augustina augustina*), endémique de La Réunion rarissime du fait de sa stricte monophagie pour l'urticacée *Obetia ficifolia* (le Bois d'Ortie), elle-même très rare et en voie de disparition et localisée dans les bas du Sud de l'île principalement.

### Les lépidoptères

Ces 3 espèces protégées ni aucune de leurs plantes hôtes n'ont été recensées sur la zone d'étude.

**L'enjeu de conservation pour l'entomofaune est donc très faible.**

**Tableau 6 : liste, statut écologique et bioévaluation des espèces de lépidoptères recensées ou susceptibles d'être présentes (plante hôte)**

Nom scientifique	Nom français	Endémicité	Protection	Espèce menacée en France (UICN, 2010)	ZNIEFF Espèce déterminante	Type d'observation
<i>Catopsilia florella</i>	Soufré africain	Pantropical		LC: Préoccupation mineure		Plante hôte : <i>Albizia lebeck</i> , <i>Senna occidentalis</i>
<i>Eurema floricola</i> <i>Ssp. ceres</i>		Mascareignes		LC: Préoccupation mineure	DETERMINANT	Observé sur la zone d'étude. Plante hôte : <i>Leucaena leucocephala</i>
<i>Melanitis leda</i> <i>Ssp. helena</i>		Pantropical		LC: Préoccupation mineure		Observé sur la zone d'étude. Plante hôte : <i>Megathyrsus maximus</i>

### Approche par habitat :

Afin d'identifier les enjeux relatifs à ce groupe, c'est l'approche habitat qui a été privilégiée.

La zone d'étude ne comprend pas d'habitats indigènes, ni d'arbres indigènes isolés. Elle ne comprend pas non plus de point d'eau pérenne. La majeure partie de la zone étant cultivé et soumise à l'influence d'intrants agricoles divers, elle ne constitue pas une zone d'intérêt pour l'entomofaune.

Les habitats d'intérêts faible pour les invertébrés sont représentés par les fourrés arborés et arbustifs secondaires ainsi que par les friches exotiques.

### Conclusion sur les insectes :

**Sur la zone d'étude, les friches exotiques et les fourrés arborés et arbustifs recèlent potentiellement quelques insectes associés mais l'enjeu reste faible. A l'exception de quelques plantes hôtes communes, le reste de la végétation exclusivement exotique ne présente pas d'intérêt particulier pour les insectes.**

## III.7. LES MOLLUSQUES

Seuls 2 mollusques terrestres exotiques ont été identifiés :

- *Helix aspersa*, le petit gris, espèce exotique à large répartition très commun à La Réunion.
- *Achatina fulica*, l'Achatine, espèce exotique nuisible pour la végétation.

**Compte tenu de l'état dégradé des milieux au droit de l'aire d'étude immédiate et des identifications réalisées, l'enjeu de conservation des mollusques est considéré comme nul.**

## III.8. LES REPTILES ET BATRACIENS

### III.8.1. ETAT DES CONNAISSANCES SUR LES REPTILES

A La Réunion, 2 espèces de reptiles terrestres endémiques et protégées présentent des enjeux de conservation important :

- Le Gecko vert de Bourbon - *Phelsuma borbonica*, classé en danger d'extinction (EN) selon l'IUCN et déterminant de ZNIEFF.
- Le Gecko vert de Manapany - *Phelsuma inexpectata*, classé en danger critique d'extinction selon l'IUCN (CR) et déterminant de ZNIEFF.

Par ailleurs, le Caméléon - *Furcifer pardalis* est également protégé malgré son origine introduite. Il est classé NA selon l'IUCN et est complémentaire de ZNIEFF. Il ne présente donc pas un réel enjeu de conservation (espèce non menacée), même si son statut réglementaire de protection est à respecter.



**Le Gecko vert des hauts ou de Bourbon - *Phelsuma borbonica*** est réparti entre 0 m et 2200 m d'altitude. Il se retrouve principalement en **forêt indigène humide** de type mégatherme hygrophile. Des populations existent aussi dans les autres grands types de formations (semi-xérophiles de basses altitudes, forêts mesothermes hygrophiles et altimontaine éricoïde). Sur la base de pontes subfossiles il est supposé qu'il ait été anciennement présent dans toutes les forêts de l'île.

Cette espèce endémique et protégée est principalement menacée par la dégradation et la disparition de son habitat.

**Aucune observation n'a été réalisée sur la zone d'étude qui ne présente par ailleurs pas d'habitat favorable à l'espèce. Les données recensées ne mettent pas en évidence la présence de population sur la zone d'étude ni au sein des zones urbaines et naturelles limitrophes.**

**Le Gecko vert de Manapany - *Phelsuma inexpectata***, se rencontre dans une aire de répartition extrêmement réduite située entre la plage de Grande Anse et l'embouchure de la rivière Langevin. On ne le retrouve pas au-delà de 450 mètres d'altitude et 1 km des côtes.

Cette espèce endémique et protégée est principalement menacée par la dégradation et la disparition de son habitat.



Aucune observation n'a été réalisée sur la zone d'étude qui ne présente par ailleurs pas d'habitat favorable à l'espèce.

### III.8.2. RESULTAT DES INVENTAIRES

Sur le périmètre immédiat, l'expertise n'a pas mis en évidence la présence du Gecko vert de Bourbon ni celle de Gecko vert de Manapany. Les formations végétales et la fragmentation du milieu ne sont pas favorables à ces espèces. L'enjeu est considéré comme très faible au droit de la zone d'étude.

Le Caméléon – *Furcifer pardalis*, espèce protégée, n'a pas été recensé mais peut être potentiellement présent dans le milieu.

L'enjeu est donc considéré comme faible au droit de l'aire d'étude immédiate pour le caméléon.

**Tableau 7 : liste, statut écologique et bioévaluation des espèces de reptiles et de batraciens recensées ou susceptibles d'être présentes sur la zone d'étude élargie (données bibliographiques et d'inventaires)**

Reptiles et Batraciens						
Nom scientifique	Nom français	Statut à La Réunion	Protection	Patrimonialité Réunion	Statut sur la zone d'étude	Vulnérabilité
<i>Furcifer pardalis</i>	Caméléon	Exotique Endémique Madagascar Mascareignes	Protection	Espèce Complémentaire de ZNIEFF NA: Non applicable	Non observé sur le site d'étude. Reproduction et alimentation dans les fourrés exotiques possible.	Faible
<i>Phelsuma borbonica</i>	Gecko vert de Bourbon	Endémique	Protection	Déterminant de ZNIEFF EN : En danger	Habitat non favorable. Non observé sur la zone.	Nulle
<i>Phelsuma inexpectata</i>	Gecko vert de Manapany	Endémique	Protection	Déterminant de ZNIEFF CR : Danger critique	Habitat non favorable. Non observé sur la zone. Une zone de sensibilité forte située à 250 mètres.	Très faible
<i>Agama agama</i>	Agame des colons	Exotique		NA: Non applicable	Non observé sur le site d'étude	Nulle
<i>Amietophrynus gutturalis</i>	Crapaud guttural	Exotique		NA: Non applicable	Non observé sur le site d'étude.	Nulle
<i>Calotes versicolor</i>	Agame arlequin	Exotique Envahissant		NA: Non applicable	Non observé sur le site d'étude. Potentiellement présent sur l'ensemble de l'aire rapprochée.	Nulle
<i>Hemidactylus brooki</i>	Gecko gris des jardins	Exotique		NA: Non applicable	Non observé sur le site d'étude.	Nulle

### III.1. SYNTHÈSE DE L'INTERET DES HABITATS POUR LA FAUNE TERRESTRE

En conclusion, sur la zone d'étude, 1 espèce protégée a été recensée et 2 autres sont potentiellement présentes à savoir :

✓ **1 espèce d'oiseau ubiquiste**

- La Tourterelle Malgache - *Nesoenas picturata*, b. borbonicus qui utilise la zone d'étude certainement comme territoire de chasse

L'oiseau blanc - *Zosterops borbonicus* non recensé au cours de l'étude, utilise potentiellement la zone d'étude comme territoire de chasse et de reproduction au même titre que les milieux alentours.

De même, Le Caméléon – *Furcifer pardalis*, n'a pas été recensé, mais les habitats restent favorables à l'espèce.

Au sein de l'emprise envisagée (aire d'étude immédiate) du projet, l'intérêt/l'utilisation des formations végétales recensées pour la faune terrestre sont :

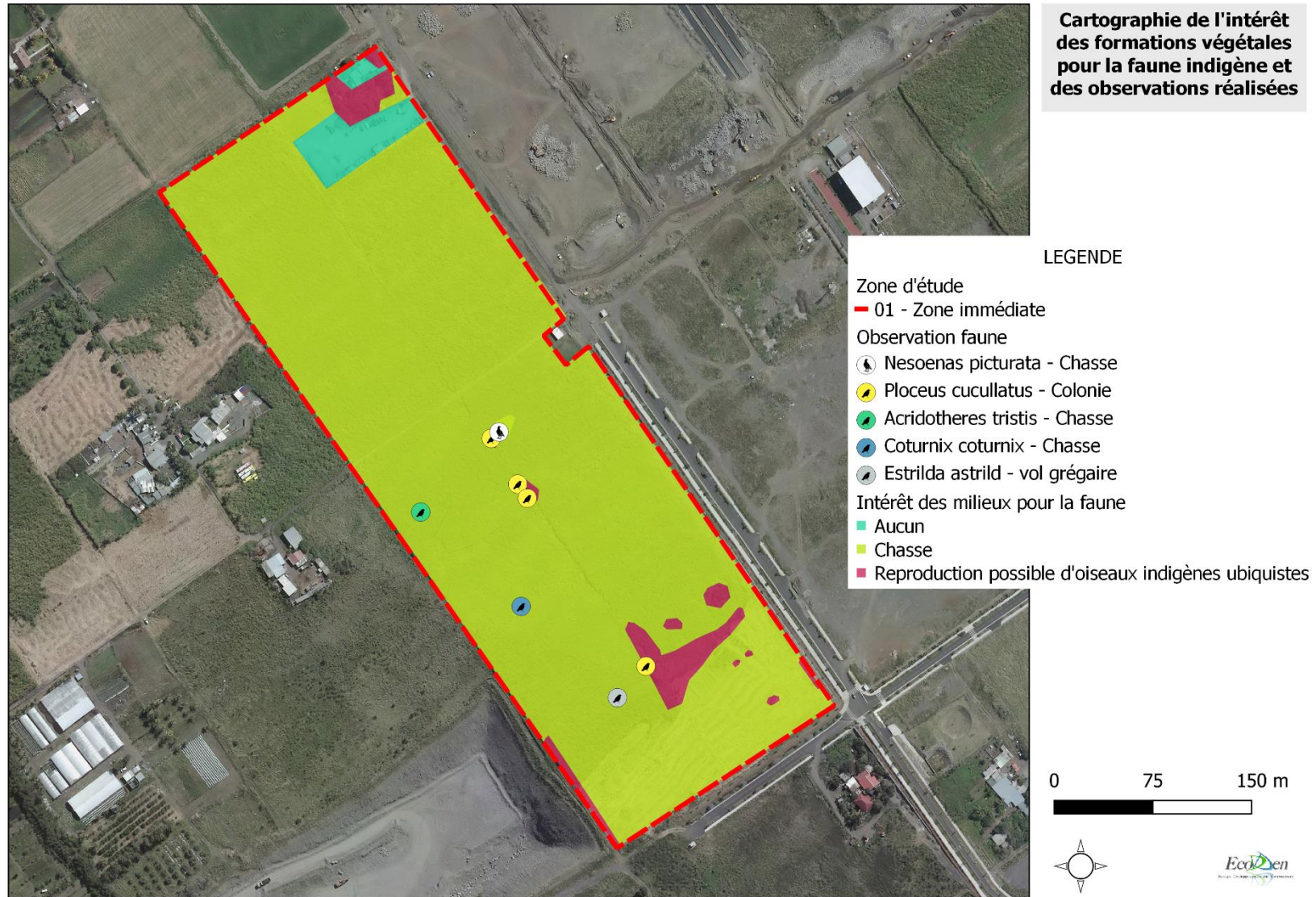
- **Intérêt faible à modéré :**

Les fourrés arborés à *Cocos nucifera* et *Acacia longifolia* ainsi que les grands fruitiers exotiques composant le jardin de l'habitation au nord de la parcelle pouvant être utilisé comme territoire de reproduction par la Tourterelle malgache.

Les fourrés arbustifs à *Schinus terebinthifolia* et *Leucaena leucocephala* utilisés de manière certaine pour la Tourterelle malgache comme territoire de chasse et de manière possible par l'Oiseau blanc pour la chasse et la reproduction.

- **Intérêt faible :** Les friches herbacées utilisées comme territoire de chasse et de reproduction par diverses espèces dont l'avifaune indigène ubiquiste.
- **Très faible :** Les parcelles cultivées à *Saccharum officinarum* utilisées comme territoire de chasse.

Carte 6 : Intérêt des milieux pour la faune et des observations réalisées



## III.2. LES CONTINUITES ECOLOGIQUES – LA TRAME TERRESTRE

*La trame terrestre s'intéresse aux habitats naturels et semi-naturels et à la faune terrestre de La Réunion. Elle est composée de 5 sous trames altitudinales assemblées dans une carte (Asconit, EcoDDen, DEAL, 2014). Selon l'étude de 2014 sur l'identification et la cartographie préalable des continuités écologiques à La Réunion, ont été prises en compte au travers de cette trame, l'état de conservation des formations végétales, les espèces de faune inféodées à ces milieux, notamment les oiseaux forestiers ou certains insectes.*

A la lecture de cette carte on constate que la majeure partie de l'aire d'étude immédiate est en zone de monoculture et constitue un élément de fragmentation des continuités écologiques environnantes, toutefois déjà fortement perturbée.

**D'après les expertises réalisées, la zone d'étude ne constitue pas une zone de biodiversité potentielle ni un habitat écologique d'intérêt particulier. Elle est globalement inscrite dans une séquence d'espace urbain et de monoculture.**

**En zone rapprochée, le littoral au droit de la zone d'étude est considéré comme un corridor et réservoir de biodiversité avéré. L'impact potentiel du projet concernant la zone d'étude sur la trame terrestre de ce littoral est évalué comme faible.**

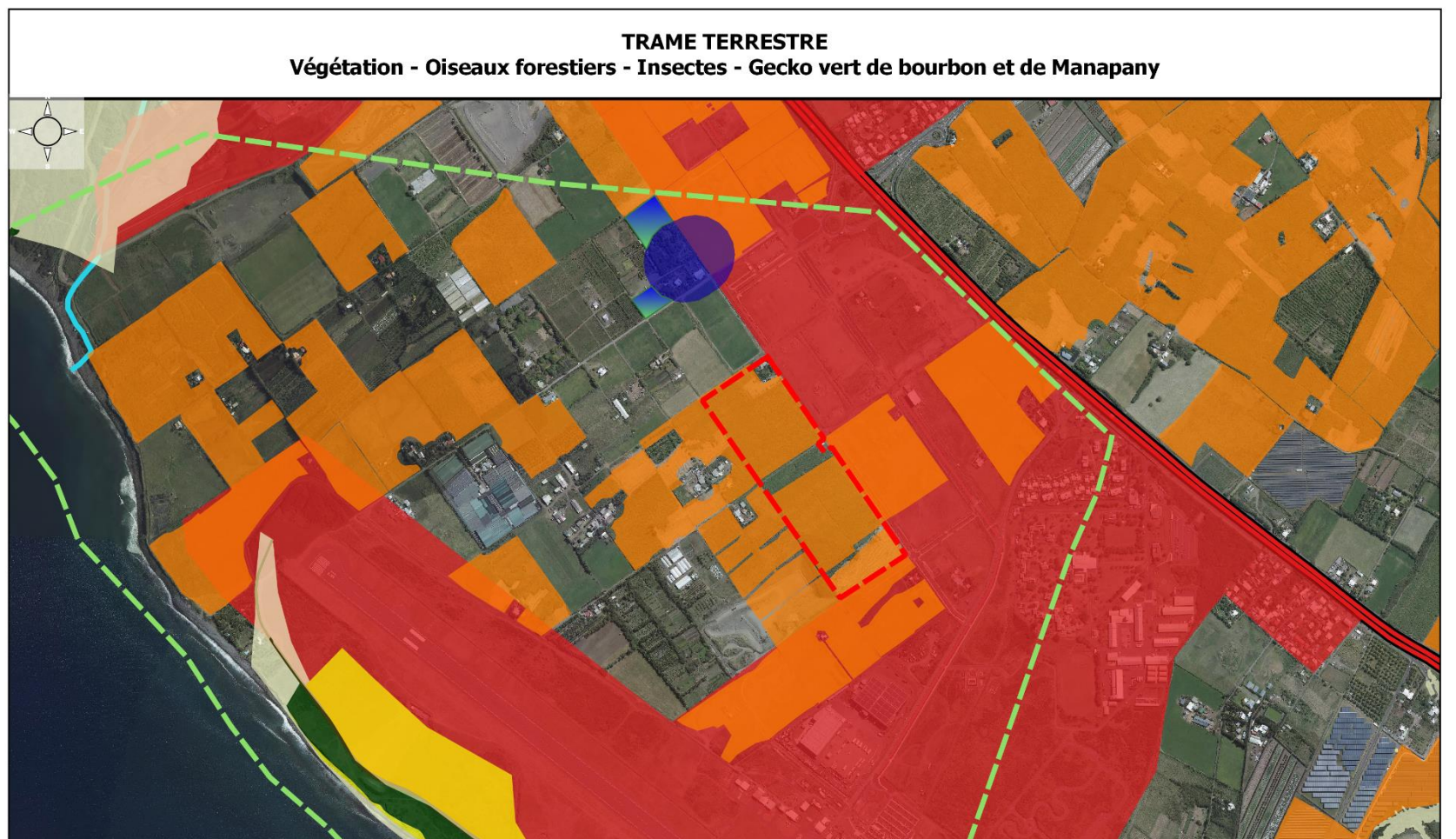
### SOUS TRAME – GECKO VERT DE MANAPANY

*La trame terrestre s'intéresse aux habitats naturels et semi-naturels et à la faune terrestre de La Réunion. Une sous-trame relative au gecko vert de Manapany, comme espèce indicatrice de continuité a été réalisée et cartographiée (Asconit, EcoDDen, DEAL, 2014). C'est une espèce en régression sur l'île, notamment à cause de la dégradation continue de son habitat.*

**A la lecture de la carte de cette sous-trame, on constate que la zone d'étude ne figure pas dans les continuités écologiques potentielles de l'espèce. En revanche les données recensées au droit de l'aire rapprochée indiquent la présence d'un habitat favorable et zone de sensibilité forte pour l'espèce à 250 mètres au nord (Domaine du Café grillé). En outre aucune population n'y est recensée et des routes secondaires figurent d'importants obstacles entre la zone d'étude et ces habitats favorables.**



Carte 7 : Cartographie des continuités écologiques – Trame terrestre (Asconit, EcoDDen, DEAL, 2014)



**Zone d'étude**  
 - 01 - Zone immédiate  
 - 02 - Zone rapprochée

**PHELSUMA INEXPECTATA**

■ Habitat favorable  
 ■ Sensibilité majeure

**Continuités écologiques**

■ Réservoir de biodiversité avéré  
 ■ Réservoir de biodiversité potentiel

■ Corridor avéré  
 ■ Corridor potentiel

**Eléments de fragmentation**

■ Monoculture  
 ■ Principaux espaces urbains

**Obstacles**

■ Routes primaires  
 ■ Rivières pérennes

0 200 400 m

EcoDDen

25 / 6 / 2021

### III.3. SYNTHÈSE DE L'INTERET DES MILIEUX NATURELS TERRESTRES

L'intérêt patrimonial des milieux est un croisement entre :

- ✓ la patrimonialité intrinsèque des types de végétation recensés et cartographiés, modulé par leur état sanitaire (bon ou dégradé),
- ✓ la présence d'espèces végétales patrimoniales,
- ✓ l'intérêt des habitats pour la faune,
- ✓ l'intérêt des milieux vis-à-vis des continuités écologiques – trame terrestre.

Ainsi nous distinguons :

Intérêt	Secteur et justification
<b>Faible à modéré</b>	<p>Les fourrés arborés à <i>Cocos nucifera</i> et <i>Acacia longifolia</i> ainsi que les grands fruitiers exotiques composant le jardin de l'habitation au nord de la parcelle pouvant être utilisés comme territoire de reproduction par la Tourterelle malgache.</p> <p>Les fourrés arbustifs à <i>Schinus terebinthifolia</i> et <i>Leucaena leucocephala</i> utilisés de manière certaine pour la Tourterelle malgache comme territoire de chasse et de manière possible par l'Oiseau blanc pour la chasse et la reproduction.</p> <p>Ces formations jouent un rôle local dans le maintien des continuités écologiques pour la faune commune.</p>
<b>Faible</b>	Les grands espaces de friches herbacées utilisées comme territoire de chasse et de reproduction par diverses espèces dont l'avifaune indigène ubiquiste.
<b>Très faible</b>	Les parcelles cultivées à <i>Saccharum officinarum</i> utilisées comme territoire de chasse.

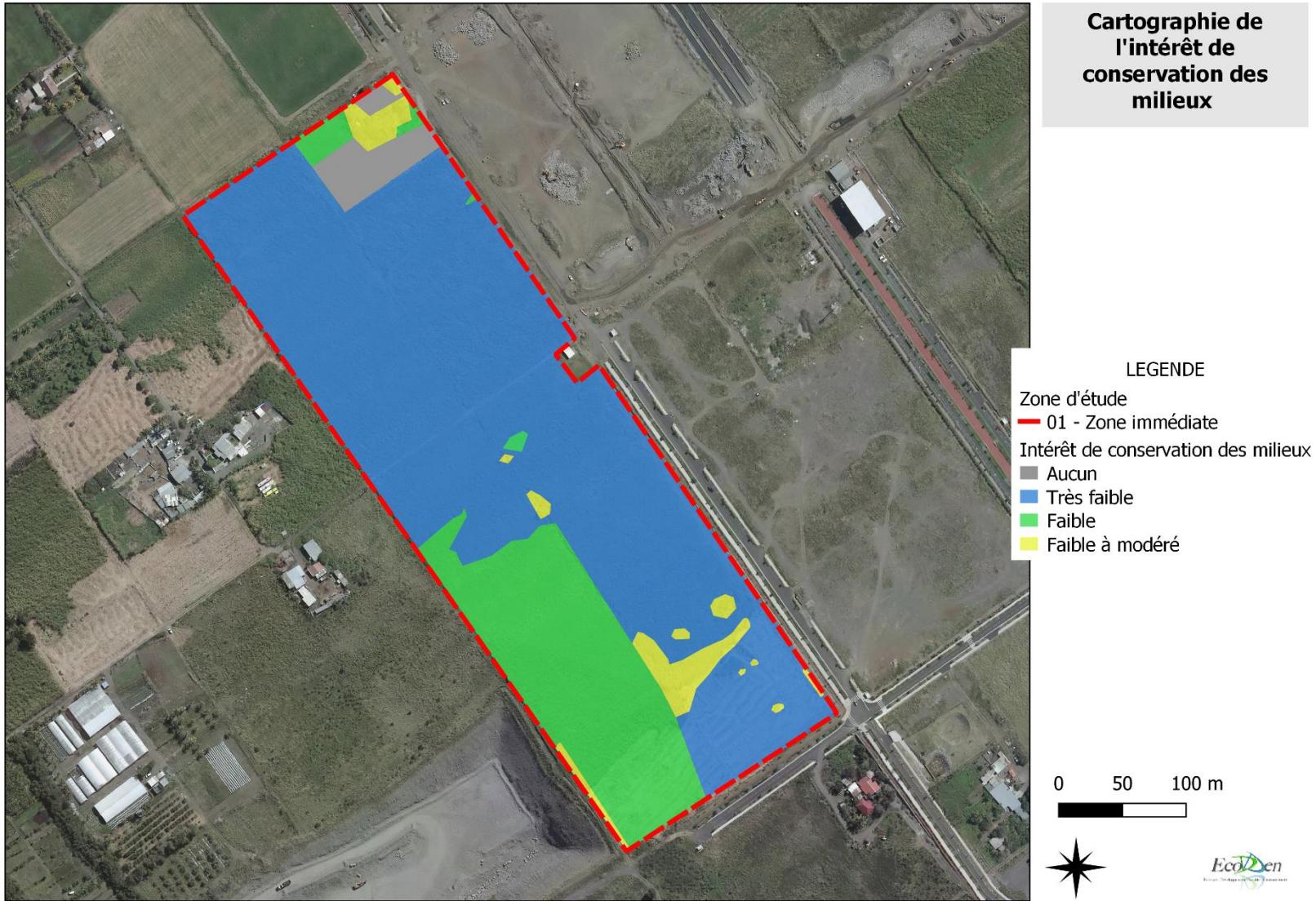
**Le champ de canne au droit de la zone d'étude présente un intérêt de conservation très faible.**

**Les friches exotiques, du fait de leur grande surface, présente un territoire de chasse certain pour l'avifaune indigène ubiquiste. Etant composée d'espèces végétales exotiques, les rares espèces indigènes étant très communes, l'intérêt de conservation de ces friches reste toutefois faible.**

**Les fourrés arbustifs haut et arbustifs adjacents présentent un intérêt de conservation faible à modéré dans leur rôle au maintien des continuités écologiques et leurs utilisations possibles comme territoire de reproduction par la faune indigène.**



Carte 8 : Intérêt de conservation des milieux terrestres



24 / 1 / 2022

## IV. LES ESPECES DE LA TRAME AERIENNE

### IV.1. LE BUSARD DE MAILLARD – CIRCUS MAILLARDI

#### IV.1.1. ETAT DES CONNAISSANCES SUR LE BUSARD DE MAILLARD

Le Busard de Maillard - *Circus maillardi*, localement appelé « Papangue », est l'unique rapace nicheur de L'île de La Réunion. Présent précédemment à Maurice (Mourer-Chauviré et al. 2004), il a aujourd'hui disparu de cette île. Le Busard de Maillard constitue donc une espèce endémique de La Réunion, légalement protégée et considérée en danger d'extinction selon les critères de l'IUCN. C'est pourquoi il fait l'objet d'un Plan National d'Action (PNA).

- **Les menaces**

Les différentes menaces qui pèsent sur l'espèce ont été recensées et hiérarchisées lors de l'élaboration du PNA. Elles sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Tab. 5 : Hiérarchisation des menaces d'après Heredia et al. 1996\*

Type de menace	Niveau de priorité :
Braconnage	Elevée
Empoisonnement secondaire	Elevée
Collision, électrocution	Moyenne à Elevée
Urbanisation	Faible à Moyenne
Incendies	Faible
Cyclone	Faible
Dérangement	Faible
Prédation et compétition naturelle	Faible à Nulle
Disponibilité des sites de reproduction	Nulle
Disponibilité des proies	Nulle
Compétition intraspécifique	Nulle

\***critique** : un facteur qui pourrait conduire à l'extinction de l'espèce dans les 20 prochaines années ou moins ;

**élevée** : un facteur qui pourrait conduire au déclin de la population de plus de 20 % en 20 ans ou moins ;

**moyenne** : un facteur qui pourrait conduire à un déclin de la population inférieur à 20 % sur une part significative de son aire de distribution en 20 ans ou moins ;

**faible** : un facteur qui affecte l'espèce seulement à un niveau local ;

**indéterminée** : un facteur ayant des chances d'affecter l'espèce mais dans une proportion inconnue.

- **Habitat fréquenté**

Ce rapace se reproduit surtout entre 0 et 1600 mètres d'altitude et plus particulièrement entre 500 et 1000 m. Son habitat préféré est constitué de mosaïque Forêt/Fourré/Friche avec un secteur impénétrable pour nicher. La reproduction s'étale toute l'année avec une saison principale de reproduction entre Novembre et Avril.

- **Les domaines vitaux**

Le terme "territoire" est employé lorsqu'il s'agit d'un espace défendu par les individus, ce qui n'est pas le cas chez le Busard de Maillard puisqu'un même secteur peut être utilisé par plusieurs couples voisins notamment



dans les zones à forte densité. Les termes "domaines vitaux" ou "zones vitales" sont plus appropriés. Ainsi ceux-ci peuvent mesurer de 2,5 à 3 km<sup>2</sup> et jusqu'à 4 à 6 km<sup>2</sup> lorsque ces zones sont situées à des altitudes élevées (Clouet 1978).

## IV.1.2. LE BUSARD DE MAILLARD SUR LA ZONE D'ÉTUDE

### Résultat des expertises

Selon les données du PNA<sup>2</sup> (Plan National d'Action, SEOR et BIOTOPE, 2011), aucun domaine vital n'est recensé sûr ou à proximité de la zone d'étude, excepté en zone éloignée à environ 4,4 km au nord-ouest.

Les milieux fortement anthropisés et cultivés de l'aire rapprochée ne sont pas favorables à l'espèce en termes de reproduction, mais potentiellement à la chasse. La présence de la route et des habitations à proximité directe de la zone d'étude rend toutefois le site peu propice à la chasse. Aucun individu n'a été observé au cours des expertises.

**L'enjeu de conservation de cette espèce sur la zone d'étude est donc faible à modéré sur la zone.**

Nom scientifique	Nom français	Endémicité	Protection	Patrimonialité Réunion	Période de nidification	Statut sur la zone d'étude	Enjeux / Vulnérabilité
<b>Rapace</b>							
<i>Circus maillardi</i>	Busard de Maillard Papangue	Réunion	Protection	EN: En danger Déterminante de ZNIEFF	Décembre à Mai	Aucun individu observé.  Des domaines vitaux sont recensés dans la bibliographie à 4km en amont de l'aire rapprochée.	Faible à modéré

<sup>2</sup> GRONDIN V. & PHILIPPE J.S. 2011. - Plan de conservation du Busard de Maillard (*Circus maillardi*). SEOR et BIOTOPE pour la DEAL, la Région Réunion, Aérowatt et la Ville de l'Etang-Salé, 81p. (et atlas cartographique)

### IV.1.3. LES CONTINUITES ECOLOGIQUES – LA TRAME AERIENNE – LE BUSARD DE MAILLARD

L'étude de 2014 sur l'identification et la cartographie préalable des continuités écologiques à La Réunion (Asconit, EcoDDen, DEAL, 2014) met en évidence les éléments suivants pour la trame aérienne qui s'intéresse aux oiseaux ayant une grande capacité de vol et dont les déplacements sont indépendants de l'occupation du sol.

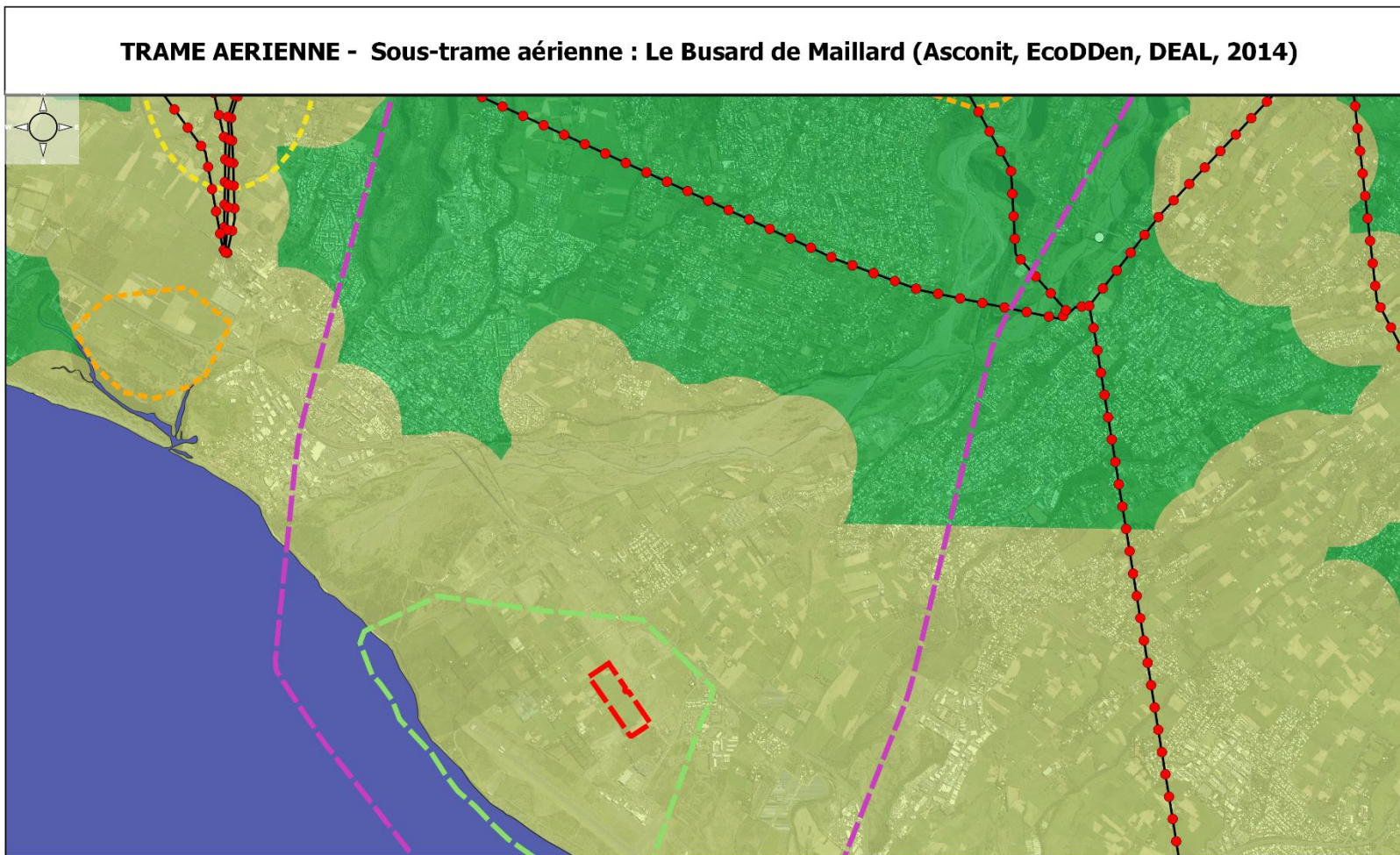
Cette trame aérienne est composée de deux sous trames : une sous trame diurne basée sur le Busard de Maillard (*Circus maillardi*) et une sous trame nocturne basée sur les pétrels (*Pseudobulweria aterrima* & *Pterodroma barau*) et le Puffin de Baillon (*Puffinus lherminieri bailloni*)

Les déplacements entre les zones de nidification ou de repos et les zones de chasse rendent le Busard de Maillard vulnérable au risque de collision avec des obstacles aériens.

Les principaux obstacles sont les lignes à haute tension, les éoliennes, les ponts à haubans et les transports par câbles.

**A la lecture de la carte de cette sous-trame, la zone d'étude immédiate et le périmètre rapproché sont en aire de probabilité de présence moyenne pour le Busard de Maillard. Les expertises réalisées confirment l'importance faible à modéré de l'aire d'étude rapprochée en tant que corridor écologique pour cette espèce. L'enjeu de conservation de cette espèce sur le périmètre immédiat est faible à modéré.**

Carte 9 : Cartographie des continuités écologiques – Sous-trame aérienne : Le Busard de Maillard (Asconit, EcoDDen, DEAL, 2014) et des observations et données recensées



Zone d'étude	Busard de Maillard	Probabilité de présence forte	Obstacles	0 500 1 000 m	
01 - Zone immédiate	Domaine vital (SEOR, 2010)	Probabilité de présence moyenne	Ponts		
02 - Zone rapprochée	Domaine vital probable		Lignes électriques		25 / 6 / 2021
03 - Zone éloignée					

## IV.2. LES OISEAUX MARINS

### IV.2.1. LE PETREL DE BARAU - PTERODROMA BARAUI (JOUANIN, 1964)

Le Pétrel de Barau ou Taillevent - *Pterodroma baraui* (Jouanin, 1964), est un oiseau marin océanique et pélagique, endémique de La Réunion, règlementairement protégé, en danger d'extinction (EN) selon l'IUCN et déterminant de ZNIEFF.

Cette espèce utilise les zones terrestres pour établir son nid et chasse en mer. L'espèce creuse un nid dans les remparts et sur les plateaux (végétation arbustive), principalement dans les hauteurs de l'île entre 2500 et 2800 m d'altitude (les sommets les plus hauts : Grand Bénare, Gro Morne, ...). La plus récente estimation de la population donne un nombre compris entre 6 000 et 8 500 couples reproducteurs repartis en une dizaine de colonies (Pinet et al. 2011).

La période de reproduction s'étale entre août et avril (ce dernier mois correspondant au pic d'envol des jeunes), l'espèce est absente de l'île durant une partie de l'hiver austral (Probst, 2002).

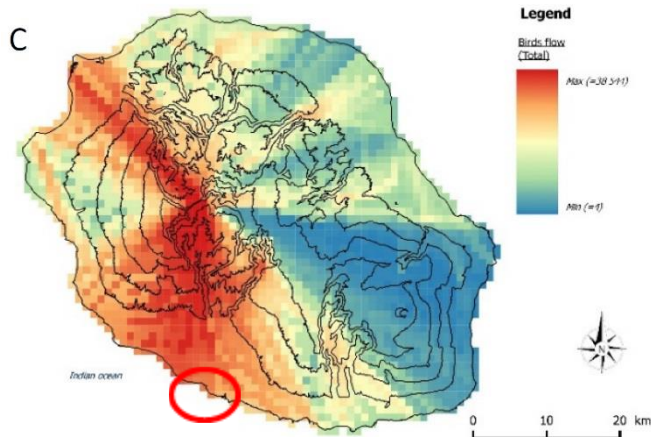
Les différentes menaces qui pèsent sur l'espèce ont été recensées et hiérarchisées lors de l'élaboration du PNA. Elles sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Menaces hiérarchisées en fonction de leur degré d'importance décroissante et de leur impact sur la survie des adultes ou des juvéniles :

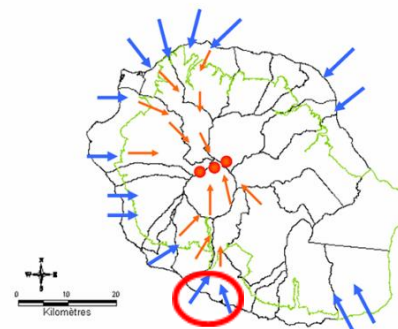
1	Prédation par les chats
2	Echouages induits par les éclairages
3	Collisions
4	Prédation par les rats
5	Braconnage par l'homme (1)
6	Disponibilité alimentaire
7	Destruction/dégradation des terriers

(1): le braconnage peut potentiellement avoir un impact plus élevé

Les Pétrels de Barau peuvent accéder aux colonies en tout point de la côte, mais très rarement par la côte Est, entre Ste Marie et St Joseph (Gerdil 1998 ; SEOR Base de données). Les passages les plus importants se font principalement sur la côte ouest, entre La Possession et Cap Méchant (Jouanin & Gill, 1967 / Jadin & Billiet, 1979), avec une concentration plus importante au niveau du Port et de La Possession pour l'Ouest et le secteur de la rivière St Etienne pour le Sud. D'autres points de franchissements sont empruntés de manière plus ou moins importante, selon les conditions météorologiques (plafonds nuageux d'altitude, forts vents de mer, ...). Les hauteurs de vol, au-dessus des terres, sont également dépendantes des conditions météorologiques (SEOR obs. pers.).



Carte des flux des oiseaux marins (OMAIR, 2016).



1. Couloirs de remontée des pétrels de Barau de la mer vers les sites de reproduction et localisation de ces sites. (d'après Probst, 1997)

- ← Couloirs de remontée de la mer vers la terre
- ← Couloirs de remontée du littoral vers les colonies
- Sites de reproductions

Carte des couloirs de remontée des pétrels de Barau de la mer vers les sites de reproduction et localisation de ces sites (Probst, 1997, in Minatchy, 2004).

**La zone d'étude se situe dans le principal couloir de migration du Pétrel de Barau en zone de survol de priorité 1. Le site est donc survolé par cette espèce. L'enjeu de conservation est donc très fort vis-à-vis des éventuelles perturbation (éclairage et câbles aériens notamment).**

Nom scientifique	Nom français	Endémicité	Protection	Patrimonialité Réunion	Période de nidification	Statut sur la zone d'étude	Enjeux / Vulnérabilité
<b>Oiseaux marins</b>							
<i>Pterodroma barau</i>	Pétrel de Barau Taille vent	Réunion	Protection	EN: En danger Déterminante de ZNIEFF	Août à Mai	Transit majeur vers les zones de nidification. Zone de vol de priorité 1. Survola certain de la zone d'étude.	<b>Très fort</b>



## IV.2.2. LE PETREL NOIR DE BOURBON - *PSEUDOBULWERIA ATERRIMA*



Le Pétrel noir de Bourbon (*Pseudobulweria aterrima*), espèce endémique de l'île de La Réunion, est un des oiseaux marins les plus rares dans le monde, dont le statut de conservation est jugé « Critique », c'est à dire, avec un risque de disparition dans la prochaine décade (IUCN 2008 et 2010 ; BirdLife International 2006).

Les menaces qui pèsent sur l'espèce sont les mêmes que celles pour le Pétrel de Barau.

### • PRESENTATION

Le Pétrel noir de Bourbon - *Pseudobulweria aterrima*, ou « Timize » en créole, espèce endémique de l'île de La Réunion, est un des oiseaux marins les plus rares dans le monde, dont le statut de conservation est jugé « Critique », c'est à dire, avec un risque de disparition dans la prochaine décade (IUCN 2008 et 2010 ; BirdLife International 2006).

Cette espèce ne présente pas de dimorphisme sexuel apparent. Les adultes ont un plumage noir uniforme. Le bec noir est court et robuste. Les pattes sont bicolores : le tarse et la partie proximale de la palmure sont rosés, le doigt externe et les 2/3 distaux de la palmure sont noirs.

Le projet Life+ Pétrels 2014 – 2020 a permis de faire un bond de géant dans la connaissance sur la biologie et l'écologie des Pétrels noir de Bourbon.

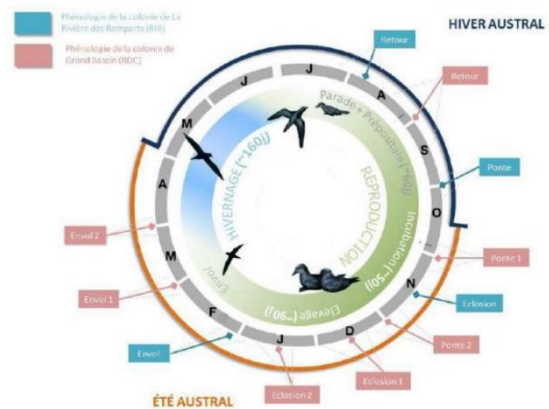
Les résultats des travaux de génétique des populations sur 92 individus ont estimé une taille de la population à 100 couples et environ 200 prospecteurs.

### • La reproduction :

Les suivis montrent une saisonnalité de reproduction hétérogène entre les colonies. La saison de reproduction s'étale de juillet-août à avril-mai.

### • LES HABITATS REFUGES :

18 sites chanteurs de Pétrels noir de Bourbon localisés dont 2 colonies découvertes avec plus de 45 terriers suivis.



Cycle de reproduction du Pétrel noir de Bourbon observé sur les deux colonies suivies sur 3 saisons

Ces sites se trouvent dans les 3 principales ravines du sud e l'île, Bras de la Plaine, Grand-Bassin, Rivière des Remparts et Rivière Langevin.

Les colonies sont organisées en patch de 5-10 terriers répartis entre 650 et 1200 m d'altitude dans des remparts avec une orientation sud ou ouest. Elles se situent sur des petites vires et sont associées à des ruptures de pente très forte (60°) dans des jeunes forêts de l'étage mésotherme à dominance *Olea lancea* et *Monimia rotundifolia*. Les résultats de la modélisation des habitats favorables et des observations montrent que les colonies encore existantes se situent dans de petites zones très inaccessibles représentant les derniers habitats refuges qui limitent l'accès des prédateurs et surtout des chats, mais aussi la place disponible pour les Pétrels noir de Bourbon, ...

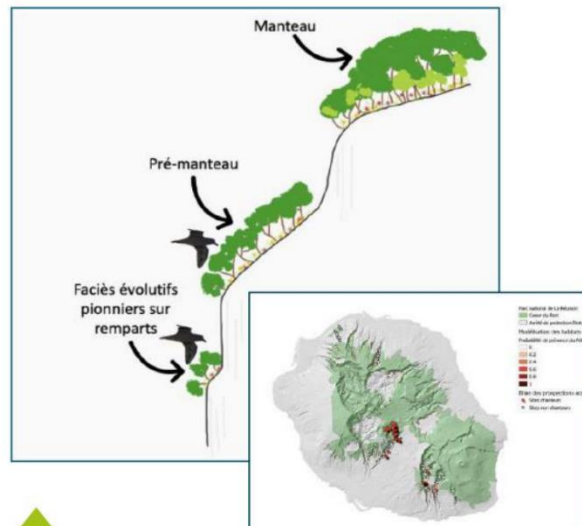


Schéma des habitats refuges et modélisation prédictive de l'habitat favorable du Pétrel noir de Bourbon (Huré 2019)

- Localisation des échouages des Pétrels noirs de Bourbon sur l'île de La Réunion

La répartition des lieux de découverte des Pétrels noirs de Bourbon échoués sur l'île de La Réunion est concentrée sur deux secteurs de l'île : le quart sud-ouest et le nord-est incluant le Cirque de Salazie. Les Pétrels noirs récupérés par le réseau de sauvetage proviennent (à 76,5 %) du sud-ouest de l'île, dans un triangle « Plaine des Cafres-Etang-salé-les-bains-Saint Joseph ». La concentration des échouages sur ce périmètre est certainement liée à la présence attestée des Pétrels noirs de Bourbon autour de Grand Bassin. On peut supposer que les oiseaux ont une tendance plus marquée à transiter vers cette zone de reproduction probable à partir de la côte sud-ouest de l'île. Cette zone a été préalablement identifiée comme un couloir important de passage pour le Pétrel de Barau qui se reproduit sur les plus hauts sommets de l'île (Salamolard 2008).

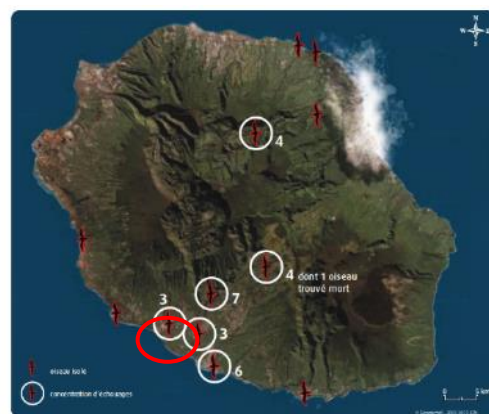


Figure 16. Localisation des échouages de Pétrel noir de Bourbon sur l'île de La Réunion entre 1970 et 2013.

Les autres échouages ont lieu dans le nord-est de l'île : à Bois Rouge (1), à Ste Suzanne centre-ville (1), Rivière du Mâts-les-Hauts (1) dans le Cirque de Salazie (4) et dans l'ouest de l'île à Saint Leu (1). Nous ne disposons pas actuellement d'information attestant de l'existence de sites de reproduction du Pétrel noir dans le Cirque de Salazie.

**Le projet se situe dans le principal cône de survol et d'échouage du Pétrel Noir de Bourbon, en zone de survol de priorité 1. Le site est donc survolé par cette espèce. L'enjeu de conservation est donc très fort vis-à-vis des éventuelles perturbation (éclairage et câbles aériens notamment).**



Nom scientifique	Nom français	Endémicité	Protection	Patrimonialité Réunion	Période de nidification	Statut sur la zone d'étude	Enjeux / Vulnérabilité
<b>Oiseaux marins</b>							
<i>Pseudobulweria aterrima</i>	Pétrel noir de Bourbon Fouquet Noir, Timize	Réunion	Protection	CR : En danger critique d'extinction Déterminante de ZNIEFF	Septembre à Mars ?	Situé dans le cône de survol et d'échouage. Zone de vol de priorité 1. Survол certain de la zone d'étude.	Très fort

### IV.2.3. LES PUFFINS

Le Puffin tropical, Puffin de Baillon, Petit fouquet, *Puffinus lherminieri* (Lesson), 1839 et le Puffin du Pacifique, Puffin fouquet, *Ardenna pacifica*, sont des oiseaux marins pélagiques ne venant à terre que pour se reproduire. Les puffins nichent en colonie. La période de nidification varie suivant les localités. Le maximum d'intensité a été relevé entre la mi-juillet et fin mars. Cependant, des oiseaux sont notés sur l'île presque tout au long de l'année. Le Petit fouquet fréquente principalement les falaises et les remparts des ravines du littoral jusqu'à 1600 mètres d'altitude, tandis que le Fouquet gris niche principalement le long des falaises près de la côte. Ces espèces restent fidèles à son lieu de nidification.

Les menaces qui pèsent sur l'espèce sont globalement les mêmes que pour le Pétrel.

Ces espèces sont indigènes de La Réunion, protégées et de préoccupation mineure (LC) selon l'IUCN. Elle présente une distribution pantropicale.

**Selon la carte de distribution spatiale des colonies d'oiseaux marins de la SEOR, aucune colonie n'est recensée sur le littoral au sein de l'aire rapprochée. Les colonies les plus proches sont situées dans l'air éloignée à 5,5 kilomètres au nord-ouest et à 7,5 km au nord. La zone d'étude n'accueille pas de site propice à l'installation de colonie cependant il est très certainement survolé par ces espèces et situé en zone de survol de priorité 1. L'enjeu de conservation est modéré à-vis des éventuelles perturbations (éclairage et câbles aériens notamment).**

Nom scientifique	Nom français	Endémicité	Protection	Patrimonialité Réunion	Période de nidification	Statut sur la zone d'étude	Enjeux / Vulnérabilité
<b>Oiseaux marins</b>							
<i>Puffinus lherminieri ssp. bailloni</i>	Puffin tropical Petit Fouquet	Afromalgache	Protection	LC: Préoccupation mineure Espèce à statut indéterminé Déterminante de ZNIEFF	Toute l'année avec un pic de Juillet à Janvier	Des colonies de reproduction sont recensées dans les remparts et cirques en amont de l'aire d'étude, en zone éloignée. La zone d'étude est en zone de survol de priorité 1. Le site est certainement survolé par cette espèce.	Modéré

Nom scientifique	Nom français	Endémicité	Protection	Patrimonialité Réunion	Période de nidification	Statut sur la zone d'étude	Enjeux / Vulnérabilité
<i>Ardenna pacifica</i>	Puffin du Pacifique Fouquet gris	Pantropical	Protection	LC: Préoccupation mineure Espèce à statut indéterminé Déterminante de ZNIEFF	Toute l'année avec un pic de Juillet à Janvier	Des colonies de reproduction sont recensées dans les remparts et cirques en amont de l'aire d'étude, en zone éloignée. La zone d'étude est en zone de survol de priorité 1. Le site est certainement survolé par cette espèce.	Modéré

#### IV.2.4. LE PAILLE EN QUEUE A BEC JAUNE – *PHAETHON LEPTURUS*

Le Paille en queue à bec jaune -*Phaethon lepturus*, est une espèce indigène, protégée, de préoccupation mineur (LC) selon l'IUCN, assez commune à la Réunion, qui se nourrit en mer et niche sur les falaises, remparts et promontoires rocheux de l'île notamment dans les bas.

**Aucun individu n'a été observé au cours des expertises. Aucun site propice à la reproduction n'a été identifié sur la zone d'étude. Aucun site de nidification n'est référencé dans la zone rapprochée. Les colonies les plus proches sont situées dans l'air éloignée à 5,5 kilomètres au nord.**

**Le site est cependant potentiellement survolé par cette espèce. L'enjeu de conservation est donc modéré.**

Nom scientifique	Nom français	Endémicité	Protection	Patrimonialité Réunion	Période de nidification	Statut sur la zone d'étude	Enjeux / Vulnérabilité
<b>Oiseaux marins</b>							
<i>Phaethon lepturus</i>	Phaéon à bec jaune Paille en queue	Pantropical	Protection	LC: Préoccupation mineure	Toute l'année avec un pic de Septembre à Mars	Aucun individu observé. Des individus peuvent survoler la zone.	Modéré

#### IV.2.5. LES CONTINUITES ECOLOGIQUES – LA TRAME AERIENNE – LES PETRELS ET LES PUFFINS

L'étude de 2014 sur l'identification et la cartographie préalable des continuités écologiques à La Réunion (Asconit, EcoDDen, DEAL, 2014) met en évidence les éléments suivants pour la trame aérienne qui s'intéresse aux oiseaux ayant une grande capacité de vol et dont les déplacements sont indépendants de l'occupation du sol.

Cette trame est composée de deux sous trames : une sous trame diurne basée sur le Busard de Maillard (*Circus maillardi*) et une sous trame nocturne basée sur les pétrels (*Pseudobulweria aterrima* & *Pterodroma baraui*) et

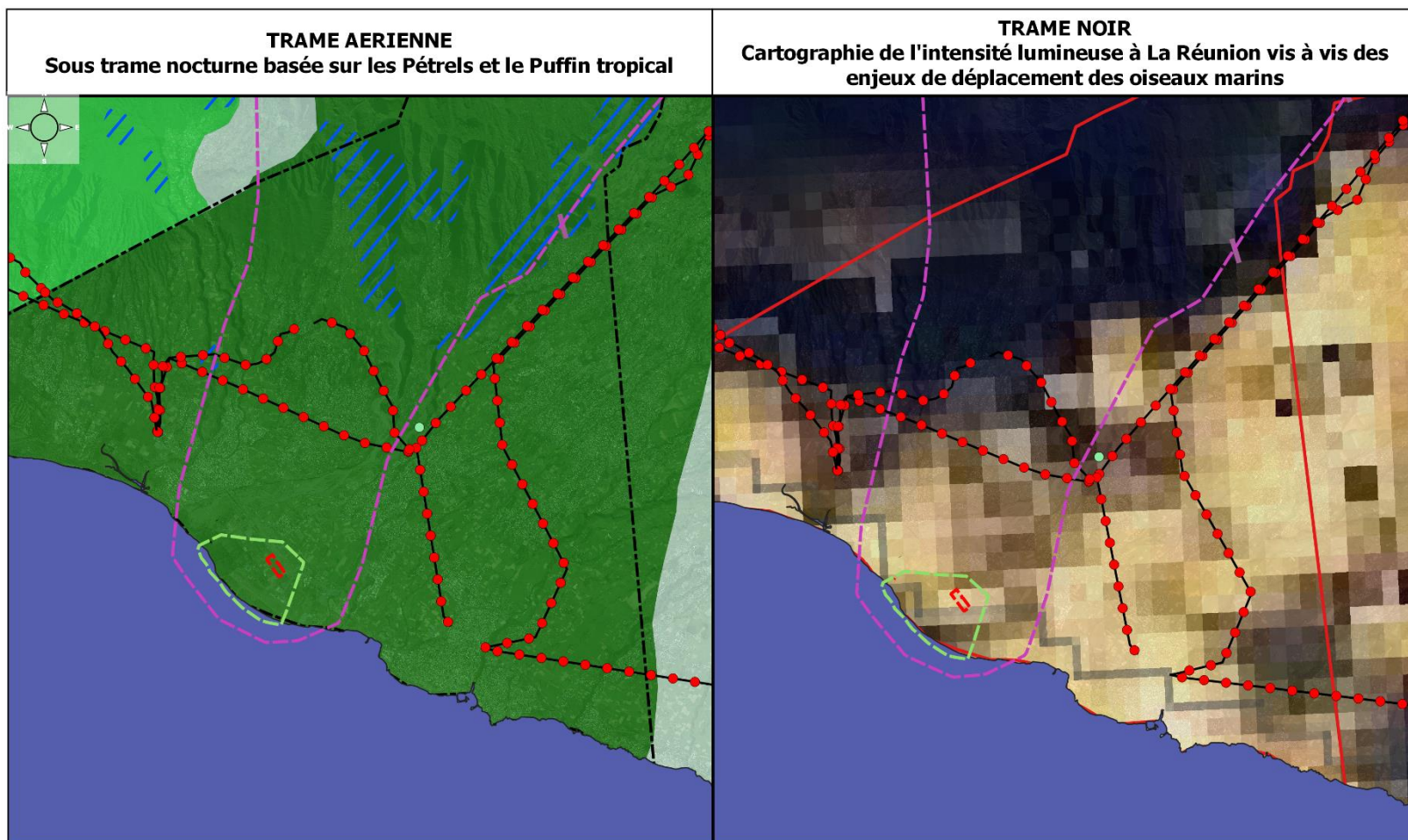
le Puffin de Baillon (*Puffinus lherminieri bailloni*). Les déplacements entre les zones de nidification ou de repos et les zones de chasse rendent ces espèces vulnérables au risque de collision avec des obstacles aériens. Les principaux obstacles sont les lignes à haute tension, les éoliennes, les ponts à haubans et les transports par câbles.

**A la lecture de la carte de cette sous-trame, la zone d'étude est en aire de survol de priorité 1.**

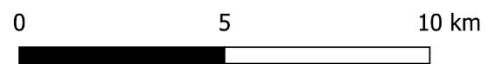
**Le périmètre d'étude est une zone de survol prioritaire pour les oiseaux marins dont le Puffin Tropical, le Pétrel de Barau et le Pétrel Noir de Bourbon, espèces à enjeu majeur de conservation. Le secteur proche des zones urbaines de Saint Pierre est déjà très perturbé par les éclairages artificiels néfastes pour ces espèces.**

**A ce titre l'enjeu de conservation concernant la trame aérienne est considéré comme fort.**

Carte 10 : Cartographie des continuités écologiques – Sous-trame aérienne : Les oiseaux marins (Asconit, EcoDDen, DEAL, 2014)



- Legende**
- |                        |                      |   |                           |
|------------------------|----------------------|---|---------------------------|
| Zone d'étude           | Obstacles            | ☐ Cone de survol Pétrel Noir                    | Corridor - Zone de survol |
| — 01 - Zone immédiate  | ● Ponts              | ☐ Colonies d'Oiseaux Marins (source SEOR, 2005) | ■ Priorité 1              |
| — 02 - Zone rapprochée | ● Lignes électriques |   | ■ Priorité 2              |
| — 03 - Zone éloignée   | — Transport câble    |   | ■ Priorité 3              |



## V. SYNTHÈSE DE L'INTERET PATRIMONIAL/ÉCOLOGIQUE DE LA ZONE D'ÉTUDE

L'intérêt patrimonial de la zone d'étude est présenté pour l'espace aérien et pour les milieux terrestres.

L'intérêt vis-à-vis de l'espace aérien est donné selon l'importance de la zone pour les oiseaux à grande capacité de vol et dont les déplacements ne sont pas directement liés à l'occupation du sol mais qui peuvent être perturbés par des aménagements (éclairages, poteaux et lignes aériennes, ...).

L'intérêt patrimonial des milieux est un croisement entre :

- ✓ La patrimonialité intrinsèque des types de végétation recensés et cartographiés, modulés par leur état sanitaire (bon ou dégradé),
- ✓ La présence d'espèces végétales patrimoniales,
- ✓ L'intérêt des habitats pour la faune (oiseaux forestiers, insectes, chiroptères, ...)
- ✓ L'intérêt des milieux vis-à-vis des continuités écologiques.

Ainsi nous distinguons :

Intérêt	Secteur et justification
<b>Espace aérien</b>	
<b>Fort</b>	L'espace aérien au-dessus du site est potentiellement utilisé par le Busard de Maillard comme zone de déplacement avec une probabilité de présence moyenne et est un couloir de migration de priorité majeur pour les oiseaux marins. L'enjeu relatif aux déplacements des oiseaux ayant une grande capacité de vol et dont les déplacements sont indépendants de l'occupation du sol (sauf obstacle) est donc considéré comme fort, vis à vis des perturbations lumineuses notamment.
<b>Milieux terrestres</b>	
<b>Faible à modéré</b>	<p>Les fourrés arborés à <i>Cocos nucifera</i> et <i>Acacia longifolia</i> ainsi que les grands fruitiers exotiques composant le jardin de l'habitation au nord de la parcelle pouvant être utilisés comme territoire de reproduction par la Tourterelle malgache.</p> <p>Les fourrés arbustifs à <i>Schinus terebinthifolia</i> et <i>Leucaena leucocephala</i> utilisés de manière certaine pour la Tourterelle malgache comme territoire de chasse et de manière possible par l'Oiseau blanc pour la chasse et la reproduction.</p> <p>Ces formations jouent un rôle local dans le maintien des continuités écologiques pour la faune commune.</p>
<b>Faible</b>	Les grands espaces de friches herbacées utilisées comme territoire de chasse et de reproduction par diverses espèces dont l'avifaune indigène ubiquiste.
<b>Très faible</b>	Les parcelles cultivées à <i>Saccharum officinarum</i> utilisées comme territoire de chasse.



**Le champ de canne au droit de la zone d'étude présente un intérêt de conservation très faible.**

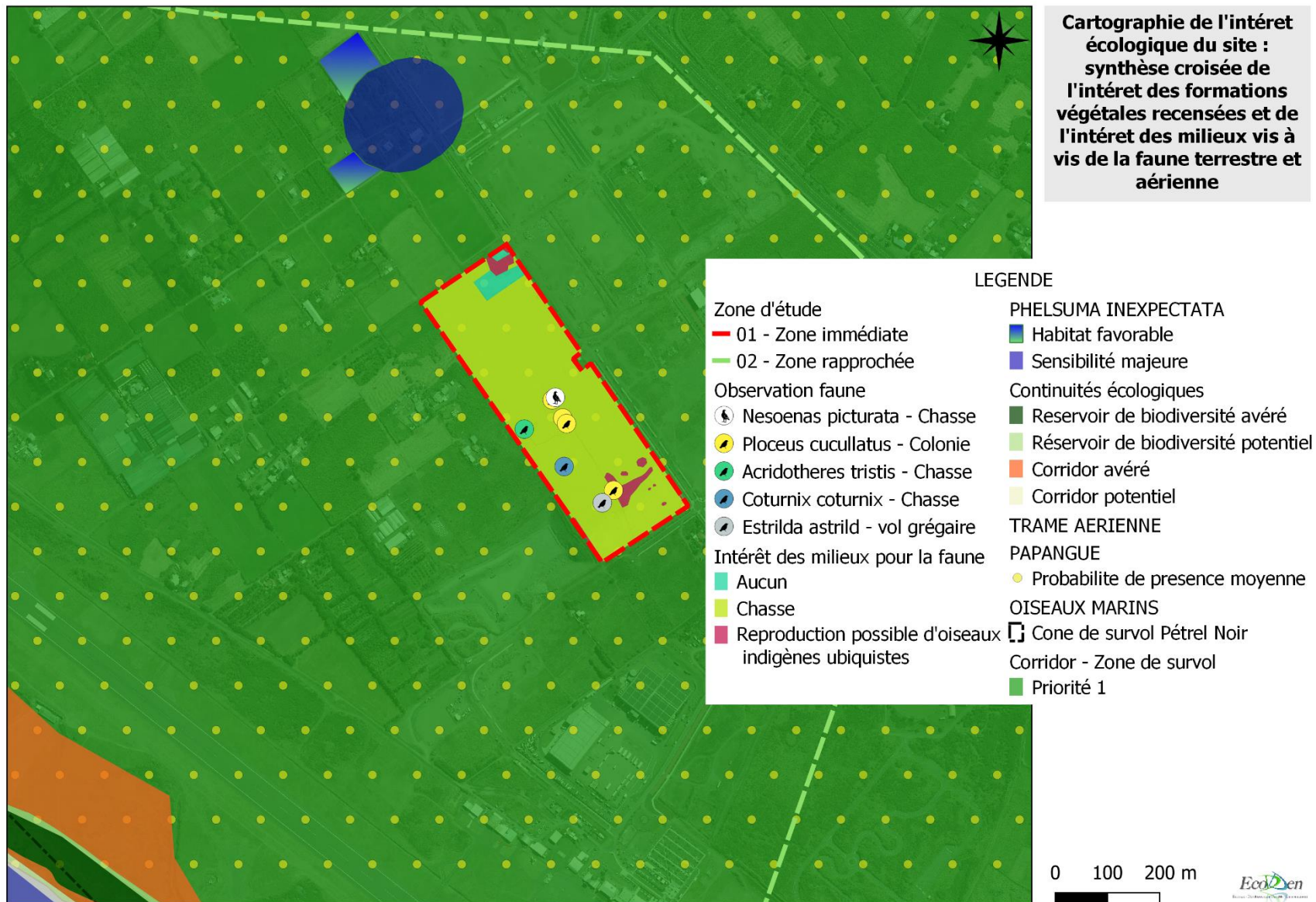
**Les friches exotiques présentent un intérêt de conservation faible comme territoire de chasse pour l'avifaune indigène ubiquiste et exotique commune.**

**Les fourrés arbustifs exotiques, ainsi que les arbres fruitiers du jardin présentent un intérêt de conservation faible à modéré dans leur rôle au maintien des continuités écologique pour l'avifaune indigène.**

**Les enjeux concernant la faune se concentrent essentiellement sur les perturbations nocturnes qu'apporteraient une intensification des éclairages sur la zone, ainsi que l'installation de câbles aériens accroissant la gêne pour les populations d'oiseaux marins (zone de survol de priorité 1).**

La synthèse des intérêts croisés du site est représenté au sein de la cartographie en suivant.

Carte 11 : Cartographie de l'intérêt écologique des milieux : synthèse croisée de l'intérêt des formations végétales recensées et de l'intérêt des milieux vis-à-vis de la faune et des continuités écologiques



# Annexe 1 : Liste des espèces végétales recensées sur la zone d'étude

NOM BOTANIQUE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE PRINCIPAL (Réunion)	STATUT REUNION	RARETÉ RÉUNION	ENDÉMICITÉ	INVASIBILITÉ	LISTE ROUGE UICN RÉUNION	PROTECTION RÉGIONALE	DÉTERMINATION ZNIEFF
<i>Acacia longifolia</i> (Andrews) Willd.	Fabaceae	0	Q(S)	E?	0	2	0	0	0
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	Herbe à bouc	Z	CC	0	3+	0	0	0
<i>Albizia lebeck</i> (L.) Benth.	Fabaceae	Bois noir	Z(Q)	AC?	0	4	0	0	0
<i>Amaranthus viridis</i> L.	Amaranthaceae	Pariétaire	Z	CC	0	3	0	0	0
<i>Argemone mexicana</i> L.	Papaveraceae	Chardon	Z	C?	0	3	0	0	0
<i>Arivela viscosa</i> (L) Raf.	Cleomaceae	0	Z	C	0	3+	0	0	0
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	Moraceae	0	Q(S?)	?	0	1	0	0	0
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	Fabaceae	Ambrevade	Q(N)	?	0	1	0	0	0
<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	Sapindaceae	Liane poc-poc	Z	C?	0	3	0	0	0
<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	Papaye	Q(S?R)	R?	0	1	0	0	0
<i>Chloris barbata</i> Sw.	Poaceae	0	Z	C?	0	3	0	0	0
<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	Cocotier	Q(R)	RR?	0	1	0	0	0
<i>Commelina benghalensis</i> L.	Commelinaceae	Grosse herbe de l'eau	K	C?	0	3	LC	0	0
<i>Crotalaria retusa</i> L.	Fabaceae	Pois rond marron	K	C?	0	3	LC	0	0
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae	Petit-chiendent	I?(Q)	AC?	0	X	LC	0	0
<i>Desmodium intortum</i> (Mill.) Urb.	Fabaceae	0	Z	AR?	0	4	0	0	0
<i>Dyopsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje et J. Dransf.	Arecaceae	Palmier multipliant	Q	0	0	1	0	0	0
<i>Euphorbia cyathophora</i> Murray	Euphorbiaceae	Petit poinsettia	N(Q)	R?	0	3	0	0	0
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae	Herbe de lait	Z	C	0	3	0	0	0
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Euphorbiaceae	Jean Robert	Z	C?	0	3	0	0	0
<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	Euphorbiaceae	Jean Belan	Z	AC?	0	3	0	0	0
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	Fabaceae	0	Z	R?	0	3	0	0	0
<i>Ipomoea obscura</i> (L.) Ker Gawl.	Convolvulaceae	0	Z	CC	0	3	0	0	0
<i>Jatropha curcas</i> L.	Euphorbiaceae	Pignon d'Inde	N(Q)	R?	0	3+	0	0	0
<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	Galabert	E(??)	(??)	0	(X)	0	0	0
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Fabaceae	Cassi	Z(Q)	C?	0	5	0	0	0
<i>Leucas aspera</i> (Willd.) Link	Lamiaceae	Petit tombé	Q(NS?)	RR?	0	0	0	0	0
<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C.B. Rob.	Lauraceae	Avocat marron	Z(Q)	C?	0	5	0	0	0
<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Manguier	Q(N?SR)	PC?	0	3+	0	0	0

NOM BOTANIQUE	FAMILLE	NOM VERNACULAIRE PRINCIPAL (Réunion)	STATUT REUNION			INVASIBILITÉ	LISTE ROUGE UICN RÉUNION	PROTECTION RÉGIONALE	DÉTERMINATION ZNIEFF
			STATUT REUNION	RARETÉ RÉUNION	ENDÉMICITÉ				
<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K. Simon et S.W.L. Jacobs	Poaceae	Fataque	Z	CC?	0	4	0	0	0
<i>Melia azedarach</i> L.	Meliaceae	Grand lilas	Q(N)	AR?	0	2	0	0	0
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Poaceae	Herbe rose	K?	C	0	3	DD	0	0
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	Poaceae	Herbe sirop	Z	AC?	0	3+	0	0	0
<i>Passiflora foetida</i> L.	Passifloraceae	Ti grenadelle	Z(Q?)	C	0	3+	0	0	0
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Goyave	Q(Z?S)	AC?	0	2	0	0	0
<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae	Tantan	Z	AC?	0	3	0	0	0
<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Fabaceae	Indigo	Q(Z)	AR?	0	3	0	0	0
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Malvaceae	Herbe dure	N?	RR?	0	3	0	0	0
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	Herbe dure	A?	D?	0	0	0	0	0
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae	Lastron tendre	Z	CC?	0	3	0	0	0
<i>Tribulus cistoides</i> L.	Zygophyllaceae	Pagode	K	AC?	0	3	LC	0	0
<i>Trichodesma zeylanicum</i> (Burm. f.) R. Br.	Boraginaceae	Herbe tourterelle	K?	AC?	0	3	LC	0	0
<i>Tridax procumbens</i> L.	Asteraceae	Casse-tout-seul	Z	CC?	0	3+	0	0	0
<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight et Arn.	Fabaceae	Zépinard	Z(Q)	AR?	0	3	0	0	0



## Légende :

### **Champ – Statut Général Réunion**

Statut global d'indigénat ou d'introduction du taxon à la Réunion, intégrant à la fois les populations spontanées et les populations cultivées. Le statut général Réunion est applicable à tous les taxons de l'Index. Ce statut est codifié, la traduction suit le code utilisé. Les données multiples sont séparées par une virgule sans espace.

#### **Codification utilisée**

**I = indigène.**

**K = cryptogène.**

**Z = amphinaturalisé** (ou assimilé indigène) [correspond *grosso modo* à la notion de « largement naturalisé »].

**N = sténonaturalisé** [correspond *grosso modo* à la notion de « localement naturalisé »].

**S = établi** [correspond approximativement et en partie à la notion classique de subspontané].

**R = persistant** (ou rémanent).

**A = accidentel** (ou casuel) [correspond approximativement à la notion classique d'adventice].

**Q = cultivé** (voir contenu, champ suivant).

**E = taxon cité par erreur dans le territoire.**

**? = indication complémentaire de statut douteux ou incertain se plaçant soit seul (cas des plantes à statut inconnu ou mal connu), soit après le code de statut (I?, K?, Z?, N?, S?, A?, E?).**

**?? = taxon dont la présence est hypothétique dans le territoire (indication vague pour le territoire, détermination rapportée en confert, ou encore présence probable à confirmer en absence de citation).**

### **Champ – Rareté Réunion**

Indice de rareté régionale (Réunion) du taxon. Cet indice est codifié, la traduction suit le code utilisé.

L'indice utilisé est l'indice de rareté régionale développé initialement dans les régions du Nord de la France [BOULLET 1988, 1990 et 1999], puis étendu à la Réunion et à Mayotte [BOULLET *et al.* 2003, ROLLAND R. & BOULLET V. (coord.) 2005]. Il est appliqué aux seules plantes indigènes (I), cryptogènes (K), naturalisées (Z et N), établies (S), persistantes (R) et accidentelles (A), à l'exclusion donc des plantes cultivées auxquelles est affecté un indice de fréquence culturelle.

L'indice ne s'applique qu'aux taxons de rang égal ou inférieur à celui d'espèce. Il n'est pas applicable aux rangs supérieurs à celui d'espèce, aux exceptions près des taxons supraspécifiques non détaillés au rang d'espèce ou encore pour lesquels une information au rang spécifique n'est actuellement pas possible. En cas de non application liée au rang du taxon, un code "X" (= "non applicable") est portée dans le champ.

Pour les taxons uniquement connus à l'état cultural et les taxons cités par erreur, un code "0" (= "nul") est appliqué.

L'indice comprend huit niveaux (E, RR, R, AR, AC, PC, C, CC) dont la terminologie exacte est la suivante :

**E** : exceptionnel ;

**RR** : très rare ;

**R** : rare ;

**AR** : assez rare ;

**PC** : peu commun ;

**AC** : assez commun ;

**C** : commun ;

**CC** : très commun.

### **Champ – Endémicité**

L'échelle d'endémicité proposée concerne prioritairement l'endémicité stricte (Réunion) et l'endémicité régionale (Mascareignes).

L'endémicité stricte pour la Réunion est codée "B". L'endémicité régionale (présence au moins sur deux îles) est codée "M". Celle-ci peut être précisée de la manière suivante : "M3" (présence sur les trois îles), "M2" (présence sur deux îles) avec "M2a" (présence Réunion, Maurice) et "M2b" (présence Réunion, Rodrigues).

En complément des codes précédents, les endémicités strictes et régionales pour les autres îles des Mascareignes sont notées "F" pour Maurice, "R" pour Rodrigues, "M2c" pour Maurice et Rodrigues. Celles-ci concernent certains taxons introduits à la Réunion, ou bien de présence douteuse ou encore signalés par erreur.

Une troisième échelle d'endémicité macrorégionale a été ajoutée en complément des deux précédentes. Elle concerne les taxons possédant une aire insulaire "Ouest Océan Indien" et est codée "W" avec les combinaisons suivantes :

- W2b : Madagascar et Mascareignes ;

- W2d : Comores et Mascareignes ;

- W2f : Seychelles et Mascareignes ;

- W3a : Madagascar, Comores et Mascareignes ;

- W3c : Madagascar, Seychelles et Mascareignes ;

- W3d : Comores, Seychelles et Mascareignes ;

- W4 : Madagascar, Comores, Seychelles et Mascareignes ;

### **Champ – Invasibilité**

Indice d'invasibilité du taxon. Cet indice est codifié, la traduction suit le code utilisé.

L'échelle d'invasibilité retenue ici a été proposée par C. LAVERGNE et adaptée au contexte global d'information de l'Index. Elle s'appuie notamment sur un travail en préparation : "Checklist des plantes exotiques envahissantes et potentiellement envahissantes de la Réunion" [LAVERGNE C. *et al.* (en prép.)].

L'échelle ne s'applique ni aux genres et rangs secondaires associés (aux exceptions près des taxons supraspécifiques non détaillés au rang d'espèce ou encore pour lesquels une information au rang spécifique n'est actuellement pas possible), ni aux taxons indigènes ou supposés indigènes (I, I?), ni aux taxons cités par erreur. Dans ces derniers cas, un code "X" (= "non applicable") est porté.

*In fine*, l'échelle concerne les taxons exotiques, ainsi que, dans le doute, les taxons cryptogènes.

**Échelle proposée** (LAVERGNE C. - 2016, adapté à l'Index de la Flore vasculaire de la Réunion)

5 : taxon très envahissant en milieu naturel avec impact avéré ou supposé
4 : taxon envahissant en milieu naturel avec impact modéré ou non connu
3 : taxon envahissant dans les milieux anthropisés (espèces adventices incluses)
3+ : taxon envahissant dans les milieux anthropisés et présent dans certains milieux naturels sans être pour le moment envahissant (espèces émergentes)
2 : taxon potentiellement envahissant, cultivé ou non cultivé, naturalisé et connu pour être envahissant ailleurs dans d'autres régions ou îles du monde
2P : taxon potentiellement envahissant Préoccupant, cultivé ou non cultivé, naturalisé et envahissant dans seulement 1-2 localités, connu pour être envahissant ailleurs dans d'autres régions ou îles du monde
1 : taxon cultivé et/ou naturalisé non envahissant depuis plus d'un siècle
1P : taxon uniquement cultivé non envahissant, connu pour être envahissant ailleurs dans d'autres régions ou îles du monde, et susceptible d'envahir le territoire et de porter atteinte aux milieux naturels (analyse de risque non réalisée)
0 : taxon insuffisamment documenté ou non encore évalué

#### Champ – Menace Réunion

Évaluation des menaces d'extinction d'un taxon à la Réunion suivant la dernière échelle de catégories de l'UICN (version 3.1, 2001) et leur adaptation au niveau régional (UICN 3.0, 2003). Cet indice est codifié, la traduction suit le code utilisé.

##### Catégories régionales UICN 2003

**EX** = taxon éteint.

**EW** = taxon éteint à l'état sauvage.

**RE** = taxon éteint au niveau régional.

**CR** = taxon en danger critique d'extinction.

**EN** = taxon en danger.

**VU** = taxon vulnérable.

**NT** = taxon quasi menacé ;

**LC** = taxon de préoccupation mineure.

**DD** = taxon insuffisamment documenté.

**NA** = évaluation non applicable

**NE** = taxon non évalué

#### Champ – Protection régionale

Information sur la protection réglementaire des végétaux dans le cadre de la législation française basée sur la Liste des espèces végétales protégées dans le département de la Réunion au titre de l'Arrêté du 27 Octobre 2017, publié au Journal Officiel du 3 Décembre 2017.

**Symbolique utilisée** : 1 = taxon protégé au titre de l'arrêté du 27 Octobre 2017.

Les taxons non concernés par cette liste sont codés "0" (= "nul").

#### Champ – Détermination ZNIEFF

Taxons déterminants au titre des Z.N.I.E.F.F. de seconde génération (modernisation de l'inventaire ZNIEFF) validés au sein du CSRPN Réunion (2008). Ces taxons déterminants possèdent le code 1.

Les taxons attribués du code 2 constituent une liste complémentaire de taxons, qui bien que ne justifiant pas seuls un classement en ZNIEFF, présentent toutefois un certain intérêt à être citées dans l'inventaire (espèces endémiques communes de la Réunion, espèces indigènes protégées, etc).

## Annexe 2 : Présentation et analyse des méthodes utilisées

### CARACTERISTIQUES DE L'ETUDE

RECAPITULATIF DE LA COMMANDE	
Référence	DEVIS_ECODDEN_20210601
Nom du client :	
Libellé du devis :	
Date de démarrage de l'étude (Ordre de service/commande)	
Date de rendu de l'étude	Rendu Phase 1 17/06/2021 Rendu V4 24/01/2022

### AUTEUR DE L'ETUDE

Organisme (BE)	Auteurs	Titre		Domaine d'intervention
EcoDDen (Mandataire)	Antoine CHAUVRAT	Salarié	– Ingénieur	Rédaction du présent rapport - environnement - Ecologue Expertise écologique terrestre
EcoDDen (Mandataire)	Renaud MARTIN	Gérant	– Ingénieur	Coordination de l'étude environnement - Ecologue

EcoDDEN  
100 RUE MEDARD  
97438 SAINTE-MARIE  
TEL : 0262.51.19.57  
GSM : 0692.61.37.74  
MAIL : [RENAUD.MARTIN@ECODDEN.FR](mailto:RENAUD.MARTIN@ECODDEN.FR)  
SITE : [WWW.ECODDEN.FR](http://WWW.ECODDEN.FR)  
SIRET : 535.100.341.00028



### METHODOLOGIE DE REALISATION DU DIAGNOSTIC ECOLOGIQUE

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.

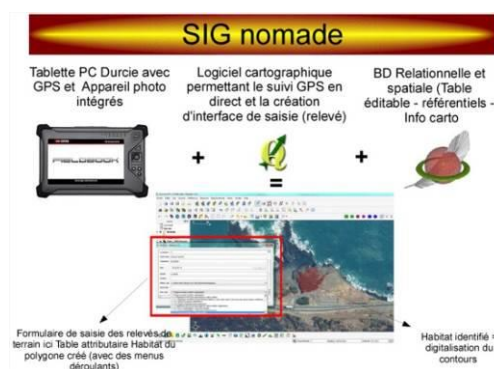
### Méthodologie d'expertise par groupe et espèce

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
	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
Animal	Avifaune	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, ...	IKA (Indice Kilométrique d'Abondance) et/ou IPA (Indice Ponctuel d'Abondance) (I.P.A., Blondel, Ferry&Frochot, 1970) le long de transects
	Oiseaux forestiers		Identification des comportements, recherche d'indices de présence de couples d'espèces nichant, ...
	Rapaces		Réalisation de focale papangue et Paille en queue
	Passereaux actifs	Mettre en évidence les potentialités du site pour les espèces nicheuses	



Règne	Groupe	Objectif/cible	Méthodologie
	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 BIOTOPE 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.

## Les difficultés rencontrées

---

### 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 supplémentaires 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.

# Bibliographie

---

- BARATAUD & GIOSA 2009, Identification et écologie acoustique des chiroptères de la Réunion, 2009.
- BARAU A., BARRE N., JOUANIN C., 2005. – Oiseaux de La Réunion. Ed. Orphie. 207 p.
- BIOTOPE, 2014 – Centrale hydroélectrique de la rivière de l'Est - Diagnostic écologique du projet de remise en peinture de la conduite forcée
- Atlas de la biodiversité de la Commune de la Plaine des Palmistes – volet habitat et flore et volet faune.
- BLANCHARD F., 2000.- Guide des milieux naturels La Réunion – Maurice – Rodrigues, Éd. Ulmer, 384 p.
- BOSSER J., CADET T., GUÉHO J. & MARAIS W. (coord.) 1976-(2009).- Flore des Mascareignes [La Réunion, Maurice, Rodrigues], Sugar Industry Research Institute (Mauritius), Institut de Recherche pour le Développement (IRD, Paris), Royal Botanic Gardens (Kew), 26 vol. parus.
- BOULLET V. 2008.- Notice de l'Index de la Flore vasculaire de La Réunion – Version 2008.1., Conservatoire Botanique National de Mascarin, Saint-Leu (La Réunion), format numérique Word 2003, 49 p.
- CADET T., 1977. – La végétation de l'île de La Réunion: Étude phytoécologique et phytosociologique. Thèse de Doctorat d'état, Université Aix Marseille III, 2 vols, I Texte : 362 p., II Annexes Réimpression 1980, Imprimerie Cazal, Saint-Denis de La Réunion.
- CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE MASCARIN (BOULLET V. coord.) 2008. – Index de la flore vasculaire de La Réunion (Trachéophytes) : statuts, menaces et protections, Version 2008.1 (mise à jour du 15 septembre 2008), Conservatoire Botanique National de Mascarin, Saint-Leu (La Réunion), format numérique Excel 2003.
- DUPONT J., GIRARD J.-C., GUINET M., 1989 – Flore en détresse, le livre rouge des plantes indigènes menacées à La Réunion, SREPEN, 133 p.
- EcoDDen, 2019 - Projet privé -Expertise écologique terrestre des habitats, de la flore, des oiseaux forestiers, du rapace, du Paille en queue, des reptiles et des insectes protégés
- FISCHESSE B., DUPUIS-TATE M-F., 2007 – Le Guide Illustré de l'Ecologie, Edition de la Martinière, 350 p.
- FITTER R., FITTER A., FARRER A., 2003 – Guide des graminées, carex, joncs et fougères, Toutes les herbes d'Europe, Les Guides du Naturaliste – Edition delachaux et Niestlé, 256 p.
- GRANGAUD E., 2010. – Guide des fougères et plantes alliées des Mascareignes –La Réunion, Maurice et Rodrigues. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 432 p.
- GRONTMIJ / ECOMED, 2014 – Etude de faisabilité technique et règlementaire pour la restructuration du site touristique du « Puits des Anglais » à Saint-Philippe
- HIVERT J., 2003. - Plantes exotiques envahissantes, État des méthodes de lutte mises en oeuvre par l'Office Nationale des Forêts à La Réunion, 319p
- JUMAUX G., QUETELARD H., ROY D., 2011 – Atlas climatique de La Réunion. Météo-France,132 p.
- LACOSTE M., DELBOSC P., & PICOT F. 2011 (a) – Typologie descriptive des habitats naturels et semi-naturels de La Réunion, CBNM, 67 p.
- MARTIRE D., 2010. – Les Libellules et Ephémères de La Réunion. Biotope édition (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 71 p.
- MISSION CREATION DU PARC NATIONAL DES HAUTS DE LA REUNION, 2003 – « Premiers éléments de connaissance du Patrimoine naturel indigène des Hauts de la Réunion », Document collectif, coordination Lucien TRON, 256 pages.
- PROBST J-M., 2002. – faune indigène protégée de l'île de la Réunion, Editions Nature et Patrimoine.
- RIBES-BEAUDEMOULIN S. & all., – Collections Biodiversité Réunion – Les insectes, Muséum d'Histoire naturelle de La Réunion, Département de la Réunion, 96 p.
- RIBES-BEAUDEMOULIN S. & all., – Collections Biodiversité Réunion – Les milieux naturels, Muséum d'Histoire naturelle de La Réunion, Département de la Réunion, 96 p.
- RIBES-BEAUDEMOULIN S. & all., – Collections Biodiversité Réunion – Les oiseaux, Muséum d'Histoire naturelle de La Réunion, Département de la Réunion, 96 p.
- RIGOLOT E., 2002 – Du plan départemental à la coupure de combustible, Guide méthodologique et pratique, Réseau Coupures de combustible, 48 p.
- RIVALS P., 1989. – Histoire géologique de l'île de La Réunion, Azalées Éditions, 384 p.
- ROCHAT J., MARTIRE D., 2008. – Les papillons de La Réunion et leurs chenilles. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 496 p.
- SANCHEZ, M., PROBST, J. (2011): Distribution and conservation status of the Manapany day gecko, *Phelsuma inexpectata* Mertens, 1966, an endemic threatened reptile from Réunion Island (Squamata : Gekkonidae ). Cahiers Scientifiques de l'Océan Indien Occidental 2: 13–28.



SANCHEZ M. & CACERES S. 2011 - *Plan national d'actions en faveur du Gecko vert de Manapany Phelsuma inexpectata*. Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de La Réunion. NOI/ONCFS, 137 pp + annexes.

SHAUER T., CASPARI C., 2007 – Guide Delachaux des plantes par la couleur, 1150 fleurs, graminées, arbres et arbustes, Les Guides du Naturaliste – Edition delachaux et niestlé, 496 p.

SOUBEYRAN Y., 2008. – Espèces exotiques envahissantes dans les collectivités françaises d'Outre-Mer. État des lieux et recommandations. Collection Planète Nature. Comité Français de l'UICN, Paris, France. 55p.

SREPEN / DEAL Réunion 2010, Etude de la pandanaie de la Plaine des Palmistes en vue de sa protection

STARSBERG D., 2001. – Typologie des milieux naturels de La Réunion, CBNM, fichier numérique.

TRIOLO J., 2005. - Guide pour la restauration écologique de la végétation indigène. ONF.87 p.

UICN, 2010 – La liste rouge des espèces menacées en France, Flore vasculaire de La Réunion – Dossier de presse – 16 décembre 2010, 27 p.

UICN, 2010 – La liste rouge des espèces menacées en France, Premiers résultats pour la faune de La Réunion – Dossier de presse – 1er juillet 2010, 27 p.

## WEBOGRAPHIE

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE MASCARIN (BOULLET V., GIGORD L. coord.) 2011. en ligne.- Index de la flore vasculaire de La Réunion (Trachéophytes) statuts, menaces et protections. - . Adresse internet : <http://flore.cbnm.org>.

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE MASCARIN, 2012 – Mascarine Cadetiana II. Adresse internet : <http://mascarine.cbnm.org/>

CIRAD, 2008 – Arbres, arbustes de la Forêt réunionnaise – Description et méthodes de multiplication. Adresse internet : <http://arbres-reunion.cirad.fr/>

SEOR, 2008. Société d'Études Ornithologiques de La Réunion. Adresse internet : [http://www.seor.fr/fiches\\_oiseaux.php](http://www.seor.fr/fiches_oiseaux.php).

GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE, 2011.-. *Rattus rattus*. Global Invasive Species Database. Adresse internet : <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=19&fr=1&sts=sss>.

MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE. DEAL Réunion. Adresse internet : <http://www.reunion.ecologie.gouv.fr/>

PARC NATIONAL DE LA REUNION. – Site officiel du Parc National de La Réunion. Adresse internet : <http://www.reunionparcnational.fr>

<http://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>

Defense Meteorological Satellite Program - Operational Linescan System

<http://earthobservatory.nasa.gov/>

## ANNEXE 2 - Pièce 6

---

Campagnes de mesures de retombées de poussières sur  
le site (AGEOX, 2021)

# **DETERMINATION DES RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES TOTALES**

## **SORECO**



**Site de DIJOUX (974)**

**Année 2021**

## AVANT PROPOS

AGEOX a réalisé pour la société SORECO des mesures des retombées de poussières atmosphériques pendant l'année 2021 sur la carrière de DIJOUX située sur la commune Saint-Pierre à la Réunion (974).

Ce document présente les résultats des analyses effectuées in situ.

## SOMMAIRE

<b>1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE</b>	3
<b>2. PRINCIPE DES MESURES</b>	4
<b>3. ACTIVITES SUR LA CARRIERE</b>	8
<b>4. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES</b>	9
<b>5. CONDITIONS METEOROLOGIQUES</b>	12
5.1 Données météorologiques	12
5.2 Roses des vents	13
<b>6. RESULTATS</b>	18
6.1 Synthèse des prélèvements	18
6.3 Évolution des retombées atmosphériques en 2021	20
<b>6.4 Historique</b>	21
<b>7. CONCLUSIONS</b>	22
<b>8. ANNEXES</b>	23
8.1 Résultats du 1 <sup>er</sup> trimestre	23
8.2 Résultats du 2 <sup>de</sup> trimestre	26
8.3 Résultats du 3 <sup>ème</sup> trimestre	29
8.4 Résultats du 4 <sup>ème</sup> trimestre	32
<b>9. ANNEXE 2 – DONNEES METEO FRANCE</b>	35
9.1 Données du 1 <sup>er</sup> trimestre	35
9.2 Données du 2 <sup>ème</sup> trimestre	37
9.3 Données du 3 <sup>ème</sup> trimestre	39
9.4 Données du 4 <sup>ème</sup> trimestre	41

## 1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Mesures réalisées dans le cadre d'une carrière soumise à un plan de surveillance des émissions de poussières au sens de l'article 19.5 de l'arrêté du 22 septembre 1994.

*« 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. Ce plan décrit notamment les zones d'émission de poussières, leur importance respective, les conditions météorologiques et topographiques sur le site, le choix de la localisation des stations de mesure ainsi que leur nombre. (...) »*

Le type et la localisation des stations de mesures décrites au travers du plan de surveillance des émissions de poussières sont définis à l'article 19.6 de l'AM du 22 septembre 1994.

*« Le plan de surveillance comprend :*

- au moins une station de mesure témoin correspondant à un ou plusieurs lieux non impactés par l'exploitation de la carrière (a) ;*
- le cas échéant, une ou plusieurs stations de mesure implantées à proximité immédiate des premiers bâtiments accueillant des personnes sensibles (centre de soins, crèche, école) ou des premières habitations situées à moins de 1 500 mètres des limites de propriétés de l'exploitation, sous les vents dominants (b) ;*
- une ou plusieurs stations de mesure implantées en limite de site, sous les vents dominants (c).*

*Les campagnes de mesure durent trente jours et sont réalisées tous les trois mois. (...) »*

L'article 19.7 de l'AM du 22 septembre 1994 précise les modalités de prélèvement, d'échantillonnage et de réalisation des essais ainsi que les objectifs à atteindre pour les jauges de type (b).

*« Le suivi des retombées atmosphériques totales est assuré par jauges de retombées. Le respect de la norme NF X 43-014 (2017) dans la réalisation de ce suivi est réputé répondre aux exigences réglementaires mentionnées au paragraphe 19.3 du présent arrêté.*

*Les mesures des retombées atmosphériques totales portent sur la somme des fractions solubles et insolubles. Elles sont exprimées en mg/m<sup>2</sup>/jour.*

*L'objectif à atteindre est de 500 mg/m<sup>2</sup>/jour en moyenne annuelle glissante pour chacune des jauges installées en point de type (b) du plan de surveillance. (...) »*



## 2. PRINCIPE DES MESURES

La technique choisie pour le recueil des retombées est le collecteur de type OWEN conformément à l'article 19-7 de l'Arrêté du 22 octobre 2018.

Le principe de la mesure est décrit par la norme **NF X43-014** (Détermination des retombées atmosphériques totales — Échantillonnage - 11 novembre 2017).

Les dépôts atmosphériques sont définis comme la somme des dépôts de particules sédimentables, de particules non sédimentables et de gaz. Les dépôts atmosphériques totaux correspondent à la somme des dépôts secs et des dépôts humides.

### ➤ Le dispositif de prélèvement par Jauge OWEN

Le collecteur de dépôts totaux est conçu pour recueillir toutes les particules sèches et humides sédimentables.

Suivant l'article C.2.1 de la norme le collecteur de type OWEN est constitué d'un récipient de collecte de forme et de taille indifférentes et d'un entonnoir.

La jauge de fabrication AGEOX est constituée d'un bidon en PEHD de 6 litres maintenu à l'intérieur d'une structure en plastique. Le bidon est surmonté d'un entonnoir d'un diamètre de 200 mm, maintenu par un cerclage métallique boulonné.



Les jauges proches de la végétation peuvent être munies de grille. Elle est optionnelle selon le besoin local.

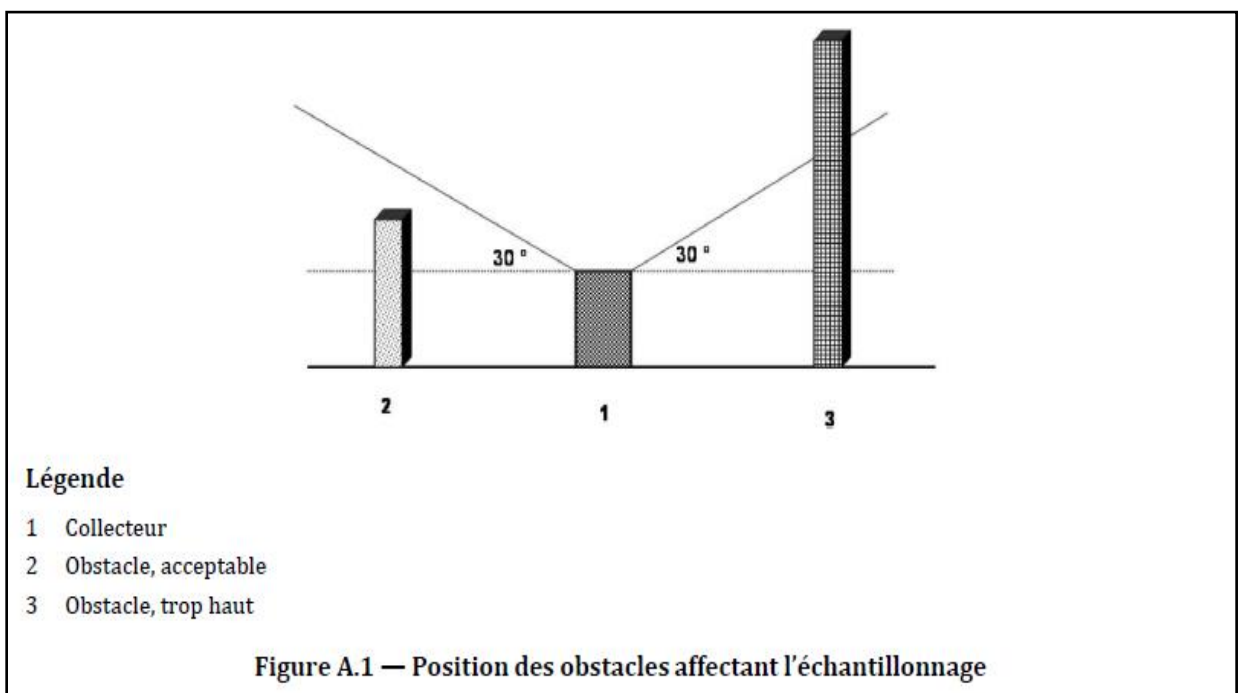
La grille a pour avantage de retenir les feuilles et débris de végétaux divers, elle est positionnée sur l'entonnoir en étant maintenue par le cerclage métallique.

La grille est en plastique avec un maillage d'environ un centimètre (en option) conformément au point 6.3.5 de la norme **NF X43-014**.

➤ **Exposition des jauges**

- L'emplacement des points de mesures a été choisi en accord avec SORECO en tenant compte des vents dominants dans le secteur (Jauge de type (a) "Témoin" non impactée par les vents dominants - Jauges de type (b) et (c) sous les vents dominants.
- La mise en place et le retrait des jauges a été réalisé par du personnel de la société SORECO.
- Conformément au point A.2 de la norme, la hauteur de prélèvement (bord de l'entonnoir) est située entre 1.50 et 2.0 mètres du sol.
- La station est implantée de manière qu'il n'y ait pas d'obstacles, tels que des arbres de hauteur dépassant un angle de  $30^\circ$  par rapport au bord du collecteur de précipitations, ni de bâtiments, haies ou caractéristiques topographiques qui puissent donner lieu à des courants ascendants ou descendants conformément aux prescriptions de l'annexe A de la norme **NF X43-014**.

*« Le point de prélèvement doit présenter un dégagement suffisant. Une règle simple peut être appliquée soit tout autour du collecteur soit dans la direction de la source. Elle est illustrée par la Figure A.1 »*



L'exposition des jauges a été réalisée de la manière suivante :

<b>1<sup>er</sup> Trimestre :</b> 15/02/2021 au 15/03/2021 <i>Soit 28 jours</i>
<b>2<sup>ème</sup> Trimestre :</b> 12/05/2021 au 10/06/2021 <i>Soit 29 jours</i>
<b>3<sup>ème</sup> Trimestre :</b> 19/08/2021 au 18/09/2021 <i>Soit 30 jours</i>
<b>4<sup>ème</sup> Trimestre :</b> 27/10/2021 au 26/11/2021 <i>Soit 30 jours</i>

Expositions conformes au point 8 de la norme NX F43-014 - Novembre 2017.  
La durée d'exposition tient compte de la mise en place et la dépose dans la journée.  
Les phases de mise en place et retrait des jauges ont été réalisées aux mêmes heures de la journée.

➤ **Manipulation sur le site d'échantillonnage**

En fin de période d'échantillonnage, un rinçage par un jet de pissette d'eau distillée est réalisé pour l'entraînement des particules sèches déposées dans l'entonnoir depuis la dernière précipitation.

Le volume d'eau n'a d'incidence que sur la mesure éventuelle du pH (non réalisée dans le cadre de ces mesures), car la dilution occasionnée par le rinçage est prise en compte dans les calculs pour les paramètres mesurés.

Pas de débordement de jauge occasionnée par la pluviométrie pendant les périodes de mesures.

Pour le transport des échantillons vers le laboratoire les récipients sont équipés d'un opercule de sécurité bloqué par un bouchon vissant.

➤ **Traitement des échantillons**

La préparation des échantillons est réalisée conformément à la norme NF X43-014 par un laboratoire accrédité COFRAC.

**Tamissage à 1 mm**

Les particules de taille supérieure à 1mm retenues par le tamis sont éliminées.



## **Terminologie (suivant Norme NF X43-014)**

### **Extrait sec**

Résidu sec mesuré selon la norme T 90-029, après évaporation totale de l'eau à la température de 100 °C - 105 °C.

Il correspond à une estimation de la quantité de sels dissous dans l'eau traitée

### **Dépôt atmosphérique**

Flux (unité de masse par unité de surface par unité de temps) décrivant le processus de transfert de toute espèce de l'atmosphère dans un milieu environnant adjacent, par exemple de l'air dans l'eau, de l'air dans le sol

Note : Le dépôt atmosphérique est la somme des dépôts de particules sédimentables, de particules non sédimentables et des gaz.

### **Retombées solubles**

Composés recueillis dans le collecteur, solubles et/ou resolubilisés dans les eaux pluviales recueillies et non retenus lors du traitement ultérieur des eaux soit par centrifugation, soit par filtration à 0,45 µm pour la fraction soluble ou à 0,7 µm pour la séparation des matières en suspension

### **Retombées insolubles**

Différence entre les retombées atmosphériques totales et les retombées solubles

### **Dépôts totaux ou dépôts bruts**

Somme des dépôts de particules sédimentables sèches collectées en absence de pluie, des matières insolubles et solubles contenues dans les eaux pluviales recueillies, des matières entraînées par les eaux pluviales et des matières redissoutes dans les eaux pluviales contenues dans le collecteur

### 3. ACTIVITES SUR LA CARRIERE

- Extraction de matériaux alluvionnaires à l'aide des pelles mécaniques
- Chargement des camions au moyen des pelles





#### 4. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES

3 points de mesures ont été définis pour la carrière de DIJOUX.

La jauge témoin est identifiée « Jauge N°0 » (Jauge de type (a))



**Jauge n°0 - type (a)**  
Dans l'angle du site, à l'est



**Jauge n°1 - type (b)**  
Proche des habitations au nord du site





**Jauge n°2 - type (c)**  
En limite nord-ouest du site



## 5. CONDITIONS METEOROLOGIQUES

### 5.1 Données météorologiques

Les données météorologiques sont recueillies auprès de la station METEO France, apportant les informations requises par cette étude, la plus proche du site concerné, PIERREFONDS AEROPORT (974).

Le tableau suivant synthétise les cumul pluviométriques et moyennes de température et vent pour chacune des périodes de mesure :

Période 2021	Précipitations (mm)	Moyenne des vitesses du vent (m/s)	Température moyenne (°C)
<b>1<sup>er</sup> Trimestre :</b> du 15/02/2021 au 15/03/2021	90,9	8,7	27,5
<b>2<sup>ème</sup> trimestre :</b> du 12/05/2021 au 10/06/2021	94,7	9,3	23,4
<b>3<sup>ème</sup> Trimestre :</b> du 19/08/2021 au 18/09/2021	75,2	10,3	21,9
<b>4<sup>ème</sup> Trimestre :</b> du 27/10/2021 au 26/11/2021	6,2	6,9	25,2

*Données issues de la station météo du site*

Le détail des données météos recueillies (précipitation, direction et force du vent, température) est donné en annexe de ce présent compte rendu.



## 5.2 Roses des vents

Représentations graphiques des roses des vents des différentes périodes de mesures (répartition en % des vitesses de vents moyens quotidiens par direction)

### Notes :

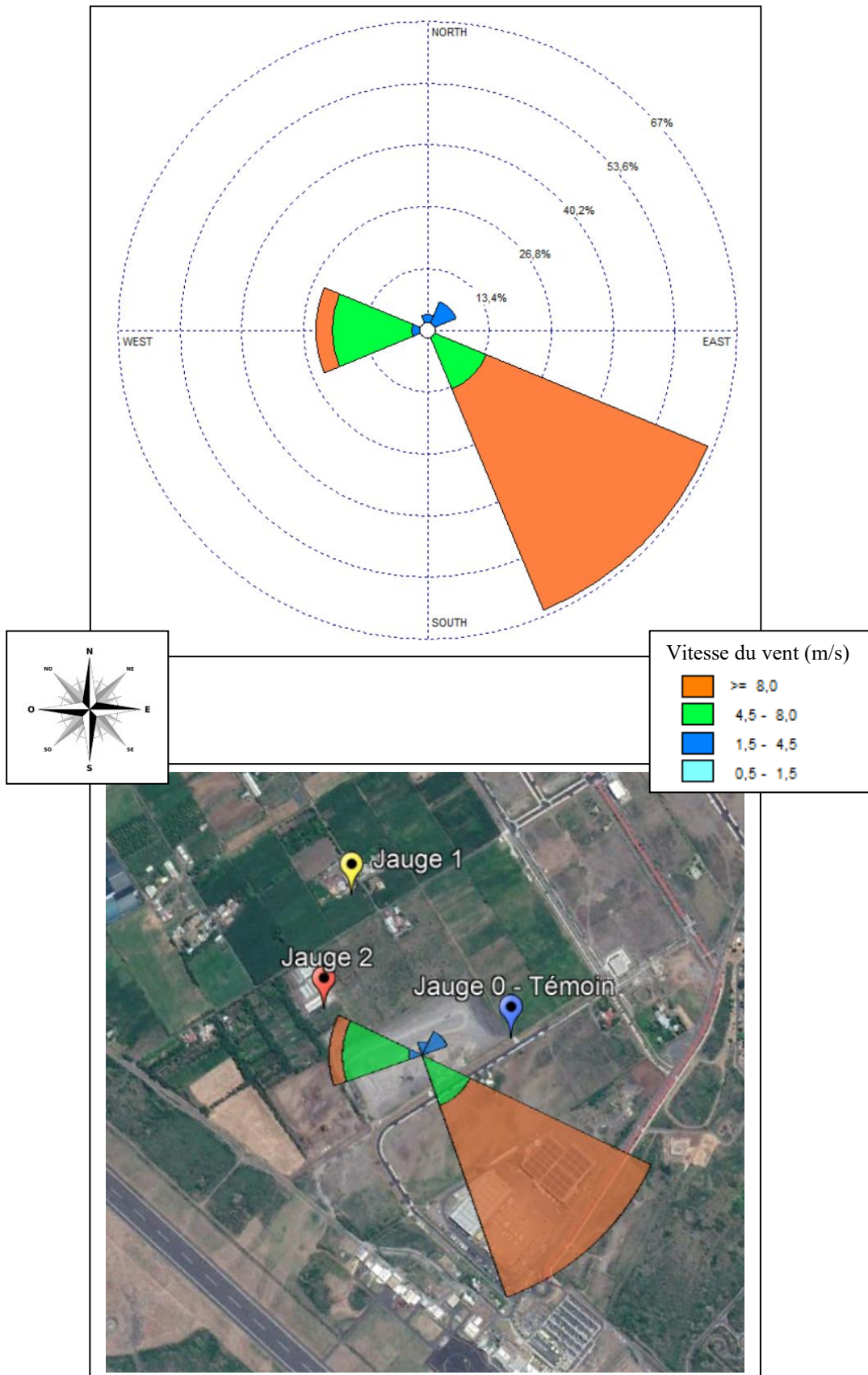
La direction désigne la direction d'où vient le vent.

Pour la modélisation sur vue satellite, l'implantation de la rose des vents (à défaut au centre de la carrière) ne prend pas en compte les différentes sources d'émissions de poussières, celles-ci étant diffuses. Elle reprend les directions d'où vient le vent pendant la période des mesures (8 secteurs).

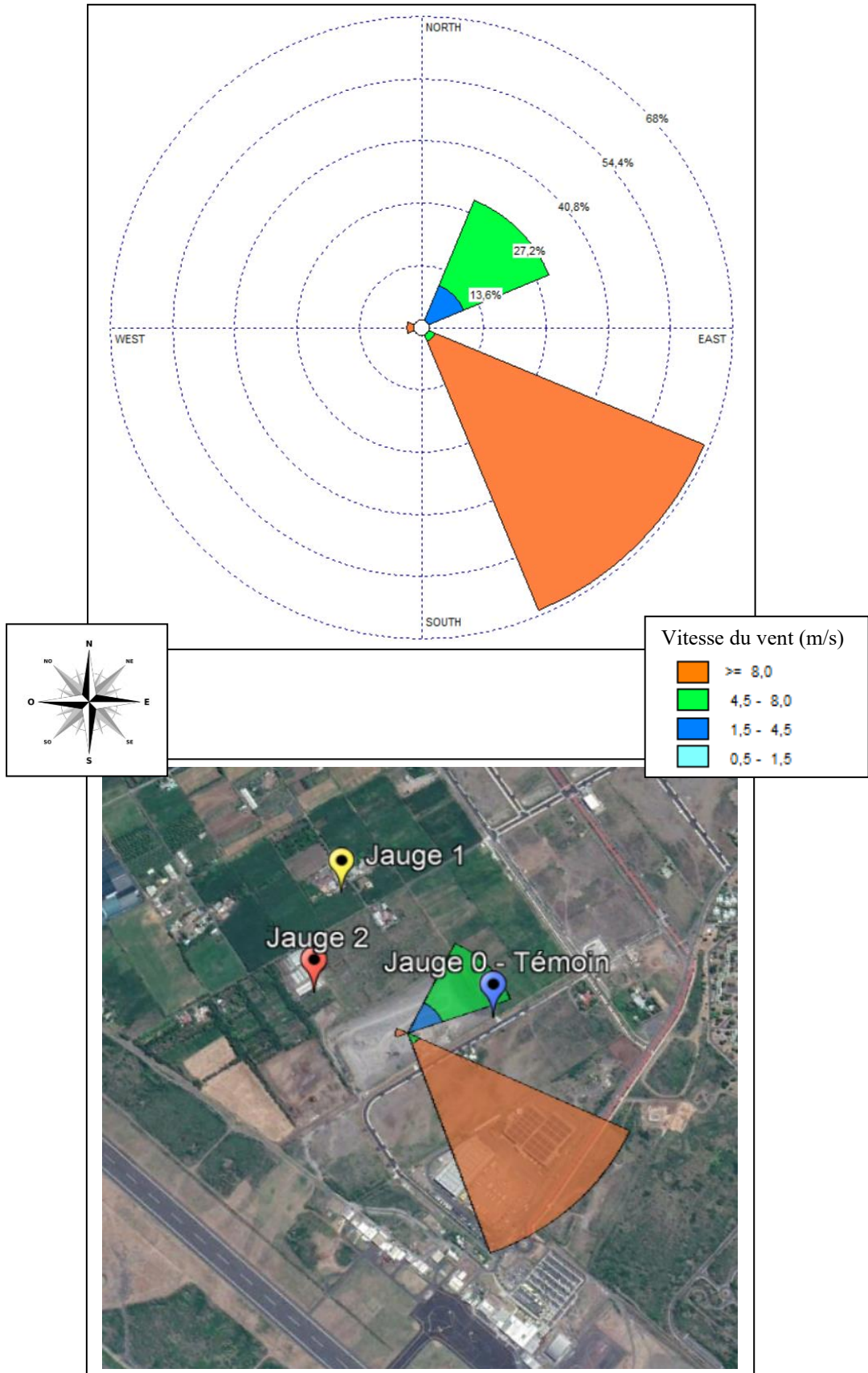
Les vitesses des vents sont regroupées en 4 classes.

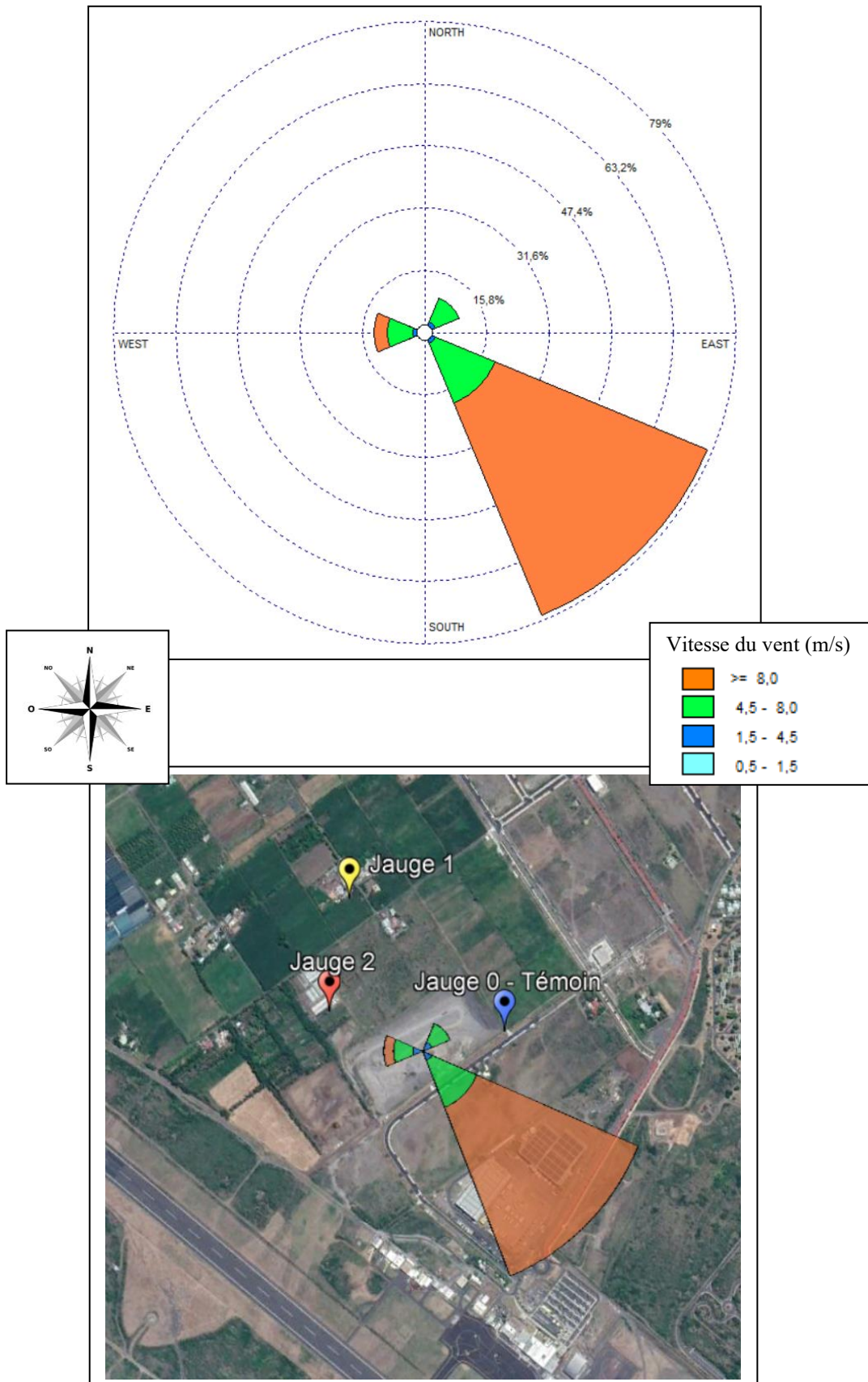


1<sup>er</sup> Trimestre 2021 :

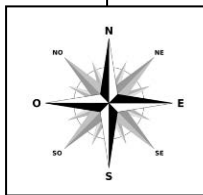
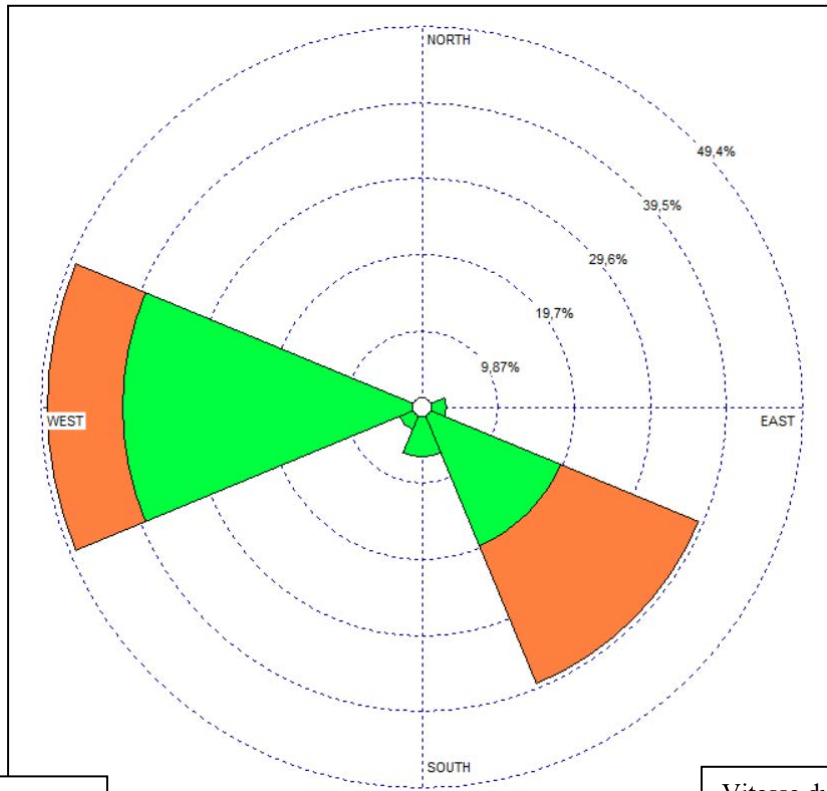


2<sup>nd</sup> Trimestre 2021 :









Vitesse du vent (m/s)

- >= 8,0
- 4,5 - 8,0
- 1,5 - 4,5
- 0,5 - 1,5



## 6. RESULTATS

### 6.1 Synthèse des prélèvements

	Jauge N°	Durée d'exposition (jours)*	Volume de la jauge (Litres)**	Retombées solubles (Extrait sec à 105°C) En mg/l	Retombées insolubles (Matières en suspension totales) En mg/l	Retombées totales En mg	Dépôt atmosphérique (mg/m <sup>2</sup> /jour)
1 <sup>er</sup> Trimestre 2021	0 (témoin)	28	0,283	30,00	747,00	219,89	250,0
	1	28	0,173	253,00	1515,00	305,86	347,7
	2	28	0,537	102,00	506,00	326,50	371,2
2 <sup>ème</sup> Trimestre 2021	0 (témoin)	29	0,892	66,00	100,00	148,07	162,5
	1	29	0,675	71,00	170,00	162,68	178,6
	2	29	0,910	64,00	123,00	170,17	186,8
3 <sup>ème</sup> Trimestre 2021	0 (témoin)	30	0,644	153,00	218,00	238,92	253,5
	1	30	0,540	157,00	217,00	201,96	214,3
	2	30	0,605	150,00	182,00	200,86	213,1
4 <sup>ème</sup> Trimestre 2021	0 (témoin)	30	0,359	5,00	167,00	61,75	65,5
	1	30	0,322	94,00	625,00	231,52	245,6
	2	30	0,348	57,00	1170,00	427,00	453,1

\* La durée d'exposition tient compte des périodes de pose et dépose dans la journée.

\*\* Les volumes des jauges intègrent les eaux de rinçage (eau distillée) de l'entonnoir au moment de la dépose ainsi que les eaux de rinçage lors de la préparation de l'échantillon pour le laboratoire.





## 6.2 Commentaires

Pour rappel, conformément à l'article 19-7 de l'Arrêté Ministériel du 22/09/94, l'objectif à atteindre est de 500 mg/m<sup>2</sup>/jour en moyenne annuelle glissante pour chacune des jauges installées en point de type (b).

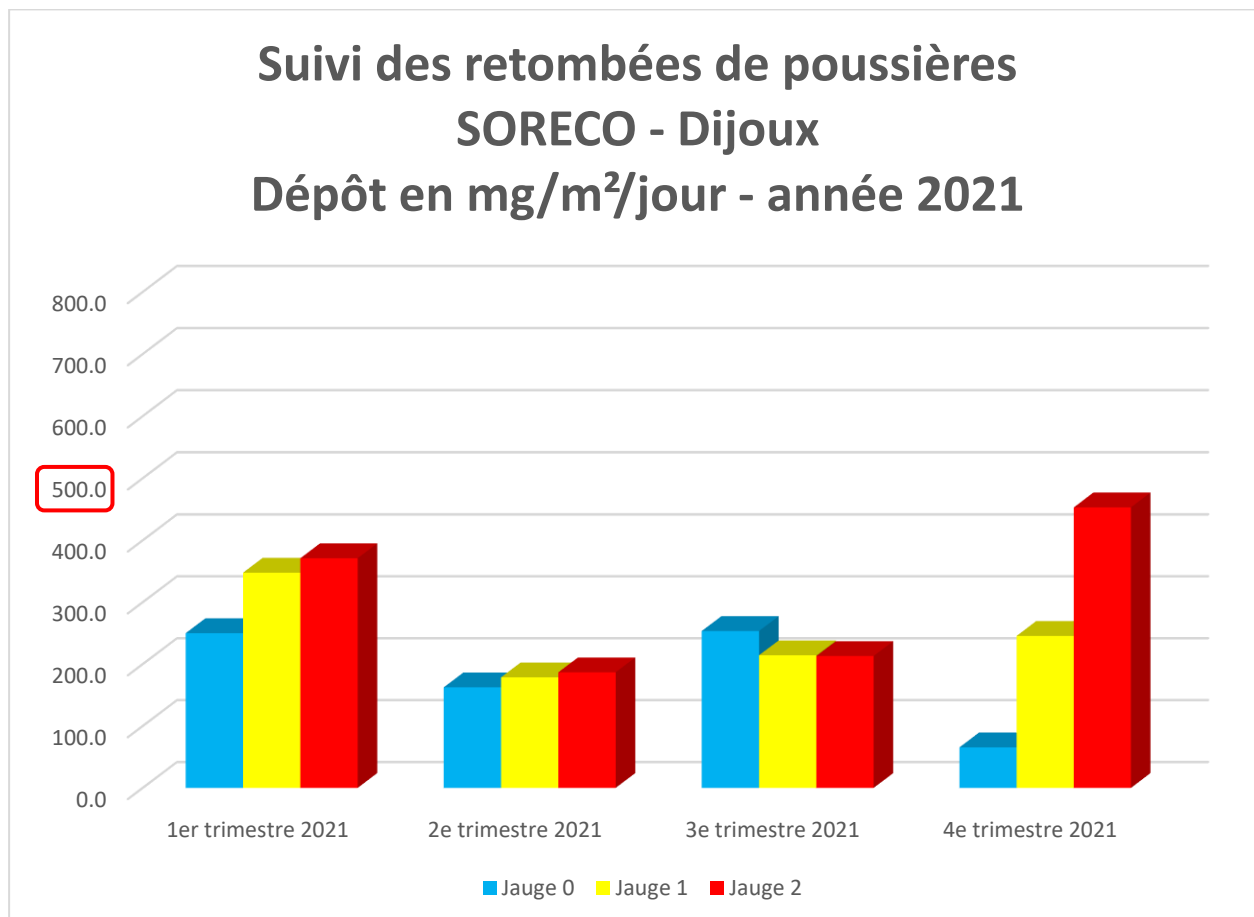
Pour le site de Dijoux, cela concerna la jauge N°1 placée à proximité des habitations au nord du site.

Le tableau suivant présente les moyennes annuelles glissantes obtenues et pour information, les résultats des dépôts pondérés (obtenus en retranchant la valeur de la jauge témoin (N°0)) sur chacun des Trimestres de l'année 2021.

	Jauge N°	Dépôt atmosphérique (mg/m <sup>2</sup> /jour)	Moyenne annuelle glissante du dépôt (mg/m <sup>2</sup> /jour)	Dépôt pondéré (mg/m <sup>2</sup> /jour) <i>Pour information</i>	Moyenne annuelle glissante du dépôt pondéré (mg/m <sup>2</sup> /jour) <i>Pour information</i>
1 <sup>er</sup> Trimestre 2021	0 (témoin)	250,0	144,5		
	1	347,7	172,6	97,7	34,1
	2	371,2	171,8	121,2	37,1
2 <sup>ème</sup> Trimestre 2021	0 (témoin)	162,5	148,5		
	1	178,6	170,8	16,0	28,4
	2	186,8	175,0	24,3	36,4
3 <sup>ème</sup> Trimestre 2021	0 (témoin)	253,5	182,9		
	1	214,3	246,6	0,0	28,4
	2	213,1	306,0	0,0	36,4
4 <sup>ème</sup> Trimestre 2021	0 (témoin)	65,5	92,6		
	1	245,6	112,3	200,0	25,7
	2	453,1	112,2	387,5	29,4

### 6.3 Évolution des retombées atmosphériques en 2021

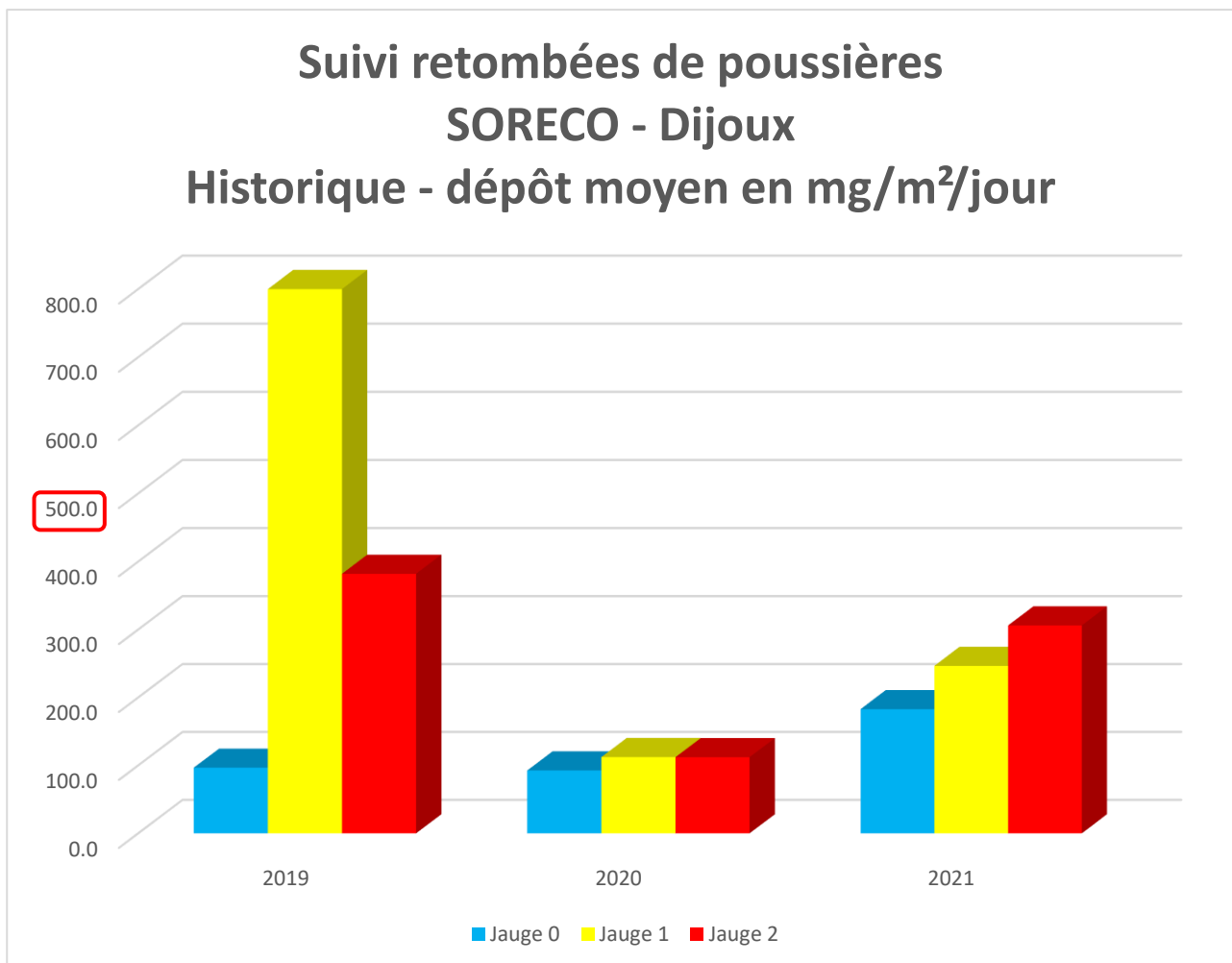
Ci-après, la représentation de l'évolution des dépôts de poussières mesurés sur les jauges sur les 4 trimestres de l'année 2021 :



## 6.4 Historique

Ci-après représentation de l'évolution des moyennes annuelles des dépôts de poussières mesurés sur les jauges depuis 2019 :

	2019	2020	2021
Jauge 1	96,7	92,6	182,9
Jauge 2	961,7	112,3	246,6
Jauge 3	382,1	112,2	306,1



## 7. CONCLUSIONS

**Aucun dépassement du seuil réglementaire de 500 mg/m<sup>2</sup>/jour constaté sur les moyennes annuelles glissantes des dépôts mesurés sur la jauge de type (b) N°1.**

Conformément à l'article 19.6 de l'arrêté du 22 septembre 1994, aucun dépassement du seuil de 500 mg/m<sup>2</sup>/jour n'ayant été constaté sur 8 campagnes consécutives pour les jauges de type (b) la fréquence trimestrielle deviendra semestrielle.

Les périodes les plus empoussiérées sont les trimestres 1 et 4. Les résultats du quatrième trimestre peuvent s'expliquer par une météo particulièrement sèche avec peu de pluie (6.2mm) de précipitations.

La jauge 2 est la plus impactée par les poussières. Les dépôts peuvent s'expliquer par la localisation du point de mesure à proximité de la principale piste d'exploitation ainsi que par sa position vis-à-vis des vents dominants provenant du sud-est qui la place dans l'axe du site et des zones d'exploitations.

Les dépôts moyens de l'année 2021 sont en légère hausse par rapport à l'année précédente.

A noter que plusieurs paramètres météorologiques jouent un rôle essentiel sur l'échantillonnage des retombées atmosphériques : le vent, la pluviométrie, la température, l'intensité lumineuse, ... :

- Les retombées sèches (en absence de pluie) présentent un caractère aléatoire, essentiellement dû à la vitesse et à la direction du vent. De ce fait, l'incertitude sur l'échantillonnage peut être assez importante.
- Le vent peut entraîner des ré-envols de particules collectées auparavant en absence de pluie depuis le collecteur ou son entonnoir ;
- La pluie, en fréquence et en quantité, influe d'abord sur le transport des particules, depuis les sources d'émissions vers les collecteurs. Une pluie de courte durée peut permettre par entraînement une collecte plus importante de particules ; une pluie de longue durée peut modifier, voire empêcher le transport des particules vers le collecteur

## 8. ANNEXES

### 8.1 Résultats du 1<sup>er</sup> trimestre

#### CARSO - LABORATOIRE SANTÉ ENVIRONNEMENT HYGIÈNE DE LYON

Laboratoire Agréé pour les analyses d'eaux par le Ministère de la Santé



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
 Edité le : 01/04/2021

AGEOX  
 Didier CROUZERY

Les Ombrelles 3  
 4 Traverse AUBANEL  
 13140 MIRAMAS

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
 La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
 L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
 Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

Identification dossier : LSE21-42134 Identification échantillon : LSE2103-56912-1	Référence contrat : LSEC19-1505
Référence client : Carrière DIJOUX Jauge Owen n°0	
NATURE : Retombées atmosphériques COMMUNE : ST PIERRE DEPARTEMENT : 97	
PRELEVEMENT : Prélevé du 15/02/2021 à 10h00 au 15/03/2021 à 10h00 Réceptionné le 25/03/2021 Prélevé par le client T. CORNETTE	

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse le 29/03/2021

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Kt (%)	Kd (%)	Im (%) (K=2)	LQ	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>									
<i>Préparation</i>									
Volume de la retombée atmosphérique	283	ml	Volumage	NF X43-014			5		
<i>Analyses physicochimiques de base</i>									
Extrait sec à 105°C (après filtration)	30	mg/l	Gravimétrie	Méthode interne M_RM167			15	5	#
Volume filtré	283	ml	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#
Matières en suspension totales	747	mg/l	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168				5.0	#
Matières en suspension totales	211.40	mg/jauge	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#

Kt : Coefficient d'adsorption\_désorption

Kd : Rendement de récupération analytique ou coefficient de désorption



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 01/04/2021

AGEOX  
Didier CROUZERY  
  
Les Ombrelles 3  
4 Traverse AUBANEL  
13140 MIRAMAS

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b> LSE21-42134	<b>Référence contrat :</b> LSEC19-1505
<b>Identification échantillon :</b> LSE2103-56913-1	
<b>Référence client :</b> Carrière DIJOUX Jauge Owen n°1	
<b>NATURE :</b> Retombées atmosphériques	
<b>COMMUNE :</b> ST PIERRE	
<b>DEPARTEMENT :</b> 97	
<b>PRELEVEMENT :</b> Prélevé du 15/02/2021 à 10h00 au 15/03/2021 à 10h00 Réceptionné le 25/03/2021 Prélevé par le client T. CORNETTE	

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse le 29/03/2021

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Kt (%)	Kd (%)	Im (%) (K=2)	LQ	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>									
<i>Préparation</i>									
Volume de la retombée atmosphérique	173	ml	Volumage	NF X43-014			5		
<b>Analyses physicochimiques de base</b>									
Extrait sec à 105°C (après filtration)	253	mg/l	Gravimétrie	Méthode interne M_RM167			15	5	#
Volume filtré	173	ml	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#
Matières en suspension totales	1515	mg/l	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168				5.0	#
Matières en suspension totales	262.10	mg/jauge	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#

Kt : Coefficient d'adsorption\_désorption

Kd : Rendement de récupération analytique ou coefficient de désorption

.../...

Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 01/04/2021

AGEOX  
Didier CROUZERY  
  
Les Ombrelles 3  
4 Traverse AUBANEL  
13140 MIRAMAS

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b> LSE21-42134	<b>Référence contrat :</b> LSEC19-1505
<b>Identification échantillon :</b> LSE2103-56914-1	
<b>Référence client :</b> Carrière DIJOUX Jauge Owen n°3	
<b>NATURE :</b> Retombées atmosphériques	
<b>COMMUNE :</b> ST PIERRE	
<b>DEPARTEMENT :</b> 97	
<b>PRELEVEMENT :</b> Prélevé du 15/02/2021 à 10h00 au 15/03/2021 à 10h00 Réceptionné le 25/03/2021 Prélevé par le client T. CORNETTE	

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse le 29/03/2021

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Kt (%)	Kd (%)	Im (%) (K=2)	LQ	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>									
<i>Préparation</i>									
Volume de la retombée atmosphérique	537	ml	Volumage	NF X43-014			5		
<i>Analyses physicochimiques de base</i>									
Extrait sec à 105°C (après filtration)	102	mg/l	Gravimétrie	Méthode interne M_RM167			15	5	#
Volume filtré	537	ml	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#
Matières en suspension totales	506	mg/l	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168				5.0	#
Matières en suspension totales	271.72	mg/jauge	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#

Kt : Coefficient d'adsorption\_désorption

Kd : Rendement de récupération analytique ou coefficient de désorption

## 8.2 Résultats du 2<sup>de</sup> trimestre

### CARSO - LABORATOIRE SANTÉ ENVIRONNEMENT HYGIÈNE DE LYON

Laboratoire Agréé pour les analyses d'eaux par le Ministère de la Santé



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 25/06/2021

AGEOX  
Didier CROUZERY  
  
Les Ombrelles 3  
4 Traverse AUBANEL  
13140 MIRAMAS

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b> LSE21-87998	<b>Référence contrat :</b> LSEC19-1505
<b>Identification échantillon :</b> LSE2106-59768-1	
<b>Référence client :</b> N°0	
<b>NATURE :</b> Retombées atmosphériques	
<b>COMMUNE :</b> ST PIERRE	
<b>DEPARTEMENT :</b> 97	
<b>PRELEVEMENT :</b> Prélevé du 12/05/2021 à 10h00 au 10/06/2021 à 10h00 Réceptionné le 16/06/2021	
Prélevé par le client SORECO/M. CORNETTE	

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse le 18/06/2021

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Kt (%)	Kd (%)	Im (%) (K=2)	LQ	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>									
<i>Préparation</i>									
Volume de la retombée atmosphérique	892	ml	Volumage	NF X43-014			5		#
<i>Analyses physicochimiques de base</i>									
Extrait sec à 105°C (après filtration)	66	mg/l	Gravimétrie	Méthode interne M_RM167			15	5	#
Volume filtré	892	ml	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#
Matières en suspension totales	100.0	mg/l	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168			20	5.0	#
Matières en suspension totales	89.20	mg/jauge	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#

Kt : Coefficient d'adsorption\_désorption

Kd : Rendement de récupération analytique ou coefficient de désorption

.../...

Société par action simplifiée au capital de 2 283 622,30 € - RCS Lyon B 410 545 313 - SIRET 410 545 313 00042 - APE 7120B — N° TVA: FR 82 410 545 313  
Siège social et laboratoire : 4, avenue Jean Moulin — CS 30228 - 69633 VENISSIEUX CEDEX - Tél : (33) 04 72 76 16 16 - Fax : (33) 04 37 65 29 55  
Site web : www.groupecarso.com - e-mail : suivi.client@groupecarso.com, devis@groupecarso.com, avisdevirement@groupecarso.com

Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 25/06/2021

AGEOX  
Didier CROUZERY  
  
Les Ombrelles 3  
4 Traverse AUBANEL  
13140 MIRAMAS

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

Identification dossier : LSE21-87998	Référence contrat : LSEC19-1505
Identification échantillon : LSE2106-59769-1	
Référence client : N°1	
NATURE :	Retombées atmosphériques
COMMUNE :	ST PIERRE
DEPARTEMENT :	97
PRELEVEMENT :	Prélevé du 12/05/2021 à 10h00 au 10/06/2021 à 10h00 Réceptionné le 16/06/2021 Prélevé par le client SORECO/M. CORNETTE

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse le 18/06/2021

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Kt (%)	Kd (%)	Im (%) (K=2)	LQ	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>									
<i>Préparation</i>									
Volume de la retombée atmosphérique	675	ml	Volumage	NF X43-014			5		#
<b>Analyses physicochimiques de base</b>									
Extrait sec à 105°C (après filtration)	71	mg/l	Gravimétrie	Méthode interne M_RM167			15	5	#
Volume filtré	675	ml	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#
Matières en suspension totales	170.0	mg/l	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168			20	5.0	#
Matières en suspension totales	114.75	mg/jauge	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#

Kt : Coefficient d'adsorption\_désorption

Kd : Rendement de récupération analytique ou coefficient de désorption

.../...



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
 Edité le : 25/06/2021

AGEOX  
 Didier CROUZERY  
 Les Ombrelles 3  
 4 Traverse AUBANEL  
 13140 MIRAMAS

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
 La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
 L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
 Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

Identification dossier : LSE21-87998	Référence contrat : LSEC19-1505
Identification échantillon : LSE2106-59770-1	
Référence client : N°2	
NATURE :	Retombées atmosphériques
PRELEVEMENT :	Prélevé du 12/05/2021 à 10h00 au 10/06/2021 à 10h00 Réceptionné le 16/06/2021 Prélevé par le client SORECO/M. CORNETTE

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse le 18/06/2021

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Kt (%)	Kd (%)	Im (%) (K=2)	LQ	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>									
<i>Préparation</i>									
Volume de la retombée atmosphérique	910	ml	Volumage	NF X43-014			5		#
<i>Analyses physicochimiques de base</i>									
Extrait sec à 105°C (après filtration)	64	mg/l	Gravimétrie	Méthode interne M_RM167			15	5	#
Volume filtré	910	ml	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#
Matières en suspension totales	123.0	mg/l	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168			20	5.0	#
Matières en suspension totales	111.93	mg/jauge	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#

Kt : Coefficient d'adsorption/désorption

Kd : Rendement de récupération analytique ou coefficient de désorption



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 22/10/2021

AGEOX  
Didier CROUZERY  
  
Les Ombrelles 3  
4 Traverse AUBANEL  
13140 MIRAMAS

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

Identification dossier : LSE21-161663      Référence contrat : LSEC19-1505  
Identification échantillon : LSE2109-67390-1

Référence client : CARRIERE DIJOUX - JAUGE OWEN N°0

**NATURE :** Retombées atmosphériques  
**COMMUNE :** ST PIERRE  
**DEPARTEMENT :** 97  
**PRELEVEMENT :** Prélevé du 19/08/2021 à 10h00 au 18/09/2021 à 10h00 Réceptionné le 24/09/2021  
Prélevé par le client T. CORNETTE

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse le 12/10/2021

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Kt (%)	Kd (%)	Im (%) (K=2)	LQ	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>									
<i>Préparation</i>									
Volume de la retombée atmosphérique	644	ml	Volumage	NF X43-014			5		#
<i>Analyses physicochimiques de base</i>									
Extrait sec à 105°C (après filtration)	153	mg/l	Gravimétrie	Méthode interne M_RM167			15	5	#
Volume filtré	644	ml	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#
Matières en suspension totales	218.0	mg/l	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168			20	5.0	#
Matières en suspension totales	140.39	mg/jauge	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#

Kt : Coefficient d'adsorption\_désorption

Kd : Rendement de récupération analytique ou coefficient de désorption

.../...

Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 22/10/2021

AGEOX  
Didier CROUZERY  
  
Les Ombrelles 3  
4 Traverse AUBANEL  
13140 MIRAMAS

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b> LSE21-161663	<b>Référence contrat :</b> LSEC19-1505
<b>Identification échantillon :</b> LSE2109-67392-1	
<b>Référence client :</b> CARRIERE DIJOUX - JAUGE OWEN N°1	
<b>NATURE :</b> Retombées atmosphériques	
<b>COMMUNE :</b> ST PIERRE	
<b>DEPARTEMENT :</b> 97	
<b>PRELEVEMENT :</b> Prélevé du 19/08/2021 à 10h00 au 18/09/2021 à 10h00 Réceptionné le 24/09/2021 Prélevé par le client T. CORNETTE	

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse le 12/10/2021

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Kt (%)	Kd (%)	Im (%) (K=2)	LQ	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>									
<i>Préparation</i>									
Volume de la retombée atmosphérique	540	ml	Volumage	NF X43-014			5		#
<b>Analyses physicochimiques de base</b>									
Extrait sec à 105°C (après filtration)	157	mg/l	Gravimétrie	Méthode interne M_RM167			15	5	#
Volume filtré	540	ml	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#
Matières en suspension totales	217.0	mg/l	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168			20	5.0	#
Matières en suspension totales	117.18	mg/jauge	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#

Kt : Coefficient d'adsorption\_désorption

Kd : Rendement de récupération analytique ou coefficient de désorption

Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 22/10/2021

AGEOX  
Didier CROUZERY  
  
Les Ombrelles 3  
4 Traverse AUBANEL  
13140 MIRAMAS

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

Identification dossier : LSE21-161663	Référence contrat : LSEC19-1505
Identification échantillon : LSE2109-67395-1	
Référence client : CARRIERE DIJOUX - JAUGE OWEN N°2	
NATURE :	Retombées atmosphériques
COMMUNE :	ST PIERRE
DEPARTEMENT :	97
PRELEVEMENT :	Prélevé du 19/08/2021 à 10h00 au 18/09/2021 à 10h00 Réceptionné le 24/09/2021 Prélevé par le client T. CORNETTE

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse le 12/10/2021

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Kt (%)	Kd (%)	Im (%) (K=2)	LQ	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>									
<i>Préparation</i>									
Volume de la retombée atmosphérique	605	ml	Volumage	NF X43-014			5		#
<b>Analyses physicochimiques de base</b>									
Extrait sec à 105°C (après filtration)	150	mg/l	Gravimétrie	Méthode interne M_RM167			15	5	#
Volume filtré	605	ml	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#
Matières en suspension totales	182.0	mg/l	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168			20	5.0	#
Matières en suspension totales	110.11	mg/jauge	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#

Kt : Coefficient d'adsorption\_désorption

Kd : Rendement de récupération analytique ou coefficient de désorption

AGEOX  
Didier CROUZERY  
  
Les Ombrelles 3  
4 Traverse AUBANEL  
13140 MIRAMAS

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b> LSE22-10654	<b>Référence contrat :</b> LSEC19-1505
<b>Identification échantillon :</b> LSE2201-44809-1	
<b>Référence client :</b> Jauge Owen n°0 CARRIERE DIJOUX	
<b>NATURE :</b> Retombées atmosphériques	
<b>COMMUNE :</b> ST PIERRE	
<b>DEPARTEMENT :</b> 97	
<b>PRELEVEMENT :</b> Prélevé du 26/10/2021 à 09h00 au 25/11/2021 à 09h00 Réceptionné le 25/01/2022 Prélevé par le client M. CORNETTE	

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse le 25/01/2022

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Kt (%)	Kd (%)	Im (%) (K=2)	LQ	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>									
<i>Préparation</i>									
Volume de la retombée atmosphérique	0	ml	Volumage	NF X43-014			5		#
<b>Analyses physicochimiques de base</b>									
Extrait sec à 105°C (après filtration)	5	mg/l	Gravimétrie	Méthode interne M_RM167			15	5	#
Volume filtré	359	ml	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#
Matières en suspension totales	167.0	mg/l	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168			20	5.0	#
Matières en suspension totales	59.95	mg/jauge	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#

Kt : Coefficient d'adsorption\_désorption

Kd : Rendement de récupération analytique ou coefficient de désorption

.../...



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 11/02/2022

AGEOX  
Didier CROUZERY  
  
Les Ombrelles 3  
4 Traverse AUBANEL  
13140 MIRAMAS

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b> LSE22-10654	<b>Référence contrat :</b> LSEC19-1505
<b>Identification échantillon :</b> LSE2201-44810-1	
<b>Référence client :</b> Jauge Owen n°1 CARRIERE DIJOUX	
<b>NATURE :</b>	Retombées atmosphériques
<b>COMMUNE :</b>	ST PIERRE
<b>DEPARTEMENT :</b>	97
<b>PRELEVEMENT :</b>	Prélevé du 26/10/2021 à 09h00 au 25/11/2021 à 09h00 Réceptionné le 25/01/2022 Prélevé par le client M. CORNETTE

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse le 25/01/2022

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Kt (%)	Kd (%)	Im (%) (K=2)	LQ	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>									
<i>Préparation</i>									
Volume de la retombée atmosphérique	348	ml	Volumage	NF X43-014			5		#
<i>Analyses physicochimiques de base</i>									
Extrait sec à 105°C (après filtration)	94	mg/l	Gravimétrie	Méthode interne M_RM167			15	5	#
Volume filtré	322	ml	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#
Matières en suspension totales	625.0	mg/l	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168			20	5.0	#
Matières en suspension totales	201.25	mg/jauge	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#

Kt : Coefficient d'adsorption\_désorption

Kd : Rendement de récupération analytique ou coefficient de désorption



Rapport d'analyse Page 1 / 2  
Edité le : 11/02/2022

AGEOX  
Didier CROUZERY  
  
Les Ombrelles 3  
4 Traverse AUBANEL  
13140 MIRAMAS

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.  
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.  
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.  
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (\*).

<b>Identification dossier :</b> LSE22-10654	<b>Référence contrat :</b> LSEC19-1505
<b>Identification échantillon :</b> LSE2201-44811-1	
<b>Référence client :</b> Jauge Owen n°2 CARRIERE DIJOUX	
<b>NATURE :</b>	Retombées atmosphériques
<b>COMMUNE :</b>	ST PIERRE
<b>DEPARTEMENT :</b>	97
<b>PRELEVEMENT :</b>	Prélevé du 26/10/2021 à 09h00 au 25/11/2021 à 09h00 Réceptionné le 25/01/2022 Prélevé par le client M. CORNETTE

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse le 25/01/2022

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Kt (%)	Kd (%)	Im (%) (K=2)	LQ	COFRAC
<b>Analyses physicochimiques</b>									
<i>Préparation</i>									
Volume de la retombée atmosphérique	149	ml	Volumage	NF X43-014			5		#
<i>Analyses physicochimiques de base</i>									
Extrait sec à 105°C (après filtration)	57	mg/l	Gravimétrie	Méthode interne M_RM167			15	5	#
Volume filtré	348	ml	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#
Matières en suspension totales	1170.0	mg/l	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168			20	5.0	#
Matières en suspension totales	407.16	mg/jauge	Gravimétrie après filtration	Méthode interne M_RM168					#

Kt : Coefficient d'adsorption\_désorption

Kd : Rendement de récupération analytique ou coefficient de désorption

## 9. ANNEXE 2 – DONNEES METEO FRANCE

### 9.1 Données du 1<sup>er</sup> trimestre



## Données quotidiennes

février 2021

### PIERREFONDS-AEROPORT (974)

Indicatif : 97416463, alt : 21 m., lat : 21°19'12"S, lon : 55°25'31"E

Date	RR	TM	FXV	DXV
	millimètres et 1/10	deg.c et 1/10	m/s et 1/10	fois de 360
lundi 15	.	27.4	5.0	140
mardi 16	.	27.9	7.6	290
mercredi 17	0.2	26.8	3.2	360
jeudi 18	7.5	28.2	6.0	270
vendredi 19	8.7	27.0	4.4	290
samedi 20	.	28.4	4.5	270
dimanche 21	.	28.4	10.8	130
lundi 22	.	28.1	10.2	130
mardi 23	.	27.8	12.5	130
mercredi 24	.	27.4	12.0	130
jeudi 25	.	27.8	9.7	130
vendredi 26	.	28.5	5.8	280
samedi 27	.	28.3	6.2	270
dimanche 28	.	27.8	10.6	130

- : donnée manquante ; lorsqu'un paramètre n'est pas mesuré il n'y a pas de valeur associée (colonne ou case vide)  
 . : donnée égale à 0 ;

## Données quotidiennes

mars 2021

### PIERREFONDS-AEROPORT (974)

Indicatif : 97416463, alt : 21 m., lat : 21°19'12"S, lon : 55°25'31"E

Date	RR	TM	FXY	DXY
	mmétrie et l/10	deg c et l/10	m/s et l/10	rose de 360
lundi 01	.	27.6	11.5	130
mardi 02	.	27.5	12.3	140
mercredi 03	.	27.4	11.4	130
jeudi 04	1.0	27.6	4.0	30
vendredi 05	0.2	27.9	6.1	140
samedi 06	48.5	27.6	6.4	130
dimanche 07	24.2	26.3	15.6	290
lundi 08	0.6	27.4	4.2	40
mardi 09	.	27.4	6.1	140
mercredi 10	.	27.2	11.4	130
jeudi 11	.	26.6	11.3	130
vendredi 12	.	26.3	8.6	130
samedi 13	.	27.0	12.8	130
dimanche 14	.	27.0	11.5	130
lundi 15	.	27.5	11.9	130

- : donnée manquante ; lorsqu'un paramètre n'est pas mesuré il n'y a pas de valeur associée (colonne ou case vide)  
 . : donnée égale à 0 ;

## 9.2 Données du 2<sup>ème</sup> trimestre



### Données quotidiennes

mai 2021

#### PIERREFONDS-AEROPORT (974)

Indicatif : 97416463, alt : 21 m., lat : 21°19'12"S, lon : 55°25'31"E

Date	RR mm/mois et 1/10	TM deg c et 1/10	EXY m/s et 1/10	DXY mm de 360
mercredi 12	.	24.7	9.6	130
jeudi 13	.	25.1	10.3	130
vendredi 14	.	24.5	11.5	130
samedi 15	.	25.0	13.8	130
dimanche 16	.	25.0	9.2	130
lundi 17	.	24.7	4.6	30
mardi 18	.	24.5	5.0	40
mercredi 19	11.4	23.9	11.4	140
jeudi 20	2.6	23.2	15.0	150
vendredi 21	1.6	23.3	13.3	130
samedi 22	.	23.3	13.0	140
dimanche 23	14.3	21.9	8.4	140
lundi 24	0.8	21.4	11.1	130
mardi 25	0.8	23.5	10.8	140
mercredi 26	.	23.6	4.6	40
jeudi 27	.	23.7	4.4	30
vendredi 28	.	23.4	4.0	40
samedi 29	.	22.7	4.5	30
dimanche 30	.	22.6	7.7	140
lundi 31	.	23.2	5.2	50

- : donnée manquante ; lorsqu'un paramètre n'est pas mesuré il n'y a pas de valeur associée (colonne ou case vide)  
 . : donnée égale à 0 ;

## Données quotidiennes

juin 2021

### PIERREFONDS-AEROPORT (974)

Indicatif : 97416463, alt : 21 m., lat : 21°19'12"S, lon : 55°25'31"E

Date	RR	TM	FXY	DXY
	millimètres et 1/10	deg c et 1/10	m/s et 1/10	rose de 360
mardi 01	.	24.1	12.2	130
mercredi 02	.	24.9	11.6	120
jeudi 03	.	23.8	12.8	120
vendredi 04	.	23.6	4.0	60
samedi 05	6.2	23.9	8.3	280
dimanche 06	41.0	23.5	6.4	40
lundi 07	9.2	21.8	12.6	140
mardi 08	3.2	21.8	10.7	120
mercredi 09	2.0	21.4	12.9	120
jeudi 10	1.6	22.8	12.5	120

- : donnée manquante ; lorsqu'un paramètre n'est pas mesuré il n'y a pas de valeur associée (colonne ou case vide)  
 . : donnée égale à 0 ;





## Données quotidiennes

août 2021

### PIERREFONDS-AEROPORT (974)

Indicatif : 97416463, alt : 21 m., lat : 21°19'12"S, lon : 55°25'31"E

Date	RR	TM	FXY	DXY
	millimètres et 1/10	deg c et 1/10	m/s et 1/10	rose de 360
jeudi 19	.	21.5	5.7	280
vendredi 20	.	21.7	5.5	40
samedi 21	.	21.5	4.6	40
dimanche 22	.	21.6	7.2	140
lundi 23	.	20.0	11.9	130
mardi 24	.	20.3	10.7	120
mercredi 25	.	20.8	9.7	130
jeudi 26	8.0	20.7	12.9	140
vendredi 27	19.9	20.7	15.9	120
samedi 28	26.9	21.6	16.6	120
dimanche 29	0.2	22.7	11.4	120
lundi 30	.	23.1	4.2	250
mardi 31	.	22.7	4.0	150

- : donnée manquante ; lorsqu'un paramètre n'est pas mesuré il n'y a pas de valeur associée (colonne ou case vide)  
 . : donnée égale à 0 ;

## Données quotidiennes

septembre 2021

### PIERREFONDS-AEROPORT (974)

Indicatif : 97416463, alt : 21 m., lat : 21°19'12"S, lon : 55°25'31"E

Date	RR	TM	FXV	DXY
	millimètres et 1/10	deg.c et 1/10	m/h et 1/10	rose de 360
mercredi 01	.	22.0	7.1	130
jeudi 02	.	22.0	13.5	130
vendredi 03	.	22.0	14.8	130
samedi 04	.	22.6	16.8	120
dimanche 05	.	22.3	14.5	130
lundi 06	.	21.5	15.1	120
mardi 07	.	21.6	10.4	130
mercredi 08	.	21.8	9.0	130
jeudi 09	.	21.9	7.6	130
vendredi 10	7.5	22.1	7.0	140
samedi 11	2.2	21.6	15.9	130
dimanche 12	.	22.1	18.4	120
lundi 13	.	22.6	14.7	130
mardi 14	.	21.9	5.0	130
mercredi 15	.	22.3	8.0	130
jeudi 16	.	22.7	5.5	280
vendredi 17	.	22.7	4.2	40
samedi 18	10.5	23.1	12.4	280

-. : donnée manquante ; lorsqu'un paramètre n'est pas mesuré il n'y a pas de valeur associée (colonne ou case vide)  
 .. : donnée égale à 0 ;

## 9.4 Données du 4<sup>ème</sup> trimestre



# Données quotidiennes

octobre 2021

PIERREFONDS-AEROPORT (974)

Indicatif : 97416463, alt : 21 m., lat : 21°19'12"S, lon : 55°25'31"E

Date	RR	TM	FXY	DXY
	mm/mètres et 1/10	deg c et 1/10	m/s et 1/10	roses de 360
mercredi 27	.	23.9	4.8	250
jeudi 28	4.8	24.3	7.1	120
vendredi 29	1.0	22.8	8.7	280
samedi 30	.	23.5	4.7	230
dimanche 31	.	23.7	5.9	160

- : donnée manquante ; lorsqu'un paramètre n'est pas mesuré il n'y a pas de valeur associée (colonne ou case vide)  
 . : donnée égale à 0 ;

## Données quotidiennes

novembre 2021

### PIERREFONDS-AEROPORT (974)

Indicatif : 97416463, alt : 21 m., lat : 21°19'12"S, lon : 55°25'31"E

Date	RR	TM	FXY	DXY
	millimètres et 1/10.	deg c et 1/10.	m/s et 1/10.	rosée de 360
lundi 01	.	23.9	8.7	140
mardi 02	.	24.2	6.3	120
mercredi 03	.	24.6	7.3	270
jeudi 04	.	24.3	7.9	280
vendredi 05	.	24.6	7.0	150
samedi 06	.	25.2	8.9	130
dimanche 07	.	25.4	10.5	130
lundi 08	.	24.9	10.7	130
mardi 09	.	25.1	9.0	140
mercredi 10	.	25.2	5.8	140
jeudi 11	.	24.8	5.5	130
vendredi 12	.	25.1	5.1	270
samedi 13	.	25.4	8.7	280
dimanche 14	.	26.3	6.2	290
lundi 15	.	25.8	4.7	260
mardi 16	.	25.8	5.3	270
mercredi 17	.	26.1	8.8	280
jeudi 18	.	26.3	9.2	120
vendredi 19	.	26.1	6.3	280
samedi 20	.	25.7	4.9	260
dimanche 21	.	25.8	5.3	250
lundi 22	.	26.0	5.3	260
mardi 23	.	25.7	6.5	260
mercredi 24	.	26.1	7.3	110
jeudi 25	0.4	26.5	5.5	160
vendredi 26	.	26.7	7.0	130

.. : donnée manquante ; lorsqu'un paramètre n'est pas mesuré il n'y a pas de valeur associée (colonne ou case vide)  
 . : donnée égale à 0 ;

## ANNEXE 2 - Pièce 7

Étude géotechnique du projet (GEOLITHE, 2022)



**COMMUNE DE SAINT PIERRE (974)**  
**CARRIERE DIJOUX - SORECO - PIERREFOND**

**VALIDATION DES PENTES DES TALUS**  
**D'EXCAVATION ET DES TALUS DEFINITIFS**

**ETUDE GEOTECHNIQUE DE DIAGNOSTIC G5**

A LA DEMANDE ET POUR LE COMPTE DE SORECO

Dossier	22-0190 DIAG G5 SORECO - Stabilité de pente - Casier Dijoux	
Indice	Modifications	Date
0	Document initial	08/04/2022



LIEU :	Carrière DIJOUX - PIERREFOND
COMMUNE :	SAINT PIERRE (974)
OBJET :	STABILITE DE TALUS
TYPE DE MISSION :	ETUDE DE DIAGNOSTIC
CLIENT :	SORECO/EMC2 Environnement
DOSSIER SUIVI PAR :	Mme LE GOFFIC

CHARGE D'AFFAIRE :	F. GRIMBERT
INTERVENANTS :	F. GRIMBERT
NOMBRE DE PAGES :	32+ ANNEXES

Rédacteurs : F. GRIMBERT

Contrôle : JC MARINI

Visa :

Visa :

**GÉOLITHE Agence Réunion**  
Technopole - Immeuble Darwin  
4 Rue Emile Hugot  
97490 SAINTE CLOTILDE  
Tél : 02 62 20 39 90  
SIRET : 387 808 595 00160 - APE : 7112B

## SOMMAIRE :

<b>1 - PRESENTATION .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 - Introduction.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 - Contexte et objectifs de l'étude .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 - Limites de l'étude .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4 - Documents de référence .....</b>	<b>7</b>
<b>2 - CONTEXTE MORPHOLOGIQUE, GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 - Contexte morphologique.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 - Contexte géologique .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 - Contexte hydrogéologique .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4 - Reconnaissances existantes à proximité du site d'étude.....</b>	<b>11</b>
<b>3 - ETUDE DE STABILITE DU TALUS DE LA CARRIERE .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 - Etudes antérieures GEOLITHE .....</b>	<b>12</b>
3.1.1 - Etude Géolithe 14-329 I 1 Ind b (2014).....	12
3.1.2 - Etude Géolithe 15-189 I 1 Ind 0 (2015).....	12
<b>3.2 - Hypothèses géotechniques de calcul.....</b>	<b>12</b>
3.2.1 - Caractéristiques mécaniques des sols retenues.....	12
3.2.2 - Profils considérés .....	13
3.2.3 - Méthodes de calcul .....	15
<b>3.3 - Methode de calcul .....</b>	<b>15</b>
3.3.1 - Talus.....	15
3.3.2 - Etats limites et coefficients partiels .....	16
3.3.3 - Accélérations sismiques .....	17
3.3.4 - Contraintes hydrogéologiques .....	18
<b>4 - ANALYSE DE STABILITE .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 - Rappel des données d'entrée : .....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 - Modelisation 1 : Stabilité generale provisoire en phase d'extraction 1H/1V .</b>	<b>19</b>
<b>4.3 - Modelisation 2 : remblaiement des talus d'extraction selon une pente de 2H/3V avec redans et piste d'accès au fond de casier.....</b>	<b>20</b>
<b>4.4 - Modelisation 3 : remblaiement des talus d'extraction selon une pente de 3H/2V avec redans et sans piste d'accès au fond de casier.....</b>	<b>20</b>
<b>4.5 - Modelisation 4 : remblaiement des talus d'extraction selon une pente de 3H/2V sans redans et sans piste d'accès au fond de casier.....</b>	<b>21</b>
<b>4.6 - Modelisation 5 : remblaiement des talus d'extraction selon une pente de 2H/1V sans redans et sans piste d'accès au fond de casier.....</b>	<b>22</b>
<b>5 - CONCLUSION.....</b>	<b>24</b>
<b>5.1 - Synthèse .....</b>	<b>24</b>

<b>5.2 - Recommandations generales .....</b>	<b>24</b>
<b>6 - PRECONISATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE DES MATERIAUX DE REMBLAI .....</b>	<b>26</b>
<b>6.1 - recommandation générale pour la mise en œuvre des remblais.....</b>	<b>26</b>
<b>6.2 - Caractéristique matériaux C1B5m.....</b>	<b>27</b>
<b>6.3 - Conditions de réutilisation en remblai du C1B5m.....</b>	<b>28</b>
<b>6.4 - Préconisation de compactage pour un compacteur V3 (exemple) .....</b>	<b>30</b>
<b>6.5 - Recommandations pour le contrôle de compactage .....</b>	<b>31</b>
<b>7 - ALEAS ET INCERTITUDES .....</b>	<b>32</b>

## ANNEXES :

- Annexe 1 :                Extrait de la norme NF P 94-500 "Classification des missions type d'ingénierie géotechnique" Nov2013 ;
- Annexe 2 :                Résultats des modélisations géotechniques sous TALREN V

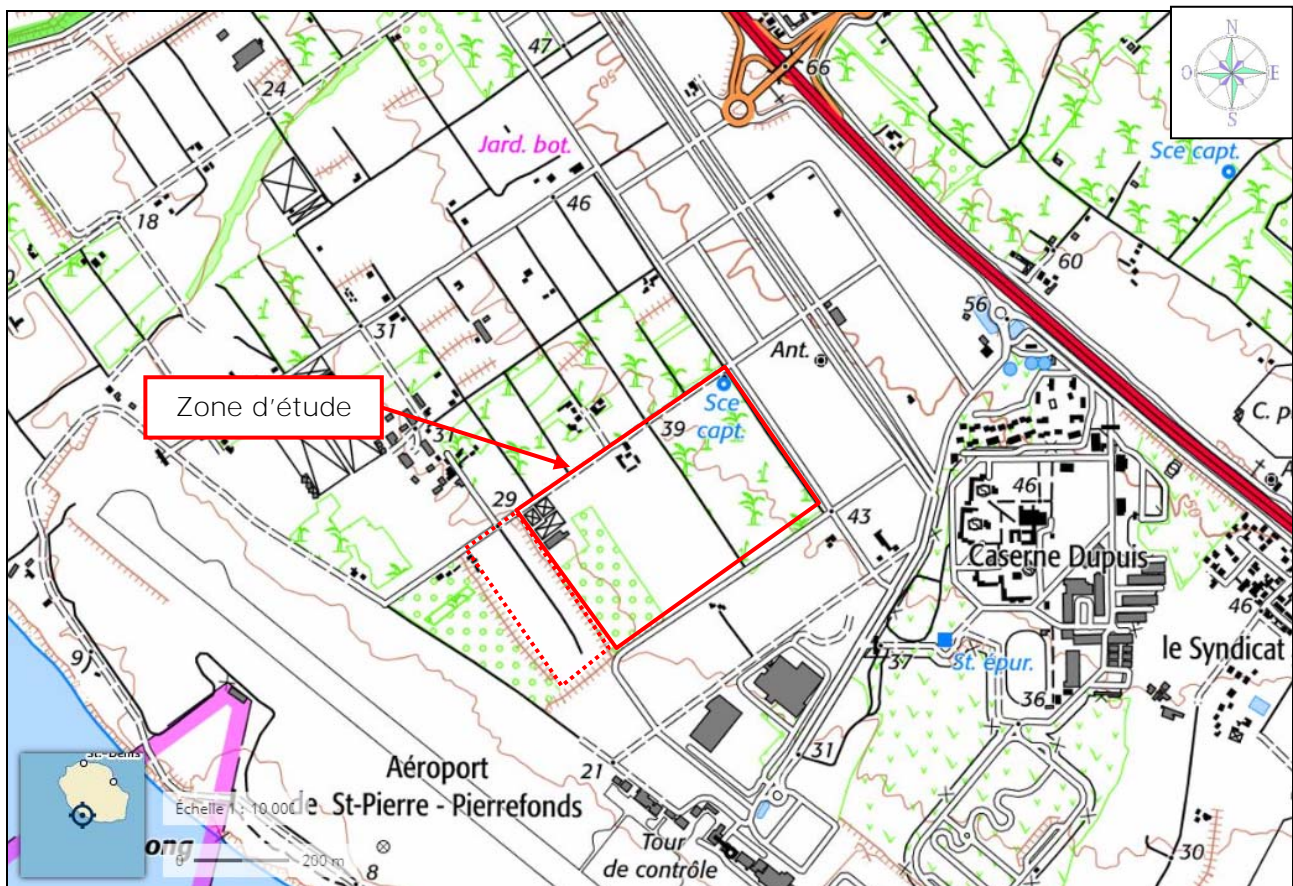
## 1 - PRESENTATION

### 1.1 - INTRODUCTION

Le présent rapport d'étude a été réalisé par le Bureau d'Ingénieurs - Conseils GEOLITHE REUNION à la demande et pour le compte de SORECO.

Ce rapport concerne la stabilité des talus en extraction et remise en état, dans le cadre du projet d'extension de la carrière Dijoux 2  
Il fait suite à l'étude réalisée sur la première zone en 2015, référencée 15-563.

Il s'agit d'une mission De diagnostic géotechnique G5, selon la norme NF P 94-500 (« Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications ») de Novembre 2013.



Localisation de la zone d'étude

Le projet d'extension prend place au niveau des parcelles :

- CR 227
- CR 483
- CR 709
- CR 710

La cote actuelle du TN de ces parcelles est voisine de 40 m NGR.





*Localisation de la zone d'étude (Image Google Earth 07/2021)*

## **1.2 - CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE**

La présente phase d'étude a pour objectifs :

- L'étude de la stabilité provisoire à court terme (5 ans) des talus de déblais dans leur configuration actuelle (1H/1V)
- L'étude de stabilité des talus de remise en état définitif (3H/2V + redans + piste et sans redans) qui seront réalisés au moyen de remblais d'apport.

### 1.3 - LIMITES DE L'ÉTUDE

La zone d'étude est limitée :

- A la carrière DIJOUX actuelle ;
- A ses talus dans des matériaux de type alluvions anciennes qui forment le cône alluvial ancien de la rivière Saint-Etienne ;
- Au projet d'extension de la carrière DIJOUX sur les parcelles au Nord-Est.



*Limite de l'étude*

### 1.4 - DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- ❑ Carte géologique au 1/50 000<sup>e</sup>, feuille BRGM,
- ❑ Etude géotechnique SOLIPIX RE14C17G0 du 01/04/2014,
- ❑ Plan topographique Cabinet Veyland du 30 Septembre 2015.
- ❑ Etude Géolithe n° 14-329 | 1 Ind B
- ❑ Etude Géolithe n° 15-189 | 1 Ind 0
- ❑ Etude Géolithe n° 15-563 | 1 Ind 2
- ❑ [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)
- ❑ [www.geoportail.gouv.fr/carte](http://www.geoportail.gouv.fr/carte)



## 2 - CONTEXTE MORPHOLOGIQUE, GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

### 2.1 - CONTEXTE MORPHOLOGIQUE

La carrière est en exploitation depuis Août 2015. Aucun sinistre de type glissement ou chute de bloc n'a été déclaré depuis son début d'exploitation.



*Vue de la carrière actuelle depuis l'angle Sud – En face, talus Nord-Est de la future exploitation*



Avril 2022



*Talus Sud Est - Présence de remblai inerte (non compacté)*

Avril 2022



*Talus sud-ouest (1H/1V)*

L'eau présente en fond de casier est de l'eau météorique des dernières intempéries.  
On observe quelques traces de ravinement dans les talus, mais aucun indice de glissement (Loupes, niches, bourrelets...)



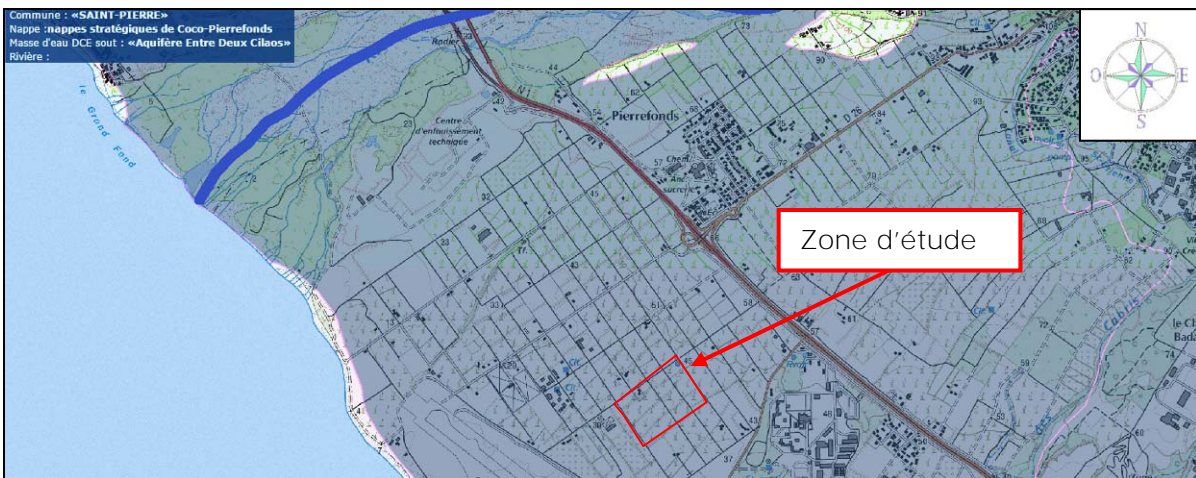
## 2.2 - CONTEXTE GÉOLOGIQUE



*Extrait de la carte géologique de La Réunion au 1/50 000*

Conformément à la carte géologique de La Réunion et notre visite du site, la carrière et la zone d'extension se situent dans des alluvions anciennes qui forment le cône alluvial ancien de la rivière Saint-Etienne.

## 2.3 - CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE



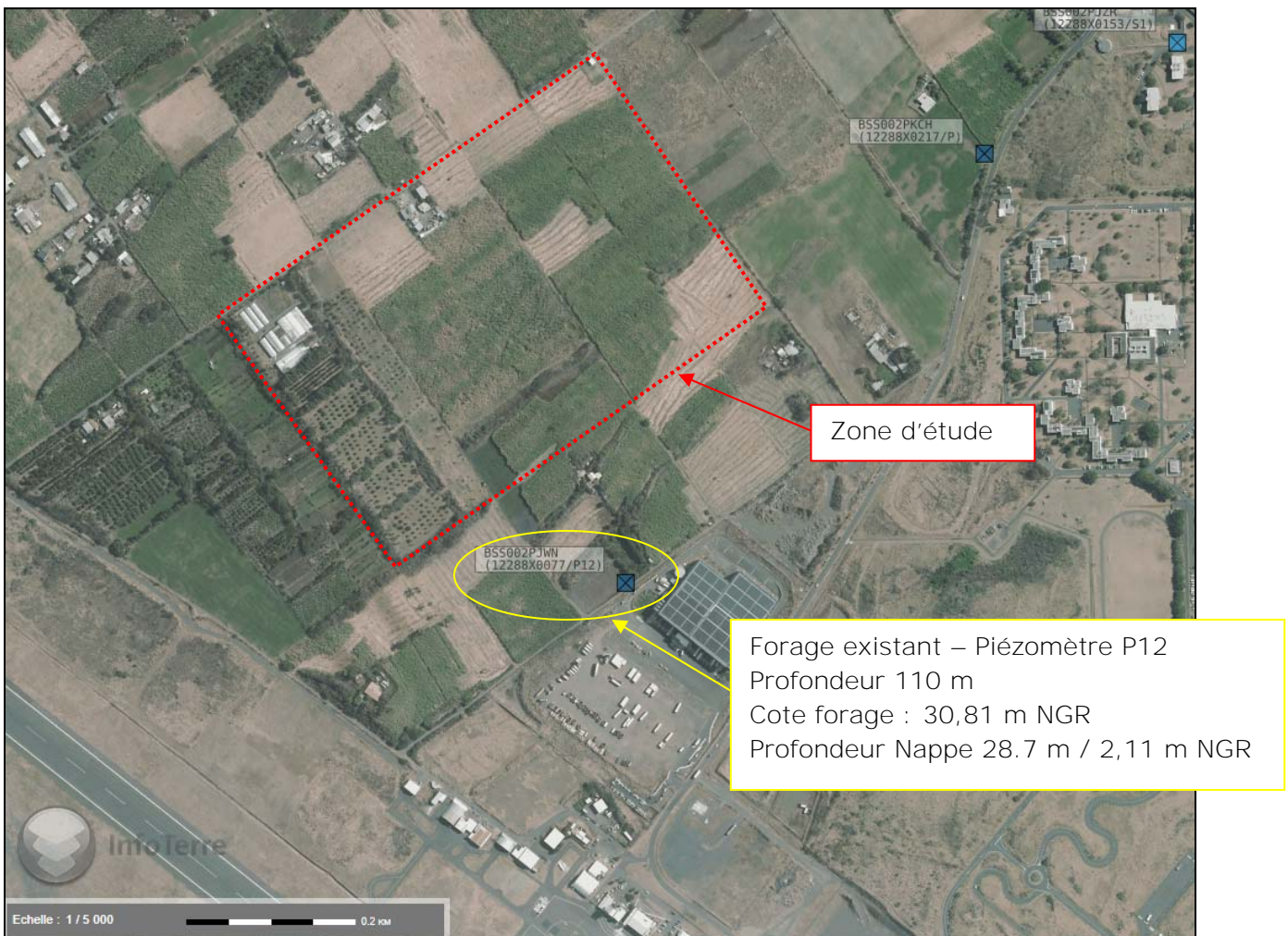
*Aquifère de St Pierre – Nappes stratégiques de Pierrefonds*



Le site étant situé dans le cône alluviale de la rivière St Etienne, des venues d'eau sont possible dans les terrains excavés. Au moment de la visite du site aucun écoulement n'a pu cependant être observé.

Compte tenu de la profondeur d'excavation envisagée, (de 6 à 7 m NGR), il est impossible de recouper le toit de la nappe (Environ + 2 à +3.1 m NGR, cf forage existant (1989) P12 – indice classement national sur le site [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr) →1228-8x-0077). La cote de fond d'extraction a été définie afin de laisser 3 à 4 m de matériaux non remaniés avant le toit de la nappe.

## 2.4 - RECONNAISSANCES EXISTANTES À PROXIMITÉ DU SITE D'ÉTUDE



Localisation forage existant 1228-8x-0077/P12 ([www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr))

Lithologie observée dans le sondage :

Nombre de niveaux : 4		
Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 48,2 m	SABLE GRAVIER GALET (ALLUV.GROSSIERES)	QUATERNAIRE
De 48,2 à 63,7 m	TUF (PHASE IV, PITON DES NEIGES)	PHASE-IV
De 63,7 à 87 m	BASALTE (PHASE IV PITON DES NEIGES)	PHASE-IV
De 87 à 110 m	BASALTE OLIVINE (PHASE-II PITON DES NEIGES)	PHASE-II

## 3 - ETUDE DE STABILITE DU TALUS DE LA CARRIERE

### 3.1 - ETUDES ANTERIEURES GEOLITHE

Nous présentons ci-après les caractéristiques des sols retenues, lors des études précédentes dans des configurations identiques :

#### 3.1.1 - *Etude Géolithe 14-329 I 1 Ind b (2014)*

Pour le talus Sud-Est de la carrière CARPY, l'étude citée ci-dessus conclue :

Horizon	Nature du sol	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi'$ [°]	$C'$ [kPa]
Horizon n°1	Alluvions compactes	21	35	28
Horizon n°2	Remblai	21	33	5

#### 3.1.2 - *Etude Géolithe 15-189 I 1 Ind 0 (2015)*

Pour l'étude de la stabilité de la piste de la carrière CARPY, les paramètres géotechniques suivants ont été retenus :

Horizon	Nature du sol	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi'$ [°]	$C'$ [kPa]
Horizon n°1	Remblais consolidé	21	35	10
Horizon n°2	Remblais lâche	21	35	8

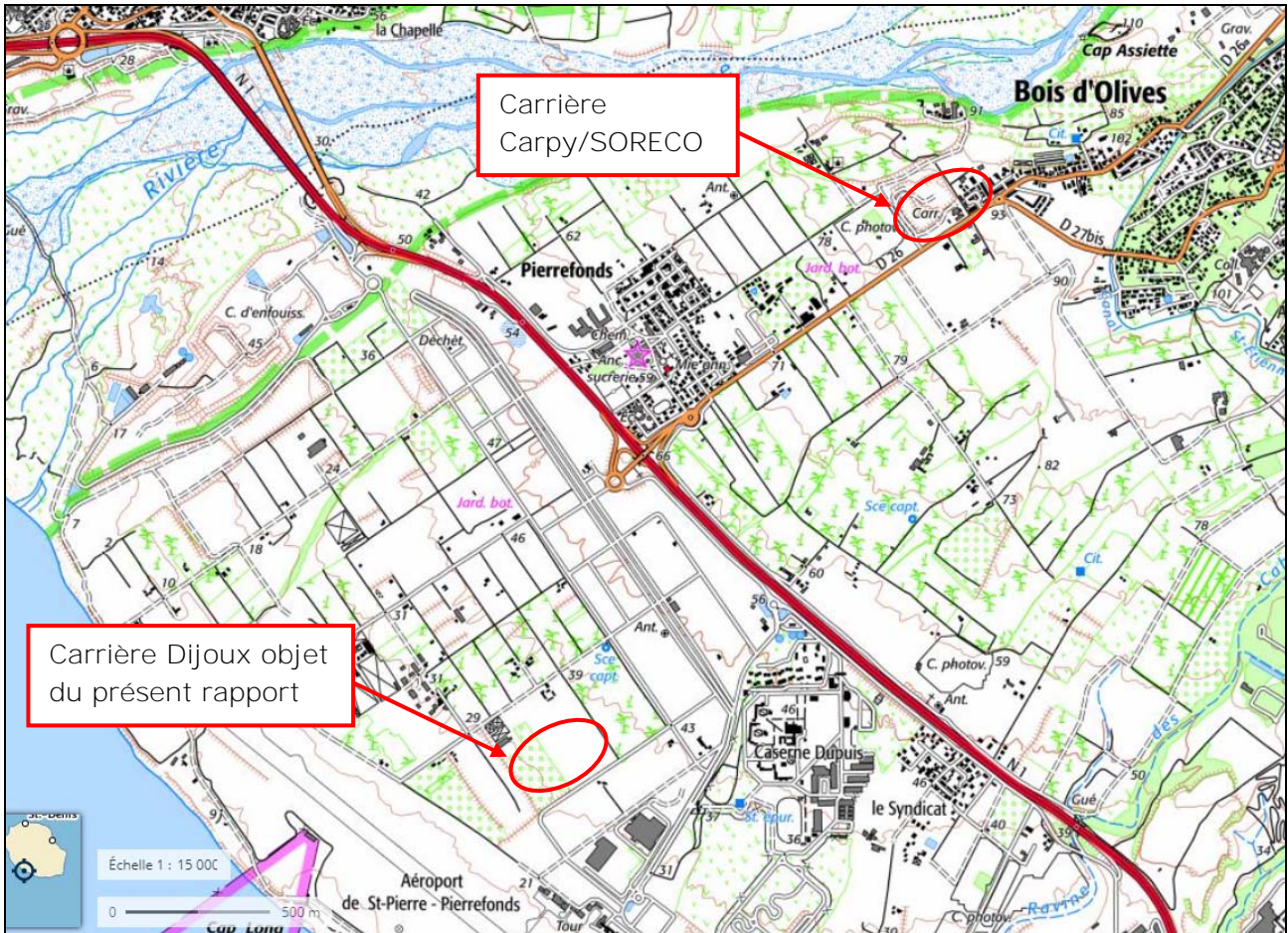
### 3.2 - HYPOTHÈSES GÉOTECHNIQUES DE CALCUL

#### 3.2.1 - *Caractéristiques mécaniques des sols retenues*

Aucune reconnaissance et caractérisation intrinsèque des remblais n'a été réalisée dans le cadre de cette étude.

Pour réaliser les modélisations, nous avons retenus les paramètres géotechniques définis dans le rapport GEOLITHE (14-329 I 1 Ind b) que l'on a légèrement modifié pour les remblais (Nous avons fait évoluer de 5 à 10 kPa, mais sous conditions). Les sols extraits dans la carrière Dijoux sont de même nature et présentent les mêmes caractéristiques que ceux dans la carrière CARPY située à 2,3 km en amont (nord-Est) :





Localisation des 2 carrières citées précédemment

Ci-dessous sont présentés les paramètres intrinsèques retenus :

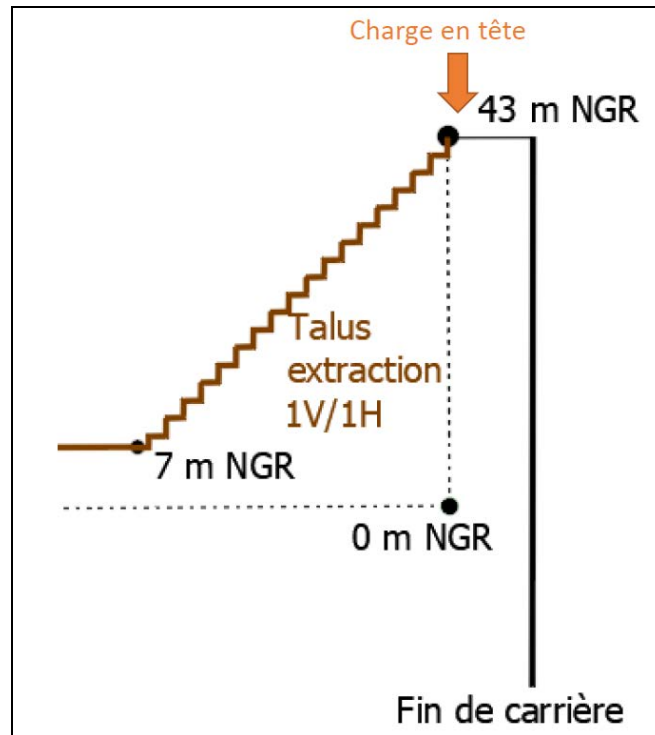
Horizon	Nature du sol	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi'$ [°]	$c'$ [kPa]
Horizon n°1	Alluvions compactes	21	35	28
Horizon n°2	Remblai C1B5	21	30	10

Pour obtenir 10 kPa de cohésion effective dans les matériaux de remblai, il sera nécessaire que ceux-ci contiennent une proportion de fine relativement importante. Il s'agira des matériaux de type C1B5 par exemple, au sens de la classification GTR.

### 3.2.2 - Profils considérés

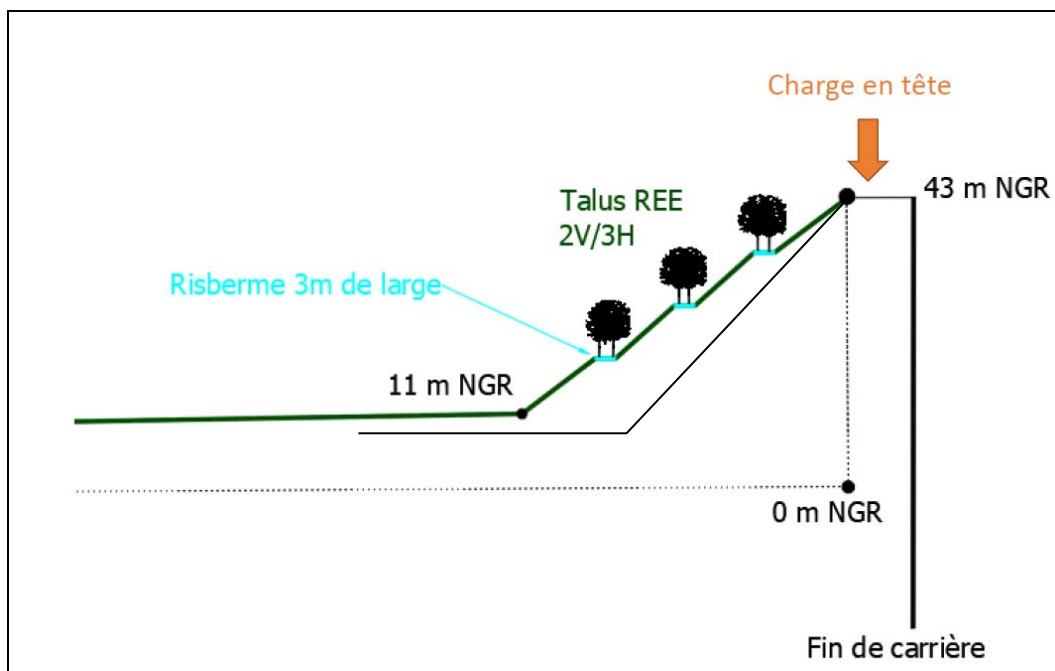
Il y aura 3 nouveaux talus d'extraction au niveau du projet d'extension de la carrière DIJOUX, qui seront à vérifier en phase provisoire et définitive. Ces 3 talus auront la même typologie en phase d'extraction provisoire (durée à définir par l'exploitant) à savoir :

- Hauteur maximale : 36 m (Toit 43 m NGR - base 7 m NGR).
- Pente : 1H/1V – 45° avec redans (non modélisés) pour accroche des remblais en phase définitive.
- Matériaux : alluvions compactes.



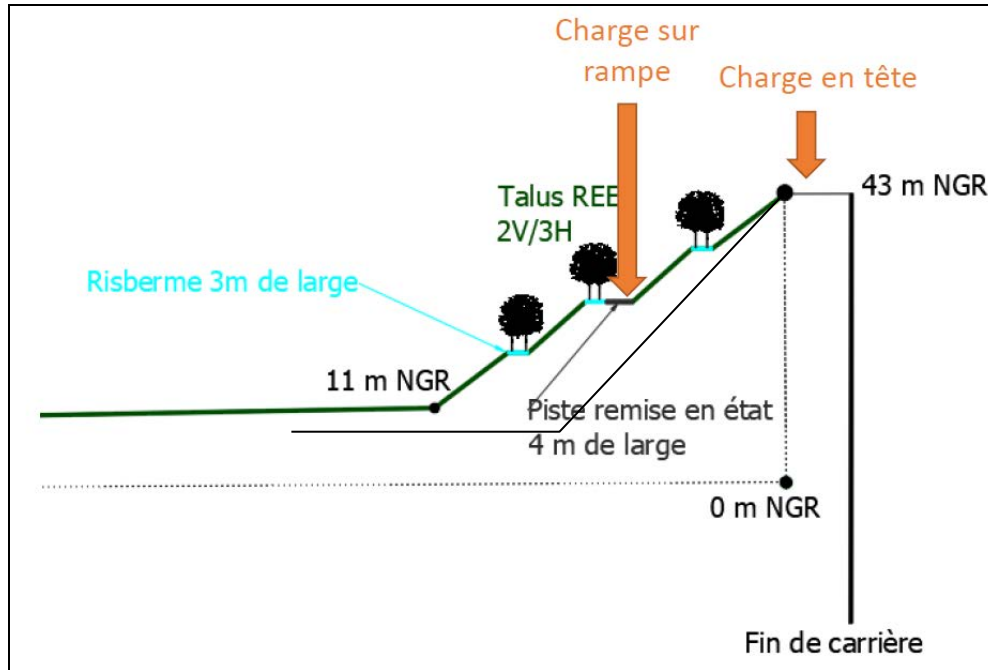
*Typologie du talus d'extraction provisoire et redans d'accroches*

Pour le rendu définitif, ce casier sera remblayé de la façon suivante :



*Typologie type 1 du talus définitif*

- Redans tous les 8 m de hauteur
- Pente 3H/2V
- Risberge de 3 m de largeur



Typologie type 2 du talus définitif

- Redans tous les 8 m de hauteur
- Pente 3H/2V
- Risberme de 3 m de largeur
- Risberme médiane + piste de 4 m de largeur, soit 7 m au total

Il nous est également demandé d'étudier la stabilité d'un talus 3H/2V sans risberme et sans piste pour la phase définitive.

Le fond d'extraction sera remblayé partiellement à 12 m NGR au point le plus amont, puis sera remblayé selon une pente douce jusqu'à la carrière actuellement en exploitation.

Les talus définitif présenteront une hauteur maximale de 32 m. Les risbermes mesureront 3 m de largeur. Il y en aura 3, soit une tous les 8 m de hauteur environ.

### 3.2.3 - Méthodes de calcul

## 3.3 - METHODE DE CALCUL

Nous considérons l'ouvrage à dimensionner conforme aux stipulations de l'annexe L de la NF P 94-370 modifiée d'octobre 2020, § L.1. Selon le § L.2 les vérifications à mener sont les suivantes :

### 3.3.1 - Talus

Le tableau suivant récapitule les vérifications menées pour le confortement de ce projet :

Vérifications	Approche de calculs	Situation	Combinaison d'actions
Stabilité générale	Traditionnelle (coef unitaire et $F > 1,3$ )	Provisoire	Unitaire
Stabilité générale	Approche 3	Définitive	ELU fondamental



En phase définitive, les calculs sont conduits selon la méthode des coefficients partiels, en pondérant :

- Les caractéristiques mécaniques des sols (app. 3),
- Les caractéristiques mécaniques des matériaux utilisés pour le renforcement (app. 3),

En recherchant un coefficient de sécurité global  $F > 1$ .

Le jeu de coefficient utilisé pour la vérification en stabilité générale est celui de l'approche 3 de la NF P 94-270 et de l'annexe L pour le coefficient de modèle.

En phase provisoire, nous privilégions l'approche traditionnelle Clouterre 1991, les coefficients partiels étant choisis égal à 1, et en recherchant un coefficient de sécurité globale  $F > 1,3$ .

Les calculs de stabilité sont réalisés avec le logiciel TALREN 5, conformément à la norme NF P 94-270.

La méthode de calcul utilisée correspond à la méthode de Bishop.

### ***3.3.2 - Etats limites et coefficients partiels***

La vérification des talus en stabilité générale ou stabilité en grand sera réalisée sous le logiciel Talren 5 en approche 3 (état limite de type GEO) et sont menés aux ELU selon la norme NF P 94-270 :

Le tableau ci-après indique les valeurs des coefficients de pondération à prendre en compte aux ELU sur les paramètres de sol et de structure.

				NF P 94-270	
				Approche 3, Stabilité générale et stabilité mixte et interne	Unitaire (retro-analyse)
Actions	Charge permanente	Favorable	$\gamma_{Gsup}$	1	1
		Défavorable	$\gamma_{Ginf}$	1	1
	Charge variable	Favorable	$\gamma_{Qsup}$	0	1
		Défavorable	$\gamma_{Qinf}$	1.3	1
Caractéristiques mécaniques des sols	Angle de frottement		$\gamma_{\phi'}$	1.25	1
	Cohésion effective		$\gamma_{c'}$	1.25	1
	Cohésion non drainée		$\gamma_{c_u}$	1.4	1
	Poids volumique		$\gamma_{\gamma}$	1	1
	Pression limite pressiométrique		$\gamma_{pl}$	1.4	1
Renforcements métalliques	Limite d'élasticité		$\gamma_{M0}$	1	1
	Rupture en traction		$\gamma_{M2}$	1.25 (*)	1
	$q_s$ déduit d'1 seul essai d'arrachement/>1 essai - (Clou/tirant)		$\gamma_{R;d;q_s}$	1,15/1,0 (**)	1
	$q_s$ tiré d'abaques ou d'essais		$\gamma_{M;f}$	1.15	1
	$q_s$ tiré d'abaques		$\gamma_{R;d;q_s}$	1.6	1
Renforcements géosynthétique	Résistance en traction caractéristiques		$\gamma_{M;t}$	1.25	1
	$\mu$ tiré d'une base de données documentée		$\gamma_{M;f}$	1.1	1
	Résistance en portance		$\gamma_{R;v}$	1.4	1
	Résistance au glissement		$\gamma_{R;h}$	1.1	1
	Résistance globale au cisaillement sur une surface de rupture		$\gamma_{R;e}$	1	1
	Facteur partiel de modèle (transitoire, durable, méthode simplifiée annexe L)		$\gamma_{R;d}$	1,05/1,1/1,25	1

*Coefficients partiels*

### 3.3.3 - Accélérations sismiques

Le référentiel Eurocode 8 est désormais applicable et les hypothèses de sismicité à retenir sont issues du décret 2010-1254 du 22 octobre 2010.

Le site du projet en cours est situé sur la commune de Saint Pierre de la Réunion. Conformément à ce décret, elle est située en zone de sismicité faible.

Nous considérons que le site est un ouvrage de catégorie I à II (ouvrage dont la défaillance présente un risque faible à moyen pour les personnes).

Pour les catégories I et II, en zone de sismicité faible, les calculs en combinaison sismique ne sont pas nécessaires.

### **3.3.4 - Contraintes hydrogéologiques**

Aucune venue d'eau n'a été observée lors de notre passage sur site.

Des venues d'eaux sont à prévoir dans les sols et en surface, par ruissellement, au sein du casier. Les venues d'eau en surface devront être gérées.

Compte tenu de la perméabilité des matériaux du site et de la position du toit de la nappe, on ne prendra pas de nappe en compte dans les calculs.

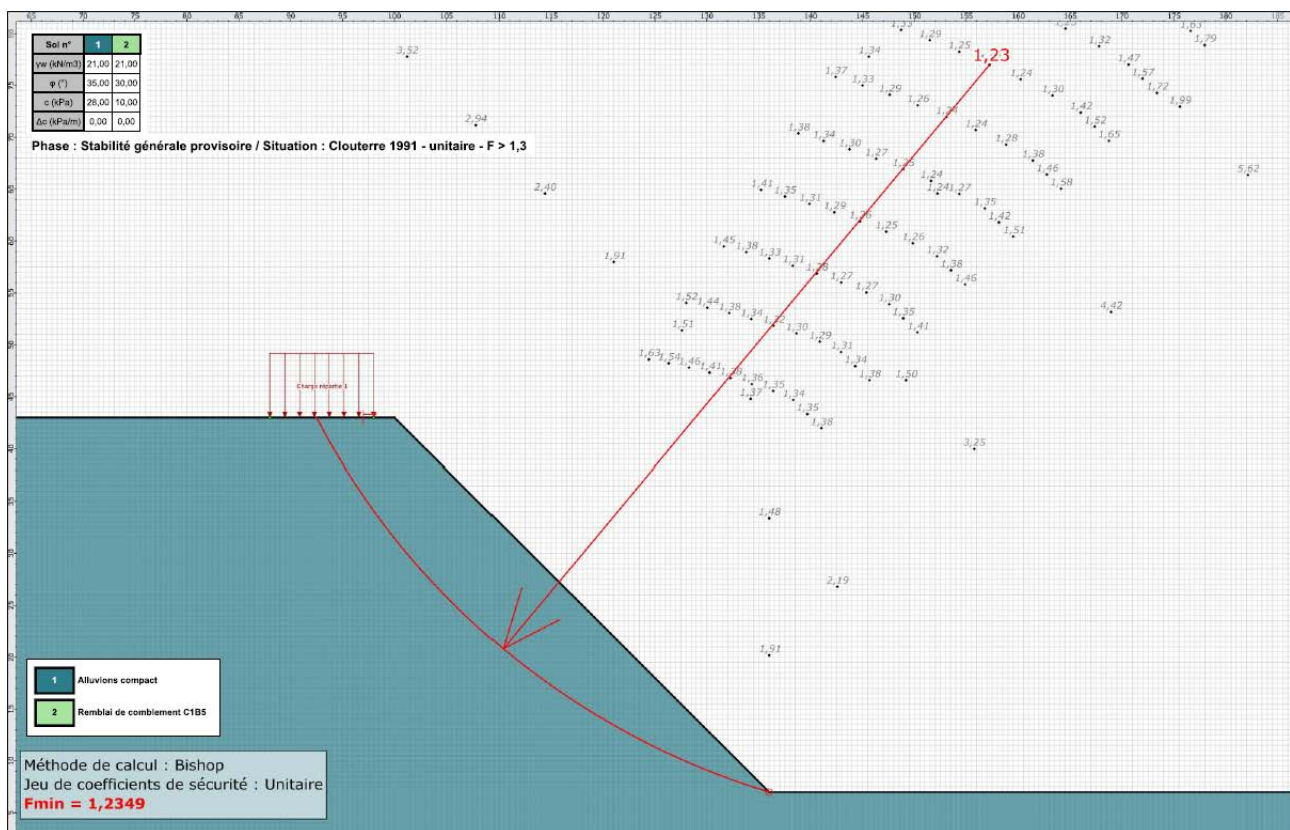
## 4 - ANALYSE DE STABILITE

### 4.1 - RAPPEL DES DONNÉES D'ENTRÉE :

Horizon	Nature du sol	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi'$ [°]	$c'$ [kPa]
Horizon n°1	Alluvions compactes	21	35	28
Horizon n°2	Remblai	21	33	10

### 4.2 - MODELISATION 1 : STABILITE GENERALE PROVISOIRE EN PHASE D'EXTRACTION 1H/1V

Ce profil correspond aux pentes prévisionnelles des talus selon les informations fournies par le client.



*Stabilité provisoire du talus avec un angle de 45° (1H/1V) :  $F = 1.23$*

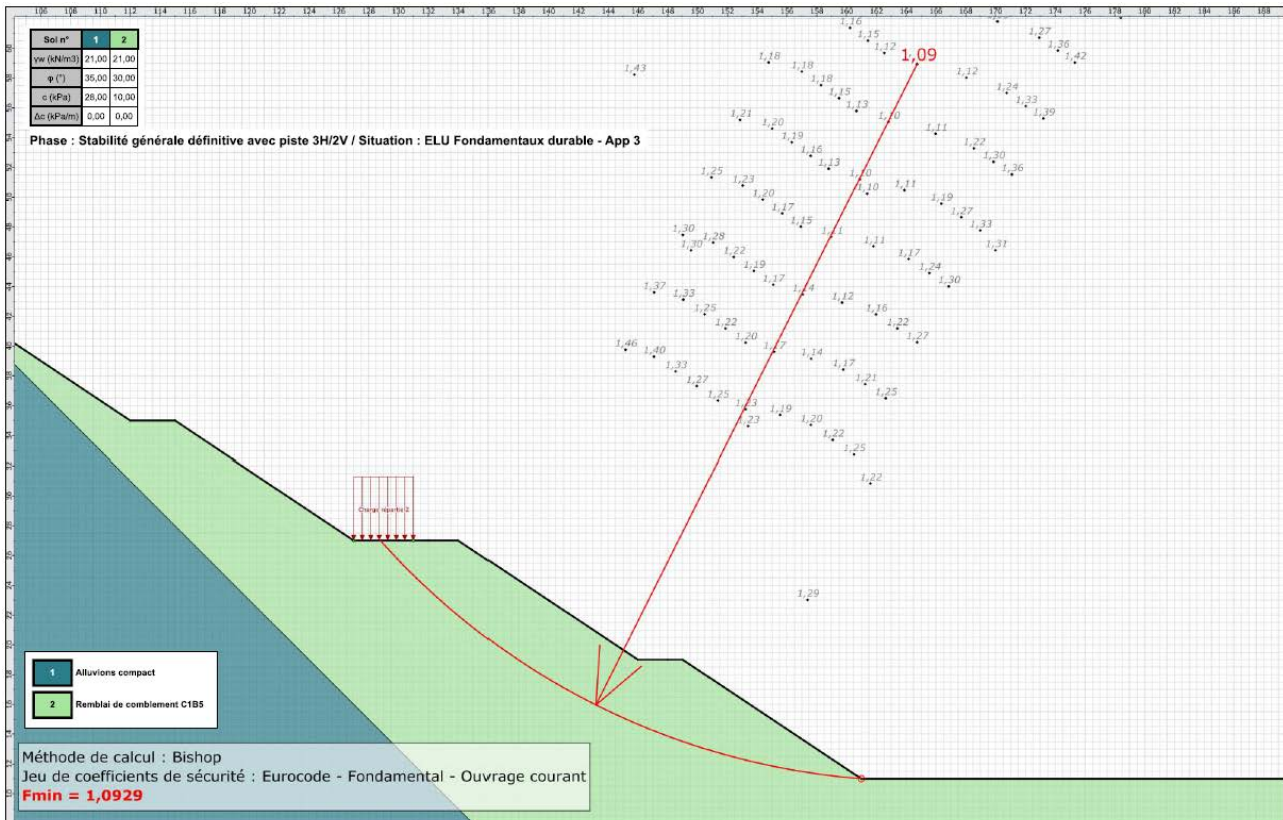
Pour des matériaux de type alluvions anciens, le talus d'extraction présente un coefficient de sécurité de  $1.23 < 1.3$ . Ce coefficient bien qu'inférieur à 1,3 indique que la stabilité à court terme des talus à 45° dans les matériaux alluvionnaires non remaniés (en place) est acceptable pour la durée des travaux.



L'exploitant portera tout de même une attention particulière aux chutes de blocs ronds alluvionnaires qui pourront se décrocher de ces talus. Nous recommandons la mise en place d'un petit merlon de 1 à 2 m de hauteur de type gabion en pied des talus.

#### **4.3 - MODELISATION 2 : REMBLAIEMENT DES TALUS D'EXTRACTION SELON UNE PENTE DE 2H/3V AVEC REDANS ET PISTE D'ACCES AU FOND DE CASIER**

Ce profil correspond aux pentes et à la typologie prévisionnelles du talus définitif accueillant la piste d'accès en fond de casier (cf. §3.2.2) selon les informations fournies par le client.

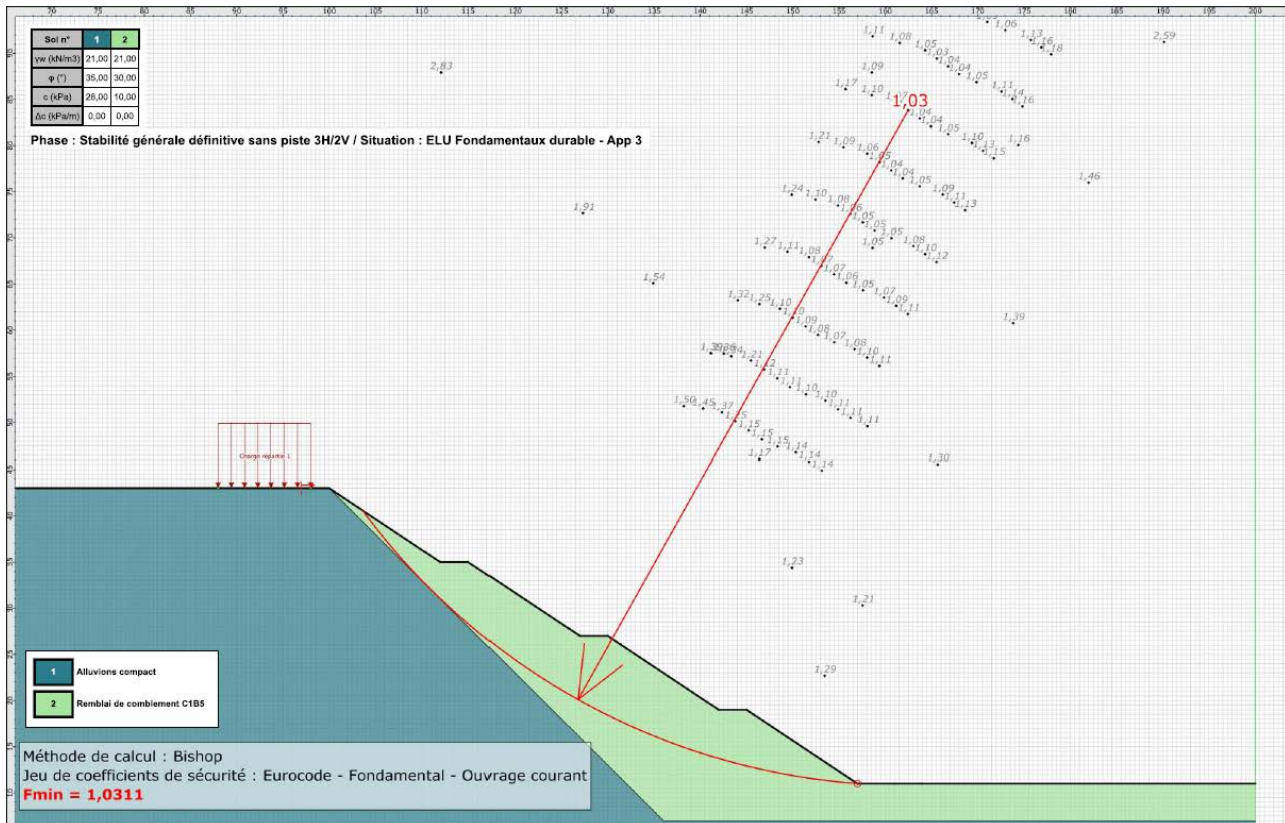


*Stabilité définitive du talus avec un angle de 33° (3H/2V) + redans et piste : F = 1.09*

Pour des matériaux de type remblai limoneux de classe C1B5, le talus définitif remblayé présente un coefficient de sécurité de 1.09 > 1.0. Ce coefficient indique que la stabilité à long terme des talus à 3h/2V dans les matériaux C1B5 convenablement compactés est assurée.

#### **4.4 - MODELISATION 3 : REMBLAIEMENT DES TALUS D'EXTRACTION SELON UNE PENTE DE 3H/2V AVEC REDANS ET SANS PISTE D'ACCES AU FOND DE CASIER**

Ce profil correspond aux pentes et à la typologie prévisionnelles du talus définitif 3H/2V + redans (cf. §3.2.2) selon les informations fournies par le client.

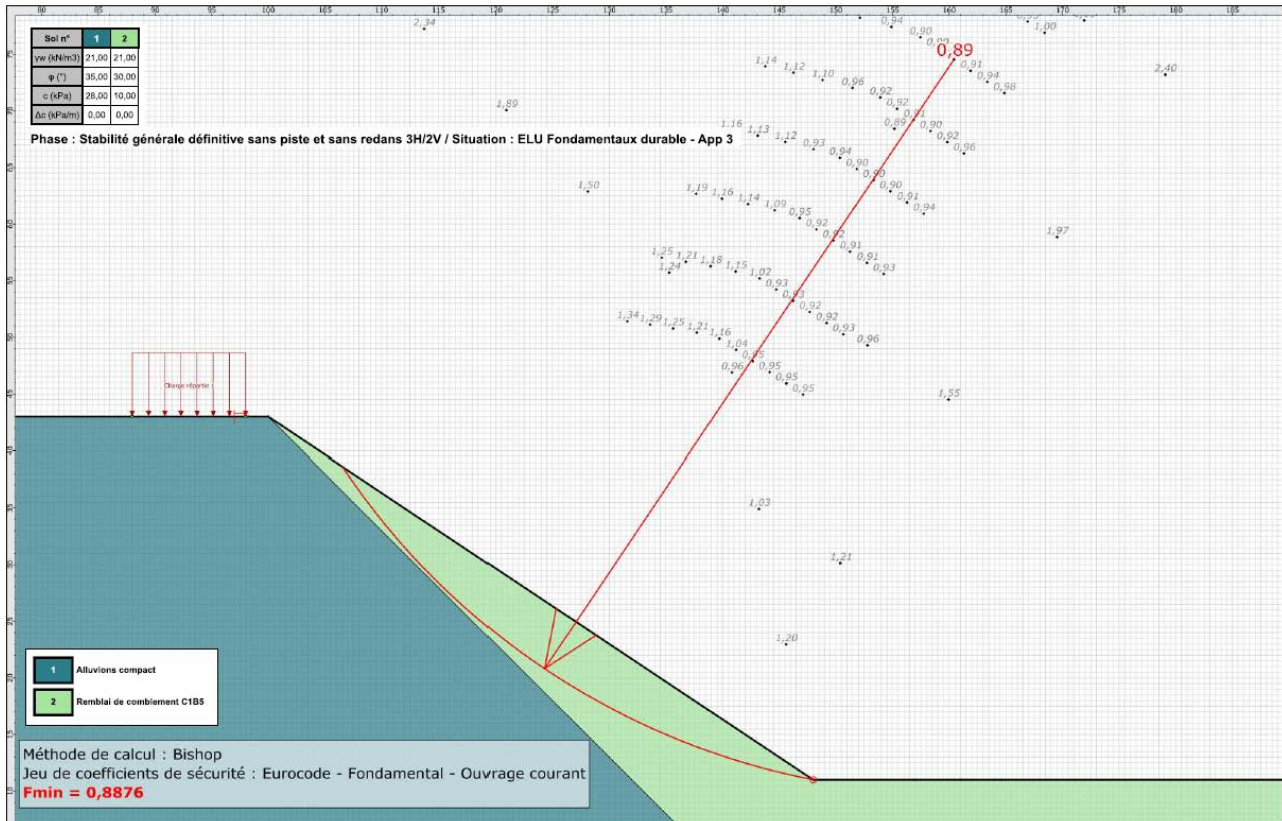


*Stabilité définitive du talus avec un angle de 33° (3H/2V) + redans : F = 1.03*

Pour des matériaux de type remblai limoneux de classe C1B5, le talus définitif remblayé présente un coefficient de sécurité de 1.03 > 1.0. Ce coefficient indique que la stabilité à long terme des talus à 3H/2V + redans dans les matériaux C1B5 convenablement compactés est assurée.

#### **4.5 - MODELISATION 4 : REMBLAIEMENT DES TALUS D'EXTRACTION SELON UNE PENTE DE 3H/2V SANS REDANS ET SANS PISTE D'ACCES AU FOND DE CASIER**

Ce profil correspond aux pentes et à la typologie prévisionnelles du talus définitif sans redans et sans piste d'accès au fond de casier (cf. §3.2.2) selon les informations fournies par le client.



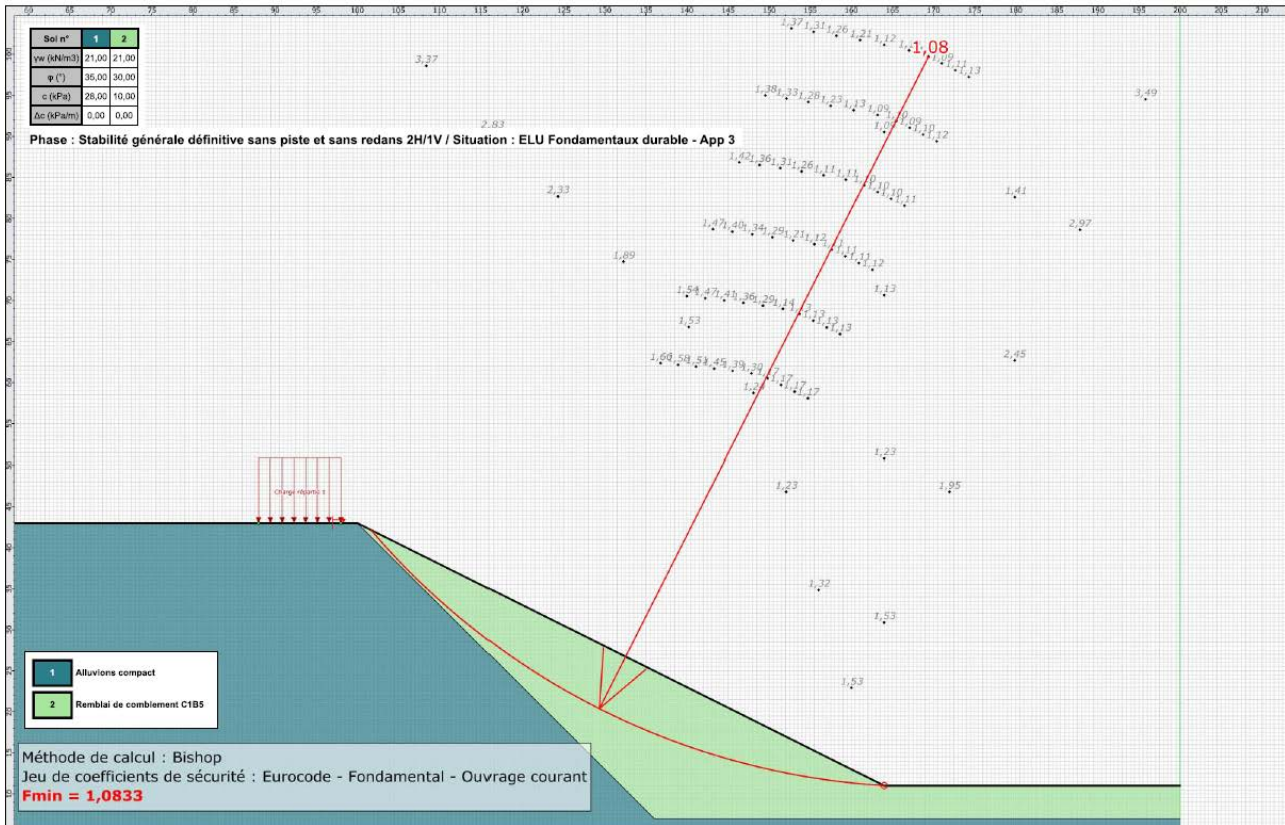
Stabilité définitive du talus avec un angle de 33° (3H/2V):  $F = 0.89$

Pour des matériaux de type remblai limoneux de classe C1B5, le talus définitif remblayé présente un coefficient de sécurité de  $0.89 > 1.0$ . Ce coefficient indique que la stabilité à long terme des talus à 3H/2V sans redans dans les matériaux C1B5 convenablement compactés n'est pas assurée à long terme. Sans les redans, il est nécessaire de diminuer la pente, à 2H/1V (26°).

#### **4.6 - MODELISATION 5 : REMBLAIEMENT DES TALUS D'EXTRACTION SELON UNE PENTE DE 2H/1V SANS REDANS ET SANS PISTE D'ACCES AU FOND DE CASIER**

Ce profil correspond aux pentes et à la typologie prévisionnelles du talus définitif sans redans et sans piste d'accès au fond de casier (cf. §3.2.2) selon nos modélisations.





*Stabilité définitive du talus avec un angle de 26° (2H/1V) : F = 1.08*

Pour des matériaux de type remblai limoneux de classe C1B5, le talus définitif remblayé présente un coefficient de sécurité de 1.08 > 1.0. Ce coefficient indique que la stabilité à long terme des talus à 2H/1V sans redans dans les matériaux C1B5 convenablement compactés est assurée à long terme.

## 5 - CONCLUSION

### 5.1 - SYNTHÈSE

Aucun sondage géotechnique n'a été réalisé dans le cadre de cette mission. A ce titre, nous avons réutilisé les paramètres de sol issus des études GEOLITHE précédentes sur le site CARPY, ceci étant justifié par l'homogénéité des sols constatée sur les 2 sites.

Ci-après figure un tableau récapitulatif des situations modélisées :

Profil étudié	Pente	Matériaux	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\Phi'$ (°)	C' (kPa)	F	F recherché	Conclusion
Typologie 1	1H/1V (45°)	Alluvions compactes en place	21	35	28	<b>1.23</b>	< 1,3	Acceptable
Typologie 2	3H/2V + redans et piste	Remblai C1B5	21	30	10	<b>1.09</b>	> 1,0	OK
Typologie 3	3H/2V + redans sans piste	Remblai C1B5	21	30	10	<b>1.03</b>	> 1,0	OK
Typologie 4	3H/2V sans redans (33°)	Remblai C1B5	21	30	10	<b>0.89</b>	> 1,0	NON
Typologie 5	2H/1V (26°)	Remblai C1B5	21	30	10	<b>1.08</b>	> 1,0	OK

### 5.2 - RECOMMANDATIONS GENERALES

Afin de mettre en sécurité le fond de fouille de la carrière, il est recommandé de réaliser une zone d'arrêt large de 2m à l'aide d'un merlon pare bloc d'une hauteur de 1.50m constitué de bloc ou de gabions.

Le profil taillé à 3H/2V + redans apparait donc comme une solution stable et sécuritaire au cours du temps.

Concernant le profil étudié au niveau de la piste nous recommandons de baliser le bord de piste (gros enrochement ou GBA béton à environ 1.00 m de la tête de talus) afin d'éviter que les camions ou engins de chantier ne viennent créer des instabilités en tête de talus.

Il sera fait de même en tête de casier, on limitera la présence des véhicules à 2 m du bord et cette limite devra être matérialisée par un cordon de blocs métrique jointif.

Nous recommandons également la mise en œuvre d'un fossé en tête de talus, permettant de diriger les eaux de surface vers un exutoire éloigné des talus, pour éviter les ruissellements importants sur les pentes des talus. Celui-ci devra être suffisamment dimensionné.



Les talus d'extraction devront présenter des redans d'accroche pour les remblais définitifs sur toute leur hauteur.

Afin d'obtenir  $C' = 10$  kPa dans les matériaux de remblaiement, il sera nécessaire de réaliser une mise en œuvre soignée et contrôlée. Nous donnons les préconisations de compactage et de contrôle au chapitre suivant.

Les remblais inertes observés au niveau du talus Sud-Est sont instables. Ils ne peuvent pas prétendre à être un remblaiement pérenne conforme au rendu définitif souhaité. Il sera nécessaire déterminer leur classe GTR, et de les traiter en conséquence pour une mise en œuvre conforme aux préconisations du présent rapport.



*Remblais inertes déversés dans le casier actuel - Instable*

## 6 - PRECONISATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE DES MATERIAUX DE REMLAI

### 6.1 - RECOMMANDATION GENERALE POUR LA MISE EN ŒUVRE DES REMBLAIS

Une cohésion de 10 kPa à long terme dans les matériaux de remblais ne peut pas être obtenue avec les matériaux du site ou avec une GNT de type 0-80 (classe GTR D31 ou D32). Il est nécessaire d'avoir de matériaux fins de type limons dans les matériaux en remblais, qui apporteront une cohésion, si et seulement si les conditions de mise en remblais préconisées sont rigoureusement respectées, à savoir :

- Epaisseur des couches,
- Vitesse de translation du compacteur,
- Nombre de passes,
- Contrôles réguliers des teneurs en eaux optimum des matériaux lors de leur mise en remblai).

Nous préconisons donc l'utilisation de **C1B5m** (ou quasi-équivalent C1Ai, C1Bi, C2Ai ou C2Bi).

Afin de justifier des caractéristiques mécaniques des remblais définitifs ( $C' = 10$  kPa et  $\phi' = 30^\circ$ ), il convient de réaliser préalablement à leur mise en œuvre :

- Une planche d'essai avec définition d'une grille de décision pour le compactage ;
- La réalisation d'essais pressiométrique au niveau du fond de casier par exemple, sur les 4 premiers mètres de remblai horizontal. Ces essais devront être réalisés avant de commencer le remblaiement des talus d'excavation. Ils permettront ainsi de valider les caractéristiques mécaniques des sols retenus dans nos calculs.

(A titre indicatif, compter 4 forages à 4 m avec 3 essais par forage (-1, -2 et -3 m/surface) pour avoir une moyenne représentative).



## 6.2 - CARACTÉRISTIQUE MATÉRIAUX C1B5M

### Classe C

## SOLS COMPORTANT DES FINES ET DES GROS ÉLÉMENTS

Classement selon la nature				Classement selon l'état hydrique et le comportement									
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux									
D <sub>max</sub> > 50mm et tamisat à 80 µm > 12% ou si le tamisat à 80 µm ≤ 12% la VBS est > 0,1	C	Matériaux anguleux dont la proportion de la fraction 0/50 mm dépasse 60 à 80% et Matériaux roulés La fraction 0/50 mm est un sol de la classe A	C <sub>1A</sub>	Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, moraines, alluvions grossières...	Le comportement des sols de cette classe peut être assez justement apprécié par celui de leur fraction 0/50 mm. L'évaluation de la proportion de la fraction 0/50 mm est cependant nécessaire dans le cas des sols constitués d'éléments anguleux. Celle-ci peut se faire visuellement par un géotechnicien expérimenté dès que le D <sub>max</sub> du sol dépasse 200 mm. L'identification des sols de cette classe doit être précisée à l'aide d'un double symbole de type C <sub>1</sub> (A <sub>1</sub> ) ou C <sub>1</sub> (B <sub>1</sub> ), A <sub>1</sub> ou B <sub>1</sub> étant respectivement la classe de la fraction 0/50 mm du matériau considéré.	Le sous-classement, en fonction de l'état hydrique des sols de cette classe, s'établit en considérant celui de leur fraction 0/50 mm qui peut être un sol de la classe A ou de la classe B.  Les différentes sous-classes composant la classe C sont :							
			C <sub>1B</sub>	Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, moraines, alluvions grossières...	On peut encore très utilement compléter cette identification en indiquant la valeur du D <sub>max</sub> présent dans le sol. Ainsi, par exemple, un sol classé : C <sub>1</sub> <sup>400</sup> (A <sub>1</sub> ) correspond à un sol roulé ou anguleux ayant plus de 60 à 80% d'éléments < 50 mm, dont les plus gros éléments ont une dimension de 400 mm et dont la fraction 0/50 mm est de type A <sub>1</sub> .		<table border="1"> <tr> <td>C<sub>1A</sub> C<sub>1A2</sub> C<sub>1A3</sub> C<sub>1A4</sub></td> <td>C<sub>1A</sub> C<sub>1A2</sub> C<sub>1A3</sub> C<sub>1A4</sub></td> <td>état th, h, m, s ou ts</td> </tr> <tr> <td>C<sub>1B11</sub> C<sub>1B12</sub> C<sub>1B31</sub> C<sub>1B32</sub></td> <td>C<sub>1B11</sub> C<sub>1B12</sub> C<sub>1B31</sub> C<sub>1B32</sub></td> <td>Matériaux généralement insensibles à l'état hydrique</td> </tr> </table>	C <sub>1A</sub> C <sub>1A2</sub> C <sub>1A3</sub> C <sub>1A4</sub>	C <sub>1A</sub> C <sub>1A2</sub> C <sub>1A3</sub> C <sub>1A4</sub>	état th, h, m, s ou ts	C <sub>1B11</sub> C <sub>1B12</sub> C <sub>1B31</sub> C <sub>1B32</sub>	C <sub>1B11</sub> C <sub>1B12</sub> C <sub>1B31</sub> C <sub>1B32</sub>	Matériaux généralement insensibles à l'état hydrique
			C <sub>1A</sub> C <sub>1A2</sub> C <sub>1A3</sub> C <sub>1A4</sub>	C <sub>1A</sub> C <sub>1A2</sub> C <sub>1A3</sub> C <sub>1A4</sub>	état th, h, m, s ou ts								
			C <sub>1B11</sub> C <sub>1B12</sub> C <sub>1B31</sub> C <sub>1B32</sub>	C <sub>1B11</sub> C <sub>1B12</sub> C <sub>1B31</sub> C <sub>1B32</sub>	Matériaux généralement insensibles à l'état hydrique								
C <sub>2A</sub>	Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, biefs à silex...	Le comportement des sols de cette classe dépend aussi de la fraction 50/D présente et ne peut plus être assimilé à celui de la seule fraction 0/50 mm. L'importance de cette influence est toujours difficile à évaluer (fonction de la continuité granulométrique et de l'angulosité des éléments grenus) en raison des difficultés pratiques qu'il y a à réaliser des essais de laboratoire sur ces matériaux. Il est néanmoins utile, comme pour les C <sub>1</sub> , de préciser l'identification des sols de cette classe à l'aide d'un double symbole de type C <sub>2</sub> (A <sub>1</sub> ) ou C <sub>2</sub> (B <sub>1</sub> ), A <sub>1</sub> ou B <sub>1</sub> étant respectivement la classe de la fraction 0/50 mm du matériau considéré.	<table border="1"> <tr> <td>C<sub>2B21</sub> C<sub>2B22</sub> C<sub>2B31</sub> C<sub>2B32</sub> C<sub>2B33</sub> C<sub>2B34</sub> C<sub>2B35</sub></td> <td>C<sub>2B21</sub> C<sub>2B22</sub> C<sub>2B31</sub> C<sub>2B32</sub> C<sub>2B33</sub> C<sub>2B34</sub> C<sub>2B35</sub></td> <td>état th, h, m, s ou ts</td> </tr> </table>	C <sub>2B21</sub> C <sub>2B22</sub> C <sub>2B31</sub> C <sub>2B32</sub> C <sub>2B33</sub> C <sub>2B34</sub> C <sub>2B35</sub>	C <sub>2B21</sub> C <sub>2B22</sub> C <sub>2B31</sub> C <sub>2B32</sub> C <sub>2B33</sub> C <sub>2B34</sub> C <sub>2B35</sub>	état th, h, m, s ou ts							
C <sub>2B21</sub> C <sub>2B22</sub> C <sub>2B31</sub> C <sub>2B32</sub> C <sub>2B33</sub> C <sub>2B34</sub> C <sub>2B35</sub>	C <sub>2B21</sub> C <sub>2B22</sub> C <sub>2B31</sub> C <sub>2B32</sub> C <sub>2B33</sub> C <sub>2B34</sub> C <sub>2B35</sub>	état th, h, m, s ou ts											
C <sub>2B</sub>	Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, biefs à silex...	De même cette identification pourra être très utilement complétée par l'indication du D <sub>max</sub> présent dans le sol (Cf. classe C <sub>1</sub> ). Des essais en semi ou vraie grandeur seront souvent nécessaires pour caler l'interprétation des mesures réalisées sur la fraction 0/50 mm.											

### Classe B (suite)

## SOLS SABLEUX ET GRAVELEUX AVEC FINES (suite)

← NIVEAU DE CLASSIFICATION NECESSAIRE POUR L'EMPLOI EN REMBLAI →

← NIVEAU DE CLASSIFICATION NECESSAIRE POUR L'EMPLOI EN COUCHE DE FORME →

Classement selon la nature				Classement selon l'état hydrique		Classement selon le comportement				
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe		
D <sub>max</sub> ≤ 50 mm et tamisat à 80 µm ≤ 35%	B	- tamisat à 80 µm ≤ 12% - tamisat à 2 mm ≤ 70% - VBS ≤ 0,2 ou ES ≤ 25	B <sub>4</sub>	Graves argileuses (peu argileuses)...	La plasticité de leurs fines rend ces sols sensibles à l'eau. Ils sont plus graveleux que les sols B <sub>5</sub> et leur fraction sableuse est plus faible. Pour cette raison, ils sont en général perméables. Ils réagissent assez rapidement aux variations de l'environnement hydrique et climatique (humidification - séchage). Lorsqu'ils sont extraits dans la nappe, il est assez peu probable, en climat océanique, que leur état hydrique puisse s'améliorer jusqu'à devenir "moyen". Leur emploi en couche de forme sans traitement avec des LH nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (Los Angeles, LA, et/ou Micro Deval en présence d'eau, MDE).	IP <sub>I</sub> ≤ 7 ou W <sub>e</sub> ≥ 1,25 W <sub>OPN</sub>	B <sub>4</sub> th	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	B <sub>4</sub> th	
					7 < IP <sub>I</sub> ≤ 15 ou 1,10 W <sub>OPN</sub> ≤ W <sub>e</sub> < 1,25 W <sub>OPN</sub>	B <sub>4</sub> h	LA > 45 et MDE > 45	B <sub>4</sub> h		
					0,9 W <sub>OPN</sub> ≤ W <sub>e</sub> < 1,10 W <sub>OPN</sub>	B <sub>4</sub> m	LA > 45 et MDE ≤ 45	B <sub>4</sub> m		
					0,6 W <sub>OPN</sub> ≤ W <sub>e</sub> < 0,9 W <sub>OPN</sub>	B <sub>4</sub> s	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	B <sub>4</sub> s		
					W <sub>e</sub> < 0,6 W <sub>OPN</sub>	B <sub>4</sub> ts	LA > 45 ou MDE > 45	B <sub>4</sub> ts		
									LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	B <sub>4</sub> th
									LA > 45 ou MDE > 45	B <sub>4</sub> th
									LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	B <sub>4</sub> h
									LA > 45 ou MDE > 45	B <sub>4</sub> h
									LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	B <sub>4</sub> m
						LA > 45 ou MDE > 45	B <sub>4</sub> m			
						0,6 W <sub>OPN</sub> ≤ W <sub>e</sub> < 0,9 W <sub>OPN</sub>	B <sub>4</sub> s	LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	B <sub>4</sub> s	
						W <sub>e</sub> < 0,6 W <sub>OPN</sub>	B <sub>4</sub> ts	LA > 45 et MDE > 45	B <sub>4</sub> ts	
								LA > 45 ou MDE > 45	B <sub>4</sub> ts	
						IP <sub>I</sub> ≤ 4 ou W <sub>e</sub> ≥ 1,3 W <sub>OPN</sub> ou Ic ≤ 0,8	B <sub>6</sub> th			
						4 < IP <sub>I</sub> ≤ 10 ou 0,8 < Ic ≤ 1 ou 1,1 W <sub>OPN</sub> ≤ W <sub>e</sub> < 1,3 W <sub>OPN</sub>	B <sub>6</sub> h			
						10 < IP <sub>I</sub> ≤ 25 ou 1 < Ic ≤ 1,2 ou 0,9 W <sub>OPN</sub> ≤ W <sub>e</sub> < 1,1 W <sub>OPN</sub>	B <sub>6</sub> m			
						0,7 W <sub>OPN</sub> ≤ W <sub>e</sub> < 0,9 W <sub>OPN</sub> ou 1,2 < Ic ≤ 1,3	B <sub>6</sub> s			
						W <sub>e</sub> < 0,7 W <sub>OPN</sub> ou Ic > 1,3	B <sub>6</sub> ts			

Extrait des fascicules LCPC (GTR92) pour le matériau C1B5

### 6.3 - CONDITIONS DE RÉUTILISATION EN REMBLAI DU C1B5M

C<sub>1</sub>A<sub>1</sub> et C<sub>1</sub>B<sub>3</sub> (états th, h et m)

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> th C <sub>1</sub> B <sub>3</sub> th	<b>Soils inutilisables en l'état</b>			NON
C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> h C <sub>1</sub> B <sub>3</sub> h	Ces sols sont très difficiles à mettre en œuvre en raison de leur faible portance; ils peuvent conserver des pressions interstitielles après mise en œuvre  La présence de blocs peut entraîner des difficultés lors de la réalisation des traitements	+	pluie faible  Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		=	ni pluie, ni évaporation importante  <b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 0 0 0 3 1
		-	évaporation importante  <b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 0 0 0 3 1
				<b>Solution 2 : traitement</b> G : élimination des éléments supérieurs à 250 mm pour traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen
			évaporation importante  <b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0 0 0 0 0 3 1
				<b>Solution 2 : aération</b> E : extraction en couches W : réduction de teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen
C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> m C <sub>1</sub> B <sub>3</sub> m	Ces sols sont très sensibles aux conditions atmosphériques qui peuvent très rapidement interrompre le chantier par excès de teneur en eau ou au contraire conduire à un sol trop sec difficile à compacter	++	pluie forte  Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		+	pluie faible  E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2 0 0 0 0 2 2
		=	ni pluie, ni évaporation importante  C : compactage moyen	0 0 0 0 0 2 0
		-	évaporation importante  <b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : compactage intense	0 0 0 0 0 1 0
				<b>Solution 2 : maintien de l'état</b> W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage moyen

Extrait Fascicule pour condition de mise en remblai matériaux C1B5m

On note ici que l'état hydrique « m » au moment de la mise en œuvre du matériau est à privilégier, car c'est celui qui permettra le meilleur compactage. Un contrôle de l'état hydrique est à prévoir en cours de réalisation de la mise en remblai.

**Ce qu'il faut retenir pour le C1B5m :**

- **Pas de mise en œuvre de ces matériaux lorsqu'il pleut**
- **Élimination des éléments de D > 250 mm**
- **Compactage selon état hydrique** par défaut, on partira sur un état hydrique m (médián) et les conditions de compactage moyennes ci-dessous (cas le plus fréquent et le plus probable).



## CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

C<sub>1</sub>A<sub>1</sub> et C<sub>1</sub>B<sub>5</sub> (états s et ts) - C<sub>1</sub>A<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>A<sub>3</sub> et C<sub>1</sub>B<sub>6</sub> (états th et h)

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code							
					E	G	W	T	R	C	H	
C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> s C <sub>1</sub> B <sub>5</sub> s	Ces sols sont difficiles à compacter. L'humidification pour changer d'état exigeant un malaxage au moins grossier du sol peut être rendue difficile par la présence des blocs. Si ce malaxage ne peut être réalisé il convient alors de laisser percoler l'eau à partir de la surface après avoir réalisé une scarification. Dans ce cas il convient d'observer un temps de percolation de plusieurs heures.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas de maîtriser l'humidification des sols nécessaire pour permettre leur utilisation et risquant de conduire rapidement à des excès de teneur en eau	NON							
				+	pluie faible	<b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0	0	0	0	0	0
		<b>Solution 2 : extraction en couches</b> E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1			0	0	0	1	1	2	
		=	ni pluie, ni évaporation importante	<b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	0	0	0	0	1	1
				<b>Solution 2 : humidification</b> W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	0	0	4	0	1	2	0	
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : maintien de l'état</b> W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne	0	0	3	0	0	1	2	
<b>Solution 2 : humidification</b> W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense	0			0	4	0	1	1	0			
C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> ts C <sub>1</sub> B <sub>5</sub> ts	<b>Sols normalement inutilisables en l'état</b> L'humidification de ces sols pour les ramener au moins à l'état (s) peut être envisagée à l'appui d'une étude spécifique			NON								
C <sub>1</sub> A <sub>2</sub> th C <sub>1</sub> A <sub>3</sub> th C <sub>1</sub> B <sub>6</sub> th	<b>Sols normalement inutilisables en l'état</b> Le drainage préalable ou la mise en dépôt provisoire n'est pas une solution fiable sous le climat français pour ramener ces sols à l'état h			NON								
C <sub>1</sub> A <sub>1</sub> h C <sub>1</sub> A <sub>3</sub> h C <sub>1</sub> B <sub>6</sub> h	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur faible portance : ils peuvent conserver des pressions interstitielles après mise en œuvre.  La fraction grossière n'est pas suffisante pour modifier sensiblement le comportement de la fraction argileuse.  Ces sols réagissent en général bien avec la chaux mais la présence de gros blocs peut rendre leur traitement difficile.  Leur emploi sans traitement comporte des risques de générer des pressions interstitielles sous l'effet d'un compactage lié notamment à la circulation des engins de transport.	++	pluie moyenne ou forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON							
				+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	2	0	0	0	0	3
		=	ni pluie, ni évaporation importante			<b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : compactage faible H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)	0	0	0	0	0	3
				<b>Solution 2 : traitement</b> G : élimination des éléments supérieurs à 250 mm T : traitement à la chaux seule C : compactage moyen	0	2	0	2	0	2	0	
-	évaporation importante	E : extraction en couches W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1	0	1	0	1	2	2			

Extrait Fascicule pour condition de mise en remblai matériaux CiAi et CiBi



## 6.4 - PRÉCONISATION DE COMPACTAGE POUR UN COMPACTEUR V3 (EXEMPLE)

Extrait Fascicule pour condition de compactage des matériaux C1B5m pour un compacteur de type V3 par exemple (afin de fournir les préconisations adaptées il est essentiel de nous transmettre la fiche produit du compacteur qui sera utilisé) :

		B <sub>5</sub> , C <sub>1</sub> B <sub>5</sub> (*)											
		Compacteur											
		P1	P2	P3	V1	V2	V3	V4	V5				
Modalités													
Energie de compactage faible	Q/S	0.090	0.130	0.200	0.060	0.095	0.145	0.195	0.235				
	e	0.30	0.45	0.60	0.30	0.40	0.30	0.60	0.40	0.80	0.45	0.95	
	V	5.0	5.0	5.0	2.0	2.5	5.0	2.5	5.0	2.5	5.0	2.5	
	Code 3	N	4	4	3	5	5	3	5	3	5	2	4
	Q/L	450	650	1000	120	240	725	365	975	490	1175	590	
Energie de compactage moyenne	Q/S	0.050	0.080	0.120	0.030	0.050	0.075	0.100	0.120				
	e	0.25	0.35	0.45	0.20	0.30	0.30	0.45	0.30	0.60	0.30	0.75	
	V	5.0	5.0	5.0	2.0	2.0	3.0	2.0	4.0	2.0	5.0	2.0	
	Code 2	N	5	5	4	7	6	4	6	3	6	3	7
	Q/L	250	400	600	60	100	225	150	400	200	600	240	
Energie de compactage intense	Q/S		0.040	0.060		0.030	0.040	0.055	0.065				
	e	0	0.20	0.30	0	0.20	0.30	0.35	0.40	0.30	0.50		
	V		5.0	5.0		2.0	2.0	2.5	2.0	3.5	2.0		
	Code 1	N	5	5		7	8	7	8	5	8		
	Q/L		200	300		60	80	140	110	230	130		

Extrait fascicule 2 SETRA/LCPC

Pour le C1B5m le fascicule nous dit que l'on peut réaliser soit :

Ou

- Epaisseur des couches : 30 cm
- Vitesse de translation : 3 km/h
- Nombre de passe : 4
- Epaisseur des couches : 45 cm
- Vitesse de translation : 2 km/h
- Nombre de passe : 6

## 6.5 - **RECOMMANDATIONS POUR LE CONTRÔLE DE COMPACTAGE**

- Les matériaux de remblai seront de classe GTR C1B5m. Ils devront être méthodiquement compactés et contrôlés par passe. (Compactage et épaisseur des passes à définir selon compacteur présent sur site et fascicule LCPC).
- Il sera mis en œuvre un géotextile anti-contaminant entre les formations en place et le remblai.
- Tous les 3 m de remblai édifié il sera réalisé des essais de portance et de compacité :
  - Essais à la plaque, selon le mode opératoire LCPC avec comme valeurs cibles (G2PRO) :
    - $EV2 > 50 \text{ MPa}$
    - $EV2 / EV1 < 2,0$
  - Essais au pénétromètre dynamique lourd pour valider une qualité de compacité de type q4. (95% de l'OPN).
- Des essais laboratoire sur les matériaux mise en œuvre :
  - Classification GTR à fournir
  - Essai Proctor et teneur en eau optimale

## 7 - ALEAS ET INCERTITUDES

Le présent rapport constitue le compte rendu de la mission géotechnique. Cette mission G5, confiée à **Géolithe**, a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte en fonction des données fournies et existantes.

Les conditions géologiques et hydrogéologiques, reconnues ou supposées ainsi que la réalisation de l'ouvrage nécessitent un contrôle et une surveillance géotechnique lors de l'exécution qui pourront être réalisés dans le cadre de la mission d'exécution géotechnique d'exécution (G3) phase « suivi » ou une mission de supervision (G4) que nous pouvons réaliser.

Lors des terrassements, tout élément nouveau venant infirmer les hypothèses émises pour la réalisation de cette étude, devra être portée à notre connaissance. Des adaptations des préconisations et du dimensionnement présentés dans ce rapport pourront en découler.

Les principales incertitudes qui subsistent concernent le contexte hydrogéologique du site que l'on découvrira au de l'exploitation du casier sont :

- Cohésion apparente plus faible que nos hypothèses ;
- Les circulations d'eau souterraine et présence éventuelle de poches d'eau perchée ;
- La nature des matériaux de remblai mis en œuvre ;
- L'incertitude en phase travaux concernant l'état hydrique des matériaux de remblai stocké sur site ou provenant directement d'une carrière ;

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur la stabilité des talus provisoire et définitif. Cela peut avoir un coût important pour l'opération d'exploitation.

# ANNEXES



# ANNEXE 1

Classification des missions géotechniques selon la norme NF P  
94-500

## 4.2.4 Tableaux synthétiques

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage	Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux		
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.</li> </ul> <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).</li> <li>— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.</li> </ul>

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)****ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)****ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

**SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

# ANNEXE 2

Résultats des modélisations TALREN V – Stabilité des pentes



# Données du projet

Numéro d'affaire : 22-0190

Titre du calcul : Stabilité Talus d'excavation - Carrière

Lieu : Pierrfond

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_w$  : 10.0

## Couches de sol

	Nom	Couleur	$\gamma$	$\phi$	c	$\Delta c$	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Alluvions compact		21,0	35,00	28,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Remblai de comblement C1B5		21,0	30,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

## Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	$\Gamma\gamma$	$\Gamma c$	$\Gamma \tan(\phi)$	Type de cohésion	Courbe
1	Alluvions compact		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Remblai de comblement C1B5		-	-	-	Effective	Linéaire

## Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	43,000	2	100,000	43,000	3	136,000	7,000	4	200,000	7,000	7	200,000	11,000	14	112,000	35,000
15	115,000	35,000	16	127,000	27,000	17	134,000	27,000	18	146,000	19,000	19	149,000	19,000	20	161,000	11,000
21	130,000	27,000	22	142,000	19,000	23	145,000	19,000	24	157,000	11,000	25	148,000	11,000	26	164,000	11,000
27	132,000	27,000	28	140,000	23,000	29	148,000	19,000	30	152,000	17,000						

## Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	14	3	4	18	2	14	19	14	15	20	15	16	25	2	3	26	16	21
28	21	22	29	22	23	30	23	24	31	24	20	32	14	25	33	25	24	34	7	26
35	20	26	36	2	27	37	27	17	38	27	21	39	27	28	40	28	17	41	28	18
42	28	29	43	29	18	44	29	19	45	29	30	46	30	19	47	30	20	48	30	26

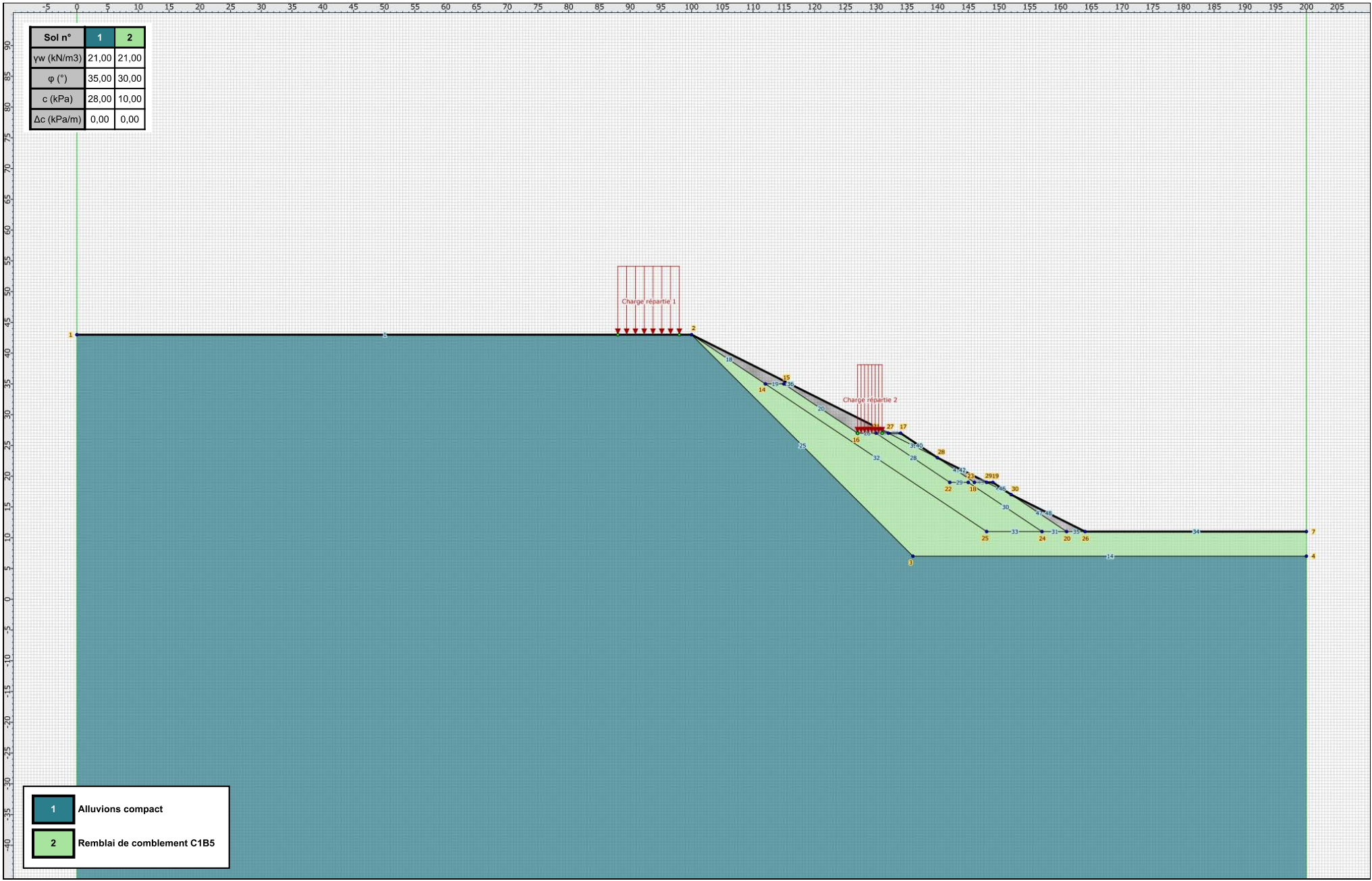
## Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge répartie 1	88,000	43,000	20,0	98,000	43,000	20,0	90,00
2	Charge répartie 2	127,000	27,000	20,0	131,000	27,000	20,0	90,00



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 6 avr. 2022 08:04:21  
Calcul réalisé par : GEOLITHE  
Projet : Stabilité Talus d'excavation - Carrière



Sol n°	1	2
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	21,00	21,00
$\phi$ (°)	35,00	30,00
c (kPa)	28,00	10,00
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00

1	Alluvions compact
2	Remblai de comblement C1B5



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 6 avr. 2022 08:04:21  
Calcul réalisé par : GEOLITHE

Projet : Stabilité Talus d'excavation - Carrière

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Stabilité générale provisoire

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

## Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Alluvions compact	14	3	4	Alluvions compact	25	2	3	Alluvions compact

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charge répartie 1

Conditions hydrauliques : Néant

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Stabilité générale provisoire

Nom de la situation : Clouterre 1991 - unitaire - F > 1,3

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Unitaire

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
$\Gamma_{min}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{\phi}$	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	$\Gamma_{cu}$	1,000
$\Gamma_Q$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
$\Gamma_{pl}$	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	$\Gamma_{buton}$	1,000	$\Gamma_{s3}$	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : 97,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 136,000; Y= 7,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

## Résultats

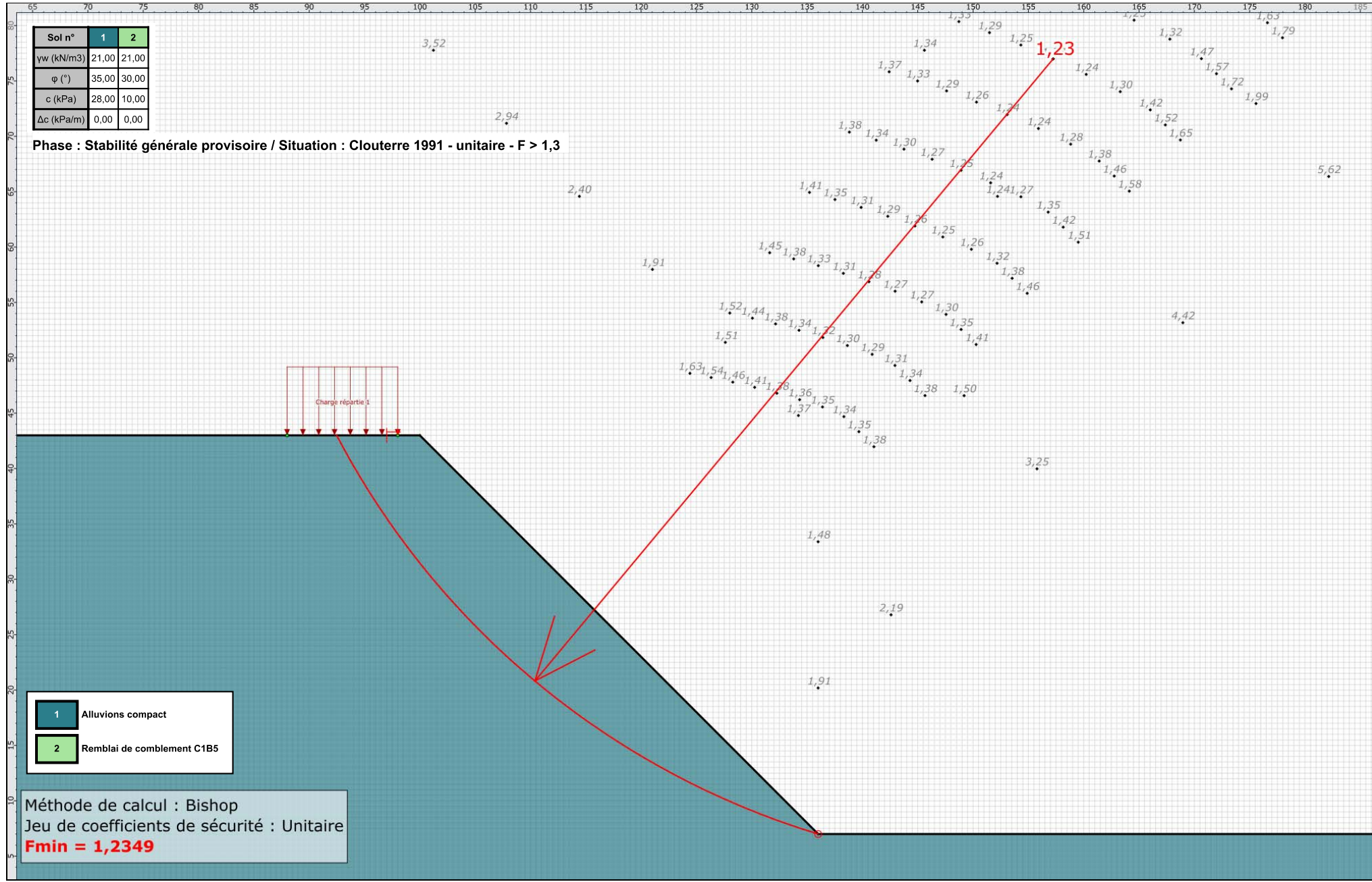
Coefficient de sécurité minimal : 1,2349

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1069; X0= 157,24; Y0= 76,99; R= 73,14



Sol n°	1	2
γw (kN/m3)	21,00	21,00
φ (°)	35,00	30,00
c (kPa)	28,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00

Phase : Stabilité générale provisoire / Situation : Clouterre 1991 - unitaire - F > 1,3



1	Alluvions compact
2	Remblai de comblement C1B5

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : Unitaire  
**Fmin = 1,2349**



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 6 avr. 2022 08:04:23  
Calcul réalisé par : GEOLITHE

Projet : Stabilité Talus d'excavation - Carrière



# Données de la phase 2

Nom de la phase : Stabilité générale définitive avec piste 3H/2V

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

## Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Alluvions compact	14	3	4	Alluvions compact	18	2	14	Remblai de comblement C1B5
19	14	15	Remblai de comblement C1B5	20	15	16	Remblai de comblement C1B5	25	2	3	Alluvions compact
26	16	21	Remblai de comblement C1B5	34	7	26	Remblai de comblement C1B5	35	20	26	Remblai de comblement C1B5
37	27	17	Remblai de comblement C1B5	38	27	21	Remblai de comblement C1B5	40	28	17	Remblai de comblement C1B5
41	28	18	Remblai de comblement C1B5	43	29	18	Remblai de comblement C1B5	44	29	19	Remblai de comblement C1B5
46	30	19	Remblai de comblement C1B5	47	30	20	Remblai de comblement C1B5				

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charge répartie 1  
Charge répartie 2

Conditions hydrauliques : Néant



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 6 avr. 2022 08:04:23  
Calcul réalisé par : GEOLITHE  
Projet : Stabilité Talus d'excavation - Carrière

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Stabilité générale définitive avec piste 3H/2V

Nom de la situation : ELU Fondamentaux durable - App 3

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
$\Gamma_{min}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	$\Gamma_{cu}$	1,400
$\Gamma_Q$	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,600	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
$\Gamma_{pl}$	1,400	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	$\Gamma_{buton}$	1,000	$\Gamma_{s3}$	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : 97,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 161,000; Y= 11,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0929

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 985; X0= 164,73; Y0= 58,93; R= 48,07



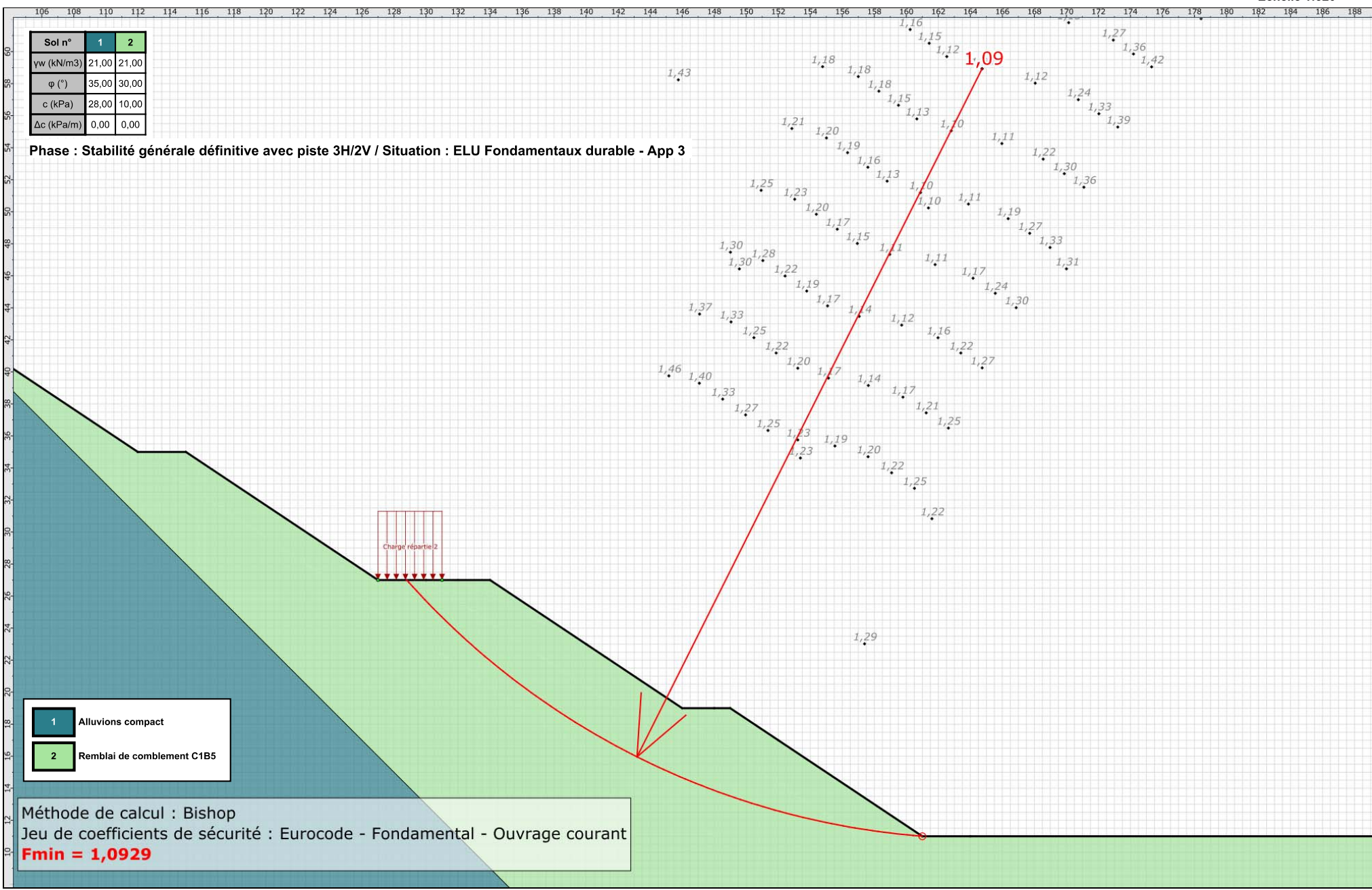
Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 6 avr. 2022 08:04:24  
Calcul réalisé par : GEOLITHE  
Projet : Stabilité Talus d'excavation - Carrière

106 108 110 112 114 116 118 120 122 124 126 128 130 132 134 136 138 140 142 144 146 148 150 152 154 156 158 160 162 164 166 168 170 172 174 176 178 180 182 184 186 188

Sol n°	1	2
γw (kN/m <sup>3</sup> )	21,00	21,00
φ (°)	35,00	30,00
c (kPa)	28,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00

Phase : Stabilité générale définitive avec piste 3H/2V / Situation : ELU Fondamentaux durable - App 3



- 1 Alluvions compact
- 2 Remblai de comblement C1B5

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant  
**Fmin = 1,0929**



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 6 avr. 2022 08:04:24  
 Calcul réalisé par : GEOLITHE

Projet : Stabilité Talus d'excavation - Carrière

# Données de la phase 3

Nom de la phase : Stabilité générale définitive sans piste 3H/2V

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

## Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Alluvions compact	14	3	4	Alluvions compact	18	2	14	Remblai de comblement C1B5
19	14	15	Remblai de comblement C1B5	20	15	16	Remblai de comblement C1B5	25	2	3	Alluvions compact
26	16	21	Remblai de comblement C1B5	28	21	22	Remblai de comblement C1B5	29	22	23	Remblai de comblement C1B5
30	23	24	Remblai de comblement C1B5	31	24	20	Remblai de comblement C1B5	34	7	26	Remblai de comblement C1B5
35	20	26	Remblai de comblement C1B5								

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charge répartie 1

Conditions hydrauliques : Néant



**Talren v5**  
v5.2.5

Imprimé le : 6 avr. 2022 08:04:25  
Calcul réalisé par : GEOLITHE  
Projet : Stabilité Talus d'excavation - Carrière

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Stabilité générale définitive sans piste 3H/2V

Nom de la situation : ELU Fondamentaux durable - App 3

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
$\Gamma_{min}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	$\Gamma_{cu}$	1,400
$\Gamma_Q$	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,600	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
$\Gamma_{pl}$	1,400	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	$\Gamma_{buton}$	1,000	$\Gamma_{s3}$	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : 97,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 157,000; Y= 11,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0311

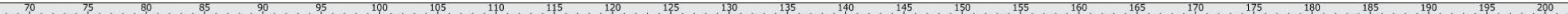
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1195; X0= 162,47; Y0= 83,83; R= 73,03



Talren v5  
v5.2.5

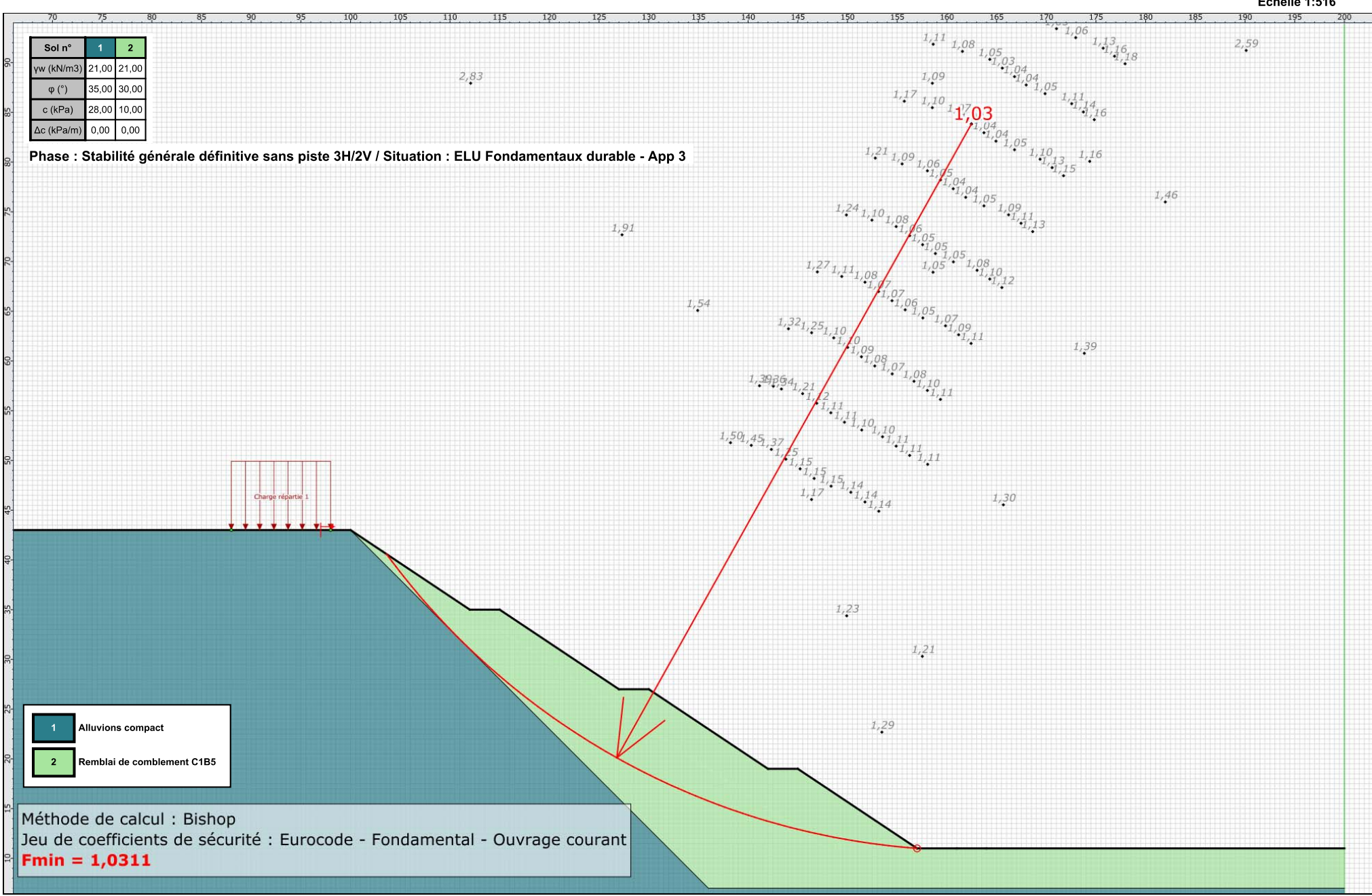
Imprimé le : 6 avr. 2022 08:04:25  
Calcul réalisé par : GEOLITHE  
Projet : Stabilité Talus d'excavation - Carrière





Sol n°	1	2
γw (kN/m3)	21,00	21,00
φ (°)	35,00	30,00
c (kPa)	28,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00

Phase : Stabilité générale définitive sans piste 3H/2V / Situation : ELU Fondamentaux durable - App 3



1	Alluvions compact
2	Remblai de comblement C1B5

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant  
**Fmin = 1,0311**



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 6 avr. 2022 08:04:26  
Calcul réalisé par : GEOLITHE

Projet : Stabilité Talus d'excavation - Carrière

# Données de la phase 4

Nom de la phase : Stabilité générale définitive sans piste et sans redans 3H/2V

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

## Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Alluvions compact	14	3	4	Alluvions compact	18	2	14	Remblai de comblement C1B5
25	2	3	Alluvions compact	31	24	20	Remblai de comblement C1B5	32	14	25	Remblai de comblement C1B5
33	25	24	Remblai de comblement C1B5	34	7	26	Remblai de comblement C1B5	35	20	26	Remblai de comblement C1B5

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charge répartie 1

Conditions hydrauliques : Néant



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 6 avr. 2022 08:04:26  
Calcul réalisé par : GEOLITHE  
Projet : Stabilité Talus d'excavation - Carrière

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Stabilité générale définitive sans piste et sans redans 3H/2V

Nom de la situation : ELU Fondamentaux durable - App 3

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
$\Gamma_{min}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	$\Gamma_{cu}$	1,400
$\Gamma_Q$	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,600	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
$\Gamma_{pl}$	1,400	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	$\Gamma_{buton}$	1,000	$\Gamma_{s3}$	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : 97,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 148,000; Y= 11,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,8876

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 885; X0= 160,42; Y0= 74,54; R= 64,74



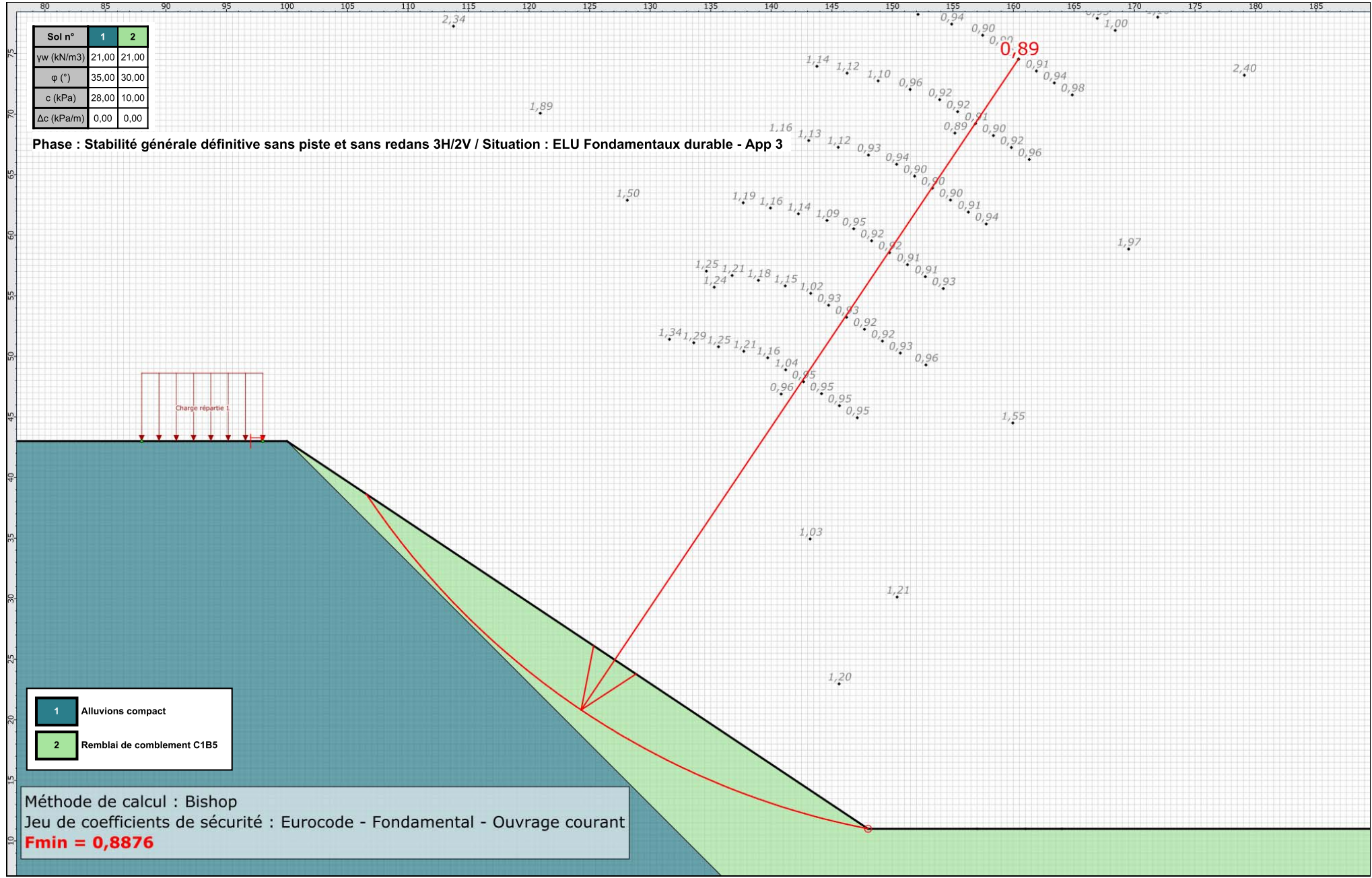
Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 6 avr. 2022 08:04:26  
Calcul réalisé par : GEOLITHE  
Projet : Stabilité Talus d'excavation - Carrière



Sol n°	1	2
γw (kN/m <sup>3</sup> )	21,00	21,00
φ (°)	35,00	30,00
c (kPa)	28,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00

Phase : Stabilité générale définitive sans piste et sans redans 3H/2V / Situation : ELU Fondamentaux durable - App 3



1	Alluvions compact
2	Remblai de comblement C1B5

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant  
**Fmin = 0,8876**



Talren v5 v5.2.5

Imprimé le : 6 avr. 2022 08:04:27  
Calcul réalisé par : GEOLITHE

Projet : Stabilité Talus d'excavation - Carrière

# Données de la phase 5

Nom de la phase : Stabilité générale définitive sans piste et sans redans 2H/1V

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

## Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Alluvions compact	14	3	4	Alluvions compact	25	2	3	Alluvions compact
34	7	26	Remblai de comblement C1B5	36	2	27	Remblai de comblement C1B5	39	27	28	Remblai de comblement C1B5
42	28	29	Remblai de comblement C1B5	45	29	30	Remblai de comblement C1B5	48	30	26	Remblai de comblement C1B5

## Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charge répartie 1

Conditions hydrauliques : Néant



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 6 avr. 2022 08:04:27  
Calcul réalisé par : GEOLITHE  
Projet : Stabilité Talus d'excavation - Carrière



# Données de la situation 1

Nom de la phase : Stabilité générale définitive sans piste et sans redans 2H/1V

Nom de la situation : ELU Fondamentaux durable - App 3

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
$\Gamma_{min}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	$\Gamma_{cu}$	1,400
$\Gamma_Q$	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,600	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
$\Gamma_{pl}$	1,400	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	$\Gamma_{buton}$	1,000	$\Gamma_{s3}$	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : 97,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 164,000; Y= 11,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0833

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 852; X0= 169,39; Y0= 99,70; R= 88,85

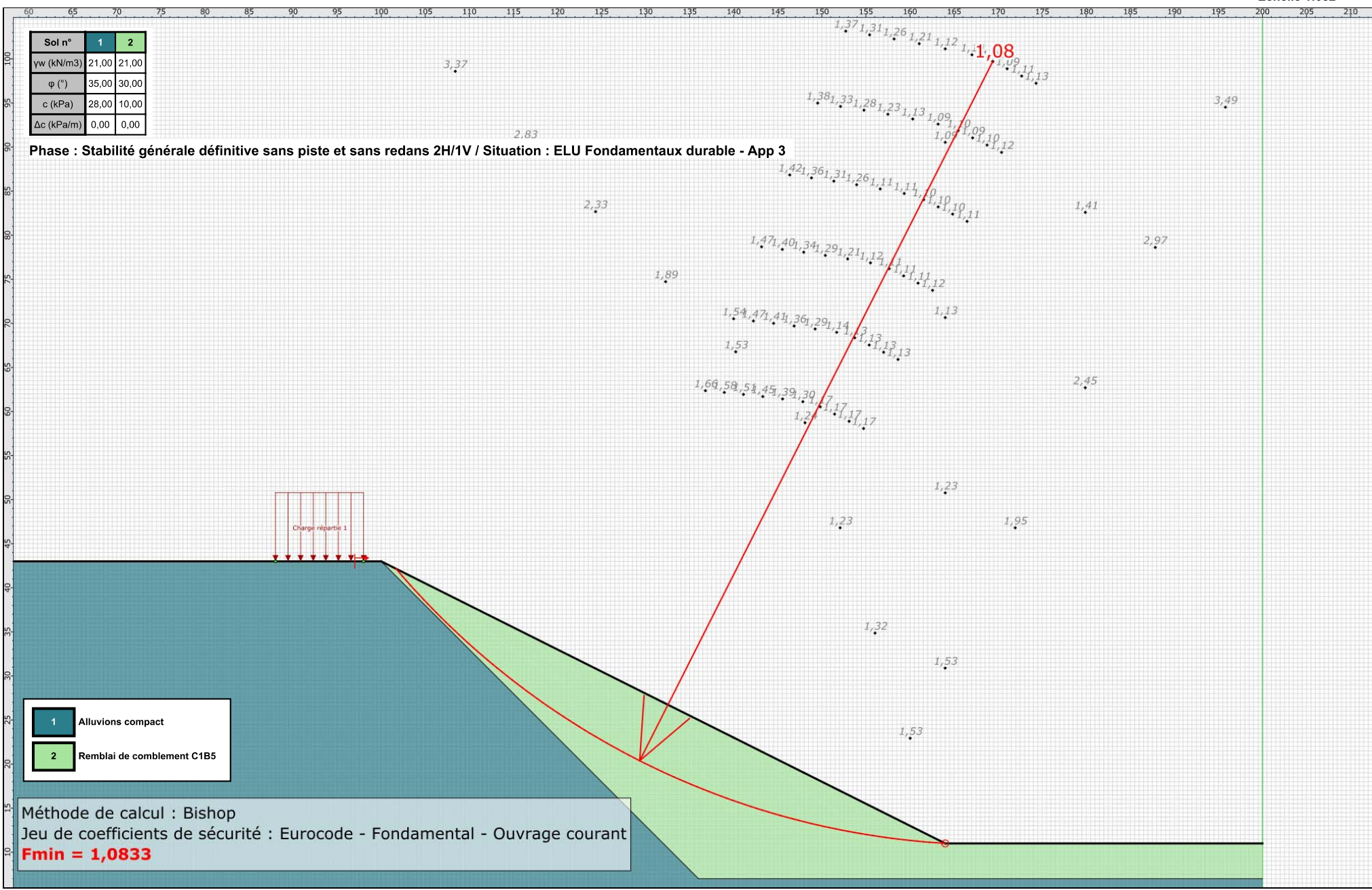


Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 6 avr. 2022 08:04:28  
Calcul réalisé par : GEOLITHE  
Projet : Stabilité Talus d'excavation - Carrière

Sol n°	1	2
γw (kN/m3)	21,00	21,00
φ (°)	35,00	30,00
c (kPa)	28,00	10,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00

Phase : Stabilité générale définitive sans piste et sans redans 2H/1V / Situation : ELU Fondamentaux durable - App 3



1	Alluvions compact
2	Remblai de comblement C1B5

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant  
**Fmin = 1,0833**



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 6 avr. 2022 08:04:28  
 Calcul réalisé par : GEOLITHE

Projet : Stabilité Talus d'excavation - Carrière

## ANNEXE 2 - Pièce 8

---

Analyse agronomique des fines de lavage (2017 et 2022)

SORECO

501 rte de l'Entre-Deux

Pierrefonds

97410 ST-PIERRE

## Analyse de sol

réf labo : **2017-0036-137779**

v/réf : **BOUES**

nature de l'échantillon : Résidus de concassage

origine de l'échantillon : PIERREFONDS - ST-PIERRE - 0 m

demandeur : DIVERS - DIVERS

### Résultats d'analyse

pH eau =	8.87	pH	
pH KCl =	7.10	pH	delta pH = 1.77
azote total (Dumas) =	0.30	g/kg MS105	
carbone organique (Dumas) =	0.20	g/100g MS105	C/N = 6.7
phosphore Olsen-Dabin =	5.86	mg/kg MS105	
capacité d'échange cationique =	40.4	mé/100g sec	
calcium échangeable =	24.2	mé/100g sec	
magnésium échangeable =	14.8	mé/100g sec	
potassium échangeable =	0.68	mé/100g sec	
sodium échangeable =	0.76	mé/100g sec	$\Sigma b = 40.47$ me sat = 100.14 %

# Rapport d'analyse

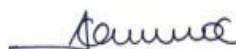
**SORECO**

 A l'attention de Damien CHEVALIER  
 501 Route de l'Entre-Deux  
 97410 ST PIERRE

Code échantillon	871-2022-00001660		
Description	Boue de ressuage après passage presse		
Référence échantillon	<i>E1/SOR/2022</i>		
Date de réception	28/01/2022	Date de validation	11/02/2022
Date de début d'analyse:	31/01/2022	Date de prélèvement	25/01/2022
Prélèvement réalisé par	<i>Client</i>		

Analyses réalisées au laboratoire d'Ancenis – Eurofins Galys

VALEUR AGRONOMIQUE	Résultats		Unités	LOQ
	sur brut	sur sec		
▪ <b>Matière sèche</b> <i>Méthode interne MBO-MS, Gravimétrie</i>	<b>626</b>		g/kg	1 g/kg
▪ <b>pH à T°C</b> <i>NF EN 12176 - Mai 1998 (Norme annulée)</i>	<b>9.2</b>		pH	
<b>Température de mesure du pH</b> <i>NF EN 12176 - Mai 1998 (Norme annulée)</i>	<b>19.2</b>		°C	
<b>Matière organique suivant pertes au feu</b> <i>Méthode interne MBO-MO, Gravimétrie</i>	<b>21</b>	<b>33</b>	g/kg	1 g/kg M.S.
<b>Azote total Kjeldahl</b> <i>NF EN 13342</i>	<b>0.09</b>	<b>0.14</b>	g/kg	
<b>Azote ammoniacal</b> <i>Méthode interne, Spectroscopie (FIA)</i>	<b>&lt; 0.01</b>	<b>&lt;0.02</b>	g/kg	0.01 g/kg
<b>Rapport C/N</b> <i>Calcul, Calcul</i>	<b>114.8</b>			
▪ <b>Phosphore (P2O5)</b> <i>Méthodes internes MBO-EED et MAB-DEM, ICP/AES</i>	<b>1.97</b>	<b>3.14</b>	g/kg	0.5 g/kg M.S.
▪ <b>Calcium (CaO)</b> <i>Méthodes internes MBO-EED et MAB-DEM, ICP/AES</i>	<b>22.64</b>	<b>36.16</b>	g/kg	0.5 g/kg M.S.
▪ <b>Magnésium (MgO)</b> <i>Méthodes internes MBO-EED et MAB-DEM, ICP/AES</i>	<b>44.06</b>	<b>70.39</b>	g/kg	0.5 g/kg M.S.
▪ <b>Potassium (K2O)</b> <i>Méthodes internes MBO-EED et MAB-DEM, ICP/AES</i>	<b>0.86</b>	<b>1.37</b>	g/kg	0.5 g/kg M.S.



**Alejandra Carrillo**  
 Analytical Services Manager

## Note explicative

Ce rapport concerne l'échantillon soumis à l'analyse, ainsi que le prélèvement s'il est réalisé par nos soins. Sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

En italique : informations communiquées par vos soins.

Sauf indication contraire, les conclusions, les avis et interprétations ne tiennent pas compte des incertitudes de mesure associées aux résultats des essais et ne font l'objet d'aucune accréditation. Les prestations sont réalisées conformément à nos conditions générales de vente disponibles sur demande.

Les prestations couvertes par l'accréditation sont identifiées par le symbole ▫.



# Rapport d'analyse

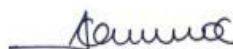
**SORECO**

 A l'attention de Damien CHEVALIER  
 501 Route de l'Entre-Deux  
 97410 ST PIERRE

Code échantillon	871-2022-00001661		
Description	Boue de ressuage après passage presse		
Référence échantillon	E2/SOR/2022		
Date de réception	28/01/2022	Date de validation	11/02/2022
Date de début d'analyse:	31/01/2022	Date de prélèvement	25/01/2022
Prélèvement réalisé par	Client		

Analyses réalisées au laboratoire d'Ancenis – Eurofins Galys

VALEUR AGRONOMIQUE	Résultats		Unités	LOQ
	sur brut	sur sec		
▪ <b>Matière sèche</b> Méthode interne MBO-MS, Gravimétrie	<b>637</b>		g/kg	1 g/kg
▪ <b>pH à T°C</b> NF EN 12176 - Mai 1998 (Norme annulée)	<b>9.2</b>		pH	
<b>Température de mesure du pH</b> NF EN 12176 - Mai 1998 (Norme annulée)	<b>19.6</b>		°C	
<b>Matière organique suivant pertes au feu</b> Méthode interne MBO-MO, Gravimétrie	<b>21</b>	<b>33</b>	g/kg	1 g/kg M.S.
<b>Azote total Kjeldahl</b> NF EN 13342	<b>0.05</b>	<b>0.08</b>	g/kg	
<b>Azote ammoniacal</b> Méthode interne, Spectroscopie (FIA)	<b>&lt; 0.01</b>	<b>&lt;0.02</b>	g/kg	0.01 g/kg
<b>Rapport C/N</b> Calcul, Calcul	<b>208.2</b>			
▪ <b>Phosphore (P2O5)</b> Méthodes internes MBO-EED et MAB-DEM, ICP/AES	<b>2</b>	<b>3.14</b>	g/kg	0.5 g/kg M.S.
▪ <b>Calcium (CaO)</b> Méthodes internes MBO-EED et MAB-DEM, ICP/AES	<b>22.97</b>	<b>36.06</b>	g/kg	0.5 g/kg M.S.
▪ <b>Magnésium (MgO)</b> Méthodes internes MBO-EED et MAB-DEM, ICP/AES	<b>44.73</b>	<b>70.22</b>	g/kg	0.5 g/kg M.S.
▪ <b>Potassium (K2O)</b> Méthodes internes MBO-EED et MAB-DEM, ICP/AES	<b>0.9</b>	<b>1.41</b>	g/kg	0.5 g/kg M.S.



 Alejandra Carrillo  
 Analytical Services Manager

## Note explicative

Ce rapport concerne l'échantillon soumis à l'analyse, ainsi que le prélèvement s'il est réalisé par nos soins. Sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

En italique : informations communiquées par vos soins.

Sauf indication contraire, les conclusions, les avis et interprétations ne tiennent pas compte des incertitudes de mesure associées aux résultats des essais et ne font l'objet d'aucune accréditation. Les prestations sont réalisées conformément à nos conditions générales de vente disponibles sur demande.

Les prestations couvertes par l'accréditation sont identifiées par le symbole ▫.